

ПОСВЯЩАЕТСЯ 300-ЛЕТИЮ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



# **V ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНГРЕСС ПО ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ**

**СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ**

16-19 апреля 2024 г.  
г. Санкт-Петербург

УДК 632

ББК 44

*Научное издание*

V Всероссийский конгресс по защите растений. Сборник тезисов докладов. СПб.: ФГБНУ ВИЗР, 2024. 340 с

V All-Russian Congress on Plant Protection. Book of abstracts. Saint Petersburg: FSBSI VIZR, 2024. 340 pp

*Сборник посвящён 300-летию  
Российской академии наук*

**Редакционная коллегия**

Ганнибал Ф.Б. (главный редактор), Афанасенко О.С., Белоусов И.А., Белякова Н.А., Берестецкий А.О., Голубев А.С., Гульятёва Е.И., Долженко В.И., Игнатов А.Н., Изосимова А.А., Карпун Н.Н., Лаптев А.Б., Лысов А.К., Новикова И.И., Рогожин Е.А., Хютти А.В.

**Технический редактор**

Владиминова В.В.

ISBN 978-5-6051655-2-1

Отпечатано в типографии ООО "РПК "АМИГО-ПРИНТ"  
Санкт-Петербург г, Обводного канала наб, дом 134-136-138, корпус 425, офис лит. А  
тел.: +7(812) 334-12-42, e-mail: amigo-print@mail.ru

Подписано в печать 09.04.2024 г.

Формат 60x84/4. Бумага офсетная 80 гр.

Печать цифровая.

Печ. листов 79.05. Тираж 55 экз. Заказ 1699

© Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» (ФГБНУ ВИЗР), 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ	25
<b>1. СОВРЕМЕННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ ГЕНЕТИКИ УСТОЙЧИВОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР К ВОЗБУДИТЕЛЯМ БОЛЕЗНЕЙ И ПРОБЛЕМЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕЛЕКЦИИ, О.С. Афанасенко</b>	26
<b>2. СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О БИОРАЗНООБРАЗИИ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ, Ф.Б. Ганнибал</b>	27
<b>3. ОХРАНА ЗДОРОВЬЯ РАСТЕНИЙ: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА, В.И. Долженко</b>	28
<b>4. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОГО АССОРТИМЕНТА ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ, С.Д. Каракотов</b>	29
<b>5. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО РЫНКА БИОПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ И СУЩЕСТВУЮЩИЕ НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ, А.Н. Кричевский</b>	30
<b>6. НОВОЕ – ХОРОШО ЗАБЫТОЕ СТАРОЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИРУСА ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОГО ПОЛИЭДРОЗА В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ, В.В. Мартемьянов</b>	31
<b>7. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ДИАГНОСТИКЕ ВИРУСНЫХ БОЛЕЗНЕЙ И БИОТЕХНОЛОГИИ ОЗДОРОВЛЕНИЯ САДОВЫХ КУЛЬТУР, И.В. Митрофанова</b>	32
<b>8. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В СЕВЕРНОМ КАЗАХСТАНЕ И ЗАПАДНОЙ СИБИРИ, А.И. Моргунов</b>	33
<b>9. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ И ПРИМЕНЕНИЮ БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ, Ю.В. Плугатарь</b>	34
<b>10. CRISPR-CAS И РНК ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ: ЗА И ПРОТИВ, М.Э. Тальянский</b>	35
СЕКЦИЯ 1. МЕТОДЫ ФИТОСАНИТАРНОГО МОНИТОРИНГА, ПРОГНОЗА И КАРАНТИНА	36
<b>1. ИННОВАЦИОННАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ФИТОСАНИТАРНОГО МОНИТОРИНГА: НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ДИАГНОСТИКИ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ, А.А. Абдурахимов, А.С. Прохошин</b>	37
<b>2. АНАЛИЗ ВИДОВОГО СОСТАВА И ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ТЛЕЙ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВСАСЫВАЮЩЕЙ ЛОВУШКИ, М.Н. Берим</b>	38
<b>3. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ УЧЕТА ВРЕДИТЕЛЕЙ ЗАПАСОВ В СЕМЕННЫХ ЗЕРНОХРАНИЛИЩАХ БЕЛАРУСИ, Е.В. Бречко</b>	39
<b>4. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ РАЗВИТИЯ СЕТЧАТОЙ ПЯТНИСТОСТИ ЯЧМЕНЯ ОЗИМОГО, Г.В. Волкова, И.В. Ариничева, Я.В. Яхник, И.В. Ариничев</b>	40

5. КОМПЛЕКС СПОРОУЛАВЛИВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЛИСТОВЫХ БОЛЕЗНЕЙ ПШЕНИЦЫ, К.Э. Гасиян 41
6. ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ В АГРОЦЕНОЗАХ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР НА ЮГЕ РОССИИ, Е.А. Егоров, М.Е. Подгорная, С.В. Прах, И.Г. Мищенко, А.В. Васильченко, Н.А. Диденко, Л.О. Марченко, Д.А. Киек, А.И. Киек, Н.И. Толстенко 42
7. ПОЛИВАРИАНТИВНАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ ИНВАЗИВНОГО СОРНОГО РАСТЕНИЯ *AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA* L. В АГРОБИОЦЕНОЗАХ ЮГА РОССИИ, Л.П. Есипенко, А.С. Замотайлов 43
8. СЕРОМОНИТОРИНГ ВИРУСОВ В ПОСЕВАХ ПШЕНИЦЫ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, Т.С. Живаева, Ю.Н. Приходько, Ю.А. Шнейдер, Е.Н. Лозовая, М.А. Пручкина, С.Н. Селявкин, Н.А. Хорина, Е.В. Каримова 44
9. МОНИТОРИНГ ВРЕДИТЕЛЕЙ ТОМАТОВ (LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕТОВЫХ ЛОВУШЕК, М.В. Иванисова, С. Амирзай 45
10. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ФИТОСАНИТАРНОГО МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В СЕЛЬСКОМ И ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ, Л.А. Иванова, И.В. Кузьмин, А.К. Валиева, Л.А. Иванов 46
11. РАСШИРЕНИЕ ИНВАЗИОННОГО АРЕАЛА ХЛОПКОВОЙ ОГНЕВКИ *HARITALODES DEROGATA* (Fabricius, 1775) НА ЮГЕ РОССИИ И В АБХАЗИИ, Н.Н. Карпун, В.В. Микалаускас, Е.Н. Журавлева, Е.И. Шошина 47
12. РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ ОСНОВ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ПШЕНИЧНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ, О.Ю. Кремнева, Р.Ю. Данилов, И.И. Серета 48
13. МОНИТОРИНГ ВРЕДИТЕЛЕЙ СМОРОДИНЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ В 2023 г., Р.С. Крохалев, Е.И. Овсянникова, М.В. Тимошенко, В.В. Нефедов 49
14. ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МНОГОЛЕТНЕГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОГНОЗА РАСПРОСТРАНЕНИЯ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ, Н.Н. Лунева 50
15. О МЕТОДАХ МОНИТОРИНГА СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В АГРОЭКОСИСТЕМАХ, Е.Н. Мысник 51
16. ФЕРОМОННЫЙ МОНИТОРИНГ НИЖНЕСТОРОННЕЙ МИНИРУЮЩЕЙ МОЛИ *PHYLLOORYCTER PYRIFOLIELLA* (GRACILLARIIDAE) В ПЛОДОВЫХ САДАХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ В 2020-2023 гг., Е.И. Овсянникова, Р.С. Крохалев 52
17. ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В АГРОЦЕНОЗЕ ГОРОХА ПОСЕВНОГО В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ, Е.В. Пенязь, А.А. Запрудский 53
18. ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ БОЛЕЗНЕЙ ХРИЗАНТЕМЫ, Л.И. Савостьянова, О.В. Шелепова, Е.Н. Баранова 54
19. ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЕ ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ДЛЯ РАННЕГО МОНИТОРИНГА И ДИАГНОСТИКИ БУРОЙ РЖАВЧИНЫ ПШЕНИЦЫ, ВЫЗЫВАЕМОЙ *PUSSINIA TRITICINA*, А.Б. Терентьев, А.А. Федотов, Д.Ю. Еременко, В.И. Долженко 55

20. **ВИДОВОЙ СОСТАВ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ГРИБНЫХ И БАКТЕРИАЛЬНЫХ БОЛЕЗНЕЙ АКТУАЛЬНЫХ ДЛЯ ПОЧВЕННЫХ БИОЦЕНОЗОВ КРЫМА**, Н.И. Шадура, В.А. Володин, Е.П. Странишевская 56
21. **РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА НОВЫХ ИНВАЗИВНЫХ ФИТОФАГОВ И МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ ОТ НИХ КОЛЛЕКЦИОННЫХ РАСТЕНИЙ СОЧИНСКОГО ПАРКА «ДЕНДРАРИЙ»**, Н.В. Ширяева, И.В. Анненкова 57
22. **БИОРАЗНООБРАЗИЕ ПАТОКОМПЛЕКСА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ПРЕДКАВКАЗЬЕ**, А.П. Шутко, Н.Н. Глазунова 58
23. **МОНИТОРИНГ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КИСЛОВОДСКИЙ»**, Т.Н. Ярыльченко, В.В. Юферева, И.В. Бойкова, О.А. Кулинич, И.Л. Краснобаева, Ю.И. Гниненко 59
- СЕКЦИЯ 2. ВРЕДИТЕЛИ РАСТЕНИЙ 60
1. **ПЕРВЫЕ ОБНАРУЖЕННЫЕ ВИРУСЫ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА: ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ**, М.Е. Антонец, В.Ю. Крюков, С.А. Боднев, У.Н. Роцкая, Е.С. Косман, Т.В. Трегубчак, Т.В. Бауэр, Д.В. Антонец 61
2. **МОНИТОРИНГ ДОМИНАНТНЫХ ФИТОФАГОВ В АГРОЦЕНОЗАХ ЯЧМЕНЯ ОЗИМОГО В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**, А.В. Бартош, С.В. Бойко, М.Г. Немкевич 62
3. **ЗАЩИТА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ**, С.В. Бойко, М.Г. Немкевич 63
4. **ИЗМЕНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛИСТЬЕВ ЧЕРЕМУХИ ОБЫКНОВЕННОЙ ПРИ ЗАРАЖЕНИИ ГАЛЛОВЫМ КЛЕЩОМ *ERIPHYES PADI*, *NALERA***, А.К. Валиева, И.В. Кузьмин, Л.А. Иванов, Л.А. Иванова 64
5. **ИТАЛЬЯНСКИЙ ПРУС *CALLIPTAMUS ITALICUS* НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И В КАЗАХСТАНЕ: ЧТО ГОТОВИТ НАМ БУДУЩЕЕ?**, И.А. Ванькова, В.В. Молодцов, М.К. Чильдебаев, Н.С. Батурина, О.В. Ефремова, В.Д. Жарков, М.Н. Ким-Кашменская, К.В. Попова, М.Г. Сергеев 65
6. **ИЗМЕНЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ОСЕННИХ ПОКОЛЕНИЙ *RHOPALOSIPHUM PADI* (L.) В ПЕРИОД МАССОВОГО ЛЁТА В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**, А.Б. Верещагина, Е.С. Гандрабур 66
7. **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНСЕКТИЦИДА БОРЕЙ НЕО, СК ПРОТИВ СТЕБЛЕВОГО КАПУСТНОГО СКРЫТНОХОБОТНИКА В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ СУРЕПИЦЫ**, С.А. Гайдарова, А.А. Запрудский 67
8. **ОСОБЕННОСТИ ОСЕННЕЙ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ *RHOPALOSIPHUM PADI* (L.) В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**, Е.С. Гандрабур, А.Б. Верещагина 68
9. **РАЗНООБРАЗИЕ И СТРУКТУРА МИТОХОНДРИАЛЬНЫХ ГЕНОМОВ ГАЛЛОВЫХ КЛЕЩЕЙ (ACARIFORMES, ERIPHYOIDEA)**, В.Д. Ганкевич, Ф.Е. Четвериков 69

10. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ 16S рДНК ФИТОПЛАЗМ ИЗ ГОСУДАРСТВЕННОЙ КОЛЛЕКЦИИ ФИТОПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ, Н.В. Гирсова, Д.В. Ерохин, Д.А. Воробьев, Д.З. Богоутдинов, Т.Б. Кастальева 70
11. ВЛИЯНИЕ АТТРАКТИВНЫХ СВОЙСТВ СЕМИОХЕМИКОВ И СЕМИОФИЗИКОВ НА ИМАГО ХЛОПКОВОЙ СОВКИ, И.В. Грушевая, А.Г. Конончук, А.А. Мильцын, Н.В. Вендило, С.В. Стулов, С.Д. Каракотов, А.Н. Фролов 71
12. ВИДОВОЙ СОСТАВ КРЕСТОЦВЕТНЫХ БЛОШЕК РОДА *PHYLLOTRETA* (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE) РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ, Ю.Д. Девяткина, А.Г. Мосейко 72
13. СРАВНЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ НИШ КЛОПОВ С ЗАПАДНОПАЛЕАРКТИЧЕСКИМ РАСПРОСТРАНЕНИЕМ НА ПРИМЕРЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ТРИБЫ *MIRINI*, П.А. Джелали, А.А. Намятова 73
14. ПЕРЕЛЕТНАЯ САРАНЧА *LOCUSTA MIGRATORIA MIGRATORIA* НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ АРЕАЛА: ОТ ЗАЛЕТНЫХ СТАЙ К ПОСТОЯННЫМ ПОПУЛЯЦИЯМ, О.В. Ефремова, В.В. Молодцов, В.Д. Жарков, К.В. Попова, С.Ю. Стороженко, М.Г. Сергеев 74
15. ПОВРЕЖДЕННОСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ ХЛЕБНЫМИ КЛОПАМИ В ОСНОВНЫХ ЗОНАХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ, А.В. Капусткина 75
16. АНАЛИЗ РАЗНООБРАЗИЯ ХЛЕБНЫХ КЛОПОВ РОДА *EURYGASTER* LAP. ПО ИЭФ СПЕКТРАМ ГИДРОЛИЗУЮЩИХ КЛЕЙКОВИНУ ПРОТЕАЗ ИЗ ПОВРЕЖДЕННЫХ ЗЕРЕН ПШЕНИЦЫ, А.В. Конарев, А.В. Капусткина 76
17. ОБНАРУЖЕНИЕ *WOLBACHIA* В *CHOREUTIS NEMORANA*, СОБРАННЫХ В ЮЖНОЙ ЧАСТИ РОССИИ, А.Г. Конончук, М.А. Ковалев, Ю.М. Малыш 77
18. ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ АЗИАТСКОЙ САРАНЧИ В ПРИАЗОВСКОЙ ЗОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ, Г.Р. Леднев, Л.В. Гридякина, А.В. Герус, М.В. Левченко, И.А. Казарцев 78
19. НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГОСТАЛЬНОЙ СПЕЦИФИЧНОСТИ МИКРОСПОРИДИЙ РОДА *NOSEMA*, С.М. Малыш, А.М. Уткузова, А.Н. Игнатьева, А.С. Румянцева, А.Г. Конончук, И.В. Грушевая 79
20. КЛОПЫ-ЩИТНИКИ В АГРОЦЕНОЗАХ ЗЕРНОВЫХ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУР В ЮЖНОЙ АГРОКЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ БЕЛАРУСИ, Е.Р. Назарович, С.В. Бойко, М.Г. Немкевич 80
21. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ ПАЛЕАРКТИКИ НА ПРИМЕРЕ ТРЕХ ШИРОКОАРЕЛЬНЫХ ВИДОВ КЛОПОВ-СЛЕПНЯКОВ (INSECTA: HETEROPTERA: MIRIDAE), А. А. Намятова, П.А. Джелали, В.Д. Тыц, А.А. Попков 81
22. РАССЕЛЕНИЕ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РФ ЗА ПОСЛЕДНИЕ ГОДЫ, Н. И. Наумова 82
23. АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ЗИМОВКИ И ПЕРИОДА ВОССТАНОВЛЕНИЯ КЛОПА ВРЕДНАЯ ЧЕРЕПАШКА *EURYGASTER INTEGRICEPS* PUTON В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ В 2013–2023 г.г., В.В. Нейморовец 83

24. **РАЗВИТИЕ ИНФЕКЦИЙ У КОЛОРАДСКОГО ЖУКА В ПЕРИОД ЗИМОВКИ**, Ю.А. Носков, О.Н. Ярославцева, Е.С. Косман, Е.А. Дайтхе, В.В. Морозова, О.Н. Поленогова, Я.Л. Воронцова, И.А. Слепнева, В.Ю. Крюков 84
25. **ИЗМЕНЕНИЯ В ЭНТОМОЦЕНОЗАХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**, В.Н. Орлов, О.М. Зеленская 85
26. **НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ТЕСТИРОВАНИЮ МИКРОСПОРИДИЙ ПРОТИВ СИБИРСКОГО ШЕЛКОПРЯДА**, А.С. Румянцева, С.М. Малыш, А.Н. Игнатьева, А.А. Агеев, Ю.С. Токарев 86
27. **НОВЫЕ СОРТА КАРТОФЕЛЯ С ГРУППОВОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ К НАСЕКОМЫМ-ФИТОФАГАМ**, С.Р. Фасулати, О.В. Иванова 87
28. **ИЗМЕНЕНИЯ В АГРОЦЕНОЗАХ ВРЕДНЫХ ЧЛЕНИСТОНОГИХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**, В.А. Хилевский 88
29. **ПОПУЛЯЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАЛИФОРНИЙСКОЙ ЩИТОВКИ *DIASPIDIOTUS PERNICIOSUS* НА ОСНОВЕ ЛОКУСА COI (HEMIPTERA, DIASPIDIDAE)**, А.В. Шипулин 89
30. **СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ВИДАХ ГРЫЗУНОВ-ВРЕДИТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ**, А.А. Яковлев, Н.В. Бабич 90
- СЕКЦИЯ 3. ГРИБНЫЕ БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ 91
1. **ВТОРИЧНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ И ИХ ФИТОТОКСИЧНОСТЬ**, Т.В. Антипова, В.П. Желифонова, Б.П. Баскунов, Ю.А. Литовка, И.Н. Павлов 92
2. **ПАТОГЕННОСТЬ ГРИБОВ *ALTERNARIA*, ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ НА СОРНЫХ РАСТЕНИЯХ**, Е.П. Арабина, А.С. Орина, Ф.Б. Ганнибал 93
3. **НОВЫЕ И МАЛОИЗВЕСТНЫЕ ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ – ВОЗБУДИТЕЛИ БОЛЕЗНЕЙ КОСТОЧКОВЫХ КУЛЬТУР НА ЮГЕ РОССИИ**, Т.С. Булгаков, Н.Н. Карпун 94
4. **ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ПАТОГЕННОСТЬ ГРИБОВ *FUSARIUM*, ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ В МИКОБИОТЕ СОИ**, О.П. Гаврилова, А.С. Орина, И.И. Трубин, Е.П. Арабина, Т.Ю. Гагкаева 95
5. **ДЕЙСТВИЕ ФУНГИЦИДОВ НА РОСТ ИЗОЛЯТОВ РАЗНЫХ ВИДОВ *CERCOSPORA*, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ СОИ**, Е.Л. Гасич, Л.Б. Хлопунова, М.М. Гомжина 96
6. **ОЦЕНКА ВИРУЛЕНТНОСТИ ШТАММОВ *MICRODOCHIUM NIVALE* В ОТНОШЕНИИ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**, О.А. Гоголева, М.В. Агеева, Г.Ш. Мурзагулова, Е.А. Рязанов, М.Л. Пономарева, В.Н. Пономарев, Дамир Ф. Асхадуллин, Данил Ф. Асхадуллин, В.Ю. Горшков 97
7. **НОВЫЙ ВИД *ASCOCHYTA EROTICA*, ПАТОГЕН *CONVOLVULUS ARVENSI***, М.М. Гомжина, Е.Л. Гасич 98
8. **НОВЫЙ СПОСОБ КОНТРОЛЯ ФУЗАРИОЗА КОЛОСА, ОСНОВАННЫЙ НА НАПРАВЛЕННОМ ИЗМЕНЕНИИ СТРУКТУРЫ ПИЩЕВЫХ СЕТЕЙ В ПОЧВЕ**, А.А. Гончаров 99

9. **БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ И ГЛОБАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**, И.Г. Джафаров 100
10. **МИКОБИОТА, АССОЦИИРОВАННАЯ С КЛУБНЯМИ КАРТОФЕЛЯ В УГАНДЕ И МАЛИ**, С.Н. Еланский, А.С. Еланский, Диаките Симбо, Е.М. Чудинова 101
11. **ВОСПРИИМЧИВОСТЬ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ЯЧМЕНЯ К ГЕЛЬМИНТОСПОРИОЗУ В УСЛОВИЯХ ЮГА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**, Н.Н. Колоколова, Д.А. Базюк, А.А. Тюркина, Н.А. Боме 102
12. **«ПЕРЕКРЁСТНОЕ» РАСШИРЕНИЕ ВИДО-СПЕЦИФИЧНОСТИ ФИТОПАТОГЕНОВ *FUSARIUM OXYSPORUM F.SP. RADICIS-CUCUMERINUM* И *FUSARIUM OXYSPORUM F.SP. RADICIS-LYCOPERSICI***, Э.Н. Комиссаров, Д.М. Афордоаньи, Ш.З. Валидов 103
13. **ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА РАЗВИТИЕ МИКРОМИЦЕТОВ В РИЗОСФЕРЕ ПШЕНИЦЫ ЯРОВОЙ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**, И.А. Корчагина, Н.Н. Шулико, А.А. Киселева, Е.В. Тукмачева, Е.В. Кубасова 104
14. **МИКОБИОТА КОРНЕЙ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ**, В.А. Лавринова, Т.С. Полунина 105
15. **БИОТИПЫ ВОЗБУДИТЕЛЯ РЖАВЧИНЫ (*PUCCINIA HELIANTHI* SCHW.) НА ПОСЕВАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**, Е.С. Лепешко 106
16. **ПАТОГЕННАЯ МИКОБИОТА НА СЕМЕНАХ ОЗИМОГО РАПСА**, Н.В. Лешкевич 107
17. **ПЕРВАЯ СБОРКА И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГЕНОМОВ ГРИБА-ВОЗБУДИТЕЛЯ РОЗОВОЙ СНЕЖНОЙ ПЛЕСЕНИ *MICRODOCHMIUM NIVALE*: ВЗГЛЯД НА ВНУТРИВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ГЕНОМИКИ**, Е.А. Маренина, И.Д. Церс, А.Р. Мещеров, О.А. Гоголева, Н.Е. Гоголева, Ю.В. Гоголев, В.Ю. Горшков 108
18. **СКРИНИНГ ПАТОГЕНОВ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО**, Н.А. Павлова, Е.А. Гусенков, А.О. Берестецкий 109
19. **ВНУТРИВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ГРИБОВ-ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ТИФУЛЁЗА ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**, Е.А. Рязанов, И.Т. Сахабутдинов, Е.А. Маренина, О.А. Гоголева, С.Н. Пономарев, М.Л. Пономарева, В.Ю. Горшков 110
20. **ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ГРИБОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ С КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ ИЗ КАМЧАТСКОГО КРАЯ**, Д.Н. Скоков, А.А. Цинделиани, С.Н. Еланский, Е.М. Чудинова 111
21. **МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МАРКЕРЫ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ МОНОПУСТУЛЬНЫХ ИЗОЛЯТОВ *PUCCINIA GRAMINIS F.SP. TRITICI***, Е.С. Сколотнева Ю.В. Лаприна, А.Б. Щербань 112
22. **ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛИМОРФИЗМА СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ И СЕВЕРОКАВКАЗСКОЙ ПОПУЛЯЦИЙ *PUCCINIA STRIIFORMIS F. SP. TRITICI* ПО ПРИЗНАКУ ВИРУЛЕНТНОСТИ И МИКРОСАТЕЛЛИТНЫМ ЛОКУСАМ**, Р.Е. Смирнова, Е.Л. Шайдаюк, Е.И. Гультяева 113
23. ***SCLEROTINIA NIVALE* – ВОЗБУДИТЕЛИ СНЕЖНОЙ ПЛЕСЕНИ В РОССИИ**, О.Б. Ткаченко, А.В. Бабоша, Т. Хошино 114



**24. ПРАКТИЧЕСКИЕ СЛЕДСТВИЯ ИЗ ЯВЛЕНИЯ ИЗМЕНЧИВОСТИ ВИРУЛЕНТНОСТИ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ,** Л.Г. Тырышкин 115

**25. ГРИБЫ РОДА *ALTERNARIA* НА РАСТЕНИЯХ КАРТОФЕЛЯ,** В.И. Халаева, А.В. Патракеева 116

**26. ИЗУЧЕНИЕ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО АГРОБИОЦЕНОЗА В ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ РЕГИОНА БУЙОГОМЫ РЕСПУБЛИКИ БУРУНДИ,** Н. Эрик, Л.П. Есипенко 117

СЕКЦИЯ 4. БАКТЕРИАЛЬНЫЕ, ВИРУСНЫЕ И НЕМАТОДНЫЕ БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ 118

**1. ДЕТЕКЦИЯ ВИРУСОВ КУЛЬТУРНОГО КАРТОФЕЛЯ С ПОМОЩЬЮ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО СЕКВЕНИРОВАНИЯ,** А.Д. Антипов, Е.В. Поротикова, С.В. Виноградова, М.В. Лебедева 119

**2. АНТИМИКРОБНАЯ И НЕМАТОЦИДНАЯ АКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТОВ ХВОИ *JUNIPERUS COMMUNIS* И *JUNIPERUS SABINA*,** Т.Г. Белов, Л.М. Давыдова, Е.Н. Никитин, Т.Б. Калининкова 120

**3. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ В ЗАЩИТЕ КАРТОФЕЛЯ ОТ ЧЕРНОЙ НОЖКИ,** А.А. Васильева 121

**4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ЗАРАЖЕНИЯ *AGROBACTERIUM* BV1 ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБРАЗЦОВ ОВОЩНЫХ РАСТЕНИЙ,** Э.М. Гайсина, А.Н. Игнатов 122

**5. НЕПАТОГЕННЫЕ ШТАММЫ *XANTHOMONAS* SP. - ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА НОВЫХ МЕХАНИЗМОВ ВИРУЛЕНТНОСТИ,** Э.М. Гайсина, Е.И. Кырова, А.Н. Игнатов 123

**6. ГЕНОТИПИРОВАНИЕ ШТАММОВ *ERWINIA AMYLOVORA* И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПУТЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЗБУДИТЕЛЯ БАКТЕРИАЛЬНОГО ОЖОГА ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР,** Н.В. Дренова, М.О. Кондратьев, А.А. Десятерик, Г.Н. Бондаренко, А.Н. Игнатов, Ф.С. Джалилов 124

**7. ПАТОГЕНЕЗ В СИСТЕМЕ *BRASSICA-XANTHOMONAS CAMPESTRIS* – ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ И ЭВОЛЮЦИЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ ФИТОПАТОГЕННЫХ БАКТЕРИЙ,** А.Н. Игнатов, Э.М. Гайсина 125

**8. МОДИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ЭКСТРАКЦИИ ВОЗБУДИТЕЛЯ БАКТЕРИАЛЬНОГО УВЯДАНИЯ *CLAVIBACTER INSIDIOSUS* ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА КОРМОВЫХ КУЛЬТУР,** И.М. Игнатьева, Д.А. Доморацкая, Е.П. Кононова 126

**9. ВЕРОЯТНОСТЬ ИЗБЫТОЧНОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ TALES В СИСТЕМЕ РАСТЕНИЕ-ХОЗЯИН - *XANTHOMONAS ARBORICOLA*,** Е.И. Кырова, А.Н. Игнатов 127

**10. ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЕ ПЕТЛЕВОЙ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ АМПЛИФИКАЦИИ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ НЬЮ-ДЕЛИ ВИРУСА КУРЧАВОСТИ ЛИСТЬЕВ ТОМАТА,** Лозовая Е. Н., Приходько Ю.Н., Живаева Т.С., Башкирова И.Г., Шнейдер Ю.А. 128

- 11. ВЛИЯНИЕ O<sub>3</sub> И ПРЕПАРАТА HYGROZYME® НА КОРНЕВУЮ СИСТЕМУ ГИДРОПОННОГО САЛАТА**, С.В. Лычагина, В.В. Захарова 129
- 12. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАКТЕРИОФАГОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ БАКТЕРИОЗОВ РАСТЕНИЙ**, К.А. Мирошников, А.А. Лукьянова, А.Д. Токмакова 130
- 13. ДЕТЕКЦИЯ И МОЛЕКУЛЯРНЫЙ АНАЛИЗ ВИРУСОВ В ДЕРЕВЬЯХ ИНЖИРА С СИМПТОМАМИ МОЗАИЧНОЙ БОЛЕЗНИ ПОСРЕДСТВОМ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО СЕКВЕНИРОВАНИЯ**, Е.В. Моцарь, А.А. Шевелева, Ф.С. Шарко, И.В. Митрофанова, С.Н. Чирков 131
- 14. ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ВИДОВ ГРУППЫ *BURKHOLDERIA SENSU LATO***, И.Н. Писарева 132
- 15. ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ КАРТОФЕЛЯ ВИР НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БАКТЕРИАЛЬНЫМ ЗАБОЛЕВАНИЯМ**, Родионов К. И., Ситников М.Н. 133
- 16. РАЗРАБОТКА МУЛЬТИПЛЕКСНОЙ ПЦР В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ДВУХ БАКТЕРИАЛЬНЫХ БОЛЕЗНЕЙ В СЕМЕНАХ СОИ**, Р.И. Тараканов, А.Н. Игнатов, П.В. Евсеев, Ф.С.-У. Джалилов 134
- 17. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТОВ ШИШКОЯГОД *JUNIPERUS COMMUNIS***, Д.А. Теренжев, Т.Г. Белов, Л.М. Давыдова, Т.Б. Калининкова 135
- 18. ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОЗДОРОВЛЕНИЯ ПЛОДОВЫХ И ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР ОТ ВИРУСНЫХ БОЛЕЗНЕЙ**, М.Т. Упадышев 136
- 19. ОРТОТОСПОВИРУСЫ – ИСТОЧНИК ПОТЕРЬ НА ДЕКОРАТИВНЫХ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУРАХ: ДИАГНОСТИКА И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ**, Ю.А. Шнейдер, Т.С. Живаева, Ю.Н. Приходько, Е.В. Каримова, И.Г. Башкирова, Е.Н. Лозовая 137
- СЕКЦИЯ 5. ХИМИЧЕСКИЕ ПЕСТИЦИДЫ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ, РЕЗИСТЕНТНОСТЬ 138
- 1. ЗАЩИТА СВЁКЛЫ СТОЛОВОЙ ОТ ЦЕРКОСПОРОЗА**, К.Л. Алексеева 139
- 2. ПОИСК, ПОЛУЧЕНИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЗАМЕЩЕННЫХ МОНОСАХАРИДОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НА ИХ ОСНОВЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПЕСТИЦИДОВ**, И.А. Антонова, И.В. Бойкова, В.В. Белахов, И.Л. Краснобаева, В.А. Колодязная 140
- 3. НОВОЕ ДЕЙСТВУЮЩЕЕ ВЕЩЕСТВО ХЛОРАНТРОНИЛИПРОЛ ПРОТИВ ВРЕДНЫХ САРАНЧОВЫХ В УЗБЕКИСТАНЕ**, Ш.Ш. Ахмеджанов, Н.Х. Туфлиев, Ф.А. Гаппаров, Б.А. Акромов, Ф.А. Нуржонов, Б.А. Жалгасов. 141
- 4. РОДЕНТИЦИДЫ, АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ АНТИКОАГУЛЯНТАМ**, Н.В. Бабич, А.А. Яковлев 142
- 5. ПРИМЕНЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛОВЫХ ФЕРОМОНОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ЛИСТОВЕРТОК (TORTRICIDAE)**, Л.А. Буркова, Т.В. Долженко 143
- 6. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ПОСАДОК КАРТОФЕЛЯ ОТ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА И**

- ПРОВОЛОЧНИКОВ ДЛЯ ФЕРМЕРСКИХ И ЛИЧНЫХ ПОДСОБНЫХ ХОЗЯЙСТВ,**  
Т.И. Васильева, Г.П. Иванова 144
- 7. ФОРМИРОВАНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ПАТОГЕННЫХ МИКРОМИЦЕТОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НОВЫХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ,** Е.А. Волынчикова, А.А. Саченкова, В.С. Бондаренко 145
- 8. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДОВ – ПРОИЗВОДНЫХ ТРИАЗОЛОВ И СТРОБИЛУРИНОВ ПРОТИВ КАРЛИКОВОЙ РЖАВЧИНЫ ЯЧМЕНЯ (*PUCCINIA HORDEI* G.H. OTTH.),** М.С. Гвоздева, А.В. Данилова, О.А. Кудинова, В.Д. Руденко, Г.В. Волкова 146
- 9. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕЛАРГОНОВОЙ КИСЛОТЫ В КАЧЕСТВЕ ГЕРБИЦИДА,** А.С. Голубев 147
- 10. ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ В БОРЬБЕ С КОМПЛЕКСОМ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ЗАБОЛЕВАНИЙ,** Л.Д. Гришечкина 148
- 11. МОНИТОРИНГ РЕЗИСТЕНТНОСТИ СИНАНТРОПНЫХ НАСЕКОМЫХ В РОССИИ,** Т.А. Давлианидзе, О.Ю. Еремина, В.В. Олифер 149
- 12. К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ АССОРТИМЕНТА СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЛЕЙ В АГРОЦЕНОЗЕ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУР,** А.А. Дубина, В.Н. Орлов, О.М. Зеленская 150
- 13. СТАБИЛЬНОСТЬ БАКОВЫХ СМЕСЕЙ ПРЕПАРАТОВ, ОБРАЗУЮЩИХ МИКРОЭМУЛЬСИИ, С МИНЕРАЛЬНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ НА ПРИМЕРЕ СУЛЬФАТА АММОНИЯ И МОЧЕВИНЫ,** Л.С. Елиневская, Е.С. Пикалов, Д.В. Дзарданов, И.А. Полунина 151
- 14. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РЯДА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ АЛЬЮВАНТОВ- АКТИВАТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕСТИЦИДОВ,** Л.С. Елиневская, Д.В. Дзарданов 152
- 15. РЕЗИСТЕНТНОСТЬ КАПУСТНОЙ МОЛИ *PLUTELLA XYLOSTELLA* L. К ПРИМЕНЯЕМЫМ ИНСЕКТИЦИДАМ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ РОССИИ,** Д.А. Емельянов, Г. И. Сухорученко, Г. П. Иванова 153
- 16. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИБОРА DUALEX ДЛЯ ФИКСАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОФИЛЛА В РАСТЕНИЯХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГЕРБИЦИДОВ,** Т.Э. Ефрейторова, А.Е. Пирцхалава 154
- 17. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ГИГИЕНИЧЕСКИЕ РИСКИ ПРИМЕНЕНИЯ АГРОДРОНОВ В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ,** В.Б. Звягинцев, С.А. Жданович, И.И. Ильюкова, Д.Г. Малашевич 155
- 18. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ОСНОВЕ ФЕРОМОНОВ,** О.М. Зеленская, В.Н. Орлов 156
- 19. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЯ СЕТЧАТОЙ ПЯТНИСТОСТИ ЯЧМЕНЯ *PYRENOPHORA TERES* К АЗОКСИСТРОБИНУ,** Н.Г. Зубко, М.В. Долинская 157

20. **ДИАГНОСТИКА РЕЗИСТЕНТНОСТИ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ К СЗР С ПРИМЕНЕНИЕМ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МЕТОДОВ**, К.Л. Калакуцкий, О.В. Ильюк, Е.С. Мазурин, Ю.В. Зеленева, Е.А. Тимонина, М.А. Мустафина, М.В. Непочатых 158
21. **ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ДИНАМИКИ РАСПАДА ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ЦИПРОДИНИЛА НА СЕМЕЧКОВЫХ КУЛЬТУРАХ**, И.С. Касатов, О.О. Белошапкина, А.Г. Мамонов, А.В. Попов 159
22. **ВЛИЯНИЯ ФУНГИЦИДНЫХ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ НА ЛАБОРАТОРНУЮ ВСХОЖЕСТЬ И ПОРАЖЕНИЕ ПРОРОСТКОВ СОИ ФИТОПАТОГЕНАМИ**, Т.П. Колесникова, Е.А. Семенова 160
23. **РЕЗИСТЕНТНОСТЬ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ К ГЕРБИЦИДАМ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ В МИРЕ И В РФ**, М.В. Колупаев 161
24. **ОЦЕНКА НА НЕМАТИЦИДНОСТЬ IN VITRO НЕКОТОРЫХ ИНСЕКТИЦИДОВ, АКАРИЦИДОВ, ФУНГИЦИДОВ, МОЛЛЮСКОЦИДОВ**, А.Н. Конрат, А.А. Шестеперов, С.С. Ладан 162
25. **ВЛИЯНИЕ ФУНГИЦИДОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ АГРЕССИВНОСТИ ПОПУЛЯЦИИ *PUCCINIA HORDEI* В УСЛОВИЯХ ЮГА РОССИИ**, О.А. Кудинова, М.С. Гвоздева, А.В. Данилова, В.Д. Руденко, Волкова Г.В. 163
26. **СОВРЕМЕННЫЕ ФУНГИЦИДЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ ОТ АЛЬТЕРНАРИОЗА**, О.В. Кунгурцева 164
27. **ВЛИЯНИЕ ГЛИФОСАТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ, МИКРОБИОМ И ЭКСПРЕССИЮ ГЕНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ**, Г.Ю. Лаптев, Д.Г. Тюрина, Л.А. Ильина, Е.А. Ёбылдырым, Е.П. Горфункель, В.Х. Меликиди, В.А. Филиппова, Е.С. Пономарева, А.В. Дубровин, К.А. Калиткина, В.А. Заикин, А.А. Савичева 165
28. **ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ И КОНТРОЛЬ ОСТАТКОВ ИНСЕКТИЦИДОВ ПРИ ЗАЩИТЕ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР**, А.Б. Лаптиева, В.К. Мальцев 166
29. **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДОВ ПРОТИВ БОЛЕЗНЕЙ КОЛОСА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ**, П.В. Майорова, С.Г. Моргачева 167
30. **ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ПРОПИКОНАЗОЛА В НОВОЙ ПРЕПАРАТИВНОЙ ФОРМЕ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПШЕНИЦЫ ЯРОВОЙ**, В.В. Макаренко, В.И. Долженко, Е.В. Макаренко 168
31. **ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ НА МИКОРИЗООБРАЗУЮЩИЕ ГРИБЫ И ЭНДОФИТЫ РАСТЕНИЙ ASTEROIDEAE**, Д.М. Малыгин, С.В. Соколькова 169
32. **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АССОРТИМЕНТА ГЕРБИЦИДОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ОТ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ**, Т.А. Маханькова 170
33. **ВЛИЯНИЕ НОВОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ПЕРСИКА НА УСТОЙЧИВОСТЬ КУЛЬТУРЫ К ОСНОВНЫМ ФИТОПАТОГЕНАМ И ПРОДУКТИВНОСТЬ**, Е.В. Михайлова, Г.Г. Пантия, Н.Н. Карпун 171

34. ПРИМЕНЕНИЕ ФУНГИЦИДОВ В ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ, С.Г. Моргачева, П.В. Майорова 172
35. ФУНГИЦИД-РЕЗИСТЕНТНОСТЬ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ-ВОЗБУДИТЕЛЕЙ РОЗОВОЙ СНЕЖНОЙ ПЛЕСЕНИ *MICRODOCHIUM NIVALE*, Г.Ш. Мурзагулова, О.А. Гоголева, Е.А. Рязанов, И.Т. Сахабутдинов, Е.В. Осипова, В.Ю. Горшков 173
36. КОНТРОЛЬ ЗА СОДЕРЖАНИЕМ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ПЕСТИЦИДОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУРАХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ, Е.А. Мышкевич, С.А. Арашкович 174
37. ИНСЕКТИЦИДНАЯ АКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДНЫХ АМИДОВ ПРОТИВ АМБАРНЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ, П.А. Нурмахмадова, С.М. Тураева, Д. Нурматов, А.К. Абдушукуров 175
38. НОВЫЙ ФУНГИЦИД ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЯБЛОНИ ОТ ПАРШИ И АЛЬТЕРНАРИОЗА, М.А. Ревкова 176
39. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕРБИЦИДОВ НА ПОСЕВАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ, В.А. Суворова 177
40. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕЗИСТЕНТНОСТИ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА *LEPTINOTARSA DESEMLINEATA* SAY К ИНСЕКТИЦИДАМ ИЗ РАЗНЫХ КЛАССОВ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В РОССИИ, Г.И. Сухорученко, Т.И. Васильева, Г.П. Иванова, В.А. Хилевский 178
41. ПОНЧО И ПОНЧО ВОТИВО – РАЗВИТИЕ ЛИНЕЙКИ КЛОТИАНИДИН-СОДЕРЖАЩИХ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ СЕМЯН ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР, А.Б. Тарасов 179
42. БАКОВАЯ СМЕСЬ ГЕРБИЦИДОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ, А.С. Ткач, А.С. Голубев 180
43. ВЛИЯНИЕ ФУНГИЦИДОВ НА РОСТ ГРИБОВ КОМПЛЕКСА ВИДОВ *FUSARIUM OXYSPORUM*, ВЫЗЫВАЮЩИХ СУХУЮ ГНИЛЬ КАРТОФЕЛЯ, И.И. Трубин, А.С. Орина, О.П. Гаврилова, Т.Ю. Гагкаева 181
44. МЕТОД ПОДБОРА ПАР ИНСЕКТОАКАРИЦИДОВ ДЛЯ ПООЧЕРЁДНОГО ИХ ПРИМЕНЕНИЯ, ИСКЛЮЧАЮЩЕГО ПРОЯВЛЕНИЕ К НИМ ПРИЗНАКА РЕЗИСТЕНТНОСТИ, И.А. Тулаева, О.В. Сундуков 182
45. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВОГО МЕТОДА ЛАБОРАТОРНОЙ ГЕНЕРАЦИИ И ОПТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ МИКРОКАПЕЛЬ, А.А. Федорец, Э.Э. Колмаков, Д.Н. Медведев, Л.А. Домбровский 183
46. ПЕРСПЕКТИВЫ РАСШИРЕНИЯ ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ НУТА И ЛЮПИНА БЕЛОГО В ЦЧЗ, Е.И. Хрюкина 184
47. ТЕСТИРОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ГРИБОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ С РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА ПАСЛЕНОВЫЕ, НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ТИАБЕНДАЗОЛУ, А.А. Цинделиани, Д.Н. Скоков, С.Н. Еланский, Е.М. Чудинова 185

48. РЕЗИСТЕНТНОСТЬ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ *MICRODOCHIUM NIVALE* К КАРБЕНДАЗИМУ, К.А. Шатрапина, Г.Ш. Мурзагулова, О.А. Гоголева, Е.А. Рязанов, И.Т. Сахабутдинов, Е.В. Осипова, В.Ю. Горшков 186
49. МОНИТОРИНГ РЕЗИСТЕНТНОСТИ *CERCOSPORA BETICOLA* К ФУНГИЦИДАМ, В.В. Шеремет, Ф.С. Джалилов, О.В. Ильюк, К.Л. Калакуцкий, Е.С. Мазурин, М.В. Непочатых 187
50. СОВРЕМЕННЫЙ ФУНГИЦИД ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО ОТ СЕТЧАТОЙ ПЯТНИСТОСТИ, Д.А. Шумаков, А.Б. Лаптиев 188
51. ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В БЕЛАРУСИ, Е.А. Якимович 189
- СЕКЦИЯ 6. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ 190
1. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОФУНГИЦИДОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ МИЛДЬЮ ВИНОГРАДА, Н.В. Алейникова, П.А. Диденко, Е.С. Галкина, В.Н. Шапоренко, В.В. Андреев 191
2. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS* И *PSEUDOMONAS* НА РОСТ И ТОКСИНОПРОДУЦИРОВАНИЕ ГРИБА *FUSARIUM GRAMINEARUM IN VITRO*, В.В. Аллахвердян, Т.М. Сидорова, А.М. Асатурова 192
3. ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ В БАКОВЫХ СМЕСЯХ ГЕРБИЦИДОВ ШИРОКОГО СПЕКТРА ДЕЙСТВИЯ И ШТАММА *BACILLUS SUBTILIS* FB22, Анисимова Л.Г. 193
4. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ: СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ, СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ, А.М. Асатурова, Н.А. Жевнова, Е.Ю. Шипиевская 194
5. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РИЗОБИАЛЬНЫХ ИНОКУЛЯНТОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ПРОРОСТКОВ СОИ, М.М. Астахов, Н.С. Томашевич, А.М. Асатурова 195
6. ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШТАММА *STREPTOMYCES CANDIDUS* 0952.18 ДЛЯ РАЗРАБОТКИ НА ЕГО ОСНОВЕ БИОПРЕПАРАТА, ЭФФЕКТИВНОГО ПРОТИВ *LEPTINOTARSA DECEMLINEATA*, И.В. Бойкова, И.А. Антонова 196
7. ПОИСК СПОСОБОВ ПО СНИЖЕНИЮ РАЗВИТИЯ ФИТОПАТОГЕНОВ В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ, Л.Р. Валиуллин, Риш.С. Мухаммадиев, А.И. Самсонов, Рин.С. Мухаммадиев, П.П. Муковоз, Ю.В. Зуева, В.П. Калиниченко, М.А. Севостьянов, М.Г. Барышев 197
8. КАК АНТИБИОТИКИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ВЛИЯЮТ НА СТРУКТУРУ И ФУНКЦИЮ МИКРОБИОМА ПОЧВЫ?, А.С. Васильченко, А.В. Тесля, Д.В. Пошвина, А.А. Степанов, Д.С. Дилбарян, А.В. Яшников 198
9. БИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ФИТОФТОРЫ НА ОСТРОМ ПЕРЦЕ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В СИСТЕМЕ ИНТЕГРИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ, Е.А. Волынчикова 199
10. СТУПЕНЧАТЫЙ СКРИНИНГ БИОАГЕНТОВ ИЗ БИОРЕССУРСНОЙ КОЛЛЕКЦИИ ФГБНУ ФНЦБЗР В ОТНОШЕНИИ *GALLERIA MELLONELLA* L. И *CYDIA POMONELLA* L., Е.Ю. Гырнец, А.М. Асатурова, А.Г. Евтушенко, А.А. Осипян 200

11. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ НЕМАТОД (*STENERNEMATIDAE*) В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ, Л.Г. Данилов, В.А. Павлюшин 201
12. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ ПРЕПАРАТ АЗАФОК В СИСТЕМЕ ЗАЩИТЫ ПШЕНИЦЫ ОТ КОРНЕВЫХ И ЛИСТОВЫХ ИНФЕКЦИЙ, В.В. Евсеев 202
13. ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА БИОПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ШТАММА *B. SUBTILIS* С ЦЕЛЬЮ ПРОДЛЕНИЯ СРОКА ХРАНЕНИЯ И УЛУЧШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ, Н.А. Жевнова, А.И. Хомяк, В.В. Аллахвердян, А.М. Асатурова 203
14. ЭНДОФИТНЫЙ ШТАММ *Bacillus amiloliquefaciens* P20 ДЛЯ БОРЬБЫ С ПОЧВЕННОЙ ИНФЕКЦИЕЙ И ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ КАРТОФЕЛЯ, А.Н. Заплаткин, В.К. Чеботарь, О.В. Келейникова, М.Е. Баганова, А.М. Лазарев, А.В. Хютти, А.А. Быстрицкий 204
15. ПАТОГЕННЫЕ НЕМАТОДЫ МОЛЛЮСКОВ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЕ АГЕНТЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СЛИЗНЕЙ – ВРЕДИТЕЛЕЙ УРОЖАЯ, Е.С. Иванова, С.Э. Спиридонов 205
16. ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СПОСОБНОСТИ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ МИКРОСПОРИДИЙ ЗАРАЖАТЬ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ, А.Н. Игнатьева, А.С. Румянцева, А.Г. Конончук 206
17. СРАВНЕНИЕ ВИДОВОГО СОСТАВА АСКОМИЦЕТНЫХ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ СЕВЕРО-ЗАПАДА И ЮГА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ, И.А. Казарцев, М.В. Левченко, А. П. Усачева, Г.Р. Леднев 207
18. ЗАЩИТА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ КОРНЕВОЙ ГНИЛИ В УСЛОВИЯХ ЗАУРАЛЬЯ, ВОЗМОЖНОСТЬ БИОКОНТРОЛЯ, А.Ю. Кекало 208
19. ИЗУЧЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ МИКРОСПОРИДИЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ БЕЛЯНОК (PARILIONOIDEA:PIERIDAE) И ИХ ПАРАЗИТОИДОВ, Д.С. Киреева, С.М. Малыш, Ю.В. Володарцева, А.М. Уткузова, Ю.С. Токарев 209
20. МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ФИТОСАНИТАРНЫМ СОСТОЯНИЕМ АГРОЦЕНОЗОВ ПШЕНИЦЫ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РФ, Л.Е. Колесников, В.А. Павлюшин, И.И. Новикова, Ю.Р. Колесникова, М.Д. Солодянников 210
21. СОВРЕМЕННЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ, Э.И. Коломиец, М.Н. Мандрик-Литвинкович 211
22. СОЗДАНИЕ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО МИКРОБНОГО ПРЕПАРАТА ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАЩИТЫ ОГУРЦА И ТОМАТА ОТ БОЛЕЗНЕЙ ГРИБНОЙ И БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЭТИОЛОГИИ, В.Н. Купцов, Н.И. Гирилович, Т.А. Пилипчук, М.Н. Мандрик-Литвинкович, Н.В. Сверчкова, Э.И. Коломиец, А.В. Свиридов 212
23. ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ *BACILLUS SUBTILIS* ПРОТИВ ОИДИУМА НА ВИНОГРАДНИКАХ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА, Е.А. Матвейкина, Е.П. Странишевская, Я.А. Волков 213
24. ОЦЕНКА ЭНДОФИТНЫХ СВОЙСТВ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИЗОЛЯТОВ ЭНТОМОПАТОГЕННОГО ГРИБА *AKANTHOMYCES MUSCARIUS*, Г.В. Митина, А.А. Чоглокова, М.А. Черепанова 214

25. **АБОРИГЕННЫЕ ШТАММЫ ГРИБОВ И БАКТЕРИЙ-АНТАГОНИСТОВ В БОРЬБЕ С НЕМАТОДАМИ РОДА *MELOIDOGYNE***, С.Н. Нековаль, М.Н. Чернякович, А.К. Чурикова 215
26. **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШТАММА *BACILLUS SUBTILIS* И-5 И ЕГО СОЧЕТАНИЙ С САЛИЦИЛАТОМ ХИТОЗАНА В КАЧЕСТВЕ ОСНОВЫ НОВОГО ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО БИОПРЕПАРАТА ДЛЯ ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ОТ БОЛЕЗНЕЙ И ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ**, И.И. Новикова, Э.В. Попова, И.Л. Краснобаева, Л.Е. Колесников 216
27. **РОЛЬ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ С.-Х. КУЛЬТУР В БИОЛОГИЗАЦИИ ФИТОСАНИТАРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ, ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ И ОРГАНИЧЕСКОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ**, В.А. Павлюшин 217
28. **ПРИМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА НА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕ В БОРЬБЕ С КОМПЛЕКСОМ ГНИЛЕЙ**, Т.Б. Пермязова 218
29. **ЭПИФИТНЫЕ БАКТЕРИИ ЗЕРНОВОК ЭГИЛОПСОВ - ПОТЕНЦИАЛ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ОТ КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ И ЛИСТОВЫХ БОЛЕЗНЕЙ**, В.Н. Пищик, О.В. Темнова, Е.П. Чижевская, А.В. Ерофеева, Д.В. Кудрявцев, О.А. Борцова, Л.Г. Тырышкин, Н.Н. Чикида, В.К. Чеботарь 219
30. **ПОИСК ЭФФЕКТИВНЫХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ ФИТОПЛАЗМОЗА ПОЧЕРНЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ ВИНОГРАДА В АМПЕЛОЦЕНОЗАХ КРЫМА**, Я.Э. Радионовская, Н.В. Алейникова, Е.С. Галкина, П.А. Диденко, С.Ю. Белаш, В.В. Андреев, В.Н. Шапоренко, Е.А. Болотянская, Л.В. Диденко 220
31. **ПИТАТЕЛЬНЫЕ СРЕДЫ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ЭНТОМОПАТОГЕННОГО ШТАММА *BACILLUS THURINGIENSIS* SSP. *AIZAWAI***, Х.А. Раззоков, А.В. Паймулина, Н.И. Акулова, Г.В. Калмыкова 221
32. **МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ХЛАМИДОСПОР, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ГЛУБИННОМ КУЛЬТИВИРОВАНИИ ХИЩНОГО ГРИБА *DUDDINGTONIA FLAGRANCE***, В.А. Реут, Г.В. Калмыкова, Н.И. Акулова 222
33. **ИНТЕНСИВНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ – ИЗБИРАТЕЛЬНЫЙ ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ МИКОЦЕНОЗА ПОЧВЫ**, В.О. Рудаков 223
34. **ВЛИЯНИЕ ЖИДКИХ КУЛЬТУР БАКТЕРИАЛЬНЫХ ШТАММОВ НА РАЗВИТИЕ И РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ЛИСТОВЫХ ПЯТНИСТОСТЕЙ РИСА СОРТА АПОЛЛОН И ЕГО УРОЖАЙНОСТЬ**, Н.М. Сидоров, М.М. Астахов, А.М. Асатурова 224
35. **ВЛИЯНИЕ 2,4-ДИАЦЕТИЛФЛОРОГЛЮЦИНА НА ГРИБЫ РОДА *ASPERGILLUS***, А.А. Степанов, А.С. Васильченко 225
36. **ГЛИТОКСИН МЕНЯЕТ СООБЩЕСТВО БАКТЕРИЙ И ГРИБОВ В ПОЧВЕ**, А.В. Тесля, Д.В. Пошвина, Е.В. Гурина, А.В. Яшников, А.А. Степанов, А.С. Васильченко 226
37. **НОВЫЙ МУЛЬТИКОНВЕРСИОННЫЙ БИОПРЕПАРАТ НА ОСНОВЕ *TRICHODERMA ASPERELLUM* В ЗАЩИТЕ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ БОЛЕЗНЕЙ И ПОВЫШЕНИИ СУПРЕССИВНОСТИ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**, Ю.А. Титова 227



- 38. ВЛИЯНИЕ ЭНДОФИТНОЙ КОЛОНИЗАЦИИ *BEAUVERIA BASSIANA* НА СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТЬ КАРТОФЕЛЯ**, О.Г. Томилова, Х.П. Толоконникова, Н.А. Крюкова, М.В. Тюрин, Л.В. Коломейчук, Е.П. Храмова, В.В. Глупов 228
- 39. ШТАММ РИЗОБАКТЕРИИ *BACILLUS VALEZENSIS* MGMM30 В КАЧЕСТВЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ОСНОВЫ БИОПРЕПАРАТА ДЛЯ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ**, М. Фролов, Э.Н. Комиссаров, Т.Ю. Гагкаева, Ш.З. Валидов 229
- 40. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НВП БАШИНКОМ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ (*FRAGARIA ANANASSA*) В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ БАШКОРТОСТАНА**, Г.Р. Хасанова, В.М. Зарипова, В.С.Сергеев 230
- 41. ОЦЕНКА АНТАГОНИСТИЧЕСКОЙ И РОСТОСТИМУЛИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ ШТАММА *B.SUBTILIS* И5/6 НА КАПУСТЕ БЕЛОКОЧАННОЙ**, Л.А. Хигерович, И.И. Новикова. И.Л. Краснобаева 231
- 42. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ШТАММОВ ГРАНУЛОВИРУСОВ НАСЕКОМЫХ, ОБЛАДАЮЩИХ ИНСЕКТИЦИДНОЙ АКТИВНОСТЬЮ**, А.А. Цыгичко, А.М. Асатурова 232
- 43. СОЗДАНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ МИКРОБИОМОВ ЗАСУХОУСТОЙЧИВЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ БИОТИЧЕСКИХ И АБИОТИЧЕСКИХ СТРЕССОВ**, В.К. Чеботарь, И.А. Тихонович 233
- 44. ВЛИЯНИЕ НОВОГО ПРИРОДНОГО ШТАММА *BACILLUS VELEZENSIS* НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПОРАЖАЕМОСТЬ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ БОЛЕЗНЯМИ**, Н.В Черникова, Л.Е. Колесников, Г.Ю. Лаптев, Ю.Р. Колесникова 234
- 45. БАКТЕРИИ-ЭНДОФИТЫ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И ИХ АНТАГОНИСТИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ НА ВОЗБУДИТЕЛЯ СНЕЖНОЙ ПЛЕСЕНИ *MICRODOCHNIUM NIVALE***, А.В. Шильдякова, О.А. Гоголева, Г.Ш. Мурзагулова, Г.С. Маннапова, С.Н. Пономарев, М.Л. Пономарева, В.Ю. Горшков 235
- 46. ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА КУЛЬТУРАЛЬНЫХ ФИЛЬТРАТОВ ШТАММА *Bacillus subtilis* М-22 И ИЗОЛЯТОВ ПЕРВОГО И ВТОРОГО ПОРЯДКА ШТАММА *B. subtilis* 5-И МЕТОДОМ ВЭЖХ-МС-МС ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ**, О.С. Юзихин, И.И. Новикова 236
- 47. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ШТАММЫ-АНТАГОНИСТЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО БИОФУНГИЦИДНОГО КОМПЛЕКСНОГО ПРЕПАРАТА**, А.И. Якубовская, И.А. Каменева, М.В. Гритчин, А.Ю. Еговцева, И.И. Смирнова, А.О. Каменев 237
- СЕКЦИЯ 7. ЭНТОМОФАГИ В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ** 238
- 1. РОЛЬ ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ЭНТОМОФАГОВ В РЕГУЛИРОВАНИИ ЧИСЛЕННОСТИ ВРЕДИТЕЛЕЙ ОВОЩНОГО ГОРОХА**, И.С. Агасьева 239
- 2. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В ОЦЕНКЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ЭНТОМОФАГОВ**, И.А. Белоусов, И.И. Кабак 240
- 3. СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ В СКРИНИНГЕ И СЕЛЕКЦИИ ЭНТОМОФАГОВ**, Н.А. Белякова 241

4. РАЗРАБОТКА НОВОГО СПОСОБА ВНЕСЕНИЯ ТРИХОГРАММЫ, М.П. Васильев 242
5. ПРОБЛЕМАТИКА ОСОБЕННОСТИ ВОПРОСЫ СЕЗОННОЙ КОЛОНИЗАЦИИ ХИЩНЫХ КЛЕЩЕЙ RHUTOSEPIDAE НА ОРГАНИЧЕСКИХ ВИНОГРАДНИКАХ С ОРГАНИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ, М.В. Волкова, Я.А. Волков 243
6. БИОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ГЛАВНЫЙ ФАКТОР ВОССТАНОВЛЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ ЕСТЕСТВЕННОЙ БИОЦЕНОТИЧЕСКОЙ РЕГУЛЯЦИИ АГРОЭКОСИСТЕМ, В.Я. Исмаилов 244
7. РОЛЬ ЭНТОМОФАГОВ В РЕГУЛИРОВАНИИ ЧИСЛЕННОСТИ ФИТОФАГОВ, Е.В. Кашутина 245
8. НАСЕЛЕНИЕ ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, CARABIDAE) АГРОЦЕНОЗОВ В АГРОЛАНДШАФТАХ РАЗЛИЧНЫХ ЗОН, А.Г. Коваль, О.Г. Гусева 246
9. ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ НАЕЗДНИКОВ-ЭВЛОФИД (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) ХИНГАНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (АМУРСКАЯ ОБЛАСТЬ), О.В. Кошелева 247
10. ПРИМЕНЕНИЕ *NEOSEIULUS CALIFORNICUS* ДЛЯ ЗАЩИТЫ ГОРШЕЧНОЙ КУЛЬТУРЫ РОЗ ПРОТИВ ОБЫКНОВЕННОГО ПАУТИННОГО КЛЕЩА, Л.П. Красавина, О.В. Трапезникова 248
11. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ХИЩНЫХ КЛЕЩЕЙ АКАРИФАГОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С ПАУТИННЫМ КЛЕЩОМ НА РОЗАХ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ, В.В. Моор, Е.Г. Козлова 249
12. О ВОЗМОЖНОСТИ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ ЛИЧИНОК ХИЩНОГО КЛОПА *MACROLOPHUS PYGMAEUS* (RAMB.) (HETEROPTERA: MIRIDAE), И.М. Пазюк, М.Ю. Долговская, С.Я. Резник, Д.Л. Мусолин 250
13. ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЯЙЦЕКЛАДКИ ПРИ МАССОВОМ СОДЕРЖАНИИ ИМАГО ХИЩНОГО КЛОПА *MACROLOPHUS PYGMAEUS* (RAMB.) (HETEROPTERA: MIRIDAE) НА ПЛОДОВИТОСТЬ САМОК, Т.Д. Перова, Е.Г. Козлова 251
14. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПАРАЗИТОИДА *NAVROBRACON NEBETOR* (SAY, 1836) ПРОТИВ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ СОИ, В.С. Петрищев, И.С. Агасьева 252
15. ИЗУЧЕНИЕ ВИДОВОГО СОСТАВА НАСЕКОМЫХ-ФИТОФАГОВ И ЭНТОМОФАГОВ В АГРОЦЕНОЗЕ СОИ, М.В. Петрищева, И.С. Агасьева 253
16. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНТОМОФАГОВ В ОРАНЖЕРЕЯХ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ, Ю.Б. Поликарпова, Е.А. Варфоломеева 254
17. БИОТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ *TRANSEIUS MONTDORENSIS* (ACARI: RHUTOSEPIDAE), Д.А. Попов, А.В. Гринцевич 255
18. ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ БИОЛОГИИ ХИЩНЫХ КЛЕЩЕЙ (ACARI: RHUTOSEPIDAE) В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ, Д.А. Попов 256

- 19. СПОСОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВИДОВ ХИЩНЫХ КЛЕЩЕЙ РОДА *AMBLYSEIUS*, А.В. Разуваева, Е.Г. Ульянова, Е.В. Горбунова** 257
- 20. ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ ВИДОВ КОРМА НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ХИЩНОГО КЛЕЩА *NEOSEIULUS CUCUMERIS*, О.В. Трапезникова, Л.П. Красавина** 258
- 21. ХИЩНЫЕ ГАЛЛИЦЫ ТРИБЫ *LESTODIPLOSINI* (DIPTERA, CECIDOMYIIDAE): РАЗНООБРАЗИЕ, ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ, З.А. Федотова** 259
- 22. РЕЗУЛЬТАТЫ КЛАССИЧЕСКОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БОРЬБЫ В НИКИТСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ, А.К. Шармагий, Н.М. Стрюкова, Д.А. Корж, Е.В. Яцкова, Т.С. Рыбарева, В.Э. Глебов** 260
- 23. ОПЫТ ПОИСКА И АДАПТАЦИИ К ЛАБОРАТОРНЫМ УСЛОВИЯМ ЭНТОМОФАГОВ ПОДОТРЯДА ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫЕ (НЕТЕРОПТЕРА) ИЗ ЛАНДШАФТОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ, Е.И. Шаталова** 261
- СЕКЦИЯ 8. ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ И ЦИФРОВИЗАЦИЯ** 262
- 1. ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ, И ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА, ЯБЛОНЕВЫХ САДОВ В КРЫМУ, Е.Б. Балыкина, Л.П. Ягодинская** 263
- 2. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ В ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ БОЛЕЗНЕЙ В ЦЕНГТАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОМ РАЙОНЕ, В.В. Букреев, В.А. Павлюшин, И.И. Новикова, Морозов Д.О.** 264
- 3. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИВОДСТВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВИНОГРАДА АВТОХТОННОГО СОРТА КОКУР БЕЛЫЙ В КРЫМУ, Я.А. Волков, М.В. Волкова** 265
- 4. ИНДИКАЦИЯ ФИТОФТОРОЗА КАРТОФЕЛЯ ПОСРЕДСТВОМ НЕЙРОСЕТЕВОЙ ОБРАБОТКИ СВЕТОТРАЖАТЕЛЬНЫХ СПЕКТРОВ РАСТЕНИЙ, Н.И. Воробьев, А.К. Лысов, Т.В. Корнилов, А.В. Хютти** 266
- 5. ВЛИЯНИЕ СРОКОВ СЕВА НА ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ, Г.И. Гаджиева** 267
- 6. МЕТОДЫ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ГРИБНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ И СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ, М.А. Генаев, М.В. Кожекин, Д.А. Афонников** 268
- 7. ЭВОЛЮЦИЯ ФИТОСАНИТАРНЫХ ТЕРМИНОВ И СТАНДАРТОВ, И.Я. Гричанов** 269
- 8. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ, В.Н. Зейрук, Г.Л. Белов, С.В. Васильева, М.К. Деревягина, Е.А. Колесова** 270
- 9. РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ АГРОАДЬЮВАНТОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ АЭРОЗОЛЬНЫХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР, Н.А. Иванова, Д.С. Ключев, В.М. Флягин, А.А. Ацапина** 271
- 10. О ПРИМЕНЕНИИ СВЕРХЛЕГКИХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ, М.Е. Кисиль, А.С. Овчинников, С.А. Генералов** 272

- 11. ПРЕДПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ**, Л.Е. Колесников, Д.Ю. Радишевский, М.И. Фокина, М.В. Архипов, Ю.Р. Колесникова, Г.Г.Р. Яхъяев 273
- 12. ХИМИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ВРЕМЕНИ ИСПАРЕНИЯ ЛЕГКОЛЕТУЧИХ АТТРАКТАНТОВ ПРИ ОТЛОВЕ ТРИПСОВ**, А.Ю. Лобур, Н.Г. Тодоров 274
- 13. НЕТРАДИЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ**, А.К. Лысов 275
- 14. НОВЫЙ МЕТОД МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНОЙ СЪЕМКИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ**, А.С. Мачихин, А.А. Золотухина, А.В. Гурылева 276
- 15. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БИОПРЕПАРАТОВ ПРОТИВ БОЛЕЗНЕЙ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ И СОИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА**, Д.О. Морозов, В.А. Павлюшин, В.В. Букреев, Г.Р. Леднев 277
- 16. СИСТЕМА ЗАЩИТЫ СОИ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ**, И.Н. Разумейко 278
- 17. ВЛИЯНИЕ ЦВЕТА КЛЕЕВОЙ ЛОВУШКИ «ПЛАСТИНА» НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ СИНТЕТИЧЕСКОГО АТТРАКТАНТА АЗИАТСКОЙ ЯГОДНОЙ ДРОЗОФИЛЫ *DROSOPHILA SUZUKII***, В.М. Растегаева, О.А. Широкова 279
- 18. ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ КУКУРУЗЫ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ**, Т.В. Семынина 280
- 19. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ РЕГУЛЯЦИИ РОСТА И УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ С ЭЛЕМЕНТАМИ ЗАЩИТЫ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ**, В.Н. Тимофеев 281
- 20. ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ФИТОСАНИТАРНОМ МОНИТОРИНГЕ И ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ**, А.М. Шпанев 282
- 21. НОВЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ ВИНОГРАДА И ИХ БИОЛОГИЗИРОВАННЫЙ КОНТРОЛЬ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ВИНОГРАДНИКАХ**, Е.Г. Юрченко, Н.В. Савчук 283
- СЕКЦИЯ 9. ИММУНИТЕТ РАСТЕНИЙ К ВРЕДНЫМ ОРГАНИЗМАМ** 284
- 1. ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ОБРАЗЦОВ ЯЧМЕНЯ ИЗ ВОСТОЧНОАЗИАТСКОГО ЦЕНТРА ПРОИСХОЖДЕНИЯ И ДОМЕСТИКАЦИИ КУЛЬТУРЫ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ВРЕДНЫМ ОРГАНИЗМАМ**, Р.А. Абдуллаев, Б.А. Баташева, И.Н. Анисимова, Г.С. Коновалова, Е.Е. Радченко 285
- 2. СЕЛЕКЦИЯ ПШЕНИЦЫ И ТРИТИКАЛЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ОСОБО ВРЕДНОСНЫМ БОЛЕЗНЯМ В СЕВЕРО-КАВКАЗСКОМ РЕГИОНЕ**, И.Б. Аблова, Л.А. Беспалова, О.Ю. Пузырная, А.Н. Боровик, Г.Д. Набоков, В.А. Филобок, Л.М. Мохова, Ю.Г. Левченко, А.С. Тархов 286

3. **ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ГЕНОФОНДА *BRASSICA L.* К КАПУСТНОЙ МОЛИ И КАПУСТНОЙ СОВКЕ В РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РФ,** А.М. Артемьева, Т.Т. Агеева, А.Б. Курина 287
4. **БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ОТ СТЕБЛЕВОЙ РЖАВЧИНЫ В ПОВОЛЖЬЕ,** О.А. Баранова, С.Н. Сибикеев, А.Е. Дружин, Э.А. Конькова 288
5. **ИЗУЧЕНИЕ ИНТРОГРЕССИВНЫХ ЛИНИЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ С ГЕНЕТИЧЕСКИМ МАТЕРИАЛОМ *TRITICUM MIGUSCHOVAE* ПО УСТОЙЧИВОСТИ К СТЕБЛЕВОЙ РЖАВЧИНЕ,** Д.М. Болдаков, Э.Р. Давоян, Р.О. Давоян, Ю.С. Зубанова, В.И. Басов 289
6. **НОВЫЙ СОРТ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ХИТ – УСПЕХ В СЕЛЕКЦИИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ФУЗАРИОЗУ КОЛОСА И ТВЕРДОЙ ГОЛОВНЕ,** А.Н. Боровик, Л.А. Беспалова, И.Б. Аблова, Ю.Г. Левченко, А.С. Тархов, Н.А. Ильина, А.Р. Чатаев, С.А. Савченко 290
7. **ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ РОССИЙСКОЙ И КАЗАХСТАНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К БУРОЙ И ЖЕЛТОЙ РЖАВЧИНАМ,** В.В. Веселова, Е.Л. Шайдаюк, Е.И. Гультяева 291
8. **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ В ФАНЦ ЮГО-ВОСТОКА,** С.Н. Гапонов, Э.А. Конькова 292
9. **СКРИНИНГ ОБРАЗЦОВ ЯЧМЕНЯ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАРКЕРОВ ГЕНА *qPttCLS*, КОНТРОЛИРУЮЩЕГО УСТОЙЧИВОСТЬ К *PYRENOPHORA TERES F. TERES*,** А. В. Гофман, Н. М. Лашина, О.С. Афанасенко 293
10. **ПРИМЕНЕНИЕ НИТРАТА КАЛЬЦИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИММУНИТЕТА И ПРОФИЛАКТИКИ НЕИНФЕКЦИОННЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ КУЛЬТУРЫ ТОМАТА В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ,** А.В. Гулин 294
11. **УСТОЙЧИВОСТЬ ФАСОЛИ ОВОЩНОЙ (*PHASEOLUS VULGARIS L.*) К ВИРУСУ ОБЫКНОВЕННОЙ МОЗАИКИ ФАСОЛИ (*POTYVIRIDAE, POTYVIRUS*),** И.А. Енгальчева, Е.Г. Козарь, А.С. Домблидес, А.А. Антошкин 295
12. **СЕЛЕКЦИОННАЯ И ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ И ЛИНИЙ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ,** Ю.В. Зеленева, В.П. Судникова, И.В. Гусев 296
13. **ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДА ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА КАРТОФЕЛЯ К ЗОЛОТИСТОЙ КАРТОФЕЛЬНОЙ НЕМАТОДЕ *GLOBODERA ROSTOCHIENSIS* (WOLL, 1923) VENRENS,** М.В. Конопацкая, И.Г. Волчкевич 297
14. **К 50-ЛЕТИЮ ЛАБОРАТОРИИ ИММУНИТЕТА РАСТЕНИЙ ФГБНУ «ФАНЦ ЮГО-ВОСТОКА»,** Э.А. Конькова 298
15. **ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К КИЛЕ (*PLASMIOPHORA BRASSICAE* WOR.) ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР РОДА *BRASSICA L.*,** Д.Л. Корнюхин, Ф.А. Беренсен, А.М. Артемьева 299
16. **УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ И ОБРАЗЦОВ ЯЧМЕНЯ К ЧЕТЫРЕМ ПАТОТИПАМ *BIPOLARIS SOROKINIANA*,** Н.М. Лашина, О.С. Афанасенко 300

- 17. УСТОЙЧИВОСТЬ ОБРАЗЦОВ ГОЛОЗЕРНОГО ЯЧМЕНЯ К МУЧНИСТОЙ РОСЕ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ**, К.А. Лукина, Р.А. Абдуллаев, О.Н. Ковалева 301
- 18. РЕЗУЛЬТАТЫ 20-ЛЕТНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ВИЗР ПАТОСИСТЕМЫ TRITICUM AESTIVUM –PYRENOPHORA TRITICI-REPENTIS, (посвящается памяти д.б.н. Людмилы Александровны Михайловой)**, Н.В. Мироненко, Н.М. Коваленко 302
- 19. ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТВ-ГЕНОВ УСТОЙЧИВОСТИ ПШЕНИЦЫ ПРОТИВ ZIMOSEPTORIA TRITICI НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ**, Е.В. Пахолкова, Н.Н. Сальникова 303
- 20. МЕХАНИЗМЫ ДЛИТЕЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПШЕНИЦЫ К СТЕБЛЕВОЙ И БУРОЙ РЖАВЧИНЕ С ПОЗИЦИЙ ТЕОРИИ РГІ-ЕТІ**, Л.Я. Плотникова, В.В. Кнауб 304
- 21. СКРИНИНГ ОБРАЗЦОВ ЯЧМЕНЯ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ОБЫКНОВЕННОЙ ЗЛАКОВОЙ ТЛЕ**, Е.Е. Радченко, Д.Е. Акимова 305
- 22. СЕЛЕКЦИЯ НА ГРУППОВУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ К ВИДАМ РЖАВЧИНЫ В КАЗАХСТАНЕ**, Ш.С. Рсалиев, Р.А. Уразалиев, А.Д. Мауленбай 306
- 23. ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СОРТОВ И ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ К КОМПЛЕКСУ ПАТОГЕНОВ**, А.В. Хютти, А.В. Митюшкин, Е.А. Симаков 307
- 24. ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ЖЕЛТОЙ РЖАВЧИНЕ СОВРЕМЕННЫХ РОССИСКИХ СОРТОВ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ**, Е.Л. Шайдаюк, Е.И. Гультяева 308
- СЕКЦИЯ 10. БИОРАЦИОНАЛЬНЫЕ ПЕСТИЦИДЫ И СТИМУЛЯТОРЫ ИММУНИТЕТА РАСТЕНИЙ 309
- 1. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ НОВЫХ ГЕРБИЦИДОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**, А.О. Берестецкий 310
- 2. УВЕЛИЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БАКТЕРИЙ *BACILLUS THURINGIENSIS* С ПОМОЩЬЮ РНК ИНТЕРФЕРЕНЦИИ И НАНОЧАСТИЦ**, И.М. Дубовский, Е.В. Гризанова 311
- 3. НОВЫЕ ГРИБЫ-ПРОДУЦЕНТЫ ГЕРБИЦИДНЫХ МЕТАБОЛИТОВ, ВЫДЕЛЕННЫЕ ИЗ РАСТЕНИЙ РОДА *CIRSIMUM***, Е.Г. Лукина, И.А. Казарцев, В.Р. Дубовик, А.О. Берестецкий 312
- 4. АНТИБАКТЕРИАЛЬНАЯ И ПРОТИВОГРИБКОВАЯ АКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА *ASTERACEAE* РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**, Е.Н. Никитин, Д.А. Теренжев, А.Н. Меньшова, Т.Г. Белов, Г.Г.Шуматбаев, Л.М. Давыдова, К.Ш. Казимова 313
- 5. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ДЕЙСТВИЯ ФИТОТОКСИЧНЫХ МАКРОЛАКТОНОВ СТАГОНОЛИДА А И ГЕРБАРУМИНА I**, Е.В. Тютерева, А.А. Далинова, В.А. Дмитриева, В.Р. Дубовик, Ю.В. Лукинский, О.В. Войцеховская, А.О. Берестецкий 314
- 6. УСИЛЕНИЕ ФУНГИЦИДНОГО ЭФФЕКТА ДИФЕНОКОНАЗОЛА И ФЛУДИОКСОНИЛА ПРИ ИХ СОВМЕСТНОМ ПРИМЕНЕНИИ С ИНДУЦИРУЮЩИМ УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ БЕЛКОМ MF3**, К.А. Чудакова, Л.А. Щербакова 315

- 7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОПЕСТИЦИДОВ НА ОСНОВЕ НОВОХИЗОЛЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ И УВЕЛИЧЕНИЯ ЕЕ ПРОДУКТИВНОСТИ**, А.Б. Щербань, С.В. Бурлакова, Е.А. Орлова, Е.С. Сколотнева, В.В. Фоменко 316
- 8. ПОИСК ИНСЕКТИЦИДНЫХ РАСТЕНИЙ ФЛОРЫ УЗБЕКИСТАНА**, Б.У. Эргашов, С.М. Тураева, П.А. Нурмахмадова, У.Б. Мамарозиков, Д.Т. Жураев 317
- 9. ИЗУЧЕНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА И КРЕМНИЯ КАК СПОСОБА СНИЖЕНИЯ ВОСПРИИМЧИВОСТИ К БОЛЕЗНЯМ *TRITICUM AESTIVUM* L.**, В.А. Юркова, Н.А. Боме, А.А. Мартынов 318
- 10. ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ХИТОЗАНА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ БИОПРЕПАРАТОВ**, Л.Г. Яруллина, Г.Ф. Бурханова, В.О. Цветков, Е.А. Черепанова, А.В. Сорокань, Е.А. Заикина, И.С. Марданшин, И.В. Максимов, Ж.Н. Калацкая 319
- СЕКЦИЯ 11. БИОТЕХНОЛОГИЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ 320
- 1. КОРРЕЛЯЦИЯ МЕЖДУ УСТОЙЧИВОСТЬЮ РАСТЕНИЙ ДИКОГО ВИДА КАРТОФЕЛЯ *S. SHASOENSE* К ВИРУСУ Y И НАЛИЧИЕМ ДНК МАРКЕРОВ НА ГЕН УСТОЙЧИВОСТИ RYCHS**, А.Д. Антипов, Н.Е. Злобин, А.А. Гурина, Е.В. Рогозина 321
- 2. РАЗНООБРАЗИЕ КАТИОННЫХ ПЕПТИДОВ НИГЕЛЛЫ ПОСЕВНОЙ, КАК ИСТОЧНИК СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ**, А.С. Барашкова, Е.А. Рогожин 322
- 3. СЕЛЕКЦИЯ БАКТЕРИЙ *BACILLUS THURINGIENSIS* ПРИ ПАССАЖАХ ЧЕРЕЗ РЕЗИСТЕНТНУЮ ПОПУЛЯЦИЮ НАСЕКОМЫХ**, Е.В. Гризанова, Т.И. Крыщина, И.М. Дубовский 323
- 4. МИКРОБНЫЕ БЕЛКИ – ЭЛИСИТОРЫ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ К БОЛЕЗНЯМ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ**, В.Г. Джавахия, Л.А. Щербакова 324
- 5. ПРОДУЦЕНТЫ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ КАК СПОСОБ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ ВОЗБУДИТЕЛЯ БУРОЙ ГНИЛИ КАРТОФЕЛЯ**, Д.А. Доморацкая, М.В. Раменскова, Р.Н. Киракосян 325
- 6. MAS-ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЕКЦИИ РИСА И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ДОМИНИРУЮЩИМ БОЛЕЗНЯМ ЮГА РОССИИ**, Е.В. Дубина, Ю.А. Макуха, С.О. Корж, С.А. Лесняк, О.Л. Горун, Е.И. Явцева 326
- 7. ЦВЕТЫ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО (*HERACLEUM SOSNOWSKYI*) КАК ИСТОЧНИК НОВЫХ АНТИМИКРОБНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ**, А.А. Ермолаева, Е.В. Охремчук, Л.Н. Валентович, Н.Б. Захаржевская, Е.А. Рогожин 327
- 8. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОТВЕТЫ РАСТЕНИЯ НА ОПРЫСКИВАНИЕ ЛИСТЬЕВ ДВУЦЕПОЧЕЧНОЙ РНК ПРОТИВ Y-ВИРУСА КАРТОФЕЛЯ**, Н.О. Калинина, В.О. Самарская, Н.А. Спеченкова, М.Э. Тальянский 328
- 9. НОКАУТ ГЕНОВ STEIF4E-1 И STEIF4E-2 КАРТОФЕЛЯ *S. TUBEROSUM* ТЕХНОЛОГИЕЙ CRISPR/CAS9 ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ РОЛИ ФАКТОРОВ В РАЗВИТИИ**

- ИНФЕКЦИИ PVY**, В.Д. Карлов, А.В. Нежданова, Н.Е. Злобин, М.В. Лебедева, А.В. Бабаков, А.М. Камионская, В.В. Таранов 329
- 10. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ, ВИРУЛЕНТНОСТЬ И ГЕТЕРОГЕННОСТЬ ПОПУЛЯЦИЙ *BACILLUS THURINGIENSIS***, Т.И. Крыцына, Е.В. Гризанова, И.М. Дубовский 330
- 11. ПОТЕНЦИАЛ ТРАНСГЕННЫХ РАСТЕНИЙ КАК БИОФАБРИК ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АНТИМИКРОБНЫХ ПЕПТИДОВ**, И.М. Михель, Е.А. Рогожин 331
- 12. ПОЛИМОРФИЗМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ЦИТОХРОМА У КУЛЬТУР *TETRANYCHUS URTICA* КОСН КОЛЛЕКЦИИ ВИЗР, КОНТРАСТНЫХ ПО РЕЗИСТЕНТНОСТИ К БИФЕНАЗАТУ**, Е.С. Окулова, И.А. Тулаева, Т.В. Матвеева 332
- 13. РЕВОЛЮЦИОННЫЙ ПОДХОД К ЗАЩИТЕ ПШЕНИЦЫ И ТРИТИКАЛЕ С ПОМОЩЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ МАЛЫХ НЕКОДИРУЮЩИХ РНК**, А.В. Пигалов, Ц.С. Гарибян, А.А. Соловьев 333
- 14. ИММУНОМОДУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ ДИСПЕРСИЙ НАНОЧАСТИЦ ХИТОЗАНА, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ДРОБНОГО ОСАЖДЕНИЯ**, Э.В. Попова, Н.С. Домнина, И.И. Новикова, Н.М. Коваленко, И.Л. Краснобаева, И.М. Зорин 334
- 15. ПРИМЕНЕНИЕ ЭКЗОГЕННОЙ ВИРУССПЕЦИФИЧНОЙ ДВУЦЕПОЧЕЧНОЙ РНК В РАСТЕНИЯХ КАРТОФЕЛЯ ИНДУЦИРУЕТ ОБРАЗОВАНИЕ НЕКАНОНИЧЕСКИХ КОРОТКИХ РНК**, В.О. Самарская 335
- 16. РАЗРАБОТКА ТЕСТ-СИСТЕМ, ОСНОВАННЫХ НА ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ АМПЛИФИКАЦИИ, ДЛЯ ДЕТЕКЦИИ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ФИТОПАТОГЕНОВ**, И.В. Сафенкова, А.В. Жердев, Б.Б. Дзантиев 336
- 17. МИКОТОКСИН-ДЕГРАДИРУЮЩИЕ РЕКОМБИНАНТНЫЕ ФЕРМЕНТЫ: БИОТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ДЛЯ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ДЕКОНТАМИНАЦИИ ЗЕРНА, ИНФИЦИРОВАННОГО ТОКСИГЕННЫМИ ГРИБАМИ**, И.Г. Синельников, О.Д. Микитюк, Т.А. Назарова, А.М. Рожкова, Л.А. Щербакова 337
- 18. БЕЛОК PRR1 МОДУЛИРУЕТ ПРОТИВОВИРУСНЫЙ ОТВЕТ В РАСТЕНИЯХ**, Н.А. Спеченкова, Н.О. Калинина, М.Э. Тальянский 338
- 19. ПОИСК И АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ГЕНОВ СИСТЕМЫ ПОЛИ(АДФ)-РИБОЗИЛИРОВАНИЯ У ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM***, А.А. Стахеев, М.Э. Тальянский, Н.О. Калинина, С.К. Завриев 339
- 20. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ ФУНГИЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ, ДЕПОНИРОВАННЫХ В ОСНОВУ ИЗ БИОПОЛИМЕРА**, Н.В. Стрельцова, С.В. Прудникова 340



## **ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ**

# СОВРЕМЕННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ ГЕНЕТИКИ УСТОЙЧИВОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР К ВОЗБУДИТЕЛЯМ БОЛЕЗНЕЙ И ПРОБЛЕМЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕЛЕКЦИИ

О.С. Афанасенко

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург  
e-mail: olga.s.afan@gmail.com

Разработка эффективной генетической защиты растений базируется на комплексе исследований, включающих выявление источников устойчивости, определение генетического разнообразия устойчивости, молекулярно-генетических механизмов взаимоотношений в патосистемах, выявления механизмов и скорости адаптации патогенов к определенным генотипам устойчивости и в изменяющихся условиях окружающей среды. Все перечисленные этапы необходимы для последующей разработки биотехнологий использования определенных генов устойчивости в практической селекции сельскохозяйственных культур.

Последнее десятилетие характеризуется активным накоплением данных по генетическому разнообразию устойчивости зерновых культур к комплексу возбудителей вредоносных болезней, в основном, с использованием геномных технологий для идентификации и картирования генов устойчивости. Наибольшие успехи достигнуты в выявлении генетического разнообразия генов устойчивости пшеницы к ржавчинным грибам: идентифицированы более 100 генов устойчивости к бурой ржавчине, 80 – к желтой и 66 – к стеблевой, определена их экспрессия на разных фазах онтогенеза растений и эффективность в различных агроклиматических условиях. Однако только, примерно, десятая часть идентифицированных генов может быть использована в практической селекции. В селекцентрах России активно используется созданный запас генов устойчивости пшеницы, не только к ржавчинным грибам, но и к гемибiotрофным патогенам, таким как возбудители септориоза и фузариоза колоса, созданы высокопродуктивные сорта с групповой устойчивостью к перечисленным патогенам.

За последние 5 лет значительно увеличилось число идентифицированных генов устойчивости ячменя к гемибiotрофным патогенам: более 30 генов и QTL устойчивости к *Pyrenophora teres f. teres* и *Bipolaris sorokiniana*, более 20 к *P. teres f. maculata*, 6 – к *P. graminea*. Использование идентифицированных генов в селекции ячменя пока проблематично из-за отсутствия эффективной технологии их использования. К настоящему времени, нами валидированы маркеры двух локусов устойчивости к *P. teres f. teres* на хромосоме 3Н и одного на хромосоме 6Н.

Успешно развивается направление по клонированию генов устойчивости и определению их структуры и функций. Данные мировой литературы свидетельствуют о клонировании 11 генов устойчивости пшеницы к *Puccinia triticina*, 10 – к *P. striiformis* и 15 – к *P. graminis*, а также гена длительной устойчивости *rsc5* и генов восприимчивости *HvWak2*, *Sbs1*, *Sbs2* к *B. sorokiniana*. Большинство клонированных генов к ржавчинным грибам относятся к классу CC-NBS-LRR; к *B. sorokiniana* – к WAK (wall-associated kinase) генам. Наличие клонированных генов устойчивости является основанием для разработки новых технологий их использования для создания сортов с длительной устойчивостью: создание генных кассет из нескольких генов устойчивости для трансформации растений и пирамидирования генов, а также геномное редактирование. В литературе имеются примеры успешного использования таких технологий для создания устойчивых сортов пшеницы к стеблевой ржавчине.

Исследования поддержаны грантом РФФ 24-26-00072.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О БИОРАЗНООБРАЗИИ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ

Ф.Б. Ганнибал

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург  
e-mail: fgannibal@vizr.spb.ru

Классические оценки изученного разнообразия грибов на планете ещё не так давно отсылали к цифре 100 000 видов, из числа которых около 10 000 считались фитопатогенными. В последние 20 лет, благодаря активному использованию в систематике подходов, опирающихся на реконструкцию молекулярной филогении, ежегодно описывается несколько тысяч новых видов грибов. Такая динамика позволяет делать предположения относительно реального количества видов грибов, включая пока неизвестные. В зависимости от подхода к прогнозу и степени оптимизма исследователей называются цифры, лежащие в диапазоне между одним и пятью миллионами. Количество описанных видов интенсивно прирастает во всех группах грибов, в том числе и для микромицетов – возбудителей болезней сельскохозяйственных культур.

Во многих случаях новые виды обнаруживают не в результате исследований уникальных малоизученных мест, а благодаря более высокому «разрешению» молекулярных методов, приводящему к разделению ранее уже известных видов на несколько новых морфологически трудно отличимых. Помимо этого нередко оказывается, что виды, исследование морфологии которых объединяло их в один род, необходимо относить в разные роды, а иногда семейства или даже порядки. Такие таксономические преобразования коснулись, например, родов *Ascochyta*, *Phoma*, *Rhizoctonia*, *Septoria*. Ежегодно прибавляется количество видов в таких родах как *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Fusarium* и других. Каждый год обнаруживаются новые для России виды. Большинство – это недавно описанные виды, которые и ранее присутствовали на территории страны, но из-за морфологического сходства оставались незамеченными.

Динамичная ситуация в систематике и номенклатуре грибов приводит к довольно быстрому устареванию научной и справочной литературы по возбудителям болезней растений. При «разделении» одного считавшегося хорошо изученным вида на несколько вновь открываются вопросы, касающиеся экологии и практического значения этих видов, включая вид, сохранивший прежнее название. Для каждого из этих видов необходимо снова определять ареалы, уточнять требования к условиям внешней среды, особенности жизненного цикла, патогенность, вредоносность, чувствительность к фунгицидам и т.д.

В таких условиях не всегда оказывается понятной та точность, с которой целесообразно осуществлять идентификацию возбудителей болезней при решении каких-либо прикладных задач. При этом определительные ключи практически утратили своё значение. Надёжную и точную идентификацию могут обеспечить преимущественно молекулярные методы. Но не все грибы одинаково хорошо изучены и не для всех имеются достаточные данные о нуклеотидных последовательностях в публичных базах данных. Поэтому адекватно провести идентификацию некоторых групп видов на данный момент не представляется возможным. Наибольшую обеспокоенность вызывает работа с видами, внесёнными в перечни карантинных объектов в России и других странах.

Обозначенные выше новации в систематике грибов ставят перед микологами, фитопатологами и специалистами смежных областей ряд задач: не снижать активность микологических исследований, с большей регулярностью обновлять справочную литературу и нормативные документы; разрабатывать новые более точные и производительные методики диагностики болезней растений. Специалисты-практики при работе с грибными болезнями растений должны ответственно подходить к выбору методов диагностики, принимая во внимание, что некоторые из них, привлекая своей простотой, быстротой и дешевизной, не обеспечивают должного уровня точности.

## ОХРАНА ЗДОРОВЬЯ РАСТЕНИЙ: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

В.И. Долженко

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург  
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург  
e-mail: dolzhenko@iczr.ru*

Роль защиты растений в получении урожая сельскохозяйственных культур и его качества весьма велика. По оценкам ФАО каждый год до 40% продовольственных сельскохозяйственных культур погибает от вредных организмов, а ведь растение – это источник пищи и кислорода.

Уровень развития науки позволял формировать разные концепции защиты растений: от сохранения урожая любой ценой и полного уничтожения вредных организмов до современной адаптивно-интегрированной защиты растений и урожая, и рационального применения химических и биологических средств защиты растений.

В нашей стране получили развитие все методы защиты растений: агротехнический, генетический, биологический, химический, а также карантин растений. Однако, практически 98% средств защиты растений – это химические средства.

Ежегодно на посевах сельскохозяйственных культур в Российской Федерации используется около 230 000 тонн препаратов более 2000 наименований на площади превышающей 100 млн. га. Научные учреждения постоянно совершенствуют ассортимент средств защиты растений, в котором появляются новые действующие вещества, их комбинации, новые препаративные формы. Совершенствуются методология и методы изучения и оценки новых препаратов, методы и способы применения фитосанитарных средств, опрыскивающая техника, методы и технологии контроля остаточных количеств пестицидов.

Важным аспектом успешной реализации научных разработок и практических мероприятий по охране здоровья растений является подготовка кадров от бакалавриата до подготовки кадров высшей квалификации.

Для понимания и успешного решения задач, стоящих перед учеными и практиками защиты растений следует руководствоваться Указами Президента Российской Федерации «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» (№20 от 21.01.2020 г.), «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» (№145 от 24.02.2024 г.) и Программой фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 гг.) (Распоряжение Правительства РФ №3684-р от 31.12.2020 г.).

Для развития научных исследований и совершенствования практических мероприятий по защите растений необходимо:

- разработать современные методы мониторинга фитосанитарного состояния агробиоценозов и идентификации вредных организмов;
- ускорить разработку и внедрение сортов и гибридов, устойчивых к вредным организмам, биологических средств, микробиологических препаратов, ДНК-пестицидов;
- создать новые природоподобные средства защиты растений, малотоксичные, селективные химические средства с новыми механизмами действия и препаративными формами;
- разработать и внедрить системы рационального применения пестицидов, монодисперсное опрыскивание, цифровые технологии и искусственный интеллект;
- подготовить квалифицированные кадры.

## НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОГО АССОРТИМЕНТА ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

С.Д. Каракотов, Е.В. Желтова

АО «Щёлково Агрохим», Московская область, Щёлково  
e-mail: info@betaren.ru

Рост урожайности и качества производимой растениеводческой продукции во всем мире связан с эффективной защитой посевов сельхозкультур. Объёмы потребления средств защиты растений в нашей стране соответствуют мировому тренду: за 10 лет рынок продемонстрировал четырёхкратный рост, а в денежном эквиваленте в 2023 г. он достиг 160 млрд. рублей.

Вместе с общим ростом отечественного рынка СЗР меняется и диспозиция сил на нём: в 2010 году с большим отрывом преобладал импорт – 30,4 тыс. тонн против 21,4 тыс. тонн российских препаратов, а по итогам 2022 года средства защиты растений отечественного производства заняли 55% рынка (120 тыс. тонн препаратов). Оставшиеся 45% – это импортная продукция (45 тыс. тонн) и толлинг (40 тыс. тонн).

АО «Щёлково Агрохим» – один из лидеров российского рынка СЗР – имеет в своем портфеле более 170 уникальных препаратов, высокая эффективность которых доказана как на российском рынке, так и за рубежом.

Основной принцип создания новых препаратов – создание препаратов в инновационных формуляциях, которые позволяют максимально продуктивно использовать целевые свойства действующих веществ. К инновационным формуляциям относятся коллоидные системы (МЭ, СМЭ и ККР) и масляные (МД и МКЭ).

**Коллоидные системы** чрезвычайно сложны в разработке и производстве, поэтому их на рынке ХСЗР практически нет, Их преимущества определяются двумя главными факторами: наличием большого количества ПАВ, обеспечивающих увеличение площади покрытия при обработке, а также дисперсностью рабочей жидкости на уровне наноразмеров, что обеспечивает быстрое и глубокое проникновение в объект.

**Масляные формуляции** известны на рынке пестицидов и выпускаются лучшими мировыми производителями. В ассортименте «Щёлково Агрохим» таких продуктов больше, чем у других компаний: 14 гербицидов, 5 инсектицидов и 1 фунгицид в виде масляной дисперсии (МД) и 5 гербицидов и 1 инсектицид масляный концентрат эмульсии (МКЭ). Так же как и коллоидные системы, масляные препараты имеют большую площадь покрытия за счет значительного количества эффективных ПАВ, но в отличие от коллоидных систем дисперсность рабочей жидкости масляных препаратов стандартная (2-3 мкм), а эффективное проникновение действующих веществ происходит за счёт близкой химической природы масла и кутикулярного слоя растения.

Уникальные научные разработки компании «Щёлково Агрохим» на протяжении 10 лет получают награды международных независимых растениеводческих премий: с 2013 по 2019 гг. – Agrow Award, далее – IHS Markit's Crop Science Awards.

Учитывая новые тенденции, «Щёлково Агрохим» разрабатывает, регистрирует и производит также и микробиологические препараты для защиты и питания растений. В 2023 г. Препарат Биокомполит-Деструкт отмечен наградой конкурса промышленных инноваций БРИКС 2023. Новый микробиологический препарат БИОКОМПОЗИТ-ДЕСТРУКТ, специализированное жидкое удобрение для деструкции пожнивных остатков вошел в число лучших по направлению «Зелёное развитие». Всего в этой номинации были представлены 1346 проектов из стран БРИКС, а также Аргентины, Египта, Ирана, Саудовской Аравии, ОАЭ и Эфиопии.

25 лет «Щёлково Агрохим» соединяет науку и практику, создаёт инновационные продукты для роста урожайности и качества сельскохозяйственных культур.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ОТЕЧЕСТВЕННОГО РЫНКА БИОПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ И СУЩЕСТВУЮЩИЕ НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ**

**А.Н. Кричевский**

*ООО ПО «Сиббиофарм», Новосибирская область, г. Бердск*

*e-mail: krichevsky@sibbio.ru*

Использование микробиологических препаратов в растениеводстве, начиная с момента подготовки почвы и обработки семян и заканчивая хранением сельскохозяйственной продукции, имеет огромный потенциал, как во всём мире, так и в нашей стране. Благодаря внедрению биопрепаратов в системы питания и защиты растений можно существенным образом повлиять на удержание и восстановление почвенного плодородия, на посевные качества семян, повышение урожайности и качества урожая. Компания «Сиббиофарм» ежегодно закладывает научно-исследовательские, производственные и лабораторные испытания в разных регионах России и эти испытания показывают одинаково высокую биологическую и экономическую эффективность применения биопрепаратов. Внедрение интегрированных систем защиты играет огромную роль с точки зрения сохранения среды природного биоразнообразия, повышения качества пищи и продолжительности жизни человека. Но развитие этих систем на текущий момент является недостаточным, требуются дополнительные меры стимулирования и поддержки.

В докладе мы поговорим о следующих вопросах:

1. Текущее состояние и перспективы отечественного рынка биопрепаратов в направлении растениеводства;
2. Удержание уровня, перспективы восстановления почвенного плодородия, пути решения с помощью почвообитающих микроорганизмов;
3. Семеноводство, влияния биопрепаратов на показатели всхожести и энергию роста семян;
4. Возможности и эффективность интегрированной системы защиты растений;
5. Хранение сельскохозяйственной продукции, опыт использования биопрепаратов;
6. Кадровые вопросы биологизации систем защиты и питания растений;
7. Необходимость в появлении новых действующих веществ в промышленной микробиологии;
8. Проблемы с регистрацией биопрепаратов, предложение путей решения;
9. Определение приоритетов использования биологических и химических препаратов на законодательном уровне;
10. Гармонизация нормативно-правовой и нормативно-технической документации.

## НОВОЕ – ХОРОШО ЗАБЫТОЕ СТАРОЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИРУСА ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОГО ПОЛИЭДРОЗА В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ

В.В. Мартемьянов

*Институт систематики и экологии животных СО РАН (ИСиЭЖ СО РАН), Новосибирск  
e-mail: martemyanov79@yahoo.com*

Вирусы цитоплазматического полиэдроза насекомых известны с середины XX века, когда начали бурно развиваться внедряются в научные лаборатории методы электронной микроскопии. Это происходило с параллельным развитием молекулярно-биологических методов, что давало исследователям все больше возможностей для систематической дифференциации вирусов, в том числе и для морфологически схожих групп вирусов, таких как вирусов ядерного и цитоплазматического полиэдрозов (ВЯП и ВЦП, соответственно). Несмотря на внешнее сходство, опосредованное способностью формировать белковые матрицы больших размеров, данные вирусы имеют принципиальные отличия, что позволяет их относить в современной систематике к разным семействам: вирусы ядерных полиэдрозов относятся к семейству *Baculoviridae*, тогда как вирусы цитоплазматического полиэдроза – к семейству *Spinareoviridae*. Если первые являются ДНК-содержащими с большим двухцепочечным кольцевым геномом, то последние относятся к группе РНК-содержащих вирусов с линейным двухцепочечным сегментированным геномом. Начиная с момента дифференциации данных групп вирусов, их история сложилась по-разному. Благодаря выраженной киллинговой стратегии, ВЯП были «подхвачены» лабораториями, разрабатывающими биологические методы защиты растений. С дальнейшим развитием методов молекулярной биологии бакуловирусы попали в область интересов молекулярных биологов, решающих задачи по *in vitro* транскрипции. Судьба ВЦП сложилась иначе. Ввиду частого формирования хронических, низко летальных инфекций насекомых интерес к ВЦП проявлялся значительно меньше. И это несмотря на потенциально более привлекательный патогенез насекомого при инфицировании хозяина: простой цикл размножения, кишечник является ключевой мишенью для большинства штаммов, что приводит к быстрому антифидантному эффекту при применении вирусных препаратов на основе ВЦП. Как результат – на сегодняшний день количество научных работ по изучению ВЦП и ВЯП, равно как и препаратов зарегистрированных на их основе, отличается практически на два порядка. Однако, в случае, если повезет выделить штамм ВЦП с высокой биологической активностью, его перспективы для массовой наработки будут существенно превосходить перспективы ВЯП. В работе будут представлены результаты многолетних исследований ВЦП, впервые выделенного из гусениц сибирского шелкопряда *Dendrolimus sibiricus*. В частности, будет представлена характеристика выделенного штамма, описание его вирулентных свойств, хозяйской специфичности, воздействия на нецелевые объекты, взаимодействие с другими типами энтомопатогенов и химическими синергистами, изучения потенциала для массового производства и результаты полевых испытаний.

Данная работа выполнялась при поддержке проектов РФФ № 20-64-46011, 21-46-07005, 23-66-10015.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ДИАГНОСТИКЕ ВИРУСНЫХ БОЛЕЗНЕЙ И БИОТЕХНОЛОГИИ ОЗДОРОВЛЕНИЯ САДОВЫХ КУЛЬТУР

И.В. Митрофанова<sup>1\*</sup>, С.Н. Чирков<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН (ГБС РАН), Москва

<sup>2</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (МГУ), Москва

\*e-mail: irimitrofanova@yandex.ru

Современные исследования в области вирусологии растений касаются изучения репликации вирусов, их межклеточного и сосудистого транспорта и роли вирусных белков в этих процессах, эпидемиологии вирусных инфекций, механизмов устойчивости растений к вирусам, разработки диагностических методов, применения вирусов растений в био- и нанотехнологиях и др. Вирусы садовых культур (плодовых, лекарственных, эфиромасличных и декоративных) распространены по всему миру и являются предметом интенсивного изучения. Исследуется видовой состав, география, молекулярные свойства, генетическое разнообразие и эволюция. Постоянное открытие новых вирусов и дивергентных изолятов известных вирусов, в том числе на новых растениях-хозяевах приводит к появлению новых и ревизии устоявшихся таксонов. Вирусные болезни причиняют значительный ущерб культурным растениям во всем мире. В последние годы, активное поступление растительного материала в Россию из заграницы, изменяющийся климат, увеличение роста и разнообразия насекомых-переносчиков способствовало появлению новых вирусных болезней и распространению вирусных фитопатогенов различной этиологии. В НИИ и ботанических садах РФ на протяжении многих лет сохраняется и пополняется коллекционный фонд растений, где также необходима ранняя диагностика вирусных болезней. Применение гиперспектра может обеспечить выявление вирусных поражений на ранних этапах онтогенеза растений. Благодаря мониторингу вирусов, можно проводить мероприятия по ограничению их распространения и болезней, вызванных ими. Вслед за мониторингом осуществляется ряд мероприятий, включающих комплексную диагностику, состоящую из индикаторного метода, иммуноферментного анализа и ПЦР-анализ отобранного растительного материала. Большое количество известных вирусов, высокая частота смешанных инфекций и необходимость тестирования большого количества образцов при сертификации посадочного материала требуют применения метагеномного анализа на основе NGS. Этот анализ позволяет диагностировать одновременно все вирусы, присутствующие в образце, тем самым радикально сокращая время и стоимость диагностики; чувствительность выявления вирусов садовых культур с помощью NGS оказалась сопоставимой с чувствительностью ПЦР в реальном времени и биотеста на растениях-индикаторах; выявлять новые вирусы или новые варианты известных вирусов без предварительных сведений об их геномах и в отсутствие специфических диагностических средств, что может способствовать выяснению этиологии заболевания; проводить сборку геномов как новых, так и известных вирусов. Информация о полученных последовательностях может быть использована, в частности, для изучения структуры вирусной популяции, эволюции вирусов, а также разработки молекулярных методов диагностики.

Задача получения сертифицированного безвирусного растительного материала является важнейшей в рамках снижения угрозы продовольственной безопасности РФ. Для оздоровления культурных растений от вирусов многие годы использовали метод термотерапии. С появлением биотехнологических подходов, включающих комплексное использование культивирования апикальных меристем, хемотерапии и криотерапии *in vitro*, удалось значительно увеличить эффективность элиминации вирусов и вириоидов.

Исследования по мониторингу вирусных патогенов, их ранней диагностике и оздоровлению садовых культур финансируется в рамках Госзадания ГБС РАН № 124030100058-4. Вопросы, связанные с молекулярно-генетической диагностикой вирусов плодовых и декоративных культур, финансируются РНФ (грант № 23-16-00032).



## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В СЕВЕРНОМ КАЗАХСТАНЕ И ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А.И. Моргунов

ФАО, Всемирный Банк, СИММИТ, Алматы, Казахстан

e-mail: Alexey.morgounov@gmail.com

Регион Северного Казахстана и Западной Сибири возделывает более 18 млн. га и данный регион вносит важный вклад в национальную, региональную и глобальную продовольственную безопасность. Основные возделываемые культуры – яровая пшеница и ячмень, зернобобовые (горох и чечевица) и масличные (подсолнечник, лен, рапс и сафлор). В последние 10 лет определилась тенденция к диверсификации производства и повышению уровня агрофона с целью увеличения продуктивности и прибыльности производства. Тем не менее, урожайность основных культур остается на достаточно низком уровне порядка 12–15 ц/га яровой пшеницы, а также нет отчетливого роста урожайности по годам. Помимо негативного эффекта изменения климата, выраженного в постепенном повышении температуры и изменении выпадения осадков, распространение болезней, вредителей и сорняков также ограничивает рост урожайности. Основные тенденции, которые оказывают влияние на растениеводство и защиту растений заключаются в следующем:

- Изменение динамики распространения болезней. Эпифитотия стеблевой ржавчины в 2017–2019 годах сменилась практически полным отсутствием всех видов ржавчины на пшенице в последние четыре года. Включение в севооборот озимой пшеницы при наличии яровой кардинально ухудшает ситуацию с вредителями и болезнями.
- Появление новых вредителей полевых культур, таких как пшеничный завитушный клещ и ассоциированные вирусы, которые раньше в производстве практически не наблюдались.
- Расширение ассортимента и повышение площадей и доз применения химических средств защиты. Часто они используются в производстве превентивно.
- Снижение роли сортов устойчивых к болезням и их позитивный отклик на применение фунгицидов даже в отсутствии болезней.
- Эволюция сорняков, вредителей и возбудителей болезней в ответ на применение средств защиты растений.
- Концепция интегрированной защиты растений находится под давлением ввиду сложности ее применения в производстве, но использование ее ключевых компонентов необходимо.
- Использование микроорганизмов для защиты растений и повышения устойчивости к абиотическим стрессам.
- Всеобъемлющая концепция здоровья почвы взамен плодородия, содержания гумуса, баллов бонитета и других почвенных характеристик.

Перспективы сохранения и роста продуктивности полевых культур подразумевают тесное взаимодействие ученых, производителей и компаний защиты растений для поддержания нужного баланса с использованием современных технологий.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ И ПРИМЕНЕНИЮ БИОЛОГИЧЕСКИХ И БИОТЕХНИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Ю.В. Плугатарь, Е.Б. Балыкина, О.М. Шевчук, А.К. Шармагий

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Ялта

e-mail: plugatar.y@gmail.com

Современное развитие защиты растений невозможно без исследований в области биохимии, биотехнологии и молекулярной генетики, что позволяет раскрывать механизмы устойчивости растений к фитопатогенам и вредителям, а также находить новые природные источники биологически активных веществ, повышая экологическую составляющую защитных мероприятий. Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН (НБС-ННЦ) – один из старейших ботанических садов страны, ведущий академический исследовательский центр юга России, решающий комплекс разнообразных фундаментальных и практических задач в области интродукции, селекции, изучения и сохранения растительного мира, а также использования его ресурсного потенциала *in situ* и *ex situ*, в частности – по разработке и внедрению биотехнических, биологических и генетических методов защиты плодовых и декоративных культур.

Биотехнические методы предполагают использование феромонных и световых ловушек. На данный момент с помощью конических световых ловушек определена таксономическая структура энтомофауны Арборетума НБС-ННЦ, а с помощью спороулавливающих ловушек начато изучение динамики микопатогенов на коллекционных насаждениях роз и плодовых культурах. Так, биологическая эффективность применения феромонов для контроля численности *Cydia pomonella* L. новым методом «привлечь-убить» (самцы привлекаются феромоном в ловушки и погибают от контакта с препаратом, который нанесен на дно ловушки) составляет 98%. Снижение пестицидной нагрузки за сезон – 6,1 кг/га инсектицидов по препарату, затраты на применение метода окупаются в 4,4 раза.

В НБС-ННЦ разработан и успешно применяется биологический метод борьбы с вредными клещами в плодовых садах и на виноградниках, основанный на методах сезонной колонизации и методах наводнения клещей фитосейид, устойчивых к акарицидам. В борьбе с клещами-фитофагами в плодовых насаждениях эффективно использование хищных клещей семейства Phytoseiidae – *Neoseiulus californicus* McGregor и *Amblyseius andersoni* Chant. При условии двукратного выпуска плотность популяции в течение всего вегетационного периода не только не превышает ЭПВ (порог 6–8 особей/лист), но и снижается в 3,0–4,0 раза. В 2022 г. интродуцирован и выпущен в парковые фитоценозы Южного берега Крыма энтомофаг *Rodolia cardinalis* Mulsant – один из самых эффективных в мировой практике энтомофагов для борьбы с инвазивным полифагом *Icerya purchasi* Mask. Начаты исследования по определению эффективности фунгицидного и инсектицидного действия эфирных масел. Получены данные о высокой эффективности эфирного масла *Monarda citriodora* L. и *Nepeta cataria* L. в отношении фитопатогенных грибов рода *Fusarium* Link.

Интегрированная система защиты растений также включает прогноз сезонной динамики численности вредителей и погодных условий вегетационного периода. Для южных регионов России были разработаны прогнозные модели начала развития гусениц самшитовой огнёвки (*Cydalima perspectalis* Walker) после зимней диапаузы и доказана их эффективность в борьбе с самшитовой огнёвкой в различных районах Крыма.

Важное место в ряду биологических методов защиты растений занимает подбор олигонуклеотидных инсектицидов (олинцидов) против наиболее экономически вредоносных фитофагов плодовых и декоративных культур. Установлено, что биологическая эффективность однократной обработки олигонуклеотидным инсектицидом Eriola-11 против кровяной тли (*Eriosoma lanigerum* Hausm) составила 68,0%, двух последовательных обработок химическими препаратами – 85,3 %.

## CRISPR-CAS И РНК ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ: ЗА И ПРОТИВ

М.Э. Тальянский

*Институт биоорганической химии им академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН,  
Москва*

*e-mail: Michael.Taliansky@mail.ru*

Для успешного преодоления глобальных вызовов, обусловленных изменением климата и ростом населения, необходимо создание новых инновационных технологий в области функциональной геномики и селекции сельскохозяйственных растений. Одной из таких технологий, позволяющих существенно повысить эффективность селекционного процесса, является направленное редактирование генома с использованием системы CRISPR-Cas. Технология CRISPR-Cas, позволяющая вносить направленные изменения в гены-мишени, уже привела к заметному прогрессу практически во всех областях наук о жизни, включая биотехнологию и медицину, и в настоящее время становится все более популярной в биологии растений. Наш коллектив в ИБХ РАН также добился определенных успехов в применении CRISPR-Cas системы для защиты растений, разработав ряд новых подходов к использованию CRISPR системы с применением наночастиц. В качестве генов-мишеней были использованы гены ядерных белков фибрилларина и коилина, контролирующих восприимчивость растений к вирусам. В то же время при выполнении работ по геномному редактированию выяснилось, что технология регуляции экспрессии генома, основанная на использовании РНК интерференции: (РНКи), предлагает ряд уникальных инновационных решений. К ограничениям применимости системы CRISPR в защите растений относятся следующие аспекты: (1) CRISPR приводит к необратимому изменению генома и вызывает полное нарушение функции (в случае «нокаута» гена), что не позволяет оперировать с «важными» генами, нокаут которых неминуемо приводит к летальному исходу; (2) данное обстоятельство также не позволяет применять CRISPR-Cas технологию в тех случаях, когда требуется отключение того или иного гена не на постоянной основе, а временно для достижения определённого результата; постоянное же отключение данного гена может привести к нежелательным последствиям; (3) эффективность геномного редактирования зависит от пloidности (генетической гетерогенности) организма; (4) для улучшения того или иного признака в различных сортах необходимо провести редактирование каждого отдельного сорта; (5) редактирование некоторых сортов затруднено техническими сложностями в регенерации; (6) применение CRISPR для прямого подавления вредителей и патогенов требует постоянного присутствия в клетках растения компонентов данной системы (достижимого только в результате трансгенной экспрессии Cas эндонуклеазы и гидовой РНК), что противоречит действующему законодательству о регуляции ГМО. Диверсификация генетических технологий в защите растений весьма актуальна и направлена на создание новых РНК-направленных подходов для защиты растений, позволит преодолеть недостатки системы CRISPR-Cas и представит альтернативную и/или комплементарную технологическую платформу. Будут представлены результаты, полученные в нашей лаборатории по (а) рациональному конструированию новых дцРНК и искусственных регуляторных РНК (ART РНК) в качестве инструментов защиты растений, (б) поиску новых генетических мишеней (ключевых белок-кодирующих и некодирующих РНК, пептидов) для повышения устойчивости растений к вирусам и другим патогенам, (в) разработке методов и алгоритмов персонализированного подхода к защите растений: созданию биоинформатической платформы для интеграции глубокой диагностики (NGS) патогенов в систему производства препаратов «защитных» РНК, и (г) созданию средств контролируемой доставки молекул РНК и пептидов в растения. Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда № 23-74 -30003.

**СЕКЦИЯ 1.**  
**МЕТОДЫ ФИТОСАНИТАРНОГО МОНИТОРИНГА, ПРОГНОЗА И КВАРАНТИНА**

# ИННОВАЦИОННАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ФИТОСАНИТАРНОГО МОНИТОРИНГА: НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ДИАГНОСТИКИ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ

А.А. Абдурахимов, А.С. Прохошин

Тюменский государственный университет, институт сельскохозяйственной и экологической биологии (Х-БИО), Тюмень

e-mail: az.abdurakhimov@gmail.com, a.s.prokhoshin@utmn.ru

В настоящей работе представлена разработка интеллектуальной системы фитосанитарного мониторинга с использованием нейросетевой модели для диагностики состояния растений в условиях агропромышленных комплексов. Разработанная интеллектуальная система фитосанитарного мониторинга основана на нейросетевых алгоритмах Yolo8, позволяющих выполнять задачи классификации, детектирования и сегментации объектов на собранных базах данных изображений (Tang et al., 2021). Система способна обнаруживать заболевания земляники, томатов и огурца, оценивать степень зрелости ягод, плодов и их качество, что позволяет агрономам эффективно управлять процессами в теплице. Обучение модели проводилось на основе базы данных, собранных в лабораторных условиях и из открытых источников, включающих реальные изображения земляники садовой, томатов и огурца, с целью улучшения качества обучения и снижения количества ошибок идентификации (Khirade, Patil, 2015).

После достижения заданных порогов качества модель подверглась семантическому анализу для оценки ее пригодности к работе в реальных условиях теплицы. Разработанная система позволяет агрономам удаленно отслеживать состояние агрокультуры, своевременно обнаруживать и классифицировать заболевания, а также вредителей и давать рекомендации по их устранению.

Интеграция разработанной нейросетевой модели с комплексной системой фитосанитарного мониторинга «Агроинтеллект» происходит посредством прямого взаимодействия на уровне программных интерфейсов, что позволяет расширять функциональные возможности системы за счет внедрения рекомендаций по профилактике и лечению растений и ранней их диагностики. Внедрение нейросетевых моделей в структуру интеллектуальной системы фитосанитарного мониторинга приводит к значительному улучшению управления за состоянием тепличного комплекса и способствует повышению урожайности.

## Литература:

Tang Z et al. (2021) Pest-YOLO: deep image mining and multi-feature fusion for real-time agriculture pest detection. *IEEE International Conference on Data Mining (ICDM)*. IEEE, 2021: 1348-1353.

Khirade SD, Patil AB (2015) Plant disease detection using image processing. *International conference on computing communication control and automation*. IEEE, 2015: 768-771.

## АНАЛИЗ ВИДОВОГО СОСТАВА И ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ТЛЕЙ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВСАСЫВАЮЩЕЙ ЛОВУШКИ

М.Н.Берим

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург  
e-mail:berim\_m@mail.ru

Современным методом мониторинга тлей является отлов насекомых с помощью всасывающей ловушки. Подобные ловушки имеются во многих странах Европы, Азии, в Северной Америке, Австралии. В 2002 году всасывающая ловушка была установлена на опытном поле Всероссийского НИИ защиты растений. Она представляет собой металлическую трубу, в основании которой имеется двигатель вентиляторного типа мощностью 0,8 кватт. Сбор материала осуществлялся за вегетационный период с мая по сентябрь в течение 2002 – 2023 гг., два раза в неделю. Далее фиксировался в 70% этаноле и определялся по морфометрическим признакам.

Наибольшее количество видов в ловушке отмечено в 2016 году – 42 вида, наименьшее – в 2010 и 2022 гг. – 17. За последние три года (2021 – 2023 гг.) количество видов варьировало от 17 до 27. За годы исследований заметно менялось число пойманных особей: 2011-2015 гг. – 198- 339; в 2016-2017 гг. – 675- 660; 2018-2020 гг. – 490-544. В период с 2003 по 2010 гг. в ловушке наблюдалось значительное число насекомых: в 2003 году – 1270, в 2005 – 2556, в 2010 – 1719. В 2021 году было выловлено и идентифицировано 1455 особей. Высокую численность на протяжении анализируемого периода демонстрировала европейская березовая тля *Eucерaphis punctipennis* Zett., основным хозяином которой является береза пушистая *Betula pubescens* Ehrh. Лет данного насекомого наблюдается, обычно, во второй половине мая – июне. Максимальной численность вида была в 2005 году – 1466 особей, значительной в 2010 году – 1203.

В большом количестве в августе – сентябре в ловушке наблюдалась серая свидинно-злаковая тля *Anoecia corni* F., питающаяся на корнях многолетних злаковых трав. Более всего вида отловлено в 2021 году – 535 особей. В 2004 и 2020 гг. отмечено его в ловушке 190 особей. Черемухово-злаковая тля *Rhopalosiphum padi* L. встречалась также в большом количестве, особенно осенью 2003 г. – 248 самок, в 2021 году – 243 самки. Вид является опасным вредителем зерновых культур, также переносчиком вирусной инфекции, его высокая численность на посевах яровых зерновых культур отмечалась в 2021 году.

За последние годы во всасывающей ловушке стало заметно увеличиваться количество особей бобовой тли *Aphis fabae* Scop.: в 2019 и 2020 гг. отловлено 81 и 58 насекомых, тогда как ранее встречались единичные особи. Увеличилось также количество крушинной тли *Aphis nasturtii* Kalt.: в 2019 и 2020 гг. – 18 и 20 особей. Оба вида являются вредителями картофеля. На протяжении 2021 – 2023 гг. количество особей бобовой тли в ловушке варьировало в пределах 28 – 43 особи.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ УЧЕТА ВРЕДИТЕЛЕЙ ЗАПАСОВ В СЕМЕННЫХ ЗЕРНОХРАНИЛИЩАХ БЕЛАРУСИ

Е.В. Бречко

*РУП «Институт защиты растений», Республика Беларусь, аг. Прилуки  
e-mail: brechkoelena@tut.by*

Обязательным звеном в цепочке элементов интегрированной системы защиты зерновых культур является сохранение полученных семян от вредителей запасов. При этом важной составляющей выступает мониторинг энтомоакарофауны в семенных зернохранилищах. Поскольку методика фитосанитарного контроля вредителей достаточно трудоемка (Зерно, 2010), поиск более объективных и менее затратных методов учета членистоногих становится актуальным направлением исследований.

В связи с этим целью нашей работы являлось уточнение видового состава вредителей запасов (насекомых и клещей) в семенных складских помещениях с использованием традиционных (отбор средних проб, проб-сметок) и современных методов (экспонирование феромонных ловушек), их сопоставление и выявление наиболее эффективного.

Мониторинг вредителей был проведен более чем в 40 зернохранилищах Республики Беларусь. В загруженных помещениях в 2021–2023 гг. отбирали пробы (103 образца) семян озимых и яровых зерновых культур, хранящиеся в течение 9–24 месяцев. В незагруженных хранилищах отбирали пробы-сметки (35) (Инструкция, 2000). Учитывали как живых, так и мертвых вредителей. Феромонные ловушки (50) производства ФГБУ «ВНИИКР» типа «Атракон-А» и «Книжка» устанавливали в 2022–2023 гг. в весенне-летний период. Для выявления степени сходства и сравнения методов учета, использовали индекс видовой фаунистической общности (коэффициент Жаккара).

В результате исследований установлено, что эффективность разных методов учета членистоногих отличалась. Так, фауна включала 25 видов, причем максимальное количество их было выявлено в пробах-сметках – 23, наименьшее в средних пробах – 14, с помощью феромонных ловушек – 15 (целевые и нецелевые объекты). Определено, что виды принадлежат к 17 семействам из 4 отрядов: Жесткокрылые (Coleoptera) семейств Anobiidae, Cryptophagidae, Cucujidae, Curculionidae, Dermestidae, Lathridiidae, Mycetophagidae, Ptinidae, Silvanidae, Tenebrionidae; Чешуекрылые (Lepidoptera) семейств Gelechiidae, Pyralidae, Tineidae; Сеноеды (Psocoptera) семейства Atropidae; Акариформные клещи (Acarina) семейств Acaridae, Glycyphagidae, Cheyletidae.

Анализ коэффициентов видовой фаунистической общности (Kj), проведенный для сравнения эффективности метода отбора средних проб и проб-сметок выявил соответствие на уровне 0,54, средних проб и феромономониторинга – 0,45, проб-сметок и феромонных ловушек – 0,58. Рассчитанные коэффициенты указывают на неполное соответствие методов. Прослеживается четкая тенденция, согласно которой при использовании метода отбора средних проб преимущественно встречались вредители запасов из отрядов Жесткокрылые, Сеноеды и Акариформные клещи, феромонных ловушек – Жесткокрылые, Чешуекрылые и Сеноеды, проб-сметок – из всех отрядов.

Таким образом, данные методы не могут быть взаимозаменяемы, поскольку каждый из них обнаруживает вредителей из разных отрядов. Для определения зараженности партий семян зерновых культур и учета численности клещей целесообразно использовать метод отбора средних проб, для отлова имаго жесткокрылых и чешуекрылых вредителей – высокоэффективен феромономониторинг. В незагруженных хранилищах результативен метод проб-сметок.

Литература:

Зерно. Методы определения зараженности вредителями. ГОСТ 13586.6-93. (2010). Введ. 01.01.1995. Минск : Госстандарт, 8 с. Инструкция по борьбе с вредителями хлебных запасов (2000) / под общ. ред. А. И. Быховца. Минск, 414 с.

# ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ РАЗВИТИЯ СЕТЧАТОЙ ПЯТНИСТОСТИ ЯЧМЕНЯ ОЗИМОГО

Г.В. Волкова<sup>1\*</sup>, И.В. Ариничева<sup>2</sup>, Я.В. Яхник<sup>1</sup>, И.В. Ариничев<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологической защиты растений», г. Краснодар

<sup>2</sup>Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, г. Краснодар

<sup>3</sup>Кубанский государственный университет, Краснодар

\*galvol.bpp@yandex.ru

Успех возделывания ячменя озимого напрямую зависит от эффективности борьбы с болезнями, в частности с сетчатой пятнистостью листьев, вызываемой грибом *Pyrenophora teres* Drechs., который является одним из доминантных патогенов в ценозе культуры как на юге России, так и в мире (Afanasenko et al., 2009). Сетчатая пятнистость – экономически значимое заболевание, борьба с которым требует комплексного подхода, включающего применение современных инструментов фитосанитарного контроля (Backes et al., 2021). Цель исследования – разработка инновационного подхода, позволяющего на основе методов искусственного интеллекта выполнить оценку развития сетчатой пятнистости листьев ячменя озимого по изображению.

Исследование проводили в 2021–2023 гг. на площадках ФГБНУ ФНЦБЗР с использованием классических фитопатологических методов (Afanasenko et al., 2009). Фотоснимки пораженных сетчатой пятнистостью листьев получены при искусственном освещении на белом фоне, на расстоянии 30–50 см до объекта съемки (угол 90°). Из 161 объектов случайно отбирались 129 пар (изображение и маска) в качестве тренировочного набора и 32 пары в как тестовый набор для оценки производительности модели (Ариничев и др., 2023).

Инновационный подход предусматривает двухэтапный процесс анализа изображений. На первом этапе применяются две сверточные нейронные сети для отделения листовой пластины ячменя от фона изображения и сегментации очагов сетчатой пятнистости. На втором этапе происходит количественная оценка степени поражения, основанная на подсчете пикселей пораженных и здоровых участков листа для оценки площади поражения по отношению к общей площади листа. Среди ключевых преимуществ можно выделить: точность (точное определение границ пораженных участков); объективность (автоматизированный анализ уменьшает человеческий фактор); скорость обработки (процесс анализа изображений может быть выполнен значительно быстрее, чем визуальная оценка специалистом); масштабируемость (метод может быть применен к новым изображениям, позволяя «доучивать» нейросеть, обеспечивая горизонтальную масштабируемость процесса, например, на новых болезнях).

Одной из ключевых перспектив развития этого подхода является переход от контролируемых условий получения изображений к полуконтролируемым и неконтролируемым, что открывает возможность диагностики в полевых условиях.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № МФИ-20.1/121.

Литература:

Afanasenko OS, Jalli M, Pinnschmidt HO, Filatova O, Platz GJ (2009) Development of an international standard set of barley differential genotypes for *Pyrenophora teres* f. *teres*. *Plant Pathology* 58(4): 665-676. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2009.02062.x>.

Backes A, Vaillant-Gaveau N, Esmael Q (2021) Biological agent modulates the physiology of barley infected with *Drechslera teres*. *Frontiers in plant science* 12: 614951.

Ариничев ИВ, Волкова ГВ, Ариничева ИВ Диагностика развития сетчатой пятнистости озимого ячменя на основе цифровых интеллектуальных технологий. *Труды Кубанского государственного аграрного университета* 106: 81-85. <https://doi.org/10.21515/1999-1703-106-81-85>.



# КОМПЛЕКС СПОРОУЛАВЛИВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЛИСТОВЫХ БОЛЕЗНЕЙ ПШЕНИЦЫ

К.Э. Гасиян

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологической защиты растений» (ФГБНУ ФНЦБЗР)  
e-mail: gasiyankkk@mail.ru

Листовые болезни, наносят значительный урон урожаю сельскохозяйственных культур. Большинство возбудителей грибных болезней распространяются воздушно-капельным путём, поэтому развитие инфекции возможно предупредить с помощью мониторинга переносимых воздухом спор грибных фитопатогенов. Раннее выявление инфекционного начала болезни позволит своевременно проводить защитные мероприятия.

В ФГБНУ ФНЦБЗР разработаны устройства для мониторинга аэрогенной инфекции: стационарная ловушка, устройство для определения заспоренности растений и пробоотборник воздуха, устанавливаемый на беспилотный летательный аппарат (БПЛА) (Кремнева, Гасиян, 2023).

В исследованиях, проведённых на озимой пшенице с 2019 по 2023 гг., было показано, что разработанные устройства позволяют выявлять споры следующих возбудителей листовых болезней: *Blumeria graminis* (DC.) Speer. (возбудитель мучнистой росы), *Puccinia triticina* Erikss. (возбудитель бурой ржавчины пшеницы), *Puccinia striiformis* West. (возбудитель жёлтой ржавчины пшеницы), *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler (возбудитель жёлтой пятнистости).

Установлено, что устройство для определения заспоренности растений обладает большей точностью относительно стационарной ловушки. В исследовании 2020 года, во время пика лёта спор патогена *B. graminis*, стационарная ловушка уловила около 300 штук спор грибов, а устройством для определения заспоренности растений было обнаружено более 1000 штук спор. В период пика лёта спор *P. triticina* стационарная ловушка отловила около 20 штук спор, а устройство для определения заспоренности растений – 100 штук спор. Таким образом, наиболее эффективным способом мониторинга является использование спороулавливающей аппаратуры в комплексе – так, **стационарная ловушка** предназначена для оценки общего инфекционного фона воздуха и обнаружения начала лёта первой генерации спор фитопатогенных грибов над посевами, а **устройство для определения заспоренности растений**, перемещаемое в посевах вручную, позволяет получить детальную информацию о видовом составе фитопатогенов и выявить очаги инфекции.

**Пробоотборник воздуха** используется совместно с дистанционно пилотируемым БПЛА, что позволяет проводить быстрые и точные обследования больших площадей.

В исследованиях 2019-2021 гг. проведённый корреляционный анализ данных позволил установить наличие зависимости между развитием болезней и количеством спор возбудителей заболеваний: для мучнистой росы, желтой и бурой ржавчин сохранялся средний статистически значимый коэффициент корреляции равный 0,5-0,6. Таким образом изучение динамики лёта спор фитопатогенных грибов с помощью спороулавливающих приборов в совокупности с погодными условиями вегетационного сезона, а также с учётом сортовых особенностей пшеницы позволит с высокой точностью прогнозировать развитие листовых болезней (Kremneva et al., 2023).

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда в рамках научного проекта № 23-76-01051

Литература:

Кремнева ОЮ, Гасиян КЭ (2023) Мониторинг возбудителей болезней пшеницы с помощью спороулавливающих устройств. *Защита и карантин растений* 12:22-24. Kremneva OYu, Danilov RYu., Gasiyan KE, Ponomarev AV (2023) Spore-Trapping Device: An Efficient Tool to Manage Fungal Diseases in Winter Wheat Crops. *Plants* 12(2):391. <https://doi.org/10.3390/plants12020391>.

## ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ В АГРОЦЕНОЗАХ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР НА ЮГЕ РОССИИ

Е.А. Егоров, М.Е. Подгорная, С.В. Прах, И.Г. Мищенко, А.В. Васильченко,  
Н.А. Диденко, Л.О. Марченко, Д.А. Киек, А.И. Киек, Н.И. Толстенко

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия (ФГБНУ СКФНЦСВВ), г. Краснодар  
e-mail: plantprotecshion@yandex.ru

В последние годы возросло число климатических аномалий, что сказалось на обострении экологической обстановки в плодовых агроценозах. При изменении внешних условий, у вредных организмов проявляются высокие адаптивные свойства, создается цикл взаимодействия, который обеспечивает способ выживания в изменившейся среде. В плодовых насаждениях доминирующими видами остаются плодоповреждающие фитофаги: яблонная *Cydia pomonella* L., сливовая *Grapholitha funebrana* Mats и восточная *Grapholitha molesta* Busck. плодоярки; пилильщики черный сливовый *Haplocampa minuta* Christ., яблонный плодовой *Haplocampa testudinea*. Klug. и сливовая толстоножка *Eurytoma amygdali* End. Наиболее вредоносными сосущими вредителями являются калифорнийская щитовка *Quadraspidiotus perniciosus* Comst., обыкновенный паутинный *Tetranychus urticae* Koch. и красный плодовой клещ *Panonychus ulmi* Koch., зеленая яблонная тля *Aphis pomi* De Geer, сливовая опыленная тля *Hyaloplerus arundinis* F., грушевая медяница *Psylla pyri* L. Наблюдается увеличение численности, вредоносности и расширение ареала заселения раннее второстепенных вредителей: двуполой огневки-плодоярки *Euzophera bigella* Zell, кровяной тли *Eriosoma lanigerum* Hausm, коричнево-мраморного клопа *Halyomorpha halys* Stål, яблонной стеклянницы *Synanthedon myopaeformis* Bkh. и др., в грушевых агроценозах встречается второй вредоносный вид медяницы – *Psylla pyrisuga* Frst.

На косточковых культурах отмечается возрастание роли группы заболеваний, вызывающих листовые пятнистости (*Stigmia carpophila* (Lév.) M.B. Ellis; *Ascochyta hortensis* Kab. et Vub.; *Alternaria* spp.); расширение органотропной специализации и усиление вредоносности монилиоза на плодах; расширение видового разнообразия за счет ранее второстепенных видов (на сливе, вишне *Podospaera tridactyla* (Wallr.); возрастание частоты встречаемости трахеомикозов на сливе *Fusarium* spp., монилиального ожога *M. laxa* на абрикосе, вишне; закрепление тенденции на возрастание распространения возбудителей микозных усыханий – цитоспороза *Cytospora* spp. на персике, коринеоза *Corineum microstictum* Berk. и фомоза *Phoma* spp. на сливе; закрепление тенденции на формирование ассоциаций патогенов, в том числе на подмерзших органах деревьев. В насаждениях яблони и сливы отмечен комплекс грибов – сажистая пятнистость и мухосед (SBFS комплекс), наиболее вредоносным является *Leptothyrium pomi* (Mont. & Fr.) Sacc.

Получены новые знания по видовой структуре энтомо- и патогенов плодовых насаждений, которые позволят усовершенствовать методический подход к фитосанитарному мониторингу и построению технологий защиты с использованием преимущественно малотоксичных препаратов, гарантирующих снижение пестицидной нагрузки в 1,3 раза, сохранение урожая более чем на 98 % при соблюдении регламентов экологической безопасности, сокращение себестоимости производства продукции в 1,5 раза, рост рентабельности на 10,5 %.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № МФИ-20.1/105

## ПОЛИВАРИАНТИВНАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ ИНВАЗИВНОГО СОРНОГО РАСТЕНИЯ *AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA* L. В АГРОБИОЦЕНОЗАХ ЮГА РОССИИ

Л.П. Есипенко, А.С. Замотайлов

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»

\*e-mail: esipenkol@yandex.ru

Инвазионная сорная растительность адаптируется к новым климатическим условиям благодаря высокой фенотипической пластичности, которая сформировалась в историческом масштабе во времени под контролем естественного отбора за счет изменчивости фенотипа.

Как правило, такая модификационная изменчивость происходит у адвентивных видов локально, в антропогенных ценозах. На юге России наиболее типичным инвазивным растением является *Ambrosia artemisiifolia* L. Мы исследовали дискретную изменчивость по вегетативному признаку – длине побега.

Для борьбы с амброзией используются агротехнические приемы и современные гербицидные препараты, содержащие действующие вещества – глифосат, глюфосинат, имазамокс, трибенурон-метил и др. Применение комплекса истребительных мероприятий не дает положительного эффекта из-за морфофизиологических особенностей онтогенеза амброзии. В последнее время были отмечены отдельные вариации признаков, которые способствуют развитию устойчивости амброзии к гербицидам (Rousonelos et al., 2012).

Для амброзии полыннолистной свойственна высокая поливариантность развития, которая обусловлена модульной организацией растения, что обуславливает ее устойчивость к гербицидам в агробиоценозах кукурузы. Наличие верхушечной меристемы в пазухах листьев, благодаря которой развиваются боковые побеги (модули), способствует образованию сходных структурных элементов, которые служат основой модульного роста. Наиболее уязвимым периодом роста и развития амброзии является фаза 3 - 4 настоящих листьев, в этот период она формирует до 4 листьев с длиной модуля побега от 3 до 12 см. Процессы интенсивного роста противостоят неблагоприятным условиям благодаря многовариантности онтогенеза у амброзии. В фазе бутонизации количество листьев, образующихся на центральном побеге, колеблется от 7 до 13 листьев, длина побега модуля находится в пределах 30 - 52 см. На этой стадии онтогенеза захватчик достигает наибольшей биомассы и устойчив к изменениям окружающей среды, включая и воздействие гербицидами. Отклонения в развитии, произошедшие в первый период онтогенеза, после обработки препаратами, постепенно "приходят в норму". Разрушение листовой поверхности механическим или химическим путем уже не влияет на развитие амброзии, вегетативная масса восстанавливается.

Экологическая гибкость инвазивного растения способствует заселению новых территорий благодаря фенотипической пластичности в гетерогенных средах. У амброзии полыннолистной нарушенные ценозы являются основными зонами ее колонизации. Модульная организация позволяет быстро формировать различные биоморфы, что дает ей возможность успешно натурализоваться в агробиоценозах края.

Дальнейшие исследования позволят нам изучить поливариантивную адаптивную природу пластичности амброзии полыннолистной, что позволит выработать стратегию борьбы не только с ней, но и с другими инвазионными сорными растениями.

### Литература:

Rousonelos SL, Lee RM, Moreira MS, VanGessel MJ, Tranel PJ (2012) Characterization of a common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) population resistant to ALS- and PPO-Inhibiting herbicides. *Weed Science* 60(3): 335-344. <https://doi.org/10.1614/WS-D-11-00152.1>

## СЕРОМОНИТОРИНГ ВИРУСОВ В ПОСЕВАХ ПШЕНИЦЫ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Т.С. Живаева, Ю.Н. Приходько\*, Ю.А. Шнейдер, Е.Н. Лозовая,  
М.А. Пручкина, С.Н. Селявкин, Н.А. Хорина, Е.В. Каримова

ФГБУ Всероссийский центр карантина растений (ФГБУ «ВНИИКР»), Россия, Московская область.

\*e-mail: prihodko\_yuri59@mail.ru

В 2021-2023 гг. было проведено обследование посевов пшеницы в Волгоградской, Воронежской, Иркутской и Ростовской областях, Алтайском и Ставропольском краях с отбором образцов для лабораторного исследования. В 2021-2022 гг. образцы тестировали на наличие вирусов веретеновидной полосатой мозаики пшеницы (WSSMV), желтой карликовости ячменя (BYDV), карликовости пшеницы (WDV), мозаики костра (BMV), полосатой мозаики пшеницы (WSWV), почвообитающего вируса мозаики злаков (SBCMV), почвообитающего вируса мозаики пшеницы (SBWMV), штриховатой мозаики ячменя (BSMV), штриховатой мозаики костра (BStMV) с использованием тест-систем для ИФА фирм Agdia (США), DSMZ и Loewe (обе – Германия). В 2023 г. тестирование проводили также на наличие вируса желтой карликовости злаков (CYDV) и высоко-равнинного вируса мозаики пшеницы (HPWMoV) тест-системами фирмы Agdia. Все тест-системы использовали согласно прилагаемым к наборам инструкциям фирм-производителей. Тестировали сборные образцы, состоящие из листьев трех или четырех растений, всего было протестировано 235 сборных образцов.

CYDV, HPWMoV и BYDV были выявлены соответственно в 10,9%, 10,1% и 8,5% -образцов. Встречаемость BMV, BSMV, SBCMV, WSMV и SBWMV составила соответственно 7,2%, 6,8%, 6,3%, 5,9% и 5,5%. WDV, WSSMV и BrSMV были зарегистрированы соответственно в 4,6%, 4,2% и 2,5% образцов.

BMV, BSMV и WSMV были выявлены в образцах растений пшеницы из Алтайского и Ставропольского краев, Волгоградской, Воронежской и Ростовской областей, эти вирусы способны распространяться с семенами пшеницы. Наличие вирусов BMV, BSMV, WSMV в образцах из Воронежской и Ростовской областей было подтверждено методом ОТ-ПЦР-РВ используя наборы: «Вирус штриховатой мозаики ячменя (Barley stripe mosaic virus, BSMV)», «Вирус мозаики костра (Brome mosaic virus, BMV)», «Вирус полосатой мозаики пшеницы (Wheat streak mosaic virus, WSMV)» (АгроДиагностика, Россия) и «Wheat streak mosaic virus-РВ» (Синтол, Россия) (Приходько и др., 2023).

WDV был выявлен в образцах из Алтайского края, Волгоградской, Воронежской и Иркутской областей, SBWMV – в образцах из Ставропольского края, Волгоградской, Воронежской и Ростовской областей, WSSMV – в образцах из Алтайского края, Волгоградской и Ростовской областей, BYDV – в образцах из Алтайского края, Ставропольского края и Волгоградской области. Наличие HPWMoV и SBCMV было установлено в образцах из Волгоградской и Воронежской областей, а CYDV – в образцах из Алтайского края и Волгоградской области.

О выявлении на территории РФ вируса карликовости пшеницы (WDV) и высоко-равнинного вируса мозаики пшеницы (HPWMoV) ранее не сообщалось.

### Литература:

Приходько ЮН, Живаева ТС, Шнейдер ЮА и др. (2023) Разработка методов выявления и идентификации вирусов зерновых культур, распространяющихся с семенами. *Защита растений от вредных организмов*: матер. XI междунар. науч.-практ. конф. Краснодар, КубГАУ: 328-331.

## МОНИТОРИНГ ВРЕДИТЕЛЕЙ ТОМАТОВ (LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕТОВЫХ ЛОВУШЕК

М.В. Иванисова\*, С. Амирзай

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологической защиты растений» (ФГБНУ ФНЦБЗР)

\*e-mail: mariaaivanisova@gmail.com

Насекомые-вредители создают серьезные проблемы при выращивании томатов, отрицательно влияя как на урожайность, так и на качество продукции. Эффективные стратегии защиты культуры требуют понимания биоразнообразия и динамики численности вредителей. В ФГБНУ ФНЦБЗР разработан комплекс мобильных, автономных светоловушек на основе сверхъярких светодиодов, применимых для оценки биоразнообразия, мониторинга и снижения численности вредных членистоногих (Пачкин и др., 2022).

В проведенных исследованиях в Темрюкском районе Краснодарского края на томатах открытого и защищенного грунта в 2021-2022 гг. использовались конические светоловушки с сепарирующим насекомоприемником, важной особенностью которых является возможность выпуска в стацию полезных и индифферентных членистоногих. Методы исследования включали оптимизацию размещения ловушек, еженедельный учет численности и идентификацию собранных насекомых.

Исследования подтвердили наличие широкого разнообразия насекомых-вредителей, способных наносить ущерб посевам томатов. Среди них были обнаружены виды из семейства Noctuidae: хлопковая совка (*Helicoverpa armigera* Hbn.), клеверная совка (*Anarta trifolii* Hfn.), огородная совка (*Lacanobia oleracea* L.), совка-ипсилон (*Agrotis ipsilon* Hfn.), озимая совка (*Agrotis segetum* Den. et Schiff.), восклицательная совка (*Agrotis exclamationis* L.), совка-гамма (*Autographa gamma*), совка с-черное (*Xestia c-nigrum* L.).

В период исследований хлопковая совка (*H. armigera*) была доминирующим видом среди представителей семейства Noctuidae как на открытом, так и в защищенном грунте. Пики численности этого вредителя совпадали на обоих типах участков. В 2021 году в первой декаде июня численность вредителя на открытом грунте в среднем составляла 23 особи на ловушку, а в защищенном грунте - 13 особей на ловушку. Во второй декаде июля численность в среднем достигала 42 особей на ловушку на открытом грунте и 22 особей на ловушку в защищенном грунте. В 2022 году на открытом грунте пик летней численности хлопковой совки наблюдался в первой декаде июня при средней численности 35 особей на ловушку. Последующий пик пришелся на первую декаду августа, в среднем по 44 особи на ловушку. В условиях закрытого грунта, в отличие от открытого грунта, небольшой пик численности наблюдался в первой декаде июня (в среднем 5 особей на ловушку), а в первой декаде августа средняя численность составляла 69 особей на ловушку. В закрытом грунте второй по численности после хлопковой совки являлась восклицательная совка (*A. exclamationis*). В 2021-2022 гг. пик ее численности приходился на первую декаду июня, среднее количество особей, пойманных на ловушку, составляло 19 и 27 особей соответственно.

Результаты исследований подчеркивают важность мониторинга вредителей томатов с использованием современных методов, таких как световые ловушки, для разработки оптимальных стратегий защиты культуры и снижения ущерба, наносимого насекомыми-вредителями.

Исследования выполнены согласно Государственному заданию Министерства науки и высшего образования РФ в рамках НИР по теме № FGRN-2022-0001.

### Литература:

1. Пачкин АА, Кремнева ОЮ, Иванисова МВ, Пономарев АВ, Данилов РЮ (2022) Мониторинг экономически значимых фитофагов сельскохозяйственных культур с использованием различных устройств. *Достижения науки и техники АПК* 36(3):33-38.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ФИТОСАНИТАРНОГО МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В СЕЛЬСКОМ И ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

**Л.А. Иванова\*, И.В. Кузьмин, А.К. Валиева, Л.А. Иванов**

*Тюменский государственный университет, Тюмень*

*e-mail: l.a.ivanova@utmn.ru*

Один из перспективных подходов к повышению эффективности фитосанитарного мониторинга может состоять в раннем обнаружении угрозы распространения фитопатогена. На ранних этапах воздействия фитопатогена растение часто не имеет внешних признаков повреждения, но влияние фитопатогена уже может быть идентифицировано по функциональным показателям растений. Измеряемые функциональные показатели листьев отражают реакцию и физиологическое состояние растений и могут быть использованы как на уровне отдельных организмов, так и целых экосистем. Для практического использования в лесном и сельском хозяйстве необходима разработка универсального подхода к обнаружению угроз разного характера с применением передовых инструментальных и цифровых методов в области физиологии растений.

Спектроскопия отраженного света предоставляет уникальную возможность для быстрого и неdestructивного определения функциональных признаков растений. Любой угрожающий фактор, как правило, негативно влияет на продуктивность растений и изменяет спектр отражения листа в области фотосинтетически активной радиации (ФАР). При этом, недостаточно измерения одного-двух диапазонов излучения, связанных с активностью работы пигментов. Само по себе содержание пигментов не является адекватным показателем функционального состояния растений и интенсивности фотосинтеза - при одном и том же содержании хлорофилла в листьях фотосинтез и продуктивность могут снижаться за счет других (не световых, а, например, диффузионных) процессов. Необходим комплексный анализ спектров отраженного света в разных диапазонах излучения и одновременный анализ функционального состояния тех же листьев. Целью нашей работы было выявить возможные связи между спектральными характеристиками листьев и их функциональными показателями при инфеcтации галловыми клещами у древесных растений Западной Сибири.

Мы исследовали в естественных условиях здоровые и пораженные галловыми клещами листья черемухи обыкновенной и ольхи серой. Найдены различия между здоровыми неповрежденными и зараженными листьями, состоящие в толщине листа, устьичной проводимости, флуоресценции хлорофилла и максимальной фотосинтетической активности на единицу площади листа и в спектрах отражения. Увеличение толщины листа приводило к возрастанию доли отраженного света, особенно в зеленом и дальнем красном диапазонах у обоих видов. Установлены корреляционные связи функциональных показателей листьев с характеристиками спектров отражения. Наиболее сильные корреляции найдены с соотношением коэффициентов отражения на участках излучения синий/зеленый для фотосинтеза и устьичной проводимости, а также зеленый/красный и красный/инфракрасный для толщины листа. Полученные результаты позволяют сделать заключение о тесной связи спектральных характеристик листьев деревьев с показателями физиологического состояния растений, и о возможности использования спектроскопии отраженного света для раннего дистанционного обнаружения фитопатогенов.

## РАСШИРЕНИЕ ИНВАЗИОННОГО АРЕАЛА ХЛОПКОВОЙ ОГНЕВКИ *HARITALODES DEROGATA* (Fabricius, 1775) НА ЮГЕ РОССИИ И В АБХАЗИИ

Н.Н.Карпун\*, В.В. Микалаускас, Е.Н. Журавлева, Е.И. Шошина

Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук», Сочи

\*e-mail: nkolem@mail.ru

Южные регионы европейской части России характеризуются климатическими и растительными условиями, благоприятными для инвазий растительноядных членистоногих. Только с начала 21 века здесь выявлено свыше 50 чужеродных видов фитофагов (Карпун, 2018; Щуров и др., 2019).

Летом 2021 г. в декоративных насаждениях г. Сочи были впервые зафиксированы повреждения на различных видах гибискуса *Hibiscus* spp. В результате было установлено, что вредителем является новый для региона вид *Haritalodes derogata* (Fabricius, 1775) (Lepidoptera: Crambidae) (Karpun et al., 2022). Изначально, в июле 2021 г., фитофаг был выявлен только в насаждениях г. Сочи, осенью того же года – в г. Геленджик (Karpun et al., 2022). Нами отмечены следующие виды кормовых растений *H. derogata*: гибискусы – *Hibiscus syriacus* L., *H. sinensis* L., *H. mutabilis* L. и *H. lasiocarpus* Cavar.; липы – *Tilia caroliniana* Mill., *T. begoniifolia* Stev., *T. platyphyllos* Scop.; *Abutilon* × *hybridum* и сорный вид *Abutilon theophrasti* Medik.

Исследования границ инвазионного ареала *H. derogata* проводились методом трансектных маршрутных обследований декоративных насаждений городов Краснодарского края и Республики Абхазия в течение 2022-2023 г. (Журавлева и др., 2022).

Установлено, что границы инвазионного ареала хлопковой огневки постоянно расширяются, а в тех местах, где она присутствует второй год – наращивается численность популяции. В 2022 г. *H. derogata* отмечена в г. Туапсе, пос. Новомихайловский, г. Анапа, а также пос. Красная Поляна на высоте 960 м над у.м. (Karpun et al., 2022) и в г. Гагра (Абхазия). В 2023 г. вредитель выявлен в городах Краснодарского края: Новороссийск, Крымск, Краснодар, а в г. Анапа и Туапсе отмечено повышение численности популяций вида. В южном направлении вредитель распространился по территории Абхазии до г. Гулрыпш (11 км южнее г. Сухум).

Исследования будут продолжены в 2024 г.

Публикация подготовлена в рамках реализации государственного задания ФИЦ СЦ РАН FGRW-2022-0006, № госрегистрации 122042600092-8.

Литература:

Журавлёва ЕН, Шошина ЕИ, Карпун НН (2022) Хлопковая огневка *Haritalodes derogata* – новый вредитель Мальвовых на Черноморском побережье Кавказа. *Труды Ставропольского отделения Русского Энтомологического Общества* 18: 21-26.

Карпун НН (2019) Особенности формирования фауны дендрофильных инвазионных вредителей во влажных субтропиках России в начале XXI века. *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии* 228: 104-119. <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2019.228.104-119>

Щуров ВИ, Замотайлов АС, Скворцов ММ, Бондаренко АС, Щурова АВ, Глущенко ЛС (2019) Ареалы чужеродных насекомых-фитофагов на Северо-западном Кавказе по итогам государственного лесопатологического мониторинга в 2010-2019 годах. *Промышленная ботаника* 19(3): 114–119.

Karpun NN, Zhuravleva EN, Shoshina EI, Kirichenko NI (2022) First record of the alien cotton leaf roller *Haritalodes derogata* (Lepidoptera: Crambidae) on the Black sea coast of Russia. *Far Eastern Entomologist* 465: 12-21. <https://doi.org/10.25221/fee.465.3>

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ ОСНОВ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ПШЕНИЧНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ

О.Ю. Кремнева\*, Р.Ю. Данилов, И.И. Серeda

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологической защиты растений» (ФГБНУ ФНЦБЗР)

\*e-mail: [kremenoks@mail.ru](mailto:kremenoks@mail.ru)

Перспективным направлением в фитосанитарном мониторинге агроценозов является создание дистанционных методов диагностики развития болезней растений на основе анализа спектров отраженного от них излучения (Lee et al., 2010; Kremneva et al., 2023).

На опытном поле ФГБНУ ФНЦБЗР был создан полигон исследований, представленный посевом озимой пшеницы сорта Алексеич. С целью обеспечения сопоставимости данных аэрокосмической съемки с результатами аэросъемки и наземных спектрометрических измерений в пределах опытного поля с общей площадью 1 га было выделено 10 тестовых участков с инфекционным фоном и 10 контрольных участков, обработанных фунгицидами. Наземное спектрометрирование осуществлялось бесконтактно на высоте 1.2-1.4 м от поверхности земли в диапазоне электромагнитного излучения от 350 до 2500 нм со спектральным разрешением 1-10 нм спектрорадиометром «ASD FieldSpec 3 Hi-Res». При аэросъемке использовалась мультиспектральная камера Parrot SEQUOIA+, которая позволяет проводить многозональную съемку в четырех спектральных каналах: 550 нм, 660 нм, 735 нм и 790 нм. Космическая съемка производилась частной космической компанией Planet (США) с помощью группировки спутников Dove Planet. Пространственное разрешение снимков составляло 50 см. Спектральное разрешение – 8 каналов с центральными значениями спектра 443 нм, 490 нм, 531 нм, 565 нм, 610 нм, 665 нм, 705 нм, 865 нм. Также, как и данные аэросъемки, космические снимки обрабатывались с помощью инструмента Zonal Statistic.

По результатам анализа было установлено, что инфекционный фон посева озимой пшеницы характеризовался пониженными значениями коэффициента спектральной яркости по сравнению контрольными участками во всех рассматриваемых диапазонах спектра. Использование вегетационных индексов, таких как NDVI, позволило привести различные съемочные системы к схожим значениям для большинства измерений. Динамика спектральных характеристик космической съемки хорошо соотносилась с данными аэросъемки. Это позволило сделать предварительный вывод о том, что космические снимки и данные беспилотных летательных аппаратов могут быть взаимозаменяемы и дополнять друг друга при дистанционном мониторинге развития посевов.

Осмысление и систематизация выявленных в результате исследований технологических режимов использования спектральной аппаратуры, а также установленные статистически значимые взаимосвязи динамики спектрального образа различных съемочных систем с развитием патогенного фона посевов пшеницы озимой позволят сформулировать методические основы дистанционного аэрокосмического мониторинга пшеничных агроценозов.

Исследования выполнены согласно Государственному заданию Министерства науки и высшего образования РФ в рамках НИР по теме № FGRN-2022-0001.

### Литература

Lee WS, Alchanatis V, Yang C, Hirafuji M, Moshou D, Li C (2010) Sensing technologies for precision specialty crop production. *Computers and Electronics in Agriculture*. 74(1): 2–33.

Kremneva OYu, Danilov RYu, Sereda II, Tutubalina OV, Pachkin AA, Zimin MV (2023) Spectral characteristics of winter wheat varieties depending on the development degree of *Pyrenophora tritici-repentis*. *Precision Agriculture* 24: 830–852. <https://doi.org/10.1007/s11119-022-09976-2>



## МОНИТОРИНГ ВРЕДИТЕЛЕЙ СМОРОДИНЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ В 2023 Г.

Р.С. Крохалев<sup>1,2\*</sup>, Е.И. Овсянникова<sup>1</sup>, М.В. Тимошенко<sup>2</sup>, В.В. Нефедов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, г. Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, г. Санкт-Петербург

\*e-mail: krs0502@gmail.com

Среди ягодных культур черная смородина занимает ведущее место из-за неприхотливости к условиям произрастания, высокой морозостойкости и урожайности (Стазаева, 2015). В Ленинградской области видовой состав вредителей смородины изучен недостаточно полно.

Исследования проводились в учебно-опытном саду СПбГАУ и на опытном поле ВИЗР в Пушкинском районе г. Санкт-Петербурга. Площадь учебно-опытного сада составляет 30 га, опытного поля – 4,6 га; площади, занятые посадками черной смородины – 6 га и 0,4 га, соответственно. В СПбГАУ возделываются 14 сортов (Вологда, Багира, Деликатес, Память Вавилова и др.), в ВИЗР – 22 сорта (Орловская Серенада, Партизанка, Медведица, Бирюлевская и др.).

Метеорологические условия вегетационного сезона 2023 г. характеризовались температурами воздуха выше среднегодовой нормы в августе и сентябре и дефицитом осадков в мае, июне и августе.

В начале апреля 2023 г. были собраны образцы побегов 18 сортов черной смородины с опытного поля ВИЗР для обнаружения ранневесенних видов вредителей культуры. В результате вскрытия 1638 почек под биноклем 222 из них (13,55%) были повреждены смородинным почковым клещом (*Cecidophyopsis ribis* (Westwood)). Наиболее сильно вредителем поразились три сорта: Алenuшка (40,52%), Черничка (34,48%) и Марго (33,33%). В 47 поврежденных почках (2,87% от общего количества) были обнаружены также личинки акарифага *Aprostocetus eriophyes* (Taylor) (сем. Eulophidae, подсем. Tetrastichinae). Клещи не были идентифицированы в семи сортах. При вскрытии нижней части стеблей были выявлены диапаузирующие гусеницы смородинной стеклянницы (*Synanthedon tipuliformis* (Clerck)) в четырех сортах.

В течение вегетационного периода 2023 г. в учебно-опытном саду СПГАУ проведен феромонный мониторинг трех вредных чешуекрылых смородины – смородинной стеклянницы, смородинной почковой моли (*Lampronia capitella* (Clerck)) и смородинной листовертки (*Pandemis cerasana* Hbn.). Также проведен полевой скрининг синтетических половых аттрактантов (СПА) смородинной стеклянницы на двух типах диспенсеров: резиновой трубке и фольгапленовой пластинке. В результате, в среднем за сезон было отловлено на резиновую трубку 14,9 самца стеклянницы, на фольгапленовую пластинку – 4,3. Видоспецифичность СПА целевого вида на фольгапленовом носителе составила 17,6%; при этом выявлена привлекаемость (82,4%) нецелевого вида стеклянницы – *Synanthedon formicaeformis* (Esp.), не являющегося вредителем смородины. Смородинная почковая моль и смородинная листовертка в посадках смородины на СПА не были обнаружены.

### Литература

Стазаева НВ (2015) Совершенствование технологии и агроэкологическое обоснование возделывания смородины черной в условиях интенсивного садоводства. Воронеж: ВГАУ. 138 с.

# ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МНОГОЛЕТНЕГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОГНОЗА РАСПРОСТРАНЕНИЯ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ

Н.Н. Лунева

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург  
\*e-mail: natalja.luneva2010@yandex.ru

Распространение видов растений (в том числе и сорных) и формирование их ареалов обусловлено, главным образом, физиологическими потребностями каждого вида в определенных условиях тепла и влаги (Алехин и др., 1961). Северная граница ареала определяется нижним пределом требовательности вида к фактору тепла, южная – пределом требовательности вида к фактору влаги, а в пределах ареала частота встречаемости и обилие вида в разных регионах различны (Агроэкологический ..., 2008). Следовательно, уровень тепло- и влагообеспеченности территории отдельных регионов (областей) играет важнейшую роль в формировании региональных комплексов сорных растений. Распространение видов региональных комплексов в пределах областей базируется на различиях почвенно-климатических условий агроклиматических районов (Лунева, 2022). Полная территориальная совокупность видов сорных растений на возделываемых землях представляет собой сегетальную флору региона, состав которой, как любой флоры или ее подразделения (сегетальные флоры агроклиматических районов), в значительной степени стабилен и прогнозируем (Лунева, 2021, 2022). Также на региональном уровне прогнозируется комплекс видов сорных растений в посевах отдельных культур, поскольку каждый из них представляет собой флористически и экологически однообразную флору экотопа или ценофлору, формирование которой обусловлено различиями в технологии возделывания культур сплошного сева и пропашных, влияющими на видовой состав и численность сорных растений в агроценозе (Лунева, 2020, Лунева, Закота, 2022). При этом агрофитоценотическая роль видов сорных растений определяется с применением шкалы активности видов, составленной с учетом двух показателей: постоянства встречаемости этого вида в посевах данной культуры и среднего проективного покрытия в ее ценофлоре (Палкина, 2015). На основе многолетнего регионального прогноза разрабатываются региональные стратегии защиты посевов от сорных растений с учетом конкретных доминирующих видов.

## Литература:

Агроэкологический атлас России и сопредельных государств: сельскохозяйственные растения, их вредители, болезни и сорные растения (2008). Афонин АН, Грин СЛ, Дзюбенко НИ, Фролов АН (ред.). URL: <http://www.agroatlas.ru>.

Алехин ВВ, Кудряшов ЛВ, Говорухин ВС (1961) География растений с основами ботаники. Москва. 532 с.

Лунева НН (2020) Прогноз распространения видов сорных растений в агрофитоценозах полевых культур сплошного сева и пропашных на территории Ленинградской области. *Защита и карантин растений* 10:26-29.

Лунева НН (2021) Сорные растения и сорная флора как основа фитосанитарного районирования (обзор). *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции* 182(2):139-150.

Лунева НН (2022) Теоретическое обоснование и практическая реализация фитосанитарного районирования сорных растений: дисс. ... д-ра биол. наук. СПб. 409 с.

Палкина ТА (2015) Структура сегетальной флоры Рязанской области. *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева* 27(3): 26-32.

Лунева НН, Закота ТЮ (2022) Многолетний прогноз засоренности посевов кукурузы в степной зоне Краснодарского края. *Организмы, популяции и сообщества в трансформирующейся среде*: матер. XVII Междунар. науч. экол. конф. Белгород: ИД «БелГУ» НИУ «БелГУ»: 107-110.

## О МЕТОДАХ МОНИТОРИНГА СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В АГРОЭКОСИСТЕМАХ

Е.Н. Мысник

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург  
e-mail: Vajra-sattva@yandex.ru

Фитосанитарный мониторинг служит способом получения данных о распространении видов сорных растений. Традиционные количественно-весовые методы учета сорных растений были разработаны специально для полей. Ввиду отсутствия возможности их применения к территориям вокруг контуров полей (полевые дороги, межи, мусорные места, канавы), места сохранения и распространения видов сорных растений в хозяйствах оставались необследованными.

В то же время, агроэкосистема хозяйства – сложное пространственное образование. Она включает в себя не только полевые севообороты, но и прилегающие синантропизированные (пастбища, старые залежи, старовозрастные посевы многолетних трав) и синантропные (рудеральные местообитания, молодые залежи и маловозрастные посевы многолетних трав вне севооборота) местообитания данного агроландшафта (Миркин и др., 2003).

Разработанная в ВИЗРе «Методика изучения распространенности видов сорных растений» (Лунева, Мысник, 2012) позволяет провести мониторинг всего комплекса местообитаний агроэкосистемы хозяйства, включая не только поля, но и окружающие их другие типы местообитаний. Это позволяет выявить весь спектр видов сорных растений данной агроэкосистемы. Методика базируется на маршрутном методе обследования территории, для каждого типа местообитания применяется свой способ обхода. При обследовании фиксируются все встреченные виды сорных растений, их обилие оценивается глазомерно по унифицированной балльной шкале. На основе полученных показателей встречаемости и среднего обилия вида в местах обнаружения рассчитывается интегральный индекс, позволяющий более точно оценить присутствие вида в агроэкосистеме.

Сорные растения представляют собой обширную и качественно неоднородную группу видов. По степени их приспособленности к пашенным условиям выделяют 4 взаимосвязанные группы: сегетальные, сегетально-рудеральные, рудерально-сегетальные, рудеральные сорные растения (Никитин, 1983). Используя графический метод (Мысник, Семенова, 2012), можно на основании данных мониторинга о встречаемости вида на сегетальных и рудеральных местообитаниях отнести вид к конкретной группе по степени приспособленности к произрастанию на полях. Это позволяет оценить его сегетальный потенциал как в условиях конкретного хозяйства, так и территории конкретного региона.

Полученные с помощью этих методик данные могут служить основой для прогнозов распространения видов сорных растений, а также основанием для разработки системы превентивных мер борьбы с сорными растениями на территории хозяйства.

### Литература:

Лунева НН, Мысник ЕН (2012) Методика изучения распространенности видов сорных растений. *Методы фитосанитарного мониторинга и прогноза*; под ред. И.Я. Гричанова. Санкт-Петербург: Всерос. НИИ защиты растений: 85-92.

Миркин БМ, Наумова ЛГ, Хазиахметов РМ (2003) О роли биологического разнообразия в повышении адаптивности сельскохозяйственных экосистем. *Сельскохозяйственная биология* 5: 83-92.

Мысник ЕН, Семенова НН (2012) Оценка степени приуроченности сорных растений к сегетальным местообитаниям. *Вестник защиты растений* 1: 68–69.

Никитин ВВ (1983) Сорные растения флоры СССР. Ленинград. 454 с.

**ФЕРОМОННЫЙ МОНИТОРИНГ НИЖНЕСТОРОННЕЙ МИНИРУЮЩЕЙ МОЛИ  
*PHYLLONORYCTER PYRIFOLIELLA* (GRACILLARIIDAE) В ПЛОДОВЫХ САДАХ  
ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ В 2020-2023 ГГ.**

**Е.И. Овсянникова<sup>1\*</sup>, Р.С. Крохалев<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург*

<sup>2</sup>*Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург*

\*e-mail: [ovsyannikovae@mail.ru](mailto:ovsyannikovae@mail.ru)

В плодовых агроценозах Северо-Западного региона России минирующие моли до сих пор остаются слабо изученной группой. Одним из основных доминирующих видов среди них является яблонная нижнесторонняя моль-пестрянка (*Phyllonorycter pyrifoliella* Grsm.). При сильных повреждениях листьев гусеницами вредителя нарушается фотосинтетическая деятельность, уменьшается прирост, снижается урожай (Прах, 2013), а скрытый образ жизни затрудняет борьбу с ним.

В течение вегетационных сезонов 2020-2023 гг. проведен мониторинг динамики лёта нижнесторонней минирующей моли с использованием феромонных ловушек в плодовых насаждениях Пушкинского (учебно-опытный сад СПбГАУ) района Санкт-Петербурга и Лужского («Скребलोво») района Ленинградской области. Феромонные дельта-ловушки производства АО «Щелково Агрохим» с синтетическими половыми аттрактантами (СПА) развешивали в плодовых садах исследуемых районов по стандартной методике с конца мая – начала июня в период цветения семечковых и косточковых культур в трех повторностях. В Лужском районе установили ловушки с СПА только в 2020 г.

В результате в течение четырех вегетационных сезонов с помощью феромониторинга *Phyllonorycter pyrifoliella* выявлено развитие двух поколений вредителя в садовых агроценозах Пушкинского района Санкт-Петербурга и Лужского района Ленинградской области. Однокомпонентный препарат транс-10-додеценилацетат показал высокую аттрактивность (98%) и видовую специфичность (95,2%). При сравнении сезонной динамики лёта нижнесторонней минирующей моли на феромонные ловушки в плодовом саду СПбГАУ в течение 2020–2023 гг. зафиксирована низкая численность в 2021 (526,6, бабочек за сезон) и 2022 гг. (454,4 имаго за сезон), когда на протяжении летнего периода наблюдались температурные аномалии, сопровождавшиеся дефицитом осадков. Вспышка массового размножения фитофага выявлена в 2023 г. (1586,7 бабочки). Умеренное развитие вредителя под влиянием абиотических факторов выявлено в 2020 г. – 1095 самцов за сезон в саду СПбГАУ и 1564,7 имаго в садовом агроценозе «Скребलोво». Более высокая численность в «Скребलोво» обусловлена географическим положением хозяйства, – Лужский район является самым южным в Ленинградской области. Пики динамики численности первого поколения яблонной нижнесторонней моли на синтетические половые аттрактанты во все годы исследований наблюдались в середине июня, второго – в начале августа.

Литература:

Прах СВ (2013) Экологизированные элементы защиты косточковых культур от вредных организмов. *Плодоводство и виноградарство Юга России* 22(4): 91–98.

## ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В АГРОЦЕНОЗЕ ГОРОХА ПОСЕВНОГО В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Е.В. Пенязь\*, А.А. Запрудский

РУП «Институт защиты растений», Республика Беларусь

\*e-mail: peniaz.k1986@mail.ru

Горох является основной зернобобовой культурой в Беларуси. Широкое распространение данной культуры обусловлено высоким содержанием белка в зерне (в среднем 20-27 %), сбалансированностью его аминокислотного состава, хорошими вкусовыми качествами и усвояемостью. За последние годы сильно возросло его кормовое значение в виде зернофуража, зеленого корма, силоса, сена, сенажа. Зерно гороха широко используют в комбикормовой промышленности. В расчете на 1 кормовую единицу оно содержит более 150 г перевариваемого протеина. Введение гороха в рацион животных существенно сокращает расход кормов на производство единицы животноводческой продукции и снижает ее себестоимость.

Горох посевной *Pisum sativum* L. spp. *sativa*, как азотфиксирующее растение, играет большую агротехническую роль. Является хорошим предшественником для большинства сельскохозяйственных культур.

Одной из причин, не позволяющей получить высокий урожай зерна гороха, является засоренность посевов. Посевы данной культуры чувствительны к чрезмерной засоренности, особенно в первую половину вегетации, что позволяет сорнякам успешно конкурировать с горохом в потреблении влаги, питательных веществ, использовании света.

Основой для формирования необходимого ассортимента высокоэффективных гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур служат данные изучения видового и количественного состава сорных растений.

Исследования проводились путем маршрутных обследований засоренности посевов гороха посевного в хозяйствах Республики Беларусь. Учеты численности сорных растений проводили наложением учетных площадок, размером 50×50 см по диагонали поля через равные промежутки. Количество учетных рамок зависело от площади поля.

В результате проведенных маршрутных обследований в 2023 г. в посевах гороха посевного выявлено 18 видов сорных растений. Доминирующими сорными растениями оказались: марь белая (24 шт./м<sup>2</sup> или 38,0 % от общего количества сорняков), просо куриное (10 шт./м<sup>2</sup> или 15,8 %), ярутка полевая (5 шт./м<sup>2</sup> или 7,9 %), пырей ползучий (6 шт./м<sup>2</sup> или 9,5 %), трехреберник непахучий (3,5 шт./м<sup>2</sup> или 5,5 %), пикульник обыкновенный (2 шт./м<sup>2</sup> или 3,1 %), горец вьюнковый (4 шт./м<sup>2</sup> или 6,3 %), пастушья сумка (4,5 шт./м<sup>2</sup> или 7,1 %), звездчатка средняя (2,5 шт./м<sup>2</sup> или 3,9 %), горец шероховатый (2 шт./м<sup>2</sup> или 3,1 %).

Таким образом, засоренность посевов гороха посевного в среднем составила 63 шт./м<sup>2</sup>. Наибольший удельный вес в структуре доминирования по численности занимали: марь белая, горец вьюнковый, пикульник обыкновенный, просо куриное, пастушья сумка и трехреберник непахучий.

## ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ БОЛЕЗНЕЙ ХРИЗАНТЕМЫ

Л.И. Савостьянова\*, О.В. Шелепова, Е.Н. Баранова

Главный ботанический сад Российской академии наук имени Н.В. Цицина  
(ГБС РАН), Москва

\*savostyanova.gbsad@yandex.ru

В настоящее время, при условии активно развивающегося импортозамещения встал вопрос о качестве отечественного цветоводства. В ГБС РАН представлена крупная коллекция хризантем, насчитывающая более 100 сортов и видов. Длительное культивирование на территории способствует появлению различных патогенов грибной и вирусной этиологии. Нами представлен способ для ранней диагностики заболеваний представителей рода *Chrysanthemum*. Выбранные для изучения сорта хризантем относятся к группе *Chrysanthemum koreanum*.

Этот способ основан на фотографировании в высокой чёткости отдельных частей растений и обработки их с помощью гиперспектрального анализа. Согласно исследованиям, (Чешкова, 2022) гиперспектральный анализ позволяет увидеть изменение спектра цвета листовой пластины, в том числе незаметное человеческому глазу.

Для сравнения с изучаемым методом был выбран аналитический метод определения содержания хлорофилла в листовой пластине. Для чистоты эксперимента на анализ по содержанию хлорофилла были отобраны те же листья, что и использовались при гиперспектральном анализе.

Анализы подтвердили теорию о возможности раннего диагностирования снижения хлорофилла. В варианте с сортом Гранат без явных признаков повреждения оказалось самое низкое содержание хлорофилла в листовой пластине около 820 мг/100 мг против сортов с явными признаками поражения, например сорт Розовая драгоценность, содержание хлорофилла около 1,535 мг/100мг.

Преимущество этого метода так же заключается в том, что с его помощью можно подсчитать процентное соотношение хлорозов и некрозов листовой пластины, что даёт возможность принятия решения о целесообразности проведения более глубоких исследований в ближайшее время. Этот метод широко изучается в последние годы и настоящее время разработан (Донец и др., 2014) полевой гиперспектральный аппаратно-программный комплекс нового поколения для дистанционного определения состояния растительности (Донец и др., 2014). В будущем теоретически возможно применение гиперспектрального анализа при использовании аэрофотосъёмки на больших площадях, для обнаружения и локализации очагов заражения на плантациях.

Работа выполнена в рамках госзадания ГБС РАН № 124030100058-4

Литература:

Чешкова АФ (2022) Обзор методов анализа гиперспектральных изображений для обнаружения и идентификации болезней растений. *Вавиловский журнал генетической селекции* 26(2):202-213. doi: 10.18699/VJGB-22-25.

Донец ВВ, Броварец АА, Бровченко ВВ (2014) *Полевой гиперспектральный аппаратно-программный комплекс нового поколения для дистанционного определения состояния растительности.*

# ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЕ ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ДЛЯ РАННЕГО МОНИТОРИНГА И ДИАГНОСТИКИ БУРОЙ РЖАВЧИНЫ ПШЕНИЦЫ, ВЫЗЫВАЕМОЙ *PUCCINIA TRITICINA*

А.Б. Терентьев<sup>1\*</sup>, А.А. Федотов<sup>2</sup>, Д.Ю. Еременко<sup>2</sup>, В.И. Долженко<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Политехнический университет имени Петра Великого, Санкт-Петербург

\*e-mail: admin@vizr.spb.ru

Раннее выявление болезней сельскохозяйственных культур является одной из важнейших задач защиты растений. Целью данной работы являлась оценка возможности раннего обнаружения ржавчины листьев пшеницы с помощью гиперспектрального дистанционного зондирования. В работе использован междисциплинарный подход, включающий гиперспектральные и спектрофотометрические методы дистанционного зондирования, а также методы обработки данных при помощи машинного обучения.

В исследованиях использовалась кадровая гиперспектральная камера Cubert Ultris 20 (Cubert GmbH, Ульм, Германия). Камера имеет рабочий диапазон от 450 до 850 нм в режиме 100 каналов с интервалом дискретизации 4 нм. Разрешение гиперспектрального изображения составляет 410 × 410 пикселей. Калибровка по черному и белому, а также калибровка расстояния и передача данных на ПК выполнялись с использованием программного обеспечения Cubert-Pilot, предоставленного производителем. Информация выгружалась для дальнейшей обработки в формате Multi-Channel TIFF со следующими параметрами: 106 каналов, 16 бит на канал. Анализ данных проводился с использованием алгоритма метода опорных векторов (SVM).

Съемка велась с четвертого по седьмой день после инокуляции каждый день в 12.00. Для каждого изображения срезалось десять первых настоящих листьев случайно выбранных растений. Каждый суточный набор (контроль и опыт) содержал по 12 изображений. Таким образом, каждый суточный набор содержал всего 240 изображений листьев, а за весь эксперимент — 960 изображений листьев, 480 здоровых и 480 больных листьев соответственно.

Получены следующие результаты: (1) анализ данных VIS-NIR-спектрометрии показал высокую корреляцию с данными гиперспектрального дистанционного зондирования; (2) выявлены наиболее важные для идентификации заболеваний диапазоны волн (502, 466, 598, 718, 534, 766, 694, 650, 866, 602, 858 нм). Точность раннего выявления заболевания составляет 97–100% и достигнута с четвертого дня после инокуляции с использованием метода опорных векторов (SVM). Таким образом, создан метод ранней диагностики листовой ржавчины пшеницы основанный на SVM-классификации изменений спектрального изображения листьев пшеницы в процессе развития заболевания, измеряемых методами гиперспектрального дистанционного зондирования.

# ВИДОВОЙ СОСТАВ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ГРИБНЫХ И БАКТЕРИАЛЬНЫХ БОЛЕЗНЕЙ АКТУАЛЬНЫХ ДЛЯ ПОЧВЕННЫХ БИОЦЕНОЗОВ КРЫМА

Н.И. Шадура, В.А. Володин, Е.П. Странишевская \*

ФГБУН «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН»

\**stranishevskayaelena@gmail.com*

Важным залогом устойчивого развития отрасли виноградарства является контроль выявления и ограничение распространения заболеваний растений на разных этапах производства посадочного материала. Особую вредоносность представляют болезни растений, передаваемые через почву, и вызывающие снижение интенсивности каллусообразования, уменьшение выхода привитых черенков и приживаемости посадочного материала, отставание в росте, потерю продуктивности, полную гибель вегетирующих растений в любом возрасте (Armijo et al., 2016).

Основные стратегии, используемые для борьбы с грибными и бактериальными болезнями, передающимися через почву: предотвращение проникновения возбудителя на новые земли, или, когда поле уже заражено, снижение вредоносности болезни за счет применения химических и биологических фунгицидов, использование для закладки насаждений сорта, имеющие гены, контролирующие устойчивость к болезням. Однако использование пестицидов не всегда позволяет эффективно бороться с хроническими болезнями, поражающими сосудистую систему растений. Методом, повышающим эффективность проведения защитных мероприятий и ограничивающим распространения патогенов, является фитосанитарный скрининг почв, пригодных для культивирования виноградных насаждений (Panth et al., 2020). Цель наших исследований заключалась в уточнении видового состава грибных и бактериальных фитопатогенов, актуальных для различных почвенно-климатических зон Крыма.

Выделение нуклеиновых кислот из почвы проводили с помощью набора «Метаген» (ООО «Синтол», Москва). Тестирование наличия грибных и бактериальных фитопатогенов проводили с помощью ПЦР (Czotter et al., 2015). Образцы почвы (150) отбирали с участков, предназначенных для высадки посадочного материала винограда. Основной растительностью, представленной на участках, являлись однодольные или двудольные сорные растения.

Установлено, что *Phytophthora* spp. и *Pythium* spp. встречаются повсеместно, без привязки к какой-либо почвенно-климатической зоне, и были выявлены в 6,8% и 6,2% образцов, соответственно. В единичных образцах почвы (2,7%) были выявлены *Verticillium* spp. и *Fusarium* spp.; они встречались на участках с фруктовыми деревьями и виноградными кустами. Наиболее распространенными бактериальными фитопатогенами в почве являлись *Agrobacterium tumefaciens* (14,0%) и *A. rhizogenes* (10,6%). *Pseudomonas syringae* был выявлен в 5,3% образцах почвы. Бактерии встречались, в основном, на участках после раскорчеванных многолетних насаждений.

Таким образом, фитосанитарный скрининг грибных и бактериальных фитопатогенов с помощью молекулярно-генетических методов позволяет точно и в короткие сроки идентифицировать возбудителей болезней и скорректировать защитные мероприятия.

## Литература:

Armijo G et al. (2016). Grapevine Pathogenic Microorganisms: Understanding Infection Strategies and Host Response Scenarios. *Front Plant Sci.* 7:382. doi: 10.3389/fpls.2016.00382.

Panth M, Hassler SC, Baysal-Gurel F (2020). Methods for Management of Soilborne Diseases in Crop Production. *Agriculture* 10(1):16. <https://doi.org/10.3390/agriculture10010016>

Czotter et al. (2015) Primers designed for the detection of grapevine pathogens spreading with propagating material by quantitative real-time PCR. *Journal of Horticultural Science* 21 (2015): n. pag.



## РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА НОВЫХ ИНВАЗИВНЫХ ФИТОФАГОВ И МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ ОТ НИХ КОЛЛЕКЦИОННЫХ РАСТЕНИЙ СОЧИНСКОГО ПАРКА «ДЕНДРАРИЙ»

Н.В. Ширяева\*, И.В. Анненкова

ФГБУ «Сочинский национальный парк», Сочи

\*e-mail: natshir@bk.ru

Для российского Черноморского побережья, в т.ч. Сочинского национального парка, в состав которого входит всемирно известный парк «Дендрарий», всё более актуальным становится вопрос проникновения на его территорию инвазивных организмов, число видов которых продолжает увеличиваться. Их успешной адаптации в парке способствует благоприятный климат, наличие широкого круга растений-хозяев, а также антропогенный фактор – рост туристических потоков. Расположенный в центре Сочи, «Дендрарий», обладающий уникальной растительной коллекцией, постоянно подвергается интенсивной рекреационной нагрузке, что сказывается на его фитосанитарном состоянии и устойчивости растений к вредным организмам.

В процессе обследований насаждений парка в течение 2012–2023 гг. обнаружены 29 новых для «Дендрария» видов инвазивных организмов, ранее отсутствовавших на территории России, из них 4 вида впервые выявлены в парке в 2023 г., 4 вида – карантинные вредные организмы, отсутствующие на территории ЕАЭС.

Установлен перечень повреждаемых новыми инвазивными фитофагами растений с указанием средней степени их повреждения по 5-балльной шкале, и на его основе составлены списки растений «Дендрария» различной степени повреждаемости (устойчивости) к ним. К слабо повреждаемым (с высокой степенью устойчивости) отнесены 31.2% таксонов, представляющих 27.3% растений, к средне повреждаемым (со средней степенью устойчивости) – 24.9% таксонов и 36.2% растений, к сильно повреждаемым (с низкой степенью устойчивости) – 43.9% таксонов и 36.6% растений. Более 1/3 растений парка являются сильно повреждаемыми, нуждаются в постоянном слежении за их состоянием, а также оперативных мерах по их защите и сохранению.

Максимальный 5-й балл вредоносности имеют 41.4% инвайдеров. С учетом садовых форм они угрожают 401 таксону и 5302 растениям, произрастающим в парке.

Из 29 проанализированных инвазивных видов фитофагов наиболее вредоносными являются 7 видов. Средний балл повреждения растений ими – от 3.5–4 (50–75%) до 5 (75–100%). Второе место по степени опасности для растений парка занимают 8 видов фитофагов, их средний балл повреждения колеблется от 2.2 до 3.3.

Наряду с выделенными сильно опасными для растений «Дендрария» 7 видами инвазивных фитофагов и занимающими 2-е место 8 видами, остальные 14 видов также должны находиться под обязательным мониторингом с целью отслеживания ситуации и при необходимости своевременного проведения мероприятий по борьбе с ними.

В ArcGIS Pro на основе максимального среднего балла повреждения таксонов созданы карты-схемы мест нахождения коллекционных растений парка «Дендрарий» различной степени устойчивости к новым инвазивным организмам.

Для практических работ, осуществляемых сотрудниками парка при проведении мониторинга и мероприятий по защите растений, создана мобильная карта, доступная в приложениях ArcGIS Field Maps на смартфонах и айфонах. При выборе конкретного растения выводится всплывающее окно, в котором перечисляются повреждающие данное растение фитофаги и балл их повреждения, а также общее количество вредителей, средний и максимальный баллы повреждения, куртина произрастания и номер растения на куртине.

Использование таких карт способствует рационализации мониторинга инвазивных фитофагов, повышению эффективности защитных мероприятий и снижению затрат на их проведение, оздоровлению и сохранению коллекции парка.

## БИОРАЗНООБРАЗИЕ ПАТОКОМПЛЕКСА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ПРЕДКАВКАЗЬЕ

А.П. Шутко\*, Н.Н. Глазунова

Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь

\*e-mail: [schutko.an@yandex.ru](mailto:schutko.an@yandex.ru)

Озимая пшеница – ведущая сельскохозяйственная культура в Ставропольском крае. Ежегодно культура занимает более 1800 тыс. га посевной площади. В 2023 г. валовой сбор (в первоначально-оприходованном весе) превысил 6600 тыс. т при средней урожайности 38,7 ц/га (<https://26.rosstat.gov.ru>). Важный фактор, ограничивающий формирование урожая озимой пшеницы – комплекс болезней и вредителей, первичными источниками инфекции при этом выступают почва и растительные остатки, в ряде случаев - семенной материал.

По результатам микологического анализа образцов почвы, проведенного специалистами Филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Ставропольскому краю, установлено, что во всех образцах присутствует фузариозная инфекция *Fusarium* spp., грибы из рода *Alternaria* и бактерии р. *Xanthomonas*. В большинстве образцов отмечено низкое содержание полезного супрессивного гриба *Trichoderma* spp.

По результатам проведенной фитоэкспертизы семян в комплексе патогенов традиционно присутствуют возбудители альтернариоза и плесневения семян. В меньшей степени - фузариоз, гельминтоспориоз, бактериоз и головневые болезни (<https://rsc26.ru/>).

Большое распространение на полях озимой пшеницы традиционно имеют корневая гниль фузариозной этиологии и такие листовые болезни как септориоз, пиренофороз и мучнистая роса. Однако на сегодняшний день в посевах озимой пшеницы уже обнаружена гибеллинозная гниль, чему способствовали благоприятные погодные условия осенне-зимнего периода 2023-2024 гг. Чередование теплых и прохладных дней на фоне сильных перепадов температур воздуха в дневное и ночное время, а также резкое потепление способствовало интенсивному развитию болезни. На сегодняшний день гибеллинозной гнилью заражено 10 тыс. га, что в 5 раз превышает показатели аналогичного периода 2023 года.

В последние годы желтая ржавчина не имела большого распространения в крае, однако продолжительная низкая температура воздуха (10-16°C) и повышенная влажность весной 2023 г. способствовали распространению болезни. Обильные осадки при оптимальных температурах воздуха +20-25°C в период цветения озимой пшеницы благоприятствовали поражению фузариозом колоса, в первую очередь при размещении культуры по предшественнику кукуруза на зерно.

Осенью 2018 г. в Ставропольском крае впервые официально зарегистрировано проявление гетероспориоза озимой пшеницы, максимальная вредоносность которого (преждевременное высыхание растений на корню в течение 1-2 суток) приходится на период колошения – налива зерна в случае установления высоких температур воздуха в сочетании с сильным ветром.

В крае отмечается заселение и повреждение всходов озимой пшеницы злаковыми мухами и цикадками. По состоянию на 10 мая 2023 г. было выявлено заселение посевов озимой пшеницы клопом вредная черепашка на площади 328,39 тыс. га или 79% от обследованной. Защитные мероприятия при этом проведены на 279,55 тыс. га.

В крае необходимы также истребительные мероприятия против мышевидных грызунов, средняя численность которых на территории края составила в декабре 2023 г. 32 норы на 1 га (при ЭПВ=30 нор на 1 га), а также саранчовых вредителей. Осенью 2023 года кубышки саранчи были выявлены на площади 200,98 тыс. га со средневзвешенной численностью 6,32 экз./м<sup>2</sup>.

## МОНИТОРИНГ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КИСЛОВОДСКИЙ»

Т.Н. Ярыльченко<sup>1\*</sup>, В.В. Юферева<sup>1</sup>, И.В. Бойкова<sup>2</sup>, О.А.Кулинич<sup>3</sup>, И.Л. Краснобаева<sup>2</sup>,  
Ю.И.Гниненко<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ Национальный парк «Кисловодский», Кисловодск

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

<sup>3</sup>Всероссийский центр карантина растений, Московская область, п. Быково

<sup>4</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, Московская область, г. Пушкино

\* e-mail: [tatnikyar@mail.ru](mailto:tatnikyar@mail.ru)

Национальный парк «Кисловодский» расположен на отрогах Джинальского хребта и центральной части Кисловодской котловины, в одном из уникальных природных регионов России – Кавказских Минеральных Водах. Первая особо охраняемая природная территория (ООПТ) федерального значения Ставропольского края создана в 2016 году. Специфику структуры природно-территориального комплекса определяет историческая основа заповедной территории – старинный, рукотворный, крупнейший в Европе, курортный лечебный парк - объект культурного наследия федерального значения. Введение в культуру интродуцированных древесных растений европейского, североамериканского и азиатского происхождения в границах парка проходило на протяжении двух столетий.

С первого года деятельности парк в сотрудничестве с профильными учреждениями реализует комплексную программу защиты растений. Она включает различные направления изучения и сохранения естественных фитоценозов и объектов озеленения, составляющих неотъемлемую часть природного и историко-культурного наследия ООПТ. В число приоритетных аспектов исследований входит мониторинг состояния филлосферы и ризосферы. Показатели формирования микробных комплексов филлосферы могут служить важными индикаторами состояния растительных объектов при различных внешних воздействиях, в том числе высокой рекреационной нагрузке, актуальной для территории Кисловодского парка. Критическая фитосанитарная ситуация, выявленная в результате лесопатологических обследований 2017-2018 гг., сложилась из-за массового поражения хвои и ветвей *Picea pungens* var. *glauca* в центральной части парка. Диагностические признаки: дехромация хвои, засмоленные участки и отмирание пятнами луба на пораженных ветвях указывали на заселение ослабленных старовозрастных деревьев патогенным микромицетом *Acanthostigma parasitica* (Hart.) Sacc. Дальнейшие мониторинговые исследования позволили обнаружить *Rhizosphaera pini* (Corda) Maublanc и *R. kalkhoffii* Bubak. на деревьях рода *Abies*. Возбудитель, вызывающий бурое шютте, *Herpotrichia juniperi* (Sacc.) Petr. выявлен также на хвое пихты. Биоразнообразие грибных и грибоподобных организмов, формирующих патоконплексы на листовой поверхности древесных покрыто- и голосеменных разновозрастных растений, представлено 27 видами микромицетов. Повышенную тревогу последние три года вызывает увядание хвои и последующее усыхание сосновых древостоев *Pinus sylvestris* и *P. nigra* subsp. *pallasiana* и др. Причины поражения филлосферы указанных видов исследуются в сотрудничестве с ФГБУ ВНИИКР, ФБУ ВНИИЛМ. Перспективное направление мониторинга фитосанитарного состояния Кисловодского парка реализуется с 2023 г. совместно с лабораторией микробиологической защиты растений ВИЗР. На первом этапе проведены исследования корнеобитаемого слоя на более 300 га лесопокрытой площади парка. Количественный и качественный анализ микробиома ризосферы хвойных и цветочно-декоративных растений показал наличие микромицетов родов: *Mucor*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Armillaria*. Бактерии, выделенные из образцов почвы, представлены непатогенными видами родов *Bacillus*, *Kurthia*, *Micrococcus*, *Brochothrix*. Выявлена высокая численность актиномицетов в исследуемых образцах: до 10<sup>8</sup> КОЕ/г почвы, что является одним из признаков её супрессивности.

**СЕКЦИЯ 2.  
ВРЕДИТЕЛИ РАСТЕНИЙ**

## ПЕРВЫЕ ОБНАРУЖЕННЫЕ ВИРУСЫ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА: ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

М.Е. Антонетц<sup>1,2\*</sup>, В.Ю. Крюков<sup>1\*</sup>, С.А. Боднев<sup>2</sup>, У.Н. Ротская<sup>1</sup>, Е.С. Косман<sup>1</sup>,  
Т.В. Трегубчак<sup>2</sup>, Т.В. Бауэр<sup>2</sup>, Д.В. Антонетц<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск

<sup>2</sup> государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор», Кольцово

<sup>3</sup> Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва

\*e-mail: [starchevskayamaria@mail.ru](mailto:starchevskayamaria@mail.ru),

Колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata*) является широко распространённым сельскохозяйственным вредителем, наносящим серьёзный ущерб посадкам картофеля по всему миру. При выращивании собранных в природных популяциях личинок колорадского жука в лабораторных условиях мы наблюдали гибель 8-35% (до 60%) особей после завершения питания и вступления в стадию предкуколки. Для всех погибших личинок были характерны специфические симптомы, указывавшие на возможность летальной инфекции. Исследование тканей погибших личинок не показало признаков заражения микроспоридиями, грибами и нематодами. Анализ бактериальных сообществ трупов на платформе Miseq Illumina показал преобладание обычных ассоциантов жука: *Pseudomonas* и разные рода энтеробактерий. Обычно такие бактерии не вызывают гибель хозяина на конкретной стадии развития. Целью нашего исследования был поиск и идентификация вирусного генетического материала в образцах личинок колорадского жука, погибших от неизвестной инфекции.

С помощью методов высокопроизводительного секвенирования были идентифицированы два ранее неизвестных РНК-содержащих вируса (Antonets et al., 2024). Генетический и филогенетический анализ показал, что геном *Leptinotarsa iflavirus 1* размером около 9.9 т.н. содержит одну открытую рамку трансляции, кодирующую полипротеин. В состав полипротеина входят функциональные домены, характерные для представителей семейства *Iflaviridae*. Другой вирус был отнесен к семейству *Soliniviridae* и получил название *Leptinotarsa solinvi-like virus 1*. Его геном имеет размер около 11,6 т.н. и также содержит одну открытую рамку трансляции, кодирующую полипротеин.

Кроме того, анализ вирусной нагрузки в инфицированных личинках с помощью количественной ПЦР показал значительно более высокий уровень фрагмента РНК-зависимой РНК-полимеразы *Leptinotarsa iflavirus 1* в образцах симптоматических мертвых личинок по сравнению со здоровыми, что указывает на активную репликацию вируса и возможную связь вирусной инфекции с наблюдаемой смертностью личинок (Antonets et al., 2024). Подтверждение и изучение инфекционности, специфичности и патогенности этих вирусов для колорадского жука является предметом наших дальнейших исследований.

Таким образом, открытие этих новых вирусов не только значительно способствует углублению нашего понимания экологии колорадского жука, но и подчеркивает потенциал для разработки инновационных методов биологического контроля с использованием вирусных агентов. Такие методы в перспективе могут предложить более специфичный и безопасный подход к управлению популяциями колорадского жука и способствовать снижению ущерба для сельского хозяйства.

Работа поддержана Российским научным фондом (проект № 22-14-00309).

Список литературы

Antonets M, Bodnev S, Rotskaya U et al. (2024) Nearly complete genome sequences of the first two identified Colorado potato beetle viruses. *Sci Rep* 14, 352. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-51093-1>

## МОНИТОРИНГ ДОМИНАНТНЫХ ФИТОФАГОВ В АГРОЦЕНОЗАХ ЯЧМЕНЯ ОЗИМОГО В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А.В. Бартош, С.В. Бойко, М.Г. Немкевич

РУП «Институт защиты растений», Республика Беларусь, Минский р-н, д/г. Прилуки  
[Bartosch@list.ru](mailto:Bartosch@list.ru)

По результатам маршрутных обследований производственных посевов ячменя озимого в различных агроклиматических зонах Республики Беларусь и опытного поля РУП «Институт защиты растений» установлено, что в условиях 2023 г. около 20 видов насекомых-вредителей вызывали снижение урожайности культуры.

В период вегетации экономическое значение в агроценозах культуры повсеместно имела пьявица красногрудая (*Ouleta melanopus* L.). Массовое заселение посевов жуками на опытном поле РУП «Институт защиты растений» (центральная агроклиматическая зона) наблюдалось в I–II декаде мая, когда растения находились в стадиях конец кущения и 1-й узел с численностью 35–46 ос./100 взмахов сачком (ЭПВ 40–50 ос./100 взмахов). Интенсивное развитие личинок отмечено в фазе колошения (I декада июня) – 0,62–1,0 ос./стебель (ЭПВ 0,5–0,7 ос./стебель), большая часть которых располагалась на втором сверху листе (68,2 %). Степень повреждения флагового листа вредителем варьировала от 22,3 до 31,2 %. В период выход в трубку – колошение при учетах отмечены имаго стеблевых блох: южной (*Chaetocnema aridula* Gyll.), обыкновенной (*Ch. hortensis* Geoffr.) – 3–21 ос./100 взмахов сачком (ЭПВ 30,0 ос./100 взмахов сачком). В середине колошения на растениях плотность ложногусениц листовых пилильщиков составила 0,31–0,38 ос./стебель, степень повреждения флагового листа – 5,2–7,3 %. Из видов пилильщиков доминировали: долерус полевой (*Dolerus puncticollis* Thoms.) (34,3 %), долерус ржаной (*D. niger* L.) (13,7 %) и селандрия злаковая (*Selandria serva* F.) (10,8 %). Также в этот период отмечено массовое развитие тлей (большая злаковая *Sitobion avenae* F. и обыкновенная злаковая *Schizaphis graminum* R., розанно-злаковая *Metopolophium dirhodum* Walk.) – 6,5 ос./стебель, в конце колошения 6,2 (ЭПВ 3,5 ос./стебель), фитофагами заселено 76–82 % обследуемых растений. В новой агроклиматической зоне наибольший вред растениям наносили сосущие вредители – клопы рода *Aelia*, в фазе колошения учитывалось 12,1–46,9 ос./м<sup>2</sup> (ЭПВ в Российской Федерации – 2–3 ос./м<sup>2</sup>) и рода *Eurygaster* – 0,8–1,3 ос./м<sup>2</sup>.

В осенний период 2023 г. в период прорастание – развитие листьев в производственных посевах культуры из почвообитающих вредителей во всех агроклиматических зонах доминировал щелкун посевной полосатый (*Agriotes lineatus* L.) с численностью 20,6–21,3 ос./м<sup>2</sup> почвы (ЭПВ 20–24 ос./м<sup>2</sup> почвы), поврежденность растений в стадии начало кущения достигала 13,7 %. На опытном поле РУП «Института защиты растений» вредителем повреждено 7,0 % растений сорта Титус, 12,2 – Тереза, 12,1 – Изоцел, 12,0 – Бажант, 10,0 – Дипло и 10,6 % – Буслик. В центральной агроклиматической зоне в стадии 1-го–2-х листьев ячменя озимого (II–III декада сентября) учитывалось ячменной шведской мухи (*Oscinella pusilla* Mg.) кошением энтомологическим сачком в среднем 48 ос./100 взмахов (ЭПВ 25–30 ос./единицу учета), на желтых клеевых ловушках – 44 ос./ловушку за 4 дня. При проведении учетов в Брестской, Гомельской, Витебской, Могилевской и Минской областях в период развития листьев отмечена высокая заселенность (10,0–44,0 %) растений тлей (черемуховой *Rhopalosiphum padi* L. и большой злаковой) амфигонного поколения с численностью 0,1–1,08 ос./стебель. В условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений» в этот период выкашивалось цикадок до 1200 ос./100 взмахов сачком (ЭПВ 2100–2300 ос./100 взмахов сачком) с доминированием полосатой (*Psammotettix striatus* L.), шеститочечной (*Macrostelus laevis* R.) и темной (*Calligypona striatella* Fall.).

Изучение видового состава вредителей ячменя озимого и периодов их наибольшей вредоносности в разных агроклиматических зонах республики позволяет разработать мероприятия по защите культуры для каждого конкретного агроценоза и уязвимой стадии развития.

## ЗАЩИТА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ

С.В. Бойко, М.Г. Немкевич

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки Минского района, Республика Беларусь  
e-mail: svetlanaboiko@tut.by

В вегетационном сезоне 2023 г. в Республике Беларусь посевные площади под озимыми и яровыми зерновыми культурами составляли 1280,9 тыс. и 485,4 тыс. га, соответственно, со средней урожайностью зерна 27,4 ц/га. Один из ключевых факторов, сдерживающий рост урожайности и снижающий качество зерна, – повреждение культур различными видами фитофагов как на начальных стадиях развития, приводящее к гибели растений, так и во второй половине вегетации, когда повреждаются листовая пластинка и колос культур. Ежегодно с пороговой численностью в агроценозах зерновых культур учитываются *Agriotes lineatus* L. и *Hemicrepidius hirtus* Hrbst., *Oscinella pusilla* Mg., *Phyllotreta vittula* Redtenb., *Chaetocnema aridula* Gyll., *Dolerus puncticollis* Thoms., *D. niger* L. и *Selandria serva* F. Высокой распространенностью и вредоносностью на территории страны обладает *Oulema melanopus* L.: в очагах процент поврежденности флагового листа составляет 39,8–63,4 %. Раз в 2–3 года отмечается высокая численность и заселенность растений *Sitobion avenae* F. и *Rhopalosiphum padi* L. В Гомельской области в посевах колосовых культур доминируют *Aelia acuminata* L., *A. rostrata* Boh., *Eurygaster maura* L., *Eu. testudinaria* Geoffr., *Anisoplia segetum* Herbst. В 2021–2022 г. в агроценозах впервые установлена вредоносность *Delia coarctata* Fall., *Trachelus troglodyta* F., мух рода *Cerodontha*.

Предпосевная обработка семенного материала препаратами инсектицидного и инсектицидно-фунгицидного действия – наиболее перспективный метод защиты растений в период всходы–начало кушения. Биологическая эффективность однокомпонентных препаратов инсектицидного действия против личинок щелкунов и шведских мух на основе имидаклоприда в среднем за 2020–2022 гг. на яровых культурах составила 80,0–90,6 и 81,0–83,3 % соответственно, на озимых против проволочников – от 80,0 до 85,7 %. Применение двухкомпонентных и комбинированных препаратов для предпосевной обработки семян яровых культур в условиях 2006–2021 гг. обеспечило в среднем снижение поврежденности растений личинками щелкунов на 80,6–91,4 %.

Эффективный контроль (85,7–100 %) хлебных блох обеспечивает применение инсектицидов, внесенных в фазе развития 1–2 листьев яровых зерновых культур – Стихия, МЭ, Острог, МК, Эсперо, КС, что позволяет сохранить дополнительно 1,3–6,5 ц/га урожая зерна или 2,1–16,3 % по отношению к варианту без обработки. Исследования по защите от ложногусениц настоящих пилильщиков показали высокую биологическую эффективность (86,5–100 %) инсектицидов Борей, СК, Фаскорд, КЭ, Молния Дуо, КС, Галил, КС, Декстер, КС, при этом сохранено зерна 0,8–6,4 ц/га зерна или 1,5–10,0 %.

Применение инсектицидов в отношении личинок пьявицы как в посевах озимых, так и яровых культур обеспечивает значительное снижение плотности популяции вредителя: Молния Дуо, КС – на 91,9–98,6 %, Аркуэро, КС – на 81,0–97,4 %, Эфория, КС – на 94,6–100 %, Эсперо, КС – на 88,9–95,5 %, Борей, СК – на 91,2–97,0 %, что обеспечило сохранение урожая зерна 1,0–2,8 ц/га или 1,5–6,0 %. Все рекомендуемые для применения инсектициды с различными действующими веществами из «Государственного реестра средств защиты растений ...» обеспечивают высокую гибель настоящих тлей – 84,2–94,0 %.

В производственных посевах тритикале озимого в 2023 г. по защите от клопов эффективность инсектицида Галил, КС составила 80,5–98,3 %, Децис Эксперт, КЭ – 82,0–98,9 %, сохранено зерна 4,8–6,5 ц/га или 17,1–23,1 % (Галил, КС) и 5,1–6,9 ц/га или 18,1–24,6 % (Децис Эксперт, КЭ).

Таким образом, насекомые-фитофаги – постоянный компонент агроценозов зерновых колосовых культур, который может вызвать серьезные потери количества и качества урожая зерна. Химическая защита растений – это важный элемент в технологии возделывания культур, который позволяет получать стабильно высокие валовые сборы зерна.

## ИЗМЕНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛИСТЬЕВ ЧЕРЕМУХИ ОБЫКНОВЕННОЙ ПРИ ЗАРАЖЕНИИ ГАЛЛОВЫМ КЛЕЩОМ *ERIOPHYTES PADI*, *NALEPA*

А.К. Валиева\*, И.В. Кузьмин, Л.А. Иванов, Л.А. Иванова

Тюменский Государственный университет, Тюмень

\* E-mail: [a.k.valieva@utmn.ru](mailto:a.k.valieva@utmn.ru)

Галлы – новообразования на органах растений, возникающие в результате воздействия на растение организма-галлообразователя. Среди типов галлов, индуцированных клещами, одними из наиболее распространенных и изученных являются мешковидные и рожковидные листовые галлы. Однако, воздействие галлообразования на структуру и функцию листа изучено недостаточно. Цель данного исследования – изучить влияние галловых клещей на связанные с углеродным и водным балансом функциональные показатели листьев черемухи. Исследования проводили в июле-августе 2022 года, в окрестностях г. Тюмени в пойменных зарослях черемухи. У здоровых листьев и листьев с рожковидными галлами, вызванными клещом *Eriophyes padi* Nalera, измеряли интенсивность фотосинтеза и транспирации, содержание фотосинтетических пигментов и количественных показателей основной фотосинтетической ткани листа – мезофилла. Результаты исследований показали, что у зараженных листьев снижались максимальная интенсивность фотосинтеза и транспирации, а также общая проводимость листа для углекислого газа и устьичная проводимость. Заражение галловыми клещами приводило к структурным изменениям фотосинтетического аппарата: у зараженных листьев снижалось число клеток губчатого мезофилла на единицу площади листа, происходило уменьшение размеров хлоропластов. Изменения количественных параметров клеток и хлоропластов приводили к снижению общей поверхности клеток и хлоропластов, прежде всего губчатого мезофилла. Данные показатели являются интегральными параметрами, характеризующими площади поверхностей (мезофилла и пластидного аппарата), через которые происходит диффузия CO<sub>2</sub> внутри листа. Чем больше площадь поверхности обмена, тем выше скорость диффузии углекислого газа внутрь клеток мезофилла и хлоропластов. Заражение галловыми клещами не влияло ни на содержание фотосинтетических пигментов, ни на соотношение разных пигментных форм – хлорофиллов а, b и каротиноидов. Сделан вывод о том, что снижение фотосинтетической способности листьев черемухи при галлообразовании, вызванном клещами, обусловлено снижением устьичной проводимости, а также структурными изменениями мезофилла листа, приводящими к снижению площади поверхности мезофилла и уменьшению его проводимости для CO<sub>2</sub>.



## ИТАЛЬЯНСКИЙ ПРУС *CALLIPTAMUS ITALICUS* НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И В КАЗАХСТАНЕ: ЧТО ГОТОВИТ НАМ БУДУЩЕЕ?

И.А. Ванькова<sup>1\*</sup>, В.В. Молодцов<sup>1</sup>, М.К. Чильдебаев<sup>2</sup>, Н.С. Батурина<sup>1</sup>,  
О.В. Ефремова<sup>1</sup>, В.Д. Жарков<sup>1</sup>, М.Н. Ким-Кашменская<sup>1</sup>, К.В. Попова<sup>1</sup>,  
М.Г. Сергеев<sup>1,3\*\*</sup>

<sup>1</sup>Новосибирский государственный университет

<sup>2</sup>Институт зоологии, Алма-Ата

<sup>3</sup>Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск

\*e-mail: [i.vankova@g.nsu.ru](mailto:i.vankova@g.nsu.ru), \*\*[mgs@fen.nsu.ru](mailto:mgs@fen.nsu.ru)

Моделирование пространственно-временного размещения популяций опасного вредителя, итальянского пруса, позволяет выявить потенциальные очаги массового размножения и предсказывать будущие вспышки численности вида.

Сгенерированы картографические модели географического распространения итальянского пруса методом максимальной энтропии для известных точек на основе максимально возможного набора биоклиматических переменных для 1970–2000 гг. Установлено, что для популяций данного вида в восточной части ареала главные параметры, влияющие на особенности пространственного распределения, – это среднегодовые температуры, среднемесячные амплитуды температуры, минимальные температуры самого холодного месяца и сумма осадков самого влажного квартала, а также сезонные вариации осадков.

Для итальянского пруса для периодов до 1960, 1961–1997, 1998–2021 гг. (после основной вспышки массового размножения) не прослеживаются какие-то заметные сдвиги границ ареала на север, северо-восток и восток. Не выявлены и явные перестройки в размещении популяций вида. Вместе с тем условия в степях и полупустынях юга Западной Сибири и Восточного Казахстана в период до 1960 г. и после 1998 г. выглядят более благоприятными, чем в десятилетия между ними. В целом это соответствует заметным массовым размножениям итальянской саранчи в 1930-е и 1940-е гг. и в 1998–2002 гг. Обобщенная модель, построенная по всему массиву точек находок вида до 2022 г., в целом соответствует моделям для трех временных промежутков. На карте хорошо видны оптимальные для итальянской саранчи районы на юго-востоке Западно-Сибирской равнины (в первую очередь в Кулундинской степи), в Восточном и Юго-Восточном Казахстане.

Анализ фенотипической изменчивости популяций итальянского пруса во время вспышки 1998–2002 гг. в Кулундинской степи показал, что индекс стадности был максимальным в 1999 г. в пределах районов, наиболее благоприятных для вида. Ближе к северо-восточному краю ареала этот показатель не превышал значений, характерных для одиночной фазы.

Значительное сходство локальных популяций вида, выявленное по фенотипическим признакам и характерное для его популяций в периоды депрессии, во время вспышки в целом еще более увеличивается, благодаря морфофизиологическим изменениям и активным миграциям.

Прогнозные модели демонстрируют возможность расширения ареала вида на север и даже северо-восток (например, в район современной Канско-Ачинской лесостепи), но при этом сохраняется высокая значимость и современных районов размножения итальянской саранчи.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского научного фонда (22-66-00031).

# ИЗМЕНЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ОСЕННИХ ПОКОЛЕНИЙ *Rhopalosiphum padi* (L.) В ПЕРИОД МАССОВОГО ЛЁТА В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Б. Верещагина<sup>1\*</sup>, Е.С. Гандрабур<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\*e-mail: [aphidabver@gmail.com](mailto:aphidabver@gmail.com)

Динамика численности насекомых зависит от ряда факторов: погоды, кормового растения, энтомофагов, структуры популяций, взаимоотношения которых очень сложны и особенно важны для видов, склонных к вспышкам массового размножения (Фролов, 2017). Прогнозы численности тлей остаются неточными, а скрытые адаптивные возможности видов со сложными жизненными циклами далеко не выявлены (Hardy et al., 2015).

Черemuхово-злаковая тля *Rhopalosiphum padi* (L.) характеризуется двудомностью и мигрирует между зимним (черемуха обыкновенная *Padus avium* Mill.) и летними хозяевами (сем. Роасеae). Хотя жизненный цикл этого вида довольно хорошо изучен (Emden, Harrington, 2017), мониторинг численности осенних ремигрантов, ответственных за объем весенних поколений в различных локациях Ленинградской обл., не ведется.

Цель работы: изучение обилия *R. padi* в Пушкине, Рождествено, Вырице и Кронштадте в осенний период. Работа проводилась в течение 2020-2023 гг. на многолетних деревьях.

Показано, что численность осенних поколений тесным образом связана с длительностью теплого периода. Так, в 2020 г. отмечены необычайно высокие плотности половых самок (912.3/100 листьев) и яиц (67.4/100 почек) в условиях теплого сентября (+12.7°C), октябрь (+8.1 °C) и самый поздний листопад за четыре года (1.11). Наименьшая плотность была найдена в Рождествено. 2021 г. характеризовался жарким летом. В июле температуры достигали +33 °C. Из-за жары, особенно в Вырице, листья черемухи заметно усохли и опали. Сентябрь (+9.3 °C) и октябрь (+5.6 °C) были холодными. Заселенность листьев и почек тлями резко снизилась по сравнению с 2020 г. Сентябрь 2022 г., отличался относительно низкими температурами (+8.9°C), а октябрь высокими. Год выделялся существенным преобладанием пауков среди энтомофагов, особенно в Пушкине, Рождествено и Кронштадте (до 68 особей/100 побегов). В Вырице тли летели не активно. Очень теплый сентябрь (+15.3 °C), несмотря на холодный октябрь (+4.6°C) в 2023 г., способствовал высокой численности тлей в период их максимума. В результате двухфакторного дисперсионного анализа выявлено, что максимальная численность полоносок (1), половых самок (2) и яиц (3) достоверно зависела от условий года ( $F_1=24,1$ ;  $F_2=30,1$ ;  $F_3=51,1$ ), региона ( $F_1=4,9$ ;  $F_2=2,5$ ;  $F_3=7,1$ ) и взаимодействия обоих факторов ( $F_1=8,2$ ;  $F_2=4,1$ ;  $F_3=5,4$ ). Плотность яиц тлей положительно коррелировала с плотностью половых самок в период их максимума ( $r=0,9$ ;  $p=0,00$ ;  $r^2=0,82$ ). Выявлено влияние сильного ветра на листопад и численность тлей: в сентябре 2020 г. количество листьев за сутки снижалось на 7,4-15%, гинопар на 30-31%, овипар на 11-48%. В результате ливней в сентябре 2022 г. количество листьев за 2-е суток снизилось на 0,7-12,3%; количество полоносок на 16,7-46,1%; а плотность половых самок увеличилась на 8,2-48,4% вследствие миграций полоносок на оставшиеся листья.

Таким образом, отмечены тенденции изменений максимальной численности *R. padi* в Ленинградской обл. в целом и ее вариации в отдельных локациях, связанные с местными факторами окружающей среды.

Список литературы

Фролов А.Н. (2017) Динамика численности и прогноз массовых размножений вредных насекомых: исторический экскурс и пути развития. Аналитический обзор. - Вестник защиты растений, 4(94): 5–21.

Emden van H.F., Harrington R. (Eds.) (2017) Aphids as Crop Pests. 2-nd edition. Wallingford: CAB International Publishing series. London, UK, 686 p.

Hardy N.B., Peterson D.A., Carol D. von Dohlen C.D. (2015) The evolution of life cycle complexity in aphids: Ecological optimization or historical constraint? *Evolution*. 69(6): 1423–1432.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНСЕКТИЦИДА БОРЕЙ НЕО, СК ПРОТИВ СТЕБЛЕВОГО КАПУСТНОГО СКРЫТНОХОБОТНИКА В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ СУРЕПИЦЫ

С.А. Гайдарова<sup>1\*</sup>, А.А. Запрудский<sup>2</sup>

<sup>1</sup> РУП «Институт защиты растений»

<sup>2</sup> РУП «Институт защиты растений»

\* e-mail: svetlanagaidarova@yandex.ru

В последние годы в Республике Беларусь стали уделять особое внимание озимой сурепице, семена которой обладают высокой масличностью, в них содержится 45–50 % жира и 22–27 % белка, 0 % эруковой кислоты и 10–15 мкМоль/г глюкозинолатов. Также озимая сурепица является ценной кормовой культурой. В 1 кг зеленой массы содержится 0,12 к. ед., 16 г переваримого протеина, 2,3 г кальция, 0,1 г фосфора и 40–50 мг каротина.

Одной из причин, сдерживающих рост урожая и валовый сбор озимой сурепицы, является повреждение культуры вредителями.

Из комплекса вредных организмов, встречающихся в посевах культуры, ежегодно существенный вред наносят стеблевые скрытнохоботники: большой рапсовый *Ceutorhynchus napi* Gyll. и стеблевой капустный *C. pallidactylus* Marsh. (= *quadridens* P.). Наиболее распространенным является стеблевой капустный скрытнохоботник.

В республике фитофаг развивается в одном поколении. Весной, когда температура верхнего слоя почвы прогревается до 8–9 °С, имаго покидает места зимовки. После питания, полового созревания и спаривания происходит откладка яиц, преимущественно в черешки листьев или в стебли. Внешне сложно распознать повреждение этим жуком, так как растение продолжает расти. Место яйцекладки круглое и окружено белым кольцом отмершей ткани. Личинки питаются внутри центральной листовой жилки, черешках и стеблях.

По результатам маршрутных обследований в 2022–2023 гг. выявлено, что фитофагом было заселено 39,6–47,4 % площади. При этом поврежденность стеблей личинками стеблевого скрытнохоботника колебалась от 80 до 100 %.

Целью наших исследований было изучить эффективность инсектицида Борей Нео, СК (альфа-циперметрин, 125 г/л + имидаклоприд, 100 г/л + клотианидин, 50 г/л) против стеблевого капустного скрытнохоботника в посевах озимой сурепицы.

Исследования проводили на опытном поле РУП «Институт защиты растений» Минского района Минской области в 2022 г. в посевах озимой сурепицы сорта Вероника. Агротехника возделывания культуры – общепринятая для данной агроклиматической зоны. Повторность опыта – четырехкратная, площадь делянки – 15 м<sup>2</sup>. Оценка эффективности инсектицида Борей Нео, СК против стеблевого скрытнохоботника сравнивали с вариантом без обработки. Хозяйственную эффективность рассчитывали по вариантам опыта с последующей статистической обработкой.

Результаты исследований показали, что биологическая эффективность трехкомпонентного системного инсектицида Борей Нео, СК на третий день после обработки составила в норме расхода 0,1 л/га – 82,6 %, в норме расхода 0,12 л/га – 84,5 %. На седьмой день учета различия в биологической эффективности между вариантами Борей Нео, СК 0,1 и 0,12 л/га были не существенными и составили 63,7–66,1 %.

Анализ стеблей показал, что снижение поврежденности стеблей личинками капустного стеблевого скрытнохоботника колебалось от 71,4 % (0,1 л/га) до 72,9 % (0,12 л/га).

Оценка хозяйственной эффективности показала, что применение инсектицида Борей Нео, СК (0,1–0,12 л/га) позволило достоверно сохранить 1,1–1,3 ц/га семян озимой сурепицы.

Таким образом, применение инсектицида Борей Нео, СК с нормами расхода 0,1–0,12 л/га в оптимальные сроки позволяет снизить потенциальную вредоносность фитофага и сохранить урожай.

# ОСОБЕННОСТИ ОСЕННЕЙ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ *Rhopalosiphum padi* (L.) В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.С. Гандрабур<sup>1\*</sup> А.Б. Верещагина

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\*e-mail: helenagandrabur@gmail.com.

Необходимость сдерживания численности вредителей требует глубоко знания ее динамики (Фролов, 2017). Цель работы: дать характеристику динамичности популяционного роста вредителя зерновых культур - тли *Rhopalosiphum padi* (L.), а также факторов, влияющих на массовость вредителя в Ленинградской обл. Работу проводили, учитывая тлей на дикорастущей черемухе обыкновенной *Padus avium* Mill. в течение 2020-2023 гг.

Жизненный цикл *R. padi* включает 8 морф. Осенью наблюдаются ремигранты: гинопары, несущие половых самок (овипар) и самцы. Появление осеннего поколения *R. padi* в первую очередь определяется сокращением фотопериода. В процессе ремиграции сначала появлялись гинопары (последняя декада августа), затем самцы (в течение сентября), первые яйца – конец сентября, начало октября. Известно, что до черемухи осенью долетает 0.6-1.0% ремигрантов со злаков по причине гибели при миграции и низкой избирательной способности. Действительно, мы находили на *P. avium* отдельных особей других видов тлей *Hyalopterus pruni* Geoffr и *Anoecia corni* F., а также *R. padi* и *A. corni* на *P. serotina* Ehrh., но овипары не доживали до имаго. Однако узкая пищевая специализация первого весеннего поколения тлей требует выбора только черемухи.

На численность ремигрантов влияет температура воздуха. Например, в Пушкине в 2020 г. при высоких среднемесячных температурах в сентябре и октябре к концу сентября количество гинопар за неделю увеличилось в 6.1 (11.8 -72.0), овипар - в 10 раз (43.4-441.0), а через неделю еще в два раза. При теплом сентябре в 2023 г. (+15.3°C) количество овипар за декаду к 09.10 в среднем увеличилось в 2.7, а в Рождествено в 7.9 раз. Численность мигрантов детерминируется также клональной структурой популяции *R. padi*, для которой характерна межгодовая динамичность, как по способности клонов к размножению, так и по скорости образования ремигрантов. Такая специфика клонов проявляется в накоплении тлей на хозяевах к концу лета и сроках ремиграции. Логично предположить, что разнообразие и пригодность злаковых трав для развития *R. padi* будет влиять на численность осенних мигрантов. В этот период огромное значение приобретают дикорастущие злаки, которые еще плохо изучены в качестве кормовых для тлей (Jarosik et al., 2003). Лёт тлей прекращается с окончанием листопада. Однако, овипары продолжают откладку яиц у почек еще не менее недели. Повышение температуры в начале ноября в 2023 г. после заморозков в конце октября позволило выявить высокую холодоустойчивость овипар и способность откладывать еще по 1-3 яйца. Пока неизвестно, питались ли тли в это время. Количество яиц на первичном хозяине, определяет численность весенней популяции тлей. Наличие неполноциклов или «смешанных» клонов *R. padi* в Ленинградской обл. еще не изучено.

Колонии *R. padi*, образованные на черемухе осенью, несмотря на малочисленность и отсутствие больших количеств пади в отличие от весенних, привлекают энтомофагов. Следует отметить отсутствие муравьев, отпугивающих энтомофагов. Осенью среди хищников доминируют пауки и сирфиды во всех регионах. Когда их количество резко снижается в связи с похолоданием и опадением листьев, возрастает количество яиц.

Список литературы

Фролов А.Н. (2017) Динамика численности и прогноз массовых размножений вредных насекомых: исторический экскурс и пути развития. Аналитический обзор. *Вестник защиты растений*, 4(94):5–21.

Jarosik, V., Honek, A. and Dixon, A.F.G. (2003) Natural enemy ravine revisited: the importance of sample size for determining population growth. *Ecological Entomology* 28, 85–91.

## РАЗНООБРАЗИЕ И СТРУКТУРА МИТОХОНДРИАЛЬНЫХ ГЕНОМОВ ГАЛЛОВЫХ КЛЕЩЕЙ (ACARIFORMES, ERIOPHYOIDEA)

В.Д. Ганкевич<sup>1</sup>, Ф.Е. Четвериков<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ЗИН РАН, 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 1.

Обширное надсемейство Eriophyoidea (четыреугольные или галловые клещи) включает порядка 5 тысяч видов. Это микроскопические облигатные фитопаразиты, для которых характерно упрощенное морфологическое строение и высокая гостальная специфичность. Среди хелицерат эриофиоиды наряду с паутиными клещами (надсем. Tetranychoidae) относятся к числу наиболее опасных вредителей растений, в том числе агрокультур, таких как томат, земляника, смородина, манго, личи, разнообразные злаковые и луковичные. Систематика галловых клещей разработана слабо и в целом не отражает филогенетические отношения в группе Eriophyoidea. Большая часть классических исследований, посвященных систематике галловых клещей, основывалась на морфологических и морфометрических характеристиках. При этом в силу выраженной тенденции к миниатюризации большая часть морфологических характеристик представителей этого надсемейства – плезиоморфии и гомоплазии. Немногочисленные работы, направленные на реконструкцию кладогенеза Eriophyoidea на основе анализа последовательностей отдельных ядерных (rDNA) и митохондриальных (Cox1, 12S, 16S) маркерных генов, пока не дали результата. Возможно, эту проблему удастся решить с использованием филогеномного подхода, в частности в ходе сравнительного митогеномного исследования. Мы получили полнокольцевые митохондриальные геномы 28 видов галловых клещей из 15 родов, провели аннотацию генов, оценили варьирование порядка митохондриальных генов у изученных таксонов и построили филогенетическое дерево Eriophyoidea на основе анализа 13 белок-кодирующих митохондриальных генов. В результате проведенных работ были выявлены консервативные кластеры генов в митогеномах галловых клещей, типичные для представителей не только группы Acariformes, но и для Arthropoda в целом. Также обнаружены участки митогенома с высокой вариабельностью в порядке расположения генов, и единичные транслокации, уникальные для отдельных родовых и надродовых таксонов, затрагивающие консервативные кластеры. В целом различия в структуре митогеномов более выражены между неродственными группами клещей, связанными с филогенетически дистантными группами растений-хозяев, а молекулярные клады, соответствующие морфологически четко очерченным таксонам галловых клещей, имеют высокую поддержку на митохондриальной кладограмме. Полученные результаты показывают, что митогеномный подход действительно эффективен для разрешения дивергенций Eriophyoidea на высоком таксономическом уровне и должен масштабнее использоваться в целях реконструкции путей эволюции фитопаразитических клещей.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ 23-24-00063

## ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ 16S РДНК ФИТОПЛАЗМ ИЗ ГОСУДАРСТВЕННОЙ КОЛЛЕКЦИИ ФИТОПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

Н. В. Гирсова<sup>1</sup>, Д. В. Ерохин<sup>1</sup>, Д. А. Воробьев<sup>1</sup>, Д. З. Богоутдинов<sup>1</sup>, Т. Б. Кастальева<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии,

рп. Большие Вязёмы Московской области, ул. Институт, ВНИИФ, стр. 5, 143050 Россия

\* e-mail: kastalyeva@yandex.ru

Фитоплазмы – это бактерии класса Mollicutes, лишенные клеточной стенки, облигатные патогены, с широким кругом растений-хозяев и промежуточных хозяев – насекомых отряда Hemiptera. Фитоплазмы поражают вегетативные и генеративные органы растений, вызывают стерильность и гибель отдельных частей или всего растения. Всецело зависят от хозяина, не способны расти в бесклеточной питательной среде. Внутри таксона ‘*Candidatus Phytoplasma*’– рода, к которому относят фитоплазмы, наблюдается значительное разнообразие: насчитывают около 40 групп, более 150 подгрупп, принадлежащих к 48 видам [1].

Секвенирована частичная последовательность 16S рДНК двенадцати изолятов фитоплазм, выделенных в составе суммарной ДНК из девяти видов растений: дурмана индийского (*Datura metel* L.), винограда культурного (*Vitis vinifera* L.), граба восточного (*Carpinus orientalis* Mill.), картофеля (*Solanum tuberosum* L.), клевера ползучего (*Trifolium repens* L.), опунции вариегатной (*Opuntia monacantha* Haw.), томата (*Solanum lycopersicum* L.), хмеля обыкновенного (*Humulus lupulus* L.) и яблони домашней (*Malus domestica* Borkh.). Тотальная ДНК была выделена из растений с симптомами инфицирования фитоплазмами и хранилась в Государственной коллекции фитопатогенных микроорганизмов ВНИИФ при температуре –20 °С разное количество лет (от 3-х до 15-и). Десять последовательностей, из числа секвенированных, были депонированы в базе данных Международного NCBI GenBank. Неполную последовательность гена 16S рДНК амплифицировали, используя метод “вложенной” ПЦР (nested PCR), сначала с праймерами P1/16Sr-SR, а затем с праймерами R16F2p/R16R2 [2]. После электрофореза в агарозном геле ДНК элюировали из полосы, соответствующей фрагменту 1.2 Kb, подвергали очистке и использовали для создания библиотек. Секвенирование ДНК-библиотек выполняли на секвенаторе MiSeq (Illumina, США). Сборку последовательностей после секвенирования осуществляли с помощью программы QIAGEN Clustal Genomics Workbench 22 V.22.0.1. Для сравнения последовательностей 16S рДНК использовали программу MEGA 5.2, а в качестве эталонов – соответствующие последовательности из базы данных GenBank [3]. Ранее с использованием ПДРФ-анализа было установлено, что фитоплазмы принадлежали к семи таксономическим группам: 16SrI, 16SrII, 16SrIII, 16SrV, 16SrVI, 16SrX и 16SrXII. Анализ частичной последовательности 16S рДНК секвенированных изолятов показал, что 11 из них имели более 99% идентичности с референсными (эталонными) изолятами соответствующей группы/подгруппы. Изолят из картофеля был определен как наиболее близкий к группе 16SrI, но его идентичность с референсным изолятом (Асс. No. M30790) не превышала 97,98%, что с учетом последних изменений в таксономии фитоплазм и необходимости наличия 98,65% сходства [3], не позволяет отнести его к этой группе. ПДРФ анализ показывал, что изолят из хмеля принадлежал к группе 16SrXII, но характер разрезания эндонуклеазами не вполне соответствовал наиболее распространенной в РФ подгруппе 16SrXII-A. Секвенирование показало, что этот изолят имеет 99,9% сходства с референсным изолятом из вьюнка полевого (*Convolvulus arvensis* L.) (JN833705), т. е. относится к виду, родственному *Ca. P. convolvuli* (подгруппа 16SrXII-H). На территории РФ этот вид фитоплазмы обнаружен и секвенирован впервые.

Список литературы

1. Wei W., Zhao Y. (2022) *Biology*, 11(8): 1119.
2. Duduk B. et al. (2013) *Phytoplasma: Methods and Protocols. Methods in Molecular Biology / Eds. M. Dickinson and J. Hodgetts. New York: Humana Press, 938: 159-170.*
3. Bertaccini A. et al. (2022) *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 72(4): 005353.

## ВЛИЯНИЕ АТТРАКТИВНЫХ СВОЙСТВ СЕМИОХЕМИКОВ И СЕМИОФИЗИКОВ НА ИМАГО ХЛОПКОВОЙ СОВКИ

И.В. Грушевая<sup>1\*</sup>, А.Г. Конончук<sup>1</sup>, А.А. Мильцын<sup>1</sup>, Н.В. Вендило<sup>2</sup>, С.В. Стулов<sup>2</sup>,  
С.Д. Каракотов<sup>2</sup>, А.Н. Фролов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, г. Санкт-Петербург

<sup>2</sup>АО «Щелково Агрохим», г. Щелково, Московская область

\*e-mail [grushevaya\\_12@mail.ru](mailto:grushevaya_12@mail.ru)

Управление поведением насекомых-вредителей в защите растений с помощью композиций семиохемиков (феромонов, алломонов, кайромонов и синомонов) и семиофизиков (стимулов физической природы) представляется перспективным для изучения. Хлопковая совка *Helicoverpa armigera* (Hbn.) считается одним из самых вредоносных для сельского хозяйства многоядным фитофагом. В мониторинге имаго хлопковой совки принято использовать ловушки, снабженные синтетическими половыми аттрактантами (СПА). В литературе в отношении хлопковой совки отсутствуют данные о влиянии на поведение этого насекомого сочетания световых сигналов и синтетического полового аттрактанта. Немногочисленны данные об использовании светодиодов и семиохемиков в мониторинге хлопковой совки. Известны единичные работы, в которых сообщается о значительном приросте аттрактивности у комбинаций семиохемика и семиофизика для других чешуекрылых насекомых. В период лёта имаго хлопковой совки первого поколения на посевах кукурузы в двух пунктах Краснодарского края проводились испытания комбинаций семиохемика и семиофизика для имаго хлопковой совки. В мониторинге использовали модифицированные воронкообразные ловушки контейнерного типа. Основными элементами модификации ловушки были платы с двумя УФ светодиодами, излучающими свет длиной волны 365 нм в противоположные друг от друга стороны, и управляющее устройство, позволяющее автоматически переключать питание светодиодов в ловушке в зависимости от освещенности окружающей среды. В качестве СПА для хлопковой совки использовали произведенную в АО «Щелково Агрохим» смесь 97:3 Z-11-гексадеценаля и Z-9-гексадеценаля на резиновом носителе (100 мкг/диспенсер). По результатам исследований было отмечено отсутствие нецелевых видов насекомых за исключением зеленых кузнечиков в ловушках со светодиодами, как и в ловушках с другими вариантами приманок. Наиболее аттрактивными для имаго хлопковой совки оказались ловушки с СПА и УФ светодиодами. При проведении испытаний были выявлены статистически достоверные различия в отловах имаго насекомого-вредителя на разные приманки. Эффект синергии во взаимодействиях СПА и световых сигналов по аттрактивности для имаго вредителя удалось доказать при  $p_{\alpha} = 0.05$  лишь в одном испытании из пяти проведенных, в связи с чем делается вывод о преобладании аддитивного эффекта аттрактивности семиохемика и семиофизика. Полученные в ходе проведения испытаний результаты позволяют рассматривать использование СПА и световых сигналов в мониторинге хлопковой совки как перспективное средство управления поведением вредителя, поскольку дооснащение феромонных ловушек УФ светодиодами способно увеличить число отлавливаемых имаго хлопковой совки.

Работа выполнена в рамках государственного задания FGEU-2022-0026 и финансирования грантом РФФИ № 22-26-00199.

## ВИДОВОЙ СОСТАВ КРЕСТОЦВЕТНЫХ БЛОШЕК РОДА PHYLLOTRETA (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE) РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.Д. Девяткина<sup>1\*</sup>, А.Г. Мосейко<sup>2\*\*</sup>

<sup>1</sup>Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\*e-mail: \*DeviJuliD@yandex.com; \*\*chrysolesha@mail.ru

Крестоцветные блошки из рода *Phyllotreta* являются серьезными вредителями сельскохозяйственных культур. Однако их распространение в регионах России и вредоносность отдельных видов остаются недостаточно изученными. В рамках настоящей работы были обобщены имеющиеся литературные сведения об этих листоедах в фауне Ростовской области [1, 2] и изучены коллекции ЗИН РАН (Санкт-Петербург) и ЮФУ (Ростов-на-Дону). Суммарно для области на данный момент можно указать 12 видов рода: *Ph. armoraciae* (блошка хреновая), *Ph. atra* (крестоцветная блошка черная), *Ph. balcanica* (крестоцветная блошка балканская), *Ph. cruciferae* (крестоцветная блошка южная), *Ph. diademata* (блошка диадемовая болотная), *Ph. nemorum* (крестоцветная блошка светлоногая), *Ph. nigripes* (крестоцветная блошка синяя), *Ph. ochripes* (крестоцветная блошка желтоногая), *Ph. striolata* (крестоцветная блошка выемчатая), *Ph. undulata* (крестоцветная блошка волнистая), *Ph. vittula* (блошка полосатая хлебная) и *Ph. wiseana* (крестоцветная блошка Вайзе).

Среди крестоцветных блошек, выявленных в фауне Ростовской области, один вид (*Ph. armoraciae*) является специализированным вредителем хрена, 7 видов (*Ph. atra*, *Ph. cruciferae*, *Ph. nemorum*, *Ph. nigripes*, *Ph. ochripes*, *Ph. striolata* и *Ph. undulata*) - вредителями различных крестоцветных культур, один вид (*Ph. vittula*) является вредителем крестоцветных и злаковых культур, и 3 вида (*Ph. balcanica*, *Ph. diademata* и *Ph. wiseana*) встречаются на возделываемых крестоцветных редко и, по-видимому, случайно.

Личинки большинства указанных видов обитают на корнях кормовых растений [3], за исключением *Ph. nemorum*, личинки которой минируют листья, и *Ph. armoraciae*, личинки которой развиваются в черешках листьев.

Большая часть видов, указанных для Ростовской области, являются широко распространенными, с ареалами транспалеарктического типа. *Ph. cruciferae* и *Ph. diademata* на территории Европейской части России обитают в центральных и южных регионах, *Ph. wiseana* встречается в лесостепной и степной зонах, доходя на восток до Алтая, а *Ph. balcanica* встречается в России только в сухих степях.

Степень вредоносности отдельных видов крестоцветных блошек для различных сельскохозяйственных культур и особенности их распространения в области станут предметом наших дальнейших исследований.

Список литературы.

1. Добровольский Б. В. (1951) Вредные жуки. Ростов-на-Дону: Ростиздат. 456 с.
2. Беньковский А. О., Орлова-Беньковская М. Я.. Каталог местонахождений листоедов (Chrysomelidae) России (2012-2023). Электронный ресурс. <https://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/rus/benkat11.htm>

Дата обращения: 08.02.2024.

3. Зайцев Ю. М., Медведев Л. Н. (2009) Личинки жуков-листоедов России. Москва: Товарищество научных изданий КМК. 246 с.



## СРАВНЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ НИШ КЛОПОВ С ЗАПАДНОПАЛЕАРКТИЧЕСКИМ РАСПРОСТРАНЕНИЕМ НА ПРИМЕРЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ТРИБЫ MIRINI

П.А. Джелали<sup>1,2</sup>, А.А. Намятова<sup>1,2</sup>

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, г. Санкт-Петербург

Зоологический институт Российской академии наук, г. Санкт-Петербург

\*e-mail: [p.dzhelali@gmail.com](mailto:p.dzhelali@gmail.com)

В Палеарктике обитает множество видов, которые широко распространены как в Европе, так и в Азии. В данном исследовании мы проанализировали несколько видов с западнопалеарктическим распространением, то есть обитающих на территории от Западной Европы до Уральских гор или Западной Сибири.

Модельными таксонами для нашего исследования стали виды *Orthops basalis*, *Orthops campestris*, *Orthops kalmii* и *Liocoris tripustulatus* из трибы клопов-слепняков Mirini (Insecta: Heteroptera: Miridae). Эти виды имеют сходное распространение, и можно предположить, что они имеют очень похожие или идентичные климатические ниши. Основная цель данного исследования - протестировать, идентичны ли климатические ниши этих видов, и найти климатические переменные, вносящие наибольший вклад в их ниши. Мы использовали Maxent для моделирования климатических ниш, и ENMTools для тестирования идентичности ниш (Identity test) и их сходства или различия по сравнению со случайным набором данных (Background test). Климатические переменные, вносящие наибольший вклад в климатические модели, определены с помощью Maxent.

Identity test показал, что ниши всех изученных видов не идентичны. На основании Background test можно заключить, что при попарном сравнении климатические ниши изученных видов рода похожи друг на друга больше, чем в случае сравнения со случайным набором данных. Результаты показывают, что пары *O. campestris*-*O. basalis*, а также *O. campestris*-*O. kalmii* больше различаются друг от друга, чем другие пары.

Анализ, проведенный в Maxent, показал, что *O. campestris* и *O. basalis* имеют идентичный набор климатических переменных, вносящих высокий вклад в ниши. Они представлены среднегодовой температурой, значениями самых низких температур в зимний период и количеством осадков в самый сухой период года. Два других вида имеют уникальный набор климатических переменных, способствующих формированию их климатических ниш. Для *O. kalmii* также оказалась важна минимальная температура самого холодного месяца года, а также стандартное отклонение температур и сумма осадков в самой холодной четверти года.

В климатические ниши *L. tripustulatus* высокий вклад вносят средняя годовая температура, сумма осадков в сухой четверти года, сумма осадков в самом сухом месяце года и сумма осадков в самой холодной четверти года.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (РНФ) № 23-24-00417.

## ПЕРЕЛЕТНАЯ САРАНЧА *LOCUSTA MIGRATORIA MIGRATORIA* НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ АРЕАЛА: ОТ ЗАЛЕТНЫХ СТАЙ К ПОСТОЯННЫМ ПОПУЛЯЦИЯМ

О.В. Ефремова<sup>1\*</sup>, В.В. Молодцов<sup>1</sup>, В.Д. Жарков<sup>1</sup>, К.В. Попова<sup>1</sup>,  
С.Ю. Стороженко<sup>2</sup>, М.Г. Сергеев<sup>1,3\*\*</sup>

<sup>1</sup>Новосибирский государственный университет

<sup>2</sup>ФНЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток

<sup>3</sup>Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск

\**oxana@fen.nsu.ru*, \*\**mgs@fen.nsu.ru*

Перелетная саранча – один из самых известных вредителей из числа саранчовых с наибольшим ареалом среди представителей этой группы. В Сибири отмечается северо-восточная граница ее распространения, расположенная фактически между лесостепью и подтайгой. Еще в прошлом веке в годы массового размножения указывались залеты азиатской саранчи с территории Казахстана вплоть до лесной зоны Сибири. Вместе с тем обнаруживались и обнаруживаются локальные и, по-видимому, длительно существующие популяции одиночной фазы вида, которые, очевидно, при благоприятных условиях могут стать очагами массового размножения и расселения особей на соседние территории. Цель исследования – оценить возможные изменения в распространении *Locusta migratoria* на северо-востоке ее ареала.

В основу исследований положены оригинальные данные, коллекционный материал, а также проанализированы доступные публикации. Географические координаты точек обнаружения вида при необходимости определялись с помощью Google Earth Pro 7.3.3. Инструментом для моделирования был выбран пакет MaxEnt 3.4.4, позволяющий строить картографические модели распространения вида методом максимальной энтропии. Сгенерированы карты эколого-географического распространения перелетной саранчи для прогнозных периодов 2021–2040 гг. и 2041–2060 гг. Для этого использовали модель климатических изменений CNRM-ESM2-1 для 19 стандартных климатических показателей, опубликованных на сайте WorldClim, с учетом увеличения выброса парниковых газов в тропосферу (сценарий развития биосферы 3-7.0), что предполагает повышение средних температур. Значимость биоклиматических факторов оценивалась методом складного ножа (jackknife). Точность моделей проверялась с помощью площади под ROC-кривой (AUC).

Анализ картографических моделей распространения пригодных местообитаний перелетной саранчи, созданных для усредненных климатических показателей 1970–2000 гг., показал хорошее соответствие картине реального распределения вида. Это позволяет выделить районы с благоприятными для ее обитания условиями, прежде всего, за пределами современного ареала, а также в слабо изученных регионах. Показано, что для перелетной саранчи наиболее значимыми являются средние температуры самого влажного и самого теплого кварталов и максимальная температура самого теплого месяца. Сгенерированные картографические модели оптимальных местообитаний имеют достаточно хорошую статистическую поддержку (0,848). Сравнение моделей, созданных для актуальных условий и для прогнозных 2021–2040 и 2041–2060 гг., показало, что с учетом сохранения современного тренда глобальных климатических изменений в ближайшие десятилетия можно ожидать смещение зоны наиболее благоприятных для азиатской саранчи местообитаний на север (в современную южную часть таежной зоны) и на восток (вплоть до юга Дальнего Востока).

Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского научного фонда (22-66-00031).

# ПОВРЕЖДЕННОСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ ХЛЕБНЫМИ КЛОПАМИ В ОСНОВНЫХ ЗОНАХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

А.В. Капусткина<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург  
\*e-mail: aleksandrakapustkina@gmail.com

В России пшеница относится к стратегически важным продовольственным и экспортным культурам, но, несмотря на расширение посевных площадей и рост валовых сборов, качество урожая остается низким. Одним из основных факторов снижения количественных и качественных характеристик урожая зерна пшеницы являются повреждения, наносимые вредной черепашкой (*Eurygaster integriceps* Puton) и другими видами хлебных клопов. Хлебные клопы широко распространены, достаточно хорошо изучены, а в годы своего массового развития или в отсутствие защитных мероприятий могут вызывать значительные потери урожая зерна и приводить к чрезвычайным ситуациям в стране (Павлюшин и др., 2015; Gibicsár, Sándor, 2023). Высев устойчивых сортов – это один из наиболее экологически безопасных и эффективных способов снижения численности и вредоносности клопов. К сожалению, современные сорта пшеницы зачастую не охарактеризованы по поврежденности хлебными клопами, хотя это имеет первостепенное значение для зернового производства и селекции. Цель исследований заключалась в оценке степени поврежденности хлебными клопами зерна разных видов пшеницы.

Объектом исследования служило зерно 159 сортов мягкой и 10 сортов твердой пшеницы, имеющих государственную регистрацию в реестре селекционных достижений страны. В соответствии с ГОСТом 33538-2015 "Защита растений. Методы выявления и учета поврежденных зерен злаковых культур клопами-черепашками" проведена оценка образцов пшеницы на поврежденность зерна хлебными клопами.

В результате проведенных исследований было установлено, что в зависимости от применяемых агротехнических и защитных приемов поврежденность зерна хлебными клопами варьировала в широких пределах: от 0.18%±0.07–69.4%±1.04. Показано, что зерно пшеницы наиболее часто повреждали клопы рода *Eurygaster*, в меньшей степени другие виды хлебных клопов. Так, частота встречаемости зерен, поврежденных клопами черепашками, составляла 52.0–80.1% от общего количества поврежденного клопами зерна. При этом поврежденность зерна пшеницы другими видами хлебных клопов во всех случаях не превышала 5%. Определено, что хлебные клопы в целом одинаково повреждают зерно разных видов и разновидностей пшеницы. Среди исследуемых сортов пшеницы только 16 характеризовались низкой поврежденностью зерна (до 10%). Наибольшее количество таких сортов выявлялось среди образцов твердой пшеницы (разновидность *hordeiforme*). Установлено, что в разных агроклиматических условиях возделывания у большинства сортов пшеницы степень повреждения хлебными клопами зерна остается примерно на одном уровне.

Таким образом, на основании проведенных исследований было установлено, что среди анализируемых видов пшеницы не было выявлено абсолютно устойчивых сортов к повреждениям хлебных клопов.

## Список литературы

Павлюшин В.А., Вилкова Н.А., Сухорученко Г.И., Нефедова Л.И., Капусткина А.В. (2015) Вредная черепашка и другие хлебные клопы. Санкт-Петербург. 280с.

Gibicsár, Szilvia, and Sándor Keszthelyi (2023) Topographical Based Significance of Sap-Sucking Heteropteran in European Wheat Cultivations: A Systematic Review. *Diversity* 15(1): 109. <https://doi.org/10.3390/d15010109>.

# АНАЛИЗ РАЗНООБРАЗИЯ ХЛЕБНЫХ КЛОПОВ РОДА *Eurygaster* Lap. ПО ИЭФ СПЕКТРАМ ГИДРОЛИЗУЮЩИХ КЛЕЙКОВИНУ ПРОТЕАЗ ИЗ ПОВРЕЖДЕННЫХ ЗЕРЕН ПШЕНИЦЫ

А.В. Конарев\*, А.В. Капусткина

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\*e-mail: [alv-konarev@yandex.ru](mailto:alv-konarev@yandex.ru)

Повреждение клопами рода *Eurygaster* Lap. приводит к снижению хлебопекарных качеств зерна пшеницы в России, Европе и Азии. Главным фактором вредоносности клопов являются протеазы слюнных желез, которые вводятся в развивающееся зерно при питании. Важной особенностью данных протеаз является способность сохранять активность в поврежденном зерне в течение многих лет. Протеазы хлебных клопов изучают в России, Иране, Турции, США и других странах, однако до сих пор нет полной ясности в отношении их состава, свойств и роли их отдельных типов в деградации белков клейковины - глиадинов и глютеинов. Большинство протеаз слюнных желез клопов являются сериновыми (Hosseiniaveh et al.; 2009, Konarev et al., 2011). На основании наших предыдущих исследований и литературных данных эти протеазы можно условно подразделить на нейтральные (с изоточками в области рН, близкой к нейтральной), щелочные (Konarev et al., 2011, 2019) и пролил-эндопептидазы (Yandamuri et al., 2014). Разработка высокочувствительных методов выявления протеаз хлебных клопов в спектрах белков поврежденного зерна пшеницы, разделенных изоэлектрическим фокусированием (ИЭФ), позволила выявить высокий уровень полиморфизма, в частности, нейтральных протеаз как при анализе навесок муки, так и отдельных зерновок (Konarev et al., 2013). Нейтральные протеазы специфичны к белкам клейковины и не гидролизуют большинство других белков, используемых в биохимических исследованиях в качестве субстратов, например, желатин. Спектр нейтральных протеаз состоит из нескольких гетерогенных групп компонентов и при анализе отдельных зерновок может проявлять высокую изменчивость по наличию/отсутствию отдельных компонентов. Имеющиеся сведения позволяют полагать, что большинство компонентов протеаз генетически детерминированы и изменчивость их спектров может отражать разнообразие самих насекомых. Задачей настоящего исследования было сравнить ИЭФ спектры гидролизующих белки клейковины протеаз из зерновок пшеницы, поврежденных клопами в разных регионах России и Турции. Проанализированы десятки образцов поврежденного зерна различных сортов мягкой пшеницы из регионов европейской части России, где преобладающим вредителем является вредная черепашка *E. integriceps* Put., из Алтайского края, где вредит *E. maura* L. (Нейморовец, 2019), а также из Турции, где считаются вредоносными оба вида. В качестве контроля использовали экстракт из слюнных желез *E. integriceps*, обработанный иммобилизованным трипсином для активации зимогенов (Konarev et al., 2019). Выяснилось, что главные, наиболее часто встречающиеся у российских образцов компоненты нейтральных протеаз из зерновок, поврежденных вредной черепашкой, совпадают по изоточкам с соответствующими компонентами протеаз из слюнных желез данного вредителя. Зерновки из Алтайского края, поврежденные маврским клопом, содержат в этих же зонах градиента рН компоненты протеаз с несколько более низкими изоточками. Два образца из Турции были сходны по этим параметрам с образцами из Алтайского края, и, по-видимому, были также повреждены *E. maura*. В зерновках третьего образца сочетались компоненты обоих типов, что, возможно, указывает на их повреждение какой-то промежуточной видовой формой. Полученные результаты указывают на возможность использования ИЭФ нейтральных протеаз поврежденного зерна для анализа межвидового и внутривидового разнообразия хлебных клопов, а также для диагностики повреждения зерна клопами, в том числе, для идентификации вида вредителя.

## ОБНАРУЖЕНИЕ *WOLBACHIA* В *CHOREUTIS NEMORANA* СОБРАННЫХ В ЮЖНОЙ ЧАСТИ РОССИИ

А.Г. Конончук<sup>1\*</sup>, М.А. Ковалев<sup>2</sup>, Ю.М. Малыш<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург.

<sup>2</sup> Ленинградский государственный университет имени А.С.Пушкина

\*e-mail:Kononchuk26@yandex.ru

Инжирная молелистовертка *Choreutis nemorana* (Hübner) (Lepidoptera: Choreutidae) – широко распространённый вредитель инжира *Ficus carica*. Встречается от Северной Африки до Азии, в Европе, Средиземноморье, южных регионах России. Гусеницы скелетируют листья, а в период созревания плодов питаются их мякотью, вызывая деформацию и загнивание плодов. Окукливаются гусеницы в коконах, загибая край листа с помощью паутины.

В связи с изменяющимися условиями климата инжирная молелистовертка расширяет свой ареал, поэтому с целью определения оптимальных стратегий борьбы важно изучать не только биологию и экологию вредителя, но взаимоотношения с различными патогенами и эндосимбионтами, в частности, бактериями рода *Wolbachia*. Это широко распространённые эндосимбионты членистоногих. У некоторых видов чешуекрылых *Wolbachia* может вносить вклад в популяционную биологию хозяев, поскольку она регулирует репродуктивные процессы (включая определение пола) и прямым или косвенным образом влияет на жизнеспособность и плодовитость хозяина. Знания о распределении *Wolbachia* в популяциях насекомых представляют большой интерес, поскольку важны для лучшего понимания механизмов, лежащих в основе регуляции численности вредителей. Распространённость *Wolbachia* в различных таксонах чешуекрылых варьирует от почти полного отсутствия до тотального заражения популяций. Здесь мы сообщаем о первых результатах скрининга на заражение *Wolbachia* популяций *Ch. nemorana*.

Гусеницы были собраны в Краснодарском крае в 2023 году. Для скрининга методом ПЦР использовали праймеры к гену поверхностного белка *Wolbachia* – *wsp*. В выборке из 30 гусениц во всех пробах был обнаружен положительный сигнал на *Wolbachia*. После секвенирования гена *wsp* сравнительный анализ показал сходство 85.87 % с соответствующим фрагментом последовательности изолята *Wolbachia* из *Pyrgus malvae* (номер доступа в GenBank OX366329). В дальнейшем будет проведён сравнительный мультилокусный анализ 5 генов домашнего хозяйства *Wolbachia* из *Ch. nemorana*.

Выполнено при поддержке РФФИ, проект 23-16-00262.

## ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ АЗИАТСКОЙ САРАНЧИ В ПРИАЗОВСКОЙ ЗОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Г.Р. Леднев<sup>1\*</sup>, Л.В. Гридякина<sup>2</sup>, А.В. Герус<sup>1</sup>, М.В. Левченко<sup>1</sup>, И.А. Казарцев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Филиал ФБГУ «Россельхозцентр» по Краснодарскому краю, Краснодар

\*e-mail: georgijled@mail.ru

Плавни низовий Кубани и Приазовья хорошо известны, как зона постоянной резервации азиатской перелетной саранчи *Locusta migratoria migratoria* L. Учёты ее численности в этом регионе проводятся, начиная с 1824 г. В дореволюционный и довоенный периоды неоднократно фиксировались вспышки массового размножения этого вредителя. В послевоенные годы и до начала нового тысячелетия ситуация с азиатской саранчой была спокойная.

Наблюдения, проводимые специалистами филиала ФБГУ "Россельхозцентр" по Краснодарскому краю в течение 20 лет с начала нынешнего века, показали, что небольшие кулиги саранчи внутри тростниковых крепей присутствовали ежегодно, однако площадь очагов не превышала 200 га, и выхода вредителя за пределы мест резервации не наблюдалось.

В 2020 г. ситуация изменилась: в плавневой зоне Приморско-Ахтарского и Калининского районов наблюдалась очень высокая плотность саранчи – до 2000 личинок 2–3-го возрастов на 1 м<sup>2</sup> и частичный их выход из тростниковых крепей. Это позволило провести обработку инсектицидами на площади 2,1 тыс. га. Общая площадь очага была оценена в 35 тыс. га. В августе был зафиксирован массовый разлет стай на территории соседних районов. В последующие три года наблюдалось активное расширение очага. Так, например, в 2022 году было заселено уже более 82 тыс. га и обработано более 6 тыс. га. Во все четыре описываемые сезона доля стадных особей (*ph. gregaria*) в стаях превышала 90%. Большинство специалистов считают ключевым фактором в динамике численности азиатской саранчи гидрологический режим в местах ее резерваций (многолетние и сезонные колебания уровня воды). В плавневой зоне Краснодарского края в течение двух лет, предшествующих описываемой вспышке саранчи, среднегодовое количество осадков было на 117 мм ниже, а температура на 2,9°C выше среднемноголетних значений, что и привело к значительному обезвоживанию указанных стадий и резкому расширению очагов саранчи. Продолжительность указанной вспышки размножения этого вредителя напрямую будет зависеть от дальнейшей динамики гидротермических условий.

В октябре 2020 г. (Приморско-Ахтарский р-н) наблюдалось уникальное явление – отрождение личинок из кубышек, отложенных в августе. Плотность личинок 2–3-го возрастов достигала 500 особей/м<sup>2</sup>. Площадь очага – примерно 50 га. Доля пустых яйцевых оболочек от общего числа яиц составила в среднем 11%. Личинки второго поколения не смогли завершить онтогенез и погибли в конце ноября – начале декабря на 3–4-ом возрасте. Хрестоматийно считается, что азиатская перелётная саранча – моновольтинный вид и эмбриональная диапауза у неё весьма стойкая и определяется, прежде всего, фотопериодической реакцией. Однако существуют сведения и о том, что у азиатской саранчи возможна индукция и второй генерации, связанная не только с фотопериодом, но и с воздействием повышенных температур, что вероятно произошло и в нашем случае.

Исследования, направленные на поиск патогенов различной этиологии у азиатской саранчи в пределах данного гнездилища, показали, что среди протист спорадически встречаются *Malamoeba locustae* King et Taylor и *Gregarina garnhami* Canning. Среди возбудителей микозов обнаружены только представители рода *Beauveria*. Встречаемость энтомопатогенных грибов также, в основном, была спорадической, хотя в некоторых случаях (обычно в начале лета или осенью при высокой степени увлажнения) уровень заражения был весьма высоким. Так, в конце октября 2020 г. у личинок второго поколения азиатской саранчи более 28% особей от всей выборки были с явными признаками микоза (*Beauveria* sp.), а в июне 2023 г. уровень смертности вредителя от *Beauveria* sp. в отдельно взятой небольшой кулиге достигал 71%. В чистую культуру из данной популяции саранчи было выделено 20 природных изолятов грибов рода *Beauveria*. Их генотипирование по локусам ядерной ДНК *Bloc* и *TEF1α* показало, что все изолированные культуры, относятся к *B. bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. s.s.

## НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГОСТАЛЬНОЙ СПЕЦИФИЧНОСТИ МИКРОСПОРИДИЙ РОДА *NOSEMA*

С.М. Малыш\*, А.М. Уткузова, А.Н. Игнатьева, А.С. Румянцева, А.Г. Конончук,  
И.В. Грушевая

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург  
\*e-mail: malyshsvetlana@gmail.com

Большой ущерб сельскому хозяйству наносит огромное количество вредных насекомых, потому что они обладают высокой плодовитостью. Затраты на борьбу с ними очень велики, а из-за неконтролируемого использования химических препаратов у вредителей проявляется устойчивость к инсектицидам. Чтобы решить эту проблему, необходимо совершенствовать ассортимент синтетических пестицидов, а также разрабатывать альтернативные, экологически безопасные подходы к управлению численностью вредителей. Для этого в защите растений используется широкий круг энтомопатогенов, включая микроспоридий.

Микроспоридии – паразитические протисты, филогенетически родственные грибам. Многие виды микроспоридий высоко патогенны для членистоногих и регулируют численность их популяций благодаря тому, что эти патогены активно размножаются и вызывают острые и хронические заболевания. Представители нескольких родов микроспоридий способны регулировать численность чешуекрылых насекомых. К ним относится типовой вид рода *Nosema*, *Nosema bombycis*, выделенный из тутового шелкопряда *Bombyx mori*.

В 2019 г. в Краснодарском крае впервые обнаружена микроспоридия в хлопковой совке *Helicoverpa armigera*, а в 2022 и 2023 гг. изоляты этой микроспоридии выделены повторно. Они показали высокий уровень сходства с *N. bombycis* по сиквенсам генов, кодирующих малую субъединицу рРНК и РНК-полимеразу. Для сравнения биологических свойств новых изолятов с типовым видом рода проведены параллельные тесты по заражению спорами этих двух микроспоридий 16 видов чешуекрылых из пяти надсемейств: *Yponomeutoidea*, *Pyraloidea*, *Lasiocampoidea*, *Bombycoidea* и *Noctuoidea* (*Plutella xylostella*, *Loxostege sticticalis*, *Ostrinia nubilalis*, *Galleria mellonella*, *Cydalima perspectalis*, *Dendrolimus sibiricus*, *Bombyx mori*, *Manduca sexta*, *Mamestra brassicae*, *Autographa gamma*, *Helicoverpa armigera*, *Hydraecia micacea*, *Huphantria cunea*, *Arctia caja*, *Nomophila noctuella*, *Glyphodes pyloalis*). Различия в уровнях вирулентности, показателях накопления спор паразита и особенности развития зараженных насекомых позволяют предположить, что микроспоридии из тутового шелкопряда и хлопковой совки принадлежат к разным видам.

Выполнено при поддержке РНФ, проект 23-16-00262.

## КЛОПЫ-ЩИТНИКИ В АГРОЦЕНОЗАХ ЗЕРНОВЫХ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУР В ЮЖНОЙ АГРОКЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ БЕЛАРУСИ

Е. Р. Назарович\*, С. В. Бойко, М. Г. Немкевич

РУП «Институт защиты растений», Республика Беларусь, Минский р-н, д/з. Прилуки

\*e-mail: nazarovichento@gmail.com

Растительноядные клопы семейств Настоящие щитники (Hemiptera: Penatomidae) и Щитники-черепашки (Hemiptera: Scutelleridae) оказывают негативное влияние на урожайность и качество зерна (частичная или полная белоколосость растений, деформация колоса, пустоцветность, шуплость и морщинистость зерна с низким содержанием клейковины) зерновых колосовых культур во всем мире.

В ходе маршрутных обследований посевов озимых и яровых зерновых культур на территории Беларуси в 2022–2023 гг. сотрудниками лаборатории энтомологии РУП «Институт защиты растений» выявлено 10 видов клопов-щитников (всего 5 родов из 2-х семейств): *Aelia acuminata* L., *A. rostrata* Boh., *A. klugii* Hahn, *Eurygaster maura* L., *Eu. testudinaria* Geoff., *Eu. austriaca* Schr., *Dolycoris baccarum* L., *Carpocoris fuscispinus* Boh., *Eurydema oleracea* L., *Palomena prasina* L. Из перечисленных видов только представители первых двух родов известны как вредители зерновых культур.

В Беларуси данные виды распространены повсеместно, но численно преобладают в южном регионе республики. Так, в Гомельской области из-за благоприятных агроклиматических условий (длительное отсутствие осадков, высокие температура воздуха и количество солнечной радиации, легкие почвы, отсутствие или запаздывание применения инсектицидов) средняя численность клопов *Aelia* spp. и *Eurygaster* spp. в посевах зерновых культур составляет 14,1 и 0,8 ос./м<sup>2</sup> соответственно при ЭПВ – 2–3 ос./м<sup>2</sup> (по российским данным). В вегетационном сезоне 2022 г. максимальная численность *Aelia* spp. в фазе цветения зерновых культур варьировала от 5,8 до 14,3 ос./м<sup>2</sup>, в 2023 г. – от 24,0 до 125,0 ос./м<sup>2</sup>, при этом численность *Eurygaster* spp. составляла 2,5–4,8 ос./м<sup>2</sup>. В посевах яровых пшеницы и ячменя учитывалось 0,9 ос./м<sup>2</sup> и 5,2 ос./м<sup>2</sup>. Было установлено, что встречаемость клопов рода *Aelia* в посевах озимых зерновых культур составляет 85,1 %. В частности, в агроценозах озимых ржи и пшеницы превалировал вид *A. acuminata* (48,4 и 64,7 %), озимых ячменя и тритикале – *A. rostrata* (58,1 и 76,2 %). Анализ собранного биологического материала (9 тыс. особей) в условиях 2023 г. показал, что среди клопов-щитников рода *Aelia* доминируют *A. acuminata* (61,4 %) и *A. rostrata* (38,6 %), из рода *Eurygaster* – *Eu. maura* (96,2 %).

В «Государственном реестре средств защиты растений...» для защиты зерновых культур от клопов на территории республики до настоящего времени было зарегистрировано два инсектицида – «Децис Профи», ВДГ (дельтаметрин, 250 г/л) – 0,03 кг/га и «Децис Эксперт», КЭ (дельтаметрин, 100 г/л) – 0,075–0,1 л/га. В условиях 2023 г. в посевах тритикале озимого зарегистрирован двухкомпонентный инсектицид «Галил», КС (имидаклоприд 250, г/л + бифентрин, 50 г/л) – 0,08–0,1 л/га. Биологическая эффективность данного препарата в фазе колошения культуры в зависимости от нормы расхода в опытных вариантах составила 94,5–98,3 %, сохранено урожая зерна 4,8–6,5 ц/га или 17,1–23,1 %.

При финансовой поддержке в рамках задания Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований № Б23У-ЗБ-014 «Изучение феромонной коммуникации клопов-щитников рода *Eurygaster* и *Aelia* в посевах зерновых культур на территории Беларуси и Узбекистана» проводится сбор данных о феромонах клопов, которые впоследствии можно будет использовать в интегрированной защите растений.

Список литературы

1. Бойко С. В. и др. (2023) Клопы – опасные вредители зерновых культур. *Белорус. сел. хоз-во*. № 12: 100–110.



# МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ ПАЛЕАРКТИКИ НА ПРИМЕРЕ ТРЕХ ШИРОКОАРЕАЛЬНЫХ ВИДОВ КЛОПОВ-СЛЕПНЯКОВ (INSECTA: HETEROPTERA: MIRIDAE)

А. А. Намятова<sup>1,2,\*</sup>, П.А. Джелали<sup>1,2</sup>, В.Д. Тыц<sup>1,2</sup>, А.А. Попков<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Зоологический институт Российской академии наук, Санкт-Петербург.

<sup>3</sup>Независимый исследователь

\*[anna.namyatova@zin.ru](mailto:anna.namyatova@zin.ru)

Влияние изменения климата на широкоареальные виды в Палеарктике пока остается плохо изученным. Однако такие данные важны как для контроля вредителей, так и для защиты генетического разнообразия. Модельные объекты этого исследования - представители трех видов клопов-слепняков, считающихся по крайней мере потенциальными вредителями. *Lygocoris pabulinus* Linnaeus известен от Западной Европы до Дальнего Востока, но не живет в Южной Европе. *Liocoris tripustulatus* Fabricius живет в основном в Западной Палеарктике, ареал *Lygus punctatus* Zetterstedt простирается от Северной Европы до Восточной Азии. Цель работы – сравнить, как отличается и чем схожа динамика распространения у этих трех видов во времени, а также понять, какие климатические переменные больше всего связаны с их распространением и могут его лимитировать.

Монофилия каждого вида была протестирована с помощью цитохром-с-оксидазы субъединицы 1 (COI). Для моделирования климатических ниш были сформированы наборы данных на основе коллекции, хранящейся в Зоологическом Институте РАН, точек из iNaturalist и статей. Мы использовали климатические карты соответствующие современности, последнему межледниковому периоду (115000–130000 лет назад), пику последнего ледникового периода (19000-29000 лет назад), середине Голоцена (6000 лет назад) и 2070 году. Моделирование климатических ниш было осуществлено с помощью Maxent. Переменные, которые могут быть связаны с различием в распространении видов, были вычислены с помощью метода главных компонент и линейной модели.

Результаты показали, что *L. pabulinus* обладает большой внутривидовой изменчивостью, тогда как у двух других видов последовательности всех экземпляров очень похожи. Три вида отличаются по динамике ареалов, в частности, у них разные предполагаемые рефугии во время последнего оледенения. В будущем значительное увеличение ареала распространения ожидается только у *L. tripustulatus*, у остальных видов он даже может уменьшиться, по крайней мере в Европе. Все три вида, скорее всего, будут больше расселяться на севере и в Азии. Распространение *L. tripustulatus* и *L. pabulinus*, скорее всего, ограничено низкими температурами в зимний период, а также уровнем осадков. *Lygus punctatus* может быть адаптирован для холодных зим в большей мере, чем два других вида.

Исследование было поддержано грантом РНФ 23-24-00417.

## РАССЕЛЕНИЕ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РФ ЗА ПОСЛЕДНИЕ ГОДЫ.

Н. И. Наумова

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург*  
[nadya.naumova.58@inbox.ru](mailto:nadya.naumova.58@inbox.ru)

Необходимым, но не достаточным фактором для расселения вредителя является наличие пищи, то есть посадок картофеля.

Используя данные «Россельхозцентра» и анализ заселения вредителем посадок картофеля со времени его появления в 3-х областях (Новгородская, Ленинградская, Псковская), нами установлено, что главными в сдерживании развития и расселения колорадского жука являются неблагоприятные погодные условия года (1) и особенно температура в мае – июне. Нам также удалось подтвердить стимулирующее для расселения жука действие благоприятной погоды в мае – июне текущего года, которое не смогли нейтрализовать даже проведенные в предшествующем году обработки инсектицидами картофеля (2). Именно, в мае и июне идет выход с зимовки имаго, их лёт, откладка яиц и развитие яиц и личинок 1, 2 возрастов, которые чувствительны к погоде. Наиболее наглядно эту зависимость можно проследить на территории Ленинградской области, расположенной на границе ареала распространения вредителя. Продвижение жука в северном направлении связано с ростом среднесезонных значений температуры за май-июнь, для Ленинградской области она возросла на 1,5 °С, с 12,3 °С на период 1990-2005 гг. до 13,8 °С, на период 1991-2020 гг. Однако, в 2017 году средняя температура за май-июнь была только 11,5 °С, и фитофаг был выявлен только в южных районах области на приусадебных участках с невысокой численностью. В этот год на всей территории Северо-Запада РФ стояла холодная погода, поэтому заселенность посадок уменьшилась до 0,73 тыс. га.

Вместе с низкими температурами, количество осадков является показателем, который катастрофически повлиял на жука в 2016 -2017 годы. За эти годы в Новгородской области весной сумма осадков была 160-220% от нормы. Избыток влаги вызвал массовую гибель вредителя в почве, личинок младших возрастов и лишил жука питания из-за фитофтороза. Далее, обильные дожди осени 2017 года вплоть до января 2018 года привели к гибели оставшуюся часть популяции. Поэтому, фитофаг не был выявлен на посадках в июне 2018 года в Ленинградской, Псковской и Новгородской областях. Жук заселил на Северо-Западе РФ только: 2018 год - 0,54 тыс. га, 2019 год - 0,24 тыс. га. Рост заселенных им площадей начался в 2020 году - 0,5 тыс. га, в 2021 году - 0,54 тыс. га. Это происходило за счет расселения фитофага с приусадебных участков, расположенных в более южных областях, на которых он и накапливался. Так, для Новгородской области заселено было в 2019 году только 0,01 тыс. га, а в 2020 году уже 0,15 тыс. га, в Калининградской за 2019 год - 0,19 тыс. га, 2020 год 0,28 тыс. га. В северной области Вологодской в эти годы жук не выявлен. Из-за холодного мая (10 °С, средняя 11,5 °С) и поздней посадки картофеля в 2022 году жук занял на Северо-Западе 0,44 тыс. га. Таким образом, наши многолетние исследования подтвердили выводы других исследователей, что расселение колорадского жука определяется погодными условиями.

### Список литературы

1. Наумова Н.И. (2017) Факторы, определившие развитие и расселение колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say на Северо-Западе РФ. *Материалы XV съезда РЭО*: 346-347.
2. Наумова Н.И. (2015) Особенности расселения колорадского жука на посадках картофеля и обработки инсектицидами в Северо-Западном регионе РФ. *Вестник защиты растений* 3(85): 53-55.

# АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ЗИМОВКИ И ПЕРИОДА ВОССТАНОВЛЕНИЯ КЛОПА ВРЕДНАЯ ЧЕРЕПАШКА *EURYGASTER INTEGRICEPS* PUTON В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ В 2013-2023 гг.

В.В. Нейморовец

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург*  
e-mail: neimorovets@mail.ru

Согласно ежегодным Обзорам Россельхозцентра в Краснодарском крае, как и в целом по России, с 2009 г. наблюдается уменьшение площади посевов, заселённой вредной черепашкой, в том числе с численностью вредителя выше ЭПВ. Обследуемая площадь посевов и объёмы обработок также уменьшаются. В Краснодарском крае, начиная с 2007 г., средняя численность имаго на посевах после прилёта с мест зимовки устойчиво держится ниже ЭПВ, а средняя численность личинок имеет устойчивую тенденцию к снижению, а с 2013 г. средняя численность личинок постоянно ниже ЭПВ. О чём говорят эти данные? Можно ли наблюдаемую в течение последних 8–10 лет фазу динамики численности охарактеризовать как депрессия (фаза минимальной численности), и надо ли ожидать подъёма численности в ближайшие годы? Или же мы наблюдаем постепенное снижение численности вредителя из-за изменения климата и других причин? Какую роль играет в этом тенденция к повышению зимних температур? Согласно Макаровой и Дорониной (1985) динамика численности вредителя на 85% зависит от климатических факторов в так называемые «критические» периоды жизненного цикла вредителя. Зимовка вредителя – один из таких критических периодов. Второй критический период – «восстановительный» – это месяц, предшествующий вылету перезимовавших клопов.

Проанализировано влияние температуры и количества выпавших осадков на выживание вредителя в зимние месяцы и в период с начала марта по третью декаду апреля в условиях Краснодарского края, что в целом соответствует двум вышеприведённым критическим периодам.

Многолетний линейный тренд среднемесячных температур с 2001 по 2023 гг. показывает, средняя температура декабря увеличилась более, чем на 3 °С, января – примерно на 1 °С, и февраля – примерно на 2 °С.

Анализ показал, что большинство среднедекадных показателей температур зимних месяцев с 2001 по 2024 гг. превышают 0 °С, особенно это видно на протяжении последних 10 лет. Многолетние показатели среднемесячных температур зимних месяцев с 2002 по 2023 гг. показывают почти ежегодное превышение среднемесячных среднегодовых показателей, что особенно заметно для января и февраля. Согласно Макаровой и Дорониной (1985) высокие зимние температуры приводят к более активному заражению грибными заболеваниями и гибели клопов по этой причине. При среднемесячной температуре воздуха декабря – февраля на 3-5 °С выше многолетних норм происходит интенсивный расход резервов. Повышенный расход резервов происходит также в «восстановительный» период, когда за месяц перед отлётом клопов на посевы, наблюдается две и более декады со среднедекадными температурами выше +10 °С (Макарова и Доронина, 1985). В последнее десятилетие среднедекадные температуры марта и апреля постоянно превышают +10 °С.

Среднемесячное количество осадков в отдельные зимние месяцы с 2013 по 2024 гг. почти ежегодно превышало среднемесячные среднегодовые показатели, но в большинстве случаев незначительно. Можно предположить, что количество осадков на протяжении, по крайней мере, последних десяти лет, существенно не влияло на зимующих клопов.

Таким образом, на территории Краснодарского края с 2013 по 2023 гг. условия зимовки и восстановительного периода для вредной черепашки были устойчиво неблагоприятными, что очевидно сказывалось как на выживании вредителя в местах зимовки, так и на репродуктивном потенциале перелетевших на поля клопов. Вполне возможно, что такая тенденция будет сохраняться в дальнейшем.

**РАЗВИТИЕ ИНФЕКЦИЙ У КОЛОРАДСКОГО ЖУКА В ПЕРИОД ЗИМОВКИ**  
**Ю.А. Носков<sup>1\*</sup>, О.Н. Ярославцева<sup>1</sup>, Е.С. Косман<sup>1</sup>, Е.А. Дайтхе<sup>1</sup>, В.В. Морозова<sup>2</sup>,**  
**О.Н. Поленогова<sup>1</sup>, Я.Л. Воронцова<sup>1</sup>, И.А. Слепнева<sup>3</sup> В.Ю. Крюков<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск

<sup>2</sup>Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН, Новосибирск

<sup>3</sup>Институт химической кинетики и горения им В.В. Воеводского СО РАН, Новосибирск

\*e-mail: [yunoskov@gmail.com](mailto:yunoskov@gmail.com)

В умеренных широтах продолжительность зимовки колорадского жука (КЖ) достигает 9 месяцев. В этот период отмечается высокий процент гибели насекомых. Это обуславливается взаимодействием различных факторов абиотической и биотической природы, включая инфекции. Однако физиологические показатели КЖ в процессе зимовки и причины зимней смертности до сих пор остаются малоизученными, что преимущественно связано с техническими сложностями получения большого числа зимующих в природных условиях жуков. В полевых экспериментах с мезокосмами нам удалось отработать методику, позволяющую получать необходимое количество зимующих особей КЖ в различные периоды зимовки.

В период с сентября по май, при достаточном уровне снежного покрова (не менее 30 см) и промерзании почвы до  $-8^{\circ}\text{C}$  в зимний период, выживаемость жука составила 62%. Количество погибших насекомых возрастало с течением зимовки и достигало наибольших значений в весенний период (апрель-май) по мере оттаивания и прогревания почвы. На погибших насекомых с грибной симптоматикой доминировали аскомицеты р. *Beauveria*, реже *Isaria*. Секвенирование региона *tef* для 49 культур *Beauveria* показало наличие двух криптических видов, из которых чаще детектировался относительно холодолюбивый *B. pseudobassiana*, реже – теплолюбивый *B. bassiana*. Из трупов с признаками септицемии выделены бактерии принадлежащие, преимущественно, к родам *Serratia*, *Pseudomonas*, *Rahnella*, *Sphingobacterium*, *Microbacterium*, *Brucella* и *Rhodococcus*. Метагеномный анализ содержимого трупов КЖ с признаками бактериального разложения показал доминирование *Rhodococcus*, *Photorhabdus* и *Pseudomonas*. Наличие *Photorhabdus* в составе микробиома могло свидетельствовать о зараженности нематодами, поэтому мы попытались обнаружить их с помощью метода почвенных ловушек. Нам удалось изолировать из трупов КЖ предположительно не менее трёх видов нематод.

Анализ ряда параметров иммунитета в тканях зимующих жуков показал снижение экспрессии генов иммуносигнальных путей (Toll, IMD, Jak-STAT), а также ингибиторов металлопротеиназ вплоть до апреля. При повышении температуры почвы до  $10-14^{\circ}\text{C}$  (май) отмечен резкий подъем экспрессии указанных генов, что совпадало со 100-кратным повышением общей бактериальной ДНК в кишечнике жуков в этот период.

Полученные данные свидетельствуют о том, что весенний переход к положительным температурам в почве является критическим периодом зимовки насекомых с точки зрения развития инфекций и выживаемости. Культуры патогенов, выделенные из КЖ в процессе зимовки, могут быть положены в основу разработки препаратов для биологического контроля численности этого вредителя.

Работа поддержана грантом РФФИ (№ 22-14-00309).

## ИЗМЕНЕНИЯ В ЭНТОМОЦЕНОЗАХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

В.Н. Орлов\*, О.М. Зеленская

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко», Краснодар

\*e-mail: [elater@mail.ru](mailto:elater@mail.ru)

Смещение климатических зон затронуло все природные комплексы, в том числе и в Северо-Кавказском регионе. С другой стороны, постоянно нарастающая деятельность человека вносит свои коррективы в биоценозы, что особенно заметно на окультуренных землях. Среди вредных объектов сельского хозяйства такие изменения коснулись и вредителей зерновых культур. Из видов, вредящих колосовым культурам, можно отметить влияние изменившихся факторов на азиатскую саранчу, пшеничного трипса, хлебную жужелицу, жуков-щелкунов, злаковую листовёртку, пшеничного комарика, седельную галлицу и чёрную пшеничную муху. Изменения коснулись биологических особенностей, распространения, хозяйственного значения.

Азиатская саранча - *Locusta migratoria* (L.). В последние годы отмечаются как залёты стай вредителя на территорию региона, так и массовые размножения местных популяций. В 2020 году отмечен выход личинок второй генерации. В 2023 году в результате повреждений этим вредителем части полей зерновой кукурузы крупный агрохолдинг в плавневой зоне был вынужден в срочном порядке убирать её на силос.

Пшеничный трипс - *Haplothrips tritici* (Kurdjumov). Известно, что личинки, зимующие в растительных остатках и в почве выходят с мест зимовки в апреле-мае, но в отдельные годы отмечается и более ранний выход личинок – их часто можно обнаружить в большом количестве уже в начале января в тёплые дни. Имаго трипсов также вылетают раньше – в 2019-2020 годах имаго заселяли поля в разных регионах европейской части заметно раньше – за месяц до выхода колоса.

Хлебная жужелица - *Zabrus tenebrioides* Goeze. Вид достаточно устойчивый к влиянию факторов внешней среды, но хозяйственная деятельность человека, а именно протравливание инсектицидами посевного материала колосовых и некоторых пропашных культур привело к сильному снижению численности вредителя.

Проволочники. Группа весьма консервативных видов, но жук-щелкун крымский (*Agriotes tauricus* Heyden) достаточно далеко продвинулся на север региона, потеснив ранее доминировавшего щелкуна степного. Большая вредоносность этого вида обусловлена очаговостью.

Злаковая листовёртка - *Cnephasia pasiuana* (Hübner). Впервые злаковая листовёртка в регионе была обнаружена в 80-х годах прошедшего столетия и вредила до 2005 года. После известных критических январских морозов 2006 года исчезла. В настоящее время, она уже вновь активно распространяется по территории края.

Пшеничный комарик - *Contarinia tritici* (Kirby). Ранее этот вредитель отмечался в начале XX века. В 90-е годы он наносил значительный ущерб (до 30% урожая) озимой пшенице в регионе. В настоящее время в посевах нами не обнаруживается.

Седельная галлица - *Haplodiplosis marginata* (Roser). Впервые была собрана в окрестностях Краснодара в 1986 году. В 2006 году нанесла вред посевам зерновым колосовым на Таманском п-ве. С 2019 года стала отмечаться на большей части территории Краснодарского края. В периоды между этими годами вредитель не проявлялся.

Чёрная пшеничная муха - *Phorbia fumigata* Meigen. На территории была отмечена и начала вредить в середине девяностых годов. В настоящее время вредит по всей степной зоне РФ, но идентификация вредителя затруднена в силу сложностей в систематике близких к ней видов.

## НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ТЕСТИРОВАНИЮ МИКРОСПОРИДИЙ ПРОТИВ СИБИРСКОГО ШЕЛКОПРЯДА

А.С. Румянцева<sup>1\*</sup>, С.М. Малыш<sup>1</sup>, А. Н. Игнатьева<sup>1</sup>, А.А. Агеев<sup>2</sup>, Ю.С. Токарев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург*

<sup>2</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, Красноярск*

\*e-mail: [rumiantseva.arina@yandex.ru](mailto:rumiantseva.arina@yandex.ru)

Сибирский шелкопряд *Dendrolimus sibiricus* относится к карантинным видам и во время вспышек массового размножения способен нанести серьезный ущерб пихтово-кедровым и лиственничным насаждениям на всей территории Сибири и в некоторых частях Восточной Азии.

Большую роль в подавлении численности лесных вредителей играют облигатные внутриклеточные паразиты, такие как микроспоридии. Они не только сокращают продолжительность жизни вредителей, но также способны снижать плодовитость и устойчивость насекомых к негативному воздействию окружающей среды. Данные о природных изолятах микроспоридий у сибирского шелкопряда отсутствуют. В тоже время, личинки вредителя оказались восприимчивы к искусственному заражению этими внутриклеточными паразитами.

Мы проверили патогенность нескольких видов микроспоридий: *Nosema bombycis*, *Nosema polyvora*, *Nosema* sp. (ex *Helicoverpa armigera* НА 2022), *Vairimorpha* sp. (ex *Aglais urticae* AU 2022), *Tubulinosema* sp. (ex *Loxostege sticticalis* LS 2020) и *Vairimorpha lymantriae* (ex *Lymantria dispar* Ld 2022) в отношении личинок *D. sibiricus* второго и третьего возраста. При заражении использовались дозировки:  $10^4$ ,  $10^5$  и  $10^6$  спор/гусеницу. Наблюдения велись в течение 60 дней.

Наиболее патогенными для гусениц шелкопряда второго возраста оказались споры *Tubulinosema* sp., *N. bombycis* и *Nosema* sp. в дозировке  $10^6$  спор/гус. Полулетальное время для этих вариантов не превысило 10 дней, а доля зараженных гусениц была близка к 100%. Микроспоридии *Vairimorpha* sp., *N. polyvora* и *V. lymantriae* в той же дозировке проявили меньшую вирулентность в отношении гусениц *D. sibiricus* второго возраста, однако степень зараженности насекомых при анализе погибших особей составила более 90%. Также следует отметить высокую продуктивность микроспоридий при использовании гусениц сибирского шелкопряда в качестве объекта для наработки спор *Tubulinosema* sp. (до 408 млн спор/гусеницу) и *Vairimorpha* sp. (до 183 млн спор/гусеницу).

Важной частью нашего исследования стало сравнение патогенности *N. bombycis* и *Nosema* sp. в дозировках  $10^4$ ,  $10^5$  и  $10^6$  спор/гус. в отношении гусениц сибирского шелкопряда второго и третьего возраста. Для насекомых обоих возрастов при заражении *N. bombycis* статистически достоверные различия наблюдались только между дозировками  $10^4$  и  $10^6$  спор/гус. В варианте с *Nosema* sp. для гусениц третьего возраста смертность при дозировке  $10^6$  статистически значимо отличалась от  $10^4$  и  $10^5$  спор/гус. При заражении гусениц второго возраста спорами *Nosema* sp. статистически достоверные различия отсутствовали между дозировками  $10^5$  и  $10^6$  спор/гус.

Полученные результаты позволяют предположить, что гусеницы сибирского шелкопряда могут служить хозяевами для широкого круга микроспоридий и, как следствие, данный объект является перспективным инструментом для наработки значительного количества спор энтомопатогенов.

Исследование выполнено при поддержке РНФ, проект № 23-16-00262.

# НОВЫЕ СОРТА КАРТОФЕЛЯ С ГРУППОВОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ К НАСЕКОМЫМ-ФИТОФАГАМ

С.Р. Фасулати\*, О.В. Иванова

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\*e-mail: fasulatiser.spb@mail.ru

Среди насекомых Северо-Запада России для картофеля наиболее вредоносны колорадский жук *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, Chrysomelidae), поедающий листовой аппарат, а также многоядные личинки 4 видов шелкоунов (проволочники), особенно посевного полосатого *Agriotes lineatus* L. (Coleoptera, Elateridae), и гусеницы озимой совки *Agrotis segetum* Schiff. (Lepidoptera, Noctuidae), которые повреждают клубни.

В целях стабилизации агроэкосистем и экологизации систем интегрированной защиты картофеля от вредителей важно возделывание устойчивых к ним сортов, повреждаемых фитофагами в 5–10 раз слабее других. Они сочетают в генотипе комплекс механизмов устойчивости, из которых наиболее значимы трудногидролизуемые пищевые биополимеры; наличие белков-ингибиторов гидролаз насекомых; наличие и концентрация в органах растений токсичных или репеллентных гликоалкалоидов; особенности органогенеза растений [1,2]. Ввиду полигенной природы названных свойств растений основным путем выявления сортов, устойчивых к фитофагам, остается их полевой скрининг по экологическим критериям: продолжительности развития личинок и куколок и проценту окрылившихся имаго колорадского жука при искусственном заселении растений личинками 1-го возраста; по показателям степени поврежденности клубней проволочниками и гусеницами в собранном урожае [3].

Опыты проводили на полях ВИЗР (г. Пушкин) и его Тосненского филиала (с. Ушаки). Изучали современные сорта картофеля, включенные в Госреестр РФ в основном после 2000 г. По результатам, полученным до 2019 г., выделены сорта с групповой устойчивостью к вредителям: Гала, Гусар, Лига, Наяда, Рябинушка, Сиреневый туман [3].

В 2019-2023 гг. оценено 48 ранее не изучавшихся сортов и выделено устойчивых:

- к колорадскому жуку - 8 новых сортов: Аксения, Балтик Роуз, Дельфине, Крепыш, Моряк, Ред Фэнтази, Северный и Фиделия; преимагинальная выживаемость особей вредителя на них составляла 5–20 % против 45–80 % при развитии личинок на неустойчивых сортах;

- к проволочникам - 10 новых сортов: Августин, Балтик Роуз, Дельфине, Довния, Импала, Камчатка, Моряк, Ред Фэнтази, Рубин и Фиделия; доля поврежденных клубней на них составляла в разные годы 0–32 % против 15–88 % на неустойчивых сортах;

- к гусеницам совок - 9 новых сортов: Августин, Гармония, Дальневосточный, Довния, Камчатка, Метеор, Ред Фэнтази, Розара и Солнышко, не имевших повреждений клубней против 5–25 % поврежденных клубней на неустойчивых сортах в разные годы;

- с групповой устойчивостью к колорадскому жуку и к обеим или одной группе вредителей клубней - 5 новых сортов: Балтик Роуз, Дельфине, Моряк, Ред Фэнтази и Фиделия.

Выявление сортов картофеля с групповой устойчивостью к названным вредителям свидетельствует о наличии в генофонде культуры общих механизмов защиты от фитофагов надземных и подземных вегетативных органов и о немалых резервах экологизации картофелеводства, позволяющих сократить применение инсектицидов.

Список литературы

1. Giordanengo Ph., Vincent Ch., Alyokhin A. (Eds.) 2013. Insect Pests of Potato: Global Perspectives on Biology and Management. Amsterdam –...– Tokyo: Elsevier. 598 p., ill.

2. Hurtado A.Ch., Ruhland F., Boullis A., Verheggen F.J. 2023. Potato cultivar susceptibility to wireworms: feeding behaviour, fitness and semiochemical-based host selection. *Entomologia Generalis*, 43, 6, 1193–1201. DOI: 10.1127/entomologia/2023/2168

3. Иванова О.В., Фасулати С.Р. 2021. Оценка сортов картофеля на групповую устойчивость к основным грызущим вредителям в полевых условиях. *Защита и карантин растений*, 3, 42–44. DOI: 10.47528/1026-8634-2021-3-4244

## ИЗМЕНЕНИЯ В АГРОЦЕНОЗАХ ВРЕДНЫХ ЧЛЕНИСТОНОГИХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.А. Хилевский

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург  
ООО «Инновационный центр защиты растений», г. Санкт-Петербург-Пушкин, Россия  
e-mail: [89281485089@mail.ru](mailto:89281485089@mail.ru)

Защита растений от вредных организмов на современном этапе имеет особенности, определяемые видовым и количественным составом вредителей, факторами экологии, изменениями в климате и составе пестицидов, а также антропогенным влиянием на агроценоз. По результатам проведенных исследований в численности и вредоносности различных доминантных и потенциальных членистоногих вредителей зерновых культур произошли более существенные изменения, чем среди вредителей плодовых садов. Так, в последние годы ранее массовая *Ouleta melanopus* L. снизила хозяйственное значение как вредитель. Примерно на одном уровне с 2002-2017 гг. оставались площади, повреждаемые *Zabrus tenebrioides* Goeze. В тактике защиты культуры от *Eurygaster integriceps* Put. произошел уклон на защиту посевов от взрослых клопов (19 %), объем обработок против личинок также остается очень высоким. *Phorbia fumigate* Meig. и хлебные пилильщики в последние годы наблюдений заметно увеличили площади заселения при численности, требующей проведения защитных мероприятий (42 %). *Penthaleus major* Duges образовал многочисленные очаги поражения листьев до 12 % (2020 г.), накопление вредителя происходит на полях с минимальной обработкой почвы. Потенциальную опасность представляет расширяющая свой ареал *Chlorops pumilionis* Vjerk. *Anthonomus pomorum* L. вызывает гибель 95 % бутонов. С 2002 г. наблюдается рост заражения паразитом цветоеда *Apanteles spurius* (Wesm.) 80 % личинок. *Cydia pomonella* L. поврежденность плодов достигает 85 %. *Leucoptera malifoliella* Costa, *Phyllonorycter corylifoliella* Hübner в условиях сухой весны и жаркого лета высокий уровень численности (гибель куколок в зимний период 45 %). *Aphis pomi* Degeer (22 поколения). *Dysaphis devectora* Walk (10 поколений). *Eriosoma lanigerum* Hausmann повреждает древесину (23 поколения). В августе-сентябре можно увидеть гусениц (*Eupsilla transversa* Hfn., *Diloba coeruleocephala* L., *Amphipyra pyramidea* L., *Cosmia trapezina* L., *Orthosia incerta* Hfn., *Orthosia stabilis* Schiff., *Mamestra suasa* Schiff., *Apatele rumicis* L., *Apatele tridens* Schiff.), мигрирующих из различных мест обитания в питомники и яблоневый сад. *Panonychus ulmi* Koch (12 поколений), потери урожая достигают 50 %. *Tetranychus urticae* Koch (22 поколения). *Tetranychus viennensis* Zacher. (12 поколений), за зиму погибает 60 % популяции, клещей поедают *Orius albidipennis* Reut, *Scolothrips acariphagus* Sarh., *Chrysopa* spp., *Typhlodromus reticulatus* Oud. *Bryobia redikorzevi* Reck (10 поколений), отсутствие паутины на заселенных листьях, основные хищники: *Typhlodromus reticulatus* Oud., *Phytoseius spoofi* Oud., *Scolothrips acariphagus* Jakh., *Chrysopa carnea* Steph., *Coccinella septempunctata* L. В феромонных ловушках на посевах кукурузы был обнаружен: *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte. Отмечено повреждение картофеля *Phthorimaea operculella* Zell., чеснока *Dyspessa ulula* Borkh. С 2007 г. отмечено питание на зерновых культурах *Tholera decimalis* Poda. Наблюдается рост численности *Сnephasia pascuana* Hbn. (вредоносность на уровне 70 %). В 2020 г. обнаружен *Halyomorpha halys* Stal, который угрожает овощным, садовым, зерновым и декоративным культурам.

В Ростовской области происходит нарастание фитосанитарных рисков вследствие глобализации сельскохозяйственного производства, изменений климата и систем землепользования, биологических инвазий вредоносных видов, антропогенной трансформации агроэкосистем и технологической конвергенции. В связи с этим в современных условиях становятся все более востребованными системы интегрированной защиты растений для повышения уровня продовольственной и экологической безопасности Российской Федерации.



**ПОПУЛЯЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАЛИФОРНИЙСКОЙ  
ЩИТОВКИ *DIASPIDIOTUS PERNICIOSUS* НА ОСНОВЕ ЛОКУСА COI (HEMIPTERA,  
DIASPIDIDAE)**

**А.В. Шипулин\***

ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), Московская обл.

\*e-mail: [schipulin.andrey2016@yandex.ru](mailto:schipulin.andrey2016@yandex.ru)

*Diaspidiotus perniciosus* (Comstock), калифорнийская щитовка – карантинный вид, включен в Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза. Данная работа посвящена популяционно-генетическому исследованию *D. perniciosus* на основе последовательностей локуса митохондриального генома – фрагмента COI.

В работу были включены оригинальные и депонированные в Генбанк нуклеотидные последовательности (n=49). Оценивали генетические дистанции между исследуемыми популяциями *D. perniciosus* в программе MEGA 7 с использованием двухпараметрической модели Кимуры. Количество гаплотипов рассчитывали с помощью программы DnaSP 6.12.03. Для визуализации генетических взаимоотношений между исследуемыми популяциями строили сеть гаплотипов с помощью алгоритма TCS (statistical parsimony).

Значения генетических дистанций семи географических популяций *D. perniciosus* (Россия, Грузия, Республика Корея, Канада, США, Чили и ЮАР) варьировали в пределах 0–3.7%, в среднем составляя 0.5%. Анализ гаплотипической сети *D. perniciosus* позволил выделить не менее пяти гаплотипов, из них два отличаются значительным числом нуклеотидных замен и к настоящему времени известны только из России.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ВИДАХ ГРЫЗУНОВ-ВРЕДИТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

А.А. Яковлев, Н.В. Бабич

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург  
ООО «Инновационный центр защиты растений» (ООО «ИЦЗР»)  
e-mail: [jiakovlev@mail.ru](mailto:jiakovlev@mail.ru), [natbabich@gmail.com](mailto:natbabich@gmail.com)*

В публикациях разных лет списки грызунов вредных для сельскохозяйственных растений претерпевают существенные изменения. Это объясняется новыми подходами к решению проблемы защиты растений от грызунов, что связано с изменениями природно-климатических условий, технологий в растениеводстве, ассортимента средств защиты растений и новыми взглядами в области охраны природы.

Наиболее обширные списки грызунов-вредителей сельскохозяйственных растений относятся к середине 20 столетия [1, 2, 3]. В них было указано в общей сложности 59 видов грызунов. В более поздней публикации 2008 г [4] в качестве вредителей приведены только 23 вида.

В современных условиях хозяйственное значение некоторых видов продолжает уменьшаться из-за сокращения их численности. В результате часть видов перешла из числа вредителей в разряд охраняемых.

Список литературы.

1. Колосов А.М. Грызуны вредители сельского хозяйства. Изд. МСХ РСФСР. М., 1960. 213 с.
2. Башенина Н.В., Груздев В.В., Дукельская Н.М., Шилов И.А. Грызуны – вредители садов и огородов. Изд. Моск. Ун-та. М., 1961, 117 с.
3. Поляков И.Я. Вредные грызуны и борьба с ними. Изд. Колос, Ленинград, 1968, 256 с.
4. Афонин А.Н., Грин С.Л., Дзюбенко Н.И., Фролов А.Н. (ред.) Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения [DVD-версия]. 2008 <http://www.agroatlas.ru> (DOI: 10.25680/3278.2018.34.87.101)]

**СЕКЦИЯ 3.  
ГРИБНЫЕ БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ**

## ВТОРИЧНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ И ИХ ФИТОТОКСИЧНОСТЬ

Т.В. Антипова<sup>1,2\*</sup>, В.П. Желифонова<sup>1</sup>, Б.П. Баскунов<sup>1</sup>, Ю.А. Литовка<sup>3,4</sup>, И.Н. Павлов<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г. К. Скрыбина РАН, Пуццо

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

<sup>3</sup>Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, Красноярск

<sup>4</sup>Сибирский государственный университет науки и технологий им. М. Ф. Решетнева,  
Красноярск

\*e-mail: [tatantip@rambler.ru](mailto:tatantip@rambler.ru)

К значимым возбудителям болезней деревьев, оказывающим огромный экономический ущерб, относятся грибы рода *Armillaria*, паразитирующие на лиственных, хвойных и плодовых деревьях. Как правило, виды *Armillaria* spp. колонизирует живые корни, вызывая некротические изменения в растительной ткани, а затем использует мертвую ткань в качестве источника питания. Ведущими факторами патогенности грибов являются ферментные системы, активно разлагающие биополимеры древесины, а также низкомолекулярные соединения. Роль вторичных метаболитов (трициклических сесквитерпеновых арильных эфиров – меллеолидов) в жизненном цикле и патогенезе *Armillaria* в настоящее время активно изучается. Мы исследовали профили вторичных метаболитов шести видов рода *Armillaria* – *A. borealis* (4 шт.), *A. cepistipes* (5 шт.), *A. gallica* (2 шт.), *A. mellea* (2 шт.), *A. sinapina* (3 шт.) и *A. ostoyae* (1 шт.), распространенных в Сибири (Республика Тыва, Республика Хакасия, полуостров Таймыр), на Дальнем Востоке России (Сихотэ-Алинь) и в Крыму (Национальный парк Крымский, нижнее плато горы Чатыр-Даг). С помощью методов УФ-спектроскопии и масс-спектрометрии было идентифицировано 15 соединений. Два соединения (меллеолид D и мелледонал C) обнаружены у всех исследованных штаммов независимо от их географического положения и растения-хозяина. Самый разнообразный спектр меллеолидов (7-8 соединений) обнаружен у штаммов *A. borealis*, *A. gallica*, *A. sinapina* и *A. ostoyae*. Биосинтетическая способность штаммов образовывать меллеолиды была различной; их максимальное накопление варьировало от 2 до 239 мг/л. Впервые было обнаружено, что смесь меллеолида D и мелледонал C (1 : 1), синтезированная наиболее продуктивным и фитопатогенным штаммом *A. mellea*, оказывала фитотоксическое действие на рост каллусной культуры *Populus balsamifera* и развитие семян *Larix sibirica* Ledeb. и *Pinus sylvestris* L. Наличие широкого спектра меллеолидов в профиле метаболома и двух общих соединений у всех исследованных штаммов, обладающих фитотоксическим действием, а также их достаточно высокая концентрация, позволяет рассматривать синтез меллеолидов грибами рода *Armillaria*, как один из механизмов их патогенности.

В последние годы в Средней Сибири выявлено новое заболевание *Abies sibirica* Ledeb., проявляющееся симптомами некроза камбия, деформации и отмирания ветвей и побегов. Наибольший вред заболевание наносит относительно молодым деревьям, зачастую приводя к их гибели. Штаммы, выделенные из симптоматических участков, по морфологическим и молекулярно-генетическим признакам были отнесены нами к роду *Corinectria* Gonzalez & Chaverri. Следует отметить, что сибирские штаммы генетически отличаются от известных видов *Corinectria* из других регионов, а по морфологическим признакам отличаются между собой, что позволило разделить их на два морфолого-культуральных типа (МКТ1 и МКТ2). Были исследованы вторичные метаболиты 23 штаммов *Corinectria* и их фитотоксичность. Штаммы из МКТ1 синтезировали меротерпеноиды илилициколины А и В, эпоксиилилициколин А и хлороцилиндрикарпол; штаммы из МКТ2 продуцировали илилициколины С, D (аскохлорин), F и аскофуранол. Установлено, что штаммы из МКТ2 характеризуются большей фитотоксичностью в отношении семян и проростков *Picea obovata*. Илилициколины С, D и F, синтезируемые штаммами этой группы, также существенно ингибировали ростовые процессы семян *A. sibirica* и *Pinus sibirica* Du Tour.

## ПАТОГЕННОСТЬ ГРИБОВ *ALTERNARIA*, ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ НА СОРНЫХ РАСТЕНИЯХ

Е.П. Арабина<sup>1,2</sup>, А.С. Орина<sup>1\*</sup>, Ф.Б. Ганнибал<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

<sup>2</sup> Национальный исследовательский университет ИТМО, Санкт-Петербург

\*e-mail: orina-alex@yandex.com

Грибы рода *Alternaria* встречаются повсеместно на различных субстратах, в т.ч. вызывают болезни растений. Многие крупноспоровые виды *Alternaria* описаны как патогены дикорастущих растений, однако их специализация и возможный круг хозяев часто остаётся неизученными. Цель исследования – определение видовой принадлежности крупноспоровых штаммов *Alternaria*, выделенных из дикорастущих растений, и характеристика их патогенных свойств.

Из коллекции грибов лаборатории микологии и фитопатологии ФГБНУ ВИЗР были выбраны 8 штаммов *Alternaria* spp., выделенных из листьев акалифы, астры, бодяка и молочая различного географического происхождения с симптомами пятнистости. Видовую принадлежность штаммов определяли с помощью филогенетического анализа последовательности фрагментов генов глицеральдегид-3-фосфатдегидрогеназы *gpd*, аллелгена *Alternaria alta1*, фактора элонгации трансляции *tef* и второй субъединицы РНК-полимеразы II *rpb2* (Woudenberg et al., 2014) методами максимального правдоподобия и максимальной экономии в программе MEGA X 10.1. Патогенность штаммов *Alternaria* spp. определяли в лабораторных условиях при инокуляции листьев 5 видов культурных растений из разных семейств: картофель (с. Гала), подсолнечник (с. Тунка), пшеница (с. Васса), рапс (с. Оредеж 4) и соя (с. Селекта 201). Агрессивность штаммов оценивали по диаметру вызываемого некроза. Штаммы *A. protenta* MFP 350011 и *A. solani* MFP 792031, которые являются патогенами подсолнечника и картофеля, соответственно, использовали в качестве положительного контроля.

Филогенетический анализ полученных нуклеотидных последовательностей установил принадлежность одного штамма, выделенного из листьев бодяка, виду *A. cirsinoxia*, а четырех штаммов, выделенных из листьев акалифы из Приморского и Камчатского краев, – виду *A. guilanica*, который найден в России впервые. Еще три штамма формировали две отдельные филогенетические линии и, вероятно, представляют два новых для науки крупноспоровых вида *Alternaria*.

Все анализируемые штаммы *Alternaria* оказались непатогенными по отношению к пшенице, рапсу и сое: при инокуляции листьев этих культур в лабораторных условиях не наблюдали развитие некрозов или хлорозов на 4–7 сут. В тоже время штамм *A. cirsinoxia* и два штамма *Alternaria* sp., выделенные из листьев молочая из Дагестана, оказались патогенными к картофелю. Они вызывали некрозы листьев диаметром  $7.6 \pm 0.9$ – $7.8 \pm 0.3$  мм, сходные с некрозами  $7.6 \pm 0.3$  мм, индуцируемыми контрольным штаммом *A. solani* MFP 792031. При инокуляции листьев подсолнечника пять анализируемых штаммов *Alternaria* оказались патогенными и значительно различались по агрессивности. Один штамм *A. guilanica*, а также штамм *Alternaria* sp., выделенный из листьев астры из Камчатского края, вызвали небольшие некрозы диаметром  $6.0 \pm 2.7$ – $6.6 \pm 2.0$  мм. Штамм *A. cirsinoxia* и два штамма *Alternaria* sp., выделенные из листьев молочая, оказались наиболее агрессивными – диаметр некроза варьировал от  $16.1 \pm 1.7$  до  $19.5 \pm 2.1$  мм, что достоверно ( $p=0.02$ ) превышало некрозы, вызываемые контрольным штаммом *A. protenta* MFP 350011 ( $12.4 \pm 1.0$  мм).

Полученные результаты демонстрируют большее разнообразие видов *Alternaria*, патогенных в отношении культурных растений и потенциально значимых для сельского хозяйства, чем предполагалось ранее.

Исследование выполнено при поддержке РФФ (проект № 19-76-30005).

## НОВЫЕ И МАЛОИЗВЕСТНЫЕ ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ – ВОЗБУДИТЕЛИ БОЛЕЗНЕЙ КОСТОЧКОВЫХ КУЛЬТУР НА ЮГЕ РОССИИ

Т.С. Булгаков\*, Н.Н. Карпун

Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук», Сочи

\*e-mail: [ascmycologist@yandex.ru](mailto:ascmycologist@yandex.ru)

С момента начала массовой культуры плодовых и декоративных косточковых культур (виды рода *Prunus* s.l.) на юге России наблюдается постоянное увеличение числа встречающихся на них фитопатогенных организмов, включая фитопатогенные грибы. Помимо основных, наиболее вредоносных фитопатогенов косточковых культур – возбудителей клястероспориоза (*Wilsonomyces carpophilus*), коккомикоза (*Blumeriella jaarii*) и монилиоиза (*Monilinia laxa*), по итогам исследований авторов в настоящее время в Краснодарском крае и Ростовской области выявлены еще несколько новых и малоизученных фитопатогенных грибов, краткие сведения о которых приводятся ниже.

*Cytospora sorbicola* Norph., Bulgakov, T.C. Wen & K.D. Hyde – возбудитель некроза ветвей; впервые описан из Ростовской области как патоген рябин (Norphanhoun et al., 2017), но обнаружен во многих странах и поражает многие виды Rosaceae, включая вишню, черешню и абрикос.

*Diaporthe amygdali* (Delacr.) Udayanga, Crous & K.D. Hyde (син. *Fusicoccum amygdali* Delacr.) – опасный возбудитель отмирания ветвей миндаля и персика, известный в странах Европы. Несколько раз отмечен в Ростовской области и Краснодарском крае на персике (Булгаков, 2020).

*Monilinia fructicola* (G. Winter) Honey – крайне вредоносный возбудитель монилиального ожога и бурой монилиальной гнили косточковых. Карантинный вид, широко распространившийся в Европе в 2000-х гг. и обнаруженный на Черноморском побережье Краснодарского края (Михайлова и др., 2020).

*Podosphaera cerasi* Morparthi, M. Bradshaw & Roon.-Lath. – возбудитель мучнистой росы вишни и черешни. Приводился для Краснодарского края под ошибочными названиями *Podosphaera trydactyla* (Мищенко, 2013) и *P. cf. clandestina* (Булгаков, 2019). По всей видимости, является чужеродным видом, распространившимся на юге России и известным в Краснодарском крае с 2009 г. (Мищенко, 2013) и в Ростовской области с 2011 г. (Булгаков, 2020).

Публикация подготовлена в рамках реализации государственного задания ФИЦ СЦ РАН FGRW-2022-0006, № госрегистрации 122042600092-8

### Список литературы

Булгаков ТС (2019) Современные сведения о грибных патогенах косточковых культур в западной части Черноморского побережья Краснодарского края. *Субтропическое и декоративное садоводство*. 70:178–189. <http://doi.org/10.31360/2225-3068-2019-70-178-189>

Булгаков ТС (2020) Микобиота древесных растений семейства Rosaceae Juss. в Ботаническом саду Южного Федерального университета. Труды Южного Федерального университета: сборник научных трудов. Вып. 5. Ростов-на-Дону-Таганрог: Изд-во Южного Федерального университета. 85–154.

Михайлова ЕВ, Карпун НН, Пантия ГГ (2020) Идентификация видов рода *Monilinia* с помощью ПЦР-анализа. *Плодоводство и ягодоводство России*. 60:186–191. <http://doi.org/10.31676/2073-4948-2020-60-186-191>

Мищенко ИГ (2013) Новые виды патогенов косточковых культур в Краснодарском крае. *Плодоводство и виноградарство юга России*. 22(4):97–103.

Norphanhoun C, Doilom M, Daranagama DA, Phookamsak R et al. (2017) Revisiting the genus *Cytospora* and allied species. *Mycosphere*. 8(1):51–97. <http://doi.org/10.5943/mycosphere/8/1/7>

## ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ПАТОГЕННОСТЬ ГРИБОВ *FUSARIUM*, ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ В МИКОБИОТЕ СОИ

О.П. Гаврилова\*, А.С. Орина, И.И. Трубин, Е.П. Арабина, Т.Ю. Гагкаева

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\*e-mail: olgavrilova1@yandex.ru

Соя – широко возделываемая культура, в микобиоте которой часто встречаются грибы рода *Fusarium*. Проведенный нами микологический анализ образцов сои, выращенной в разных регионах РФ, выявил разнообразие этих грибов, обитающих на семенах, корнях и вегетирующих частях растения (Орина и др., 2019; Гаврилова и др., 2023).

Из коллекции грибов лаборатории микологии и фитопатологии ФГБНУ ВИЗР выбрали 24 штамма *Fusarium* spp., выделенных из семян, стеблей, проростков, листьев и семядолей сои различного географического происхождения. Уточнение видовой принадлежности штаммов проводили с помощью филогенетического анализа последовательности фрагмента гена фактора элонгации трансляции EF-1a (O'Donnell et al., 1998) методами максимального правдоподобия и максимальной экономии в программе MEGA X 10.1 (Kumar et al., 2018). Патогенность штаммов *Fusarium* оценивали в лабораторных условиях в результате инокуляции листьев и проростков сои сортов Бара и Селекта 201. Агрессивность штаммов определяли в соответствии с размерами вызываемых ими некрозов и хлорозов листьев, а также по их влиянию на длину проростков.

Филогенетический анализ полученных нуклеотидных последовательностей подтвердил принадлежность 20 анализированных штаммов *Fusarium* к видам *F. acuminatum* (5 шт.), *F. clavus* (1 шт.), *F. graminearum* (3 шт.), *F. luffae* (2 шт.), *F. poae* (1 шт.), *F. sambucinum* (1 шт.), *F. serpentium* (2 шт.), *F. sporotrichioides* (2 шт.) и *F. verticillioides* (3 шт.). На территории России среди представителей комплекса видов *F. incarnatum-equiseti* виды *F. serpentium* и *F. luffae* обнаружены впервые, а вид *F. clavus* ранее выявляли только в микобиоте картофеля из Адыгеи и Московской обл. (Белосохов и др., 2022). Точную видовую принадлежность еще четырёх штаммов возможно установить только с привлечением в филогенетический анализ дополнительных локусов.

Выявлены различия анализированных штаммов *Fusarium* по патогенности к листьям и проросткам сои. По 37.5% штаммов *Fusarium* spp. вызывали некрозы листьев с. Бара (5.6–28.8 мм) и с. Селекта 201 (5.4–12.5 мм), тогда как хлороз листьев с. Бара (1.1–2.1 балл) индуцировали 29% штаммов, а с. Селекта 201 (1.3–3.0 балл) — 50% штаммов. Наиболее агрессивными к листьям сои обоих сортов оказались штаммы *F. acuminatum* и *F. tricinctum*.

При инокуляции проростков сои двух сортов в условиях эксперимента симптомы повреждения растительной ткани не обнаружены. Инокуляция штаммами *F. sporotrichioides* приводила к достоверному снижению длины проростков обоих сортов — на 5–32%, а штаммами *F. graminearum* и *F. sambucinum* — к увеличению на 3–16%. При взаимодействии с представителями других видов *Fusarium* зачастую наблюдалась несогласованность реакции растений выбранных сортов.

На основании полученных данных и более ранних наблюдений можно утверждать, что грибы рода *Fusarium* часто встречаются в микобиоте сои, однако вредоносность их не является однозначной. Установлено как негативное, так и позитивное влияние штаммов *Fusarium* на всхожесть и рост растений сои при их совместном культивировании, что, по всей видимости, обусловлено влиянием на растение метаболитов грибов. Корректная видовая идентификация фитопатогенных грибов позволяет точно характеризовать их свойства, в том числе, лучше понимать их значимость в природе и сельском хозяйстве.

Исследование выполнено при поддержке РНФ (проект № 19-76-30005).

## ДЕЙСТВИЕ ФУНГИЦИДОВ НА РОСТ ИЗОЛЯТОВ РАЗНЫХ ВИДОВ *CERCOSPORA*, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ СОИ

Е.Л. Гасич\*, Л.Б. Хлопунова, М.М. Гомжина

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\*e-mail: [elena\\_gasich@mail.ru](mailto:elena_gasich@mail.ru)

Во всех зонах возделывания сои в России распространена округлая серая пятнистость листьев, возбудителем которой является *Cercospora sojina* Nara. В Амурской области, Приморском, Краснодарском краях и в ЦЧО на сое также зарегистрирован пурпурный церкоспороз (Положиева и др., 2015; Саенко, 2019, 2022; Саенко, Мустафина, 2021). В результате мультилокусного филогенетического анализа изолятов, выделенных из семян сои с симптомами пурпурного церкоспороза, было установлено, что они относятся к нескольким видам *Cercospora* (Гомжина и др., 2022).

В Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, приводится 33 препарата для борьбы с церкоспорозом сои. Причем, не уточняется, против каких видов *Cercospora* они эффективны. Изучена эффективность подавления роста восьми изолятов *Cercospora* spp. в чистой культуре шестью коммерческими фунгицидами: Спирит (СК), Оплот (ВСК), Колосаль Про (КМЭ), Мистерия (МЭ), Вендетта (КС), Пропульс (СЭ). Для исследования были выбраны следующие изоляты: *Cercospora* cf. *alchemillicola* U. Braun & C.F. Hill – MF-3.11, *Cercospora celosiae* Syd. – MF-3.1 и MF-3.12, *Cercospora* cf. *sigesbeckiae* Katsuki – MF-3.13, *C. sojina* – MF-3.5, MF-3.15, MF-3.20, *Cercospora* sp. 1 – MF 3-19. Большинство изолятов было выделено из образцов, полученных из Амурской области (5 изолятов из семян, два (MF-3.15, MF-3.20) из листьев); изолят MF 3-19 был выделен из листьев сои из Крыма. Ингибирующее действие фунгицидов на рост колоний грибов определяли согласно Ориной и др. (2021). Полумаксимальные эффективные концентрации фунгицидов, приводящие к 50% подавлению роста колоний изолятов ( $EC_{50}$ ) рассчитывали при помощи программного обеспечения Quest Graph<sup>TM</sup> LD50 Calculator.

По сравнению с изолятами других видов, изоляты *C. sojina* оказались более чувствительными к воздействию большинства изученных фунгицидов. Выявлено внутривидовое различие изолятов *C. sojina* и *C. celosiae* по реакции на действие некоторых фунгицидов. Степень подавления роста изолята MF-3.20 *C. sojina* препаратом Оплот (ВСК) при концентрации 0.01% была почти в два раза выше, чем изолятов MF-3.5 и MF-3.15. Препараты Мистерия (МЭ) и Вендетта (КС) при концентрациях 0.001-0.01% проявили больший ингибирующий эффект в отношении изолята MF-3.5 *C. sojina*. Эти же препараты, а также Спирит (СК) при концентрации 0.001% были более эффективными в подавлении роста изолята *C. celosiae* MF-3.1, по сравнению с изолятом MF-3.12. Изолят MF-3.11 *Cercospora* cf. *alchemillicola* показал наибольшую чувствительность к препаратам Спирит (СК) ( $EC_{50}$  0.0082) и Мистерия (МЭ) ( $EC_{50}$  0.008); изолят MF-3.13 *Cercospora* cf. *sigesbeckiae* – к препаратам Мистерия (МЭ) ( $EC_{50}$  0.0037) и Вендетта (КС) ( $EC_{50}$  0.0034); изолят MF-3.19 *Cercospora* sp. 1 – к препарату Мистерия (МЭ) ( $EC_{50}$  0.0054).

Из двух препаратов, содержащих в своем составе только триазолы, более высокая эффективность в отношении всех тестируемых изолятов выявлена у препарата Оплот (ВСК) ( $EC_{50}$  0.0056 – 0.0565), по сравнению с препаратом Колосаль Про (КМЭ) ( $EC_{50}$  0.0718 – 4.5532). Наибольшая эффективность ингибирования роста изолятов тестируемых видов зарегистрирована у препаратов Спирит (СК) ( $EC_{50}$  0.0082 – 0.1414) и Мистерия (МЭ) ( $EC_{50}$  0.0009 – 0.0145), сочетающих в своем составе стробилурины и триазолы, а также у препарата Вендетта (КС) ( $EC_{50}$  0.0028 – 0.0133), в состав которого входят флуазинам и азоксистробин. Наименьшую эффективность ингибирования роста колоний всех изолятов проявил препарат Пропульс (СЭ) ( $EC_{50}$  0.3467 – 12.2582).

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ 19-76-30005.



## ОЦЕНКА ВИРУЛЕНТНОСТИ ШТАММОВ *MICRODOCHIUM NIVALE* В ОТНОШЕНИИ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

О.А. Гоголева<sup>1\*</sup>, М.В. Агеева<sup>1</sup>, Г.Ш. Мурзагулова<sup>1</sup>, Е.А. Рязанов<sup>1</sup>, М.Л. Пономарева<sup>2</sup>, В.Н. Пономарев<sup>2</sup>, Дамир Ф. Асхадуллин<sup>2</sup>, Данил Ф. Асхадуллин<sup>2</sup>, В.Ю. Горшков<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казанский институт биохимии и биофизики ФИЦ КазНЦ РАН, Казань

<sup>2</sup>Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства ФИЦ КазНЦ РАН, Казань,

\*e-mail: [gogolewaoa@yandex.ru](mailto:gogolewaoa@yandex.ru)

Фитопатогенный психротолерантный гриб *Microdochium nivale*, вызывающий розовую снежную плесень озимых зерновых культур, способен поражать растения как при низких, так и при умеренных температурах. Несмотря на то, что в последние годы поражение озимых розовой снежной плесенью, встречается всё чаще, вирулентность возбудителя слабо изучена. Поэтому целью нашего исследования было оценить вирулентность штаммов *M. nivale* в отношении озимых зерновых культур.

В качестве модельных были выбраны популяции с двух территорий, различающиеся почвенно-климатическими и агротехническими условиями. Сбор коллекции возбудителей розовой снежной плесени проводили с высокой частотой с трех озимых культур – озимой ржи, пшеницы и тритикале; отбирали отмершие и живые побеги, а также корни. В результате было выделено 157 изолятов по морфологическим и генотипическим признакам отнесенных к виду *M. nivale*. Вирулентность изолятов оценивали двумя методами: на целых растениях, выращенных стерильно *in vitro*, и методом отсеченного листа. Оценивали вирулентность в отношении трех культур – ржи, пшеницы и тритикале. Кроме того, на модельной системе озимой ржи и высоковирулентного штамма *M. nivale* F 00608 оценили колонизацию растения грибом при развитии инфекции.

Независимо от метода определения вирулентности, изоляты *M. nivale* из обеих популяций проявляли большую вирулентность в отношении озимой пшеницы и тритикале, по сравнению с рожью. В обеих популяциях присутствуют изоляты, проявляющие вирулентность как к одной культуре, так и к двум и к трем озимым культурам, а также изоляты, не проявившие вирулентность ни к одной из культур. Корреляции между значениями вирулентности, полученных разными методами, выявлено не было, и можно предположить, что изоляты *M. nivale* могут по-разному взаимодействовать с растением в зависимости от его физиологического состояния.

На модельной системе озимая рожь и высоковирулентный штамм *M. nivale* было показано, что колонизация растения начинается с первых суток после инфицирования. В первые сутки колонизируется поверхность coleoptily и корней. На поверхности корней гифы гриба образовывали специализированные структуры – многоклеточные апрессории. Через 5 суток после инфицирования гифы гриба обнаруживали внутри паренхимных клеток, в межклетниках и сосудах ксилемы. При проникновении из одной клетки в другую инфекционные гифы образовывали специализированные структуры для межклеточной инвазии – транспрессории. Через 10 суток после инфицирования, ткани растений были сильно колонизированы и подвергались деструкции.

Таким образом, изоляты в обеих популяциях дифференцированы как по вирулентности в целом, так и по вирулентности в отношении отдельных культур.

Работа поддержана грантом РФФИ № 23-16-00086 и госзаданием ФИЦ КазНЦ РАН.

## НОВЫЙ ВИД *ASCOCHYTA EROTICA*, ПАТОГЕН *CONVOLVULUS ARVENSIS*

М.М. Гомжина\*, Е.Л. Гасич

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\*e-mail: [gomzhina91@mail.ru](mailto:gomzhina91@mail.ru)

Род *Ascochyta* Lib. (*Dothideomycetes*, *Pleosporomycetidae*, *Pleosporales*, *Didymellaceae*) включает в себя широко распространённые фитопатогенные грибы, представляющие особое значение для сельского хозяйства. В связи с этим круг изучаемых растений-хозяев *Ascochyta* смещается в сторону сельскохозяйственных культур, при этом дикорастущие растения реже представлены в фитопатологических наблюдениях, хотя и представляют собой богатый источник биоразнообразия. *Convolvulus arvensis* L. – травянистое двудольное растение из семейства *Convolvulaceae*, распространённое как в производственных посевах сельскохозяйственных культур, так и в нарушенных местообитаниях во многих частях умеренного, тропического и средиземноморского климата.

Идентификация видов *Ascochyta* традиционно была основана на анализе морфологических и морфолого-культуральных признаков и на связи с питающим растением. На настоящий момент известно, что корректное определение микромицетов этого рода следует осуществлять, используя в качестве основных – молекулярно-генетические, а в качестве дополнительных – морфологические, культуральные и другие признаки.

В 2002 в Чуйской области, Кыргызстан, впервые были собраны листья *C. arvensis* с листовой пятнистостью с развитыми пикнидами. Из поверхностно стерилизованных листьев было выделено пять изолятов, идентифицированных по морфологическим признакам, как *Phoma proboscis* Heiny. Всего в ходе многолетнего мониторинга заболеваний вьюнка полевого грибной этиологии, проводимого с 1990 по настоящее время, этот образец является единственным, из которого были выделены подобные изоляты.

Результаты мультилокусного филогенетического анализа, основанного на секвенировании последовательностей внутренних транскрибируемых спейсеров (ITS) и большой субъединицы рибосомы (LSU) рДНК, части генов субъединицы ДНК-управляемой РНК-полимеразы II (*rpb2*) и  $\beta$ -тубулина (*tub2*), дополненные сведениями о морфологических, морфолого-культуральных признаках, а также патогенных свойствах позволили заключить, что изоляты представляют собой новый для науки вид. Так был описан вид *Ascochyta erotica* Gomzhina & Gasich sp. nov.

*Ascochyta erotica* sp. nov. отличается от *Phoma proboscis* по культуральным, микроморфологическим и физиологическим признакам. Вероятно, оба эти гриба имеют узкий ареал обитания. *Ascochyta erotica* за годы многолетнего мониторинга был выявлен только в Кыргызстане. *Phoma proboscis* выявлен только на территории нескольких штатов США.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 23-74-01035).

# НОВЫЙ СПОСОБ КОНТРОЛЯ ФУЗАРИОЗА КОЛОСА, ОСНОВАННЫЙ НА НАПРАВЛЕННОМ ИЗМЕНЕНИИ СТРУКТУРЫ ПИЩЕВЫХ СЕТЕЙ В ПОЧВЕ

А.А. Гончаров

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова, Москва

e-mail: [antonio.goncharoff@gmail.com](mailto:antonio.goncharoff@gmail.com)

В последние десятилетия наблюдается рост доли потерь урожая, вызванных почвенными фитопатогенами, в том числе от фузариоза колоса (Legrand et al., 2017). Во время почвенной фазы жизненного цикла фитопатогенные грибы рода *Fusarium* являются сапротрофами и имеют низкую устойчивость к подавлению почвенной фауной и микобиотой (Goncharov et al., 2020). Добавление детритной субсидии в агроэкосистему направленно изменяет структуру пищевых сетей в почве, что приводит к снижению доли растений, зараженных фузариозным увяданием (Goncharov et al., 2021). Учитывая сходство экологических ниш почвенной фазы у возбудителей фузариозного увядания (*Fusarium oxysporum*) и фузариоза колоса (*F. graminearum*), можно предположить, что добавление детритной субсидии снизит накопление микотоксина дезоксиниваленола (ДОН) в зерне.

Для проверки этой гипотезы была проведена серия полевых экспериментов, проведенных на полях озимой пшеницы в 2020 – 2023 гг. в трех регионах России (Калужская область, Краснодарский край, Ставропольский край). Повторность в каждом опыте была равна четырем. Детритную субсидию (смесь соломы и компоста) добавляли на поверхность почвы в апреле, когда растения находились на начальном этапе стадии «удлинение стебля» (ВВСН 31). Всего было исследовано 11 вариантов детритной субсидии с разным соотношением С:N. Для оценки структуры пищевых сетей учитывали численность и таксономический мелкий почвенных беспозвоночных (коллембол и клещей). Для оценки эффективности метода против фузариоза колоса были измерены: урожайность, содержание белка в зерне, содержание ДОН, доля зараженных фузариозом зерен.

Вне зависимости от содержания компоста, добавление детритной субсидии приводило к многократному (до пяти раз) увеличению численности почвенных клещей и изменению структуры сообщества коллембол. Добавление детритной субсидии с оптимальным соотношением С:N привело к снижению содержания ДОН в зерне на  $42 \pm 5\%$  (среднее  $\pm$  ст. ош. ср.), снижению доли зараженных фузариозом зерен на  $46 \pm 14\%$ , незначительно увеличило урожайность (на  $9 \pm 5\%$ ) и не оказывало влияния на содержание белка в зерне. В некоторые годы добавление детритной субсидии приводило к снижению ДОН в зерне на 69%.

Разработанный метод контроля фузариоза колоса позволил с достаточно высокой эффективностью снижать накопление ДОН в зерне в полевых условиях. Данный метод работает за счет смещения общего экологического равновесия в агроэкосистеме в сторону, снижающую размер реализованной ниши почвенной фазы патогена. Благодаря этому фундаментальному отличию от существующих генетических, химических и микробиологических методов контроля фузариоза колоса, он имеет низкие риски возникновения резистентности у патогена.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 22-76-10027).

## Список литературы

Legrand F. et al. (2017) Challenges facing the biological control strategies for the management of *Fusarium* Head Blight of cereals caused by *F. graminearum*. *Biological control*. 113: 26-38.

Goncharov A. A., Glebova A. A., Tiunov A. V. (2020) Trophic interactions between *Fusarium* species and soil fauna: A meta-analysis of experimental studies. *Applied Soil Ecology*. 145:103302.

Goncharov A. A. et al. (2021) Detrital subsidy alters the soil invertebrate community and reduces infection of winter wheat seedlings by *Fusarium* wilt. *Applied Soil Ecology* 163:103914.

## БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ И ГЛОБАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

И.Г.Джафаров

Научно-Исследовательский Институт Защиты Растений и Технических Культур

Гянджа, Азербайджан

e-mail: [ibrahim.cafarov@agro.gov.az](mailto:ibrahim.cafarov@agro.gov.az)

Для спасения жизней и средств к существованию необходимы неотложные меры по борьбе с чрезвычайной ситуацией в области климата. В 1992 году на встрече на высшем уровне “Планета Земля” была принята Рамочная конвенция ООН об изменении климата, ставшая первым шагом на пути к решению проблемы изменения климата. На данный момент конвенцию ратифицировали и являются ее участниками 197 государств.

Главная цель конвенции - не допустить “опасного антропогенного воздействия” на климатическую систему. Глобальное потепление является одной из величайших опасностей для человечества. По оценкам специалистов, в случае не принятия мер по защите климата, средняя температура нижних слоев атмосферы в конце следующего столетия может повысится по 3<sup>0</sup> С, а сегодня они оценивается как на 1.5<sup>0</sup> С.

Такие аномальные явления влияют и на сельское хозяйство, так как факторы окружающей среды, влияющие на болезни растений разнообразны. Повышение среднегодовой температуры воздуха влияет на продолжительность вегетационного периода, периода снежного покрова, частоту заморозков, минимальные и максимальные дневные и ночные температуры. Температура является ключевым фактором патогенеза. Однако особенности проявления иммунитета растений при различных температурах остаются слабо изученными. Изменением температуры часто ингибирует проявление устойчивости растения на различных стадиях каскада защитных реакций.

Достаточная обеспеченность водой в сочетании с повышенной температурой ведет к повышению относительной влажностью воздуха. Соответственно патогены, требующие для своего развития высокой влажности получают благоприятные условия для быстрого распространения. С ростом температуры при достаточном уровне водообеспеченности почвы растет и интенсивность транспирации благоприсутствуя развитию таких заболеваний как милдью винограда, переноспороз подсолнечника, ложной мучнистой росы огурца открытого грунта и парши яблони.

Засуха способствует развитию мучнистой росы. В последние годы очень сильную развитию имеет место оидиум винограда, мучнистая роса персика, миндаля, сахарной свеклы. Распространение некоторых фитопатогенных грибов имеют серьезные экономические последствия при изменении климата на засушливый. Так в отдельные годы засухи способствовала сильному развитию мучнистой росы различных культур и поражение растений томата, баклажана, перца и картофеля грибами рода *Alternaria*, в частности *A. solani* господствовала на плантациях томата открытого грунта.

Многочисленные опыты и наблюдения показывают , что традиционная система защиты посевов и плантации от фитопатогенных грибов, сегодня требует нового подхода к агротехническим, химическим, биологическим и другим приемам. Сегодня очень необходим севооборот даже мелких фермерских хозяйствах, где в общем то чередование культур не проводились долгие годы, отсюда и большие проблемы по защите от фитопатогенов. Из выше изложенного следует, что агротехнические мероприятия (севооборот, обработка почвы, внесение удобрений, орошение, сроки посадки и посева) при поддержке фунгицидов играют важную роль в защите посевов и посадок от болезней, даже в условиях изменения климата.

## МИКОБИОТА, АССОЦИИРОВАННАЯ С КЛУБНЯМИ КАРТОФЕЛЯ В УГАНДЕ И МАЛИ

С.Н. Еланский<sup>1,2\*</sup>, А.С. Еланский<sup>1</sup>, Диаките Симбо<sup>1</sup>, Е.М. Чудинова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва

\*e-mail: elanskiy\_sn@pfur.ru

Картофель – широко распространенная культура во многих странах Африки. В Уганде картофель выращивают в горной местности на высотах более 1500 м над уровнем моря; в Мали – на орошаемых землях вдоль Нигера на высотах 250-350 м. На клубнях картофеля в мире выявлено более 30 видов фитопатогенных грибов. В большинстве африканских стран фитопатогенные микроорганизмы плохо изучены. Целью данной работы являлось изучение видового разнообразия, патогенности и восприимчивости к некоторым фунгицидам штаммов грибов, выделяемых из пораженных заболеваниями клубней картофеля и плодов томата в Республиках Мали и Уганде.

Образцы пораженных клубней картофеля были собраны на фермах в четырех регионах Уганды. Из них были выделены в чистые культуры 38 штаммов грибов. В Мали пораженные клубни картофеля были собраны на 3 фермах в окрестностях Бамако на землях, орошаемых водой из реки Нигер; из них выделены 32 штамма грибов. Идентификацию видов грибов проводили с использованием культурально-морфологических характеристик и секвенирования части генов фактора элонгации 1 (*tef 1*) и бета-тубулина ( $\beta$ -*tub*), а также региона ITS1-5,8S-ITS2 (ITS). Видовую принадлежность штаммов *Fusarium* spp. определяли до комплекса видов (*species complex*, SC).

Анализ штаммов, выделенных с клубней картофеля в Уганде, показал их принадлежность к видам *Alternaria alternata*, *A. linariae*, *Colletotrichum coccodes*, *Helminthosporium solani*, *Remotididymella destructiva*, *Fusarium* spp. Из комплексов видов *Fusarium* чаще всего встречался *F. oxysporum* SC, реже – *F. incarnatum-equiseti* SC, *F. solani* SC и *F. sambucinum* SC.

Из клубней, собранных в Мали, выделены чистые культуры штаммов грибов видов *Geotrichum candidum*, *Clonostachys rosea*, *Fusarium* spp. Из видовых комплексов *Fusarium* были выявлены *F. oxysporum* SC, *F. incarnatum-equiseti* SC, *F. solani* SC, *F. sambucinum* SC.

Штаммы *F. oxysporum* SC, выделенные в Уганде и Мали, несколько отличались друг от друга, но входили в кладу с распространенными на картофеле в других регионах. Штаммы *F. incarnatum-equiseti* SC, выделенные из клубней картофеля, различались между собой и отличались от фузариумов этой группы, выделенных с плодов томата. Штаммы из комплексов *F. solani* SC и *F. sambucinum* SC, а также *Clonostachys rosea*, не имели значительных отличий в проанализированных последовательностях от ранее найденных на картофеле штаммов в других странах. *Geotrichum candidum*, найденный на картофеле в Мали, по последовательности ITS отличается от картофельных штаммов, выделенных в России, Китае и Северной Америке.

Все проанализированные штаммы из Уганды и Мали проявляли способность успешно заражать как поврежденные плоды томата, так и клубни картофеля. Анализ устойчивости к фунгицидам показал, что все исследуемые штаммы были чувствительны к дифеноконазолу ( $EC_{50} = 0,08-8,5$  мг/л) и тиабендазолу ( $EC_{50} = 0,67-5,1$  мг/л, за исключением *Geotrichum candidum*). Штаммы *G. candidum* оказались устойчивыми к тиабендазолу ( $EC_{50} > 100$  мг/л). Исследованные российские штаммы *G. candidum* также были устойчивыми к тиабендазолу.

Исследование выполнено при поддержке Российского Научного Фонда (грант 23-16-00048).

## ВОСПРИИМЧИВОСТЬ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ЯЧМЕНЯ К ГЕЛЬМИНТОСПОРИОЗУ В УСЛОВИЯХ ЮГА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.Н. Колоколова, Д.А. Базюк, А.А. Тюркина, Н.А. Боме

ФГАУВО «Тюменский государственный университет, Тюмень

\*e-mail: [campanella2004@mail.ru](mailto:campanella2004@mail.ru)

Возбудителем гельминтоспориоза – темно-бурой пятнистости злаков является фитопатогенный гриб *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker. (Syn.: *Helminthosporium sativum* Pammel, C. M. King et Bakke; *Helminthosporium sorokinianum* Sacc.). Телеоморфа – *Cochliobolus sativus* (S. Ito et Kurib.) Drechsler ex Dastur.). Гельминтоспориоз существенно влияет на ассимиляционные процессы в листьях, в результате чего снижается урожайность и ухудшается качество зерна. Генотип и окружающая среда являются основными факторами, определяющими устойчивость к патогену.

В 2022-2023 годах нами исследовано 35 образцов ячменя из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, различающихся по происхождению и относящихся к 20 разновидностям с доминированием var. *pallidum* и var. *nutans*. Сравнительное изучение образцов проведено на экспериментальном участке биостанции «Озеро Кучак» Тюменского государственного университета (Нижнетавдинский район, Тюменская область [57° 20' N, 66°03' E]). Посев коллекции ячменя производился на делянках площадью 1 м<sup>2</sup>. Для оценки генотипов использовали показатель распространенности болезни и степень поражения растений в фазы колошения и молочной спелости зерна.

Вегетационные периоды различались по тепло- и влагообеспеченности, зачастую с резкими колебаниями температуры и влажности. В целом, 2022 год характеризовался как умеренно увлажненный (ГТК=0,9) и распространённость гельминтоспориоза на листьях коллекционных образцов ячменя к фазе молочной спелости достигала 100%, степень поражения варьировала от средней (у 71,4% образцов) до сильной (у 28,6% образцов). В засушливых условиях 2023 года (ГТК=0,8; однако большая часть осадков в июле выпала за 3 дня) складывались менее благоприятные условия для развития возбудителя, хотя распространённость болезни также составила 100%. Средняя степень поражения была отмечена у 71,4% образцов, сильная – 14,3%. Наименьшей восприимчивостью к заболеванию характеризовались 5 образцов со слабой степенью поражения – 14,3% (к-24678, США, *breviaristatum*; к-23052, Эфиопия, *erectum*; к-23504, Нидерланды, *pallidum*; к-30367, Сирия, *pallidum*; 738, Казахстан, *nutans*).

Гельминтоспориоз может проявляться в различных формах: пятнистость листьев, побурение колосковых чешуй, «черный зародыш» зерна, корневая гниль, поражение всходов, а также остей колоса. Ости являются не менее важной частью, поскольку они, даже при сильном угнетении листьев растений, способны активно фотосинтезировать, участвовать в обмене веществ, повышать транспирацию и газообмен.

В лабораторных условиях были проанализированы ости колосьев 32 коллекционных образцов ячменя репродукции 2022 года для оценки степени поражения тёмно-бурой пятнистостью. Отмечено сильное поражение остей у 43,8% образцов, среднее – 37,5%, слабое – 18,7%. В ходе исследования с остей колосьев ячменя были выделены в чистую культуру представители трёх родов фитопатогенных грибов: *Alternaria* spp., *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium* sp. Микроскопический анализ показал, что патогеном *Bipolaris sorokiniana* были поражены ости только 53,1% образцов ячменя, *Alternaria* spp. – 100%, причем у 34,4% образцов была выявлена смешанная инфекция: гельминтоспориоз и альтернариоз. Фузариоз был отмечен на остях одного образца (к-23339, *glabrideficiens*, Германия) в комплексе с гельминтоспориозом и альтернариозом.

Таким образом, дифференциация фитопатогенов ячменя при сходной симптоматике представляется необходимой для целенаправленного выбора средств защиты с учетом восприимчивости растений к гельминтоспориозу.

**«ПЕРЕКРЁСТНОЕ» РАСШИРЕНИЕ ВИДО-СПЕЦИФИЧНОСТИ ФИТОПАТОГЕНОВ  
*FUSARIUM OXYSPORUM F.SP. RADICIS-CUCUMERINUM* И *FUSARIUM OXYSPORUM  
F.SP. RADICIS-LYCOPERSICI***

**Э.Н. Комиссаров\*, Д.М. Афордоanyi, Ш.З. Валидов**

Федеральный Исследовательский Центр Казанский Научный Центр РАН, Казань, Россия

\*e-mail: [e.komissarov@knc.ru](mailto:e.komissarov@knc.ru)

Представители комплекса видов *Fusarium oxysporum* (*Fox*) являются фитопатогенными несовершенными грибами, наносящими ущерб сельскому хозяйству. Их внесистемно подразделяют на специальные формы, способные поражать определенного растения-хозяина или группу растений-хозяев. Количество описанных специальных форм уже превышают сотню (Armstrong G. M., Armstrong J. K., 1981). Специфичность хозяину *Fox* связывают с группой генов, именуемой SIX (Secreted in Xylem), локализованных на одной хромосоме богатой мобильными элементами. Комбинация указанных генов считается ключом к способности инфицировать определенное растение. У *Fox* не обнаружена половая стадия развития, в связи с чем разнообразие специальных форм и связанных с ними комбинаций генов SIX приписывается мобильным элементам генома (Van Dam, Rep, 2017) и горизонтальном переносом хромосом.

В данной работе используются две специальные формы *Fox*, вызывающие корневые гнили огурца и томата соответственно (Afordoanyi et al., 2022). Установлено, что данные формы не имеют общих генов, кодирующих эффекторные белки (SIX), гипотетически обуславливающих их способность к развитию заболевания у определенного растения.

Мы обнаружили способность данных штаммов к преодолению границ круга хозяев, свойственного для специальной формы к которой они относятся. *F. oxysporum f.sp. radicis-cucumerinum*, который не был способен поражать томаты, но поражает огурцы, после инокуляции высокой концентрацией спор в песчаном субстрате начал вызывать симптомы корневых гнилей у томатов, а *Fusarium oxysporum f.sp. radicis-lycopersici*, который не был способен поражать огурцы, но поражает томаты, при таких же условиях начал поражать огурцы. Подобный переход не исключает поражения исходных хозяев, но вносит в круг новые виды растений, которые ранее были им недоступны. Данное явление было обнаружено без использования совместной культивации штаммов друг с другом, что исключает горизонтальный перенос генов, а также без использования мутагенов и селективных сред.

Список литературы

1. Armstrong G. M., Armstrong J. K. (1981) "Formae speciales and races of *Fusarium oxysporum* causing wilt disease," In: P. E. Nelson, T. A. Toussoun and R. J. Cook, Eds., *Fusarium: Disease, Biology, and Taxonomy*, Pennsylvania State University, University Park, 1981, pp. 391-399.
2. Afordoanyi D.M, Diabankana R.G.C, Akosah Y.A., Validov S.Z. (2022) Are formae speciales pathogens really host specific? A broadened host specificity in *Fusarium oxysporum f. sp. radicis-cucumerinum*. *Braz J Microbiol.* 53(4):1745-175.
3. Van Dam P., Rep M. (2017) The distribution of miniature impala elements and six genes in the *Fusarium* genus is suggestive of horizontal gene transfer *J. Mol. Evol.* 85(1-2):14-25.

## ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА РАЗВИТИЕ МИКРОМИЦЕТОВ В РИЗОСФЕРЕ ПШЕНИЦЫ ЯРОВОЙ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

И.А. Корчагина\*, Н.Н. Шулико, А.А. Киселева, Е.В. Тукмачева, Е.В. Кубасова

Омский аграрный научный центр (Омский АНЦ), Омск

\*e-mail: [korchagina@anc55.ru](mailto:korchagina@anc55.ru)

Пшеница мягкая (*Triticum aestivum*) и твёрдая (*Triticum durum*) - наиболее важные зерновые культуры, дающая почти 30% мирового производства зерна и снабжающие продовольствием более половины населения земного шара. Экологическая ситуация в современном земледелии характеризуется высоким уровнем антропогенного воздействия на агроэкосистемы, что сопряжено с ухудшением почвенного плодородия, фитофагов, возбудителей болезней. Наиболее распространённое и вредоносное заболевание яровой пшеницы – корневые гнили. Поэтому большое значение приобретает использование устойчивых к болезням сортов, которые характеризуются относительно высокой устойчивостью и толерантностью к корневым гнилям (Корчагина, Юшкевич, 2022; Разина и др., 2019).

Цель исследований: дать сравнительную оценку влияния применяемых биопрепаратов на развитие корневой гнили и грибную микрофлору в ризосфере пшеницы яровой в условиях лесостепи Омской области. В опыте изучали пшеницу мягкую сорта Омская 42 и пшеницу твердую сорта Омский коралл. Для инокуляции семян использовали препараты комплексного действия, изготовленные во Всероссийском НИИ сельскохозяйственной микробиологии. Мизорин (*Arthrobacter mysorens*), Флавобактерин (*Flavobacterium*). Обработку семян проводили в день посева.

Исследования 2021-2023 гг. показали, что развитие корневой гнили имело тенденцию к нарастанию от фазы кущения (0,3-1,2%) к фазе налива зерна (2,6-8,7%). Вредоносность инфекции снижалась благодаря обработке семян биологическими препаратами с 1,8 до 1,3% (пшеница мягкая) и 4,2-2,5% (пшеница твёрдая). Заболевание подземных органов изучаемой культуры не вызывало опасений, так как находилось ниже порога вредоносности в течение всего периода вегетации растений.

Влажность почвы ризосферы культуры на протяжении летнего сезона её роста и развития была неудовлетворительной (14,1-16,9 мм) - ниже 20 мм. Критическая ситуация отмечена в фазу колошения - содержание продуктивной влаги составило 10,6-12,5 мм.

Наибольшее количество грибной микрофлоры в ризосфере обеих пшениц наблюдается в фазу кущения (108,6-228,8 тыс.КОЕ/г), причём наибольшее её количество зафиксировано в прикорневой зоне пшеницы твёрдой (181,5 тыс.КОЕ/г). Грибная микрофлора остаётся жизнеспособной при влажности почвы, близкой к уровню мёртвого запаса, но все же, с уменьшением влаги численность грибов снижается.

Математический анализ показал наличие отрицательной корреляционной зависимости между урожайностью культуры и величиной развития корневой гнили ( $r = -0,71$ ), влажностью почвы ( $r = -0,56$ ), так как нарастание инфицированности корневой системы и низкое содержание продуктивной влаги в почве привело к ослаблению растений и снижению продуктивности культуры. Положительная устойчивая взаимосвязь отмечена с численностью грибной микрофлоры ( $r = -0,94$ ).

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 23-76-10064, <https://rscf.ru/project/23-76-10064>

### Список литературы

Корчагина И.А., Юшкевич Л.В. (2022) Особенности развития корневой гнили в агрофитоценозе пшеницы яровой при различных агротехнологиях в лесостепи Западной Сибири. *Зерновое хозяйство России* 14(6):90-96.

Разина А.А., Султанов Ф.С., Дятлова О.Г. (2019) Новые сорта яровой пшеницы и корневая гниль. *Вестник КрасГАУ* 5(146):22-27.



## МИКОБИОТА КОРНЕЙ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.А. Лавринова, Т.С. Полунина

Среднерусский филиал ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина», Тамбов

e-mail: [lawrinowa777@mail.ru](mailto:lawrinowa777@mail.ru)

Выяснение природы взаимоотношений возбудителей корневых гнилей и почвенных микроорганизмов наблюдали на опытных делянках Тамбовского НИИСХ филиала ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина» Микологическое исследование по определению вредоносной и полезной микобиоты корневой системы проводили в лаборатории защиты растений Среднерусского филиала ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина» в 2022-2023 гг. Применялись эффективные средства химизации, минеральные удобрения ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ,  $N_{30}$ ) в сочетании с приемами основной обработки (отвальная, поверхностная, безотвальная, отвально-безотвальная, отвально-поверхностная) в зернопаровом севообороте (черный пар – озимая пшеница – соя – ячмень).

Корневая система растений озимой пшеницы была поражена микрогрибами из рр. *Pythium* и *Fusarium*. Симптомы первого возбудителя идентифицировались на корнях, с высокой частотой встречаемости; второго - на междоузлиях (до 2 го узла) и корнях. Корневая система интенсивнее поражалась на фоне поверхностной, отвальной и отвально-безотвальной обработок (17-17,3%), менее по безотвальной (15,8%). При этом максимальный процент распространенности был отмечен по поверхностной обработке (59,9%), минимальный – после отвальной (53,3%). Максимальная эффективность (77,0%) от средств химизации была достигнута после отвальной обработки на всех фонах удобренности ( $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 79,8%,  $N_{30}P_{30}K_{30}$  – 73,2%,  $N_{30}$  – 78,0%). По всем обработкам доминировала удвоенная внесенная доза минерального питания  $N_{60}P_{60}K_{60}$  (77,4%), затем практически равновесно  $N_{30}P_{30}K_{30}$  – 72,2% и  $N_{30}$  – 73,0%. Лучшей дозой для отвальной (79,8%), безотвальной (77,6%), отвально-безотвальной (77,7%), отвально-поверхностной (85,3%) была в этом сезоне  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , для поверхностной (73,3%) -  $N_{30}P_{30}K_{30}$ .

Основными возбудителями корневой гнили ярового ячменя являлись виды грибов *Bipolaris* и *Fusarium*. Безотвальная обработка (16,7%) имела некоторое превосходство по степени защиты, высокая эффективность (82,8%) и низкая распространенность болезни (59,6%) отмечалась по отвально-безотвальной. Максимальному поражению корневой системы способствовала отвально-поверхностная обработка (19,5%), после которой и распространенность фитопатогенов оставалось на высоком уровне (63,0%). Тем не менее, эффективность оставалась достаточно высокой (80,1%). Интенсивность поражения после отвальной и поверхностной обработок достигала одного уровня (17,5-17,7%); однако по биологической эффективности (79,8%), отвальная имела превосходство по снижению распространенности (59,8%) над поверхностной (78,3% и 61,9%) соответственно. Максимальная эффективность была достигнута после поверхностной обработки на фоне  $N_{60}P_{60}K_{60}$  (88,9%), после отвально-безотвальной на фоне  $N_{30}P_{30}K_{30}$  (84,0%), после отвально-поверхностной на естественном фоне (83,1%). Лучшей дозой для отвальной (85,3%), поверхностной (88,9%) и отвально-безотвальной (85,8%) была  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , для безотвальной (78,3%) и отвально-поверхностной (83,1%) – естественные условия.

Во всех технологиях основной обработки почвы и внесенного удобрения в течении всей вегетации озимой пшеницы прослеживалась сильная зависимость интенсивности поражения гнилями корневой системы (нижнее междоузлие и корешки) от заселенности почвы микрогрибами *Pythium spp.* и *Fusarium spp.*; ярового ячменя - от заселенности почвы микромицетами рр. *Pythium*, позднее видами *Fusarium* и *Bipolaris*, что находит подтверждение в опыте с фитоанализом почвы.

## БИОТИПЫ ВОЗБУДИТЕЛЯ РЖАВЧИНЫ (*Puccinia helianthi* Schw.) НА ПОСЕВАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.С. Лепешко

Донская опытная станция имени Л.А. Жданова – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК имени В.С. Пустовойта, пос. Опорный  
e-mail: FENYKAY@yandex.ru

В последнее десятилетие отмечено нарастание поражения подсолнечника ржавчиной во многих регионах России (Выприцкая, 2015, Антонова и др., 2020). В Ростовской области на территории Донской опытной станции (Азовский район) сильное поражение культуры наблюдалось в 2020 году (Лепешко, 2023, Araslanova et al., 2021). Возникла необходимость определения расовой принадлежности возбудителя, паразитирующего на подсолнечнике в Ростовской области. Цель исследования – определить в соответствии с международной номенклатурой расовую принадлежность изолятов возбудителя ржавчины, собранных на подсолнечнике в 2021–2023 годах в 21 районе Ростовской области. В качестве тестеров использовали линии-дифференциаторы устойчивости подсолнечника к патогену – СМ 90, СМ 29, Р-386, НА-R1, НА-R2, НА-R3, НА-R4, НА-R5 и восприимчивую ко всем биотипам гриба линию ЭД 194 RF. Совокупная выборка составляла 219 изолятов урединиоспор паразита, собранных с пораженных листьев растений подсолнечника. В ней выявлены 32 биотипа *P. helianthi*, разной вирулентности. Преобладала новая раса 700, составившая 54 % всей выборки изолятов. Это согласуется с данными ученых ФНЦ ВНИИМК по некоторым другим регионам России (Арасланова и др., 2023). Впервые в Ростовской области обнаружены 17 биотипов паразита с кодами вирулентности: 301, 314, 721, 731, 732, 734, 736, 737, 746, 750, 764, 766, 767, 770, 772, 773 и 777. Наиболее вирулентный биотип 777 выявлен в 2023 году среди изолятов из Тацинского, Морозовского и Константиновского районов. Результаты исследований указывают на необходимость расширения и ускорения работ по созданию гибридов подсолнечника, устойчивых к преобладающей в выборке расе 700.

### Список литературы

Araslanova N., Antonova, E. Lepeshko (2021) New races of rust pathogen on sunflower in Russia. *Helia* 44(75):147-154. DOI 10.1515/helia-2021-0007.

Антонова Т.С. и др. (2020) Новые расы *Puccinia helianthi* Schwein – возбудителя ржавчины подсолнечника в Российской Федерации. *Вестник Российской сельскохозяйственной науки* Москва. 5:23–26. DOI: 10.30850/vrsn/2020/5/23-26

Арасланова Н. М. и др. (2023) Разнообразие биотипов возбудителя ржавчины подсолнечника в регионах Российской Федерации. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 24(5):792-798. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.5.792-798>

Выприцкая А. А. Микобиота подсолнечника в Тамбовской области. Тамбов: Общество с ограниченной ответственностью «Принт-Сервис», 2015. 144 с.

Лепешко Е.С. (2023) Мониторинг биотипов возбудителя ржавчины (*Puccinia helianthi* Schw.) на посевах подсолнечника в Ростовской области [тезисы]. *Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки [Электронный ресурс]: материалы VIII международной научно-практической конференции*. с 20. DOI 10.5281/zenodo.8248564

## ПАТОГЕННАЯ МИКОБИОТА НА СЕМЕНАХ ОЗИМОГО РАПСА

Лешкевич Н.В.

РУП «Институт защиты растений» Беларусь, аг. Прилуки

e-mail: [natallina.more@bk.ru](mailto:natallina.more@bk.ru)

Семена озимого рапса являются источником инфекции многих болезней, вызывая снижение всхожести, нередко обуславливая появление всходов с пониженной жизнеспособностью (Гасич, 2004; Лешкович, 2022). Поэтому ежегодно в лабораторных условиях перед посевом семян культуры проводится их оценка на зараженность микопатогенами. Фитопатологическое состояние посевного материала определяли согласно ГОСТу – 12044-81 на картофельно-сахарозном агаре (КСА) (1981). Исследования проводились на районированных сортах Зенит, Оникс, Николай, Золотой, Империял, Буян и гибридах Эксторм и Фактор.

Проверка фитопатологического состояния семян сортов и гибридов озимого рапса показала их высокую инфицированность. Общая инфицированность семян сортов была значительно выше, чем гибридов, не только за счет контаминирования их грибами родов *Alternaria*, *Fusarium*, но и грибами *Penicillium*, *Mucor*, *Rizopus* и др.

Самая высокая пораженность семян отмечена на сорте Золотой (60,0 %), при этом инфицированы семена этого сорта грибами рода *Alternaria* (7,0 %) и *Mucor* (53,0 %). Менее поражаемыми были семена сорта Буян, их инфицированность составила грибами рода *Alternaria* 2,0 % и *Rizopus* 3,5 %.

Если применить для оценки фитопатологического состояния семян рапса градацию, предложенную Т.Ю. Гагкаевой (2012) о зараженности грибами родов *Fusarium* и *Alternaria*, то следует заметить, что зараженность семян сортов и гибридов озимого рапса грибами рода *Fusarium* была низкой (0,5 %). По инфицированности грибами рода *Alternaria* – все сорта и гибриды также имели низкую зараженность (1,0–13,5 %). Но стоит отметить высокую инфицированность грибами рода *Mucor* достигающая 53,0 % на сорте Золотой.

Грибы рода *Alternaria* выделялись со всех исследуемых сортов, *Fusarium* – из двух сортов (Зенит и Империял) и гибрида (Фактор). Широко встречался *Mucor* spp., он отмечен на четырех из исследуемых 6 сортов с высокой инфицированностью от 15,5 до 53,0 % и гибриде Фактор – 2,5 %. *Rizopus* spp. Выделялся из семян сортов Буян и Империял (3,5–11,5 %) и гибрида Фактор (7,5 %). Кроме этого, отмечено поражение семян сорта Николай *Sclerotinia sclerotiorum* на уровне 1,5 % и *Penicillium* spp. на уровне 4,5 % семян сорта Империял.

Высокая общая инфицированность семян урожая 2021 г. не позволяет предположить улучшение фитопатологического состояния семенного материала озимого рапса.

### Список литературы

Гагкаева Т.Ю., Ганнибал Ф.Б., Гаврилова О.П., Гагкаева Т.Ю. (2012) Зараженность зерна пшеницы грибами *Fusarium* и *Alternaria* на юге России в 2010 г. *Защита и карантин растений* 1:37–41.

Гасич Е. Л. Грибные болезни рапса. Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений. СПб.: Всерос. НИИ защиты растений. 2004. 52 с.

Лешкевич Н.В. Биологическое обоснование системы защиты озимого рапса от альтернариоза: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07. Прилуки, 2022. 150 л.

Семена сельскохозяйственных культур (Методы определения зараженности болезнями. ГОСТ 12044-81. Государственный комитет СССР по стандартам Москва, 1981. 36 с.

**ПЕРВАЯ СБОРКА И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГЕНОМОВ ГРИБА-ВОЗБУДИТЕЛЯ РОЗОВОЙ СНЕЖНОЙ ПЛЕСЕНИ *MICRODOCHIUM NIVALE*: ВЗГЛЯД НА ВНУТРИВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ГЕНОМИКИ**

**Е.А. Маренина<sup>1\*</sup>, И.Д. Церс<sup>1</sup>, А.Р. Мещеров<sup>1</sup>, О.А. Гоголева<sup>1</sup>, Н.Е. Гоголева<sup>1,2</sup>, Ю.В. Гоголев<sup>1,2</sup>, В.Ю. Горшков<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Казанский Институт Биохимии и Биофизики Федеральный Исследовательский Центр Казанский Научный Центр Российской Академии Наук, Казань

<sup>2</sup>Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, Казань

\*email: [ekat.marenina@gmail.com](mailto:ekat.marenina@gmail.com)

Гриб *Microdochium nivale* является возбудителем розовой снежной плесени озимых культур – заболевания, которое развивается во время зимовки растений под снежным покровом. Благодаря своей психротолерантности или холодоустойчивости этот гриб сохраняет высокую физиологическую активность и способность поражать растения при низкой температуре, когда большинство других фитопатогенов неактивно. При этом паразитическая активность гриба не ограничивается зимним периодом, в весенне-летний период этот гриб также может вызывать различные заболевания у зерновых культур. Ранее было показано, что *M. nivale* является очень переменчивым видом; его популяции представлены генетически и фенотипически различающимися формами. Для выявления генетических маркеров фенотипических признаков этого гриба мы проводим пангеномное исследование геномов множества различающихся по фенотипу штаммов. В качестве этапа этого глобального исследования в рамках настоящей работы нами была проведена первая сборка и сравнительный анализ геномов *M. nivale*. В исследовании сотрудников нашей лаборатории показано, что по таксономически информативному участку ДНК - ITS2 штаммы *M. nivale* делятся на три филогенетические группы. В каждой из этих групп мы выбрали по одному представителю для полногеномного секвенирования. В ходе сборки и сравнительного анализа трех штаммов с помощью OrthoFinder были идентифицированы коровая, характерная для всех анализируемых штаммов, и переменчивые части геномов. В свою очередь, также были обнаружены уникальные сети генов для каждого из трех штаммов *M. nivale*. Для каждого из штаммов с помощью RNI-base были идентифицированы продукты генов, которые лучше всего соответствуют критериям факторов вирулентности, ответственных за реализацию фитопатогенного потенциала. В эту категорию вошли секретируемые белки и опасные для человека и животных соединения - микотоксины, такие как фумонизин, охратоксин В, афлатоксин и глиотоксин. Впервые в геномах *M. nivale* были обнаружены и сравнены мобильные генетические элементы.

Работа выполнена при поддержке государственного задания №121110200046-2 «Молекулярно-генетические механизмы развития инфекционных заболеваний культурных растений».

## СКРИНИНГ ПАТОГЕНОВ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО

Н.А. Павлова, Е.А. Гусенков, А.О. Берестецкий

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург  
e-mail: n.pavlova@vizr.spb.ru

Сорная растительность составляет неотъемлемую часть агроценозов и может наносить существенный ущерб органическому земледелию. С борщевиком Сосновского (*Heracleum sosnowskyi*) - одним из проблемных видов на территории Северо-Западного и Центрального регионов России борются в основном механическим способом и применением химических гербицидов. Для биологической борьбы был предложен штамм ВИЗР 1.40 гриба *Calophoma complanata* - узкоспециализированный патоген семейства *Apiaceae* (Гасич и др., 2012; Сокорнова и др., 2015). Несмотря на высокую патогенность в лабораторных опытах, в полевых условиях степень поражения борщевика этим грибом была незначительной. Цель наших исследований – поиск новых патогенов борщевика Сосновского, в частности, выделение и характеристика новых изолятов *C. complanata*.

Сбор пораженных грибами растений борщевика проводили в Краснодарском крае и республике Адыгея. Выделение изолятов в чистую культуру осуществляли посевом конидиом из растительных тканей на картофельно-сахарозный агар (КСА). Для стимуляции спороношения культуры грибов выращивали на картофельно-морковном агаре под ультрафиолетовым освещением (290-400 нм). Патогенность изолятов грибов оценивали на высечках (диаметром 2 см) из листьев борщевика Сосновского с использованием трех типов инокулюма: 6-мм блоки из агаризованной культуры на КСА, суспензия измельченного мицелия из глубинной культуры (50 г/л) в жидкой сахарозо-соевой среде, суспензия конидий ( $1 \times 10^7$  конидий/мл) из твердофазной культуры на перловой крупе.

Из собранных 30 образцов борщевика был выделен 51 изолят грибов. Более половины отнесены к фомоидным микромицетам, в том числе *Calophoma complanata* (21% от общего числа). В выделенных культурах также идентифицированы *Phloeospora heraclei*, *Ramularia heraclei*, *Fusarium* spp., *Epicoccium* sp. и другие виды микромицетов.

Примерно 50% изученных изолятов грибов были вирулентными при использовании агаровых блоков в качестве инокулюма. Патогенные свойства 11 из 24 вирулентных изолятов были подтверждены при инокуляции высечек из листьев борщевика мицелиальной суспензией этих грибов, 7 изолятов были патогенны при использовании для заражения конидиальной суспензии. Большинство высокопатогенных изолятов отнесено к *C. complanata*; причем, они вызывали более сильное развитие симптомов поражения на листовых дисках, чем штамм ВИЗР 1.40.

В дальнейшем предполагается провести оценку патогенности наиболее перспективных изолятов на растениях борщевика Сосновского в контролируемых и полевых условиях, а также уточнить их видовую принадлежность при помощи молекулярно-генетических методов.

Работа выполнена в рамках Государственного задания по проекту № FGEU-2022-0011 «Изучение экологических и биохимических особенностей микромицетов-продуцентов перспективных биопестицидов».

### Список литературы:

Гасич ЕЛ, Хлопунова ЛБ, Берестецкий АО, Сокорнова СВ (2012) Штамм гриба *Phoma complanata* (Tode) Desm. 1.40 (ВИЗР), обладающий микогербицидной активностью против борщевика Сосновского. Патент на изобретение RUS 2439141.

Сокорнова СВ, Берестецкий АО, Гасич ЕЛ, Хлопунова ЛБ (2015) Способ борьбы с нежелательной травянистой растительностью класса *Dicotyledones*. Патент на изобретение RUS 2543665.

## ВНУТРИВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ГРИБОВ-ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ТИФУЛЁЗА ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Е.А.Рязанов<sup>1\*</sup>, И.Т.Сахабутдинов<sup>1</sup>, Е.А.Маренина<sup>1</sup>, О.А.Гоголева<sup>1</sup>, С.Н.Пономарев<sup>2</sup>,  
М.Л.Пономарева<sup>2</sup>, В.Ю.Горшков<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Казанский институт биохимии и биофизики РАН, Казань

<sup>2</sup> Татарский НИИ сельского хозяйства РАН, Казань

\*e-mail: [eg.ryazanov@gmail.com](mailto:eg.ryazanov@gmail.com)

Тифулез озимых зерновых культур, или серая снежная плесень — опасное заболевание, вызываемое психрофильными базидиомицетами рода *Typhula*. Особенность этого заболевания в том, что оно развивается зимой, под снежным покровом. Широкая распространённость заболевания, а также его непредсказуемость и отсутствие эффективных мер контроля объясняют необходимость исследований, направленных на изучение генетических и физиологических основ вирулентности тифул.

Целью нашей работы было описание генетического и фенотипического разнообразия двух наиболее распространённых на территории России видов грибов рода *Typhula* — *T. ishkariensis* и *T. incarnata*, а также поиск взаимосвязи между принадлежностью штаммов к той или иной филогенетической группе и тем или иным фенотипическим признаком.

Нами собрана коллекция из 79 изолятов грибов рода *Typhula*, определена их видовая принадлежность и проведено генотипирование на платформе Illumina по участкам двух таксономически информативных фрагментов ДНК — внутреннего транскрибируемого спейсера рибосомальных генов (ITS2) и фактора элонгации-трансляции (TEF-1 $\alpha$ ). У большинства изолятов нами обнаружено по несколько (до четырех) вариантов последовательностей ITS2 и TEF-1 $\alpha$ . Учитывая, что TEF-1 $\alpha$  присутствует в гаплоидном геноме в единичной копии, можно предположить, что мицелий ряда изолятов (который обычно представляет собой дикарион) содержит в своем составе более двух вариантов ядер.

Для того чтобы оценить внутривидовое сходство/различие между изолятами каждого вида, в зависимости от набора последовательностей ITS2 и TEF-1 $\alpha$  в каждом из исследованных изолятов для каждого баркода в отдельности нами были собраны консенсусные последовательности. Затем на их основе была построена мультигенная дендрограмма, отражающая степень генетического сходства изолятов.

Для характеристики вирулентности выделенных изолятов были использованы растения трех озимых культур: рожь (*Secale cereale*), пшеница (*Triticum aestivum*) и тритикале (*Triticosecale*) в двух физиологических состояниях — закалённые и без закалки. На основании оценки площади поражения листовой пластинки инфицированных растений изоляты были распределены на несколько групп по профилю их вирулентности с использованием кластерного анализа. Мы выяснили, что степень поражения листовой пластинки зависит не только от агрессивности изолята, но и от состояния колонизируемого патогеном растения (закаленное/без закалки). Нами также обнаружена взаимосвязь между принадлежностью изолятов к той или иной филогенетической группе и профилем их вирулентности.

Таким образом, нами проведено комплексное исследование генетического разнообразия и вирулентности изолятов грибов-возбудителей серой снежной плесени, в ходе которого была сформирована основа для дальнейшего поиска генетических маркеров таких фенотипических признаков, как уровень вирулентности и хозяйская специфичность.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 23-16-00086 и государственного задания ФИЦ КазНЦ РАН.

## ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ГРИБОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ С КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ ИЗ КАМЧАТСКОГО КРАЯ

Скоков Д.Н.<sup>1</sup>, Цинделиани А.А.<sup>1</sup>, Еланский С.Н.<sup>1,2</sup>, Чудинова Е.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Российский Университет Дружбы Народов имени Патриса Лумумбы, Москва, Россия

<sup>2</sup>Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

\* e-mail: 1132236262@rudn.ru

Клубни картофеля – питательный субстрат, который могут поражать множество микроорганизмов, видовой состав которых значительно зависит от региона произрастания. Представленная работа посвящена изучению видового разнообразия грибов, ассоциированных с клубнями картофеля в Камчатском крае.

Микроорганизмы выделяли из клубней с признаками грибных поражений. Идентификацию видов грибов проводили с использованием культурально-морфологических характеристик и секвенирования части региона ITS1-5,8S-ITS2 (ITS, для всех анализируемых видов), а также участков генов фактора элонгации 1 (*tef1*) и бета-тубулина ( $\beta$ -*tub*) (для некоторых видов). Тестирование патогенности осуществляли на ломтиках картофеля.

Было выделено 43 штамма грибов, относящихся к следующим видам: *Arthrotrrys oligospora* Fresen., *Boeremia exigua* (Desm.) Aveskamp, Gruyter & Verkley, *Clonostachys rosea* (Link) Schroers, Samuels, Seifert & W. Gams, *C. solani* (Harting) Schroers & W. Gams, *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. merismoides* Corda, *F. oxysporum* Schltdl., *F. sporotrichioides* Bilai, *F. torulosum* (Berk. & M.A. Curtis) Gruyter & J.H.M. Schneid., *Geotrichum candidum* Link, *Helminthosporium solani* Durieu & Mont., *Plectosphaerella* sp., *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn, *Scolecofusarium ciliatum* (Alb. & Schwein.) L. Lombard, Sand.-Den. & Crous, *Sistotrema brinkmannii* (Bres.) J. Erikss., *Trichocladium solani* Belosokhov & Elansky, *Verticillium albo-atrum* Zerselg. d. Kartoff.

Два вида грибов, *S. brinkmannii* и *S. ciliatum*, ранее не были найдены на клубнях картофеля. *S. brinkmannii* оказалась непатогенна для картофеля, тогда как *S. ciliatum* вызвала разрушение ткани на расстоянии 2-3 мм от агарового блока. Описанный нашей научной группой новый вид *T. solani* (Belosokhov et al., 2022), по-видимому, широко распространен на Камчатке, было выделено 8 штаммов (19%). Выделенные штаммы *T. solani* обладали разной степенью патогенности: от практически непатогенных до патогенных (диаметр поражения варьировал от 1 до 25 мм). Высокую патогенность проявили виды *B. exigua*, *C. solani*, *F. avenaceum*, *F. oxysporum*, *F. sporotrichioides*, *F. torulosum*, *Plectosphaerella* sp., *R. solani*. Слабую патогенность показали штаммы *Geotrichum candidum*. Штаммы *F. merismoides*, *A. oligospora* не проявили патогенности. Штаммы вида *Arthrotrrys oligospora* находили на клубнях, пораженных нематодой.

Исследование выполнено при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (грант № 23-26-00069).

### Список литературы

Belosokhov A.F., Yarmeeva M.M., Kokaeva L.Yu. et al. (2022) *Trichocladium solani* sp. nov. – a new pathogen on potato tubers causing yellow rot. *Journal of Fungi* 8: 1160. <http://dx.doi.org/10.3390/jof8111160>.

## МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МАРКЕРЫ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ МОНОПУСТУЛЬНЫХ ИЗОЛЯТОВ *Puccinia graminis* f.sp. *tritici*

Е.С. Сколотнева\*, Ю.В. Лаприна\*, А.Б. Щербань

Федеральный исследовательский центр «Институт цитологии и генетики СО РАН», Новосибирск

\*e-mail: [sk-ska@yandex.ru](mailto:sk-ska@yandex.ru)

Успех селекции пшеницы на устойчивость к стеблевой ржавчине, возбудителем которой является гриб *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*, зависит от своевременного мониторинга рас гриба на посевах в конкретном регионе. Для решения этой задачи традиционно прибегают к фитопатологическому анализу состава генов вирулентности. Кроме того, необходимо учитывать основные пути миграции спор патогена на территории страны и возможные источники инфекции. Альтернативным методом, позволяющим решить поставленные задачи быстрее и охватить выборку большего объема, может стать генотипирование образцов региональных популяций возбудителя стеблевой ржавчины. Целью данного исследования является разработка панели молекулярных маркеров для дифференциации монопустульных изолятов *P. graminis* f.sp. *tritici*. Материалом послужила коллекция образцов популяций гриба из различных регионов РФ лаборатории Молекулярной фитопатологии ИЦиГ СО РАН.

Амплификация микросателлитных локусов (тринуклеотидных SSR повторов) ДНК матриц осуществлялась с помощью набора из 16 праймеров, разработанных специально для *P. graminis* f. sp. *tritici* (Zhong et al., 2009a; Berlin et al., 2017). Для диагностических целей удалось отобрать семь маркеров к микросателлитным локусам Pgestssr021, Pgestssr227, Pgestssr173, Pgestssr059, Pgestssr293, Pgestssr325, PgtCAA93, которые позволили выявлять представителей популяции Центрального региона и Поволжья на основании различия аллельного статуса и размеров амплифицированных локусов.

Конкурентная аллель-специфическая ПЦР (KASP) — это один из наиболее эффективных способов маркирования SNP для целей идентификации и паспортизации различных образцов живых объектов. Панель из 20 KASP- маркеров была разработана для *P. graminis* f. sp. *tritici* на основании биоинформатического анализа результатов полногеномного сиквенирования монопустульных изолятов гриба, выполненного в нашей лаборатории совместно с ЦКП "Геномика" ФИЦ ИЦиГ СО РАН. В отличие от наблюдаемого кластерного распределения SSR-генотипов, корреляция между KASP-генотипами и географическим происхождением образцов, не выявлена. На выборке образцов популяции из Кемеровской области, представленной монопустульными изолятам с контрастными типами инфекции на пшеничной линии *Sr9g*, обнаружена корреляция между вирулентностью гриба и полиморфизмом отдельных участков генома гриба, выявляемым с помощью KASP-маркеров. На выборке изолятов гриба из популяции Центрального региона было подтверждено, что маркер KASP-12 несет указанную диагностическую функцию, а одно из его аллельных состояний может быть рассмотрено, как кандидат гена вирулентности к *Sr9g*, который у *P. graminis* f.sp. *tritici* до сих пор не картирован.

Работа проведена при поддержке РФФ 23-16-00119.

### Список литературы

Zhong, S., Leng, Y., Friesen, T. L., Faris, J. D., Szabo, L. J. (2009) Development and characterization of expressed sequence tag-derived microsatellite markers for the wheat stem rust fungus *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. *Phytopathology* 99(3):282–289. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-99-3-0282>

Berlin, A., Samils, B., Andersson, B. (2017) Multiple genotypes within aecial clusters in *Puccinia graminis* and *Puccinia coronata*: improved understanding of the biology of cereal rust fungi. *Fungal Biology and Biotechnology* 4(1): 1–7. <https://doi.org/10.1186/S40694-017-0032-3>



# ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛИМОРФИЗМА СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ И СЕВЕРОКАВКАЗСКОЙ ПОПУЛЯЦИЙ *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* ПО ПРИЗНАКУ ВИРУЛЕНТНОСТИ И МИКРОСАТЕЛЛИТНЫМ ЛОКУСАМ

Р.Е. Смирнова<sup>1\*</sup>, Е.Л. Шайдаюк<sup>1</sup>, Е.И. Гульгяева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\* [regina.smirnovaa@yandex.ru](mailto:regina.smirnovaa@yandex.ru)

Желтая ржавчина (возбудитель – *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, *Pst*) – потенциально опасное заболевание пшеницы. Цель данных исследований – охарактеризовать полиморфизм российских популяций *Pst*, собранных в 2022 г. в Северо-Кавказском и Северо-Западном регионах по признаку вирулентности и микросателлитным локусам. Эта информация представляет значимость для успешной генетической защиты. Листья пшеницы с урединиопустулами *Pst* были собраны в Краснодарском крае, Дагестане, Калмыкии и Ленинградской области. Анализ вирулентности проводили на 14 изогенных линиях (AvocetNIL) и 15 сортах-дифференциаторах. При молекулярном анализе оценили полиморфизм 20 микросателлитных локусов. Использовали SSR-маркеры, рекомендуемые Global Rust Reference Center.

В анализе вирулентности изучили 74 монопустульных изолята (29 дагестанских, 10 краснодарских, 5 калмыкских, 30 северо-западных). Устойчивость ко всем изолятам показали линии с генами *Yr5*, *Yr10*, *Yr15*, *Yr24*, *Yr26* и сорта Мого (*Yr10*, *YrMor*) и Nord Desprez (*Yr3*, *YrND*, *Yr+*). В дагестанской и краснодарской популяциях впервые выделены изоляты, вирулентные к линии AvYr17. В северо-западной популяции, как и в предыдущие годы, они были представлены умеренно (13%). Существенное варьирование наблюдали на линиях и сортах с генами *Yr1* и *Yr3*. Отмечено снижение частот вирулентности к *Yr7* и *YrSp* по сравнению с 2019-2021 гг. 28 фенотипов (рас) определили при анализе вирулентности (15 в дагестанской, 11 в северо-западной, 3 в краснодарской, 2 в калмыцкой). Общий фенотип отмечен в трех северокавказских образцах *Pst*. Оценили генетические дистанции между выявленными фенотипами. Большинство из них характеризовались высоким сходством, за исключением трех дагестанских фенотипов с наименьшим числом аллелей вирулентности. Согласно индексу *Fst* высокое родство выявлено между дагестанской и калмыцкой *Pst* коллекциями; другие умеренно отличались от них.

При SSR-анализе использовали все северокавказские изоляты и 23 северо-западных. Шесть локусов (RYN3, RYN9, RYN12, WU6, RJO21, RJO24) оказались мономорфными. По три полиморфных аллеля выявлено в локусах RYN13 и RJO27 и по два – в остальных изученных. Значительные отклонения от равновесия Харди-Вайнберга отмечены для большинства локусов. Наблюдаемая гетерозиготность превышала ожидаемую, что указывает на избыток гетерозигот и клональное происхождение популяции. Изученная коллекция изолятов была представлена 20 мультилокусными генотипами (MGs) (дагестанская и северо-западная – по 11, краснодарская – 3, калмыцкая – 1). Общие генотипы отмечены в дагестанской, краснодарской и северо-западной популяциях (MG\_1); дагестанской, калмыцкой и северо-западной (MG\_2); дагестанской и краснодарской (MG\_3, MG\_4). Оценили генетические дистанции между MGs. На многомерной диаграмме они подразделились в 4 группы. Основная группа включала 80% MGs. Один дагестанский MG, два северо-западных MG и общий для дагестанской и краснодарской коллекций MG\_3 значительно отличались от основной группы и различались между собой. Согласно индексу *Fst* большинство региональных коллекций умеренно дифференцировались между собой, за исключением дагестанской и калмыцкой, что согласуется с анализом вирулентности. Согласно тесту Мантеля выявлена умеренная корреляция результатов анализа вирулентности и SSR ( $r=0.6$ ). Это указывает на то, что оба анализа могут быть использованы для оценки генетического полиморфизма *Pst*.

Исследования поддержаны Российским научным фондом, проект № 19-76-30005.

## ***SCLEROTINIA NIVALE* – ВОЗБУДИТЕЛИ СНЕЖНОЙ ПЛЕСЕНИ В РОССИИ**

**О.Б. Ткаченко<sup>1\*</sup>, А.В. Бабоша<sup>1</sup>, Т. Хошино<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup> ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН (ГБС РАН), Москва

<sup>2</sup> Технологический Институт Хашинохо, Аомори, Япония

<sup>3</sup> Национальный Институт Полярных Исследований, Токио, Япония

\* e-mail: [ol-bor-tkach@yandex.ru](mailto:ol-bor-tkach@yandex.ru)

Снежную плесень вызывают многие низкотемпературные грибы и грибоподобные организмы, поражающие находящиеся в стадии покоя растения, такие как кормовые культуры, озимые зерновые и сеянцы хвойных деревьев, под снежным покровом (Matsumoto, Hsiang, 2016).

В систематике грибов, если у них отмечены мицелий и склероции (образования из плодного мицелия, необходимые для сохранения гриба и/или продуцирования половой стадии), при отсутствии половой стадии его относили к несовершенным грибам с родовым названием *Sclerotium*, не зная к какому отряду он относится: Ascomycota или Basidiomycota. Один из пионеров, исследующих снежные плесени, П.Ф. Еленев описал гриб *Sclerotium nivale*, отметив, что он образует после таяния снега паутинный мицелий и белые склероции, широко распространён на дикорастущих травах и обладает слабой патогенностью в отношении озимой ржи (Еленев, 1926). Но его диагноз оказался недействительным (нет диагностики и описания на латыни). Поэтому это название гриба не зарегистрировано ни в одной базе по грибам, таких как Fungal Names, Faces of Fungi, Index Fungorum или MycoBank. Морфологическая характеристика *S. nivale* была ограничена. Тем не менее *S. nivale* включен в «Русско-англо-немецко-французский фитопатологический словарь-справочник, изданный издательством «Наука» (Дьякова, 1969).

Нам удалось обнаружить два вида грибов с белыми склероциями: на газонах в РГАУ-МСХА (Москва) в 2013 г. и на полях для гольфа в Международном Гольф-клубе в Нахабино (Московская область) (2020-23 гг.). Повторно найти 1-ый *S. nivale* не удалось с 2013 года. Этот гриб на агаровых средах не продуцировал склероции, оптимальная температура для роста мицелия была около 10°C, а филогенетический анализ показал близость к грибам родов *Karstenula* и *Paraphaeosphaeria*, причём, если у *Karstenula* отмечены только сапротрофы, у *Paraphaeosphaeria* выявлены микопаразиты, например, *P. minitans* (W.A. Campb.) Vercley, Göker & Stielow. 2-ой *S. nivale* обнаруживали ежегодно (2020-23 гг.) в Нахабино сразу после схода снега. На мицелии отмечены пряжки, что говорит о принадлежности гриба к Basidiomycota. В отличие от первого гриба, второй продуцировал на агаровых средах склероции. Причём оболочка склероциев гриба покрыта вельветоподобным мицелием. Склероции в природе белого цвета, а на агаровых питательных средах (WA и PDA, оба HiMedia, Индия и Czapek-Dox-Agar, Merck, Германия) они коричневые. Таким образом, существует два вида гриба, соответствующих *Sclerotium nivale* Elenев, относящиеся к аскомицетам и базидиомицетам.

### Список литературы

Matsumoto N., Hsiang T. (2016) Snow mold. the battle under snow between fungal pathogens and their plant hosts. *Springer Science+Business Media Singapore*. 136 p. DOI: 10.1007/978-981-10-0758-3

Еленев П.Ф. (1926) Культурно-хозяйственные мероприятия для борьбы с выпреванием озимых хлебов // *Защита растений от вредителей*. Бюлл. постоянного бюро всероссийских энтомо-фитопатологических съездов. (III). 1: 39-42.

Дьякова Г.А. (1969) Русско-англо-немецко-французский фитопатологический словарь-справочник. М. Наука, 181с.

# **ПРАКТИЧЕСКИЕ СЛЕДСТВИЯ ИЗ ЯВЛЕНИЯ ИЗМЕНЧИВОСТИ ВИРУЛЕНТНОСТИ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ**

**Л.Г. Тырышкин**

*Всероссийский научно-исследовательский институт генетических ресурсов растений им. Н.И.Вавилова, Санкт-Петербург  
e-mail: [tyryshkinlev@rambler.ru](mailto:tyryshkinlev@rambler.ru)*

Согласно большинству современных представлений, вирулентность фитопатогенных грибов (способность конкретного генотипа патогена поражать конкретный генотип хозяина) обладает крайне узкой нормой реакции; изменение фенотипа вирулентности всегда связано с мутациями генов, детерминирующих признак. В нашей работе было показано, что изменение фенотипа вирулентности происходит и под действием многочисленных физических и химических факторов внешней среды (Тырышкин, 2016); то есть помимо мутационной изменчивости признак подвержен и модификационной изменчивости, причем их размах практически идентичен.

Помимо важных фундаментальных следствий для понимания генетических основ взаимодействия хозяин -патоген, явление модификационной изменчивости вирулентности патогенов имеет и важное практическое значение. В частности, оно указывает на необходимость коррекции многих моментов в изучении ювенильной и возрастной устойчивости растений к болезням, в выявлении разнообразия в популяциях патогенов по частотам вирулентности к конкретным генам устойчивости растений и частотам фенотипов вирулентности при изучении признака на наборе дифференциаторов, в сравнении популяций патогенов из разных регионов.

Одним из важных следствий является возможность отбора в расщепляющихся популяциях растений или семей, обладающих двумя эффективными генами устойчивости к ржавчине пшеницы (возможно и к ржавчинам других злаков), при выращивании растений до заражения и размножении патогена в присутствии ГМК, хлористого калия и фосфорнокислого натрия.

Показано, что обработка растений смесью солей азота и фосфора для некоторых генотипов зерновых культур (овес, ячмень, рожь, тритикале, мягкая пшеница) приводит к резкому снижению развития болезней, вызываемых биотрофными и гембиотрофными патогенами, в результате изменения спектров вирулентности и уровня агрессивности отдельных генотипов возбудителей болезней. Учитывая крайнюю узость генетического разнообразия устойчивости зерновых культур ко многим листовым болезням, данный подход может быть применен в качестве метода защиты растений.

В докладе будут подробно представлены фундаментальные и практические следствия модификационной изменчивости фитопатогенов.

## **Список литературы**

Тырышкин Л.Г. (2016) Модификационная изменчивость вирулентности фитопатогенных грибов. СПбГАУ, СПб, 108 с.

## ГРИБЫ РОДА *ALTERNARIA* НА РАСТЕНИЯХ КАРТОФЕЛЯ

В.И. Халаева, А.В. Патракеева

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Республика Беларусь

e-mail: [v.halaeva@mail.ru](mailto:v.halaeva@mail.ru)

В последние годы в посадках картофеля наблюдается рост распространенности альтернариоза, обусловленный изменением климата, видового состава патогенов и возделываемых сортов (Игнатов и др., 2019). Всего с растениями семейства *Solanaceae* связаны от 14 до 29 видов грибов рода *Alternaria* (Simmons, 2007). Обширные исследования видового состава грибов рода *Alternaria* в России выявили высокую изменчивость возбудителей альтернариоза, позволяющую им быстро приспосабливаться к новым устойчивым сортам растений и фунгицидам, а также показали преобладание в патогенном комплексе мелкоспоровых видов. Ученые связывают это с повсеместным применением манкоцеба, обладающего значительно более высокой эффективностью против *A. solani*, а также с массовым возделыванием сортов, восприимчивых к альтернариозу (Еланский, 2012). Как известно в Республике Беларусь действующее вещество манкоцеб входит в состав многих двухкомпонентных и однокомпонентных фунгицидов и массово применяется в системе защиты картофеля от болезней. Однако исследований по идентификации видового состава грибов рода *Alternaria*, участвующих в фитопатогенезе растений картофеля, не проводилось более 20 лет. Поэтому целью данной работы являлось изучение распространенности и развития альтернариоза в посадках картофеля с уточнением видового состава грибов рода *Alternaria*.

В результате проведенных в 2021-2022 гг. маршрутных обследований агроценозов картофеля установлено, что в посадках культуры распространенность болезни к фазе развитие соцветий – цветение достигает в среднем 40,8 %, а к фазе созревание плодов и семян – отмирание наблюдается 100 % пораженность растений. При этом выявлено варьирование развития альтернариоза на ботве с сохранением дифференциации по степени поражения болезнью вегетативной массы сортов картофеля. Так, к фазе отмирание доля сортов с депрессивным развитием растений в годы исследований составляла 40,0 и 55,6 %, умеренным – 19,4 и 36,7 % и эпифитотийным – 23,3 и 25,0 % соответственно.

Лабораторный анализ листовых проб, отобранных с пораженных растений картофеля, свидетельствует о разнообразии грибов рода *Alternaria*, представленном как мелко- так и крупноспоровыми видами, частота встречаемости которых возрастает к концу вегетации культуры. Независимо от стадии развития, места произрастания и сорта картофеля наиболее выявляемым грибом являлся *A. alternata*, встречаемость которого среди всех изученных сортообразцов составила 44,4–77,8 %. Вторым по частоте встречаемости отмечен вид *A. tenuissima* – 13,9–70,0 %. Процент встречаемости крупноспорового вида *A. solani* составил 8,3–52,8 %. Также в исследуемых растительных пробах спорадически идентифицировались такие виды как *A. arborescens*, *A. avenicola*, *A. brassicae*, *A. infectoria* и *A. longissima*, отнесенные к группе *Alternaria* spp., встречаемость которой достигала 16,7–56,6 %.

### Список литературы

Еланский, С. Н. Видовой состав и структура популяций возбудителей фитофтороза и альтернариоза картофеля и томатов: автореф. дис. д-ра биол. наук: Москва, 2012. 46 с.

Игнатов А. Н., Панычева Ю.С., Воронина М.С. и др. (2019) Динамика видового состава патогенов картофеля в европейской части РФ. *Картофель и овощи* 9:28–32.

Simmons, E. G. *Alternaria: an identification Manual*. Utrecht. 2007. 775 p.

# ИЗУЧЕНИЕ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО АГРОБИОЦЕНОЗА В ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ РЕГИОНА БУЙОГОМЫ РЕСПУБЛИКИ БУРУНДИ

Н.Эрик\*, Л. П. Есипенко

Кубанский государственный аграрный университет «имени И. Т. Трубилина»

\* email: [ericnshimirimana@bk.ru](mailto:ericnshimirimana@bk.ru)

Изучение фитосанитарного состояния почвенных микромицетов проводилось в Республике Бурунди в регионе Буйогомы, в агробиоценозе культуры кукурузы. Бурунди, расположена в центре Африканского континента. Основным источником дохода этой республики является сельскохозяйственное производство. Главной зерновой культурой, выращиваемая на всей территории страны в течение трех вегетационных сезонов является кукуруза.

В Бурунди, почвообитающие факультативные экономически значимые организмы стали значительным фактором, снижающим урожай вегетативной массы и зерна кукурузы. Важными показателями фитосанитарного состояния почвенных агробиоценозов являются антифитопатогенный потенциал и наличие признаков почвоутомления (Сокирко, Довбуш, 2014). В связи с этим, контроль состава почвенных микромицетов является важнейшим элементом управления фитосанитарным состоянием посевов и имеет важное практическое значение в получении стабильно высоких конкурентноспособных урожаев кукурузы в Бурунди. Для определения качественного и количественного состава почвенной грибной микофлоры использовали метод «разливки», при котором предварительно подготовленная водная суспензия исследуемой почвы высевается в толщу питательной среды.

В результате проведенных исследований выделено 7 родов почвенных микромицетов, *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Verticillium* spp., *Cladosporium* spp., *Trichoderma* spp., *Penicillium* spp. и *Aspergillus* spp. Они являются условно – патогенными супрессивного комплекса микромицетов. Следует отметить, что количественный состав выделенных видов условных патогенов из отобранных образцов поля, за исключением грибов рода *Verticillium* spp., был относительно однороден. Грибы рода *Verticillium* spp. характеризовались неравномерным распределением по полю и количественной представительностью от 3,2 до 5,8 тысяч единиц пропагул/один грамм абс.сухой почвы. К числу наиболее часто встречаемых относились опасные грибы рода *Fusarium* spp. В среднем из общего количества выделенных микромицетов на их долю приходилось 32,7 %. Высокая представительность фузариозной инфекции прежде всего связана с возделываемой культурой кукурузой, после которой накапливается большое количество растительных остатков, имеющих свойство разлагаться длительное время. Средняя частота встречаемости грибов рода *Cladosporium* sp., имеющих важное значение в разложении грубых растительных остатков составила 32,1 % с максимальным выделением до 36,1 % от общего количества выделенных микромицетов. В целом, изучаемый почвенный агробиоценоз Республики Бурунди, характеризовался высоким содержанием условных патогенов в пределах от 12,4 до 14, 1 тысяч единиц пропагул/один грамм абс. сухой почвы. Такая высокая количественная представительность условно патогенных микромицетов прежде всего связана с отсутствием антифитопатогенного потенциала, что подтверждается низким содержанием в почве грибов рода *Trichoderma* spp. Для оптимизации фитосанитарного состояния агробиоценозов в Республике Бурунди, необходимо проводить мероприятия по внесению препаратов - деструкторов на основе грибов рода *Trichoderma* spp, после уборки культуры, что будет способствовать восстановлению антифитопатогенного потенциала и повышению супрессивных свойств почвы.

## Список литературы

Сокирко В. П., Довбуш К.Н. (2014) Агробиологическое оздоровление почв Кубани - стабильный путь повышения урожая зерновых культур. *Труды Кубанского государственного аграрного университета* 48:95-97.

**СЕКЦИЯ 4.  
БАКТЕРИАЛЬНЫЕ, ВИРУСНЫЕ И НЕМАТОДНЫЕ БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ**

## ДЕТЕКЦИЯ ВИРУСОВ КУЛЬТУРНОГО КАРТОФЕЛЯ С ПОМОЩЬЮ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО СЕКВЕНИРОВАНИЯ

А.Д. Антипов<sup>1</sup>, Е.В. Поротикова<sup>2</sup>, С.В. Виноградова<sup>2</sup>, М.В. Лебедева<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии, Москва

e-mail: <sup>2</sup> ФИЦ Фундаментальные основы биотехнологии, Москва

\* [marilistik@mail.ru](mailto:marilistik@mail.ru)

Картофель (*Solanum tuberosum* L.) является одной из важнейших возделываемых культур. Из-за вегетативного способа размножения картофель подвержен вирусным заболеваниям, которые приводят к снижению урожайности и качества клубней. В мире известно несколько десятков вирусов, встречающихся на картофеле, тогда как в России массово детектируются только 7 вирусов и один вириод, а основными методами диагностики являются ПЦР и ИФА. Однако с помощью этих методов можно выявить только относительно небольшое число штаммов ограниченного количества вирусов. В то время как реальный вирусный состав может быть другим, особенно если учитывать изменчивость геномов вирусов и их склонность к рекомбинациям. Кроме того, для России проводилось весьма небольшое число исследований, включающих полногеномное секвенирование вирусов картофеля, в результате чего для многих вирусов актуальное штаммовое разнообразие изучено недостаточно. В данной работе были обследованы посадки картофеля разных сортов и разных поколений семенного материала в Центральной части России. Из отобранных растений была выделена РНК, созданы библиотеки кДНК и секвенированы на платформе Illumina.

Работа поддержана грантом РФФИ 23-76-01066.

## АНТИМИКРОБНАЯ И НЕМАТОЦИДНАЯ АКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТОВ ХВОИ *JUNIPERUS COMMUNIS* И *JUNÍPERUS SABÍNA*

Т.Г. Белов<sup>1\*</sup>, Л.М. Давыдова<sup>1</sup>, Е.Н. Никитин<sup>1</sup>, Т.Б. Калининкова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова (ИОФХ) – ОСП ФИЦ КазНЦ РАН, Казань

<sup>2</sup>Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, Казань

\* e-mail: belofftimur@mail.ru

Можжевельник — один из наиболее распространенных видов растений, обладающих обширной биологической активностью. Хвоя можжевельника и её экстракты находят широкое применение в качестве антимикробных препаратов при лечении болезней человека и животных, но при этом недостаточно изучено их влияние на фитопатогены. Компоненты хвои могут обладать высокой нематоцидной активностью, что является важным показателем при разработке новых препаратов для защиты растений. Целью исследования было проведение сравнительного анализа экстрактов хвои можжевельника двух видов - обыкновенного (*J. communis* L.) и казацкого (*J. sabina*) по отношению к фитопатогенам и определение нематоцидной активности. Экстракты были получены из суховоздушной биомассы хвои двух видов можжевельника, собранных в июне 2023 года. Экстракцию проводили путем однократной мацерации в 70% этаноле в течение 1,5 часов при 45 °С. Супернатант фильтровали и высушивали методом лиофилизации. В экстрактах были определены общее содержание фенолов, флавоноидов и терпеноидов. Для исследований биологических свойств высушенные экстракты перерастворяли в эвтектике растворителей, состоящей из 65% 1,3-пропиленгликоля, 25% ДМСО и 10% воды с получением 1% раствора. Экстракты были протестированы по отношению к фитопатогенным бактериям: грамположительному виду – *Clavibacter michiganensis*, грамотрицательным видам – *Pectobacterium (Erwinia) carotovorum* и *Erwinia amylovora*, фитопатогенным грибам: *Alternaria solani*, *Fusarium graminearum* и оомицету *Phytophthora sp.* В качестве показателей использовали минимальные ингибирующие концентрации (МИК) веществ, при которых рост микроорганизмов подавляется, и минимальные бактерицидные (МБК) и фунгицидные концентрации (МФК), при которых происходит гибель бактерий и грибов соответственно. Нематоцидную активность определяли по отношению к молодым половозрелым особям нематод *Caenorhabditis elegans* и *Caenorhabditis briggsae* (Егорова и др. 2020). Фитохимический состав этанольных экстрактов имел существенные отличия. Содержание флавоноидов, фенолов и терпеноидов для хвои *J. communis* L. составили 15,21 мг Rut/г, 21,3 мг GAE/г и 63,3 мг Lin/г; для *J. sabina* – 13,3 мг Rut/г, 17,7 мг GAE/г и 45,4 мг Lin/г. МИК экстрактов, полученных из хвои *J. communis* L. и *J. sabina*, находились в пределах от 156 до 2500 мкг/мл, МБК и МФК от 156 до 5000 мкг/мл. Антибактериальная активность была выше хвои можжевельника обыкновенного (МБК по отношению к *P. carotovorum* и *E. amylovora* – 156 мкг/мл), при этом фунгистатическая активность выше у хвои можжевельника казацкого (МФК для *F. graminearum* – 312 мкг/мл). Этанольный экстракт хвои *J. communis* L. показал большую эффективность при концентрации 0,01%, вызывая гибель 94% особей *C. elegans*, в то время как у *C. briggsae* погибало 82% особей; в случае *J. sabina* происходила гибель 86% и 72% *C. elegans* и *C. briggsae* особей.

### Библиографический список

Егорова А, Колсанова Р, Нигматуллина А, Шагидуллин Р, Калининкова Т (2020). Почвенная нематода *Caenorhabditis elegans* Maupas как удобный модельный организм для изучения антигельминтной активности растительных экстрактов. *E3S Web Conf.* 176 (02002). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017602002>



## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ В ЗАЩИТЕ КАРТОФЕЛЯ ОТ ЧЕРНОЙ НОЖКИ

А.А. Васильева\*

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва  
\*e-mail: annadacyk@rgau-msha.ru

Картофель (*Solanum tuberosum* L.) является одной из важнейших сельскохозяйственных культур в мире, однако до 15% урожая ежегодно теряется в связи с поражением бактериозами. Мягкая гниль и черная ножка картофеля относятся к наиболее вредоносным заболеваниям, возбудители которых представлены пектолитическими грамотрицательными энтеробактериями из родов *Pectobacterium* и *Dickeya*. В последнее десятилетие активно разрабатываются научные основы применения ботанических пестицидов, к которым относятся эфирные масла (далее - ЭМ), эффективность которых отмечается и по отношению к пектолитическим бактериям [1]. В результате исследования была оценена антибактериальная активность 25 образцов ЭМ против четырех видов возбудителей черной ножки: *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*, *P. carotovorum* subsp. *odoriferum*, *D. dadantii*, *D. chrysanthemi*. Антибактериальную активность ЭМ оценивали путем определения минимальных ингибирующих концентраций (МИК) и минимальных бактерицидных концентраций (МБК). Для оценки способности ЭМ предотвращать мацерацию клубней были проведены опыты с использованием масел в профилактических и лечебных целях. По результатам первичного скрининга были выбраны ЭМ душицы обыкновенной (ДО), коричника китайского (КК) и гвоздичного дерева (ГД) со значениями МИК от 1,25 до 2,5 мг/мл и МБК - от 2,5 до 5,0 мг/мл. При профилактическом применении ЭМ была достигнута 100%-ная биологическая эффективность (БЭ) при использовании масла КК в концентрации 40 мг/мл, масла ДО – 60 мг/мл и масла ГД - 100 мг/мл (против *P. carotovorum* subs. *odoriferum* и *D. dadantii*). При применении масла в концентрации 10 мг/мл БЭ варьировала в диапазоне от 17,6 до 36,5% (для масел ДО и КК). Минимальные значения БЭ были отмечены при использовании эфирного масла ГД в концентрации 10 мг/мл по отношению к штаммам *D. chrysanthemi* и *P. carotovorum* subs. *odoriferum* и составили 3,1 и 1,6% соответственно. БЭ при лечебном применении ЭМ оказалась значительно ниже, чем при профилактической обработке. При использовании ЭМ в концентрации 100 мг/мл БЭ варьировала в диапазоне от 35,6 до 69,9%, где первое значение отмечено по отношению к *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* с обработкой маслом ГД, а второе значение – к *D. dadantii* в сочетании с обработкой маслом КК. При снижении концентрации ЭМ до 10 мг/мл БЭ варьировала от 0,8% для *D. chrysanthemi* и обработки маслом ГД – до 26,9% для *P. carotovorum* subsp. *odoriferum* с применением масла КК. Согласно анализам ГХ–МС и ГХ–ПВД было отмечено, что основным веществом в составе масла ДО выступал карвакрол (62,32%), в составе КК – коричный альдегид (84,25%), в составе ГД – эвгенол (76,98%). Антибактериальные свойства вышеперечисленных веществ согласуются с предыдущими научными исследованиями [1,2], что указывает на потенциал применения ЭМ и их компонентов для защиты клубней картофеля от бактериозов.

### Библиографический список

- [1]. Najian-Maleki H, Baghaee-Ravari S, Moghaddam M (2012) Herbal essential oils exert a preservative effect against the potato soft rot disease. *Scientia Horticulturae*. 285:110192.
- [2]. Huang DF et al. (2014) Chemical constituents, antibacterial activity and mechanism of action of the essential oil from *Cinnamomum cassia* bark against four food-related bacteria. *Microbiology*. 83(4):357-365.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ЗАРАЖЕНИЯ *AGROBACTERIUM BV1* ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБРАЗЦОВ ОВОЩНЫХ РАСТЕНИЙ

Э.М. Гайсина, А.Н. Игнатов\*

Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия

\*e-mail: ignatov\_an@pfur.ru

Традиционно, новые признаки привносятся в культурные растения путем классической селекции. Генная инженерия/геномное редактирование позволяют специфически изменять отдельные признаки у наиболее успешных на рынке сортов. После естественной трансформации растений бактериями *Agrobacterium* bv1 наблюдается фенотип «бородатости» корня - заболевание «бешенные корни» - crazy roots, распространенное в гидропонике (Ignatov et al. 2018). Ri-фенотип обусловлен действием четырех *rol*-генов: *rolA*, *rolB*, *rolC* и *rolD*. Эти гены отвечают за различные физиологические эффекты в растении (Christensen and Müller 2009). *Rol*-гены могут быть введены все вместе в растения путем естественной трансформации с использованием штаммов дикого типа *Agrobacterium* bv1, что не предусматривает применение технологии рекомбинантной ДНК. Некоторые виды растений демонстрируют усиление роста, более крупные листья, усиленное укоренение, измененное цветение и повышенную плодовитость (Lee et al. 2004). Хотя биохимические функции *rol*-генов остаются малоизученными, они являются полезными инструментами для улучшения растений (Christensen and Müller 2009; Lee et al. 2004). Трансформированные штаммом дикого типа A94 *Agrobacterium* bv1 растения вида *Brassica rapa* сортотипа «Хирошимана» (Hiroshimana) были получены при помощи инокуляции прорастающих семян. Внедрение *rol*-генов в растения было подтверждено с помощью ПЦР анализа со специфичными праймерами (Воронина 2018) в фазу цветения. Полученные из семян *rol*+ растений проростки демонстрировали более активный рост корней с интенсивным разветвлением по сравнению с контролем, и усиленный рост надземной части в почве, который отслеживался в вегетационном опыте до фазы 6-7 настоящих листьев. Для проверки физиологических эффектов, оценивалась реакция молодых растений на заражение возбудителем сосудистого бактериоза (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) и реакция проростков к засолению (NaCl). Молодые растения, полученные при помощи естественной трансформации, показали статистически достоверное снижение восприимчивости к заражению возбудителем бактериоза и к сублетальным концентрациям NaCl. Наблюдаемые различия могут быть косвенным эффектом действия *rol*-генов и синтеза ауксинов. Использование естественного заражения растений *Agrobacterium* bv1 может расширить спектр разнообразия исходного материала растений для селекции на устойчивость к биотическим и абиотическим стрессам.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (грант № 23–26–00168).

## Библиографический список

Ignatov AN et al. (2016) First Report of Rhizogenic Strains of *Agrobacterium radiobacter* Biovar1 Causing Root Mat of Cucumber and Tomato in Russia. *Plant Disease* 100(7):1493-1493 <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-15-1382-PDN>

Lee MH et al. (2004) *Agrobacterium rhizogenes*-mediated transformation of *Taraxacum platycarpum* and changes of morphological characters. *Plant Cell Rep* 22:822–827. <https://doi.org/10.1007/s00299-004-0763-5>

Christensen B and Müller R (2009) The use of *Agrobacterium rhizogenes* and its *rol*-genes for quality improvement in ornamentals. *European Journal of Horticultural Science* 74(6):275-287.

Воронина МВ (2018) Фитопатогенные бактерии рода *Agrobacterium*: генетическое разнообразие, диагностика, меры защиты. Дисс. к.б.н. Москва, 180 с.

## НЕПАТОГЕННЫЕ ШТАММЫ *XANTHOMONAS* SP. - ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА НОВЫХ МЕХАНИЗМОВ ВИРУЛЕНТНОСТИ

Э.М. Гайсина<sup>1\*</sup>, Е.И. Кырова<sup>2</sup>, А.Н. Игнатов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\*e-mail: gaysina-em@rudn.ru

Род *Xanthomonas* традиционно известен как таксон бактериальных патогенов широкого круга растений (Vauterin et al. 1996). Однако есть все больше свидетельств того, что многие популяции бактерий, живущие в тесной связи с растениями, но не вызывающие явных симптомов заболевания у хозяина, от которого они были выделены, также принадлежат к роду *Xanthomonas* (Mafakheri et al 2022; Bansal et al 2021; Martins et al 2020). В литературе часто упоминаются изоляты *Xanthomonas*, ассоциированные с гнилью овощей и фруктов в период хранения, штаммы, из яблоки, томатов и перца, фасоли, сорных растений, семян риса и других культур (Vauterin et al. 1996). В прошлом, на эту группу бактерий не обращали внимания, поскольку они менее важны с экономической точки зрения. Бактериальные штаммы, выделенные из бессимптомных растений, не обязательно являются непатогенными, авирулентные штаммы могут заражать растения при благоприятных условиях, или могут быть потенциальными патогенами других растений-хозяев. Хотя большинство исследованных штаммов принадлежат к описанным в настоящее время видам, их нельзя однозначно идентифицировать с вирулентными группами штаммов внутри этих видов. Использованный в качестве критерия патогенности тест на деление транспортной системы третьего типа (ТЗСС) (Vauterin et al. 1996) не всегда коррелирует с отсутствием вирулентности (Ignatov et al, 2015). Непатогенные штаммы *Xanthomonas* явно образуют гетерогенную популяцию и могут быть использованы для поиска неканонических факторов вирулентности при помощи сравнения имеющихся геномов бактерий. Нами создана база данных, включающая геномы непатогенных ксантомонад и пангеном патогенных штаммов, которая используется для поиска маркерных признаков вирулентности. Ожидается, что лучшее понимание генетики и экологии непатогенных *Xanthomonas* будет способствовать повышению эффективности диагностики бактериальных болезней растений и борьбы с ними.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (грант № 23–26–00168).

### Библиографический список

Bansal K, Kaur A, Midha S, Kumar S et al (2021) *Xanthomonas sontii* sp. nov., a non-pathogenic bacterium isolated from healthy basmati rice (*Oryza sativa*) seeds from India. *Antonie van Leeuwenhoek*. 114:1935-47.

Ignatov AN, Кырова EI, Vinogradova SV, Kamionskaya AM et al (2015) Draft genome sequence of *Xanthomonas arboricola* strain 3004, a causal agent of bacterial disease on barley. *Genome announcements*, 3(1), e01572-14.

Mafakheri H, Taghavi SM, Zarei S, Portier P et al (2022) *Xanthomonas bonasiae* sp. nov. and *Xanthomonas youngii* sp. nov., isolated from crown gall tissues. *International journal of systematic and evolutionary microbiology* 72(6):005418.

Martins L, Fernandes C, Blom J, Dia NC, et al (2020) *Xanthomonas euroxanthea* sp. nov., a new xanthomonad species including pathogenic and non-pathogenic strains of walnut. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 70(12):6024-31.

Vauterin L, Yang P, Alvarez A, Takikawa Y, et al (1996) Identification of non-pathogenic *Xanthomonas* strains associated with plants. *Systematic and applied microbiology*. 19(1):96-105.

# ГЕНОТИПИРОВАНИЕ ШТАММОВ *ERWINIA AMYLOVORA* И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПУТЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЗБУДИТЕЛЯ БАКТЕРИАЛЬНОГО ОЖОГА ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР

Н.В. Дренова<sup>1\*</sup>, М.О. Кондратьев<sup>1</sup>, А.А. Десятерик<sup>1</sup>, Г.Н. Бондаренко<sup>1,2</sup>,  
А.Н. Игнатов<sup>2</sup>, Ф.С. Джалилов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), Быково

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы», Москва

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева», Москва

\*e-mail: drenova@mail.ru

Генотипирование штаммов широко используется для установления путей распространения фитопатогенов. *Erwinia amylovora* – возбудитель бактериального ожога плодовых культур – карантинный объект, ограниченно распространенный в ЕАЭС. Первоначальное генетическое разнообразие *E. amylovora* за пределами Северной Америки, центра происхождения фитопатогена, было крайне невелико, однако за последнее десятилетие отмечается его заметное увеличение. Для территории РФ ранее было установлено присутствие и определено географическое распространение нескольких групп штаммов возбудителя. В некоторых регионах выявлены штаммы разных групп, что свидетельствует о неоднократном заносе инфекции (Jock et al., 2013; Kurz et al., 2021). Цель данного исследования – разработка доступной методики генотипирования штаммов *E. amylovora* и характеристика штаммового состава возбудителя в РФ. На данном этапе проводится работа с коллекцией из 700 штаммов *E. amylovora*, изолированных в 2003-2023 гг., в очагах, обнаруженных в 21-м регионе РФ, а также с референтными штаммами из международных коллекций. Изучается структура 6 локусов VNTR (A-D, F, H) и 3 участков CRISPR, а также распространенность различных типов плазмид. На основе варибельности повторяющихся фрагментов VNTR F в гене *rodZ*, впервые показана возможность различных путей формирования минисателлитных локусов одинаковой длины, что важно учитывать при оценке родства штаммов. Разрешающая способность генотипирования на основе структуры VNTR F в некоторых случаях не уступала полногеномному анализу. Отмечена тенденция к укорочению данного локуса в нескольких точках вторичного ареала, включая очаги в РФ, где выявлена уникальная группа штаммов по признаку структуры локусов VNTR F и CRISPR1. Проводятся исследования тенденций в изменчивости и других локусов VNTR и CRISPR в различных регионах РФ. Для упрощения процедуры определения длины локусов VNTR апробирован метод высокоразрешающего анализа кривых плавления ДНК (HRM) с оригинальными праймерами. Проводится оценка методов для установления генетической группы возбудителя в растительном материале без выделения чистой культуры, что актуально для использования в карантинных лабораториях.

Исследование проводится в рамках Государственного задания, рег. №№ НИОКТР 122041400096-1, 123042100020-5.

## Библиографический список

Jock S et al (2013) Molecular analyses of *Erwinia amylovora* strains isolated in Russia, Poland, Slovenia and Austria describing further spread of fire blight in Europe. *Microbiol. Res.* 168(7):447-454.  
Kurz M et al (2021) Tracking the dissemination of *Erwinia amylovora* in the Eurasian continent using a PCR targeted on the duplication of a single CRISPR spacer. *Phytopath. Res.* 3(1):1-5.

# ПАТОГЕНЕЗ В СИСТЕМЕ *BRASSICA-XANTHOMONAS CAMPESTRIS* – ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ И ЭВОЛЮЦИЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ ФИТОПАТОГЕННЫХ БАКТЕРИЙ

А.Н. Игнатов А.Н.\*, Э.М. Гайсина

Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия

\*e-mail: ignatov\_an@pfur.ru

Сосудистый бактериоз капустных культур (возб. *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Dowson) Dye, et al. (1980), далее Хсс) - наиболее вредоносный бактериоз капустных культур, распространенный в мире повсеместно (Williams 1980). Интенсивное исследование эпидемиологии, генетики, геномики, и механизма патогенеза в последние годы превратило Хсс из малоизученного объекта в один из основных модельных фитопатогенов. Патоген относится к классу Gamma-proteobacteria; отряду Xanthomonadales; семейству Xanthomonadaceae; роду *Xanthomonas*; виду *X. campestris* (Tang et al 2021). К настоящему моменту для анализа доступны более 788 геномов вида *X. campestris*. В геномах Хсс были идентифицированы и изучены по меньшей мере три различные системы секреции, связанные с вирулентностью. Гены эффекторов системы секреции III типа у Хсс пока достоверно не связаны с вирулентностью и спектром поражаемых растений. Были связаны с вирулентностью и патогенностью гены, участвующие в регуляции синтеза экзоферментов, ксантана, липополисахаридов, и в распространении по сосудистой системе растения (Tang et al 2021). Вид *X. campestris* может вызывать заболевания у растений семейства Brassicaceae, включая экономически важные овощные, кормовые и масличные культуры рода *Brassica*, и поражает ряд других сельскохозяйственных культур, декоративных, дикорастущих и сорных растений. Наиболее опасный способ распространения патогена - через семена. Заболевание быстро развивается при высокой температуре и влажности. Сосудистый бактериоз – системное заболевание, патоген поражает ксилему. Изоляты Хсс были разделены на физиологические расы на основе реакции нескольких устойчивых растений видов *Brassica*. После первого обнаружения рас, селекция на устойчивость к Хсс получила новое направление (Vicente et al 2001; Ignatov et al 1998). Число рас патогена и предполагаемых генов устойчивости постоянно возрастает благодаря активным исследованиям, что затрудняет использование сложной модели, описывающей ген-на-ген отношения между патогеном и растениями. Расовая и генетическая структура популяции патогена подвержена быстрым изменениям (Во Тхи Нгок Ха и др. 2014). Разработанные молекулярные маркеры генов устойчивости и рас патогена пока не дают надежного результата из-за высокого генетического разнообразия популяций. Специфичная устойчивость к основным расам патогена очень редка у *B. oleracea*, и более распространена у других видов *Brassica*. Наличие локализованной к ксилеме стебля растений системной устойчивости дает надежды на альтернативный подход при выведении сортов, слабо-поражаемых сосудистым бактериозом (Ignatov et al. 1999). Вероятно, что поиск генов восприимчивости, а не генов устойчивости, скорее приведет к желаемому результату, и редактирование генома, по примеру других растений, позволит быстрее получать устойчивые сорта капустных культур.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (грант № 23–26–00168).

## Библиографический список

- Williams PH (1980) *Plant Disease* 64:736-742.  
Tang JL et al (2021) *Trends Microbiol.* 29(2):182-183.  
Vicente J et al (2001) *Phytopathology* 91(5): 492-499.  
Ignatov A et al (1998) *Japanese Agricultural Research Quarterly* 32:167-172.  
Во Тхи Нгок Ха и др. (2014) *Защита картофеля*, 2:28-30  
Ignatov A et al. (1999) *Canadian journal of botany*, 77(3): 442-446.

# МОДИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ЭКСТРАКЦИИ ВОЗБУДИТЕЛЯ БАКТЕРИАЛЬНОГО УВЯДАНИЯ *CLAVIBACTER INSIDIOSUS* ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА КОРМОВЫХ КУЛЬТУР

И.М. Игнатьева<sup>1\*</sup>, Д.А. Доморацкая<sup>1,2</sup>, Е.П. Кононова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский центр карантина растений ФГБУ «ВНИИКР», Московская обл.

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева», Москва

\*e-mail: [babiraigirmi@ya.ru](mailto:babiraigirmi@ya.ru)

*Clavibacter insidiosus* (далее *C. insidiosus*) является возбудителем бактериального увядания бобовых кормовых культур, приводящего к значительной потере урожая. Патоген способен сохраняться в почве в растительных остатках и передается через семена. Согласно литературным данным, бактериоз встречается во многих странах, в том числе и на территории Российской Федерации (1, 2). При этом ввоз семенной продукции люцерны находится под строгим карантинным контролем в таких странах как: Египет, Марокко, Тунис, Аргентина, Бразилия, Чили, Мексика, Уругвай, Турция и Китай. Всего по коду «ТН ВЭД 1209 21 000 0» в 2023 году было экспортировано 1929 т семян люцерны. Помимо определения распространенности на территории РФ *C. insidiosus*, учета ущерба, нанесенного им урожаю, а также принятия превентивных мер борьбы, необходимо разработать методы быстрого обнаружения латентной инфекции. В связи со всем вышесказанным, первой целью исследования стал выбор метода экстракции *C. insidiosus*, позволяющего выявлять бактериоз при низких концентрациях. Сравнивали аналитическую чувствительность выявления *C. insidiosus* при экстракции фитопатогена путем смыва с поверхности семян (метод замачивания) и при разрушении семян в буфере (метод дробления) в процессе подбора оптимальных параметров обеих методов. В ходе исследования анализировали навески семян люцерны с разным уровнем зараженности типовым штаммом бактерии *C. insidiosus* (CFBP 2404): 100%, 10%, 1% и 0%, т.е. незараженные семена. Далее проводили подготовку проб модифицированными методами экстракции, при которых время замачивания семян в экстрагирующем буфере сократили с 72 ч (3) до 16 ч при 4 С. Результаты оценивали путем выделения ДНК бактерий из полученных экстрактов с помощью коммерческого набора «Проба ГС» и определения количества ДНК фитопатогена с помощью ПЦР «в режиме реального времени» (далее ПЦР-РВ) в соответствии с протоколом (3) на амплификаторе BioRad CFX Opus 96.

В результате проведенного опыта установлено, что идентификация ДНК *C. insidiosus* с помощью ПЦР-РВ при отборе проб методом замачивания возможна при 1% зараженности семян, а при отборе проб методом дробления – только при 100% зараженности семян. Таким образом, для экстракции *C. insidiosus* из растительного материала кормовых культур может быть рекомендован к применению метод замачивания, исключающий ложноотрицательные результаты. Исследование подтвердило возможность достоверно и своевременно идентифицировать *C. insidiosus* в экспортируемом зерне кормовых культур. Полученные результаты могут быть востребованы при решении практических задач, касающихся не только фитосанитарного контроля, но и определения видового состава бактериозов кормовых культур на обследуемых территориях РФ, создания коллекции фитопатогенных и сопутствующих бактерий для растений-хозяев возбудителя бактериального увядания.

## Библиографический список

1. Алпатьев НМ, Артохина ВГ (1983) Против почвенных возбудителей люцерны. *Защита растений*. № 10:26.
2. Лубенец ПА, Никитина КВ, Ширко ВН (1974) Заражение многолетних бобовых кормов корневыми гнилями. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции* 52(2):221-236.
3. *Clavibacter insidiosus* (2022) *EPPO Bulletin*. No. 7/99(2): 67-86.

## ВЕРОЯТНОСТЬ ИЗБЫТОЧНОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ TALEs В СИСТЕМЕ РАСТЕНИЕ-ХОЗЯИН - XANTHOMONAS ARBORICOLA

Е.И. Кырова<sup>1\*</sup>, А.Н. Игнатов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия

\*e-mail: ekirova1911@yandex.ru

*Xanthomonas* – род в основном фитопатогенных  $\gamma$ -протеобактерий, поражающих широкий спектр растений. Изучение взаимодействий в системе патоген-растение для бактерий рода *Xanthomonas* являются важной научной задачей фитопатологии. Атипичные штаммы *X. arboricola*, не принадлежащие к ранее известным патоварам, способны поражать широкий круг культур в добавление к традиционным растениям-хозяевам этого вида (Кырова, Игнатов 2021). Анализ полногеномной последовательности штамма *X. arboricola* 3004, выделенного из ячменя (*Hordeum vulgare*) позволил установить основную особенность данной группы - отсутствие генов секреторной системы третьего типа (Т3SS) (Ignatov et al 2015). Отсутствие Т3SS часто служит поводом для классификации подобных штаммов как непатогенных. Однако сохранение способности многих штаммов без Т3SS поражать широкий круг растений заставляет более детально изучать особенности патогенности штамма 3004. Использование алгоритмов AnnoTALE, progressiveMauve и BLAST впервые позволило выявить участки ДНК, гомологичные белкам-эффекторам - активаторам транскрипции (transcription activator-like effectors, TALEs) TalAA9 *X. oryzae* pv. *oryzae* PXO211 и TalJM1 *X. arboricola* pv. *corylina* A7. TALEs секретируются в растительные клетки через Т3SS, транслоцируются в ядро и влияют на экспрессию целевых генов растения (Jacques et al 2016). Наличие TALE, по-видимому, позволило штамму 3004 сохранить способность поражать типичные для *X. arboricola* растения-хозяева. Но, вопрос о доставке TALE в растительную клетку у патогенов типа 3004 по-прежнему остается не изученным. Аннотация последовательностей полного генома штамма Ха3004 показала наличие кластера генов системы секреции IV типа Т4SS, отличающегося своей функциональной полнотой, а также 2 (TssI и TssH) из 15 генов системы секреции VI типа (Т6SS). Мы предполагаем, что наличие вышеперечисленных секреторных систем может способствовать передаче TALE от патогена к растению-хозяину. Ранее, уже было отмечено, что эффекторы симбиотической бактерии *Mesorhizobium loti* могут быть транслоцированы как системой секреции IV-го, так и III-го типа (Hubber et al 2004). Таким образом, подтверждается гипотеза, что в ходе эволюции бактерии могут адаптировать функционально избыточные эффекторные белки для их транслокации в клетки эукариотического хозяина при помощи различных доступных секреторных систем.

### Библиографический список

Hubber A, Vergunst AC, Sullivan JT, Hooykaas PJ et al (2004) Symbiotic phenotypes and translocated effector proteins of the *Mesorhizobium loti* strain R7A VirB/D4 type IV secretion system. *Molecular microbiology* 54(2):561-574.

Ignatov AN, Кырова EI, Vinogradova SV, Kamionskaya A et al (2015) Draft genome sequence of *Xanthomonas arboricola* strain 3004, a causal agent of bacterial disease on barley. *Genome Announc* 3(1):e01572-14. <https://doi.org/10.1128/genomeA.01572-14>

Jacques MA, Arlat M, Boulanger A, Boureau T et al (2016). Using ecology, physiology, and genomics to understand host specificity in *Xanthomonas*. *Annual review of phytopathology*, 54:163-187. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-080615-100147>

Кырова ЕИ, Игнатов АН (2021) Подбор генов-мишеней для диагностики штаммов *Xanthomonas arboricola* (Vauterin et al. 1995), патогенных для злаковых и капустных культур. *Вестник защиты растений*, 104(2), 87-96. <https://doi.org/10.31993/2308-6459-2021-104-2-14962>

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕТЛЕВОЙ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ АМПЛИФИКАЦИИ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ НЬЮ-ДЕЛИ ВИРУСА КУРЧАВОСТИ ЛИСТЬЕВ ТОМАТА

Е. Н. Лозовая\*, Ю.Н. Приходько, Т.С. Живаева, И.Г. Башкирова, Ю.А. Шнейдер  
ФГБУ «ВНИИКР», Московская область, г.о. Раменское р.п. Быково, Россия,  
\*e-mail: evgeniyaf@mail.ru

Вирус курчавости листьев томата Нью-Дели (Tomato leaf curl New Delhi virus, ToLCNDV) является представителем одного из самых крупных родов вирусов, поражающих растения – рода *Begomovirus* (семейство *Geminiviridae*) [4]. ToLCNDV поражает широкий круг сельскохозяйственных культур и представляет собой серьезную угрозу для сельского хозяйства во всем мире. Основными растениями-хозяевами являются представители семейств *Solanaceae*, *Cucurbitaceae*, *Euphorbiaceae* и *Malvaceae* [2]. Для выявления ToLCNDV разработаны многочисленные модификации тестов на основе полимеразной цепной реакции (ПЦР), которые проводятся в формате классической ПЦР или ПЦР в реальном времени. Однако эти методы требуют специального оборудования и продолжительны по времени. В связи с этим были разработаны методы, основанные на изотермической амплификации. Одним из таких является метод петлевой изотермической амплификации (Loop mediated isothermal amplification, LAMP) [1]. В работе проведено сравнительное испытание двух наборов реагентов для LAMP - GenTerra (Россия) и Saphir Bst Turbo GreenMaster (Германия). Реакцию амплификации проводили с праймерами LCV-FIP/LCV-BIP/LCV-F3/LCV-B3/LCV-LF/LCV-LB [2, 3], разработанными для диагностики Нью-Дели вируса курчавости листьев томата. В опытах использовали 12 изолятов различных видов бегомовирусов. Для выделения ДНК вирусов из растительных тканей применяли набор реагентов «Проба-НК» (Агродиагностика, Россия), в соответствии с инструкцией фирмы-производителя. По результатам проведенных экспериментов была установлена высокая специфичность праймеров LCV-FIP/LCV-BIP/LCV-F3/LCV-B3/LCV-LF/LCV-LB [3] в отношении целевого объекта. Положительный сигнал был получен только для изолятов Нью-Дели вируса курчавости листьев томата, неспецифичных продуктов амплификации с другими представителями рода *Begomovirus* не отмечено. При оценке чувствительности наборов реагентов для LAMP было показано, что они выявляют целевой вирус только при разведении выделенной ДНК в 10 раз. Следовательно, чувствительность данных тестов гораздо ниже по сравнению с классической ПЦР и ПЦР в «реальном времени».

### Библиографический список

- 1 Зубик АН, Рудницкая ГЕ, Евстапов АА (2021) Изотермическая петлевая амплификация LAMP в формате микроустройств (обзор). *Научное приборостроение*, 31(1):3-43.
- 2 EPPO PM 7/152(1) *Begomoviruses* (2022) *EPPO Bulletin*, 52:643–664. <https://doi.org/10.1111/epp.12887/>
- 3 Jeevalatha A, et al. (2017). Optimized loop-mediated isothermal amplification assay for Tomato leaf curl New Delhi virus-[potato] detection in potato leaves and tubers. *European Journal of Plant Pathology*. 149:1-9. <https://doi.org/10.1007/s10658-017-1300-z>.
- 4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gd.eppo.int/taxon/TOLCND>



## **ВЛИЯНИЕ O<sub>3</sub> И ПРЕПАРАТА HYGROZYME® НА КОРНЕВУЮ СИСТЕМУ ГИДРОПОННОГО САЛАТА.**

**С.В. Лычагина, В.В. Захарова**

*ВНИИ фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал ФГБНУ «ФНЦ ВНИИ экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко РАН», г. Москва, Россия*

*E-mail: [s.lychagina@vniigis.ru](mailto:s.lychagina@vniigis.ru)*

Влияние препарата Hygrozyme® (Hygrozyme, Ванкувер, Канада) и озона O<sub>3</sub> на развитие корневой системы и поражение гнилью было изучено на гидропонных салатных линиях. Эксперименты проводили на растениях салата листового возрастом 14 дней. Рассадку выращивали в сетчатых горшочках для гидропонной установки промышленной салатной линии. Растения в количестве 28 штук выбирали случайным способом из промышленной партии и размещали на двух лабораторных установках гидропонного выращивания по 14 растений. Озон получали при помощи генератора с производительностью 20 мл O<sub>3</sub>/час, оснащенного гибкой отводной трубкой подачи газа в рабочий раствор. Препарат Hygrozyme® применялся по рекомендации производителя в дозе 50 мл/200 л раствора. Рабочий раствор для опытных растений получали из системы питания гидропонной линии. Оценку состояния растений проводили визуально и взвешиванием на весах. Результаты документировали фотографированием. Взвешивание растений проводили через 10 минут после окончания полива для удаления лишней воды. В начале опыта растения имели редкие темные кончики первичных корешков. Повторные оценки проводили через 7 и 14 дней после начала опыта. К дате второго учета контрольные растения в 25% случаев были с полуразложившимися слабыми инфицированными корнями бурого цвета, товарных растений получено не было. В варианте с подачей O<sub>3</sub> было отмечено токсичное влияние газа - некоторые листья имели большие обесцвеченные пятна, чаще локализованные возле места подачи газа. В варианте с применением Hygrozyme® растения были с хорошо развитыми листьями и корневой системой без признаков некроза. Средняя масса растений вместе с горшочками в варианте в применении Hygrozyme® составила 236,0 г, а в варианте с O<sub>3</sub>- 186,7г. Соответственно, масса срезанной зелени с одного горшочка в тех же вариантах была 132,0 и 93,7 г., а вес корневой системы – 13,7 и 11,4 г. Опыт показал положительный эффект применения препарата Hygrozyme® в составе баковых рабочих растворов для подавления корневой гнили и повышения урожайности промышленной салатной линии при гидропонной культуре.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАКТЕРИОФАГОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ БАКТЕРИОЗОВ РАСТЕНИЙ

К.А. Мирошников<sup>1\*</sup>, А.А. Лукьянова<sup>1</sup>, А.Д. Токмакова<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Институт биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН (ИБХ РАН), Москва

<sup>2</sup> Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет) (МФТИ), г. Долгопрудный Московской обл.

\*e-mail: kmi@ibch.ru

Фитопатогенные бактерии наносят значительный ущерб ключевым сельскохозяйственным культурам, снижая урожайность, качество и сохранность полученной продукции, и часто приводят к полной непригодности зараженных семян для посева. Использование бактериофагов (вирусов бактерий) считается перспективным методом биологической защиты растений от бактериозов. Однако, в силу узкой специфичности действия бактериофагов, их применение требует точной диагностики целевых фитопатогенов и оптимизации формуляции и методов применения биопрепаратов.

В представленном докладе рассмотрены успешные случаи применения препаратов бактериофагов для контроля бактериозов картофеля, зернобобовых культур и сои, вызванных бактериями родов *Pectobacterium*, *Pseudomonas* и *Curtobacterium*. Обсуждаются ключевые принципы поиска и описания индивидуальных бактериофагов и их коктейлей, компоновки препаратов с дополнительными активными веществами, их использование в различных биологических моделях, а также проблемы масштабирования производства и сертификации препаратов.

При наличии коллекций предварительно охарактеризованных фагов и информации о преобладающих видах и штаммах фитопатогенов представляется возможным создание фаговых препаратов как для профилактической, так и терапевтической обработки. В реальных условиях производства, такие препараты приводят к существенному снижению численности популяций фитопатогенных бактерий и уменьшению частоты проявления и интенсивности симптомов бактериозов.

### Библиографический список

Tarakanov RI, Lukianova AA, Evseev PV, et al. (2022) Bacteriophage control of *Pseudomonas savastanoi* pv. *Glycinea* in soybean. *Plants (Basel)* 11(7):938. doi: 10.3390/plants11070938.

Tarakanov RI, Lukianova AA, Evseev PV, et al. (2022) Ayka, a novel *Curtobacterium* bacteriophage, provides protection against soybean bacterial wilt and tan spot". *Int J Mol Sci* 23(18):10913. doi: 10.3390/ijms231810913.

Miroshnikov KA, Evseev PV, Lukianova AA, Ignatov AN. (2021) Tailed lytic bacteriophages of soft rot *Pectobacteriaceae*. *Microorganisms* 9: 1819. doi: 10.3390/microorganisms9091819

Bugaeva EN, Voronina MV, Lukianova AA. et al. (2021) Use of a specific phage cocktail for soft rot control on ware potatoes: A case study" *Viruses*. (2021) 13(6):1095. doi: 10.3390/v13061095

# ДЕТЕКЦИЯ И МОЛЕКУЛЯРНЫЙ АНАЛИЗ ВИРУСОВ В ДЕРЕВЬЯХ ИНЖИРА С СИМПТОМАМИ МОЗАИЧНОЙ БОЛЕЗНИ ПОСРЕДСТВОМ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО СЕКВЕНИРОВАНИЯ

Е. В. Моцарь<sup>1\*</sup>, А.А. Шевелева<sup>1</sup>, Ф.С. Шарко<sup>2</sup>, И.В. Митрофанова<sup>3</sup>, С. Н. Чирков<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>2</sup>Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва, Россия

<sup>3</sup>Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина РАН, Москва, Россия

\*e-mail: [elena.motsar31@gmail.com](mailto:elena.motsar31@gmail.com)

Изучение виромов растений с помощью высокопроизводительного секвенирования (high-throughput sequencing, HTS) значительно расширило список известных вирусов [1]. При обследовании генофондовой коллекции инжира (*Ficus carica*) Никитского ботанического сада - Национального научного центра РАН впервые в России были обнаружены изоляты представителя умбра-подобных вирусов fig umbra-like virus (FULV, род *Umbravirus*, семейство *Tombusviridae*), о котором ранее сообщалось только на Гавайских островах [2]. Вирус в пяти 30-летних деревьях-каприфигах (мужских растениях инжира) сорта Belle Dure идентифицировали с помощью метатранскриптомного анализа на основе HTS и полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией с использованием праймеров, специфичных к FULV. Были собраны, аннотированы и охарактеризованы полные геномы пяти российских изолятов FULV-RU длиной 2953-3076 нт, которые представляют собой одноцепочечную РНК положительной полярности, идентичны друг другу на 99,4 - 99,9 % и наиболее схожи (85,2 % идентичности) с гавайским изолятом Oahu1 (MW480892). Три открытые рамки считывания (open reading frame, ORF) были идентифицированы в геномах российских изолятов. ORF2 кодирует РНК-зависимую РНК-полимеразу, которая транслируется в результате сдвига рамки считывания при трансляции ORF1. Филогенетический анализ всех доступных полногеномных последовательностей умбравирусов и умбра-подобных вирусов показал, что FULV-RU образуют отдельную кладу с бутстреп-поддержкой 100%. Сестринскую кладу составляют изоляты FULV, обнаруженные на инжире на Гавайях. Судя по структуре генома и результатам филогенетического анализа, изоляты FULV-RU относятся к умбра-подобным вирусам класса 2, заражающим двудольные растения, и, по-видимому, являются высокодивергентными формами того же самого вируса, обнаруженного ранее на Гавайях. Это первое сообщение о FULV в России и за пределами Гавайских островов, что расширяет информацию о географическом распространении вируса. В результате метатранскриптомного анализа в вироме инжира были обнаружены также прочтения, родственные fig mosaic virus (FMV), fig badnavirus 1 (FBV1) и grapevine badnavirus 1 (GBV1). Собранные полные геномы FBV1 идентичны между собой на 99,9-100%. Типичным для рода *Etmavirus* образом, геномы FMV представлены шестью одноцепочечными РНК. В зависимости от сегмента РНК, изоляты FMV в образцах каприфигов были идентичны на 98,4-99,9%. Присутствие FMV в образцах каприфигов может объяснять симптомы мозаичной болезни, поскольку FBV1 и GBV1 на инжире бессимптомны. Роль FULV в модулировании симптомов болезни предстоит определить.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, грант № 23-16-00032.

## Библиографический список

1. Roossinck, M. J., Martin, D. P., Roumagnac, P. (2015). Plant Virus Metagenomics: Advances in Virus Discovery. *Phytopathology* 105:716-727. doi: 10.1094/PHYTO-12-14-0356-RVW.
2. Wang, X., Olmedo-Velarde, A., Larrea-Sarmiento, A., Simon, A. E., Kong, A., Borth, W., Suzuki, J., Wall, M. M., Hu, J., Melzer, M. (2021). Genome characterization of fig umbra-like virus. *Virus Genes* 57:566-570. doi: 10.1007/s11262-021-01867-4

## ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ВИДОВ ГРУППЫ *BURKHOLDERIA SENSU LATO*

И.Н. Писарева

ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), Россия, Московская обл., Раменский г.о., р.п. Быково

\*e-mail: [iruru@yandex.ru](mailto:iruru@yandex.ru)

*Burkholderia sensu lato* – широко распространенная в природе группа β-протеобактерий, включающая в себя более 100 видов с высокой генетической приспособляемостью к различным экологическим нишам (от почвы до органов дыхания человека). Первый представитель рода был выделен в 1942 году из гвоздики с симптомами увядания. В течение последних десятилетий классификация *Burkholderia* sl пересматривалась несколько раз на основе анализа последовательностей: 16S рРНК, генов «домашнего хозяйства» и генома. В настоящее время большая и сложная группа видов представлена шестью родами: *Burkholderia sensu stricto*, *Caballeronia*, *Paraburkholderia*, *Robbsia*, *Mycetohabitans* и *Trinickia*. Новые роды в основном соответствуют различным местам обитания *Burkholderia* sl. Например, все полезные для растений штаммы включены в *Paraburkholderia* и *Caballeronia*. К *Mycetohabitans* отнесены виды – симбионты грибов. *Trinickia* охарактеризован, как разнообразный род, содержащий ассоциированные с растениями и почвенные бактерии. Большинство патогенов человека и животных отнесены в *Burkholderia* ss (Estrada-de los Santos et al 2018). Большинство видов *Burkholderia* sl обладают способностью продуцировать соединения с антимикробной активностью и могут использоваться в качестве агентов биологической природы, т.е. как активное начало потенциальных биопрепаратов для борьбы с фитопатогенными грибами, бактериями, простейшими и нематодами. В перспективе биопрепараты возможно использовать на таких культурах, как кукуруза, хлопчатник, виноград, горох, томат и перец. В целом многие виды *Burkholderia* sl демонстрируют значительный биотехнологический потенциал, как источник новых антибиотиков и биоактивных вторичных метаболитов (Elshafie, Camele 2021). Выделенные в результате изучения разнообразия культивируемых бактерий, колонизирующих гвоздику садовую, изоляты *Paraburkholderia* spp. (Писарева, Шнейдер и Белошапкина, в печати) представляют практический интерес при разработке новых ПЦР-тестов для диагностики бактериального вилта гвоздики и оценке антибактериальной активности *Paraburkholderia* spp. и их вторичных метаболитов.

Исследование выполнено в рамках госзадания (Пер. № 123042100033-5).

### Библиографический список

Elshafie HS, Camele I (2021) An overview of metabolic activity, beneficial and pathogenic aspects of *Burkholderia* spp. *Metabolites* 11(5):321–337. [https:// doi.org/ 10.3390/ metabo11050321](https://doi.org/10.3390/metabo11050321)

Estrada-de Los Santos P, Palmer M, Chávez-Ramírez B, Beukes C et al (2018) Whole genome analyses suggests that *Burkholderia sensu lato* contains two additional novel genera (*Mycetohabitans* gen. nov., and *Trinickia* gen. nov.): implications for the evolution of diazotrophy and nodulation in the Burkholderiaceae. *Genes* 9(8): 389–411. [https:// doi.org/ 10.3390/ genes9080389](https://doi.org/10.3390/genes9080389)

## ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ КАРТОФЕЛЯ ВИР НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БАКТЕРИАЛЬНЫМ ЗАБОЛЕВАНИЯМ

К.И. Родионов\*, М.Н. Ситников

Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, Санкт-Петербург

\*e-mail: kostarod999@mail.ru

Картофель традиционно относится к числу важнейших сельскохозяйственных культур разностороннего использования. Сегодня картофель занимает четвертое место среди наиболее важных сельскохозяйственных культур в мире после пшеницы, риса и кукурузы, и серьезной угрозой для выращивания картофеля остается широкая распространённость бактериальных инфекций. Одно из наиболее вредоносных заболеваний картофеля – мокрая гниль, вызываемая бактериями родов *Pectobacterium* и *Dickeya*, и кольцевая гниль, вызываемая видом *Clavibacter sepedonicus*. Ежегодные потери урожая от этих болезней в России превышают 15%. Основными факторами, определяющими высокую вредоносность бактериозов, являются отсутствие устойчивых сортов, недостаток эффективных средств борьбы, а также латентный характер заражения семенного картофеля. В условиях постоянно возрастающей вредоносности фитопатогенов, появления всё новых видов и штаммов, формирования генотипов патогенных организмов, резистентных к средствам защиты растений, селекция устойчивых к болезням сортов приобретает особую актуальность. Выведение новых, более продуктивных сортов картофеля, устойчивых к наиболее распространенным и вредоносным болезням поможет избежать значительных потерь урожая. Целью данного исследования является поиск источников устойчивости к мокрой и кольцевой гнили картофеля в коллекции ВИР. Клубневая коллекция картофеля ВИР поддерживается на полях Пушкинских и Павловских лабораторий ВИР, г. Пушкин, Санкт-Петербург. В процессе хранения клубней диких и примитивных видов картофеля, селекционных сортов *Solanum tuberosum*, *Solanum andigenum* и межвидовых гибридов, была проведена визуальная оценка развития бактериальных заболеваний. Было оценено более 3000 образцов коллекции. Выраженные признаки бактериозов наблюдались на клубнях 35 образцов. Двадцать два образца, симптомы повреждений которых были недостаточно выражены для визуального диагноза, были проанализированы при помощи ПЦР в реальном времени с использованием коммерческих наборов фирмы “Синтол” (Москва), предназначенных для обнаружения видов *Pectobacterium wasabiae*, *P. atrosepticum*, *P. carotovorum subsp. carotovorum*, *P. carotovorum subsp. brasiliensis*, *P. carotovorum subsp. odoriferum*, *Dickeya solani*, *D. dianthicola* и *C. sepedonicus*. ДНК выделяли из пораженных клубней с помощью коммерческого набора фирмы «Синтол». ПЦР-РВ проводилась на амплификаторе Bio-Rad CFX 96. В результате проведенного анализа было выявлено наличие возбудителя *C. sepedonicus* у образцов 952-8-2017, 912-1-2018, 117-5-2004, Вымпел, Hindenburg, Гренадер, к-3599, и наличие *P. atrosepticum* у образцов 952-8-2017, 912-1-2018, 117-5-2004, Elan, Вымпел, Hindenburg, Foxton, Гренадер, к-3599. Виды *P. carotovorum subsp. carotovorum*, *P. carotovorum subsp. brasiliensis*, *P. carotovorum subsp. odoriferum* были диагностированы у образцов 952-8-2017, к-3599, Гренадер, и виды *D. solani*, *D. dianthicola* - у образцов 952-8-2017, к-3599, 912-1-2018, 117-5-2004, Elan, Вымпел, Гренадер. Большинство образцов коллекции имели низкую восприимчивость к возбудителям бактериозов в условиях Северо-Западного региона РФ.

## РАЗРАБОТКА МУЛЬТИПЛЕКСНОЙ ПЦР В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ДВУХ БАКТЕРИАЛЬНЫХ БОЛЕЗНЕЙ В СЕМЕНАХ СОИ

Р.И. Тараканов<sup>1\*</sup>, А.Н. Игнатов<sup>2</sup>, П.В. Евсеев<sup>3</sup>, Ф.С.-У. Джалилов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева (РГАУ-МСХА), Москва

<sup>2</sup> Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН), Москва

<sup>3</sup> Институт биоорганической химии имени М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова РАН (ИБХ РАН), Москва

\*e-mail: tarakanov.rashit@mail.ru

Из болезней сои бактериальной этиологии, наиболее вредоносными являются бактериальный ожог (возбудитель – грам(-) бактерия *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* (Psg)) и ржаво-бурая бактериальная пятнистость (возб. – грам(+) бактерия *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* (Cff)). Эти болезни способны снизить качество и урожайность зерна сои на 40% и более. Патогены передаются семенами, поэтому велик риск распространения этих болезней на новые территории. Система диагностики данных патогенов требует обновления, поскольку протоколы для классического ПЦР-анализа устарели, а микробиологические методы обладают низкой специфичностью и чувствительностью. Для разработки праймеров/зондов к Psg был выбран ген, кодирующий 2-оксоглутарат-зависимый этилен/сукцинат-образующий фермент (2-oxoglutarate-dependent ethylene/succinate-forming enzyme, далее – *efe*). Праймеры и зонды для ПЦР-диагностики Cff, были сконструированы для целевого гена трипсиноподобной сериновой протеазы (*trypsin-like serine protease*, далее – *tlsp*). Эксперимент по определению оптимальной температуры отжига показал, что таковой является значение 60°C для продуктов обоих генов (наименьшая  $C_t=19,1$  для *efe* и 18,6 для *tlsp*), в связи с чем данное значение использовали в дальнейшем. Проверка специфичности мультиплексной ПЦР в реальном времени показала, что положительный результат ПЦР-амплификации был достигнут для всех анализируемых штаммов Psg или Cff, но штамм *P. syringae* pv. *pisi* (патоген гороха, чины, вики) показал ложноположительную амплификацию с Psg-специфическими ПЦР диагностикомом. Рассчитанная эффективность реакции составила 99,7% для Psg и 99,2% - для Cff. Средние значения  $C_t$  симплексной ПЦР в реальном времени при концентрации патогенов  $10^3$  КОЕ/мл составили 28,7 и 25,5 цикла для Psg и Cff, тогда как для мультиплексной ПЦР при равной концентрации патогенов, значения составили 28,9 и 27,4 цикла, соответственно. Анализ разведений целевых бактерий с экстрактом семян сои показал, что разработанный протокол ПЦР позволил обнаружить патогены с концентрацией выше  $10^2$  КОЕ/мл. Значения порогового цикла линейно коррелировали с концентрацией бактерий и позволили построить стандартную кривую, которую можно использовать для приблизительной количественной оценки присутствия бактерий в пробах. Таким образом, в рамках исследования был разработан протокол мультиплексной ПЦР в реальном времени с использованием зондов TaqMan для одновременного обнаружения патогенов сои *P. savastanoi* pv. *glycinea* и *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. Было показано, что разработанный метод диагностики обладает высокой чувствительностью - положительный результат был достигнут при концентрации 0,01 нг/мкл ДНК для обоих целевых организмов и при  $10^2$  КОЕ/мл бактерий в гомогенате семян сои. Мультиплексная ПЦР в реальном времени может применяться в фитосанитарной диагностике семян для одновременного выявления возбудителей двух бактериальных патогенов сои.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТОВ ШИШКОЯГОД *JUNIPERUS COMMUNIS*

Д.А. Теренжев<sup>1\*</sup>, Т.Г. Белов<sup>1</sup>, Л.М. Давыдова<sup>1</sup>, Т.Б. Калининкова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова (ИОФХ) – ОСП ФИЦ КазНЦ РАН, Казань

<sup>2</sup>Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, Казань  
\* e-mail: dmitriy.terenzhev@mail.ru

Тенденцией последних десятилетий является сокращение использования средств химической защиты растений за счет разработки и применения фитопротекторных средств, основанных на полезных экстрактах растений с противомикробными и нематоцидными свойствами (Белов и др. 2023). Род *Juniperus* является распространенным кустарником семейства Кипарисовые. Использование плодов можжевельника связано с их биоактивным составом, богатым фенолами, терпеноидами, органическими кислотами, алкалоидами и летучими соединениями. В связи с этим целью нашего исследования был сравнительный анализ эффективности действия экстрактов ягод можжевельника обыкновенного (*J. communis* L.) 1 и 2 года зрелости по отношению к фитопатогенным микроорганизмам и нематодам. Экстракты получали из шишкоягод первого и второго года зрелости, собранных во второй декаде сентября путем однократной мацерации в 70% этаноле и ацетоне в течение 1,5 часов при 45 °С. Количественный состав экстрактов проводили методом газовой хроматографии–масс-спектрометрии (ГХ-МС). Экстракты были протестированы методом двойных серийных разведений по отношению к фитопатогенным бактериям: *Clavibacter michiganensis* VKM Ac-1404 и *Pectobacterium (Erwinia) carotovorum* spp. *carotovorum* SCC3193, и фитопатогенным грибам: *Alternaria solani* К-100054 и *Rhizoctonia solani* ВКМ F-895. В качестве соединений сравнения использовали α-пинен, хлорамфеникол и дифеноконазол. В экспериментах определяли минимальные ингибирующие (МИК), бактерицидные (МБК) и фунгицидные (МФК) концентрации. Нематоцидную активность определяли по отношению к молодым половозрелым особям нематод *Caenorhabditis elegans* и *Caenorhabditis briggsae*. Критерием токсического действия являлась гибель нематод за 24 часа. Погибшими считали нематод, у которых отсутствовала как спонтанная локомоция, так и двигательная активность. Фитохимический состав экстрактов ягод 1 и 2 года значительно отличался. Для ягод 2 года зрелости суммарно было идентифицировано 24 соединения; для ягод 1 года зрелости выявлено 23 соединения. Основную долю составляли монотерпены (α- и β-пинен, сабинен, мирцен и лимонен) и сесквитерпены (β-кариофиллен, α-гумулен, гермакрен D и δ-кадинен). Антимикробная активность была выше у ягод 1 года, при этом наибольшую активность по отношению к фитопатогенам показал ацетоновый экстракт (МИК - 39 мкг/мл; МБК – 39-78 мкг/мл; МФК – 78 мкг/мл). Этанольный и ацетоновый экстракты ягод 1 года в концентрации 0,05 % вызывали гибель 91,5% и 96,5% для нематод *C. elegans*. Этанольный экстракт ягод первого года в концентрации 0,025 и 0,05 % вызывал гибель 85 и 87% *C. briggsae* после 24-часовой инкубации. В то же время экстракты шишкоягод 2 года за время проведения эксперимента при концентрации 0,05 % не оказывали существенного влияния на выживаемость нематод обоих видов.

### Библиографический список

Белов Т.Г., Теренжев Д.А. и др. (2023). Сравнительный анализ химического профиля и биологической активности экстрактов ягод *Juniperus communis* L. *Plants* 12 (3401). <https://doi.org/10.3390/plants12193401>.

## ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОЗДОРОВЛЕНИЯ ПЛОДОВЫХ И ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР ОТ ВИРУСНЫХ БОЛЕЗНЕЙ

М.Т. Упадышев

ФГБОУ ВО "Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева", г. Москва  
e-mail: upad8@mail.ru

Исследования в области мониторинга вирусных болезней и разработки эффективных методов оздоровления посадочного материала от вирусов и других вредных организмов являются актуальными направлениями защиты растений (Куликов и др., 2018). В условиях Российской Федерации распространенность вирусов в промышленных и коллекционных насаждениях плодовых культур варьирует от 36 до 80 %, ягодных культур – от 35 до 63 %. К наиболее вредоносным относятся вирусы шарки сливы, некротической кольцевой пятнистости и карликовости сливы на косточковых культурах; хлоротической пятнистости листьев яблони, бороздчатости и ямчатости древесины, мозаики яблони – на яблоне и груше; кустистой карликовости и кольцевой пятнистости малины – на малине, ежевике; реверсии – на смородине; окаймления жилок – на крыжовнике; неповирусы, вирусы морщинистости и крапчатости – на землянике. Указанные вирусы способны снижать урожай ягодных и плодовых культур в среднем на 20-35 % и ухудшать регенерационную способность растений (Упадышева и др., 2010; Упадышев и др., 2019). Поэтому сертификационные схемы предусматривают оздоровление посадочного материала от экономически значимых вирусов (Борисова и др., 2009). К эффективным методам оздоровления плодовых и ягодных культур от вирусов относятся методы суховоздушной термотерапии, культуры *in vitro*, хемотерапии, магнитерапии. Наилучшие результаты по оздоровлению обеспечивает комплексное использование нескольких методов. Наибольший выход свободных от вирусов эксплантов клоновых подвоев груши и яблони (71-100 %) отмечен при использовании фенолкарбоновой кислоты или комплексной терапии с применением фенолкарбоновой кислоты и термообработки *in vitro*. Применение в составе питательной среды гидроксibenзойных кислот позволило увеличить выход безвирусных регенерантов до 80-100%. Магнитотерапия *in vitro* обеспечивала увеличение выхода свободных от вирусов растений плодовых и ягодных культур на 20-50 %.

### Библиографический список

Куликов ИМ, Трунов ЮВ, Соловьев АВ, Борисова АА, и др. (2018) Основы инновационного развития питомниководства России. М.: ФГБНУ ВСТИСП; Саратов: Амирит. 188 с.

Упадышев МТ, Куликов ИМ, Петрова АД, Метлицкая КВ и др. (2019) Современные методы оздоровления плодовых и ягодных культур от вредоносных вирусов. М.: ФГБНУ ВСТИСП; Саратов: Амирит. 168 с.

Упадышева ГЮ, Упадышев МТ, Походенко ПА (2010) Зараженность клоновых подвоев косточковых культур вирусами и их влияние на эффективность размножения зеленым черенкованием. *Плодоводство и ягодоводство России*. Т. XXIV(2): 127-131.

Борисова АА, Упадышев МТ, Мельникова НН, Суркова ОЮ, Петрова АД и др. (2009) Технология получения сертифицированного посадочного материала плодовых и ягодных культур. М.: ФГНУ «Росинформагротех». 82 с.



## ОРТОТОСПОВИРУСЫ – ИСТОЧНИК ПОТЕРЬ НА ДЕКОРАТИВНЫХ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУРАХ: ДИАГНОСТИКА И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

Ю.А. Шнейдер\*, Т.С. Живаева, Ю.Н. Приходько, Е.В. Каримова, И.Г. Башкирова, Е.Н. Лозовая

ФГБУ «ВНИИКР», р.п. Быково, г.о. Раменское, Московская обл.

\*e-mail: yury.shneyder@mail.ru

Декоративные и овощные культуры поражаются многими возбудителями болезней, в том числе вирусами. Один из самых опасных родов вирусов – Orthotospovirus, который в настоящее время этот включает 33 вида, многие из которых являются полифагами. Вирус некротической пятнистости бальзамина (INSV) и вирус пятнистого увядания томата (TSWV) широко распространены во многих странах и поражают более 1300 видов растений (EPPO, 2020). INSV и TSWV не передаются семенами, но луковицы, корневища, саженцы и растения декоративных, а также рассада овощных культур являются источниками латентной инфекции и заноса вирусов на новые территории (Шнейдер и др., 2010). После интродукции в новые районы оба вируса распространяются на большие расстояния трипсами - *Frankliniella fusca*, *F.intonsa*, *F.occidentalis* и *F.schultzei*. Для TSWV известны дополнительные переносчики – *F.bispinosa*, *F.cephalica*, *F.gemina*, *Thrips setosus* и *T.tabaci* (EPPO 2020). INSV и TSWV заражают растения как в закрытом, так и в открытом грунте. INSV и TSWV во многих странах мира являются карантинными организмами, что подразумевает тестирование импортного растительного материала на зараженность этими вирусами. Для лабораторий необходимы высокочувствительные и специфические методы диагностики, позволяющие своевременно обнаружить вирус и устранить потенциальную опасность. Необходимо также контролировать насекомых-переносчиков - трипсов, которые распространяют инфекцию, увеличивая скорость перемещения вируса. Отлов насекомых с помощью клеевых и/или феромонных ловушек с последующим тестированием взрослых особей может помочь в понимании распространения вируса в открытом и защищенном грунте. В рамках данной работы были протестированы наборы ИФА различных производителей, а также исследована возможность использования праймеров для ОТ-ПЦР в «реальном времени» для INSV, для выявления вируса в растениях-хозяевах и в трипсах, а также праймеров для классической ОТ-ПЦР (Mumford et al 1994, Chen et al 2013). Для диагностики TSWV оценивали праймеры и зонд для ОТ-ПЦР в «реальном времени» и классической ОТ-ПЦР. Данные праймеры показали свою высокую эффективность (Живаева и др. 2021). По результатам работы будут отобраны лучшие праймеры и наборы для ИФА, которые будут рекомендованы для использования в испытательных лабораториях.

### Библиографический список

Живаева ТС, Лозовая ЕН, Каримова ЕВ, Шнейдер ЮА и др. (2021) Отработка молекулярных методов диагностики вируса пятнистого увядания томата. *Защита и карантин растений* 5:32-34.

Шнейдер ЮА, Приходько ЮН, Живаева ТС, Белошапкина ОО (2010) Тосповирусы на декоративных культурах. *Защита и карантин растений* 10:32-35.

Chen X, Xu X, Li Y, Liu Y (2013) Development of a real-time fluorescent quantitative PCR assay for detection of Impatiens necrotic spot virus. *Journal of Virological Methods* 189:299–304.

EPPO, PM 7/139 (1) Tospoviruses (Genus Orthotospovirus). (2020) (J.W. Roenhorst, K. de Jonghe, N. Mehle, O. Schumpp, Y. Shneyder) *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 50(2): 217–240.

Mumford RA, Barker I, Wood KR (1994) The detection of tomato spotted wilt virus using the polymerase chain reaction. *Journal of Virological Methods* 46: 303–311.

**СЕКЦИЯ 5.  
ХИМИЧЕСКИЕ ПЕСТИЦИДЫ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ,  
РЕЗИСТЕНТНОСТЬ**

## ЗАЩИТА СВЁКЛЫ СТОЛОВОЙ ОТ ЦЕРКОСПОРОЗА

К.Л.Алексеева\*

ВНИИО-филиал ФГБНУ ФНЦО, Московская область

\*e-mail: alexenleon@yandex.ru

Церкоспороз (возбудитель гембиотрофный гриб *Cercospora beticola* Sacc.) – одно из наиболее распространенных и вредоносных заболеваний свёклы столовой, вызывающее пятнистость листьев, их раннее старение и отмирание. В результате снижения площади ассимиляционной поверхности под воздействием возбудителя нарушаются процессы формирования корнеплодов, и при отсутствии системы защиты потери урожая могут достигать более 30-40%. Особенно важное значение защита от церкоспороза приобретает при товарном производстве свёклы, так как отмирание ботвы и снижение прочности её прикрепления к корнеплоду затрудняет механизированную уборку. Система защиты от церкоспороза включает комплекс агротехнических мероприятий, использование устойчивых сортов, профилактические обработки биопрепаратами, а при сильной степени развития болезни - рациональное применение химических фунгицидов. *C. beticola* имеет сложный расовый состав, характеризуется высокой генетической изменчивостью и считается патогеном высокого риска развития резистентности к фунгицидам (Sharma S. et al., 2022). В настоящее время на культуре свёклы столовой в период вегетации разрешены для применения против церкоспороза биофунгицид Алирин-Б и химические фунгициды Деларо, КС и Сфера макс, КС (Государственный каталог..., 2023). Актуальной задачей является изучение новых препаратов для борьбы с обозначенной болезнью. В 2021 – 2022 гг. на базе ВНИИО-филиала ФГБНУ ФНЦО (Московская обл.) проводили испытания препарата Скоростень, КЭ (100 г/л дифеноконазола) отечественного производства. Почва опытного поля среднесуглинистая аллювиально-луговая Москворецкой поймы. Рельеф участка равнинный. Содержание гумуса в пахотном слое 2,9 %, рН солевой вытяжки – 6,1, подвижного фосфора – 23,6 мг и обменного калия 15,7 мг на 100 г почвы. Основная обработка – зяблевая вспашка на глубину 20-25 см. Весной – закрытие влаги, внесение удобрений вручную, культивация. Срок посева – третья декада мая.

В опытах использовали среднеспелый односемянный сорт свёклы столовой Добрыня. Оценку эффективности препарата Скоростень КЭ (100 г/л дифеноконазола) проводили в сравнении с контролем (без обработки) и с эталонным препаратом Сфера макс, КС (375 г/л трифлуксистробина + 160 г/л ципроконазола). Первую обработку фунгицидами проводили при появлении симптомов церкоспороза, повторную – через 15 суток. В результате проведенных исследований было установлено, что биологическая эффективность фунгицида Скоростень, КЭ (100 г/л дифеноконазола) против церкоспороза свёклы столовой при 2-кратной обработке нормой расхода 5 мл/5 л воды составила к уборке корнеплодов 88,9 %. Биологическая эффективность эталонного препарата Сфера макс, КС (375 + 160 г/л) при 2-кратной обработке нормой расхода 0,3 л/га составила к уборке корнеплодов 90,5 %. В испытанной норме расхода препарат Скоростень, КЭ (100 г/л дифеноконазола) не оказывал фитотоксического действия на растения свёклы столовой. Урожайность свёклы на делянках, обработанных препаратом Скоростень, КЭ (100 г/л дифеноконазола), составила в среднем 43,6 т/га, что превышало этот показатель в контроле – 36,5 т/га. Величина сохранённого урожая составила 7,1 т/га (19,4% к контролю). Таким образом, полученные данные позволяют заключить, что применение фунгицида Скоростень КЭ (100 г/л дифеноконазола) обеспечивает достоверное снижение вредоносности церкоспороза свёклы столовой.

### Библиографический список

Sharma S., Heck D., Branch E., Kikkert J., Pethybridge S. (2022) Cercospora Leaf Spot of Table Beet. - *The Plant Health Instructor*. V. 22: 1 - 22. doi: 10.1094/PHI-P-2022-02-0101

Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации. Часть I Пестициды. – М. – 2023.

**ПОИСК, ПОЛУЧЕНИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НОВЫХ  
ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЗАМЕЩЕННЫХ МОНОСАХАРИДОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НА  
ИХ ОСНОВЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПЕСТИЦИДОВ**  
**И.А. Антонова<sup>1\*</sup>, И.В. Бойкова<sup>1</sup>, В.В. Белахов<sup>2</sup>, И.Л. Краснобаева<sup>1</sup>, В.А. Колодязная<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Технион – Израильский институт технологии, Хайфа, Израиль

<sup>3</sup>Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет, Санкт-Петербург

\*e-mail: [irina\\_boikova@mail.ru](mailto:irina_boikova@mail.ru)

Широкое использование синтетических органических соединений в качестве пестицидов привело к значительному росту мирового производства продовольствия и сырья для промышленности. Однако со временем стали проявляться отрицательные последствия интенсивного применения химических средств защиты растений: 1) накопление в почве, водоемах, грунтовой воде; 2) возникновение устойчивых к ним популяций вредных организмов; 3) появление новых экономически значимых видов вредителей; 4) губительное действие на представителей полезной флоры и фауны; 5) потенциальная угроза здоровью человека и др. Ввиду этого, в последние годы внимание исследователей привлекает разработка новых малотоксичных, высокоэффективных, полифункциональных и экологически безопасных пестицидов.

Пестициды, применяемые в сельском хозяйстве для защиты растений, относятся к различным классам химических соединений, однако углеводы, в частности моносахариды, полностью отсутствуют в ассортименте химических средств защиты растений. В связи с этим, нами синтезированы малотоксичные функционально-замещенные моносахариды на основе ксилозы и рибозы, содержащие арилзамещенные, тиофосфатные, фосфатные, фосфонатные, фтор-, сера- и кремнийорганические группы. Биологические исследования показали, что функционально-замещенные моносахариды обладают высокой фунгицидной и инсектицидной активностью в отношении фитопатогенных грибов и вредных членистоногих, а также проявляют фиторегуляторное действие. Наибольшую фунгицидную активность среди фосфорорганических производных полученных моносахаридов проявили фосфатные производные рибозы в отношении фитопатогенных грибов родов *Fusarium*, *Alternaria* и др. [1]. Выявлена высокая эффективность фосфатных производных рибозы, а также фтор-, сера- и кремнийорганических производных рибозы в отношении вредных членистоногих, в частности в отношении виковой тли (*Medoura viciae* Buckt.). После обработки 0.1% водной суспензией образцов через 2 часа смертность виковой тли составила 85-100%. Обнаружено стимулирующее действие фосфатных производных рибозы на рост и развитие овощных культур: огурца, кабачка и перца. Так, обработка семян огурца этими соединениями вызвала увеличение их всхожести на 26%-51%, кабачка – на 23%-49%, перца – на 23%-43%.

Таким образом, полученные функционально-замещенные моносахариды, обладающие выраженной фунгицидной и инсектицидной активностью, а также фиторегуляторным действием, в сочетании с низкой токсичностью, можно рассматривать как перспективные полифункциональные соединения для создания на их основе эффективных экологически безопасных препаратов для защиты сельскохозяйственных растений.

#### Литература

1. I.V. Boikova, I.A. Antonova, V.A. Kolodyaznaya, V.V. Belakhov. Results of a Study of the Biological Activity of Phosphate Derivatives of  $\beta$ -D-Ribofuranoside in the Search for New Highly Effective Environmentally Friendly Pesticides for Plant Protection // *Russian Journal of General Chemistry*, 2023, Vol. 93, No. 13, pp. 1-10.

## НОВОЕ ДЕЙСТВУЮЩЕЕ ВЕЩЕСТВО ХЛОРАНТРОНИЛИПРОЛ ПРОТИВ ВРЕДНЫХ САРАНЧОВЫХ В УЗБЕКИСТАНЕ

Ш.Ш. Ахмеджанов, Н.Х.Туфлиев, Ф.А.Гаппаров, Б.А.Акромов, Ф.А.Нуржонов,  
Б.А.Жалгасов.

Научно-исследовательский институт по карантину и защиты растений, Ташкент,  
Узбекистан.  
nfozilbeka@gmail.com

Известно, что в Узбекистане распространено более чем 184 видов саранчовых среди которых 5 видов является вредителями сельскохозяйственных и пастбищных культур. Этими вредителями относятся стадные саранчовые как мароккская саранча (*Doclostaurus maroccanus* Thunb.), итальянский прус (*Calliptamus italicus* L.), азиатская саранча (*Locusta migratoria* L.), а также не стадные саранчовые как большая саксаульная горбатка (*Derycorys albidula* Serv.) и туранский прус (*Calliptamus turanicus* Tarb.). Каждый год в Узбекистане проводятся противосаранчовые обработки на площади в среднем 450 тысячи гектар. Иногда это число может увеличиться до 600 тыс. из-за залета саранчовых из соседних стран. Для борьбы против саранчовых обычно используется инсектициды, относящиеся к группе пиретроидов (лямбдацигалотрин, циперметрин и т.д.) и неоникотиноидов (имidakлоприд, ацетамиприд). Эти инсектициды очень эффективны против саранчовых, однако препараты, относящиеся к группе неоникотиноидов негативно влияют природе, полезным насекомым. А пиретроиды быстро распадаются, недолго сохраняются в почве и на растениях.

В 2023 году нами был проведён опыт нового препарата Король 20% к.с. компании Agro Servis Torg на основе хлорантронилипрола. Необходимо отметить, что, хлорантронилипрол относится к химическому классу Антрамидамы, и мало токсичен к полезным насекомым в том числе пчёл.

Препарат Король, 25 % к.с. был испытан против младших возрастов личинок итальянского пруса в норме расхода 0,15 и 0,2 л/га. Эффективность через 72 часов составила 96,5% и 97,1 % соответственно. Кроме того, были проведены серии опытов в норме - 0,2 л/га против старших возрастов вредных саранчовых. Основную часть популяции составляли личинки 4-5 возрастов. В этом опыте против личинок старших возрастов были получены данные, подтверждающие ранее проведенные испытания, т.е. достаточно высокой биологической эффективности (более 95 процент). Следует отметить, что после обработки препаратом Король, 25 % к.с., наблюдался резкое прекращение питания и движения саранчовых. Учёты показали, что через 48 часа после обработки против старших возрастов итальянской саранчи эффективность составила соответственно 98,6 и 97,1% после 72 часов обработки учёты не проводились.

В качестве эталона был использован препарат Багира, 20 % к.э. (имidakлоприд) в норме 0,1 л/га. В этих вариантах также была зафиксирована высокая биологическая эффективность (97,5 %) препарата после 72 часа.

По результатам производственного опыта были предложены включить инсектицид Король, 25 % к.с. (хлорантронилипрол) в «Список разрешенных препаратов» Агентство по защите и карантине растений РУз, при нормах расходов 0,15 л/га против младших (2-3) и 0,2 л/га против старших (4-5) возрастов итальянского пруса способом сплошной обработки.

## РОДЕНТИЦИДЫ, АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ АНТИКОАГУЛЯНТАМ

Н.В. Бабич<sup>1,2\*</sup>, А.А. Яковлев<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург,

<sup>2</sup>ООО «Инновационный центр защиты растений», Санкт-Петербург

\*e-mail: [natbabich@gmail.com](mailto:natbabich@gmail.com)

Проблемой применения антикоагулянтных родентицидов, составляющих основу химического контроля численности грызунов, стало развитие к ним резистентности у целевых видов. За этим процессом у крыс и мышей, стоят наследуемые мутации гена VKORC1, отвечающего за выработку факторов коагуляции крови, тогда как устойчивость полевков связана с активностью цитохромов. В мире предлагаются разные альтернативы антикоагулянтам: фосфид цинка в микрокапсулированной форме, целлюлоза, препараты селенита натрия и витамина D [1]. В отношении обыкновенной полевки, из применяемых сейчас антикоагулянтов второго поколения, эффективность бромадиолона снижена, устойчивость растет и в отношении более токсичного бродифакума. В серии лабораторных опытов, на линии обыкновенной полевки, относительно устойчивой к антикоагулянтам, определялась привлекательность, поедаемость и эффективность однодневной экспозиции микрокапсулированного фосфида цинка, двухсуточной экспозиции гранул на основе витамина D<sub>3</sub> (0,75 г/кг холекальциферола), в сравнении с однодневной подачей гранул на основе антикоагулянтов второго поколения (бромадиолона и бродифакума). При средней поедаемости гранул фосфида цинка менее 0,04 г на особь, летальную дозу 42,6 мг/кг по фосфиду цинка набрала 1 полевка из 10 (ЛД<sub>50</sub> по фосфиду цинка от 30 до 50 мг/кг [2]). В опыте получена 100% эффективность по бродифакуму с набранными дозами 1,2-3,1 мг/кг. Не эффективны были дозы от 1 до 2 мг/кг по бромадиолону, до 20 мг/кг по фосфиду цинка. По холекальциферолу ЛД<sub>50</sub>= 40,86 мг/кг известна лишь для *Microtus guentheri* [3], набранные в опыте дозы около 80 мг/кг были не эффективны для *M. arvalis*. По нашей гипотезе более активные процессы выделения у устойчивых к антикоагулянтам полевков, делают их маловосприимчивыми и к альтернативным препаратам. Необходимо улучшить для полевков поедаемость микрокапсулированной приманки с фосфидом цинка. Возможность применения составов с одним д. в. на основе D<sub>3</sub> против полевки считаем спорной. Учитывая положительный опыт применения против *Microtus californicus* комбинации холекальциферол + дифацинон [4], есть основание рассмотреть вариант состава холекальциферол + бромадиолон со сниженными концентрациями д.в. в приманках.

### Литература

- 1.Jokić, Goran & Vukša, Petar & Marina, Vukša. Comparative efficacy of conventional and new rodenticides against *Microtus arvalis* (Pallas, 1778) in wheat and alfalfa crops. Crop. Prot. 2010, 29, 487–491. DOI:[10.1016/j.cropro.2009.11.011](https://doi.org/10.1016/j.cropro.2009.11.011)
- 2.Богданова Е.Г. Видовые и внутривидовые особенности реакций мышеобразных грызунов на отравленные приманки Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Ленинград. 1990, 17 с.
- 3.Shmuel Moran Toxicity of cholecalciferol wheat bait to the field rodents *Microtus guentheri* and *Meriones tristrami*, Crop Protection, Volume 22, Issue 2, 2003, Pages 341-345, [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(02\)00176-X](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(02)00176-X)
- 4.Gary W. Witmer, Rachael S. Moulton & Roger A. Baldwin An efficacy test of cholecalciferol plus diphacinone rodenticide baits for California voles (*Microtus californicus* Peale) to replace ineffective chlorophacinone baits, International Journal of Pest Management, 2014 60:4, 275-278, DOI: [10.1080/09670874.2014.969361](https://doi.org/10.1080/09670874.2014.969361)

## **ПРИМЕНЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛОВЫХ ФЕРОМОНОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ЛИСТОВЕРТОК (TORTRICIDAE)**

**Л.А. Буркова<sup>1\*</sup>, Т.В. Долженко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург*

<sup>2</sup>*Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург*

*\*e-mail: lab@iczr.ru*

Необходимость поиска новых средств и методов защиты сельскохозяйственных культур обусловлена повышением требований к безопасности для человека и окружающей среды. Для культур, продукция которых употребляется в свежем виде, это особенно важно. Объемы использования инсектицидов для борьбы с наиболее экономически значимыми вредителями яблони (яблонная плодожорка), винограда (гроздевая листовертка), персика (восточная плодожорка), сливы (сливовая и восточная плодожорки) в настоящее время значительны. Возможность снизить экологическую нагрузку на биоценоз и сохранить урожай появляется при использовании синтетических половых феромонов методом половой дезориентации самцов. Метод дезориентации (нарушение связи полов) заключается в насыщении участка плодовых насаждений парами синтетического полового феромона, благодаря чему нарушается ориентация самцов на природный феромон самок.

Методики проведения опытов с учетом биологических особенностей вида вредителя и защищаемой культуры, степени насыщенности феромоном защищаемой площади, длительности его сохранения в воздухе разрабатывались, апробировались на протяжении нескольких лет и были включены в Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, феромонов, моллюскоцидов и родентицидов в растениеводстве (Москва, 2022).

В результате многолетних исследований, проведенных в Орловской, Ростовской областях и Краснодарском крае, была доказана эффективность данного экологически безопасного метода борьбы с яблонной плодожоркой на яблоне с использованием феромонов Шин-Етсу МД СТТ, Д и Бриз, парообразующий продукт в диспенсере. Однократное размещение 500 диспенсеров на гектар позволяло защитить яблоню от яблонной плодожорки на протяжении всего вегетационного периода (от фазы обособления бутонов до уборки урожая) и в результате снизить поврежденность плодов в урожае на 70,9-99,2%.

Оценку биологической эффективности феромона Шин-Етсу МД, Л в регуляции численности гроздевой листовертки проводили на винограде в Краснодарском крае и Республике Крым. При однократном размещении 500 диспенсеров/га снижение поврежденности гроздей в урожае составляло 88,4-100%.

Результаты опытов послужили основанием для включения данных феромонов в Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Их практическое использование подтверждает целесообразность применения феромонов методом половой дезориентации.

В 2020 г. начаты исследования по оценке биологической эффективности феромона Шин-Етсу МД ВП ТТ, Д в регуляции численности восточной и сливовой плодожорок. Опыты проведены на персике и сливе в Краснодарском крае и Республике Крым. Независимо от численности популяций и погодных условий снижение поврежденности плодов персика восточной плодожоркой составляло 93,6-100%, сливы – 91,6%. Поврежденность плодов сливы сливовой плодожоркой была снижена на 99,7-100%.

Следовательно, применение синтетических половых феромонов дает возможность снизить экологическую нагрузку на биоценоз при сохранении эффективности защитных мероприятий.

## СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ПОСАДОК КАРТОФЕЛЯ ОТ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА И ПРОВОЛОЧНИКОВ ДЛЯ ФЕРМЕРСКИХ И ЛИЧНЫХ ПОДСОБНЫХ ХОЗЯЙСТВ

Т.И. Васильева, Г.П. Иванова

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург  
e-mail: ecotoc2016@mail.ru

По данным Росстата в 2022 г. в России общая площадь под посадку картофеля составляла 776 тыс.га, в том числе в личных подсобных хозяйствах (ЛПХ) 500 тыс.га, в фермерских - 126 тыс.га и сельхозорганизациях - 150 тыс.га. В 2023 г. отмечается увеличение занятой под картофелем площади до 1,1 млн. га, в основном, за счет фермерских и индивидуальных предпринимателей.

Современный ассортимент инсектицидов для ЛПХ и фермерских хозяйств в борьбе с колорадским жуком включает 56 инсектицидов из 5 химических классов и 8 биопрепаратов, что составляет 55,4% от рекомендованного для применения в сельском хозяйстве при защите картофеля от комплекса вредителей, в том числе 15 препаратов - и против проволочников. Наибольшая доля (55,4%) среди средств защиты культуры от обоих видов вредителей для этих хозяйств представлена препаратами из класса неоникотиноидов, эффективность которых сохраняется при высокой инсоляции и после выпадения осадков. Разные способы их использования в период посадки - обработка клубней или дна борозды, а также внесение гранул в борозду с заделкой в почву, способствуют повышению безопасности этого класса инсектицидов в отношении млекопитающих и полезной фауны. Для этой цели наиболее эффективными являются препараты на основе имидаклоприда (Табу, Имидор, Про, Престиж, Респект, Престижигатор, Покровитель), гранулированные фосфорорганические препараты на основе базудина (Баргузин, Землин, Почин, Грызли, Медветокс, Тетрадокс, Рофатокс, Рембе, Разрядка, Рубеж) или биопрепарат на основе энтомопатогенного гриба *Metarhizium anisoplia* (Метаризин).

В тоже время проведенный мониторинг чувствительности выборок колорадского жука, в том числе собранных с фермерских полей и ЛПХ из разных регионов страны, к применяемым инсектицидам в течение последних 25 лет выявил формирование резистентности к представителям практически всех химических классов [1]. Это обстоятельство необходимо учитывать при планировании защиты посадок картофеля от колорадского жука и проволочников, которые чаще всего являются очагами накопления и распространения резистентных особей, поскольку в этих хозяйствах, как правило, наблюдается увеличение кратности обработок и норм применения инсектицидов.

Для успешного контроля численности вредителей все особенности вегетационного сезона (агрометеоусловия, сорта, удобрения и пестициды) необходимо ежегодно фиксировать в рабочем журнале, в том числе и эффективность применяемых инсектицидов. Это особенно важно в связи с формированием у вредителей резистентности к фосфорорганическим и пиретроидным препаратам и в некоторых случаях к неоникотиноидам. Такой анализ позволит определить схемы чередования химических препаратов, либо необходимость более активного включения в системы защиты картофеля биопрепаратов.

### Литература

1. Сухорученко Г.И., Васильева Т.И., Иванова Г.П. Формирование резистентности к инсектицидам в популяциях колорадского жука из разных регионов европейской части России. Защита и карантин растений. 2017. № 8. С. 3-8.



## ФОРМИРОВАНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ПАТОГЕННЫХ МИКРОМИЦЕТОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НОВЫХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Е.А. Волынчикова<sup>1\*</sup>, А.А. Саченкова<sup>1,2</sup>, В.С. Бондаренко<sup>1\*\*</sup>

<sup>1</sup>АО Фирма «Август», Москва

<sup>2</sup>РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, Москва

\*e-mail: e.volynchikova@avgust.com

\*\* e-mail: v.bondarenko@avgust.com

Исследование новых средств защиты растений невозможно без микробных тест-объектов, против которых они действуют. Формирование коллекции патогенных микромицетов – это кропотливый трудоемкий процесс, в ходе которого микроорганизмы должны быть не только выделены в чистую культуру, но и их ключевые характеристики, включающие таксономическое положение, патогенность, а также чувствительность к химическим соединениям с доказанной эффективностью, должны быть установлены. В рамках формирования коллекции АО Фирма «Август» для дальнейшего исследования новых фунгицидов, в чистую культуру были выделены изоляты микромицетов из зараженного растительного материала, собранного в 6 локациях на территории РФ. Чистые культуры микромицетов в количестве более 70 были выделены из тканей сельскохозяйственно значимых культур: земляника, картофель, лук, морковь, нут, огурец, подсолнечник, свёкла, соя, томат и тыква, а также нескольких декоративноцветущих растений. Характеристика выделенных изолятов производилась по их морфологической идентификации, патогенности в отношении исходного растения-хозяина, а также чувствительности к фунгицидам с различными механизмами действия. Среди выделенных изолятов, наибольшую группу формируют представители родов *Alternaria* и *Fusarium*, также были обнаружены представители фомоидных грибов, виды родов *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Sclerotinia* и *Rhizopus*. Проверка патогенности выделенных изолятов на изолированных листьях и полноценных растениях в соответствии с постулатами Коха, позволила определить истинного возбудителя заболевания, а также вторичных патогенов. В качестве подготовительного этапа для исследования чувствительности изолятов к фунгицидам, была протестирована ингибирующая активность ключевых органических растворителей с целью исключения влияния растворителя в ходе дальнейших исследований. На основании скрининга 20 органических соединений а также широкого спектра растворения и доступности соединения, диметилсульфоксид был выбран в качестве оптимального растворителя для приготовления растворов фунгицидов. Скрининг чувствительности к различным группам фунгицидов выявил флуазинам и флудиоксонил как универсальные фунгициды с яркой активностью против *Alternaria* sp., *Fusarium* sp., *Mucor* sp. и изолята фомоидных грибов.

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДОВ – ПРОИЗВОДНЫХ  
ТРИАЗОЛОВ И СТРОБИЛУРИНОВ ПРОТИВ КАРЛИКОВОЙ РЖАВЧИНЫ ЯЧМЕНЯ  
(*Puccinia hordei* G.H. OTTH.)**

**М.С. Гвоздева<sup>1\*</sup>, А.В. Данилова<sup>1</sup>, О.А. Кудинова<sup>1</sup>, В.Д. Руденко<sup>1</sup>, Г.В. Волкова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологической защиты растений», Краснодар*

*\* e-mail: maria-v23@mail.ru*

Карликовая ржавчина (*Puccinia hordei* Otth.) – одна из наиболее вредоносных и распространенных болезней ячменя во всем мире. В условиях Краснодарского края в настоящее время фитопатоген становится все более актуальным [1]. Связано это с большими площадями выращивания культуры и благоприятными погодными условиями для развития болезни. Целью нашего исследования являлось определение биологической эффективности четырех двухкомпонентных фунгицидов – производных триазолов и стробилуринов (Балий, КЭ; Деларо, КС; Амистар Экстра, СК; Амистар Голд, СК) против карликовой ржавчины ячменя в контролируемых условиях теплицы. Для проведения опыта в фазу всходов растения ячменя озимого искусственно инфицировали северокавказской популяцией возбудителя карликовой ржавчины [2]. Обработку фунгицидами проводили по первым признакам болезни с нормами применения 50 %, 100 %, 150 % и 200 % (рекомендуемая норма применения принята за 100 %). Биологическую эффективность определяли через 7 дней после обработки по количеству пустул патогена на листе, расчет проводили по формуле Аббота [3]. Установлено, что при обработке инфицированных растений ячменя фунгицидом Балий, КЭ с разными нормами применения биологическая эффективность варьировала от 87,3 % до 100 %, при обработке фунгицидом Деларо, КС – от 78,1 % до 100 %, фунгицидом Амистар Экстра, СК – от 79,2 % до 100 %, фунгицидом Амистар Голд, СК – от 85,3 % до 100 %. Применение рекомендуемой нормы препаратов (100 %) способствовало снижению развития карликовой ржавчины во всех вариантах более чем на 96,9 %. При использовании повышенных норм фунгицидов (150 %, 200 %) биологическая эффективность составила 100 %.

Полученный результат обусловлен содержанием в фунгицидах действующих веществ из разных химических классов с различным механизмом действия, что обеспечивает высокую эффективность подавления развития карликовой ржавчины ячменя.

\*Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ № 23-76-10063.

**Литература:**

1. Danilova, A. V., Volkova, G. V. Short communication: Virulence of barley leaf rust in the South of Russia in 2017-2019 // Spanish Journal of Agricultural Research. – 2022. – V. 20(1). <https://doi.org/10.5424/sjar/2022201-18337>

2. Анпилогова Л.К., Волкова Г.В. Методы создания искусственных инфекционных фонов и оценки сортообразцов пшеницы на устойчивость к вредоносным болезням (фузариозу колоса, ржавчинам, мучнистой росе). Рекомендации. Краснодар. 2000. 28 с.

3. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / под ред. В. И. Долженко Санкт-Петербург: ВИЗР, 2009. 377 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕЛАРГОНОВОЙ КИСЛОТЫ В КАЧЕСТВЕ ГЕРБИЦИДА

А.С. Голубев

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\*e-mail: golubev100@mail.ru

Современное промышленное растениеводство невозможно представить без использования средств защиты растений от сорных растений. Применение гербицидов, как правило, характеризуется высокими показателями биологической и хозяйственной эффективности, которые обеспечивают наибольшую рентабельность этих мероприятий относительно других методов борьбы с сорняками. В то же время использование химических пестицидов не лишено недостатков, главными из которых следует признать их отрицательное действие на нецелевые объекты и окружающую среду. Поэтому современные представления о направлениях развития борьбы с сорными растениями диктуют необходимость поиска новых действующих веществ, имеющих природную основу [1]. Одним из таких действующих веществ является пеларгоновая кислота [2]. В серии полевых мелокотельных опытов была оценена возможность ее использования в качестве гербицида в нескольких регионах Российской Федерации, отличающихся между собой по почвенным и климатическим условиям (Саратовская и Волгоградские области, а также Алтайский край). В качестве образца, в котором пеларгоновая кислота выступает активным компонентом, мы использовали гербицид «ТОРНАДО Био», разработки отечественной компании АО Фирма «Август». Препаративная форма гербицида – масляный концентрат эмульсии (МКЭ) – более эффективна в сравнении с традиционными препаративными формами [3]. Содержание действующего вещества в препарате – 525 г/л. Опыты были заложены в соответствии с «Методическими рекомендациями по проведению регистрационных испытаний гербицидов» [4]. Результаты исследований показали высокую эффективность использования пеларгоновой кислоты в качестве гербицида при обработке сорняков до появления всходов сельскохозяйственных культур (подсолнечник, кукуруза, соя). Применение 21 л/га препарата ТОРНАДО Био приводило к снижению общей засоренности посевов в среднем на 87% относительно необработанного контроля. Применение 35 л/га препарата обеспечивало эффективность на уровне 93%; использование 49 л/га гербицида – на уровне 96%. Следует отметить, что действие пеларгоновой кислоты на сорные растения начинало проявляться в первые часы после обработки. А через две недели после внесения 49 л/га препарата была отмечена гибель таких сорных растений, как *Chenopodium album* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Thlaspi arvense* L., *Sinapis arvensis* L., *Fallopia convolvulus* (L.) A. Love, *Avena fatua* L., *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl, *Sonchus arvensis* L., *Cirsium arvense* (L.) Scop. и *Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey. Применение препарата ТОРНАДО Био станет возможным после получения Свидетельства о регистрации препарата на территории Российской Федерации.

### Список литературы

1. Голубев А.С., Берестецкий А.О. Перспективные направления использования биологических и биорациональных гербицидов в растениеводстве России // Сельскохозяйственная биология. – 2021. – Т. 56, № 5. – С. 868-884. – DOI 10.15389/agrobiology.2021.5.868rus.
2. Loddo D., Jagarapu K.K., Strati E., Trespidi G. Nikolić N., Masin R., Berti A., Otto S. Assessing herbicide efficacy of pelargonic acid on several weed species // Agronomy. – 2023. – №13. – P. 1511. –DOI 10.3390/agronomy13061511.
3. Golubev A.S. Directions for improvement of the herbicide assortment in Russia at the beginning of the 21st century // Plant Protection News. – 2022. – Vol. 105, No. 3. – P. 104-113. – DOI 10.31993/2308-6459-2022-105-15392.
4. Методические рекомендации по проведению регистрационных испытаний гербицидов / А.С. Голубев, Т.А. Маханькова. – СПб: ООО «АльфаМиг», 2020. – 80 с.

## ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ В БОРЬБЕ С КОМПЛЕКСОМ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Л.Д. Гришечкина

*Всероссийский НИИ защиты растений, г. Санкт-Петербург*

*e-mail: grischechkina@iczr.ru*

Экологическая направленность химического метода борьбы приобретает все более зримые очертания благодаря регулярному обновлению СЗР новыми высокоэффективными токсикантами с положительными токсикологическими показателями. Существенный вклад в этом направлении внесли новые активные продукты на основе природных аналогов – стробилуринов, карбоксамидов второго поколения, биорациональные иммунизирующего действия пестициды, а также улучшенные прогрессивные препаративные формы препаратов, современные технологии очистки активных продуктов от балластных изомеров и т.д.

Высокую эффективность, экологичность и экономичность мер борьбы с вредными организмами обеспечили комбинированные препараты с разным механизмом и спектром активности, включая разного фитосанитарного назначения при предпосевной обработке семенного материала. Это вывело защиту растений на новый этап борьбы с комплексной инфекцией на ряде важных сельскохозяйственных культур и позитивно сказалось на снижении токсической нагрузки на полевой ценоз, что уменьшило опасность применения СЗР в растениеводстве.

Значительно улучшилась результативность защитных мероприятий при использовании препаративных форм препаратов, обладающих повышенной адсорбирующей способностью активного вещества, быстрым переносом его внутри субстрата и большей стабильностью рабочего раствора.

Большие возможности повышения рентабельности пестицидных обработок таятся в усовершенствованных технологиях применения СЗР, включая оптимальные сроки, способы и методы их нанесения. Примером служит оптимизация сроков применения пестицидов с учетом порога вредоносности или прогноза появления вредоносных организмов и массового их развития, которая дает возможность уменьшить негативные влияния стрессовых ситуаций, обусловленных химическими средствами. Более экономичным является использование стробилуринов в плодородстве тесно увязанное с нормой применения и расходом рабочей жидкости и высотой дерева. Для культур защищенного грунта с капельным орошением стало возможно сочетать ХСЗР с микробиологическими препаратами и выпуском фитофагов, что особенно важно на пчелоопыляемых сортах. Прогрессивные технологии внесения СЗР в системах защитных мероприятий значительно облегчили сам процесс и снизили опасность для полезных компонентов агробиоценоза, как опрыскивание дна борозды или обработка клубней во время посадки картофеля с помощью определенных картофелепосадочных машин.

Благодаря научно обоснованной ротации пестицидов уменьшился риск возникновения резистентности, отмечаемой к важным возбудителям заболеваний, а также исключена возможность селектирующего эффекта для отдельных из них.

В перспективе дальнейшая гармонизация химического метода борьбы с микробиологическим будет способствовать экологической направленности систем защитных мероприятий при более широком использовании микробиологических препаратов и препаратов иммунизирующего действия, обладающих наибольшей селективностью и экологичностью, с учетом складывающейся фитосанитарной ситуации на полях, исключающей наличие особо опасных фитопатогенов.

## МОНИТОРИНГ РЕЗИСТЕНТНОСТИ СИНАНТРОПНЫХ НАСЕКОМЫХ В РОССИИ

Т.А.Давлианидзе\*, О.Ю.Еремина, В.В.Олифер

Институт дезинфектологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф.Эрисмана» Роспотребнадзора, Москва

\*e-mail: [Davlianidze.TA@fncg.ru](mailto:Davlianidze.TA@fncg.ru)

Комнатная муха *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) и рыжий таракан *Blattella germanica* L. (Blattodea: Ectobiidae) широко распространены в антропогенной среде по всему миру, заселение помещений этими видами считается угрозой общественному здоровью, поскольку они являются механическими переносчиками многих болезнетворных организмов.

В мире к 2024 году у *M. domestica* зарегистрировано 463 случая резистентности к 66 соединениям из разных классов химических инсектицидов, у *B. germanica* — 299 случаев резистентности к 45 соединениям (Mota-Sanchez, Wise, 2024).

Установлено, что при топикальном нанесении комнатные мухи 4 культур обладали наибольшей устойчивостью к пиретроидам (ПР 75–900×) и неоникотиноидам (ПР 95–330×). Установлена высокая резистентность к фенилпиразолам у двух культур мух (ПР 46–75×). К ФОС установлена чувствительность или слабая толерантность (ПР 1.0–3.7×). Высокая чувствительность выявлена к оксадиазидам (индоксакарб) (ПР 0.24–1.46×) и пирролам (ПР 0.25–1.25×). Контактнo-фумигационное действие препаратов в аэрозольной упаковке приводило к полной смертности имаго резистентных культур только в случае введения в рецептуру хлорфенапира. При изучении нескольких рецептов, содержащих смеси пиретроидов (альфациперметрин, циперметрин, тетраметрин, праллетрин, трансфлутрин и ППБ), показано значительное восстановление жизненных функций у 10–99% особей мультирезистентных мух в зависимости от состава рецептуры. Установлено, что при кишечном поступлении в организм имаго мухи мультирезистентных культур демонстрировали разные уровни устойчивости к фипронилу — от толерантности (ПР 6.3–7.7×) до значительной устойчивости (ПР 23–77×). Исследованные культуры комнатной мухи высоко устойчивы к неоникотиноидам (ПР 80.4–104.8×), слаботолерантны к хлорфенапиру (ПР 1.8–2.8×) и высоко чувствительны к индоксакарбу (ПР 0.22–0.54×). Сравнение величин ПР при контактном и кишечном действии показало влияние покровов, замедляющих проникновение инсектицидов в 1.4–3.8 раз у разных культур. Промышленно производимые приманки эффективны в отношении мультирезистентных культур комнатной мухи, однако при наличии альтернативного корма инсектицидное действие их сильно замедляется, приводя к частичному выживанию имаго. Установлено снижение биотического потенциала у мультирезистентных культур *M. domestica* — 0.31–0.79 в сравнении с таковым стандартной чувствительной культуры S-НИИД.

В ходе 13-летнего мониторинга в нескольких городах России (Москва, Дмитров, Красногорск, Обнинск, Екатеринбург, Магнитогорск, Благовещенск) установлена мультирезистентность рыжего таракана к средствам на основе ФОС (ПР 5–50×), пиретроидов (ПР 92–4000×), фенилпиразолов (ПР 23–192×). К неоникотиноидам и карбаматам тараканы чувствительны или толерантны (ПР 2–10×). К новым для медицинской дезинсекции группам действующих веществ пирролам (хлорфенапир) и оксадиазидам (индоксакарб) установлены неожиданно высокие уровни резистентности (ПР 2.5–60.0× и 13–31× соответственно). В России так же, как и за рубежом, получены данные о мозаичном распределении устойчивости тараканов. Установлено 10–20-кратное замедление действия пищевых инсектицидных приманок на резистентные популяции. Эффективными остаются приманки на основе гидраметилнона, имидаклоприда и ацетамиприда. Также перспективно применение пищевых приманок, содержащих денсовирус *Periplaneta fuliginosa* (PfDNV).

### Литература

Mota-Sanchez D., Wise J.C. (2024) The arthropod pesticide resistance database: Michigan State University. On-line at: <https://www.pesticideresistance.org>

## **К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ АССОРТИМЕНТА СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЛЕЙ В АГРОЦЕНОЗЕ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУР**

**А.А. Дубина\*, В.Н. Орлов, О.М. Зеленская**

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко», Краснодар*

*\*e-mail: alice\_dubina@mail.com*

Ассортимент средств защиты растений для борьбы с тлями на озимых колосовых культурах на начало исследований (2021 г.) был сформирован из инсектицидов группы пиретроидов (43 препарата), неоникотиноидов (16 препаратов) и их смесей (19 препаратов), фосфорорганических (ФОС) инсектицидов (26 препаратов) и смесевых сочетаний ФОС с пиретроидами (6 препаратов). Ежегодно на опытных делянках присутствовал комплекс энтомофагов – Aphelinidae, Syrphidae, Coccinellidae, Chrysopidae, Aphidoletes, Malachiidae и др. Наибольшее влияние на популяцию тлей оказывали афелиниды и сирфиды. К моменту созревания зерна озимой пшеницы заселённость афелинидами обычно снижала численность тлей ниже порога вредоносности. Было отмечено негативное действие инсектицидов и на нецелевую энтомофауну, но выбор перспективных препаратов по этому параметру более затруднён ввиду сочетания большого числа фактора.

Для изучения биологической эффективности инсектицидов в борьбе со злаковой тлей был подобран ряд химических действующих веществ и их сочетаний. В исследования было включено новое действующее вещество из класса сульфоксаминов. Были изучены следующие инсектицидные смеси с перспективными компонентами: сульфоксафлор с бифентрином, клотианидин с лямбда-цигалотрином и зета-циперметрином. Лямбда-цигалотрин был выбран как эталон. В ходе проведения двухлетнего опыта установлено, что высокую эффективность по снижению численности тлей проявили смеси: сульфоксафлора с бифентрином – 79-90 % и клотианидин с зетациперметрином – 77-87 %, в зависимости от норм применения, тогда как эффективность эталонного препарата лямбда-цигалотрина в рекомендованной максимальной норме применения составляла только 55-63 %, в разные годы.

Для целей регулирования численности злаковых тлей целесообразно использовать смесевые препараты клотианидина с зета-циперметрином. Изучение смесей с сульфоксафлором перспективно и целесообразно в дальнейших программах исследований.

**СТАБИЛЬНОСТЬ БАКОВЫХ СМЕСЕЙ ПРЕПАРАТОВ, ОБРАЗУЮЩИХ  
МИКРОЭМУЛЬСИИ, С МИНЕРАЛЬНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ НА ПРИМЕРЕ  
СУЛЬФАТА АММОНИЯ И МОЧЕВИНЫ**

**Л.С. Елиневская, Е.С. Пикалов, Д.В. Дзарданов\*, И.А. Полунина\*\***

*АО Фирма “Август”, 129515 Москва, ул. Цандера, д. 6*

*\*\*Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН*

*119071 Москва, Ленинский проспект, д. 31*

*\*e-mail: [d.dzardanov@avgust.com](mailto:d.dzardanov@avgust.com)*

Совместное применение баковых смесей пестицидов с минеральными удобрениями находит широкое применение в современной земледелии, поскольку позволяет уменьшить количество проводимых обработок в полевой сезон, экономить расход материальных средств на амортизацию используемой техники и ГСМ.

Помимо включения минеральных удобрений в состав баковых смесей широкое применение находит уменьшение нормы расхода рабочей жидкости, что может привести к потерям рабочих свойств используемых пестицидов. Ввод в бак опрыскивателя минеральных удобрений – электролитов:  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ;  $\text{MgSO}_4$ ;  $\text{KCl}$ ;  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  в концентрации выше допустимого порога приводит к потере дисперсионной стабильности микроэмульсии пестицида в рабочей жидкости. Концентрация электролита, вызывающая необратимую дестабилизацию, определяется валентностью коагулирующих ионов и концентрацией дисперсной фазы.

В рабочей жидкости фунгицид Колосаль Про, МКЭ образует ультрадисперсную эмульсию, обладающую такими эксплуатационными характеристиками как высокая стабильность, равномерное распределением частиц в объёме среды и агрегативная устойчивость. Для систем с сульфатом аммония показана зависимость стабильности баковой смеси препарата Колосаль Про, КМЭ от концентраций фунгицида и сульфата аммония и времени выдерживания рабочей жидкости. Ввод в систему минеральных удобрений неэлектролитов – мочевины в широких пределах не оказывает влияние на стабильность баковой смеси.

## **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РЯДА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ АДЬЮВАНТОВ- АКТИВАТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕСТИЦИДОВ**

**Л.С. Елиневская\*, Д.В. Дзарданов**

*АО Фирма «Август», 129515 Москва, ул. Цандера, д. 6*

*e-mail: l.elinevskaya@avgust.com*

Разработки ведущих компаний постоянно пополняются новыми сведениями о влиянии физико-химических характеристик адьювантов на все стадии применения пестицидов. Продажи адьювантов различных классов в мире являются одним из бурно-развивающихся направлений агробизнеса, причем производители адьювантов на основании предварительных исследований четко формулируют круг задач, выполняемых каждым из новых продуктов.

Ассортимент предлагаемых к реализации в Российской Федерации адьювантов различных классов достаточно велик, однако четкие рекомендации по дифференциации этих продуктов в зависимости от их физико-химических свойств практически отсутствуют.

Расширенные исследования влияния физико-химических свойств адьювантов различных классов на их поверхностные свойства, проведенные в лабораториях АО Фирма «Август», позволили определить причины различного влияния этих продуктов на эффективность пестицидов.



## РЕЗИСТЕНТНОСТЬ КАПУСТНОЙ МОЛИ *PLUTELLA XYLOSTELLA* L. К ПРИМЕНЯЕМЫМ ИНСЕКТИЦИДАМ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ РОССИИ

Д.А. Емельянов\*, Г.И. Сухорученко, Г.П. Иванова.

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\*e-mail: dimitriy.nord@yandex.ru

Капустная моль *Plutella xylostella* L. – один из самых опасных вредителей крестоцветных культур. Суммарная стоимость потерь от причиняемого *P. xylostella* вреда и затрат на применение средств борьбы с ней в мире составляет 4-5 миллиардов долларов США ежегодно (Zalucki et al., 2012). В 2021 г. в мире было зарегистрировано 625 случаев развития резистентности к 101 инсектициду в различных популяциях этого фитофага (Mota-Sanchez, Wise, 2024).

На протяжении последних лет были зафиксированы вспышки размножения капустной моли на территории Российской Федерации с промежутками от 4 до 6 лет (Андреева и др., 2021) и снижение эффективности химических средств защиты растений, применяемых против неё (Иванова, Опякин, 2019).

Полевые работы по выявлению биологической эффективности инсектицидов, применяемых в борьбе с *P. xylostella* проводились на территории КФК «Жасмин» Тосненского р-на согласно стандартной методике регистрационных испытаний инсектицидов (Долженко и др., 2022). Анализ полученных результатов выявил снижение биологической эффективности против капустной моли пиретроидов лямбда-цигалотрина и дельтаметрина, а также некоторых смесевых препаратов на их основе. В тоже время высокую эффективность против *P. xylostella* показали смеси лямбда-цигалоктрина с метомилом и хлорантранилипролом. Последующие лабораторные тестирования на популяциях капустной моли, собранных с капусты (Тосненский р-н) и рапса (опытное поле АФИ) подтвердили результаты полевых опытов о развитии резистентности к пиретроидам, в частности, к лямбда-цигалотрину.

Таким образом предварительные данные свидетельствуют о развитии резистентности в популяциях капустной моли к инсектицидам в Северо-западном регионе.

Список источников:

Zalucki, Myron P., et al. "Estimating the economic cost of one of the world's major insect pests, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): just how long is a piece of string?." 2012. *Journal of economic entomology*, 105.4, С. 1115-1129.

Mota-Sanchez, D. and J.C. Wise. 2024. The Arthropod Pesticide Resistance Database. Michigan State University. On-line at: <http://www.pesticideresistance.org>. Дата обращения: 13.02.2024

Андреева И.А., Шаталова Е.И., Ходакова А.В. Капустная моль *Plutella xylostella*: эколого-биологические аспекты, вредоносность, контроль численности. 2021. Вестник защиты растений. №1., С. 28-39

Иванова Г. П., Опякин П. А. Снижение чувствительности капустной моли к пиретроидам на капусте белокочанной в Северо-западном регионе России 2019 Сб. тез. докл. IV Всероссийского съезда по защите растений с международным участием: «Фитосанитарные технологии в обеспечении независимости и конкурентоспособности АПК России». С. 310.

Долженко В.И., Сухорученко Г.И., Буркова Л.А. и др. 2022. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, феромонов, моллюскоцидов и родентицидов в растениеводстве. М.: Изд-во «Росинформагротех», 508 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИБОРА DUALEX ДЛЯ ФИКСАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОФИЛЛА В РАСТЕНИЯХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГЕРБИЦИДОВ.

Т.Э. Ефрейторова, А.Е. Пирцхалава

*АО Фирма «Август», Москва*

При изучении препаративных форм гербицидов, токсичности препаратов для сельскохозяйственных культур и первичном скрининге новых веществ на гербицидную активность остро стоит вопрос о диагностических методах исследования. Отсутствие современного оборудования усложняет исследовательские задачи. Применение весового метода уменьшения биологической массы при изучении эффективности препаратов не дает полной информации о происходящих процессах в растении. Фотосинтез растений сложный химический процесс преобразования энергии света в энергию химических связей органических соединений. Изменение активности фотосинтеза в растении при воздействии гербицидов может наступать мгновенно или замедлять процесс роста в зависимости от механизма действия гербицида. Все механизмы действия гербицидов оказывают косвенное воздействие на фотосинтез.

Количественная характеристика содержания пигментов, в том числе хлорофилла отражает фотосинтетическую активность растения. В нашей лаборатории проведено сравнение спектрометрического метода определения хлорофилла в растениях и портативного прибора неразрушающего контроля флавоноид- и хлорофиллметра Dualex (Forse-A, Франция) при изучении действия двух- и трехкомпонентных препаратов на 4 тест-культурах.

При изучении корреляции двух методов исследования с учетом показателя отношения к контролю выявлена тесная корреляция ( $r = 0,85$ ) на культуре дурнишника обыкновенного при действии трехкомпонентного гербицида с разными механизмами действия и достаточно тесная корреляция ( $r = 0,75$ ) при изучении токсичности двух компонентного гербицида на горох овощной.

Сравнительное исследование двух методов влияния гербицидов на модельные тест-объекты (горох, гречиха, дурнишник и просо) показало высокую чувствительность прибора Dualex к физиологическим изменениям в растениях – снижение содержания хлорофиллов в листе прибор обнаруживает уже на 2 сутки после воздействия гербицида, в то время как визуально хлороз листьев ещё не может быть определён. Прибор фиксирует все изменения содержания хлорофилла в процессе проведения исследования. Для оценки влияния гербицидов на растение также может применяться показатель суммы эпидермальных флавоноидов. Данный параметр отражает стрессорную реакцию и индекс азотного баланса свидетельствующего о нарушении азотного обмена.

Применение прибора DUALEX SCIENTIFIC помогает быстрее и с меньшими ресурсозатратами проводить биотестирование, выявлять видоспецифичную чувствительность и адаптивный потенциал тест-объектов к препаратам и новым веществам.

## **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ГИГИЕНИЧЕСКИЕ РИСКИ ПРИМЕНЕНИЯ АГРОДРОНОВ В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ**

**В.Б. Звягинцев<sup>1\*</sup>, С.А. Жданович<sup>2</sup>, И.И. Ильюкова<sup>3</sup>, Д.Г. Малашевич<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Белорусский государственный технологический университет, Минск;*

<sup>2</sup>*Учреждение «Беллесозащита», Минск;*

<sup>3</sup>*РУП «НПЦ гигиены», Минск*

*\*e-mail: mycolog@tut.by*

Одним из наиболее динамично развивающихся направлений в сфере внесения средств защиты растений (СЗР) является внедрение беспилотных технологий, чему способствуют их многие социально-экономические и экологические преимущества. Перспективность применения беспилотных летательных аппаратов (БЛА) основана на высокой производительности и точности, экономичности, более благоприятных условий труда, способности работать в труднодоступных для наземной техники условиях и в темное время суток. Целью данной работы было изучение биологической и экономической эффективности внесения СЗР при помощи БЛА в лесном хозяйстве и оценка влияния вредного производственного фактора на работников при проведении защитных обработок.

Опытные работы по внесению пестицидов при помощи БЛА мультироторного типа проводились в 2019-2023 гг. на посадках древесных растений (лесные питомники, лесосеменные плантации и культуры) в различных лесхозах Беларуси. Было выявлено, что качество обработки, определяемое по плотности распределения капель рабочей жидкости на защищаемых органах растений, зависит от высоты, скорости полета, расхода рабочей жидкости и параметров распыляющего оборудования. Для растений с различными размерами, яростностью кроны и параметрами защищаемых органов эмпирическим путем подобраны оптимальные параметры работы агродрона, которые позволили произвести регистрационные испытания СЗР биологической и химической природы.

При защите посадок сосны, ели, дуба, клена, липы, березы от наиболее вредоносных болезней и вредителей агродрон позволяет получить сходную с традиционной наземной обработкой биологическую эффективность даже при условии снижения количества вносимого препарата на 30 % и расхода рабочей жидкости в 10–25 раз. Это приводит не только к существенному, на 58–67%, уменьшению себестоимости защитных мероприятий, но и к ограничению пестицидной нагрузки на экосистемы, а также к улучшению условий труда работников лесного хозяйства. Гигиенические измерения показали, что при соблюдении рекомендованных режимов работы действующие вещества испытанных пестицидов не обнаруживаются в зоне дыхания оператора БЛА, а их снос не превышает таковой при наземной обработке в сходных условиях.

Проведённые исследования позволили разработать и внедрить методику защиты древесных растений с использованием БЛА, а также специализированную программу учебных курсов по подготовке операторов агродронов. Впервые в условиях страны проведена государственная регистрация СЗР для внесения в режиме малообъемного опрыскивания при помощи БЛА, открывающая возможность их легального и научно обоснованного применения.

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ОСНОВЕ ФЕРОМОНОВ

О.М. Зеленская\*, В.Н. Орлов

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко», г. Краснодар

\*e-mail: olya\_zelenskaya@mail.ru

Феромонные препараты как биологические средства защиты растений в настоящее время используются крайне мало и в основном только в садах. К сожалению, законодательно они приравнены к химическим пестицидам, что, на наш взгляд, не соответствует природе их действия.

Синтетические половые феромоны насекомых большей частью идентичны природным составам. Они достаточно избирательны, не затрагивают нецелевые виды, экологически безопасны для окружающей среды и человека, не фитотоксичны для растений. Нормы применения феромонов минимальны в сравнении с другими химическими инсектицидами.

Исследования по практическому применению феромонных препаратов в проводились в Краснодарском крае в период 2003-2023 гг. против вредящих видов жуков-щелкунов (метод массового отлова, дезориентации и автодезориентации), хлопковой совки – *Helicoverpa armigera* (Hübner) (метод массового отлова, дезориентации) и сливовой плодовой жоржки – *Grapholita funebrana* Treitschke (метод дезориентации).

Так, защита посевных участков кукурузы от щелкуна крымского – *Agriotes tauricus* Heyden методом массового отлова позволяет снижать численность в почве личинок вредителя ниже порогового уровня (10-15 личинок/м<sup>2</sup> до 1 личинок/м<sup>2</sup>). Биологическая эффективность метода дезориентации в отдельные годы достигала 80-87 %. Метод автодезориентации так же показал высокую эффективность и позволил снизить расход полового феромона.

Метод массового отлова хлопковой совки более трудозатратный по сравнению с методом дезориентации, эффективность которого составляла 67-98 % за все годы исследований. Зафиксировано снижение поврежденности початков кукурузы в сравнении с контролем.

Биологическая эффективность метода дезориентации сливовой плодовой жоржки в саду достигала уровня 95-100 %. Данный метод позволяет снижать количество обработок инсектицидами, а также сохранять нецелевую энтомофауну сада.

Проведенные испытания половых феромонов для биологической защиты сельскохозяйственных культур от вредителей показали их эффективность и перспективность в сельском хозяйстве. В ходе проведенных изысканий разработаны регламенты применения феромонных препаратов для методов массового отлова, дезориентации и автодезориентации, разработана конструкция автодезориентирующей ловушки, подобраны оптимальные типы диспенсеров феромона.

# МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЯ СЕТЧАТОЙ ПЯТНИСТОСТИ ЯЧМЕНЯ *Pyrenophora teres* К АЗОКСИСТРОБИНУ

Н.Г. Зубко\*, М.В. Долинская

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\*e-mail: [sacura0@yandex.ru](mailto:sacura0@yandex.ru)

Одной из основных причин снижения урожайности зерновых культур в условиях современного растениеводства является поражение растений фитопатогенными грибами, в борьбе с которыми используются фунгициды разных химических классов, в том числе и смесевые препараты. В результате интенсивного применения фунгицидов у возбудителей болезней формируются резистентные популяции, что свидетельствует о необходимости проведения мониторинга изменения чувствительности к ним патогенов [1]. Одним из таких препаратов является Амистар Экстра, СК (200 г/л азоксистробина + 80 г/л ципроконазола), состоящий из действующих веществ двух химических классов: стробилурины (азоксистробин) и триазолы (ципроконазол).

В 2023 г. на примере нескольких изолятов *Pyrenophora teres* Drechsler, выделенных из растительного материала ячменя ярового сорта Суздальский (Ленинградская область), обработанного и необработанного в полевых условиях препаратом Амистар Экстра, СК, нами была проведена отработка методики по изучению чувствительности этого возбудителя к одному из компонентов этого фунгицида - азоксистробину.

Выделение изолятов в чистую культуру проводили на искусственной питательной среде ЧЛМ в соответствии с методикой, описанной Г.С. Коноваловой [2]. Токсикологические опыты *in vitro* для определения СК<sub>50</sub> азоксистробина проводили на чашках Петри при концентрациях 0,01; 0,1; 1; 10; 100 мг/л этого действующего вещества в питательной среде ЧЛМ, заявленных в методике FRAC, разработанной Н. Sierotzki и R. Frey [3]. Расчёт СК<sub>50</sub> методом пробит-анализа проводили с использованием компьютерной программы MS Excel.

Значения СК<sub>50</sub> азоксистробина у изолятов, выделенных из растительного материала, собранного с необработанного участка, составили в среднем 9 мг/л. У изолятов, выделенных из растительного материала, обработанного фунгицидом, этот показатель был ниже - 1,08 мг/л, что свидетельствует о снижении числа устойчивых к азоксистробину изолятов.

Таким образом, разработанная методика может быть использована при мониторинге чувствительности возбудителя сетчатой пятнистости ячменя с целью выявления начального этапа формирования резистентности не только к азоксистробину, но и, возможно, к другому компоненту фунгицида Амистар Экстра, СК – ципроконазолу.

## Список литературы

1. Щербакова Л.А. Развитие резистентности к фунгицидам у фитопатогенных грибов и их хемосенсибилизация как способ повышения защитной эффективности триазолов и стробилуринов /Сельскохозяйственная биология, 2019, т. 54, № 5, С. 875-891. DOI:10.15389/agrobiology.2019.5.875rus.
2. Коновалова Г.С. Сетчатая пятнистость ячменя. В кн. Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам. Методическое пособие. – М.: Россельхозакадемия., 2008. С.136-141.
3. Sierotzki H., R. Frey Method for monitoring the resistance of the phytopathogen *Pyrenophora teres* to QoI, SBI fungicides, AP fungicides. Syngenta Crop Protection. 2005. [Электронный ресурс]: URL: [https://www.frac.info/docs/default-source/monitoring-methods/approved-methods/pyrnte-monitoring-method-syngenta-2006-v1.pdf?sfvrsn=579a419a\\_4](https://www.frac.info/docs/default-source/monitoring-methods/approved-methods/pyrnte-monitoring-method-syngenta-2006-v1.pdf?sfvrsn=579a419a_4) [дата обращения 21.02.2024].

## ДИАГНОСТИКА РЕЗИСТЕНТНОСТИ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ К СЗР С ПРИМЕНЕНИЕМ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МЕТОДОВ

К.Л. Калакуцкий <sup>1\*</sup>, О.В. Ильюк<sup>1</sup>, Е.С. Мазурин<sup>1,2</sup>, Ю.В. Зеленева<sup>3</sup>, Е.А. Тимонина<sup>1</sup>,  
М.А. Мустафина<sup>1</sup>, М.В. Непочатых<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ООО «Сингента», Российская Федерация, Москва;

<sup>2</sup> Российский государственный аграрный университет РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва;

<sup>3</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург  
\*e-mail: kirill.kalakutskiy@syngenta.com

Ситуация с резистентностью вредных организмов к СЗР в РФ, в настоящее время, является мало изученной, по сравнению со многими другими странами, в то же время, отдельные случаи резистентности подтверждены и есть риск их нарастания. Для предотвращения неблагоприятного развития необходимо наличие достоверных методов диагностики, которые позволят оценить текущую ситуацию и обнаружить появление резистентности на ранних стадиях.

Известны разные механизмы возникновения резистентности, но наиболее часто встречающийся, как среди заболеваний растений, так и сорных растений – обусловлен заменами аминокислот в белке-мишени, инактивируемым соответствующим СЗР (TSR Target Site Resistance). Для диагностики такого типа резистентности описаны молекулярные методы, среди которых - секвенирование гена, кодирующего соответствующий белок мишень. Этот подход особенно информативен, когда причиной резистентности является несколько возможных мутаций.

В лаборатории Сингенты в РФ, для диагностики резистентности септориоза пшеницы и церкоспороза сахарной свеклы (к стробилуринам, триазолам и карбоксамидам), щирицы и амброзии (к АЛС гербицидам) был применен метод нанопорового секвенирования.

В 2023 году были проанализированы 7 образцов щирицы, 3 амброзии в которых подтверждено наличие мутаций, описанных в литературе, как определяющих резистентность. Из проанализированных 93 образцов септориоза пшеницы для 84 образцов получен результат по резистентности к стробилуринам и только для 50 получены результаты по резистентности к триазолам. Процент успешных анализов составлял 100% для сорных растений, 90% для резистентности септориоза к стробилуринам и чуть больше 50% для резистентности септориоза к триазолам. По церкоспорозу сахарной свеклы процент успешно проведенных анализов составлял 100% для резистентности к стробилуринам и 78% для резистентности к триазолам.

Опыт стран, в которых резистентность различных категорий вредных организмов к СЗР стала постоянно присутствующим и широко распространенным фактором, показывает, что резистентность приводит к снижению эффективности применяемых пестицидов, осложняет выбор надежных решений, повышает цену защиты и негативно сказывается на урожайности. Поэтому противодействие ее нарастанию, является необходимым элементом устойчивого развития сельского хозяйства, а разработка методов ее диагностики – важной практической задачей.

## ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ДИНАМИКИ РАСПАДА ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ЦИПРОДИНИЛА НА СЕМЕЧКОВЫХ КУЛЬТУРАХ

И.С. Касатов \*, О.О. Белошапкина, А.Г. Мамонов, А.В. Попов

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва  
\*e-mail: bkbz@bk.ru

Большая роль в системе защиты плодовых садов семечковых культур отведена предупреждению появления и развития парши (*Venturia inaequalis*, *V. pirina*) (1). Болезнь распространена повсеместно и способна значительно поражать листовую аппарат и плоды, ослабляя растения и ухудшая качество продукции. Для успешной защиты сада у производителей должен быть выбор доступных фунгицидов с проверенной эффективностью и безопасностью, как для человека, так и для окружающей среды (3).

В рамках регистрационных испытаний были заложены опыты по оценке биологической эффективности нового препарата АгроШлем, ВДГ (750 г/кг ципродинила) фирмы ООО «Агрохим XXI» против парши яблони и груши в сравнении с контрольным вариантом без обработки и эталонным препаратом Хорист, ВДГ (750 г/кг ципродинила), включённым в Каталог пестицидов и агрохимикатов РФ (4). Опыты проводили в Краснодарском крае, а также в Рязанской и Волгоградской областях в 2022-2023 гг. Схема опытов предполагала двукратные опрыскивания с рекомендуемой максимальной нормой расхода 0,2 кг/га.

Препарат АгроШлем, ВДГ не уступал по эффективности эталонному препарату и снижал развитие парши в среднем по регионам на 87% через 10 дней после второй обработки, на 83% - через 20 дней и на 78% - через 30 дней. При уборке урожая отмечено снижение пораженности плодов относительно контрольного варианта на 71-74%. Применение обоих фунгицидов обеспечило прибавку урожайности по всем опытам на 9-10%. Предполагаем, что включение препарата АгроШлем, ВДГ в систему защиты сада обеспечит существенную прибавку урожая.

Параллельно в этих же садах проводили опыты для определения динамики распада остаточных количеств ципродинила в растительных образцах при обработке растений яблони за 25 дней до уборки урожая в соответствии с рекомендуемым фирмой-изготовителем сроком ожидания. В день последней обработки отбирали листья, а через 8, 15, 25 и 35 дней после нее - плоды. По результатам анализов содержание ципродинила в листьях составило по всем опытам от 5,98 мг/кг до 57,4 мг/кг. Через 8 дней после обработки остаточные количества в плодах только в двух опытах из шести детектировались чуть выше предела количественного обнаружения (ПКО = 0,5 мг/кг). В одном опыте через 15 дней были отмечены следовые количества ниже ПКО. В России максимальный допустимый уровень для ципродинила в продукции семечковых культур составляет 1 мг/кг (2). Ципродинил в условиях проведения опытов оказался соединением, полностью разрушающимся в плодах яблони в течение 25 дней.

1. Белошапкина О.О., Вахших И.Н.Н., Рябченко А.С. (2015) Влияние химических и биологических препаратов на *Venturia rugina* - возбудителя парши груши. *Микология и фитопатология* 49(1):48-53.

2. ГН 1.2.3111-13 «Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень)» с дополнениями от 12 ноября 2013 г. N 30362.

3. Долженко В.И., Ракитский В.Н. ред (2018) Методические указания по регистрационным испытаниям пестицидов в части биологической эффективности. Общая часть. М. 64 с.

4. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации (2023) М.: Изд. Листерра.

# ВЛИЯНИЯ ФУНГИЦИДНЫХ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ НА ЛАБОРАТОРНУЮ ВСХОЖЕСТЬ И ПОРАЖЕНИЕ ПРОРОСТКОВ СОИ ФИТОПАТОГЕНАМИ

Т.П. Колесникова, Е.А. Семенова

ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск  
e-mail: [ktp227@yandex.ru](mailto:ktp227@yandex.ru)

В Амурской области основной сельскохозяйственной культурой является соя, посевные площади которой в различные периоды составляли от 30 до 80 % от общей площади посевов РФ. Очень часто сою выращивают в монокультуре, это ведет к накоплению возбудителей заболеваний. Доминирующими патогенами являются возбудители септориоза (*Septoria glycines* T. Hemmi. Syn.), церкоспороза (*Cercospora sojae Hara*), пурпурного церкоспороза (*Cercospora kikuchii* (Matsuet Tomoyasu) Yarden), пероноспороза (*Peronospora manshurica* (Naum.) Syd. Syn.) и корневых гнилей (*Fusarium solani* (Mart.); *Rhizoctonia solani* Kuehn; *Ascochyta sojaecola* Abramoff. Syn.) [1]. Ассортимент фунгицидов, применяемых в Амурской области, не всегда обеспечивает защиту сои от основных вредоносных болезней. Поэтому остается важным вопрос о выборе наиболее эффективного препарата в борьбе, как с отдельными видами болезней, так и с комплексом в целом, а также исследование фитотоксического действия применяемых фунгицидных протравителей семян.

Цель исследований: определить влияние фунгицидных протравителей на лабораторную всхожесть и поражение проростков сои фитопатогенами.

Объектом исследования служили семена сои сорта Кордоба. Обработку семян осуществляли фунгицидными протравителями: дифеноконазол + тебуконазол (90 + 45 г/л) в норме 0,5 л/т; дифеноконазол + тебуконазол + азоксистробин (90 + 45 + 40 г/л) в норме 0,5 л/т; флудиоксонил + мефеноксам (25 + 10 г/л) в норме 1,5 л/т; пираклостробин (200 г/л) в норме 0,5 л/т. Контроль – семена, обработанные водой. Расход рабочей жидкости составлял 10 л/т. В лабораторных условиях семена проращивали в рулонах фильтровальной бумаги в четырёх повторностях, определение зараженности семян сои болезнями проводили по ГОСТ 12044-93.

Обработка семян протравителями способствовала увеличению лабораторной всхожести сои во всех опытных вариантах, за счет подавления семенной инфекции. Наибольшей лабораторной всхожестью обладали семена в варианте с препаратом пираклостробин, она была выше контроля на 21,5 % и составляла 82,5 %. Снижение линейных размеров и массы проростков отмечено в вариантах с применением протравителей содержащих тебуконазол.

Фитоэкспертиза показала, что поражение проростков сои фузариозом, как в контроле, так и в опытных вариантах, было незначительным. Все применяемые препараты сдерживали развитие пероноспороза, который был выявлен только в контрольном варианте. Препарат дифеноконазол + тебуконазол + азоксистробин проявил максимальный оздоравливающий эффект против питиозного возбудителя, биологическая эффективность (БЭ) – 100 %. Положительный результат также отмечен при применении препарата флудиоксонил + мефеноксам, поражение корней составляло 0,5 %. Бактериоз был выявлен во всех вариантах опыта, самое низкое поражение проростков наблюдалось при обработке семян дифеноконазол + тебуконазол + азоксистробин и пираклостробин, БЭ фунгицидов – 50-70 % соответственно. Наилучший эффект в защите сои от комплекса болезней выявлен в вариантах с применением препаратов дифеноконазол + тебуконазол + азоксистробин и пираклостробин (БЭ 68,7 %).

## Библиографический список

Заостровных В.И., Кадуров А.А., Дубовицкая Л.К., Рязанова О.А. (2018) [Мониторинг видового состава болезней сои в различных зонах соесояния] Дальневосточный аграрный вестник 4(48) <http://www.doi.org/10.24411/1999-6837-2018-14081>



## **РЕЗИСТЕНТНОСТЬ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ К ГЕРБИЦИДАМ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ В МИРЕ И В РФ.**

**М.В. Колупаев**

*АО Фирма «Август», г. Москва  
e-mail: m.kolupaev@avgust.com*

В мировой сельскохозяйственной практике с возрастанием интенсивности её ведения и ростом урожайности резистентность вредных организмов к пестицидам стала острой и, без преувеличения, самой животрепещущей темой в части применения химических средств защиты растений. За последние три десятилетия в странах с развитым сельским хозяйством и высоким уровнем развития аграрной науки отмечается бурный рост возникновения устойчивых биотипов сорных растений. Всего на текущий момент в мире выявлено 530 случаев устойчивости сорных растений к 168 различным гербицидам. При этом в Российской Федерации данный вопрос изучен настолько слабо, что по имеющейся информации даже невозможно определить масштабы этого явления, для того чтобы понимать, является ли это проблемой для нашей страны, или она отсутствует.

Целью данного сообщения являлось краткое изложение состояния вопроса в мире в целом, в основном, на базе сайта [weedscience.org](http://weedscience.org) а также других иностранных источников, освещение случаев возникновения резистентных биотипов на территории РФ, а также результатов научно-исследовательской деятельности АО Фирма «Август» в данном направлении на территории Российской Федерации и на территории Республики Казахстан.

Проведен краткий анализ ситуации с выявлением устойчивых к гербицидам биотипов сорных растений в мире. Рассмотрено возникновение резистентных биотипов сорняков в динамике, в зависимости от механизма действия гербицида, показана частота встречаемости устойчивых видов по семействам сорных растений и по индивидуальным видам, географическое распространение выявленных резистентных биотипов по странам. Кратко обсуждены причины возникновения резистентности сорных растений к гербицидам. Приведена градация гербицидов с разными механизмами действия по степени опасности возникновения резистентности при постоянном их применении. Перечислены основные методики и подходы, применяемые в мировой практике для факта установления резистентности у сорных растений.

Сделан краткий обзор исследований, проводившихся на территории РФ в последнее время по этой тематике. Представлены результаты выявления резистентных биотипов дурнишника обыкновенного на территории Республики Казахстан, проведенное сотрудниками АО Фирма «Август». Показаны предварительные результаты научно-исследовательской деятельности АО Фирмы «Август» по выявлению резистентных биотипов щирицы обыкновенной на территории различных регионов РФ. Описаны случаи резистентности других видов сорняков, выявленные сотрудниками АО Фирма «Август» в последнее время в различных регионах РФ. Представлено видение автора на дальнейшее развитие ситуации с развитием резистентности к гербицидам у сорных видов растений на территории РФ.

## ОЦЕНКА НА НЕМАТИЦИДНОСТЬ IN VITRO НЕКОТОРЫХ ИНСЕКТИЦИДОВ, АКАРИЦИДОВ, ФУНГИЦИДОВ, МОЛЛЮСКОЦИДОВ.

А.Н Конрат<sup>1\*</sup>, А.А. Шестеперов<sup>1</sup>, С.С. Ладан<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ВНИИ фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр – ВНИИ экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко РАН»

<sup>2</sup>ФГБНУ ВНИИ агрохимии им.Д.Н. Прянишникова

\* [alenakonrat@vniigis.ru](mailto:alenakonrat@vniigis.ru)

Целью исследований было выявление возможной нематичесидной активности среди известных препаратов (акарицидов, инсектицидов, моллюскоцидов), которые применяются в защите растений, ветеринарии, медицине. Обнаружение нематичесидных свойств может создавать новые возможности в практике систем контроля фитогельминтов. Для решения задач исследования была использована модификация разработанной авторами ранее методика скрининга иных групп химических веществ [1]. Оценку на нематичесидность проводили путем сравнения контрольного и стандартного вариантов, за стандарт принимали Фитоверм, КЭ (аверсектин С, 2г/л), смертность определяли по формуле Шнайдера – Орелли [2].

Был установлен высокий нематичесидный эффектом Циперметрина и Фаерфоса для всех тест объектов. Из испытанных акарицидов Карбофос и фенол 4% обладали выраженным нематичесидным влиянием, нематичесидный эффект обнаружен у медного купороса и препарата Гроза-3, а 10%-е растворы Сароин, Смолевка, Мыльнянка - обладали нематостатическими свойствами по отношению к тест объектам. Оценка нематичесидности других химических веществ и соединений по реакции тест объекта *Caenorhabditis elegans* установила нематичесидное влияние 3%-го раствора перекиси водорода, 40%-го раствора формалина и препарата Нугроzyme®. Нематостатическим эффектом по воздействию на модельные организмы *Caenorhabditis elegans*, *Turbatrix acetii* и *Ditylenchus destructor* обладали щавелевая, салициловая и янтарная кислоты. Препарат Абдезин обладал самыми высоким нематичесидным влиянием, установлена 100%-ая смертность всех видов тест объектов для всех концентраций.

В ходе исследований указанных групп пестицидов и др. химических веществ и соединений на нематичесидность было показана эффективность и воспроизводимость разработанного нами метода скрининга *in vitro* веществ, обладающих нематичесидными свойствами. Методический подход с использованием трех различных по экологическим требованиям близких видов как биомоделей для оценки воздействия биоцидов различных групп существенно упрощает сравнимость и интерпретацию данных о реакции тест-объектов. Разработанная методика как прототип и данные о реакциях тестовых организмов, полученные в результате экспериментов на ее основе, могут быть использованы при проведении экотоксикологических исследований, предполагающих целенаправленное изучение поведения педобионтов в условиях загрязнения почв поллютантами неустановленного происхождения.

### Список источников

1. Конрат А.Н., Лычагина С. В., Шестеперов А. А. «Методические указания «Методология по скринингу *in vitro* штаммов, изолятов бактерий, обладающих паразитарными и нематичесидными свойствами» Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями, 2021, вып. 22, С. 575-590.

2. Püntener W. Manual for field trials in plant protection. Second edition. Basle, Switzerland: Agricultural Division, Ciba-Geigy Limited, 1981. 205 p.

## ВЛИЯНИЕ ФУНГИЦИДОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ АГРЕССИВНОСТИ ПОПУЛЯЦИИ *Puccinia hordei* В УСЛОВИЯХ ЮГА РОССИИ

О.А. Кудинова<sup>1\*</sup>, М. С. Гвоздева<sup>1</sup>, А.В. Данилова<sup>1</sup>, В.Д. Руденко<sup>1</sup>, Г.В. Волкова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ Федеральный научный центр биологической защиты растений, Краснодар

\* e-mail: [alosa@list.ru](mailto:alosa@list.ru)

Карликовая ржавчина (возбудитель *Puccinia hordei* Otth.) является вредоносным патогеном ячменя в южном регионе России и во всех зернопроизводящих регионах мира (Singh et al., 2021). *P. hordei* - облигатный биотроф, и болезнь успешно контролируется фунгицидами (Das et al., 2007). Применение фунгицидов определенных химических классов в течение длительного времени может вызвать резистентность популяции ржавчинных грибов, при этом меняются характеристики агрессивности и вирулентности популяции (Гвоздева, Волкова, 2022). Цель данной работы - проанализировать влияние двухкомпонентных фунгицидов, имеющих в составе действующие вещества из класса триазолов и стробилуринов, на показатели агрессивности (жизнеспособность, спорулирующая способность, длительность споруляции и латентный период) популяции *P. hordei* на юге России. Для изучения выбраны четыре широко применяемых фунгицида – Балий, КЭ; Деларо, КС; Амистар Экстра, СК; Амистар Голд, СК. Показатели агрессивности были проанализированы в четырех нормах применения: 50 %, 100 %, 150 % и 200 % от рекомендуемой (рекомендуемая норма применения была принята за 100 %). Установлено, что с увеличением нормы применения снижается жизнеспособность спор *P. hordei* от 100 % (в контроле) до 22,5 % (препарат Амистар Голд, 200 %). Из всех изученных фунгицидов, максимальным действием на жизнеспособность обладал Балий, КЭ (при 50 % от нормы отмечено снижение жизнеспособности до 49,2 %). Установлено снижение спорулирующей способности с 0,013 мг (масса спор с одной пустулы) в контроле до 0,02 мг (препараты Балий, КЭ, Деларо, КС, Амистар Голд, СК в норме применения 200 % от рекомендуемой). Под действием высоких норм применения фунгицидов увеличивается и длительность латентного периода от 168 ч (контроль без обработки) до 216 ч (препараты Балий, КЭ, Деларо, КС, Амистар Голд, СК в норме применения 200 % от рекомендуемой). Таким образом, наблюдается снижение показателей агрессивности популяции *P. hordei* при повышении нормы применения фунгицидов.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 23-76-10063).

### Литература:

Singh, L., Park, R. F., Dracatos, P., Ziems, L., & Singh, D. (2021). Understanding the expression and interaction of Rph genes conferring seedling and adult plant resistance to *Puccinia hordei* in barley. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 43(sup2), S218-S226.

Das, M. K., Griffey, C. A., Baldwin, R. E., Waldenmaier, C. M., Vaughn, M. E., Price, A. M., & Brooks, W. S. (2007). Host resistance and fungicide control of leaf rust (*Puccinia hordei*) in barley (*Hordeum vulgare*) and effects on grain yield and yield components. *Crop Protection*, 26(9), 1422-1430.

Гвоздева, М. С., & Волкова, Г. В. (2022). Влияние фунгицида колосаль на структуру популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы по признакам патогенности и чувствительности. *Микология и фитопатология*, 56(1), 52-63.

## СОВРЕМЕННЫЕ ФУНГИЦИДЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ ОТ АЛЬТЕРНАРИОЗА

О.В. Кунгурцева

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург  
e-mail: [kungurceva@iczr.ru](mailto:kungurceva@iczr.ru)

В настоящее время морковь столовая в качестве овощной культуры возделывается во всех странах мира, за исключением областей с тропическим климатом. Во многих регионах РФ и странах ближнего зарубежья отмечено усиление вредоносности болезней моркови, вызванных грибами рр. *Alternaria*. В зависимости от погодных условий и фитосанитарного состояния посевов распространённость болезни может достигать 70-80%. При сильной пораженности листьев моркови альтернариозом потери урожая достигают 20 т/га (1, 2).

Самым эффективным методом снижения вредоносности грибных болезней остается применение средств химической защиты растений. В настоящее время в Государственном каталоге (3), зарегистрировано 13 фунгицидов, из них два препарата для предпосевной обработки семян и 4 биологических препарата.

Все представленные фунгициды для защиты вегетирующих растений являются двухкомпонентными. Действующие вещества относятся к различным химическим классам, таким как стробилурины, триазолы, карбоксамиды, амиды и др., что позволяет предотвращать возможность возникновения резистентности возбудителей.

Наши исследования показали, что применение препарата Сигнум, ВДГ на основе боскалида и пиракlostробина в нормах применения 0,75-1,0 кг/га позволит получить эффективность на уровне 51-70% при 1-кратном опрыскивании и на уровне 54-74% при 2-кратном. При этом после двух обработок увеличивался период защитного действия до 20-30 дней в зависимости от величины развития болезни, которое в годы проведения опытов колебалось в пределах 7,2-35,3%. Снижение развития болезни позволило получить сохраненный урожай на уровне 1,6-2,7%.

Фунгицид Цидели Топ, ДК уже на основе триазола и амида, примененный в нормах 0,75-1,0 л/га двукратно, снизил развитие болезни в среднем на 65-81% на инфекционном фоне в контрольном варианте 6,1-13,1%. Использование препарата в таких регламентах позволило получить величину сохраненного урожая в пределах 2,7-7,8%. Посевы моркови была защищена от альтернариоза в течение 15-20 дней.

Препараты Тирада, СК на основе тирама и дифеноконазола в нормах применения 3,0-4,0 л/га и Луна Экспириенс, КС, в состав которого включены флуопирам и тебуконазол, в нормах 0,75-1,0 л/га при 2-кратном опрыскивании снижали развитие болезни в среднем на 56-76% и 54-84% соответственно. В среднем за два года развитие болезни отмечалось на уровне 6-13% при оценки эффективности препарата Тирада, СК и 12-23% – препарата Луна Экспириенс, КС. Величина сохраненного урожая колебалась в пределах 2,2-5,1%.

Таким образом, использование перечисленных выше фунгицидов в комплексе защиты моркови от болезней позволит сохранить урожай и получить более здоровые корнеплоды для долгого хранения.

### Литература

1. Соколова ЛМ, Егорова АА (2019) Экспресс-оценка устойчивости моркови столовой к грибным болезням рр. *Alternaria* и *Fusarium* на фильтрат культуральной жидкости. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета* №3(173): 36-42

2. Земскова ЮК, Кузьменко ИА, Зюкова ОА, Лялина ЕВ, Корниенко ПА и др (2021) К вопросу об особенностях выращивания овощных культур. Сборник статей VI Международной научно-практической конференции «Правовые, экономические и экологические аспекты рационального использования земельных ресурсов» Саратов: 35-39

3. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных для применения на территории Российской Федерации (2024) <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-rastenievodstva-mekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rasteniy/industry-information/info-gosudarstvennaya-usluga-po-gosudarstvennoy-registratsii-pestitsidov-i-agrokhimikatov/> (22022024)

## **ВЛИЯНИЕ ГЛИФОСАТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ, МИКРОБИОМ И ЭКСПРЕССИЮ ГЕНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ**

**Г.Ю. Лаптев, Д.Г. Тюрина\*, Л.А. Ильина, Е.А. Йылдырым, Е.П. Горфункель, В.Х. Меликиди, В.А. Филиппова, Е.С. Пономарева, А.В. Дубровин, К.А. Калиткина, В.А. Заикин, А.А. Савичева.**

*ООО «БИОТРОФ», Санкт-Петербург*

*\* e-mail: tiurina@biotrof.ru*

Глифосат является одним из наиболее часто применяемых гербицидов. Принцип его действия заключается в том, что молекула глифосата блокирует фермент, сопровождающий шикиматный путь синтеза ароматических аминокислот в растении. По шикиматному пути синтезируются фенилаланин, тирозин, триптофан, а также другие ароматические соединения бензоидного строения. Ряд существующих доказательств нетоксичности глифосата для животных основывается на том, что у них этот путь синтеза отсутствует. Однако для большинства микроорганизмов шикиматный путь является единственным путем синтеза протеиногенных аминокислот. Микробиом животных может являться объектом воздействия глифосата постольку, поскольку остаточные количества глифосата обнаруживаются в продукции растениеводства.

Нами была проведена серия экспериментов по изучению воздействия глифосата на микробиом, продуктивность и экспрессию генов сельскохозяйственной птицы. В зоотехнических опытах на цыплятах-бройлерах было показано, что глифосат, находящийся в кормах даже в пределах 1 ПДК, негативно влияет на набор живой массы. У цыплят опытных групп, получавших глифосат, наблюдалось сокращение размеров и массы органов пищеварения и печени. Было проведено полногеномное секвенирование микробиома слепых отростков птицы и проведена реконструкция метаболических путей микробиома с помощью набора различных баз данных. В опытных группах наблюдалось сокращение разнообразия гликолилитических ферментов микробиома, и это сокращение было дозозависимо.

Было оценено изменение экспрессии генов птицы. Было показано, что под действием глифосата происходят значимые изменения в экспрессии генов птиц, связанных с иммунитетом и продуктивностью. В частности, в опытных группах наблюдалась активация программ апоптоза – клеточной гибели стенок кишечника, что перекликается с сокращением массы и длины кишечника. Под действием глифосата происходило повышение экспрессии проонкогенов.

Был поставлен зоотехнический эксперимент на цыплятах-бройлерах и оценено влияние глифосата совместно с ветеринарными и ионофорными антибиотиками. Наиболее выраженные изменения в структуре микробиома наблюдались на 7-е сутки жизни и заключались в сокращении представленности микроорганизмов, ответственных за ферментацию клетчатки во всех опытных группах. При анализе экспрессии генов в тканях печени птиц было выявлено, что в опытных группах происходило увеличение экспрессии генов, связанных с новообразованиями. Также было обнаружено, что присутствие глифосата в кормах способствует росту устойчивости микроорганизмов к антибиотикам.

Таким образом, остаточные количества глифосата в кормах, способны влиять на набор живой массы у цыплят-бройлеров и изменять структуру микробиома. Под действием глифосата происходили изменения экспрессии генов продуктивности, иммунитета, программ клеточной гибели и онкогенов.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 22-16-00128.

## ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ И КОНТРОЛЬ ОСТАТКОВ ИНСЕКТИЦИДОВ ПРИ ЗАЩИТЕ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

А.Б. Лаптев<sup>1,2\*</sup>, В.К. Мальцев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

<sup>2</sup>ООО "Инновационный центр защиты растений", Санкт-Петербург

\*e-mail: [laptiev@icZR.ru](mailto:laptiev@icZR.ru)

Ведущее место в группе культур, предназначенных для получения масла, уже давно и прочно занимают подсолнечник и рапс. В процессе их возделывания неизменно присутствуют риски, обусловленные наличием довольно обширного комплекса вредителей, что вызывает необходимость проведения защитных мероприятий практически на всей занимаемой (соответственно 7 и 1,5 миллиона га) ими площади. Учитывая, что средняя нагрузка по использованию инсектицидов в Российской Федерации в 2022 году [1] составляла по препарату 0,11 л/га общий объем их расхода в рамках защиты подсолнечника может составлять более 700, рапса – с учетом кратности обработок около 330 тонн.

Из группы опасных вредителей на посевах подсолнечника чаще всего развиваются долгоносики, тли, луговой мотылек, подсолнечниковая огневка и хлопковая совка, а рапс повреждают крестоцветные блошки, рапсовый цветоед, капустная моль и рапсовый пилильщик. В привязке к этапам роста и развития обеих культур негативное воздействие на их растения со стороны вредителей присутствует в течение всей вегетации. Отсюда и необходимость совершенствования ассортиментов средств защиты для каждой из культур, которые гарантируют как сохранение урожайности, так и обеспечивают безопасность.

При этом необходим ответственный подход к применению инсектицидов поскольку посевы подсолнечника и рапса активно посещают опылители. Отсюда имеется проблема с гибелью пчел, а значит необходим не только строгий подбор препаратов, но и абсолютное соблюдение регламентов применения и координация обработок в целях ограничения прямого взаимодействия насекомых-опылителей с инсектицидами.

Регистрацию для применения в период вегетации на подсолнечнике и рапсе на данный момент имеют более 100 инсектицидов [2]. Чаще это препараты на основе действующих веществ (д.в.) из классов пиретроиды (прежде всего это изомеры *циперметрина*, *лямда-цигалотрин* и *бифентрин*), неоникотиноиды (*тиаклоприд* и *клотианидин*) и фосфорорганические (*диметоат* и *малатион*) соединения (соответственно 45,8; 11,9 и 9,1% ассортимента). Важное значение в плане стабилизации биологических эффектов при защите, особенно рапса, стали приобретать препараты на основе комбинирования действующих веществ. Результаты проведенных исследований с одной стороны свидетельствуют о получении при их использовании биологических эффектов на уровнях не ниже 80%, а с другой – указывают на гарантированное сохранение (преимущественно более 7%) в урожайности обеих культур.

Особенно активно в последнее время регистрируются инсектициды, содержащие *хлорпирифос* и *циперметрин* или *бифентрин*. В общем они не обладают селективностью, то есть спектр их действия включает и полезных насекомых. На этом фоне нами разработан оригинальный метод определения в одной пробе из урожая масличных культур остаточных количеств всех трех указанных д.в., позволяющий идентифицировать даже их следовые остатки. Причем расширение использования метода предполагает контроль таковых на уровнях ниже ЛД<sub>50</sub> и в подморе медоносных пчел.

### Список литературы

1. Говоров Д.А., Живых А.В., Шабельникова А.А. Применение пестицидов. Год 2022-й // Защита и карантин растений. – 2023. – № 5. – С. 7-8.

2. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – 2024. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/e5e/46cy57dcyugkrjwrg0t09e6ojrwm0ix4.zip>.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДОВ ПРОТИВ БОЛЕЗНЕЙ КОЛОСА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

П.В. Майорова\*, С.Г. Моргачева,

ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко, Краснодар

\* e. mail: butenko.pollina@yandex.ru

Северо-Кавказский регион, как зона наиболее частых проявлений фузариоза колоса, изучен наиболее полно. Однако, борьба с фузариями затруднена по ряду причин: очень ограниченное количество источников устойчивости в мировой коллекции, широкая распространенность грибов рода *Fusarium* в агроценозах, которая усиливается в связи с потеплением климата и перенасыщением севооборота злаковыми культурами, смена патогенных комплексов и появление новых агрессивных видов и штаммов. Кроме фузариоза большую проблему представляет чернь колоса пшеницы. Это вредоносная болезнь злаковых культур, которая вызывается комплексом грибов-сапрофитов: *Alternaria spp.*, *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link u *Epicoccum spp.*), вследствие поражения колоса этой группой грибов из-за энзимомикозного истощения снижаются хлебопекарные и посевные качества зерна. Исследования проводили в 2020-2023 гг. в ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко» на выщелоченном малогумусном сверхмощном черноземе на двух сортах озимой пшеницы Гром и Степь. Опыты заложены в соответствии с методическими указаниями Б.А. Доспехова. Размещение вариантов опыта рендомизированное, повторность четырехкратная. Учеты проведены согласно «Методическим указаниям ВИЗР по государственным испытаниям фунгицидов, антибиотиков и протравителей семян сельскохозяйственных культур». Обработку двух сортов озимой пшеницы (Гром и Степь) проводили в два срока пятью фунгицидами с различными сочетаниями действующих веществ. По эффективности против фузариоза колоса на сорте Степь фунгициды расположились в следующем порядке: Замир – Магнелло - Осирис- Прозаро – Колосаль. На сорте Гром по показателям эффективности также выделился фунгицид Замир 80-85%. Биологическая эффективность остальных фунгицидов была на одном уровне 70-80 %. Следует заметить, что против фузариоза колоса на сорте Гром наибольшую эффективность обеспечила обработка фунгицидами в период, когда растения находились в фазе ВВНС 58-61 (первые признаки цветения) – 95-100 %. При смещении сроков обработки к фазе ВВНС 61-65 (цветение 50-80%), эффективность фунгицидов составила 50-70 %. Несмотря на то, что даты обработок фунгицидами сортов совпадали, растения сорта Степь в период первой обработки находились в фазе ВВНС 61-65 (цветение 50-80%), а второй в ВВНС 65-69 (цветение 80-90%), поэтому показатели эффективности препаратов были несколько ниже в сравнении с результатами, полученными на сорте Гром. На показатели эффективности фунгицидов против «черни колоса» сроки их применения существенного влияния не оказали. Однако, наиболее высокую защиту против группы черневых грибов отмечали на вариантах с применением фунгицидов в фазы начало цветения (ВВНС 58-61) и цветение (ВВНС 61-65) от 32 до 36%. При смещении сроков внесения фунгицидов к концу цветения озимой пшеницы показатели эффективности были еще ниже от 20 до 25%. Анализ полученных результатов показал, что применение фунгицидов против фузариоза колоса не обеспечивает надежную его защиту от черневых грибов.

**Ключевые слова:** фузариоз колоса, чернь колоса, фунгициды, озимая пшеница

## ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ПРОПИКОНАЗОЛА В НОВОЙ ПРЕПАРАТИВНОЙ ФОРМЕ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПШЕНИЦЫ ЯРОВОЙ

В.В. Макаренко<sup>1\*</sup>, В.И. Долженко<sup>2,3</sup>, Е.В. Макаренко<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>ООО Инновационный центр защиты растений, Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный Аграрный университет, Санкт-Петербург

\*e-mail: v\_m\_94@mail.ru

Обеспечение оптимального производства пшеницы в России – очень важная стратегическая задача, от которого зависит продовольственная безопасность нашей страны (Громова И.В., 2011). Наиболее распространенными инфекциями листьев пшеницы в условиях Северо-Запада РФ являются септориоз, пиренофороз, мучнистая роса (Левитин М.М., 2019; Зубко Н.Г., 2023; Шпанёв А.М., 2015). В связи с этим биологическое обоснование использования новых действующих веществ на пшенице яровой является актуальным.

Оценка эффективности нового фунгицида Кобальт, КМЭ (400 г/л пропиконазола) в нормах применения 0,25 и 0,35 л/га проводилась в течение 2-х лет в фазу раскрытия влагалища верхнего листа. Стандарт – Титул 390, ККР (0,26 л/га). Обработка проводилась однократно 01.07.2019 на посевах пшеницы яровой сорта Дарья и 29.06.2020 на посевах сорта Сударыня.

В 2019 году против пиренофорозной и септориозной пятнистостей на 9-е сутки (10.07) после обработки по эффективности изучаемый препарат: 66,7% (0,25 л/га); 73,3% (0,35 л/га) превышал стандарт (60,0%). На 19-е сутки (20.07) эффективность Кобальт, КМЭ в норме применения 0,25 л/га была на уровне стандарта (по 56,8%), в норме 0,35 л/га (67,6%) превышала его. На 29-е сутки (30.07) после обработки, эффективность препаратов снизилась, при этом Кобальт, КМЭ в норме применения 0,35 л/га (47,6%) превышал стандарт (40,2%), в норме 0,25 л/га (28,0%) уступал ему. По эффективности против мучнистой росы на 9-е сутки после обработки испытываемый препарат в норме применения 0,25 л/га (43,9%) был близок стандарту (41,5%), в норме 0,35 л/га (53,7%) превышал его. На 19-е и 29-е сутки эффективность испытываемого препарата возросла: 54,7-61,3% (0,25 л/га); 56,8-77,3% (0,35 л/га); при этом испытываемый препарат уступал стандарту.

В 2020 году против пиренофорозно-септориозной пятнистости на 9-е (08.07) и 21-е (20.07) сутки после обработки эффективность испытываемого препарата при 2-х нормах применения и стандарта была близкой: 38,1-73,6% (0,25 л/га); 33,3-70,8% (0,35 л/га); 38,1-68,4% (стандарт). На 31-е сутки после обработки, по эффективности Кобальт, КМЭ при всех нормах применения: 70,8% (0,25 л/га); 69,0% (0,35 л/га) превышал эталон (55,7%).

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о высокой эффективности нового фунгицида Кобальт, КМЭ (400 г/л пропиконазола) в борьбе с пиренофорозной и септориозной пятнистостями на пшенице яровой.

### Список литературы

1. Громова В.И. Развитие зернового хозяйства в Российской Федерации и ее регионах / В.И. Громова // Вестник НГИЭИ. – 2011. – № 4 (5). – Т. 1. – С. 54-60.
2. Зубко Н.Г. Эффективность триазолового фунгицида для пшеницы яровой в период вегетации / Н.Г. Зубко, Т.В. Долженко // Плодородие. – 2023. – № 5. – С. 95-98.
3. Левитин М.М. Популяционные исследования грибов – возбудителей болезней / М.М. Левитин, О.С. Афанасенко, Т.Ю. Гагкаева, Ф.Б. Ганнибал, Е.И. Гультияева, Н.В. Мироненко // Вестник защиты растений. – 2019. – № 4 (102). – С. 5-16.
4. Шпанёв А.М. Защита яровой пшеницы на северо-западе Нечерноземья/ А.М. Шпанёв, А.Б. Лаптиёв, Н.Р. Гончаров, В.В. Воропаев // Защита и карантин растений. – 2015. – № 6. – С. 14-17.



## ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ НА МИКОРИЗООБРАЗУЮЩИЕ ГРИБЫ И ЭНДОФИТЫ РАСТЕНИЙ ASTEROIDEAE

Д.М. Малыгин, С.В. Сокорнова\*

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\*e-mail: sv sokornova@vizr.spb.ru

Ризосферное сообщество, включающее арбускулярные микоризные (АМГ) и темноокрашенные септированные эндофитные грибы, а также ассоциированные с ними симбиотические бактерии, оказывает существенное влияние как на качество и плодородие почвы, так и на урожайность культур [1]. Опосредовано оно может оказывать влияние на распространение сорных инвазивных растений, интенсивность которого зависит в первую очередь от содержания фосфора в почве, видового состава АМГ и фитоценоза [2]. Поэтому необходимо в целом оценивать влияние средств защиты растений на эффективность симбиотических отношений между ризосферными грибами и растениями, что и определило цель данной работы.

Влияние препаратов на основе АМГ и *Bacillus* sp. носит синергетический характер, что достигается, как и в случае отдельного применения, за счет повышения доступности питательных веществ, укрепления здоровья и стрессоустойчивости растений [3]. Синергетический эффект совместного применения препаратов на основе АМГ и триходермы, отмечаемый при защите томатов и картофеля от болезней, основан на других механизмах, и может вызывать, в частности, уменьшение количества доступного фосфора, передаваемого растению от АМГ [4]. Интересно, что в присутствии триходермы АМГ расширяют свою специализацию и способны колонизировать растения Brassicaceae [5].

Химические препараты в зависимости от природы действующих веществ, физиологического состояния и вида культуры, состава почв, способа внесения вызывают разноплановые, зачастую косвенные воздействия на АМГ сообщества [6]. Например, внесение пиклорама вызывало снижение доли ранее доминирующего в фитоценозе *Centaurea stoebe* и увеличения интенсивности микоризации вытесняющего его *Poa bulbosa* [7]. Богатые фосфором удобрения также подавляют развитие АМГ [8].

Поэтому при разработке мер защиты сельскохозяйственных культур с препаратами на основе АМГ необходимы оценка состава почв, анализ данных об АМГ и других ризосферных сообществах и их взаимодействии с другими препаратами и удобрениями.

1. Zhou Y, Li X, Gao Y et al. Plant endophytes and arbuscular mycorrhizal fungi alter plant competition. *Funct Ecol* 2018 32(5):1168-1179

2. Zobel M, Koorem K, Moora M, Semchenko M, Davison J. Symbiont plasticity as a driver of plant success. *New Phytol* 2024 241(6):2340-2352

3. Nanjundappa A, Bagyaraj DJ, Saxena AK. Interaction between arbuscular mycorrhizal fungi and *Bacillus* spp. in soil enhancing growth of crop plants. *Fungal Biol Biotechnol* 2019 6:23.

4. De Jaeger N, de la Providencia IE, de Boulois HD et al. *Trichoderma harzianum* might impact phosphorus transport by arbuscular mycorrhizal fungi. *FEMS Microbiol Ecol* 2011 77(3):558-67

5. Poveda J, Hermosa R, Monte E et al. *Trichoderma harzianum* favours the access of arbuscular mycorrhizal fungi to non-host Brassicaceae roots and increases plant productivity. *Sci Rep* 2019 9:11650

6. Hage-Ahmed K, Rosner K, Steinkellner S. Arbuscular mycorrhizal fungi and their response to pesticides. *Pest Manag Sci* 2019 75(3):583-590

7. Lekberg Y, Wagner V, Rummel A et al. Strong indirect herbicide effects on mycorrhizal associations through plant community shifts and secondary invasions. *Ecol Appl* 2017 27(8):2359-2368

8. Balzergue C, Chabaud M, Barker DG et al. High phosphate reduces host ability to develop arbuscular mycorrhizal symbiosis without affecting root calcium spiking responses to the fungus. *Front Plant Sci* 2013 4, 426

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АССОРТИМЕНТА ГЕРБИЦИДОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ОТ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Т.А. Маханькова,

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург*  
*\*e-mail: 4705366@mail.ru*

Ассортимент гербицидов для защиты сельскохозяйственных культур от сорной растительности постоянно совершенствуется. Так, за период с 2017 по 2023 гг. в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, было включено более 300 новых препаратов. Традиционно, расширение ассортимента препаратов происходит за счет увеличения однокомпонентных гербицидов на основе известных и хорошо изученных действующих веществ, комбинированных препаратов, в состав которых входит от двух до трех и даже четырех действующих веществ и препаратов на основе известных и новых, ранее не используемых молекул.

Перечень новых действующих веществ включает десять новых наименований. Это аклонифен, фомесафен, диклосулам, амикарбазон, метамифоп, темботрион, пирафлюфен-этил, цигалофоп-бутил, пеларгоновая кислота, пираксосульфурон.

Кроме того, все большую востребованность приобретает разработка регламентов применения гербицидов на гибридах сельскохозяйственных культур, обладающих устойчивостью к действию отдельных химических классов гербицидов. Например, подсолнечник и рапс, устойчивые к имидазолинонам, подсолнечник, устойчивый к трибенурон-метилу, свекла сахарная, проявляющая устойчивость к сульфонилмочевинам. Причем эти гибриды получены с помощью традиционных методов селекции.

Впервые допущен к использованию гербицид Пульсар Старт, ВРК (120 г/л имазамокса), применяемый как протравитель семян подсолнечника, устойчивого к имидазолинонам, в борьбе с заразой. Это прием включается в схему защиты растений в системе с применением имидазолинов в том числе и в период вегетации.

Постоянно расширяется технологическое окно в возможности использования гербицидов. Так, на посевах озимых зерновых культур ряд гербицидов можно применять как осенью, так и весной, от фазы трех листьев до фазы появления флагового листа, на посевах кукурузы, подсолнечника, сои – как в довсходовый или допосевной периоды, так и по вегетирующим растениям.

Только за период с 11 апреля 2022 г по 5 декабря 2023 года в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, было включено 90 новых препаратов, в том числе 59 – на основе известных и хорошо изученных действующих веществ, 30 – комбинированных препаратов, в состав которых входит от двух до трех действующих веществ. 34 новых препарата предназначены для защиты зерновых культур, 29 препаратов – для защиты сои, 28 препаратов – для защиты кукурузы, 19 препаратов – для защиты подсолнечника, 17 препаратов – для защиты свеклы сахарной, 13 препаратов – для защиты рапса ярового, 11 препаратов – для защиты гороха, по 8 препаратов – для защиты льна долгунца и картофеля, 4 препарата – для защиты нута. По 2 препарата - для защиты лука, моркови, газонов злаковых трав и риса. По 1 препарату – для защиты проса, сорго, люпина, клещевины, гречихи, томатов, клевера, сенокосных угодий и пастбищ.

## ВЛИЯНИЕ НОВОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ПЕРСИКА НА УСТОЙЧИВОСТЬ КУЛЬТУРЫ К ОСНОВНЫМ ФИТОПАТОГЕНАМ И ПРОДУКТИВНОСТЬ

Е.В. Михайлова\*, Г.Г. Пантия, Н.Н. Карпун

ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр РАН», Сочи  
e-mail: mixailovaozr@mail.ru

Система защиты персика в зоне влажных субтропиков России основана преимущественно на использовании химических пестицидов (Карпун и др., 2017). Ассортимент зарегистрированных препаратов на этой культуре крайне скуден, поэтому существующая система защиты растений применяется в регионе более 15 лет подряд и привела к снижению эффективности и развитию резистентности у патогенов. В связи с этим актуален поиск новых фунгицидов, эффективных в защите персика от доминирующих болезней – курчавости (*Taphrina deformans* (Berk.) Tul.), кластероспориоза (*Stigmina carpophila* (Lév.) M.V. Ellis), серой гнили (*Botrytis cinerea* Pers.) и монилиоза (*Monilinia laxa* (Aderh. & Ruhland) Honey).

Исследования проводили в 2023 г. на территории опытного поля ФИЦ СНЦ РАН (г. Сочи) по общепринятой методике (Долженко, 2009). Мелкоделяночный опыт заложен на фоне обработки персика 3% бордоской смесью перед началом набухания почек. В качестве эталона использовали принятую производственную систему защиты – Делан, ВГ (0,7 кг/га) – 1 обработка; Скор, КЭ (0,2 л/га) – 2 обработки. Опытный вариант – Миравис, СК (0,35 л/га) – 1 обработка в 1-2 декаде апреля (розовый бутон); Луна Транквилити, КС (0,8 л/га) – 1 обработка во 2 декаде мая (после цветения); Зато, ВДГ (0,14 кг/га) – 1 обработка в 1-2 декаде июня (лещина). Контроль – обработка водой. Каждый вариант был заложен в трех повторностях. Оценка интенсивности развития курчавости листьев изучали в динамике во II декаду апреля, мая, июня, кластероспориоза – во II декаду июля. В период сбора урожая персика определяли интенсивность развития гнили плодов и проводили учет урожая.

Максимальная интенсивность развития курчавости в контроле достигала 24,8%, кластероспориоза 49,8%, серой гнили 16,1%, монилиоза 13,6%. Результаты опыта показали, что опытный вариант защиты наиболее эффективно сдерживал развитие болезней: по сравнению с контролем степень развития курчавости была ниже в 2,8, кластероспориоза – в 3,9, плодовых гнилей – в 2,1-3,0 раза; по сравнению с принятым эталоном – ниже в 1,5, 1,6 и 1,4-2,1 раза, соответственно. Биологическая эффективность эталона оказалась неприемлемо низкая – 46,7% в отношении курчавости и 59,8% в отношении кластероспориоза. Биологическая эффективность опытного варианта защиты персика в отношении курчавости составила 64,9%, кластероспориоза листьев – 74,2%, гнилей плодов – 52,9% и 66,4%, несмотря на то, что диагностика этих болезней проводилась в июле, через три месяца после последней обработки. Прибавка урожайности в опытном варианте защиты персика по сравнению с эталоном составила 31 ц/га, или 45,6%.

Таким образом, используемые в опытном варианте фунгициды превысили по эффективности традиционно используемую в регионе защиту персика от болезней и после дополнительных исследований могут быть рекомендованы к регистрации на данной культуре.

Публикация подготовлена в рамках реализации государственного задания ФИЦ СНЦ РАН FGRW-2022-0006, № государственной регистрации 122042600092-8.

### Литература:

Карпун Н.Н., Михайлова Е.В., Пантия Г.Г., Янушевская Э.Б. (2017) Применение Альбита в борьбе с курчавостью листьев персика на Черноморском побережье Кавказа. *Защита и карантин растений* 8: 18-20.

Долженко В.И. (2009) Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. СПб. 377 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ ФУНГИЦИДОВ В ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ

С.Г. Моргачева\*, П.В. Майорова

ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко, Краснодар

\* e. mail: lana.agroteh.morgacheva@bk.ru

Рост производства зерна кукурузы в значительной мере связан с повышением общей культуры земледелия и сокращением потерь урожая от вредных организмов. Такой элемент технологии, как протравливание семян кукурузы защищает проростки от широкого круга патогенов, в том числе от переноса телиоспор *U. maydis* в новые регионы. В последние годы включением в систему защиты посевов зерновой кукурузы фунгицидов с целью снижения пораженности пузырчатой головней початков носит скорее превентивный характер, не связанный с прогнозируемым и экономически просчитанным недобором урожая. Такие обработки, вероятно целесообразны при защите посевов сахарной кукурузы, где недобор урожая от вредителей и головни выше, чем на обычной кукурузе. Исследования по оценке эффективности фунгицидов против комплекса болезней кукурузы проводили в 2019-2021 гг. в ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко» на выщелоченном малогумусном сверхмошном черноземе. Обработку растений кукурузы гибрида Краснодарский 291 МВ фунгицидами Титул Трио, ККР (160 г/л тебуконазола+80г/л протиоконазола+80 г/л ципроконазола) -0,6 л/га, Оптим, КЭ (200 г/л пираклостробина) – 0,5 л/га и Амистар Экстра, СК (200 г/л азоксистробина+80 г/л ципроконазола) -0,75 л/га совместно с инсектицидом проводили в два срока: 1) начало выброса метелки кукурузы; 2) выбрасывание нитей початка культуры. Опыты заложены в соответствии с методическими указаниями Б.А. Доспехова. Размещение вариантов опыта рендомизированное, повторность четырехкратная. Учеты проведены согласно «Методическим указаниям ВИЗР по государственным испытаниям фунгицидов, антибиотиков и протравителей семян сельскохозяйственных культур».

Независимо от срока применения против пузырчатой головни наиболее эффективным оказался фунгицид Оптим (0,5 л/га) – 98,9% при обработке в фазу начала выброса метелки и 79,2 % в фазу выбрасывания нитей початка кукурузы. Показатели эффективности фунгицидов Амистар Экстра и Титул Трио против пузырчатой головни в зависимости от срока применения составили 62,6-91,3% и 54,9-78,1%, соответственно. Против фузариоза початков эффективность фунгицидов находилась в пределах от 24,5 до 38% (Оптим), от 21,8 до 41% (Титул Трио) и 12,9-23,6 (Амистар Экстра). Существенного влияния на снижение распространения серо-зеленого и темного плесневения початков фунгициды не оказали. На пораженность початков фузариозом и группой плесневых грибов наибольшее влияние оказало их повреждение личинками совки. Независимо от срока применения фунгицидов значимая прибавка урожая от их применения получена только в условиях достаточной обеспеченности растений влагой в период вегетации.

### Литература:

1. Моргачева С.Г., Орлов В.Н., Остапенко Н.Н., Волнова В.Н., Березуцкая М.В. Влияние сроков применения фунгицида Прозаро на эффективность защиты кукурузы от болезней / Защита и карантин растений. – 2020, №11, С.19-20

**Ключевые слова:** кукуруза, пузырчатая головня, фунгицид

## ФУНГИЦИД-РЕЗИСТЕНТНОСТЬ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ-ВОЗБУДИТЕЛЕЙ РОЗОВОЙ СНЕЖНОЙ ПЛЕСЕНИ *MICRODOCHIUM NIVALE*

Г.Ш. Мурзагулова<sup>1\*</sup>, О.А. Гоголева<sup>1</sup>, Е.А. Рязанов<sup>1,2</sup>, И.Т. Сахабутдинов<sup>1</sup>, Е.В. Осипова<sup>1</sup>, В.Ю. Горшков<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Казанский институт биохимии и биофизики ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

<sup>2</sup> Казанский (Приволжский) Федеральный университет, Казань, Россия

В настоящее время существует тенденция к динамичному снижению эффективности фунгицидных препаратов вследствие адаптации фитопатогенных грибов и появлению их фунгицид-резистентных форм. Проблема формирования фунгицид-резистентности особенно остро стоит в отношении грибов-возбудителей снежной плесени озимых (*Microdochium nivale*). Из-за того, что это заболевание в основном протекает под снежным покровом, внесение фунгицидов для подавления развития снежной плесени возможно только в превентивной форме, и вследствие этого список применяемых против этого заболевания фунгицидов ограничен. Все это служит дополнительным стимулом формирования фунгицид-резистентности. Поэтому целью нашего исследования является оценка распространенности и анализ молекулярных критериев формирования фунгицид-резистентности *M. nivale*.

Проанализирована устойчивость 136 штаммов *M. nivale*, выделенных с территории Республики Татарстан, к четырем фунгицидам, рекомендованным для применения против снежной плесени (д.в. карбендазим, азоксистробин, тебуконазол, флудиоксонил). Показано, что в популяциях *M. nivale* разные штаммы имеют разные уровни устойчивости/чувствительности к фунгицидам, а некоторые штаммы могут даже использовать фунгициды (а именно карбендазим) в качестве ростового субстрата.

Исследуемые штаммы были генотипированы и разделены на отдельные филогенетические группы в соответствии с последовательностями трех участков ДНК: участка рибосомальных генов ITS2 и участков генов, кодирующих фактор элонгации трансляции и бета-тубулин. В ходе исследования мы проверяли, существует ли взаимосвязь между принадлежностью штаммов к той или иной филогенетической группе и уровнем устойчивости к тому или иному фунгициду. Наиболее явная зависимость была обнаружена между устойчивостью штаммов к карбендазиму и их принадлежностью к одной из филогенетических групп, определённых по участкам гена тубулина. В составе последовательности гена тубулина нами выявлен генетический маркер устойчивости штаммов *M. nivale* к карбендазиму, и этот маркер может быть использован для оценки соотношения устойчивых и чувствительных к карбендазиму штаммов *M. nivale*; такая информация позволяет делать заключение о целесообразности применения этого фунгицида в конкретном агроценозе.

Для того чтобы ранжировать фунгициды с точки зрения того, насколько быстро или медленно к ним адаптируются чувствительные штаммы мы начали исследования по адаптивному чувствительных к фунгицидам штаммов *in vitro*. Адаптивные коэффициенты при адаптации штаммов к флудиоксонилу были значительно выше (более чем в 4 раза), чем таковые при адаптации штаммов к тебуконазолу. Это означает, что адаптация к тебуконазолу осуществляется медленнее, чем к флудиоксонилу, и тебуконазол поэтому является более безопасным для применения фунгицидом с точки зрения формирования к нему резистентности у штаммов *M. nivale*.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 23-16-00086 и госзадания ФИЦ КазНЦ РАН.

## КОНТРОЛЬ ЗА СОДЕРЖАНИЕМ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ПЕСТИЦИДОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУРАХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Е.А. Мышкевич\*, С.А. Арашкович

РУП «Институт защиты растений», Республика Беларусь, аг. Прилуки

\*e-mail: e.myshkevitch@yandex.ru

Пестициды – биологически высокоактивные соединения, которые преднамеренно вносятся в окружающую среду и циркулируют в ней, поэтому разработка регламентов их применения (норма расхода, срок последней обработки до уборки культуры, кратность обработки, максимально допустимый уровень) является наиболее важной составляющей в безопасности их использования.

Среди показателей безопасности сельскохозяйственной продукции основное место занимает уровень остаточных количеств пестицидов и их содержание не должно превышать допустимых значений в соответствии с гигиеническими требованиями. На территории Республики Беларусь действует Гигиенический норматив № 37 от 25.01.2021 г., а также Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования Таможенного Союза № 299 от 28 мая 2010 г.

В лаборатории динамики пестицидов (РУП «Институт защиты растений») в рамках регистрационных испытаний ежегодно проводятся исследования по определению содержания остаточных количеств действующих веществ пестицидов на следовом уровне в различных сельскохозяйственных культурах. Данные исследования позволяют снизить риск загрязнения пестицидами защищаемых культур и оценить возможность применения полученной продукции в пищу на основании гигиенической регламентации.

Определение остаточных количеств пестицидов в сельскохозяйственной продукции проводили по утвержденным международным, межгосударственным и региональным методическим указаниям методами газовой и жидкостной хроматографии. Пробы растительных образцов отбирались в соответствии с ГОСТ 34668-2020 в опытах по изучению биологической эффективности пестицидов в максимальных нормах расхода в сроки, согласно Инструкции о порядке проведения испытаний средств защиты растений, подлежащих государственной регистрации в Республике Беларусь № 49 от 22 августа 2006 г.

В 2021 г. в лаборатории после применения пестицидов было проанализировано 597 растительных образцов различных сельскохозяйственных культур, из них основную долю составляли действующие вещества (ДВ) 42,2 % фунгицидов и 35,8 % – гербицидов. В 2022 г. – 508 образцов, из них ДВ фунгицидов – 35,0 % и гербицидов – 43,7 %. В меньшем количестве анализировались инсектициды, за представленные годы исследований они составляли 21,3-21,9 % от общего количества проведенных анализов.

На основании проведенных исследований нами отмечено, что чаще всего остаточные количества пестицидов (ОКП) обнаруживаются в образцах непродовольственного назначения (зеленая масса, солома), где МДУ на сегодняшний день не нормируется (кроме ГХЦГ, ДДТ (сумма метаболитов), альдрин, дильдрин, эндрин, гептахлор, гексахлорбензол и гербицид группы 2,4-Д кислоты) и поэтому не представляется возможным оценить безопасность кормов. В 2021 г. доля таких образцов составила 4,5 %, в 2022 г. – 2,0 % от общего числа проанализированных образцов.

В образцах сельскохозяйственной продукции (зерно, семена, масло, плоды, ягоды) ОКП обнаруживаются редко и как правило в динамике до уборки урожая. В 2021 г. число таких образцов составило 2,3 %, в 2022 г. – 1,8 %. Превышение МДУ было отмечено единожды в 2021 г. ДВ фунгицида в динамике, в урожае образцы были чистые. Следовательно, количество образцов с превышением МДУ составило 0,2 % от общего числа проанализированных.

Таким образом, при соблюдении регламентов безопасного применения пестицидов остаточные количества в урожае сельскохозяйственных культур не сохраняются или находятся ниже уровня МДУ, что дает возможность получать чистую продукцию.

## ИНСЕКТИЦИДНАЯ АКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДНЫХ АМИДОВ ПРОТИВ АМБАРНЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ

П.А. Нурмахмадова<sup>1\*</sup>, С.М. Тураева<sup>1</sup>, Д. Нурматов<sup>2</sup>, А.К. Абдушукуров<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт химии растительных веществ имени акад. С.Ю. Юнусова Академии наук Республики Узбекистан

<sup>2</sup>Национальный университет Узбекистана имени М. Улугбека, г. Ташкент

\*email: nurmaxmadova1994@mail.ru

В настоящее время к условиям, необходимым для получения высоких и стабильных урожаев, относится необходимость применения высокоэффективных инсектицидов для защиты сельскохозяйственных культур от вредителей. В связи с ростом устойчивости к инсектицидам требуется постоянное обновление и применение препаратов. Основным методом борьбы с вредителями является использование инсектицидов, химических действующих веществ, на основе которых могут производиться более сотни инсектицидных средств. Некоторые из них безнадежно устаревают и перестают использоваться вовсе, другие совершенствуются, формируя собой новые поколения уже существующих химических веществ. Пестициды, предотвращающие соотношения резистентности и с низким остаточным количеством представляют интерес для научных исследователей.

В последнее время нами интенсивно проводятся научные исследования по созданию новых малотоксичных препаратов для защиты растений на основе никотинамидов. В связи с этим мы изучили инсектицидную активность производных никотинамидов. Инсектицидная активность синтезированных N-(2,4-метилфенил) никотинамида изучена в лабораторных условиях на личинках капрвого жука (*Trogoderma granarium*) третьего возраста и особей четырехпятнистой зерновки (*Callosobruchus maculatus*). Приготовлены рабочие растворы N-(2,4-метилфенил) никотинамида в двух концентрациях: 0.01 мг/мл и 0.001 мг/мл, в качестве эталона использовали препарат Суперкиллер-Е 25% (д.в. циперметрин) в дозе 0.001 мг/мл. Биологическую эффективность вещества определили по формуле Шнайдера-Орелли. Учет смертности вредителей подсчитывали после 24 ч., 48 ч. и 72 часов инкубации в чашках Петри.

В результате скрининга было выявлено, что N-(2,4-метилфенил) никотинамид проявил наибольшую инсектицидную активность в отношении особи *C. maculatus* в двух концентрациях. После 24 часовой инкубации особей *C. maculatus* смертность достигла до 76.6%-80.0%, тогда как в инсектициде Суперкиллер-Е - 78.0%. Смертность личинок *T. granarium* третьего возраста составляла 63.3% в 0.01 мг/мл концентрации исследуемого вещества. Наименьшая инсектицидная активность N-(2,4-метилфенил) никотинамида была в дозе 0.001 мг/мл (52,0%). Смертность личинок *T. granarium* в варианте с инсектицидом наблюдалось 63.0%. В эксперименте с коммерческим инсектицидом наблюдалась 63.0% гибели личинок *T. granarium*.

Исследования по оценке биологической эффективности N-(2,4-метилфенил) никотинамида продолжаются в полевых условиях с целью определения перспектив его практического использования в защите от амбарных вредителей.

## НОВЫЙ ФУНГИЦИД ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЯБЛОНИ ОТ ПАРШИ И АЛЬТЕРНАРИОЗА

М.А. Ревкова

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург  
revkova@iczr.ru

Целью наших исследований была оценка биологической эффективности препарата Шриланк, КМЭ, содержащего 400 г/л масла чайного дерева и 150 г/л дифеноконазола, против альтернариоза и парши на яблоне.

Возбудителем парши яблони является аскомицет *Venturia inaequalis* (Ске.) Wint. (анаморфа *Fusicladium dendriticum* (Wallr.) Fuck.). Болезнь отличается повсеместной распространенностью, практически ежегодным эпифитойным развитием и высокой (до 60%) потерей урожая (Якуба ГВ, 2020).

Альтернариоз на яблоне, вызываемый грибами из рода *Alternaria* spp., проявляется преимущественно в виде пятнистости листьев, также патоген поражает плоды в виде сердцевинной и поверхностных гнилей. Распространенность альтернариозной пятнистости может достигать 70%, что ведет к снижению урожая. (Комардина ВС, 2018).

Основным способом в борьбе с данными заболеваниями является химический метод. Важным аспектом в развитии химического метода защиты растений является создание препаратов, применение которых снижает токсическую нагрузку на окружающую среду, активизируют иммунитет, а также эффективно борются с заболеваниями.

Таким препаратом является Шриланк, КМЭ – уникальный гибридный фунгицид для контроля широкого спектра болезней плодовых и овощных культур. Масло чайного дерева, входящее в состав фунгицида, содержит уникальный состав терпенов, который обеспечивает защиту от патогенов, а также индуцирует иммунитет [URL:https://www.pesticide.ru/](https://www.pesticide.ru/).

Дифеноконазол также оказывает иммунизирующее, защитное и лечебное действие. Данное действующее вещество проникает в ткани растения, полностью ингибирует рост субкутикулярного мицелия [URL:https://www.pesticide.ru/](https://www.pesticide.ru/).

Опыты проводили в течение двух вегетационных сезонов 2020 и 2021 гг. в трех почвенно-климатических зонах Российской Федерации. Мы изучали действие препарата Шриланк, КМЭ при 3-х кратной обработке в нормах применения 0,3 и 0,35 л/га в борьбе с паршой яблони; при норме применения 0,6 л/га против альтернариоза. В качестве эталонного препарата использовали Скор, КЭ

В борьбе с паршой яблони эффективность достигала 73-78%; применение эталонного препарата снижало уровень развития болезни до 72% при развитии болезни в контроле 14-23%. По отношению к контролю получена достоверная прибавка урожайности в вариантах с применением изучаемого препарата (5-13%) и эталона (9%).

Применение изучаемого фунгицида ограничивало развитие альтернариоза на 77-81%; в эталонном варианте – до 79% при развитии болезни в контроле 11-19%. Достоверная величина сохраненного урожая в вариантах с изучаемым препаратом достигала 3-6%, в варианте с применением эталона – 4%.

Таким образом, в результате проведенных нами исследований было установлено, что применение нового фунгицида в изученных регламентах позволяет контролировать развитие возбудителя альтернариоза на экономически безопасном уровне и получать существенную прибавку урожая.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Комардина ВС, Васеха ЕВ, Полексенова ВД, Рубаник ИВ (2018) Оценка чувствительности гриба *Alternaria* spp., возбудителя альтернариоза яблони к фунгицидам *Защита растений* (8): 17-18

Якуба ГВ (2020) Эффективность фунгицидов компании «Байер» Луна Транквилити и Зато против парши яблони *Защита и карантин растений* (9): 8-12

[URL:https://www.pesticide.ru/](https://www.pesticide.ru/) (15022024)



# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕРБИЦИДОВ НА ПОСЕВАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

В.А. Суворова<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологической защиты растений» (ФГБНУ ФНЦБЗР), Краснодар

\*e-mail: lsuvorova2019@mail.ru

Подсолнечник (*Helianthus annuus* L.) – основная масличная культура Российской Федерации. Главной причиной снижения урожайности и ухудшения качества семян является засоренность посевов. В связи с этим, борьба с сорной растительностью является важным и необходимым элементом в технологии возделывания этой культуры [1].

Эксперимент по сравнительной оценке биологической эффективности гербицидов проводили в 2023 году на базе ФГБНУ ФНЦБЗР (г. Краснодар) на посевах подсолнечника (гибрид Арис) согласно «Методическим указаниям по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве» (под. ред. В. И. Долженко. С-Пб: ВИЗР, 2013). Почва – чернозем выщелоченный. Опытные делянки площадью 25 м<sup>2</sup> при четырехкратной повторности обрабатывали рабочими растворами гербицидов из расчета 300 л/га ручным опрыскивателем марки «PULVEREX». В опыте использовали гербициды в рекомендуемых минимальной и максимальной нормах применения [2]. Биологическую эффективность гербицидов оценивали по количеству и массе сорняков в сравнении с контролем.

Данные, полученные в опыте, показали, что препараты: Фронтьер Оптима, КЭ; Дуал Голд КЭ; Ацетал Про, КЭ; Акрис, СЭ; Версия, МД и Камелот, СЭ используемые до всходов подсолнечника, высокоэффективно подавляли щетинник сизый, ежовник обыкновенный и щирицу запрокинутую (85...100 %), менее – марь белую (80...95 %) и амброзию полыннолистную (50...65 %). Дурнишник обыкновенный и канатник Теофраста проявили устойчивость к гербицидам. Использование Ацетал Про, КЭ и Дуал Голд, КЭ в период 2-4 настоящих листьев подсолнечника в целом было менее эффективно (40...65 %).

Противодвудольные препараты Сальса, ВДГ и Пледж, СП, примененные в период вегетации подсолнечника, высокоэффективно подавляли щирицу запрокинутую (85...100 %), менее – марь белую (75...85 %), слабо амброзию полыннолистную (40...55 %) и оказывали фитотоксическое действие на культуру.

Таким образом, в настоящее время отсутствует эффективная химическая защита посевов подсолнечника против амброзии полыннолистной, канатника Теофраста, дурнишника обыкновенного. В связи с этим существует необходимость, поиска новых гербицидов и их комбинаций, которые обладали бы высокой эффективностью в борьбе с двудольными сорняками и были безопасны для защищаемой культуры.

**Ключевые слова:** подсолнечник, сорное растение, гербицид, эффективность.

Исследования выполнены согласно Государственному заданию Министерства науки и высшего образования РФ в рамках НИР по теме № FGRN-2022-0001.

## Литература

1. Кошкин Е.И. К проблеме конкуренции культурных и сорных растений в агрофитоценозе // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2016. №. 4. С. 53-68.

2. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2024. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/e5e/46cy57dcyugkrjwrg0t09e6ojrwm0ix4.zip> (дата обращения: 12.01.2024)

**СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕЗИСТЕНТНОСТИ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА  
*LEPTINOTARSA DECEMLINEATA* SAY К ИНСЕКТИЦИДАМ ИЗ РАЗНЫХ КЛАССОВ  
ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В РОССИИ**

**Г.И. Сухорученко\*, Т.И. Васильева, Г.П. Иванова, В.А. Хилевский**

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург*

*\*e-mail: suhoruchenkogalina@mail.ru*

Колорадский жук *Leptinotarsa decemlineata* Say – классический инвазионный вид, который благодаря своей высокой вагильности, генетической изменчивости и экологической пластичности за полтора столетия освоил основные регионы картофелеводства мира. Причиняя серьезный вред пасленовым культурам и, прежде всего, картофелю (ежегодные потери до 4 млн т), он повсеместно подвергается интенсивному химическому прессу, что привело к развитию резистентности в его популяциях, практически, ко всем применяемым в борьбе с ним инсектицидам. Колорадский жук занимает 6 место в списке видов членистоногих, у которых резистентность приобрела глобальное значение (Sparks et al., 2020). В России первые случаи развития резистентности в его популяциях были выявлены в середине 80 гг. к перметрину в Крымском районе Краснодарского края (Неделькина и др., 1987) и к хлорофосу в Московской области (Перегида и др., 1988).

Поскольку мониторинг резистентности к инсектицидам является важным элементом антирезистентных стратегий борьбы с колорадским жуком, лаборатория агроэкологии -кологии ВИЗР на протяжении двух десятилетий отслеживает ее развитие в популяциях вредителя из Северо-Западного, Волго-Вятского, Центрально-Черноземного и Северо-Кавказского регионов страны с использованием токсикологического и фенологического методов. Мониторинг 2005-2006 гг. выявил формирование групповой резистентности к пиретроидам в большинстве популяций с частотой встречаемости 50 -75 % резистентных особей к суми-альфа и децису; в высоко резистентных к ним белгородской и ростовской популяциях – свыше 75% выживших особей. В отдельных популяциях встречались от 26 до 75 % резистентных особей к цимбушу и карате. В 2007-2009 гг. в популяциях колорадского жука началось некоторое торможение процесса развития резистентности к пиретроидам вследствие начавшегося использования в борьбе с вредителями картофеля неоникотиноидов. В 2009-2013 гг. в резистентных к пиретроидам и ФОС ленинградской, вологодской, нижегородской, белгородской и ростовской популяциях было обнаружено от 7.5 до 53. 3% особей, резистентных к актиноциету спинтору и от 2,5 до 20% особей, резистентных к антраниламиду коррагену, прошедших регистрационные испытания в борьбе с колорадским жуком, что можно объяснить перекрестной резистентностью между изучаемыми препаратами ФОС или пиретроидами. Интенсивное использование препаратов тиаметоксама (актара, круйзер) и имидаклоприда (конфидор, престиж) для обработки клубней и растений привело к развитию резистентности и к неоникотиноидам, доля резистентных особей к которым достигала в 2015-2016 гг. 25,8-67,5 % в белгородской и ростовской популяциях. В последующие 2020-2023 гг. наблюдалось развитие множественной резистентности к изученным инсектицидам, за исключением спинтора, в большинстве популяций колорадского жука.

Список источников:

Sparks T.C. et al. 2020. Insecticides, biologics and nematicides: Updates to IRAC's mode of action classification tool for resistance management // Pestic. Bioch. Physiol., 167, 104587.

Неделькина Н.В., Соломенникова И.В., Волкотруб Э.Н., Леонова И.Н., Рославцева С.А., Салганик Р.И. 1987. Механизмы резистентности колорадского жука к перметрину // Агрехимия, 4, с. 103–106.

Перегида Т.А., Золотова Т.Б., Агашкина Т.М. 1988. Мониторинг чувствительности к инсектицидам колорадского жука в Московской области ///Тез. докл. седьмого совещания Состояние проблемы резистентности вредителей и возбудителей болезней растений и ее преодоление. 14–18 ноября 1988 г. Рига. Рига, 1988, с. 66–67.

## ПОНЧО И ПОНЧО ВОТИВО – РАЗВИТИЕ ЛИНЕЙКИ КЛОТИАНИДИН-СОДЕРЖАЩИХ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ СЕМЯН ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР

А.Б. Тарасов

ООО “БАСФ”, Москва

e-mail: andrey.tarasov@basf.com

Инсектицидный протравитель Пончо, зарегистрированный в Российской Федерации для обработки семян кукурузы и подсолнечника, содержит клотианидин (600 г/л). Это несколько более новое действующее вещество в сравнении с основными неоникотиноидами, представленными на российском рынке. Его молекула имеет нециклическую структуру. Более ранние неоникотиноиды имеют циклическую структуру молекулы. Химическая структура во многом определяет поведение препарата в окружающей среде и эффективность в отношении вредных насекомых. Клотанидин не требует времени на переход от циклической формы к нециклической, чтобы начать воздействовать на вредителя. Высокая системность способствует эффективной защите от вредных насекомых. В отличие от некоторых менее липофильных неоникотиноидов, клотианидин имеет положительный коэффициент липофильности. Такие неоникотиноиды лучшим образом подходят для обработки семян, поскольку их поглощение корнями и перемещение по растению более эффективны. Клотанидин обладает невысокой растворимостью в воде и большей степенью поглощения органическим веществом почвы в сравнении с некоторыми другими неоникотиноидами. Два этих свойства позволяют клотианидину быть менее подверженным вымыванию осадками и более длительное время оставаться в прикорневой зоне растений. Это определяет длительный период защитного действия протравителя Пончо.

В опытах Пончо показал высокую эффективность в защите кукурузы и подсолнечника от ряда вредителей. Так, протравитель эффективно защищал семена и растения на ранних стадиях развития от проволочников, долгоносиков, гусениц совок, личинок пьявицы, хлебной полосатой блошки. При повреждении семян и проростков проволочником и раннем и сильном повреждении листьев наземными вредителями применение Пончо позволяло сохранить значительный урожай.

В начале 2024 года получил регистрацию инсектицидный протравитель Пончо Вотиво для обработки семян сои и кукурузы. В дополнение к клотианидину (508 г/л) Пончо Вотиво содержит также бактерию *Bacillus firmus* (I-1582). Инсектицидный компонент препарата клотианидин обеспечивает эффективную защиту семян, проростков и всходов от обитающих в почве и ранних наземных вредителей. В опытах Пончо Вотиво обнаружил высокую эффективность против проволочников.

*Bacillus firmus*, биологический компонент Пончо Вотиво, обладает положительным действием на рост и развитие растений. Бактерия заселяет молодые корни растений, формируя на них тонкую плёнку. Продукты метаболизма *Bacillus firmus* стимулируют рост корня, увеличивая количество и длину корневых волосков. В связи с этим усиливается способность растения поглощать питательные вещества и воду. Помимо положительного влияния на рост и развитие растений, *Bacillus firmus* обладает способностью подавлять развитие нематод, как свободноживущих, так и цистообразующих.

## БАКОВАЯ СМЕСЬ ГЕРБИЦИДОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ

А.С. Ткач\*, А.С. Голубев

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург,  
ООО «Инновационный центр защиты растений», Санкт-Петербург

\*e-mail: [andrew\\_tka4@mail.ru](mailto:andrew_tka4@mail.ru)

В посадках картофеля в Ленинградской области встречаются представители различных групп сорных растений: однолетние и многолетние двудольные, а также однолетние и многолетние злаковые виды. Несмотря на то, что вредоносность многолетних сорных растений, таких как осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) и пырей ползучей (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), значительно выше, чем у однолетних видов, количество последних, а главное, их повсеместное распространение по территории региона вызывает необходимость совершенствования технологий борьбы с этой группой сорных растений.

Для расширения спектра уничтожаемых вредных объектов широко используют баковые смеси гербицидов. Целью нашей работы была оценка эффективности баковой смеси гербицидов на основе кломазона (Трейсер, КЭ - 480 г/л) и фомесафена (Нексус, ВР - 240 г/л) для защиты посадок картофеля от однолетних двудольных и злаковых сорных растений в условиях Ленинградской области. Исследования проводили на опытном поле Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений в соответствии с «Методическими рекомендациями по проведению регистрационных испытаний гербицидов» [1]. На предварительном этапе нами была оценена эффективность отдельного применения гербицидов Трейсер, КЭ и Нексус, ВР [2, 3].

Первый сезон исследований по оценке эффективности баковой смеси в 2022 году показал высокий потенциал сочетания этих препаратов при смешанном типе засоренности посадок картофеля сорта Лига [4].

В 2023 году исследования были продолжены на посадках картофеля того же сорта, засоренность которых без применения гербицидов достигала 719 экз./м<sup>2</sup>. В опыте встречались следующие виды сорных растений: марь белая (*Chenopodium album* L.), горец развесистый (*Polygonum lapathifolium* L.), гречишка вьюнковая (*Fallopia convolvulus* (L.) A. Love), торица полевая (*Spergula arvensis* L.), желтушник левкойный (*Erysimum cheiranthoides* L.) и ежовник обыкновенный (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.).

Наиболее эффективное очищение посадок картофеля от сорных растений было отмечено при внесении баковой смеси 1,25 л/га гербицида Нексус, ВР с 0,5 л/га гербицида Трейсер, КЭ до всходов культуры: снижение общего количества сорняков составляло 87,1-90,7%. В этом же варианте была отмечена наибольшая прибавка урожайности (28,3 т/га) при урожайности контроля (без гербицидов и проведения ручных прополок) всего 7,5 т/га.

### Список литературы

1. Методические рекомендации по проведению регистрационных испытаний гербицидов / А.С. Голубев, Т.А. Маханькова. – СПб: ООО «АльфаМиг», 2020. – 80 с.
2. Голубев А.С., Ткач А.С., Маханькова Т.А. Чувствительность сорных растений к внесению фомесафена до всходов картофеля // Защита и карантин растений. – 2022. – № 7. – С. 26-28. – DOI 10.47528/1026-8634\_2022\_7\_26.
3. Голубев А.С., Ткач А.С. Эффективность использования кломазона для защиты картофеля от сорной растительности / Стратегия, приоритеты и достижения в развитии земледелия и селекции сельскохозяйственных растений в Беларуси: Материалы Международной научно-практической конференции. – Жодино: УП "ИВЦ Минфина", 2022. – С. 40-42.
4. Ткач А.С., Голубев А.С., Редюк С.И., Чернуха В.Г., Борушко П.И. Эффективность применения баковых смесей гербицидов на посадках картофеля в Ленинградской области / Защита растений от вредных организмов: Материалы XI международной научно-практической конференции. – Краснодар: КубГАУ, 2023. – С. 373-376.

## ВЛИЯНИЕ ФУНГИЦИДОВ НА РОСТ ГРИБОВ КОМПЛЕКСА ВИДОВ *FUSARIUM OXYSPORUM*, ВЫЗЫВАЮЩИХ СУХУЮ ГНИЛЬ КАРТОФЕЛЯ

И.И. Трубин<sup>1,2\*</sup>, А.С. Орина<sup>1</sup>, О.П. Гаврилова<sup>1</sup>, Т.Ю. Гагкаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург

\*e-mail: [ilya.trubin01@mail.ru](mailto:ilya.trubin01@mail.ru)

Серьезной проблемой для картофелеводства является фузариозная сухая гниль картофеля (ФСГК), которая приводит к потере урожая в период хранения, в также ухудшает семенное качество клубней (Анисимов и др., 2009). Применение химических препаратов против возбудителей заболевания – грибов рода *Fusarium*, – является одним из обязательных технологических приёмов возделывания. Однако чувствительность разных видов *Fusarium*, а также штаммов одного вида, к фунгицидам значительно варьирует (Gachango et al., 2012).

Целью исследования являлось определение чувствительности грибов *Fusarium*, вызывающих ФСГК, к фунгицидам, рекомендованным для защиты картофеля от грибных заболеваний.

Из коллекции чистых культур грибов (MFG) лаборатории микологии и фитопатологии ВИЗР выбрали 10 штаммов *Fusarium*, выделенных из клубней картофеля с симптомами ФСГК различного географического происхождения и идентифицированных как представителей комплекса видов *F. oxysporum* (FOSC). Оценивали их чувствительность к препаратам, содержащим разные действующие вещества (д.в): Бенорад, СП (беномил, 500 г/кг), Квадрис, СК (азоксистробин, 250 г/л), Максим, КС (флудиоксонил, 25 г/л) и Эместо Сильвер, КС (пенфлуфен, 100 г/л + протиоконазол, 18 г/л). Препараты разводили в стерильной воде и вносили в охлажденную до 55 °С картофельно-сахарозную агаризованную среду (КСА), на которой затем культивировали грибы согласно описанной методике (Орина и др., 2021). Концентрации препаратов в среде составили 1, 0.1, 0.01 и 0.001 % от концентрации рабочего раствора. В контроле добавляли воду. Действие фунгицида на рост штамма через 6 сут. инкубации оценивали по снижению диаметра колонии в вариантах с добавлением фунгицидов по сравнению с контролем. ПолуМаксимальную эффективную концентрацию фунгицида, приводящую к 50 % подавлению роста каждого штамма гриба (EC<sub>50</sub>), рассчитывали в программе Quest Graph™ EC50 Calculator.

В контроле диаметр колоний штаммов комплекса видов *F. oxysporum* варьировал от 51 до 85 мм. Все препараты подавляли рост штаммов, но с различной эффективностью. Добавление в питательную среду Бенорада приводило к наиболее заметному уменьшению роста колоний грибов (EC<sub>50</sub> препарата для всех штаммов составила от 0,0003 до 0,0007 %), по сравнению с другими препаратами: EC<sub>50</sub> Эместо Сильвер для 100 % штаммов варьировала в диапазоне 0.02–0.17 %; EC<sub>50</sub> Квадрис для 80 % штаммов – 0.0020–0.015 %, EC<sub>50</sub> Максим для 30 % штаммов – 0.0019–0.0058 %. В отношении препаратов Квадрис и Максим у двух и семи штаммов, соответственно, выявлена резистентность: EC<sub>50</sub> превышала 1 %. Причем у штаммов MFG 70125 из Тульской области и MFG 70178 из Ставропольского края отмечена перекрёстная резистентность к этим двум препаратам.

Из-за риска отбора изолятов грибов *Fusarium*, устойчивых к массово используемым фунгицидам, необходимо научно-обоснованное использование химических препаратов для защиты картофеля от возбудителей ФСГК, в зависимости от видового состава патогенов в конкретном регионе и их чувствительности к д.в.

Исследование выполнено при поддержке РНФ (№ проекта 23-26-00105).

## **МЕТОД ПОДБОРА ПАР ИНСЕКТОАКАРИЦИДОВ ДЛЯ ПООЧЕРЁДНОГО ИХ ПРИМЕНЕНИЯ, ИСКЛЮЧАЮЩЕГО ПРОЯВЛЕНИЕ К НИМ ПРИЗНАКА РЕЗИСТЕНТНОСТИ**

**И.А. Тулаева, О.В. Сундуков**

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург  
e-mail: [zubanov63@yandex.ru](mailto:zubanov63@yandex.ru)*

Антирезистентная стратегия постоянного обновления применяемых в практике химической защиты растений инсектоакарицидов сложилась вследствие изначально появившегося представления о том, что при использовании против вредных членистоногих токсикантов различных химических классов происходит формирование мультиустойчивых к ним популяций.

В токсикологических экспериментах с поочерёдным действием двух акарицидов на отселектированных по проявлению признака резистентности к ним паутиных клещей были получены результаты, противоречащие таким представлениям. Признак резистентности к каждому из токсикантов не проявлялся, если они имели различные механизмы первичного молекулярного действия. Закодированная в аллелях резистентности различная фенотипическая экспрессия к двум токсикантам взаимно блокировалась. Такая супрессия генетических кодов на этапе трансляции происходит при взаимодействии и-РНК, т-РНК, рибосом и других компонентов аппарата трансляции.

Для получения дигетерозиготного потомства клещей с генами резистентности к двум токсикантам различных химических классов берётся не менее 10 самок из семей гомозиготных линий с самыми высокими показателями резистентности к используемым в эксперименте акарицидам.

Тестирование полученных после скрещивания дигетерозиготных самок паутиного клеща дочернего потомства тестируют дискриминирующей концентрацией одного из акарицидов. Вторую половину дочернего поколения гетерозигот другим акарицидом, аллели резистентности к которому присутствуют в геноме клещей. Средний процент смертности самок дигетерозиготных генотипов сопоставляется со смертностью самок клещей из семей гомозиготных по гену резистентности к используемым акарицидам и чувствительных к ним линий.

При совмещении в геноме клещей аллелей резистентности к абамектину и ортусу, к бифентрину и ортусу, к абамектину и бифентрину уровень смертности потомства дигетерозиготных самок от диагностических концентраций обоих токсикантов был таким же, как и у потомства самок чувствительных к этим акарицидам линий.

Поочерёдная ротация в защитных мероприятиях против вредных членистоногих только двух инсектоакарицидов, с различными механизмами первичного токсического действия, экономически должна быть менее затратной, по сравнению с существующей стратегией простой замены применявшихся уже пестицидов вновь синтезированными. Это должно обеспечить также продление сроков практического использования эффективных инсектоакарицидов и оптимизацию экологических последствий их применения.

Формирование резистентных популяций членистоногих происходит за счёт количественного увеличения в них гомозиготных по гену резистентности к какому-либо инсектоакарициду особей. Поочерёдное применение двух токсикантов с различными механизмами первичного молекулярного действия будет затруднять такую популяционную эволюцию.

# КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВОГО МЕТОДА ЛАБОРАТОРНОЙ ГЕНЕРАЦИИ И ОПТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ МИКРОКАПЕЛЬ

А.А. Федорец<sup>1\*</sup>, Э.Э. Колмаков<sup>1</sup>, Д.Н. Медведев<sup>1</sup>, Л.А. Домбровский<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО Тюменский государственный университет, Тюмень

<sup>2</sup> ФГБУН Объединенный институт высоких температур РАН, Москва

\*E-mail: fedorets\_alex@mail.ru

Современное растениеводство требует применения различных химических средств защиты растений (ХСЗР). Среди способов внесения ХСЗР [1], одним из наиболее эффективных является капельное орошение [1, 2]. Это – довольно сложный и недостаточно изученный процесс, зависящий от ряда факторов, включая физико-химические свойства распыляемого раствора и погодные условия [2]. Среди явлений, требующих дальнейшего изучения, – многократное увеличение скорости ряда химических реакций в микрокаплях по сравнению со скоростью тех же реакций в колбе или пробирке [3, 4]. В практическом отношении это означает, что стабильность раствора, прошедшего стандартный лабораторный контроль, может оказаться недостаточной в частицах аэрозоля. Важным параметром процесса является также размер капель распыляемого аэрозоля. Наши недавние исследования показали, что даже небольшие примеси растворенного вещества могут значительно влиять на скорость испарения или конденсации капель и этот процесс существенным образом зависит от влажности окружающего воздуха [5, 6]. При неудачном сочетании свойств ХСЗР и погодных условий стабильность аэрозольного облака может уменьшаться из-за различной скорости изменения размера малых капель. В связи с этим, принципиальное значение имеет лабораторный контроль свойств микронных капелек раствора ХСЗР в сочетании с расчетным моделированием параметров капель в натуральных условиях.

Для ключевых экспериментов по обсуждаемой теме предлагается оригинальная технология, разработанная в ТюмГУ, которая основана на генерации стабильно левитирующих кластеров из капель заданного размера и химического состава [6]. Физико-химические процессы в отдельных микрокаплях аэрозоля наблюдаются и изучаются в нашей лаборатории на специально созданной установке с применением скоростной видеосъемки и современных методов флуоресцентной и гиперспектральной микроскопии.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-29-00303, <https://rscf.ru/project/24-29-00303>

[1] Груздев Г.С. Химическая защита растений. Под редакцией Г.С. Груздева - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1987. - 415 с.

[2] Инновационные технологии защиты ярового рапса от вредителей и болезней в условиях Тюменской области: рекомендации / авт.-сост. А.И. Старых, П.Е. Ходаков, С.В. Шерстобитов. – Тюмень, 2021. – 88 с.

[3] Wei Z. et al. Accelerated reaction kinetics in microdroplets: Overview and recent developments. Annual Review of Physical Chemistry. – 2020.-V. 71. P. 31–51.

[4] Li K. et al. Significantly accelerated photochemical and photocatalytic reactions in microdroplets // Cell Reports Physical Science. – 2022.-V. 3. No. 6. – 100917.

[5] Fedorets A.A., Kolmakov E.E., Medvedev D.N., Levashov V.Y., Dombrovsky L.A. Stabilization of levitating clusters containing saltwater droplets // International Journal of Thermal Sciences. - 2023. - V. 188. – 108222.

[6] Fedorets A.A., Dombrovsky L.A., Bormashenko E., Nosonovsky M. Levitating Droplet Clusters, Begell House, New York, 2023, 196 pp.

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАСШИРЕНИЯ ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ НУТА И ЛЮПИНА БЕЛОГО В ЦЧЗ

Е.И. Хрюкина

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений»,  
Воронежская область, п. Рамонь  
vniizr-ramon@mail.ru*

Возделывание зернобобовых культур является необходимым условием обеспечения растительным белком как человека, так и сельскохозяйственных животных. Среди возделываемых бобовых культур особое место занимают нут и люпин. Однако, одним из сдерживающих факторов расширения посевных площадей данных культур является проблема борьбы с сорной растительностью, из-за ограниченного ассортимента гербицидов против широколистных сорных растений.

Нут и люпин проявляют высокую чувствительность к гербицидам, в этой связи большую роль в системе защиты данных культур от сорной растительности в начальный период их роста и развития играют довсходовые гербициды. Однако, при сложной степени засоренности почвенники не могут, в полной мере, защитить посевы от второй волны сорняков и требуется применение гербицидов в период вегетации.

По результатам исследований в 2019-2023 гг. на нуте установлена эффективность и возможность использования почвенных гербицидов Зенкор Ультра (1,0-1,2 л/га), Мерлин (0,13 кг/га), Хевимет Голд (3,5 л/га), Пивот (0,75 л/га), Гезагард (1,5 л/га) + Зенкор Ультра (0,6 л/га), которые снижали засоренность посевов нута однолетними двудольными сорняками на 78,6-89,4%. От злаковых сорняков более эффективными (78,2-82,4%) были Дуал Голд (1,6 л/га), Хевимет Голд (3,5 л/га) и Гезагард (1,5 л/га) + Дуал Голд (0,8 л/га). Применение данных гербицидов позволило сохранить 5,2-8,5 ц/га зерна нута.

При применении в период вегетации нута (в фазе 3-5 листьев) гербицидов Гермес (0,8 л/га), Базагран (2,0 л/га), Мерлин Флекс (0,2-0,3 л/га) и Имазошанс (0,8 л/га) было установлено, что Гермес и Имазошанс «присаживают» растения нута, но при этом хорошо сдерживают засоренность (80,7-81,5%), сохраняя 5,8-6,2 ц/га зерна нута. Применение данных гербицидов с регуляторами роста растений Стимунол ЕФ (0,05 л/га) и Альбит (0,03 л/га) снижало токсичность препаратов и повышало урожайность культуры на 0,4-1,2 ц/га по сравнению с индивидуальным их применением. Базагран оказывал сильное токсическое действие на культуру, повреждение достигало 80%, что негативно сказывалось на урожайности нута. Более высокую эффективность в борьбе с сорными растениями показал Мерлин Флекс, КС, снижая общую засоренность однолетними двудольными и злаковыми сорняками на 86,5% и не оказывая токсического действия на культурные растения.

На люпине белом более эффективными были почвенные препараты Хевимет Голд (3,5 л/га), Зенкошанс (1,0-1,2 л/га), Комманд (0,9 л/га), Пледж (0,12 кг/га), Пропонит (2,0-2,5 л/га), Шансгард (3,0 л/га), Гардо Голд (3,5 л/га), Пивот (0,5 л/га), Зета (0,5 л/га), Зенкошанс (0,6 л/га) + Пропонит (2,0 л/га). Применение данных гербицидов через 2-3 дня после посева способствовало снижению засоренности на 85,6-98,9% и сохранению урожая зерна люпина на 4,7-16,1 ц/га.

Для защиты люпина белого от широколистных сорных растений в период вегетации культуры (в фазе 2-4 листьев) эффективны гербициды Пивот (0,5 л/га), Зета (0,5 л/га), Тифи (0,008 кг/га), Бетанал 22 (1,0-1,2 л/га) + Пилот (2,0 л/га) и двукратное применение Пилот (1,5 + 1,5 л/га). Для снижения фитотоксического действия гербицидов на культуру целесообразно их использование в баковой смеси с регулятором роста растений Стимунол ЕФ (0,05 л/га).

Таким образом, защита посевов нута и люпина от комплекса сорных растений с использованием выше указанных довсходовых и послевсходовых гербицидов совместно с регуляторами роста растений позволит без ущерба для культур получить полноценный, качественный урожай и расширить посевные площади этих ценных, высококорентабельных зернобобовых культур.



## ТЕСТИРОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ГРИБОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ С РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА ПАСЛЕНОВЫЕ, НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ТИАБЕНДАЗОЛУ

А.А. Цинделиани<sup>1\*</sup>, Д.Н. Скоков<sup>1</sup>, С.Н. Еланский<sup>1,2</sup>, Е.М. Чудинова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Российский Университет Дружбы Народов имени Патриса Лумумбы, Москва, Россия

<sup>2</sup>Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

\* e-mail: 1132236261@rudn.ru

Тиабендазол – широко используемый фунгицид для обработки клубней картофеля во время хранения и перед посадкой. Фунгицид высокоэффективен, но отмечены случаи появления невосприимчивых к нему штаммов. Известно, что устойчивость штаммов обусловлена мутациями в гене  $\beta$ -тубулина. У *Colletotrichum cereale*, *C. truncatum* мутация выявлена в 198 кодоне [1,2], у *Helminthosporium solani* в 198 и 200 кодонах [3]. По-видимому, у некоторых грибов есть видовая устойчивость к тиабендазолу. Данная работа посвящена изучению восприимчивости разных видов грибов к тиабендазолу.

В работе использовали штаммы грибов из коллекции РУДН. Видовая принадлежность штаммов была определена по культурально-морфологическим признакам и с помощью секвенирования видоспецифичных участков генов.

Протестированы штаммы грибов видов *Alternaria grandis*, *A. linariae*, *A. alternariacida*, *A. protenta*, *A. solani*, *A. protenta*, *Boeremia exigua*, *Cephalotrichum asperulum*, *Colletotrichum coccodes*, *C. nigrum*, *Fusarium torulosum*, *F. merismoides*, *F. sambucinum*, *F. oxysporum*, *F. commune*, *F. solani*, *F. sporotrichioides*, *F. avenaceum*, *F. equiseti*, *F. cerealis*, *F. incarnatum*, *F. nematophilum*, *F. sambucinum*, *Geotrichum candidum*, *Helminthosporium solani*, *Plectosphaerella* sp., *Penicillium* sp., *Rhizoctonia solani* и *Trichocladium solani*.

Исследованные штаммы *Boeremia exigua* ( $EC_{50} = 1,6–8,0$  мг/л) и *Rhizoctonia solani* ( $EC_{50} = 3,1$  мг/л) оказались восприимчивы к тиабендазолу. У чувствительных к тиабендазолу штаммов *Colletotrichum*  $EC_{50} = 0,7–0,9$  мг/л, при этом обнаружено 3 штамма *C. coccodes* с повышенной устойчивостью ( $EC_{50} = 20,3–89,5$  мг/л). При анализе гена  $\beta$ -тубулина у устойчивых штаммов *C. coccodes* мутации не были обнаружены. Среди штаммов *H. solani* выявлены высокоустойчивые ( $EC_{50} > 100$  мг/л), причем у устойчивых выявлены мутации в 198 и 200 кодонах гена  $\beta$ -тубулина. Большинство протестированных штаммов *Fusarium* были восприимчивы к тиабендазолу. Штаммы *F. sambucinum* показали повышенную устойчивость к тиабендазолу ( $EC_{50} = 26–130$  мг/л). Штаммы *Trichocladium solani* и *Plectosphaerella* sp. оказались чувствительными ( $EC_{50} = 0,5$  мг/л и  $EC_{50} = 3,62$  мг/л соответственно). Штаммы, относящиеся к родам *Alternaria*, *Penicillium*, а также *Cephalotrichum asperulum* и *Geotrichum candidum* проявили устойчивость к тиабендазолу ( $EC_{50} > 100$  мг/л).

Работа поддержана грантом РФФ 23-16-00048

### Список литературы

1. Wong F.P., de la Cerda K.A., Hernandez-Martinez R., Midland S.L. Detection and characterization of benzimidazole resistance in California populations of *Colletotrichum cereale*. // Plant Disease. — 2008. — V.92(2). — P.239-246.
2. Torres-Calzada C., Tapia-Tussell R., Higuera-Ciajara I., et al. Sensitivity of *Colletotrichum truncatum* to four fungicides and characterization of thiabendazole-resistant isolates. // Plant Disease. — 2015. — V.99. — P. 1590-1595.
3. Chudinova E.M., Kokaeva L.Yu., Elansky S.N. et al. The occurrence of thiabendazole-resistant isolates of *Helminthosporium solani* on potato seed tubers in Russia // Journal of Plant Diseases and Protection. — 2020. — V. 127. — P. 421-423.

## РЕЗИСТЕНТНОСТЬ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ *MICRODOCHIUM NIVALE* К КАРБЕНДАЗИМУ

К.А. Шатравина<sup>1,2\*</sup>, Г.Ш. Мурзагулова<sup>1</sup>, О.А. Гоголева<sup>1</sup>, Е.А. Рязанов<sup>1</sup>,  
И.Т. Сахабутдинов<sup>1</sup>, Е.В. Осипова<sup>1</sup>, В.Ю. Горшков<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Казанский институт биохимии и биофизики ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

<sup>2</sup> Казанский (Приволжский) Федеральный университет, Казань, Россия

Химическая защита растений играет значимую роль в отношении тех заболеваний, для которых ограничен набор источников устойчивости в генофондах культурных растений, ввиду сложного полигенного наследования признаков устойчивости. Одним из таких заболеваний является розовая снежная плесень, вызываемая психротолерантными грибами *Microdohium nivale* из класса *Ascomycota*. Список фунгицидов, которые эффективны для подавления снежной плесени, ограничен, ввиду того, что данное заболевание развивается под снежным покровом. Одним из широко используемых для борьбы со снежной плесенью фунгицидов является карбендазим, который блокирует бета-тубулин, ингибируя таким образом митоз в клетках грибов. Однако в последнее время наблюдается снижение эффективности действия фунгицидов ввиду адаптации к ним фитопатогенов. Поэтому целью нашего исследования стала оценка резистентности *M. nivale* к карбендазиму.

На первом этапе был проведен скрининг на чувствительность к карбендазиму 136 изолятов *M. nivale*, отобранных с территорий, отличающихся почвенными и агротехническими условиями. Чувствительность штаммов к карбендазиму оценивали чашечным методом. В результате скрининга было выявлено, что у 57% изолятов выражена качественная устойчивость к карбендазиму, и лишь у 17% количественная. Генотипирование изолятов проводили по последовательностям участков гена, кодирующего бета-тубулин, который является не только филогенетическим маркером, но и мишенью карбендазима. Исследуемые штаммы были разделены на филогенетические группы по результатам секвенирования и филогенетического анализа полученных последовательностей. Для обнаружения взаимосвязи между устойчивостью штаммов *M. nivale* к действующему веществу фунгицида и принадлежностью к определенной филогенетической группе нами построены диаграммы разброса, показывающие процент ингибирования роста мицелия в присутствии карбендазима для изолятов каждой филогенетической группы. Достоверность различий полученных массивов определили с помощью теста Манна-Уитни, и в результате была обнаружена зависимость между устойчивостью штаммов к карбендазиму и их принадлежностью к конкретной филогенетической группе, определяемой по варианту последовательности гена бета-тубулина. Таким образом, нами показано, что механизм адаптации *M. nivale* к карбендазиму связан с генетическими изменениями в участках, кодирующих бета-тубулин. Данные, полученные в ходе нашего исследования, могут быть использованы для прогнозирования эффективности применения карбендазима как средства защиты растений от снежной плесени в разных агроценозах.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № 23-16-00086 и госзадания ФИЦ КазНЦ РАН.

**МОНИТОРИНГ РЕЗИСТЕНТНОСТИ *CERCOSPORA BETICOLA* К ФУНГИЦИДАМ  
В.В. Шеремет<sup>1,2\*</sup>, Ф.С. Джалилов<sup>2</sup>, О.В. Ильюк<sup>1</sup>, К.Л. Калакуцкий<sup>1</sup>, Е.С. Мазурин<sup>1,2</sup>,  
М.В. Непочатых<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ООО «Сингента», Российская Федерация, Москва;

<sup>2</sup>Российский государственный аграрный университет РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева, Москва;

\*e-mail: vlad.sheremet@syngenta.com

Церкоспороз, вызываемый *Cercospora beticola*, относится к наиболее вредоносным заболеваниям сахарной свёклы. В России для контроля церкоспороза широко применяются фунгициды, содержащие действующие вещества из классов стробилуринов и триазолов и, в меньшей степени, действующие вещества других типов. Во многих странах, где возделывается сахарная свёкла, хорошо известно о проблеме резистентности возбудителя церкоспороза к наиболее часто применяемым фунгицидам (Vaghefi et al, 2016).

Причиной резистентности могут являться как мутации или их сочетание, так и увеличение экспрессии целевого белка. Данные о распространенности и частоте встречаемости резистентных изолятов в популяции патогена важны для выбора наиболее эффективной схемы фунгицидной защиты.

Проведенный нами ранее анализ чувствительности коллекции выделенных изолятов *C. beticola* к стробилуринам биотестами *in vitro* выявил наличие резистентных изолятов. Проведенное секвенирование гена *cutB* подтвердило мутацию в домене G143A у изолятов с наибольшим значением ЭК50 (G143A – замена глицина на аланин). В то же время необходимость выделения нескольких изолятов из каждого образца для проведения биотеста усложняет и удлиняет срок проведения анализа.

В рамках докладываемой работы тестировался молекулярно-генетический метод для массового скрининга без выделения патогена. В работе был проведен анализ 46 образцов листьев сахарной свёклы из основных регионов возделывания культуры с типичными для церкоспороза симптомами, отобранных в 6 субъектах РФ. В рамках работы также запланировано сопоставление данных молекулярно-генетического скрининга и биотеста. Для проведения последнего из каждого образца было выделено 3–5 изолятов (всего 178).

Экстрагированную тотальную ДНК из образца использовали для постановки ПЦР. В результате амплификации получили смесь ампликонов, содержащую копии участков генов, кодирующих белки-мишени для фунгицидов из классов триазолы и стробилурины (гены *cutB* и *cutA* соответственно). Полученные ампликоны исследовали методом нанопорового секвенирования. Для гена *cutB* во всех 46 образцах были получены информативные данные (достаточное количество прочтений по всей длине ампликонов – 850 п.н.), для гена *cutA* – 78% образцов содержали значимое количество прочтений.

В результате обработки данных нанопорового секвенирования было обнаружено доминирование в образцах ампликонов содержащих замену G143A в гене *cutB* (резистентность к стробилуринам) – 87% образцов. Кроме того, обнаружены замены в кодонах L144F, I309T, T464S гена *cutA*, которые согласно ранее опубликованным данным приводят к изменению чувствительности к триазолам (Kumar et al, 2021).

Методика позволит быстро получать данные о наличии и доле резистентных изолятов в популяции патогена, что позволит корректировать применение фунгицидов различных классов исходя из антирезистентной стратегии.

Библиографический список:

1. Kumar R, Mazakova J, Ali A, Sur VP et al. (2021) Characterization of the molecular mechanisms of resistance against DMI fungicides in *Cercospora beticola* populations from the Czech Republic. *Journal of Fungi*. 7(12):1062. <https://doi.org/10.3390/jof7121062>
2. Vaghefi N, Hay FS, Kikkert, JR, Pethybridge SJ (2016) Genotypic diversity and resistance to azoxystrobin of *Cercospora beticola* on processing table beet in New York. *Plant Disease* 100(7): 1466-1473. <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-09-15-1014-RE>

# СОВРЕМЕННЫЙ ФУНГИЦИД ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО ОТ СЕТЧАТОЙ ПЯТНИСТОСТИ

Д.А. Шумаков<sup>1,2\*</sup>, А.Б. Лаптиеv<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

<sup>2</sup>ООО "Инновационный центр защиты растений", Санкт-Петербург

\* e-mail: shumakov@iczr.ru

Ячмень яровой в условиях Северо-Западного региона одна из важнейших культур, но ее урожайность во многом лимитирована постоянным и часто значительным развитием в посевах болезней, наиболее опасной среди которых является сетчатая пятнистость [1].

На сегодняшний день в борьбе с данным заболеванием результативным и значимым однозначно остается химический метод. При этом по состоянию на начало 2024 года в «Государственном каталоге пестицидов...» для защиты посевов от сетчатой пятнистости содержится более 200 фунгицидов, среди которых 67 препаратов предназначены для применения путем предпосевной обработки семян и 138 – для обработки вегетирующих растений [2].

Тем не менее систематическое применение одних и тех же фунгицидов несёт в себе определённые риски, в том числе связанные с развитием у возбудителя болезни резистентности. Отсюда поиск препаратов, обладающих высокой биологической эффективностью в сочетании с благоприятными показателями экотоксикологического плана, является первостепенной задачей в защите ячменя от листовых пятнистостей.

Было изучено действие препаратов, основанных на оригинальном сочетании пираклостробина из группы стробилуринов, являющихся природоподобными веществами, с соединениями из триазолов и карбоксамидов. Это фунгициды Дейзи, СЭ (70 г/л пропиконазола + 70 г/л тебуконазола + 60 г/л пираклостробина) с включением в эксперименты норм применения 0,6 и 0,8 л/га и Приаксор Макс, КЭ (200 г/л пираклостробина + 125 г/л пропиконазола + 30 г/л флуксапироксада) в норме 0,5 л/га.

Полевые опыты проведены в условиях Ленинградской области на посевах ячменя ярового сорта Московский 86. Все действия и контроль осуществляли в соответствии с положениями методических указаний по регистрационным испытаниям фунгицидов [3].

Развитие сетчатой пятнистости в период наблюдений достигало 35% в контрольном варианте. На этом фоне оба препарата показали достаточно высокую (более 80%) биологическую эффективность, но все же несколько выделялись варианты с использованием фунгицида Дейзи, СЭ. Обработка посевов ячменя здесь обеспечивала снижение развития болезни уже на уровнях, приближающихся к 90%, а разница в эффектах от применения различающихся норм данного фунгицида была несущественной.

Таким образом, опираясь на результаты проведенных исследований, можно утверждать, что применение комбинированных фунгицидов может служить надежным приемом в защите ячменя ярового от сетчатой пятнистости.

## Список литературы

1. Шпанев А.М., Лаптиеv А.Б., Гончаров Н.Р. и др. Система интегрированной защиты ячменя ярового от вредных организмов в Северо-Западном регионе РФ. СПб: ВИЗР, 2019. – 44 с.
2. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – М.: МСХ РФ. – 2023. – 926 с.
3. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / под ред. В.И. Долженко. – Санкт-Петербург – ВИЗР, Минсельхоз России. – 2009. – 378 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В БЕЛАРУСИ

Е.А. Якимович

*РУП «Институт защиты растений», Республика Беларусь, аг. Прилуки  
e-mail: tomilinaelena77@inbox.ru*

Республика Беларусь за последние десятилетия последовательно и уверенно наращивает свою роль в качестве одного из лидеров глобального продовольственного сектора. Широкое внедрение научно-обоснованных интегрированных систем защиты растений позволяет существенно повысить результативность технологий возделывания сельскохозяйственных культур и улучшить экономические показатели производства растениеводческой продукции.

По состоянию на 2011 г. в «Государственном реестре средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» было зарегистрировано 614 средств защиты растений (далее – СЗР), однако к 2020 г. количество препаратов значительно выросло и составила 947 наименований.

Видно, что затраты на приобретение пестицидов с 2001 по 2010 гг. выросли почти в 4 раза: для проведения защитных мероприятий сельхозпроизводителями республики в 2001 г. было использовано СЗР на 47,2 млн. долл., в 2005 г. – на 87,4 млн. долл., в 2010 г. – на сумму 200 млн. долл. С 2011 по 2020 гг. затраты на СЗР также постепенно увеличились в 1,4 раза: стоимость применения СЗР в 2011, 2015, 2016 гг. составляла 173,1–175,2 млн. долл., в 2012–2014 и 2017–2020 колебалась между суммами в 209,0 и 252,2 млн. долл.

Хотелось бы отметить, что по группам пестицидов также отмечаются различия по годам применения. Объемы в стоимостном выражении применяемых гербицидов от общего объема СЗР несколько снизились: в 2002–2009 гг. их доля в среднем составляла от 70,3 до 78,5 %, в 2010–2020 гг. отмечается снижение их применения до 60,3–66,4 %. В 2001–2010 гг. денежные расходы на внесенные фунгициды составляли от 7,2 до 15,6 % в общей сумму затрат на СЗР, однако в 2011–2020 гг. возросли от 16,9 до 19,7 %. Применение протравителей занимает около 8,6–12,0 % от общего объема СЗР. Доля на инсектициды колебалась в 2001–2010 гг. от 1,2 до 2,6 %, причем в последние 10 лет отмечается увеличение применения данной группы СЗР (от 2,2 до 5,3 %).

В республике средства защиты растений производятся на таких предприятиях как ЗАО «Август-Бел», ООО «Франдеса», ОАО «Гроднорайагросервис» и ОАО «Гомельский химический завод». Кроме того, функционирует ряд производств, нарабатывающих небольшие партии фунгицидов, регуляторов роста, биопрепаратов и др.

Так, в 2007–2010 гг. отечественными предприятиями поставлено 599–6711 тонн пестицидов на сумму 127–206 млн. долл., в 2011–2015 гг. – 5838–3797 тонн на сумму 175–174 млн. долл., в 2016–2020 гг. поставлено 3904–4566 тыс. тонн пестицидов на сумму 173–252 млн. дол. В целом за последние 3 года объемы по тоннажу составляют 40–41 %, в денежном выражении – 31–33 % от объемов применения всех СЗР.

В целом по республике в 2015 и 2020 г. достаточно активно применялись гербициды: доля отечественных гербицидов составляла 46–54 % от общего объема препаратов против сорной растительности по тоннажу и 36–37 % к общему объему по их стоимости. Доля фунгицидов отечественного производства – от 26 до 28 % (по тоннажу) и от 18 до 27 % по стоимости. Увеличилась доля инсектицидов – с 5 до 25 % по тоннажу и с 8 до 35 % по стоимости от общего объема инсектицидов. Возросли объемы производства биопрепаратов с 10 до 58 % по тоннажу и с увеличением доли в продаже СЗР с 0,4 до 26 % в общем объеме биологических средств защиты.

Кроме того, постоянно расширяется ассортимент СЗР отечественного производства.

Таким образом, система земледелия в условиях Республики Беларусь невозможна без организованной интегрированной системы защиты растений как фактора, определяющего высокие урожаи сельскохозяйственных культур.

**СЕКЦИЯ 6.  
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ**

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОФУНГИЦИДОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ МИЛДЬЮ ВИНОГРАДА

Н.В. Алейникова, П.А. Диденко\*, Е.С. Галкина, В.Н. Шапоренко, В.В. Андреев

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН», г. Ялта, Россия

\*e-mail: [didenko.magarach@mail.ru](mailto:didenko.magarach@mail.ru)

На сегодняшний день одно из приоритетных направлений исследований - разработка новых средств и методов химической защиты, изучение и внедрение в практику препаратов с низкими нормами расхода и нестойких в окружающей среде: пестицидов нового поколения, имеющих широкий спектр действия, высокую избирательность и эффективность, в том числе микробиологических и биорациональных препаратов, обладающих селективностью и экологической безопасностью [1].

Двухлетние исследования (2022-2023 гг.) по определению биологической эффективности фунгицида Системика М, Ж в защите винограда от милдью (*Plasmopara viticola* Berl. et Toni) проводились в условиях Западного предгорно-приморского района Крыма на сорте Ркацители согласно общепринятым методическим рекомендациям [2]. Системика М, Ж (титр не менее  $1 \cdot 10^9$  КОЕ/мл *Bacillus mojavensis* штамм PS 17) – биофунгицид и бактерицид на основе эндофитных бактерий, способных колонизировать внутренние ткани растения.

В условиях вегетационных периодов 2022-2023 гг. на опытном участке благоприятные условия для первичного и последующих заражений милдью винограда – единовременное выпадение более 10 мм осадков на фоне оптимальных для развития болезни температур воздуха - сложились в первой декаде июня. В целом, в период проведения исследований милдью развивалось в слабой (9,5 % на листьях и 1,2 % на гроздьях, 2022 г.) и средней степени (41,9 % на листьях и 21,2 % на гроздьях, 2023 г.), начиная с первой декады июля.

В 2022 году на растениях винограда опытных вариантов (трехкратное применение фунгицида Системика М, Ж с нормами применения 5 л/га, 7 л/га и 10 л/га) и эталона (обработки препаратом БФТИМ КС-2, Ж – 6 л/га) на 24-й день после третьей обработки интенсивность заболевания на листьях не превышала 2 %, на гроздьях – 0,7 %. В 2023 году на 14-е сутки после 3-й обработки развитие милдью составляло 15-17,4 % на листьях и 3,3-5,2 % на гроздьях винограда, в эталоне данные показатели составляли 16,1 % и 7,2 %, соответственно. При данном уровне развития заболевания определены следующие значения биологической эффективности: 100 % для листьев и гроздей в 2022 г. при слабом развитии болезни и 67-71,4 % для листьев, 83,3-88,9 % для гроздей в 2023 г. при среднем развитии милдью. Учет урожая показал, что применение изучаемого фунгицида позволило получить высокий кондиционный урожай винограда, между опытными вариантами и эталоном в среднем за годы исследований по массе грозди (181-189 г) и количеству урожая с куста (8,2-8,5 кг/куст) существенных различий не установлено.

Таким образом, по результатам двухлетних полевых исследований биологическая эффективность отечественного биофунгицида производства ООО «Органик парк» – Системика М, Ж (5-10 л/га) для защиты винограда сорта Ркацители от милдью позволяет рекомендовать его для государственной регистрации.

Список литературы:

1. Гришечкина Л.Д., Долженко В.И., Кунгурцева О.В., Ишкова Т.И., Здрожевская С.Д. Развитие исследований по формированию современного ассортимента фунгицидов // Агрохимия. 2020. №. 9: 32-47.
2. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / под. ред. В.И. Долженко. С.-Пб., 2009 г. 378 с.

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS* И *PSEUDOMONAS* НА РОСТ И ТОКСИНОПРОДУЦИРОВАНИЕ ГРИБА *FUSARIUM GRAMINEARUM IN VITRO*

В.В. Аллахвердян<sup>1\*</sup>, Т.М. Сидорова<sup>1</sup>, А.М. Асатурова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологической защиты растений», Краснодар

\*e-mail: lera\_arm@mail.ru

Пшеница - одна из важнейших зерновых культур в мире. Заболевания, вызванные грибами рода *Fusarium*, могут ежегодно приводить не только к снижению качества зерна, но и к загрязнению фузариотоксинами которые представляют серьезную угрозу для здоровья человека. Среди микотоксинов гриба *F. graminearum* дезоксиниваленол (ДОН) и зеараленон (ЗЕН) наиболее вредоносны и распространены. Известны биофунгициды на основе бактерий рода *Bacillus* и *Pseudomonas*, способные не только ингибировать рост токсиногенного гриба, но и сдерживать контаминацию зерна пшеницы микотоксинами.

Бактерии используют различные механизмы для подавления роста *F. graminearum*. Антигрибная активность бактерий зависит от их способности продуцировать биологически активные соединения. Штаммы бактерий *B. velezensis* BZR 336g, *B. velezensis* BZR 517, *P.chlororaphis* BZR 245 и *Pseudomonas* sp.BZR 523-2 из биоресурсной коллекции ФГБНУ ФНЦБЗР «Государственная коллекция энтомоакарифагов и микроорганизмов», в процессе культивирования при оптимальных условиях синтезируют большое количество разнообразных по структуре метаболитов. Данный факт обнаружен нами как методами ТСХ и биоавтографии, так и ВЭЖХ. Это говорит о том, что оба штамма бактерий имеют необходимые для подавления гриба антагонистические свойства. Результаты, полученные при изучении влияния бактерий на рост гриба, позволяют констатировать, что штаммы бактерий в значительной степени проявляют антагонистические свойства, подавляя рост гриба штамма *F. graminearum* 60318.

При изучении влияния жидкой культуры и супернатанта бактерий *B. velezensis* BZR 336g, *B. velezensis* BZR 517, *P.chlororaphis* BZR 245 и *Pseudomonas* sp. BZR 523-2 на накопление микотоксинов грибом *F.graminearum* установлено, что накопление ДОН подавляется под действием жидкой культуры (ЖК) и супернатанта всех представленных бактерий. В большей степени ДОН подавляется ЖК *B. velezensis* BZR 336 g, ЖК *B. velezensis* BZR 517 и ЖК *B. amylogliquefaciens* BZR 277, в данных образцах содержание составило 0 мкг/г.

Содержание ЗЕН также значительно ингибируется под влиянием ЖК и супернатантов бактериальных штаммов. Супернатант *P.chlororaphis* BZR 245-F снижает ЗЕН с 173 мкг/г в контроле, до 8,3 мкг/г. Остальные штаммы также снижают содержание ЗЕН. Однако образец с добавлением ЖК *B. siamensis* BZR 86 показал содержание ЗЕН на уровне контроля (с добавлением только *F. graminearum* 60318). Изучаемые штаммы по воздействию *in vitro* на рост гриба *F. graminearum* 60318, а также на продуцирование токсинов различаются между собой, что может быть следствием различных механизмов действия бактериальных штаммов на патоген.

В исследованиях использована материально-техническая база УНУ «Технологическая линия для получения микробиологических средств защиты растений нового поколения» (<https://ckp-rf.ru/catalog/usu/671367/>).

Исследования выполнены согласно Государственному заданию Министерства науки и высшего образования РФ в рамках НИР по теме № FGRN-2022-0005.



## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ В БАКОВЫХ СМЕСЯХ ГЕРБИЦИДОВ ШИРОКОГО СПЕКТРА ДЕЙСТВИЯ И ШТАММА *BACILLUS SUBTILIS* FB22

Л.Г. Анисимова \*

ГБУ РБ «Научно-исследовательский технологический институт гербицидов и регуляторов роста растений с опытно-экспериментальным производством Академии наук Республики Башкортостан», Уфа

\*e-mail: biotechexpert22@gmail.com

Современное растениеводство предполагает широкое использование пестицидов. При этом с точки зрения экономической эффективности одновременное использование гербицидов и фунгицидов является более выгодным, так как снижает гектарную норму расхода каждого компонента на 10-15% и сокращает кратность обработок. Как правило, химические пестициды, особенно препараты с широким спектром действия, характеризуются длительным периодом сохранения в почве и способностью в сильной степени подавлять развитие почвенных микроорганизмов, что снижает всхожесть и продуктивность возделываемых культур. В связи с этим, в последнее время все чаще находят применение экологически чистые, относительно дешевые биологические средства защиты растений на основе штаммов PGPR-микроорганизмов.

С целью разработки мер защиты яровой мягкой пшеницы от грибных болезней проведена оценка возможности применения штамма *Bacillus subtilis* Fb22, проявляющего стабильные антагонистические свойства против фитопатогенных грибов, в баковых смесях с гербицидами широкого спектра действия Фултайм, МД и Парадокс, ВРК (АО Фирма «Август», Россия).

Показано, что концентрации гербицидов (Парадокс, ВРК – 4 мл/л рабочего раствора, Фултайм, МД – 6.4 мл/л рабочего раствора) в проведенном в лабораторных условиях опыте не угнетают жизнедеятельность бактерий при экспозиции в течение 10 суток, при этом численность микроорганизмов в баковой смеси сохраняется на уровне  $10^4$  клеток/мл раствора.

Установлена высокая фунгицидная активность штамма *B. subtilis* Fb22 в отношении ряда фитопатогенных грибов (*Alternaria alternata*, *Fusarium poae*, *F.graminearum*, *F. oxysporum*, *Cochliobolus sativus*, *Botrytis byssoides*).

Выявлено, что использование чистого рабочего раствора гербицида оказывало сильное угнетающее действие гербицидов на рост растений. Показано, что совместное применение гербицидов Фултайм, МД и Парадокс, ВРК и суспензии штамма *B.subtilis* Fb22 позволило снизить угнетающее действие гербицидов на растения за счет увеличения биомассы растений пшеницы до 30-40 %, а также повышения показателей всхожести до 50 %. Показана принципиальная возможность совместного применения бактериальных препаратов на основе штаммов *B. subtilis* в баковых смесях с гербицидами широкого спектра действия.

## МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ: СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ, СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ

А.М. Асатурова\*, Н.А. Жевнова, Е.Ю. Шипиевская

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологической защиты растений», Краснодар

\*e-mail: [biicontrol-vniibzr@yandex.ru](mailto:biicontrol-vniibzr@yandex.ru)

Защита растений от вредных организмов – важная социально-экономическая задача стратегического значения. Потери растениеводческой продукции только от болезней могут составлять 20-30 %. Несмотря на высокую эффективность химических фунгицидов, их использование может приводить к ряду негативных последствий – загрязнению почвы, водоемов, грунтовых вод, уменьшению биоразнообразия и снижению супрессивных свойств почв, гибели нецелевых микроорганизмов, накоплению токсичных остатков в продуктах питания и т.д. Кроме того, со временем экономическая эффективность химических пестицидов снижается из-за формирования у вредных организмов резистентности.

Современная биологическая защита растений – наукоемкая и высокотехнологическая область. Мощный двигатель развития биологизации в развитых и развивающихся странах – социально-общественный контроль и содействие со стороны государственных органов. Несмотря на то, что ассортимент отечественных биопрепаратов уступает европейскому ассортименту, в целом прослеживается устойчивая тенденция увеличения емкости российского рынка биологических средств защиты растений и биоудобрений. Растет потребность в целом и, в частности, преимущественно в тех препаратах, которые ориентированы на определенные группы культур и вредных организмов. Так, по данным Института аграрных исследований НИУ ВШЭ, в России емкость рынка биологических средств защиты растений в период с 2016 по 2020 год выросла на 42 %, а биоудобрений и стимуляторов роста – на 47 %.

На фоне ухудшающейся фитосанитарной ситуации на посевах все большую актуальность приобретает использование экологически безопасных средств защиты растений на основе полезных микроорганизмов, которые уже неоднократно доказали свою эффективность в качестве агентов борьбы с болезнями сельскохозяйственных культур. Такие биоагенты обладают комплексом хозяйственно-ценных признаков, таких, как стимуляция роста и продуктивности растений наряду с подавлением фитопатогенов, перевод элементов минерального питания в доступную для растений форму, повышение иммунитета растений и урожайности.

В настоящее время в Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, зарегистрировано 39 биофунгицидов на основе микроорганизмов, среди которых преобладают бактерии рода *Bacillus*, а также 18 наименований биологических инсектицидов. В целом, низкий уровень использования биопрепаратов связан с такими ограничениями, как генетическая нестабильность биоагента, сложность формирования ассоциаций с растениями, ухудшение эффективности при хранении, несовместимость в комбинациях с химическими пестицидами. Все это не позволяет в полной мере эффективно использовать биопрепараты. Дальнейшее развитие рынка биологических препаратов в качестве средств защиты растений на современном этапе также значительно тормозит отсутствие систем стандартизации, сертификации и контроля качества биопрепаратов на выходе, а также низкий уровень информированности аграриев. Однако на фоне развития биологизированного земледелия расширение рынка биологических средств защиты растений становится еще более актуальным. При этом важно отметить, что не все биопрепараты могут использоваться в органическом сельском хозяйстве. Для применения биологических средств защиты растений в органическом производстве необходимо получить разрешение от сертифицированных, аккредитованных в соответствии с национальным законодательством на сертификацию органической продукции.

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РИЗОБИАЛЬНЫХ ИНОКУЛЯНТОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ПРОРОСТКОВ СОИ

М.М. Астахов<sup>1\*</sup>, Н.С. Томашевич<sup>1</sup>, А.М. Асатурова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Федеральный научный центр биологической защиты растений, Краснодар

\*e-mail: astahov.91@inbox.ru

В России препараты на основе бактерий рода *Bradyrhizobium* применяют при обработке семян бобовых культур вследствие их способности обеспечивать потребность растений в азоте, который они фиксируют из воздуха и переводят в усвояемые растением формы. Известно, что стимуляция роста проростков может происходить как при прямом воздействии ризобий на молодые растения за счет синтеза гормонов роста, так и опосредованно, благодаря биоконтрольным свойствам бактерий или индукции системной устойчивости растения. В данном исследовании оценивается влияние *Bradyrhizobium* на стимулирование прорастания семян в зависимости от сорта на примере одной из наиболее возделываемой в России бобовой культуры – сои.

**Объекты исследования:** сорта сои селекции ФГБНЦ ФНЦ ВНИИМК: Ирбис, Селена, Барс, Вилана Бета, Вилана, Зара. Для инокуляции семян применяли жидкие препараты исключительно на основе бактерий рода *Bradyrhizobium* – коммерческие инокулянты: Атува, ВС, Оптимаиз 400, Ж, Лигабакт, Ж, Нитрофикс, Ж, Нитрофорс, Ж, Нодикс, Ж, Ультрастим, Ж, а также лабораторный образец инокулянта (проходит регистрационные испытания) - разработка НИИСХ Крыма.

**Методы исследования:** семена обрабатывали рабочими растворами инокулянтов с рекомендуемой производителем нормой применения за сутки до посева и проращивали в ложе из стерильного песка по ГОСТ 12044-93. Этиологию грибных возбудителей болезней всходов определяли до рода путем микроскопии. Использована материально-техническая база УНУ «Технологическая линия для получения микробиологических средств защиты растений нового поколения» (<http://ckp-rf.ru/usu/671367>).

**Цель:** оценить эффективность инокулянтов сои, востребованных в РФ, в подавлении семенной инфекции и улучшении роста и развития проростков.

Наиболее отзывчивыми к большинству инокулянтов являлись сорта Селена, Ирбис и Вилана, что проявлялось в прибавке длины корня и побега к контрольному варианту. Инокуляция в большинстве исследуемых вариантов оказала положительное влияние на снижение распространенности заболеваний. Снижение заболеваемости напрямую коррелировало с увеличением биометрических показателей проростков.

Статистически достоверная прибавка длины проростков получена при применении шести инокулянтов на сорте Ирбис. Прибавка длины побега составила 34,6-78,5 % в зависимости от препарата, максимальное значение достигнуто при применении лабораторного образца НИИСХ Крыма. Прибавка длины корневой системы составила 60,9-178,3 %, при максимуме в варианте Ультрастим, Ж.

Среди заболеваний проростков встречались гнили фузариозной (до 66 % в контрольном варианте без обработки), бактериальной (до 68%), реже ризоктониозной этиологии (до 4 %). Ультрастим, Ж существенно сдерживал распространенность бактериоза, тогда как развитие фузариоза сдерживали Ультрастим, Ж, Лигабакт, Ж, Атува, ВС, Нитрофикс, Ж, Оптимаиз 400, Ж.

Полученные результаты достоверно подтверждают, что препараты на основе ризобияльных бактерий стимулируют прорастание проростков сои, при этом важно отметить, что выделяются сорта сои, наиболее отзывчивые к инокуляции. Применение ризобияльных препаратов на таких сортах позволило снизить распространённость фузариозной и бактериальной гнили проростков, а также увеличить длину проростков.

**ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШТАММА *STREPTOMYCES CANDIDUS* 0952.18  
ДЛЯ РАЗРАБОТКИ НА ЕГО ОСНОВЕ БИОПРЕПАРАТА, ЭФФЕКТИВНОГО ПРОТИВ  
*LEPTINOTARSA DECEMLINEATA***

**И.В. Бойкова\*, И.А. Антонова**

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург*

*\*e-mail: irina\_boikova@mail.ru*

Российская Федерация входит в число крупнейших производителей картофеля в мире. Картофель – одна из важнейших сельскохозяйственных культур в России, его площади занимают более 1 млн га. Один из самых распространенных и опасных вредителей картофеля - колорадский жук, который отличается значительной вредоносностью, связанной с высоким потенциалом размножения, большой распространенностью и быстрой адаптацией к неблагоприятным внешним факторам. Заселённость колорадским жуком посевов картофеля в некоторых районах достигает 60%, вследствие чего потери урожая от преждевременного уничтожения ботвы составляют 25-30% [1]. Применение химических инсектицидов вызывает необратимые негативные последствия для окружающей среды и здоровья человека. Формирование устойчивости к ним у насекомых вынуждает повышать нормы расхода и кратность применения химических препаратов. Поэтому для снижения химического прессинга на агроэкосистемы и получения экологически чистого картофеля целесообразно использовать для защиты от вредителя биологические препараты на основе микроорганизмов и их метаболитов.

Объектом проводимых исследований служил отселектированный штамм *Streptomyces candidus* 0952-18, выделенный из почвы Ставропольского края, отобранный в результате многоступенчатого скрининга по признакам энтомоцидной, антифидантной и антагонистической активности и сохраняемый в «Государственной коллекции микроорганизмов, патогенных для растений и их вредителей» ВИЗР. Тест-объектами для определения энтомоцидной и антифидантной активности лабораторных образцов, полученных на основе отобранного штамма, служили личинки и имаго *L. decemlineata* Say, собранные в естественных условиях. Оценку антагонистической активности лабораторных образцов проводили на фитопатогенных грибах *Fusarium solani*, *Fusarium redolens*, *Alternaria solani*, *Bacillus subtilis* М-22 методом диффузии в агар.

В результате проведённых исследований установлено, что штамм *S. candidus* 0952-18 образует в процессе роста и развития вторичные метаболиты с инсектицидной, антифидантной и антибиотической активностью. На 3-и сутки после обработки 1.0% и 0.5% суспензией препарата гибель личинок 1-2 возраста составляла 100%, на 5-е сутки 100%-ю гибель личинок наблюдали при концентрации 0.1%. При концентрации 0.01% поедаемость через 1 сутки была в 2.5 ниже, чем в контроле, что свидетельствует об антифидантной активности препарата. В процессе стабилизирующего отбора выделили активный клон штамма, эффективный против имаго и личинок колорадского жука 1-4 возраста. Отмечено стимулирующее влияние метаболитов *S. candidus* 0952-18 на растения картофеля. Полевые испытания опытного образца, проведённые в 2023 году в Ставропольском крае на картофеле сорта Коломбо, показали его высокую эффективность. Прибавка урожая на опытном участке составила, в среднем, 26% по сравнению с контролем. Следует отметить отсутствие фитофтороза на опытном участке, в то время как на контрольных растениях распространённость заболевания была высокой.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования штамма *S. candidus* 0952-18 для разработки биопрепарата, эффективно защищающего картофель от личинок и имаго колорадского жука.

## ПОИСК СПОСОБОВ ПО СНИЖЕНИЮ РАЗВИТИЯ ФИТОПАТОГЕНОВ В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ

Л.Р. Валиуллин<sup>1\*</sup>, Риш.С. Мухаммадиев<sup>1</sup>, А.И. Самсонов<sup>1</sup>, Рин.С. Мухаммадиев<sup>1</sup>,  
П.П. Муковоз<sup>2</sup>, Ю.В. Зуева<sup>2</sup>, В.П. Калинин<sup>2</sup>, М.А. Севостьянов<sup>2</sup>, М.Г. Барышев<sup>2</sup>

Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, Казань  
Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Большие Вяземы

\*e-mail: LRValiullin@yandex.ru

Для обеспечения сельскохозяйственных животных кормами растительного происхождения в достаточном количестве требуется поиск эффективных методов борьбы с различными болезнями сельскохозяйственных культур. Микроскопические грибы представляют серьезную угрозу продуктивности сельскохозяйственных культур во всем мире. На сегодняшний день применение химических пестицидов является основным подходом в борьбе с болезнями растений. Этот подход сыграл важную роль в повышении урожайности и качества сельскохозяйственных культур за последние несколько десятилетий. Однако чрезмерное использование химических пестицидов привело к загрязнению окружающей среды, что ограничивает их использование в сельскохозяйственном производстве. В настоящее время исследователи изучают использование полезных микроорганизмов в качестве экологически безопасной стратегии борьбы с болезнями сельскохозяйственных культур. Широкий спектр родов бактерий продемонстрировал большой потенциал в качестве средств защиты при различных болезнях растений. Значительное внимание также уделяется исследованиям штаммов грибов в качестве средств биоконтроля для борьбы с болезнями растений. Эти биоконтрольные средства на основе грибов проявляют значительную антагонистическую активность в отношении различных почвенных и переносимых по воздуху патогенов растений, что делает их перспективными в качестве потенциальных биопестицидов для полевых или тепличных исследований. В связи с этим, целью настоящего исследования был поиск изолятов, подавляющих рост и развитие грибковых фитопатогенов в растительном сырье.

В результате проведенных исследований было установлено, что выделенные изоляты могут быть использованы в качестве потенциальных агентов биологической борьбы с грибными инфекциями (*Fusarium*, *Verticillum*, *Alternaria*, *Chaetomium* и др.) в сельском хозяйстве. В лабораторном опыте при контаминации силоса фитопатогенным грибом *Chaetomium* sp. его санитарные показатели ухудшились, а именно: содержание сырого протеина стало ниже контроля на 26%; концентрация кислотно-детергентной клетчатки понизилась относительно контроля на 28%; показатель содержания влаги увеличился на 11%; концентрация сухого вещества стала ниже контроля на 36%; показатель кислотности увеличился по сравнению с контролем на 22%; концентрация молочной кислоты снизилась на 20%; концентрация уксусной кислоты понизилась на 17% в сравнении с контрольной группой.

Таким образом, штаммы *Bacillus spp.*, *Lactobacillus spp.*, *Lactococcus spp.* и 5-гидрокси-6-метилурацил могут быть использованы при разработке новых эффективных препаратов для борьбы с различными группами патогенных микроорганизмов (*E. coli*, *St. aureus*, *B. cereus* и др.).

Работа выполнена за счет гранта Российского научного фонда, проект 23-26-00161.

## КАК АНТИБИОТИКИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ВЛИЯЮТ НА СТРУКТУРУ И ФУНКЦИЮ МИКРОБИОМА ПОЧВЫ?

А.С. Васильченко\*, А.В. Тесля, Д.В. Пошвина, А.А. Степанов, Д.С. Дилбарян,  
А.В. Яшников

*Лаборатория антимикробной резистентности, Тюменский государственный университет,  
Тюмень*

*\*e-mail: avasilchenko@gmail.com*

Интенсивное и длительное применение средств химической защиты растений несет угрозу истощения плодородного потенциала почв, появлению устойчивых форм фитопатогенов и накоплению пестицидов в растениеводческой продукции. Снижению токсической нагрузки на агроценоз способствует использование биопестицидов – микроорганизмов и их метаболитов, такой подход завоевывает симпатии растениеводов, что положительно отражается на динамике продаж микробиологических биопрепаратов. В этой связи представляется актуальными исследования, направленные на оценку структурных-функциональных изменений в микробиомах почв при воздействии антибиотических метаболитов микроорганизмов, составляющих активный компонент микробиологических удобрений и биопестицидов. В нашей работе мы исследовали воздействие на микробиом почв таких антибиотиков как: макролактин А и циклические липопептиды, продуцируемые бактериями рода *Bacillus*; 2,4-диацетилфлороглюцинол (2,4-ДАФГ), продуцируемый бактериями рода *Pseudomonas*. В 60-дневном эксперименте в контролируемых условиях была оценена микробиологическая активность почв, активность почвенных ферментов, ассоциированных с биоконверсией углерода, азота, фосфора, и динамика изменений в биоразнообразии почвенных бактерий и грибов при опытном воздействии.

Все исследуемые антибиотики оказывали дозозависимое стимулирующее действие на выделение углекислого газа (дыхание) микробным сообществом почв. Интенсификация микробиологической активности почв отразилась в активизации ферментативной активности всех оцениваемых ферментов. Наиболее выраженной реакцией на воздействие липопептидов и 2,4-ДАФГ стало кратковременное повышение в активности N-ацетилглюкозаминидазы (в 115-128 раз относительно контроля). Воздействие макролактина А наиболее выразительно стимулировало активность целлюбиогидролазы (в 9 раз). Исследование изменений в структуре микробиома почв показало, что характер изменений биоразнообразия бактерий и грибов не зависел от класса вносимого антибиотика. Липопептиды, 2,4-ДАФГ и макролактин А снижали биоразнообразие бактерий, но повышали биоразнообразие грибов.

Таким образом, в результате проведенных исследований были получены новые данные о процессах, происходящих в почвах при воздействии антимикробных метаболитов бактерий, входящих в перечень основных микробиологических агентов биоконтроля фитопатогенов. С одной стороны, полученные данные заполняют пробелы в знаниях о симбиотических взаимоотношениях между разными группами почвенных микроорганизмов, опосредованных продукцией антибиотиков. С другой стороны, результаты позволяют оценить экотоксикологические параметры ряда известных антибиотиков.

*Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (FEWZ-2024-0005).*

## БИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ФИТОФТОРЫ НА ОСТРОМ ПЕРЦЕ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В СИСТЕМЕ ИНТЕГРИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ

Е.А. Волынчикова

Университет Корё, Южная Корея

АО Фирма «Август», Москва

e-mail: e.volynchikova@avgust.com

Острый перец *Capsicum annuum* L. является ключевой сельскохозяйственной культурой в Южной Корее. Значительная часть урожая, однако, подвержена влиянию ряда патогенных организмов грибной (*Colletotrichum acutatum*, *Colletotrichum coccodes*, *Fusarium oxysporum*), бактериальной (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*) и оомицетной (*Phytophthora capsici* and *Rhizium aphanidermatum*) природы, что приводит к общему снижению урожая. В последние десятилетия неуклонно растет интерес к исследованию антагонистических микроорганизмов, которые могут выступать в качестве агентов биоконтроля (Volynchikova and Kim, 2022). В то же время, механизмы, с помощью которых антагонистические микроорганизмы осуществляют защиту растений, не исследованы в должной мере. В данном исследовании антагонистические механизмы двух штаммов *Pseudomonas*: *P. plecoglossicida* YJR13 и *P. putida* YJR92, подавляющие развитие фитофтороза на остром перце (Sang et al., 2013), были изучены (Volynchikova and Kim 2023). Оба штамма показали ингибирующую активность мицелиального роста *Phytophthora capsici*, а также ингибировали прорастание зооспор, имеющее ключевое значение в иницировании заболевания. Ингибирующая активность была также подтверждена в условиях с низким содержанием питательных веществ, что демонстрирует высокий потенциал штаммов при использовании в полевых условиях. Помимо этого, оба штамма продемонстрировали активную способность колонизировать корни проростков перца, обладая положительным хемотаксисом в направлении корневых эксудатов и способностью образовывать биопленки. Комбинация антагонистических бактерий с фунгицидами, испытанная против фитофтороза на растениях острого перца, показала значительное снижение тяжести заболевания по сравнению с каждым из индивидуальных подходов. Таким образом, интегрированный контроль фитофтороза с применением фунгицидов и антагонистических микроорганизмов, комбинирующих способность ингибировать рост патогена и способность колонизировать корни растения-хозяина, может стать эффективной альтернативой существующим подходам к контролю заболевания.

### Список литературы:

- Sang, M. K., Shrestha, A., Kim, D. Y., Park, K., et al (2013). Biocontrol of *Phytophthora* blight and anthracnose in pepper by sequentially selected antagonistic rhizobacteria against *Phytophthora capsici*. *Plant Pathol J* 29(2):154. <https://doi.org/10.5423/PPJ.OA.07.2012.0104>
- Volynchikova, E., Kim, K. D. (2023). Anti-Oomycete Activity and Pepper Root Colonization of *Pseudomonas plecoglossicida* YJR13 and *Pseudomonas putida* YJR92 against *Phytophthora capsici*. *Plant Pathol J* 39(1):123. <https://doi.org/10.5423/PPJ.OA.01.2023.0001>
- Volynchikova, E., Kim, K. D. (2022). Biological control of oomycete soilborne diseases caused by *Phytophthora capsici*, *Phytophthora infestans*, and *Phytophthora nicotianae* in solanaceous crops. *Mycobiology*, 50(5), 269-293. <https://doi.org/10.1080/12298093.2022.2136333>

**СТУПЕНЧАТЫЙ СКРИНИНГ БИОАГЕНТОВ ИЗ БИОРЕСУРСНОЙ КОЛЛЕКЦИИ  
ФГБНУ ФНЦБЗР В ОТНОШЕНИИ *GALLERIA MELLONELLA* L. И *CYDIA POMONELLA* L.  
Е.Ю. Гырнец\*<sup>1</sup>, А.М. Асатурова<sup>1</sup>, А.Г. Евтушенко<sup>2</sup>, А.А. Осипян<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологической защиты растений» (ФГБНУ ФНЦБЗР), г. Краснодар, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Кубанский Государственный университет»

г. Краснодар, Россия

\*e-mail: [alena\\_fox95@mail.ru](mailto:alena_fox95@mail.ru)

Систематическое и длительное применение химических пестицидов в плодовых насаждениях приводит к формированию устойчивых популяций вредителей. Формирование резистентности у вредителей и общая тенденция к снижению химических обработок требуют поиска альтернативных методов защиты растений, а также обоснования традиционных средств защиты для минимизации пестицидной нагрузки на ценозы [1]. Разработка нового поколения экологически безопасных биопрепаратов для защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов - важное направление в биотехнологической индустрии.

**Цель работы** – скрининг и отбор штаммов бактерий рода *Bacillus* по критерию инсектицидной активности, перспективных в качестве основы биопрепарата нового поколения.

Исследования проводили на базе лаборатории микробиологической защиты растений ФГБНУ ФНЦБЗР с использованием материально-технической базы Уникальной научной установки (УНУ) «Технологическая линия для получения микробиологических средств защиты растений нового поколения» (<https://ckp-rf.ru/usu/671367/>). Лабораторную популяцию большой восковой моли *Galleria mellonella* L. предоставили сотрудники лаборатории государственной коллекции энтомоакарифагов и первичной оценки биологических средств защиты растений ФГБНУ ФНЦБЗР с использованием УНУ «Технологическая линия по массовому разведению насекомых-энтомофагов» (<https://ckp-rf.ru/catalog/usu/671922/>).

Ступенчатый скрининг проводили в лабораторных условиях с использованием водных суспензий штаммов бактерий из биоресурсной коллекции ФГБНУ ФНЦБЗР «Государственная коллекция энтомоакарифагов и микроорганизмов», аборигенных для Краснодарского края.

Эксперименты проводили по общепринятым методикам оценки инсектицидной активности энтомопатогенных микроорганизмов [2].

В результате исследований было выявлено 17 бактериальных культур, проявивших высокое энтомопатогенное действие в отношении гусениц большой восковой моли *Galleria mellonella* L. и яблонной плодовой гусеницы *Cydia pomonella* L. – от 35 до 95 % к пятым суткам исследований. Максимальной биологической эффективностью обладали семь штаммов: *Bacillus spp.* BZR 1159, *Bacillus spp.* BZR 936, *Bacillus spp.* BZR 277, *Bacillus spp.* BZR 926, *Bacillus spp.* BZR 201, *Bacillus spp.* BZR 920, *B. thuringiensis* G3.

Проведенные исследования продемонстрировали перспективность биоагентов для биоконтроля насекомых-вредителей.

\* Работа выполнена за счет гранта Российского научного фонда №23-16-00260, <https://www.rscf.ru/project/23-16-00260/>

Список литературы:

1. Agasyeva I. S. et al. Development of methods of biological control of apple moth (*Cydia pomonella*) // Research on Crops. – 2021. – Т. 22. – №. 1. – С. 141-145.
2. Патогены насекомых: структурные и функциональные аспекты / под ред. В. В. Глупова. М.: Круглый год, 2001. С. 352–427.



## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ НЕМАТОД (*STENERNEMATIDAE*) В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ

Л.Г. Данилов, В.А. Павлюшин

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

В решении узловой проблемы достижения фитосанитарной безопасности агроэкосистем важное место занимает рациональное соотношение химической и биологической защиты растений. В связи с этим, в мировой практике возрос интерес к энтомопатогенным нематодам (ЭПН) из семейств *Steinernematidae* и *Heterorhabditidae*.

В Российской Федерации в ФГБНУ ВИЗР изучены биологические особенности ЭПН, разрабатываются технологии производства и применения биопрепаратов на их основе, что позволило ВИЗР совместно с ООО «Биодан» в 2007 году зарегистрировать на территории РФ два биологических препарата Энтонем – F и Немабакт. Подготовлена вся документация на регистрацию нового препарата – Протонема.

Созданные два биологических препарата на основе энтомопатогенных нематод позволяют решить проблему защиты растений от насекомых - вредителей растений, обитающих в почве. До сих пор в с/х практике отсутствуют эффективные средства защиты растений от таких видов насекомых. На базе ВИЗР создана опытно-технологическая линия по производству нематодных препаратов. Опытно-промышленные регламенты производства и применения нематодных препаратов защищены 13 патентами и авторскими свидетельствами.

По результатам Государственных испытаний, проведенных с 1993 г., биологическая эффективность препаратов установлена против следующих видов насекомых-вредителей:

трипсы (табачный и западный цветочный) – 86-98%; сверчки на 4 сутки – 77,9% и на 30 сутки – 100%; минирующие мухи – 80-90%; долгоносики – 64-100%; на шампиньонах против грибного комарика – 60-90%; огуречный комарик – 84%; проволочники на картофеле и кукурузе – 97,9%; капустные мухи – 60-90%; яблонная и сливовая плодоярки – 80-100%; личинки колорадского жука – 80%. При однократном применении препарата обеспечивается защита растений от вредителей в течение вегетационного периода.

Нематодные препараты пользуются спросом у агрохолдингов и тепличных комбинатов. В значительных объемах препараты закупают также крестьянские фермерские хозяйства и владельцы личных подсобных участков садоводческих товариществ.

Симбиотические бактерии *Xenorhabdus spp.* ЭПН продуцируют метаболиты с антибиотическими свойствами, и поэтому эти бактерии в мировой практике рассматриваются как перспективные биологические агенты против насекомых вредителей и микроорганизмов.

Возможности использования симбиотических бактерий против насекомых - вредителей и возбудителей заболеваний растений в ВИЗР изучали на видах бактерий *Xenorhabdus nematophilus* - симбионте нематод вида *Steinernema carpocapsae* штамм “*agriotos*” и *Xenorhabdus bovienii* - симбионте нематод *S. feltiae* штамм *SRP18-91*. Выявлена биологическая активность (45% - 92%) бактерий против паутинного клеща, оранжерейной белокрылки, щетинистого мучнистого червеца и западного цветочный трипса. В опытах с обыкновенным паутинным клещом (*Tetranychus urtica* Koch) гибель самок и отродившихся личинок клеща достигала более 90%.

## **МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ ПРЕПАРАТ АЗАФОК В СИСТЕМЕ ЗАЩИТЫ ПШЕНИЦЫ ОТ КОРНЕВЫХ И ЛИСТОВЫХ ИНФЕКЦИЙ**

**В.В. Евсеев**

*АО «Щелково Агрохим», Центр управления урожаем Тюменского представительства  
АО «Щелково Агрохим» по Курганской области, г. Курган  
e-mail: leulews-70@yandex.ru*

Один из путей управления фитосанитарной ситуацией в агроценозах - улучшение условий среды обитания полезной микробиоты, управление микробиологическими процессами за счет целенаправленной интродукции биоагентов, входящих в состав современных микробиологических препаратов. В связи с этим на базе лаборатории фитосанитарного мониторинга Центра управления урожаем АО «Щелково Агрохим» отработаны приемы интродукции полифункционального микробиологического удобрительного препарата Азафок на семена и листовую поверхность яровой пшеницы для оптимизации азотно-фосфорно-калийного питания растений, защиты зернового агроценоза от листовых и корневых инфекций.

Три года испытаний показали, что лучшие показатели корнеобеспеченности проростков и сухой массы первичных корешков обеспечил вариант с обработкой семян микробиологическим препаратом Азафок в сочетании с протравителем Бенефис, МЭ, что указывает на существенное положительное влияние препарата на ростовые процессы растений.

Совместное применение препарата Азафок и протравителя Бенефис, МЭ повышало уровень накопления аминокислот и амидов в тканях листьев (некорневое азотное питание растений). Поскольку усвоение почвенного минерального азота, в среднем, составляет 30-35%, а усвоение азота через лист – до 90%, то листовые подкормки Азафоком дают весомый положительный эффект.

Обработка семян комбинацией препарата Азафок и протравителя Бенефис, МЭ минимизировала распространение и развитие корневой гнили пшеницы (2,5% против 21,5% в контроле), повышала адаптивность растений до максимальных значений. Лучшие результаты по корневой гнили получены там, где микробиологический препарат Азафок применяли в фазу кущения по листу, за счет снижения развития возбудителя на прикорневых листьях.

Показано, что содержание хлорофилла в листьях пшеницы после применения микробиологического препарата Азафок увеличивалось (654–687 условных единиц в опытных вариантах против 612 в контроле). Поскольку между содержанием хлорофилла в листьях и обеспеченностью растений азотом существует тесная связь, можно утверждать, что применение препарата Азафок по листу оптимизирует азотное питание растений.

Оптимизация условий минерального питания растений за счет применения препарата Азафок на семенах и по листу позволила снизить уровень водоотдачи и водный дефицит, что в дальнейшем обеспечило повышение урожайности (прибавка до 4,2 ц/га).

Опрыскивание листьев микробиологическим препаратом Азафок достоверно повышало уровень накопления аскорбиновой кислоты в листьях пшеницы, активировало листовую пероксидазу.

Существенное положительное влияние препарата Азафок на водный обмен, биохимию и иммунитет растений позволяет сделать заключение о способности штаммов консорциума повышать устойчивость зернового агроценоза к абиотическим и биотическим стрессорам, т.е. выполнять функции антистрессанта.

В условиях засухи и сопутствовавшего ей сильного развития корневой гнили препарат Азафок демонстрировал значительный потенциал: во всех опытных вариантах отмечено увеличение длины растений, колоса, числа зерен в колосе, массы 1000 семян (до 41,4 г; в контроле – 33,9 г). Это говорит о положительном влиянии препарата на урожай.

Таким образом, микробиологический препарат Азафок продемонстрировал стабильный многоплановый статистически достоверный положительный эффект, успешно функционируя после интродукции на семена и листовую поверхность растений.

# ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА БИОПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ШТАММА *B. SUBTILIS* С ЦЕЛЬЮ ПРОДЛЕНИЯ СРОКА ХРАНЕНИЯ И УЛУЧШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ

Н.А. Жевнова\*, А.И. Хомяк, В.В. Аллахвердян, А.М. Асатурова

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологической защиты растений» (ФГБНУ ФНЦБЗР), Краснодар

\*e-mail: n.zhevnova.mail.ru

Биопрепараты для защиты растений - востребованные и экологически безопасные средства борьбы с патогенами и повышения урожайности. При этом подходящая рецептура может улучшить стабильность биопрепарата и повысить или расширить его активность (Wilson, et al., 2020; Kumar et al., 2021).

Объект исследования - опытный образец биопрепарата на основе штамма *B. subtilis* BZR 336g из Биоресурсной коллекции ФГБНУ ФНЦБЗР «Государственная коллекция энтомоакарифагов и микроорганизмов». Штамм - перспективный агент биоконтроля экономически значимых патогенов. Подавление развития фузариозной корневой гнили и желтой пятнистости озимой пшеницы в полевых условиях составляло в разные годы 13,6-22,8 % и 41,8-50,0 %, соответственно (Asaturova et al, 2022, 2022).

Цель работы - оптимизация состава опытного образца биопрепарата на основе штамма *B. subtilis* BZR 336g путем подбора прилипателей и консервантов с целью продления срока хранения и улучшения технологических качеств. В исследованиях использована материально-техническая база УНУ «Технологическая линия для получения микробиологических средств защиты растений нового поколения» (<https://ckp-rf.ru/catalog/usu/671367/>).

В качестве прилипателей использовали: Адыю, Липосам, Хайгер, Сильвет Голд, Панэм, Полидон Бонд, Гумат+7, диоксид кремния, поливиниловый спирт, молочная сыворотка; в качестве консервантов: натрий хлористый, гумат натрия, аскорбиновая кислота, хинозол, бензоат натрия, фенол, Na-КМЦ, глицерин. Определяли их влияние на КОЕ штамма, антифунгальную активность, оценивали совместимость и биологическую эффективность в тестах *in vivo*. BZR 336g совместим с перечисленными компонентами состава, кроме аскорбиновой кислоты и прилипателя Панэм, влияния на титр не обнаружено, при это отмечено угнетение антифунгальной активности прилипателями Адыю, Липосам и Полидон. Установлено, что энергия прорастания и всхожесть при использовании различных прилипателей в составе опытного образца составляли от 33,3-46,7 % и от 48,3-58,3 %, соответственно. Прилипатели Хайгер, Сильвет Голд, Гумат+7 обеспечивали снижение развития болезни в среднем на 15,2 %. Отсутствие защитного действия против корневой гнили фузариозной этиологии отмечено при использовании Адыю, Липосам, Полидон Бонд и молочной сыворотки.

Работа выполнена при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках проекта НИП-20.1/22.9 «Оптимизация состава и препаративной формы нового биопрепарата на основе штамма *B. subtilis* BZR 336g для защиты сельскохозяйственных культур».

## Список литературы

1. Kumar J., Ramlal A., Mallick D., Mishra V. (2021) An overview of some biopesticides and their importance in plant protection for commercial acceptance. *Plants* 10: 1185. <http://doi.org/10.3390/plants10061185>
2. Asaturova A.M., Zhevnova N.A., Tomashevich N.S., Sidorova, T.M. et al (2022) Evaluation of *Bacillus velezensis* biocontrol potential against *Fusarium* fungi on winter wheat. *Agronomy* 12, 1956. <https://doi.org/10.3390/agronomy12081956>
3. Asaturova A., Zhevnova N., Tomashevich N., Pavlova M. et al (2022) Efficacy of new local bacterial agents against *Pyrenophora tritici-repentis* in Kuban region, Russia. *Agronomy* 12, 373. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020373>

**ЭНДОФИТНЫЙ ШТАММ *Bacillus amiloliquefaciens* P20 ДЛЯ БОРЬБЫ С ПОЧВЕННОЙ ИНФЕКЦИЕЙ И ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ КАРТОФЕЛЯ**  
**А.Н. Заплаткин<sup>\*1</sup>, В.К. Чеботарь<sup>1\*\*</sup>, О.В. Келейникова<sup>1</sup>, М.Е. Баганова<sup>1</sup>**  
**А.М. Лазарев<sup>2</sup>, А.В. Хютти<sup>2</sup>, А.А. Быстрицкий<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup>Общество с ограниченной ответственностью «АгроИнтер», Ленинградская область, Россия

\* an.zaplatkin@arriam.ru \*\* vladchebotar@arriam.ru

Для селекции и производства картофеля актуально использование эффективных микробиологических препаратов, обеспечивающих защиту от широкого спектра почвенных инфекций, повышающих продуктивность и устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды. С целью создания микробиологического препарата для борьбы с болезнями картофеля из клубней картофеля сорта Сударыня выделен и отобран штамм эндофитных бактерий *Bacillus amiloliquefaciens* P20, способный ингибировать рост фитопатогенных грибов *Rhizoctonia solani*, а также *Fusarium solani*, *F.culmorum*, *F.oxysporum* и *Alternaria solani*, а также фитопатогенных бактерий *Pectobacterium atrosepticum*, *Clavibacter michiganensis*, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* в лабораторных опытах на чашках Петри. Разработана технология производства и применения микробиологического препарата на основе штамма *B. amiloliquefaciens* P20 в качестве средства защиты картофеля от болезней под названием Ризофайт.

Показано, что за два года испытаний биологическая эффективность микробиологического препарата БисолбиСан (биологический стандарт, штамм *Bacillus subtilis* Ч-13) и препарата на основе штамма P20 в условиях искусственного инфекционного фона к чистому контролю составляла от 30,76 до 70,37 и 47,7 до 76,09 %, соответственно. При этом эффективность биологических вариантов защиты картофеля отличались от химического контроля всего на 24,9 – 19,2 %, что говорит о высоком защитном потенциале препаратов, как молодых растений на первых этапах развития, так и формирующегося урожая.

Полевые производственные испытания штамма *Bacillus amiloliquefaciens* P20, проведенные с 2021 по 2023 год в Ленинградской области на базе ООО «АгроИнтер» показали: достоверное повышение урожайности картофеля на 3,6 – 5,0 т/га на новых сортах картофеля Чароит и Гусар, что составляет от 14,6 до 15,5 % к чистому контролю без использования химических и биологических протравителей; увеличение количества заложённых клубней у растений, инокулированных штаммом P20, в среднем на 3 штуки с куста; биологическую эффективность в сдерживании ризоктониоза стеблей на уровне 40,9 - 45,1 %, что ниже химического стандарта всего на 11%. Отмечено, что, помимо защитного действия, штамм *B. amiloliquefaciens* P20 снижает ретардантный эффект от применения химических протравителей, а также стимулирует рост растений и формирование урожая.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта «Развитие селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы.

## ПАТОГЕННЫЕ НЕМАТОДЫ МОЛЛЮСКОВ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЕ АГЕНТЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СЛИЗНЕЙ – ВРЕДИТЕЛЕЙ УРОЖАЯ

Е.С. Иванова\*, С.Э. Спиридонов

Центр паразитологии, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва  
\*e-mail: elena\_s\_ivanova@rambler.ru

Среди наземных брюхоногих моллюсков (Gastropoda) есть ряд видов, серьезно вредящих растениям. Большинство вредителей представлено слизнями семейств Agriolimacidae и Arionidae. Борьба с вредными слизнями включает сочетание трудоемких агротехнических приемов и применение химических средств, небезопасных для окружающей среды. Из биологических мер контроля численности слизней в странах Европы в настоящее время применяются патогенные нематоды *Pellioditis* (= *Phasmarhabditis*) *hermaphrodita* (коммерческое название продукта 'Nemaslug'). Другие естественные враги гастропод, такие, как жужелицы и мухи Sciomyzidae, не получили распространения в качестве агентов биоконтроля.

*Pellioditis hermaphrodita* применяется уже 30 лет и показал эффективность против *Deroceras reticulatum* и многих других видов слизней. Исследования выявили потенциал еще нескольких видов рода (*P. papillosa*, *P. californica*, *P. pellio* (= *bohémica*)) для борьбы с вредными видами слизней. В составе рода *Pellioditis* Dougherty, 1953 (= *Phasmarhabditis* Andrassy, 1976) (*Rhabditida*) более 20 видов, ассоциированных с дождевыми червями и наземными моллюсками. Для большинства видов рода известна способность убивать своих хозяев-гастропод. Инвазионные личинки нематоды проникают в мантийную полость моллюска-хозяина, начинают размножаться и убивают его. После исчерпания питательного субстрата нематоды опять формируют инвазионную стадию, мигрирующую в почву. В отличие от энтомопатогенных нематод, специфическая симбиотическая бактерия у этих нематод не обнаружена.

Для нашей страны распространение представителей рода *Pellioditis* пока известно только для Северного Кавказа и центра Европейской части. Северный Кавказ обладает богатой фауной наземных моллюсков, у которых были обнаружены 3 новых вида рода *Pellioditis* (*P. circassica*, *P. clausiliae*, *P. thermalis*). Вместе с видами из Грузии (*P. akhaldaba* и *P. thesamica*) они образуют две клады, близкие к группе видов *hermaphrodita*. К последней относятся виды, распространенные, в основном, в Европе. При этом распространенные в Европе виды *Pellioditis* не обнаружены пока ни в центре России, ни на Кавказе. Кавказский вид *P. akhaldaba* был недавно обнаружен в Москве у интродуцированных видов слизней кавказского происхождения *Boetgerilla pallens*, *Deroceras caucasicum* и *Krynickyllus melanocephalus*. Последние два вида слизней, как и вид центрально-европейского происхождения *Arion vulgaris*, широко распространились в центральной части России в последнее десятилетие и начали представлять угрозу для сельскохозяйственных культур, а также для местной фауны гастропод. Все три вида относятся к инвазивным видам с высоким репродуктивным потенциалом и экологической пластичностью. Предварительные данные показывают, что агриолимациды *Deroceras caucasicum* и *Krynickyllus melanocephalus* могут рассматриваться как объекты для биологической борьбы наряду с использованием нематод рода *Pellioditis*. *Arion vulgaris*, известный, как испанский слизень, считается одним из ста самых опасных инвазивных видов животных. Помимо его устойчивости к воздействию *Pellioditis hermaphrodita*, он способен переносить собственных паразитов на новые территории его обитания, что может приводить к сокращению численности местных восприимчивых видов гастропод.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СПОСОБНОСТИ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ МИКРОСПОРИДИЙ ЗАРАЖАТЬ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

А.Н. Игнатьева\*, А.С. Румянцева, А.Г. Конончук

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\*e-mail: edino4estvo@mail.ru

Для понимания фундаментальных закономерностей паразито-хозяйных отношений и решения практических вопросов паразитологии требуется глубокое изучение механизмов заражения беспозвоночных животных внутриклеточными паразитами. Способность к заражению хозяев разных групп у различных паразитов сильно варьирует. Для отдельных филогенетических групп таких облигатных внутриклеточных паразитов, как микроспоридии, показана способность к экспансии в хозяев разных таксонов. Мы предлагаем использовать ряд видов микроспоридий, включая паразитов перелётной саранчи (*Paranosema locustae*), тутового шелкопряда (*Nosema bombycis*) и других насекомых, для тестирования инфекционных свойств в отношении потенциальных хозяев из разных типов *Metazoa*, также круглых и кольчатых червей, моллюсков и членистоногих. Благодаря этому станет понятно, какие группы многоклеточных животных из тех, которые массово представлены в природных биотопах и искусственных системах разведения, наиболее восприимчивы к заражению.

Планы по изучению членистоногих *Arthropoda* включают представителей классов ракообразных *Crustacea* и насекомых *Insecta*. Ракообразные - это стандартная культура *Daphnia magna*, используемая в качестве биоиндикатора загрязнения окружающей среды, и *Neocaridina heteropoda*, доступный объект декоративной аквакультуры. Оба вида из двух неродственных таксонов пресноводных членистоногих максимально просты в разведении и послужат модельными объектами. Среди насекомых, относящихся к полезной фауне, выбраны муравьи *Camponotus nicobarensis*, для которых существуют стандартные способы разведения и коммерчески доступные культуры, а также установки для разведения (формикарии), включающие систему подачи корма, в том числе сахарного сиропа, в который также будут добавлены споры микроспоридий. Рутинный скрининг зараженности беспозвоночных будет проводиться методом световой микроскопии, для верификации видовой принадлежности микроорганизмов будет применяться комплекс методов молекулярно-генетического анализа.

Работы планируются при поддержке РФФИ, проект 24-26-00277.

## СРАВНЕНИЕ ВИДОВОГО СОСТАВА АСКОМИЦЕТНЫХ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ СЕВЕРО-ЗАПАДА И ЮГА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ.

И.А. Казарцев\*, М.В. Левченко, А.П. Усачева, Г.Р. Леднев

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\*e-mail: ikazartsev@vizr.spb.ru

Энтомопатогенные грибы (ЭГ) играют важную роль в регуляции численности насекомых (в том числе вредителей) в природных экосистемах. Поэтому зачастую данные грибы - основа для производства различных биопрепаратов с инсектицидной активностью. Все чаще такие препараты рассматриваются как полифункциональные, т.е. способные дополнительно проявлять антагонистическую активность в отношении фитопатогенных микроорганизмов, стимулировать рост растений и повышать их устойчивость к стрессу.

Приведенные здесь данные базируются на многолетних исследованиях энтомопатогенных аскомицетных грибов на северо-западе и юге европейской части России, охватывающих период с 2006 по 2021 гг. Северо-запад России характеризуется наличием таежных, а также смешанных и широколиственных лесов с влажным континентальным климатом с холодным или теплым летом (по классификации Кёппена); ГТК за вегетационный период на этой территории варьирует от 1.0 до 2.0. На юге европейской части России, за исключением смешанных лесов Кавказа и полупустынь, преобладают степи, характеризующиеся влажным континентальным климатом с жарким летом или холодным полузасушливым (семиаридным) климатом, ГТК 0.5-0.75.

Методика исследовательских работ обычно включает поиск мертвых насекомых с признаками микозов, выделение ЭГ на питательные среды, секвенирование информативных локусов ДНК (ITS, *tefla*, *Bloc* etc), проведение таксономической идентификации и филогении, а также изучение патогенных и физиологических свойств выделенных штаммов (вирулентность, продуктивность, температурные предпочтения). Зачастую, особенно в степных и полупустынных зонах, где любое доступное органическое вещество, включая трупы насекомых, быстро утилизируется другими членами сообществ, проводится отлов и содержание живых насекомых в садках до их гибели. Затем трупы размещаются во влажных камерах для стимуляции роста патогена и его дальнейшего выделения. Базовые задачи, которые решаются в ходе вышеописанных работ: пополнение микологической коллекции, поиск высоковирулентных штаммов-продуцентов, изучение распространенности видов ЭГ, описание новых видов.

Выборка, полученная для северо-запада европейской части России, включала 138 находок ЭГ, большинство из которых было изолировано в чистую культуру. Находки ЭГ в лесах европейской части России были представлены родами *Beauveria* (69%), *Cordyceps* (20%), *Isaria* (4%), *Akanthomyces* (4%), *Metarhizium* (1%), *Tolyposcladium* (1%), *Ophiocordyceps* (1%). При изучении ЭГ на юге европейской части России было исследовано 63 изолята, все они без исключения относились к роду *Beauveria*. Указанный род, по-видимому, самый успешный и распространенный на всех исследованных территориях. Видовой состав этого рода на северо-западе был представлен тремя видами *B. pseudobassiana* (77%), *B. bassiana* (15%), *B. caledonica* (7%). Все южные изоляты были приурочены к виду *B. bassiana*, за исключением одного, который был определен как *B. pseudobassiana*.

Было выявлено неодинаковое распределение трех основных гаплотипов *B. bassiana* (соответствующих референсным изолятам ARSEF 1564, ARSEF 2040 и ARSEF 1811). На Северо-западе основную долю *B. bassiana* при общей малочисленности данного вида (получено всего 14 изолятов) составляли изоляты с гаплотипами ARSEF 1564 (8 изолятов), ARSEF 2040 (3 изолята). В исследованной выборке на юге (62 изолята *B. bassiana*) гаплотип ARSEF 1564 (преобладавший на севере) был представлен 3 изолятами, ARSEF 2040 – 44 изолятами, также возникает новый обильный гаплотип ARSEF 1811 (13 изолятов). Малочисленные гаплотипы в данном анализе не рассматривались. Очевидно, что существует некоторая приуроченность рассмотренных видов и гаплотипов *Beauveria* sp. к определенным экологическим и климатическим условиям, что необходимо учитывать при создании биопрепарата на основе этих грибов.

## ЗАЩИТА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ КОРНЕВОЙ ГНИЛИ В УСЛОВИЯХ ЗАУРАЛЬЯ, ВОЗМОЖНОСТЬ БИОКОНТРОЛЯ

А.Ю. Кекало

ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского  
отделения Российской академии наук», 620142, Свердловская область, г. Екатеринбург, улица  
Белинского, 112а

e-mail: alena.kekalo@mail.ru. Тел. 8(35231) 57-3-89

Корневая гниль – это вредоносное и широко распространенное заболевание злаковых культур. В условиях УрФО, Сибири, Северного Казахстана распространено поражение корневой зоны злаков, возбудителями которой являются различные виды грибов рода *Fusarium* и *Bipolaris sorokiniana*.

Цель исследования - определение конкурентоспособности микробиологической и комбинированной защиты семян пшеницы яровой в сравнении с классической защитой одно- и двухкомпонентными фунгицидами в условиях южной лесостепи Зауралья в рамках современных технологий возделывания. В среднем, за 2018-2022 гг. зараженность элитных семян яровой пшеницы явными возбудителями корневой гнили составила 19,5%, доминирующими из которых были фузариевые грибы, условно-патогенными грибами из рода *Alternaria* было заражено 21,7% и плесневыми грибами - 10,4%. Стандартная химзащита семян обеспечивала биологическую эффективность в отношении фитопатогенов до 63-66%. Грибы рода *Alternaria* контролировались на 73-78%. Проблемными объектами для однокомпонентных фунгицидов были плесневые грибы (биоэффективность - 42%). Фузариевые грибы угнетались фунгицидами химической природы на 70-82%, результативнее при обработке двухкомпонентными препаратами. Биофунгицид на основе сенной палочки в лабораторных условиях был слабо эффективен, тогда как в полевых условиях биоэффективность составила 63%. Добавление к биоагенту половинной нормы химического протравителя обеспечило дополнительную защиту семян от грибов рода *Fusarium spp.* Биологическая эффективность при этом составила 82% в лаборатории, 63% - в поле.

В фазе кушения на яровой пшенице численность и разнообразие видов фузариевых грибов было значительно выше, чем в фазу молочно-восковой спелости. В начале вегетации присутствовали *F. oxysporum*, *F. sporotrichoides*, *F. graminearum* (встречаемость 98, 34 и 40%, соответственно), *F. poae*, *F. proliferatum*, *F. heterosporum*, *F. avenaceum* (6-12%). В фазе молочно-восковой спелости преобладали *F. oxysporum*, *F. graminearum*, *F. sporotrichoides* (встречаемость 65, 34 и 7%, соответственно), также присутствовали *F. poae*, *F. langsethiae* (0,4-2,0%).

Почва опытного участка (чернозем выщелоченный) во втором поле зернопарового трехпольного севооборота характеризовалась, как среднесупрессивная по отношению к возбудителям корневой гнили пшеницы яровой (52-55%).

В условиях Зауралья с частыми стрессовыми для растений факторами в период начального роста и развития для защиты семенного материала пшеницы яровой можно рекомендовать применение смеси бактериального фунгицида на основе *Bacillus subtilis* с химическим протравителем в половинной норме расхода без снижения хозяйственной и биологической эффективности обработки. При этом снижается пестицидная нагрузка на агроценоз, и не наблюдается ретардантного эффекта.

По хозяйственной эффективности биофунгицид на основе *Bacillus subtilis* был конкурентоспособен по отношению к однокомпонентным химическим препаратам, а смесь бактериального препарата с половинной нормой химического фунгицида оказалась равнозначна по уровню хозяйственной эффективности с двухкомпонентными фунгицидами (107-109%).



## ИЗУЧЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ МИКРОСПОРИДИЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ БЕЛЯНОК (PAPILIONOIDEA:PIERIDAE) И ИХ ПАРАЗИТОИДОВ

Д.С. Киреева\*, С.М. Малыш, Ю.В. Володарцева, А.М. Уткузова, Ю.С. Токарев

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\*e-mail: d-kireeva-vizr@yandex.ru

Среди чешуекрылых семейства *Pieridae* следует отметить несколько представителей, которые повреждают ряд важных сельскохозяйственных растений: овощные культуры и плодовые деревья. К ним относятся капустная и репная белянки, а также боярышница. Среди естественных регуляторов численности - бактерии, вирусы, грибы и протисты, причем среди последних наибольшее значение имеют микроспоридии. Микроспоридии – это облигатные внутриклеточные паразиты, наибольшее разнообразие которых было описано у членистоногих. В России изучением микроспоридий занимаются свыше 70 лет, причём отдельное внимание уделялось энтомопатогенам, выделенных из представителей семейства белянок. На всех вышеперечисленных видах паразитирует апантелес беляночный *Cotesia glomerata* (*Apanteles glomeratus*). Этот паразитоид имеет важное экологическое значение как регулятор численности и переносчик патогенов в популяциях белянок.

Среди наиболее изученных микроспоридий, обнаруженных в белянках, можно выделить два вида. *Vairimorpha* (*Nosema*) *mesnili* обнаружена на территории Европы, Новой Зеландии, Японии и т.д. и встречается в капустной и репной белянках, а также в их паразитоиде. *Nosema polyvora* была обнаружена только на территории Европы в 50-70-х годах прошлого века во трёх представителях белянок и в *C. glomerata*. В 2019 году нами были обнаружены споры этого патогена на территории Ленинградской области.

В 2022 году выявлено два новых изолята микроспоридий в личинках капустной белянки на территории Ленинградской области. Один из них принадлежит к роду *Vairimorpha* и по фрагменту гена мсрРНК его сиквенс совпал на 100% с гомологичным фрагментом ДНК *Microsporidium* sp. Oise (номер доступа в Генбанке # NM566197) из кукурузного мотылька во Франции. Размер спор – 5,4x2,5 мкм. Помимо основного хозяина, этот патоген был найден в личинках паразитоида и в их тератоцитах, играющих важную роль в развитии *C. glomerata*.

Второй изолят был найден только в гусеницах капустной белянки. Эти споры достаточно мелкие – 2.3x1.45 мкм, а молекулярно-генетический анализ показал идентичность нуклеотидной последовательности с изолятом *Microsporidium* sp. из лишайницы тополевой *Eilema complanum* – бабочки семейства Erebidae (# KY615713) фауны Болгарии. Эти два изолята близки роду *Endoreticulatus* и, вероятно, занимают базальное положение по отношению к большинству известных видов и изолятов этого рода.

Таким образом, на территории Ленинградской области выявлены новые формы и расширены представления о генетическом разнообразии микроспоридий из представителей сем. Pieridae, а также их паразитоидов.

Выполнено при поддержке РФФ, проект № 23-16-00262.

## МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ФИТОСАНИТАРНЫМ СОСТОЯНИЕМ АГРОЦЕНОЗОВ ПШЕНИЦЫ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РФ

Л.Е. Колесников<sup>1\*</sup>, В.А. Павлюшин<sup>2</sup>, И.И. Новикова<sup>2</sup>, Ю.Р. Колесникова<sup>3</sup>,  
М.Д. Солодянников<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург

<sup>2</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

<sup>3</sup> Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург

\*e-mail: kleon9@yandex.ru

Предложены модели управления фитосанитарным состоянием агроценозов пшеницы в рамках новой стратегии защиты растений ФГБНУ ВИЗР, основанной на системном подходе к биоценотическому регулированию функционирования агроэкосистем с использованием современных достижений селекции, агрофизики, микробиологической и фитоиммунологической защиты и регуляции роста растений, а также информационных технологий. В процессе проведения селекционно-генетических исследований были созданы модели развития особо опасных болезней на коллекции зерновых культур генофонда ВИР, в том числе – на изогенных линиях пшеницы, защищенных Lr- и Yr-генами. Построены модели, отражающие варьирование микроскопических характеристик грибов от биологических особенностей мягкой пшеницы, а также от наличия смешанных инфекций листьев. Построены математические модели, описывающие влияние морфобиологических защитных приспособлений, химико-элементного состава, антиоксидантной активности растений на проявление полевой устойчивости пшеницы к особо опасным болезням.

Для управления фитосанитарной обстановкой усовершенствованы системы фитосанитарного мониторинга и многолетнего прогноза развития болезней пшеницы, а также построены математические модели, позволяющие анализировать варьирование элементов продуктивности пшеницы в зависимости от комплекса агроэкологических факторов. При создании имитационной модели развития бурой ржавчины цикл ее развития был описан системой из пяти нелинейных дифференциальных уравнений первого порядка с двумя запаздывающими аргументами для компонент «вектора состояния» уредостадии патогена. Для численного интегрирования сформулированной системы уравнений был использован программный комплекс DIFSUBDEL. Предложены модели прогнозирования возможных изменений интенсивности поражения растений болезнями от структурно-функциональных характеристик посевного материала. Построены зависимости степени поражения пшеницы болезнями от спектрометрических характеристик посевов: стресс-индекса и NDVI. Созданы математические модели, позволяющие в зависимости от агроэкологических условий возделывания культуры оценить эффективность средств микробиологической защиты и регуляции роста растений на основе штаммов *B. subtilis* В-2604D и *B. subtilis* В-2605D (лаборатории микробиологической защиты растений ФГБНУ ВИЗР); *B. subtilis* 124-11, *Sphingomonas* sp. K1B, *Pseudomonas fluorescens* SPB2137 (Ведомственной коллекции полезных микроорганизмов ФГБНУ ВНИИСХМ); органо-минеральных удобрений и микроудобрений («Зеребра агро», «ФлорГумат», «Фитоп-Флора-С»). Получены новые данные о полифункциональном действии на пшеницу штамма *B. subtilis* И-5; комплексов на основе сочетания индукторов устойчивости растений к болезням – хитина, хитозана и 0,1% салицилата хитозана со штаммами *B. subtilis* В-2604D, *B. subtilis* В-2605D, *B. subtilis* И-5, а также комплексов хитозана с биологически активными веществами: «Хитозан I», «Хитозан II» (лаборатории микробиологической защиты растений ФГБНУ ВИЗР); влагопоглощающей полимерной гидрогелевой композиции, инновационных белковых гидролизатов разной молекулярной массы (Центра химической инженерии университета ИТМО); микроудобрений и различных органо-минеральных препаратов.

## СОВРЕМЕННЫЕ BIOTEХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Э.И. Коломиец\*, М.Н. Мандрик-Литвинкович

ГНПО «Химический синтез и биотехнологии», Минск

\*e-mail: kolomiets@biotech.bas-net.by

С развитием промышленной биотехнологии тесно связаны перспективы расширения доли органического земледелия в агропромышленном секторе. Экологически безопасные микробные препараты, способные улучшить минеральное питание растений, обеспечить защиту от фитопатогенов и вредителей, повысить устойчивость к стрессовым условиям, служат реальной альтернативой агрохимикатам. Так, объем мирового рынка биопестицидов к 2024 г. достиг 6,06 млрд. долларов США, а к 2029 г. прогнозируется его увеличение до 10,26 млрд долларов США.

Ключевым моментом создания биологических средств защиты растений является получение штаммов микроорганизмов, способных продуцировать широкий спектр метаболитов с антимикробным или энтомоцидным действием, отличающихся высокой скоростью роста, генетической стабильностью, конкурентоспособностью, низкой чувствительностью к биоценотическим факторам и безвредностью для окружающей среды. С этой целью нами используются как традиционные методы селекции, так и методы редактирования геномов (CRISPR/Cas). Проводимые исследования по изучению микроорганизмов с заданными свойствами, установлению механизмов их антагонистического действия, выяснению природы целевых метаболитов, оптимизации ферментационных процессов, разработке высокотехнологичных препаративных форм служат теоретической и практической основой создания эффективных экологически безопасных биопестицидов, необходимых для оздоровления и стабилизации растениеводства.

Разработанные нами на основе спорообразующих бактерий рода *Bacillus* биопестициды Фрутин, Экосад, Бетапротектин, Бактовен, Экогрин, Бактосол, Ксантрел, нашли свою нишу на внутреннем рынке биотехнологической продукции и имеют экспортный потенциал, благодаря высокой антимикробной активности и более низкой себестоимости по сравнению с зарубежными аналогами.

На основе фагов фитопатогенных бактерий родов *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Dickeya* созданы биопестициды Мультифаг и Мультифаг С. Проведен анализ генома и выявлены факторы патогенности фитопатогенных бактерий *Pseudomonas syringae*, доказана высокая эффективность применения разработанных биопестицидов для контроля их развития, дана физико-химическая и молекулярно-генетическая характеристика бактериофагов, входящих в их состав, экспериментально подтверждена их вирулентность, высокая литическая активность, устойчивость к факторам окружающей среды, что в совокупности определяет перспективность их использования в системах защиты овощных культур от бактериозов.

Приоритетным направлением разработок биопестицидов нового поколения является создание биопрепаратов комплексного действия, в том числе на основе консорциума микроорганизмов с взаимодополняющими свойствами. При этом максимальный эффект может быть получен только при условии тщательного изучения и анализа ростовых характеристик каждого продуцента, установления зависимостей между параметрами культивирования и синтезом необходимых метаболитов.

## СОЗДАНИЕ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО МИКРОБНОГО ПРЕПАРАТА ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАЩИТЫ ОГУРЦА И ТОМАТА ОТ БОЛЕЗНЕЙ ГРИБНОЙ И БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЭТИОЛОГИИ

В.Н. Купцов<sup>1\*</sup>, Н.И. Гирилович<sup>1</sup>, Т.А. Пилипчук<sup>1</sup>, М.Н. Мандрик-Литвинкович<sup>1</sup>,  
Н.В. Сверчкова<sup>1</sup>, Э.И. Коломиец<sup>1</sup>, А.В. Свиридов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГНПО «Химический синтез и биотехнологии», Минск

<sup>2</sup>УО «Гродненский государственный аграрный университет», Гродно

\*e-mail: kuptsov@hotmail.com

Поскольку современное растениеводство ориентировано на внедрение высокоэффективных ресурсосберегающих агротехнологий и получение конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции высокого качества, возрастает практический интерес к разработке экологически безопасных микробных препаратов, способных обеспечить комплексную эффективную защиту растений без вреда окружающей среде. В качестве агентов биоконтроля наиболее часто используются бактерии-антагонисты с антифунгальной активностью, а также бактериофаги, разрушающие клетки фитопатогенных бактерий. Новым перспективным направлением исследований является создание биопрепаратов с широким спектром антимикробного действия, объединяющие в своем составе как бактериальный, так и фаговый компоненты.

С целью создания композиции комплексного действия с антибактериальным и антифунгальным эффектом были отобраны устойчивые к температурному воздействию и ультрафиолетовому излучению фаги *Pseudomonas phage* P11 и *Xanthomonas phage* X69, проявляющие литическую активность в отношении бактериальных возбудителей болезней огурца и томата (*Pseudomonas syringae* и *Xanthomonas campestris*), а также штамм бактерий-антагонистов *Bacillus licheniformis* 25, обладающий высокой антагонистической активностью к грибным фитопатогенам (*Fusarium oxysporum*, *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *Botrytis cinerea*). Было установлено, что бактериофаги *Pseudomonas phage* P11 и *Xanthomonas phage* X69 не обладают литической активностью в отношении бактерий *B. licheniformis* 25, а метаболиты, содержащиеся в культуральной жидкости бактерий-антагонистов, не оказывают негативного влияния на цикл развития бактериофагов. Выявлено, что при совместной 24-часовой экспозиции жидких культур не происходит снижения титра клеток бактерий-антагонистов и жизнеспособных фаговых частиц. На основе отобранных культур наработан экспериментальный образец микробного препарата «БациФагКомпозит», представляющий собой смесь культуральной жидкости бактерий *B. licheniformis* 25 и фаголизатов *Pseudomonas phage* P11, *Xanthomonas phage* X69 в соотношении 2:1:1, характеризующийся титром вирусных частиц  $4,8 \cdot 10^9$  БОЕ/мл и бактериальных клеток  $1,0 \cdot 10^9$  КОЕ/мл. Проведена оптимизация технологических параметров культивирования бактерий-антагонистов, бактерий-хозяев и бактериофагов в лабораторных условиях, разработан лабораторный регламент получения микробного препарата «БациФагКомпозит».

В теплицах ЗАО «Агрокомбинат Несвижский» на культуре огурца (весеннее-летний культурооборот) и томата (продленный оборот) в 2023 году проведены производственные опыты по изучению биологической и хозяйственной эффективности биопрепарата «БациФагКомпозит». Выявлено, что применение изучаемого микробного препарата в 2% рабочей концентрации путем внесения в систему полива растений огурца (4-хкратно) и томата (5-тикратно) в период вегетации показало высокую биологическую эффективность против комплекса болезней грибной и бактериальной этиологии в следующих пределах: на огурце – 40,0-65,8%, на томате – 40,9-66,9%. В результате получена дополнительная прибавка урожая овощных культур на уровне 1,6 - 2,3 кг/м<sup>2</sup>. Таким образом, применение препарата обеспечило оптимизацию фитосанитарного состояния посадок огурца и томата в условиях производственных теплиц.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ *BACILLUS SUBTILIS* ПРОТИВ ОИДИУМА НА ВИНОГРАДНИКАХ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА

Е.А. Матвейкина\*, Е.П. Странишевская, Я.А. Волков

ФГБНУ «ВНИИВиВ «Магарач» РАН», Ялта

\*e-mail: holen-19@mail.ru

На Южном берегу Крыма (ЮБК) значительная часть сельскохозяйственных земель занята виноградниками, большинство которых находятся вблизи рекреационной зоны, в связи с чем биологизация систем защиты виноградных насаждений от основных вредителей и болезней или переход на органическое производство продукции должны стать актуальными направлениями в регионе в целом и в Крыму.

В связи с растущим спросом населения к потреблению натуральных, органических продуктов питания, развитие сектора органического земледелия, наращивание производства отечественных биологических препаратов и разработка новых эффективных биопрепаратов является актуальными.

По результатам многолетнего фитосанитарного мониторинга, на виноградных насаждениях ЮБК в последние годы отмечаются все более частые эпифитотии оидиума, возбудитель *Erysiphe necator* Schwein. В 2021-2022 гг. проводили исследования по оценке эффективности биологических фунгицидов на основе бактерии *Bacillus subtilis* в IV почвенно-климатической зоне (ЮБК) на техническом сорте винограда Бастардо магарачский (филиал «Ливадия» - АО «ПАО «Массандра», пгт. Ливадия). Учеты развития оидиума проводили по методике, принятой при проведении регистрационных испытаний: "Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве" (СПб., 2009).

Опыт включал следующие варианты: 1) контроль (без обработок); 2) 2021 г. -Биосфера-Фунгимен, Ж (*B. subtilis*, штамм В-76), норма применения 5,0 л/га, Спорекс (*B.subtilis* и *B. megaterium* var *phosphaticum*), норма применения 3,0 л/га; 2022 г. - Бактофит, СК (*B. subtilis*, штамм ИПМ-215), норма применения 3,0 л/га, Экстрасол, Ж (*B. subtilis*, штамм Ч-13) норма применения 4,0 л/га; 3) традиционная для зоны проведения исследования система защиты на основе химических акарицидов и фунгицидов. Кратность обработок препаратами на варианте 2-3 – 10 (каждые 7-10 суток, начиная со стадии развития «5-7 лист распустился» (по шкале ВВСН 15-17)).

С конца июля 2021-2022 гг. в период смыкания ягод в грозди оидиум развивался на гроздях на контроле по типу эпифитотии. Оценку биологической эффективности исследуемых препаратов проводили в третьей декаде августа. В 2021 г. в контрольном варианте было поражено 100% гроздей, интенсивность развития болезни составила 88,1%, в варианте с применением химических пестицидов интенсивность развития оидиума составила 24,8%, в варианте с применением препарата Биосфера-Фунгимен, Ж – 41,6%, Спорекс – 36,5%. Биологическая эффективность в варианте с применением химических препаратов составила 71,8%, в вариантах с применением биологических препаратов эффективность – 52,8% (Биосфера-Фунгимен, Ж) и 58,6% (Спорекс). В 2022 г. в контроле интенсивность развития оидиума составила 97,1%, в варианте с применением химических пестицидов – 15,9%, в варианте с применением биологического препарата Бактофит, СК – 37,0%, Экстрасола – 53,9%. Биологическая эффективность традиционной системы защиты составила 83,6%, эффективность препарата Бактофит, СК – 61,9%, Экстрасола – 44,5%.

Таким образом, экспериментально установлено, что в условиях ЮБК на восприимчивом к оидиуму сорте применение биологических препаратов на основе бактерии *B. subtilis* в условиях эпифитотии оидиума не обеспечивает высокую эффективность (44,5%-61,9%), но могут быть применены в комбинации с другими более эффективными препаратами. Препараты на основе бактерии *B. subtilis*, как действующего вещества, являются перспективными для изучения и применения в органическом виноградарстве.

## ОЦЕНКА ЭНДОФИТНЫХ СВОЙСТВ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИЗОЛЯТОВ ЭНТОМОПАТОГЕННОГО ГРИБА *AKANTHOMYCES MUSCARIUS*

Г.В. Митина\*, А.А. Чоглокова, М.А. Черепанова

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\*e-mail: galmit@rambler.ru

Исследования последних лет показали, что энтомопатогенные грибы (ЭПГ) *Lecanicillium* spp. и *Akanthomyces* spp. способны бессимптомно существовать в тканях растений в качестве естественных эндофитных организмов. Они оказывают регуляторный эффект на рост и развитие различных сельскохозяйственных культур, повышают устойчивость к микробным болезням и снижают их привлекательность для фитофагов [1-3]. Изучение эндофитных свойств штаммов имеет фундаментальное значения для понимания механизмов мультитрофных взаимодействий в системе гриб-растение-фитопатоген-насекомое. Из коллекции ФГБНУ ВИЗР были отобраны изоляты V1 21, V1 61, V1 72 *Akanthomyces muscarius* (= *Lecanicillium muscarium*), обладающие высокой вирулентностью и выраженной антагонистической активностью в отношении основных фитопатогенов. В качестве модельных растений использовали кормовые бобы *Vicia faba* L. Перед посевом их семена стерилизовали и выращивали в стерильной почвенно-песчаной смеси. Обработку растений споровой суспензией изолятов проводили путем пролива почвы, опрыскиванием листьев и замачиванием семян. При проливе почвы изолятами V1 21 и V1 61 увеличивалась масса надземной части и высоты растений на 7 сутки после инокуляции; при опрыскивании растений спорами V1 21 наблюдалось увеличение массы корня. Замачивание семян бобов в споровых суспензиях ЭПГ (изучено 4 изолята) не влияло на параметры роста бобов. Доля эндофитно колонизированных растений в зависимости от способа обработки составила от 22 до 66%. Причем, для изолята V1 21 наиболее эффективным способом обработки для эндофитизации был пролив почвы, а для V1 72 - опрыскивание листьев, для V1 61 не было различий между способами инокуляции. Из стеблей были выделены все изоляты ЭПГ при обработке семян и опрыскивании листьев, а после пролива почвы – из листьев. Плодовитость тлей, посаженных на листья инокулированных растений штаммом V1 72\* (штамм, меченный флуоресцентным белком GFP) была достоверно ниже по сравнению с контролем. Биологическая эффективность V1 72\* в отношении тлей составила около 30%, из них 50% погибших тлей была с внешними признаками микоза.

Работа поддержана Российским научным фондом и Санкт-Петербургским научным фондом (грант № 23-26-10052)

### Список литературы:

1. Mitina G., Chogloкова A., Cherepanova M., Timofeev S., Dolgikh V. The application of the entomopathogenic fungus *Akanthomyces muscarius* modified GFP to study endophytization. *Экологическая генетика*. 2023;21: 66-67. doi:10.17816/ecogen568650
2. Yuningsih D, Anwar R, Wiyono S. Endophytic colonization of entomopathogenic *Lecanicillium lecanii* (Zimm) Zare & Gams PTN10, and its effect on tobacco resistance against *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022; 974(1):6. doi: 10.1088/1755-1315/974/1/012089
3. Bamisile BS, Akutse KS, Siddiqui JA, Xu Y. Model Application of Entomopathogenic Fungi as Alternatives to Chemical Pesticides: Prospects, Challenges, and Insights for Next-Generation Sustainable Agriculture. *Front Plant Sci*. 2021; 12:741804. doi: 10.3389/fpls.2021.741804

## АБОРИГЕННЫЕ ШТАММЫ ГРИБОВ И БАКТЕРИЙ-АНТАГОНИСТОВ В БОРЬБЕ С НЕМАТОДАМИ РОДА *MELOIDOGYNE*

С.Н. Нековаль\*, М.Н. Чернякович, А.К. Чурикова

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологической защиты растений» (ФГБНУ ФНЦБЗР)

\*e-mail: s.nekoval@yandex.ru

Южный федеральный округ России - лидер по общей площади грунтовых теплиц, парников и посевных площадей овощных культур (Федеральная служба государственной статистики, 2022). Одними из основных вредителей, негативно влияющих на состояние выращиваемых овощей в открытом и защищенном грунтах, являются фитопаразитические нематоды. Умеренно-теплый климат, поливные условия, продолжительный вегетационный период возделывания культур с каждым годом способствуют возрастанию проблемы мелойдогиноза. В ряде хозяйств потери урожая от *Meloidogyne* spp. достигают 50-80 % (Nekoval et al., 2023).

Для обеспечения надежной защиты овощных культур от *Meloidogyne* spp. необходимо пополнить линейку разрешенных к применению на территории Российской Федерации биологических нематодицидов.

Сотрудниками ФГБНУ ФНЦБЗР в ходе регулярного мониторинга посадок томата и огурца в открытом и защищенном грунте, проводимого на юге России с 2021 по 2024 год, были отобраны почвенные образцы из ризосферы растений томата и огурца, пораженных галловыми нематодами (р. *Meloidogyne*). Выделена и поддерживается лабораторная популяция *Meloidogyne hapla* Chitwood, 1949. При проведении микологического анализа выделено в чистые культуры и описано 62 почвенных изолята: мицелиальных грибов – 25 штук, бактерий – 37 штук. Оценивая различия культурно-морфологических признаков в пределах одного рода, выделено 15 микроскопических грибов (*Aspergillus* spp., *Metarhizium* spp., *Trichoderma* spp., *Penicillium* sp., *Raecilomyces (Purpureocillium)* sp. и *Beauveria* sp.) и 10 бактерий, отличающихся по форме, цвету и размеру колоний. Дополнительно видовую принадлежность каждого изолята установили с помощью анализа нуклеотидной последовательности в цепочке ДНК. По результатам первичного скрининга в лабораторных условиях выделено 9 штаммов грибов и 5 бактерий-антагонистов, проявившие высокую нематодицидную активность. Смертность галловых нематод при применении данных штаммов грибов спустя 24 часа после фильтрации достигала 93,9±3,0 %. Смертность при применении штаммов бактерий-антагонистов была от 92,2±1,2 % до 97,2±1,9 %. Полученные результаты по нематодицидной активности грибов и бактерий-антагонистов подтверждены в ходе вегетационного опыта в зимний период 2023-2024 года на восприимчивом сорте томата.

ДНК-последовательности штаммов грибов и бактерий-антагонистов, эффективных в борьбе с *Meloidogyne* spp., депонированы в международную базу National Center for Biotechnology Information (NCBI), и штаммы готовятся к передаче в Биоресурсную коллекцию ФГБНУ ФНЦБЗР «Государственная коллекция энтомоакарифагов и микроорганизмов», как перспективные для создания отечественных препаратов против галловых нематод.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № МФИ-20.1/118

### Список литературы:

1. Основные итоги сельскохозяйственной микропереписи 2021 года. Статистический сборник / Федеральная служба государственной статистики. М.: ИИЦ «Статистика России», 2022. 420 с.
2. Nekoval S. N., Churikova A.K., Chernyakovich M.N., Pridannikov M.V. (2023) Primary Screening of Microorganisms against *Meloidogyne hapla* (Chitwood, 1949) under the Conditions of Laboratory and Vegetative Tests on Tomato. *Plants*. 12 (18): 3323. <https://doi.org/10.3390/plants12183323>

# ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШТАММА *BACILLUS SUBTILIS* И-5 И ЕГО СОЧЕТАНИЙ С САЛИЦИЛАТОМ ХИТОЗАНА В КАЧЕСТВЕ ОСНОВЫ НОВОГО ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО БИОПРЕПАРАТА ДЛЯ ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ОТ БОЛЕЗНЕЙ И ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ.

И.И. Новикова<sup>1\*</sup>, Э.В. Попова<sup>1</sup>, И.Л. Краснобаева<sup>1</sup>, Л.Е. Колесников<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург

\*e-mail: irina\_novikova@inbox.ru

Современная стратегия управления фитосанитарным состоянием агроэкосистем включает широкое использование полезных микроорганизмов, в том числе – антагонистов возбудителей болезней растений, обладающих комплексом ценных признаков: способностью синтезировать биологически активные соединения, обладающие антимикробным действием, стимулировать рост и развитие растений, а также индуцировать реакции фитоиммунитета посредством физиологических изменений в фотосинтетических и дыхательных путях, а также образованием защитных белков у растений. Однако при определенном сочетании метеофакторов, эффективность бактериальных препаратов в полевых условиях может существенно снижаться. Нами обоснована и экспериментально доказана перспективность сочетания активных отселектированных штаммов микроорганизмов — антагонистов возбудителей болезней растений и хитозановых производных для повышения биологической эффективности и расширения спектра действия разрабатываемых препаративных форм.

По результатам скрининга штаммов, входящих в Государственную коллекцию микроорганизмов, патогенных для растений и их вредителей, в ВИЗР отобран перспективный психротолерантный изолят *B. subtilis* И-5, выделенный в Индии с поверхности семян огурца, и обладающий высокой антагонистической активностью в отношении широкого спектра возбудителей грибных и бактериальных болезней. Произведен моноклоновый рассев исходной культуры и оценена антагонистическая активность клонов по отношению к тест-культурам *A.solani*, *F.oxysporum*, *F.culmorum*, *F.solani*, *F. sambucinum*, *F.graminearum*, *F.sporotrichoides*, *Cochliobolus sativus*, *Sphaeropsis malorum*, *Clavibacter michiganensis*, *Xanthomonas campestris* и др. На основании проведенной ступенчатой селекции отобран стабильный высокоактивный клон *B. subtilis* И-5/6, перспективный для разработки на его основе технологий получения и применения нового полифункционального биопрепарата для защиты сельскохозяйственных культур в период вегетации и при хранении урожая.

В модельной системе пшеница – *Bipolaris sorokiniana* показано, что сочетание штамма *B. subtilis* И-5/6 и конъюгата хитозана с салициловой кислотой (СХ) положительно влияло на индуцирующую активность антагониста, повышая его биологическую эффективность в 1,5-2,0 раза. Проведенные нами ранее исследования показали, что в механизмах повышения индуцированной устойчивости растений пшеницы к *B. sorokiniana* под воздействием бактерий *B. subtilis* в сочетании с СХ участвуют антиоксидантно-защитные ферментные системы, в частности, каталаза и пероксидаза.

В полевых опытах на яровой мягкой пшенице штамм *B. subtilis* И-5 и полифункциональный комплекс *B. subtilis* И-5 + 0.1 % СХ существенно снижали интенсивность развития болезней, увеличивали урожайность и улучшали морфометрические показатели пшеницы. Добавление 0.1% СХ к штамму *B. subtilis* И-5 повышало биологическую эффективность в отношении желтой ржавчины пшеницы до 63,7%, мучнистой росы – до 92,8%. Снижение поражаемости растений возбудителями болезней при применении бактериальных штаммов и полифункциональных комплексов повысило биологическую урожайность пшеницы до 69,0-93,0% и улучшило морфометрические показатели до 57,1% по сравнению с контролем.



# РОЛЬ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ С.-Х. КУЛЬТУР В БИОЛОГИЗАЦИИ ФИТОСАНИТАРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ, ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ И ОРГАНИЧЕСКОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

В.А. Павлюшин\*

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений,*

*Санкт-Петербург*

*\*e-mail: vapavlyushin@vizr.spb.ru*

Защита растений – это фитосанитарное благополучие с.-х. угодий и контроль за динамикой численности вредителей, болезней и сорняков (около 450 видов вредоносных объектов). В современной фитосанитарии обозначенное реализуется в рамках концепции оптимизации агроэкосистем и перехода на новую парадигму защиты растений [1, 2], требуется гарантированная прибавка качественного урожая и достижение экологической безопасности.

Важнейший глобальный фактор – изменение климата, что расширяет ареалы и зоны вредоносности.

Среди 5 основных фитосанитарных ресурсов наиболее определяющие: генетически устойчивые сорта, зональные системы интегрированной защиты, ассортимент СЗР (2 тыс. препаратов), в т.ч. 57 защитных биопрепаратов, почвоудобрительные биопрепараты, оптимизирующие минеральное питание, почвенный микробный ценоз и супрессивность почвы.

Закрытый грунт – успешная производственная модель (паразитоценоз) биоценотической регуляции вредителей и болезней овощных культур.

Новая парадигма предусматривает фитосанитарное проектирование агроэкосистем, фокусируется на управлении динамикой численности вредных объектов за счет технологической совокупности всех приемов и средств в новых системах защиты, адаптированных к интенсивному растениеводству, органическому земледелию и закрытому грунту.

Назрела необходимость в разработке нормативной базы для систем биологической защиты овощных и плодово-ягодных культур. Речь идет об оформлении 3 технических регламентов, а именно, «Агротехнологические требования к органическому производству и защите овощей в теплицах, в открытом грунте и защите плодово-ягодных культур».

## Список литературы:

1. Павлюшин В.А., Белякова Н.А., Фролов А.Н. Новая парадигма защиты растений: важнейшие аспекты реализации. XVI съезд Русского энтомологического общества. Москва, 2022 г. Тезисы докладов РЭО, МГУ, стр.117, doi:10.5281/zenodo.6976546 ISBN978-5-907533-48.

2. Павлюшин В.А., Новикова И.И., Бойкова И.В. Перспективы и возможность защиты растений для повышения уровня экологической безопасности в агроценозах (обзор). Защита и карантин растений. 2022, №4, с.1—18. doi: 10.47528/1026-8634, 2022, 4, 10.

## ПРИМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА НА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕ В БОРЬБЕ С КОМПЛЕКСОМ ГНИЛЕЙ

Т.Б. Пермякова

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко», г. Краснодар  
e-mail: [tbpermyakova@mail.ru](mailto:tbpermyakova@mail.ru)

Ежегодно озимые колосовые культуры поражаются комплексом корневых и прикорневых гнилей различной этиологии, приводящих к частичному поражению всходов, отставанию растений в росте, сокращению продуктивных побегов и щуплости зерна.

В связи с присутствием в патогенном комплексе нескольких видов возбудителей гнилей и схожих симптомов поражения затрудняется борьба с ними и снижается эффективность применяемых химических препаратов. С учётом современных требований к производству экологически чистой сельскохозяйственной продукции, в наших исследованиях оценивалась эффективность биологической защиты озимой пшеницы в борьбе с комплексом гнилей [1]. Исследования по данной теме проводились в вегетационных сезонах 2022 и 2023 с/х годов на полях ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко». Опыты закладывались на восприимчивом к болезням сорте Гром по предшественнику озимая пшеница. Объектом исследований был патогенный комплекс корневых и прикорневых гнилей, в котором соотношение видов менялось по годам. В период проведения исследований отмечалось слабое распространение и развитие возбудителей гнилей рода *Fusarium*. По годам частота встречаемости была выше у видов рода *Rhizoctonia*, однако в условиях вегетационного сезона 2023 года, который был достаточно влажный, создались более благоприятные условия для *Pseudocercospora herpotrichoides*. Для проведения исследований использовали биофунгициды грибного и бактериального происхождения, в состав которых входили мицелий и споры гриба *Trichoderma viride*, споры бактерий *Bacillus subtilis* и клетки *Pseudomonas koreensis*, а также их метаболиты. В качестве стандартов применяли химические препараты с содержанием д.в. протиоконазола 250 г/л и тебуконазола 150 г/л, а также флудиоксонил 25 г/л с тебуконазолом 10 г/л и седаксаном 25 г/л. По вегетации использовали триазоловый фунгицид, содержащий пропиконазол 125 г/л и фенпропидин 450 г/л. Варианты опыта включали только предпосевную обработку семян и двукратное применение – обработку семян в сочетании с опрыскиванием в фазе ВВСН 29-30. В ходе исследований проводилась сравнительная оценка эффективности биологической и химической защиты озимой пшеницы в борьбе с комплексом гнилей.

По результатам двухгодичных исследований отмечено положительное влияние биологических препаратов на рост и развитие озимой пшеницы, при этом достоверно увеличивалась длина корней на 22,3-39,4%, их масса – на 14,9-18,6% в сравнении с контролем. Эффективность предпосевной обработки биологическими препаратами в борьбе с гнилями в фазе ВВСН 31 составляла от 34,9 до 51,7 %, у химических протравителей - на уровне 60,2-68,5%. В фазе ВВСН 39-41 данный показатель по вариантам опыта сохранялся на более низком уровне. Двукратное применение всех испытываемых препаратов имело преимущество перед обработкой семян. По результатам снопового анализа в фазе ВВСН 39-41 лучший эффект отмечен у биологического препарата комплексного действия, содержащего грибы и бактерии, с показателем 48,5-51,3%, в варианте с применением химических фунгицидов эффективность в этой фазе была несколько выше и составляла 54,1-61,7%.

На основании вышеизложенного вытекает, что биологическая защита должна постепенно встраиваться в агротехнологию возделывания полевых культур и являться частичной, а при возможности и полной заменой химическому методу.

## ЭПИФИТНЫЕ БАКТЕРИИ ЗЕРНОВОК ЭГИЛОПСОВ - ПОТЕНЦИАЛ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ОТ КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ И ЛИСТОВЫХ БОЛЕЗНЕЙ

В.Н. Пищик<sup>1\*</sup>, О.В. Темнова<sup>1</sup>, Е.П. Чижевская<sup>1</sup>, А.В. Ерофеева<sup>1</sup>, Д.В. Кудрявцев<sup>1</sup>,  
О.А. Борцова<sup>1</sup>, Л.Г. Тырышкин<sup>2</sup>, Н.Н. Чикида<sup>2</sup>, В.К. Чеботарь<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии, Санкт-Петербург- Пушкин

<sup>2</sup>Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург

Корневые гнили зерновых культур, вызываемые микромицетами рода *Fusarium* (*F. oxysporum* Schlechtend, *F. Culmorum* Sacc.), а также листовые болезни: септориоз (*Septoria nodorum* Berk), бурая ржавчина (*Puccinia recondita* Rob. Ex Desm f. sp. *tritici*), темно-бурая пятнистость (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker) являются распространенными заболеваниями, способными привести к потере до 30% урожая зерновых культур.

Из образцов различных видов *Aegilops* из коллекции ВИРа им. Н.И. Вавилова были изолированы 5 штаммов бактерий и идентифицированы по методу 16SrRNA в сравнении нуклеотидных последовательностей гена 16S rRNA с базой данных GenBank. Были изучены культурально-морфологические свойства бактерий, фунгицидная активность. Активность исследуемых бактерий к микромицетам *Fusarium oxysporum* 60521, *Fusarium culmorum* 58800, *Bipolaris sorokiniana* 60018 (из коллекции ВИЗРа) определяли методом штрихов при встречном росте культур. Активность бактерий к *Puccinia recondita* оценивали на отрезках листьев пшеницы по отношению к смеси агрессивных рас возбудителей. При оценке устойчивости к темно-бурой листовой пятнистости, септориозу и бурой ржавчине для заражения использовали водную суспензию спор высоко агрессивного изолята *Bipolaris sorokiniana* (концентрация 30 тыс. конидий/мл) и *Septoria nodorum* (1 млн. спор/мл) и смесь агрессивных рас *Puccinia recondita*. Бактерии вносили в концентрации ( $1-3 \times 10^5$  кое/мл). Учет поражения проводили на листьях на 5-й день после инокуляции (Тырышкин Л.Г., 1997).

Все исследуемые бактерии обладали фунгицидной активностью к фитопатогенам и стимулировали рост растений пшеницы, продуцировали сидерофоры и ауксины. Наибольшую активность к *Fusarium oxysporum* 60521 (66-76%) проявили *Bacillus* sp. (штаммы Ae11, Ae15, Ae35, Ae45). Активность штамма *Pseudomonas* sp. Ae4 составляла 31%. *Fusarium culmorum* 58800 был более токсичен для растений. Однако штаммы Ae15, Ae35, Ae45 сохранили свою высокую активность (66-73%) по отношению к этому фитопатогену. Штаммы Ae 35 и Ae 45 также проявили высокую активность к патогенам *Septoria nodorum* (70% и 50%) и *Bipolaris sorokiniana* 60018 (50 и 67%) при оценке на листовой поверхности. И только один из изучаемых штаммов Ae45 ингибировал развитие фитопатогена *Puccinia recondita* (50%). Бактерии были депонированы во Всероссийской коллекции непатогенных микроорганизмов сельскохозяйственного назначения ВНИИСХМ.

Работа выполнена по госзаданию лаборатории № 8 ВНИИСХМ.

## ПОИСК ЭФФЕКТИВНЫХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ ФИТОПЛАЗМОЗА ПОЧЕРНЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ ВИНОГРАДА В АМПЕЛОЦЕНОЗАХ КРЫМА

Я.Э. Радионовская<sup>1\*</sup>, Н.В. Алейникова<sup>1</sup>, Е.С. Галкина<sup>1</sup>, П.А. Диденко<sup>1</sup>, С.Ю. Белаш<sup>1</sup>,  
В.В. Андреев<sup>1</sup>, В.Н. Шапоренко<sup>1</sup>, Е.А. Болотянская<sup>1</sup>, Л.В. Диденко<sup>1</sup>

ФГБУН «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН», Россия, Республика Крым, г. Ялта;

\*e-mail: [vovkayalta@mail.ru](mailto:vovkayalta@mail.ru)

Среди экономических рисков устойчивого развития виноградарства Крыма в условиях продолжающейся широкой интродукции саженцев, наличия видов цикадовых – потенциальных векторов фитоплазменной инфекции и учащения климатических стрессов существенное значение приобретает ежегодное интенсивное развитие фитоплазмоза - почернение древесины винограда (Vois Noir (VN); возб. *Candidatus Phytoplasma solani*).

В 2020-2022 гг. на производственных участках сорта Шардоне двух природно-климатических районов Крыма (Предгорный район и Восточный район Южнобережной зоны) проведено изучение эффективности 5-9 кратного применения за период вегетации винограда препаратов ООО НПЦ «Фармбиомед», обладающих бактерицидными свойствами – Фитоплазмин, ВРК (0,2-0,3 л/га), Фармайод, ГР (0,06-0,1 л/га) и Фитолавин, ВРК (0,2 л/га) в отношении интенсивности поражения виноградных растений VN, а также их влияния на количественные и качественные показатели урожая. По результатам трехлетнего эксперимента выявлена устойчивая тенденция к сдерживанию уровня распространённости и степени поражения растений фитоплазмозом VN при многократном использовании за сезон бактерицидов Фитоплазмин, ВРК, Фармайод, ГР и Фитолавин, ВРК. Отмечен более высокий эффект от опытной системы защиты в условиях Восточного района Южнобережной зоны на винограднике 2016 года посадки относительно виноградника в Предгорном районе 2009 года посадки, что позволяет говорить о влиянии на эффективность защитных мероприятий от фитоплазмоза агроклиматических условий района выращивания культуры и возраста виноградных растений. Установлена устойчивая тенденция к увеличению показателя «урожай с куста» (в большей степени на растениях с признаками заболевания, чем на бессимптомных растениях), обусловленная, в первую очередь, выраженным и стабильным положительным влиянием изучаемых бактерицидов на сохранность гроздей винограда, а также положительным влиянием препаратов на формирование большей массы грозди для растений с симптомами фитоплазмоза.

Так, в условиях 2022 года проведения эксперимента показан высокий уровень вредоносности изучаемого заболевания: на здоровых (бессимптомных) растениях все количественные показатели урожая существенно превышали значения с поражённых VN растений – максимально в 1,8 и 1,9 раза по количеству гроздей на куст; в 1,5 и 2,2 раза по средней массе грозди; в 2 и 2,6 раза по урожаю с куста в опытном (на фоне обработок бактерицидами) и эталонном (без обработок бактерицидами) вариантах, соответственно. Применение опытной системы обработок обеспечило существенное сдерживание уровня распространённости фитоплазмоза (на 14,4-24,3 %), степени поражения растений (в 1,3-1,5 раза) и количества растений, полностью охваченных VN (в 5,3-11 раз). Установлено, что использование изучаемых препаратов положительно повлияло на сохранность и развитие генеративных органов винограда, что способствовало получению большего, относительно эталона, урожая: на 12-25 % с бессимптомных растений и 33-39 % с растений, поражённых VN. Все образцы урожая винограда имели техническую зрелость и соответствовали требованиям, предъявляемым к сырью для производства белых вин.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования отечественных препаратов Фитоплазмин, ВРК, Фармайод, ГР и Фитолавин, ВРК в контроле фитоплазмоза VN на виноградниках.

## ПИТАТЕЛЬНЫЕ СРЕДЫ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ЭНТОМОПАТОГЕННОГО ШТАММА *BACILLUS THURINGIENSIS* SSP. *AIZAWAI*

Х.А. Раззоков<sup>1,2\*</sup>, А.В. Паймулина<sup>2</sup>, Н.И. Акулова<sup>2</sup>, Г.В. Калмыкова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск

<sup>2</sup>ООО «Микопро», г.Новосибирск

\*e-mail: [mr.khusravkhon@mail.ru](mailto:mr.khusravkhon@mail.ru)

Бактерии *Bacillus thuringiensis* с середины прошлого века используются в качестве основы экологически чистых биоинсектицидов, как альтернатива вредным химическим пестицидам. Специфичность и эффективность действия *Bacillus thuringiensis* определяется наличием так называемых кристаллов или параспоральных включений, состоящих из порообразующих δ-эндотоксинов. Кроме параспоральных включений присутствие спор в препаратах на основе штаммов *Bacillus thuringiensis* способствует значительному повышению инсектицидной активности в отношении гусениц чешуекрылых насекомых.

Мировой практикой доказано, что штаммы *B.thuringiensis ssp.aizawai* имеют широкие коммерческие возможности для контроля проблемных вредителей семейства капустных: совок, капустной моли. Полногеномное секвенирование штамма *B.thuringiensis ssp.aizawai* ВКПМ В-14026 выявило 10 генов, отвечающих за синтез инсектицидных токсинов.

Разработка питательной среды для глубинного культивирования бактериального штамма является важным шагом создания эффективного и доступного для сельхозпроизводителей препарата. Подсчитано, что цена ферментационной среды составляет 35–59% себестоимости продукции [1]. Для того чтобы снизить затраты на производство инсектицидного препарата на основе штамма *B.thuringiensis ssp.aizawai* ВКПМ В-14026 был разработан ряд сред, основными компонентами которых были пшеничные отруби (побочные продукты помола зерновых), а также различные виды муки: пшеничная, кукурузная соевая.

Качество полученных культуральных жидкостей оценивали по количеству инсектицидного белка, титру спор, биологической эффективности в отношении гусениц чешуекрылых насекомых.

Результаты показали, что максимальное количество инсектицидного белка (более 1000 мкг/мл) синтезировалось на средах, где соотношение белка и углеводов составляло 1:3. Биологическая эффективность культуральных жидкостей составляла от 90 до 100 % в зависимости от тест-насекомого.

Разработанные питательные среды пригодны для крупномасштабного производства высокоактивного и недорогого биологического инсектицида на основе штамма *B.thuringiensis ssp.aizawai* ВКПМ В-14026.

### Список литературы:

1. Ozcan O, Icen B, Ozcengiz G. (2010) Pretreatment of poultry litter improves *Bacillus thuringiensis*-based biopesticides production. *Bioresour. Technol.* **101**, 2401-2404. <http://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.11.048>

# МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ХЛАМИДОСПОР, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ГЛУБИННОМ КУЛЬТИВИРОВАНИИ ХИЩНОГО ГРИБА *DUDDINGTONIA FLAGRANCE*

В.А. Реут<sup>1,2\*</sup>, Г.В. Калмыкова<sup>2</sup>, Н.И. Акулова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Новосибирск

<sup>2</sup>ООО «Микопро», Новосибирск

\*e-mail: lerareut2016@gmail.com

Паразитические нематоды растений являются серьезной проблемой для производителей сельскохозяйственной продукции. Они ухудшают семенные и товарные характеристики растений, вызывают тяжелые отравления мелкого и крупного рогатого скота, нанося непоправимый ущерб [1].

Для борьбы с фитопаразитическими нематодами используются различные способы: агротехнические приемы, физические методы, химические нематициды. Многократное применение химических нематицидов способствует формированию резистентных к ним популяций нематод, что увеличивает нормы расхода, а значит усиливает загрязнение сельскохозяйственной продукции и почвы токсичными для человека и животных веществами.

Альтернативой химическим нематицидам могут служить биологические средства защиты растений. Для борьбы с нематодами предлагаются препараты на основе авермектинов (комплекса антибиотиков, продуцируемых грибами *Streptomyces avermitilis*), на основе бактерий родов *Pasteuria* и *Bacillus*, поражающих фитонематод, а также на основе грибов *Paecilomyces lilacinus* и *Pochonia chlamydosporia*, паразитирующие на яйцах нематод.

Для борьбы с нематодами предлагается препарат на основе нематофаговых грибов, образующих ловушки. В частности, *Duddingtonia flagrans* – хищный гриб, являющийся естественным врагом нематоды, который производит трехмерные клейкие сети для ловли нематод. Этот гриб, кроме конидий, образует хламидоспоры, которые сохраняют жизнеспособность годами, а значит препараты на основе хламидоспор будут иметь длительный срок хранения.

Хламидоспоры представляют собой укрупненные толстостенные клетки округлой формы (диаметр в 4-8 раз больше родительских гиф), которые формируются внутри гиф или на их концах. При глубинном культивировании гриба *D.flagrans* в жидкой питательной среде большинство хламидоспор образуется в местах плотного скопления мицелия, что затрудняет определение количества хламидоспор для оценки качества получаемого препарата.

Цель данной работы сравнить методы, позволяющие разрушить скопления мицелия без повреждения хламидоспор для достоверного определения их количества в культуральной жидкости.

Мицелий разрушали двумя способами ультразвуком при амплитуде 20 мкм в ультразвуковом дезинтеграторе (MSE-15B, Великобритания) в течение 30 сек, 1, 2 и 5 мин, либо выдерживанием культуральной жидкости при 45, 60 и 95 °С в течение 15 мин.

Количественную оценку титра хламидоспор проводили подсчетом в камере Горяева и методом серийных разведений с последующим высевом на агаризованные среды.

Результаты показали, что наибольшее количество свободных хламидоспор наблюдается при гомогенизации культуральной жидкости в ультразвуковом дезинтеграторе в течение 30 сек.

## Список литературы:

1. El-Sagheer A. M. Plant responses to phytonematodes infestations /A. M. El-Sagheer, R. Ansari, I. Mahmood // Plant health under biotic stress: book. – Singapore: Springer, 2019. PP. 161–175.

# ИНТЕНСИВНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ – ИЗБИРАТЕЛЬНЫЙ ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ МИКОЦЕНОЗА ПОЧВЫ

В.О. Рудаков

ООО «АгроБиоТехнология». Москва  
e-mail: rudakov-valeryi@mail.ru

Обсуждается значимость состояния почвенного микоценоза для перехода на технологию Органического земледелия.

Известно, что многие виды микроорганизмов способны жить в экстремальной среде. Однако в обычных экотропных ассоциациях они не всегда доминируют, так как свойства межвидовых консортных популяций превышают потенциальные возможности отдельных видов. Поэтому сведения о высокой выживаемости видов в отдельности не отражают филогенетический процесс. Наши исследования направлены на сравнение видового состава грибов в биотопах разной степени ущербности. По Тимофееву-Ресовскому ценозы в таких условиях формируются абиотическим компонентом как «экостема» или синэкологическая система. Микробный видовой состав в них не хаотичен, а закономерно отобран.

За основу классификации экологического состояния почвы приняли предложение Г.Д.Звягинцева о 4-х ступенчатом уровне разрушения микробных систем:

1. **Зона гомеостаза.** Микробиота девственных почв;
2. **Зона стресса.** Почва с флуктуатирующими очагами умеренной фитотоксичности. Изменение видового состава доминирующих популяций, но сохранение способности репарации ценоза после прекращения действия стрессового фактора, ксенобиотика;
3. **Зона резистентности.** Стойкое разрушение микробных систем. Сохранение доминирующего положения резистентных популяций после прекращения действия стрессового фактора, ксенобиотика;
4. **Зона репрессии или катаклизма микробиоты.** Разрушение биоразнообразия. Доминируют популяции единичных видов.

Адаптация микофлоры к условиям среды обитания осуществляется на филогенетическом уровне. По нашим наблюдениям, индикаторами экологического состояния могут служить систематические группы с четко выраженной адаптивной изменчивостью:

1. Благоприятные условия среды обитания, по Г.Д. Звягинцеву **зона гомеостаза.** Индикаторы – видовое разнообразие мукоровых и других *Zygomycetes*;
2. **Зона стресса.** Индикаторы – доминирование грибов из порядка *Hydrocrealis* (*Fusarium*, *Verticillium*, *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Acremonium* и др.). Зигомицеты малочисленны;
3. **Зона резистентности.** Доминируют единичные роды разных филогенетических групп – *Fusarium* (*Hydrocrealis*), *Rhizoctonia*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Endomyces* и другие роды *Endomycetalis*. Из зигомицетов распространен только вид *Rhizopus stolonifer*. Основным индикатором этой стадии разрушения микробных систем является постоянно доминирующие колонии *Fusarium*;
4. **Зона техногенного катаклизма** и крайне ущербные естественные биотопы. Полное доминирование *Penicillium* и *Aspergillus*. Эти грибы относятся к широко распространенным и способны сохраняться в подпочвенных слоях, микробные консорции с их участием высоко фитотоксичны.

# ВЛИЯНИЕ ЖИДКИХ КУЛЬТУР БАКТЕРИАЛЬНЫХ ШТАММОВ НА РАЗВИТИЕ И РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ЛИСТОВЫХ ПЯТНИСТОСТЕЙ РИСА СОРТА АПОЛЛОН И ЕГО УРОЖАЙНОСТЬ

Н.М. Сидоров<sup>1</sup>, М.М. Астахов<sup>1</sup>, А.М. Асатурова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологической защиты растений», Краснодар

\*e-mail: [elisor@mail.ru](mailto:elisor@mail.ru)

В исследовании использовали жидкие культуры (ЖК) на основе штаммов-антагонистов фитопатогенов из биоресурсной коллекции Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр биологической защиты растений» (ФГБНУ ФНЦБЗР) «Государственная коллекция энтомоакарифагов и микроорганизмов»: *Bacillus subtilis* BZR 179, *B. velezensis* BZR 336g, *B. velezensis* BZR 517, *B. velezensis* BZR 597, *B. subtilis* BZR 656, *B. mojavensis* BZR 670, *B. velezensis* BZR 698, *B. subtilis* BZR 774. Данные штаммы были выбраны по результатам предварительного лабораторного исследования, проведенного в рамках договора о научно-исследовательской работе № ХД 2021-1127 от 08.07.2021 г.

Опыт был проведен в условиях Краснодарского края в 2022 г. Фунгицидные обработки по вегетации проводили двукратно. Первая – после появления первых видимых симптомов листовых пятнистостей (18.08). Повторная – через 30 дней (19.09). Опрыскивание проводили в автоматизированном режиме при помощи дроневопрыскивателей DJI Agras T20 и DJI Agras T30 в вечернее время, осадков в течение суток не выпадало.

В посевах риса на естественном инфекционном фоне в вегетационном сезоне 2022 года было отмечено развитие листовых пятнистостей, вызванных различными возбудителями (*Cochliobolus miyabeanus*, *Pyricularia oryzae*, *Alternaria* sp., *Fusarium* sp.). Их распространенность к последнему учету, проведенному 05.10.2022, составила 100 %, при развитии 33 % в контрольном варианте.

В результате проведенного опыта на рисе сорта Аполлон применение ЖК на основе штаммов-антагонистов фитопатогенов позволило сдержать развитие листовых пятнистостей. Установлено, что ЖК на основе штаммов способствуют снижению распространённости и развития листовых пятнистостей. Их биологическая эффективность составила от 51,5 до 73 %. Против метельчатой формы пятнистостей высокая эффективность отмечена при применении ЖК на основе штаммов *B. velezensis* BZR 517 и *B. velezensis* BZR 597 – 71 и 93 %, соответственно.

Применение ЖК на основе штаммов позволило получить сохраненную урожайность зерна риса на 1,0–22,2 ц/га. Хозяйственная урожайность в контрольном варианте составила 71,6 ц/га. Применение ЖК на основе штаммов *B. mojavensis* BZR 670, *B. velezensis* BZR 336g и *B. velezensis* BZR 698 позволило получить прибавку урожая на 18,4, 20,0 и 22,2 ц/га, соответственно. Максимальная биологическая урожайность составила 103,1 ц/га при применении ЖК на основе штамма BZR 336g. Урожайность выше эталонного варианта с применением химического фунгицида получена при использовании штаммов *B. velezensis* BZR 517, *B. mojavensis* BZR 670, *B. velezensis* BZR 698, *B. velezensis* BZR 336g. Биологическая урожайность, преимущественно, коррелировала с хозяйственной.

В исследованиях использована материально-техническая база УНУ «Технологическая линия для получения микробиологических средств защиты растений нового поколения» (<https://ckp-rf.ru/catalog/usu/671367/>).

Исследования выполнены согласно Государственному заданию Министерства науки и высшего образования РФ в рамках НИР по теме № FGRN-2022-0006.



## ВЛИЯНИЕ 2,4-ДИАЦЕТИЛФЛОРОГЛЮЦИНА НА ГРИБЫ РОДА ASPERGILLUS

А.А. Степанов\*, А.С. Васильченко

Лаборатория антимикробной резистентности, Институт экологической и сельскохозяйственной биологии (X-Bio), Тюменский государственный университет, Тюмень.

\*email: stepanov590@mail.ru

Средства защиты растений (СЗР) на основе живых штаммов микроорганизмов и/или их вторичных метаболитов имеют широкое применение в сельском хозяйстве. Значительную долю СЗР составляют биопрепараты на основе ризосферных бактерий рода *Pseudomonas*. Однако особенности их взаимодействия с почвенными микромицетами мало изучены. В частности, в отношении грибов рода *Aspergillus*, типичных представителей почвенных микромицетов, реализующих с растениями различные стратегии сосуществования: от мутуалистических до паразитических. Целью данной работы стало исследование особенностей действия 2,4-диацетилфлороглюцина (2,4-ДАФГ) в отношении грибов рода *Aspergillus*.

В качестве тест-штаммов выступили *A. fumigatus*, *A. niger* и *A. ochraceus*. Оценено влияние 2,4-ДАФГ на биомассу и метаболическую активность биопленок, а также количественный состав экзополимерного матрикса биопленок. Морфология биопленок исследована с помощью сканирующей электронной микроскопии. Изучено количественное содержание эргостерола и полисахаридов в мицелии культур, обработанных 2,4-ДАФГ. Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии изучена продукция глиотоксина и фумагиллина (*A. fumigatus*), охратоксина А (*A. ochraceus*) при воздействии 2,4-ДАФГ.

Определенное значение минимальной ингибирующей концентрации 2,4-ДАФГ в отношении исследуемых штаммов составило 125 мкг/мл. Воздействие 7,7 - 125 мкг/мл 2,4-ДАФГ дозозависимо снижало биомассу и метаболическую активность биопленок *A. niger* и *A. ochraceus* на  $19,3 \pm 2,3$  –  $90,9 \pm 1,3\%$ . Эффект 2,4-ДАФГ на биопленкообразование *A. fumigatus* был менее выраженным. Вместе с тем, у всех штаммов наблюдалось снижение в содержании компонентов экзополимерного матрикса биопленок. Уменьшение содержания углеводов и белков в обработанных 2,4-ДАФГ биопленках, по сравнению с контролем, составило  $16,5 \pm 6,7$  –  $77,9 \pm 1,5\%$  и  $14,2 \pm 1,1$  –  $69,3 \pm 0,7\%$ , соответственно ( $p < 0,05$ ;  $0,001$ ).

Воздействие 2,4-ДАФГ на *A. fumigatus* увеличивало содержание эргостерола в плазматической мембране, альфа- и бета-глюканов, а также хитина в клеточной стенке на  $9,3 \pm 4,1$  –  $30,6 \pm 0,5\%$  ( $p < 0,05$ ;  $0,001$ ).

Субингибиторные концентрации 2,4-ДАФГ (7,7 - 31 мкг/мл) достоверно снижали продукцию микотоксинов глиотоксина и фумагиллина у *A. fumigatus* и охратоксина А у *A. ochraceus* на  $31,8 \pm 7,4$  –  $69,7 \pm 10,1\%$  и  $32,6 \pm 5,2$  –  $38,7 \pm 6,9\%$ , соответственно ( $p < 0,05$ ;  $0,01$ ).

Результаты работы показали, что субингибиторные концентрации 2,4-ДАФГ обуславливают разнонаправленное действие на мицелиальные грибы. С одной стороны, происходит подавление биопленкообразования, продукции микотоксинов, с другой – наблюдается увеличение содержания компонентов плазматической мембраны и клеточной стенки мицелия и усиления секреции внеклеточных протеолитических ферментов.

Полученные результаты расширяют знания о взаимодействии вторичных метаболитов ризосферных бактерии рода *Pseudomonas* с почвенными микромицетами, что может помочь расширить спектр потенциальных биоактивных микроорганизмов.

## ГЛИОТОКСИН МЕНЯЕТ СООБЩЕСТВО БАКТЕРИЙ И ГРИБОВ В ПОЧВЕ

А.В. Тесля<sup>1\*</sup>, Д.В. Пошвина, Е.В. Гурина<sup>1</sup>, А.В. Яшников<sup>1</sup>, А.А. Степанов<sup>1</sup>,  
А.С. Васильченко<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Лаборатория антимикробной резистентности, Тюменский государственный университет, Тюмень

\*e-mail: a.v.teslia@utmn.ru

Глиотоксин (ГТ) – серосодержащий эпидитиодиоксопиперазин, продуцируемый различными почвенными грибами, в том числе используемыми в биологической защите растений (*Trichoderma virens*). Выраженное антимикробное действие глиотоксина на разнообразные грибы и бактерии делает его перспективным средством биоконтроля фитопатогенов. При изучении биопрепаратов исследователи, в основном, затрагивают аспекты взаимодействий в системе растение – патоген – агент биоконтроля, при этом совершенно неясной остается взаимосвязь агентов биоконтроля с микробными сообществами при попадании в почвенную среду. Агенты биоконтроля могут вытеснять, подавлять или ингибировать одни микроорганизмы, стимулировать другие, или изменять микробную среду каким-либо образом, что повлияет на организмы.

В 90-дневном эксперименте в контролируемых условиях мы изучали влияние разных концентраций глиотоксина (500, 50 и 10 мкМ) на почвенный микробиом (почвы дерново-подзолистые). Полученные результаты позволили идентифицировать бактерии и грибы, устойчивые и чувствительные к глиотоксину. Внесение глиотоксина в концентрации 10 мкМ не оказывало значимого влияния на представленность доминантных фил бактерий. Концентрация глиотоксина 50 мкМ и 500 мкМ повышала представленность доминантных фил *Proteobacteria* и снижало представленность *Acidobacteria* и *Actinobacteria*. В контрольном образце бактерии родов *Masilla*, *Stenotrophobacter* и др. превалировали над прочими, что позволяет выделить их в качестве маркерных таксонов контрольного образца. Роды *Microsepsis*, *Pseudolabrys* были маркерными для почв, соинкубированных с 500 мкМ глиотоксина; *Hyphomicrobium* – для 50 мкМ; *Rhodomicrobium*, *Bradyrhizobium* – маркеры почв с 10 мкМ.

Действие глиотоксина на структуру фил грибного сообщества почвы было более выраженным. Было установлено, что представленность грибов фил *Ascomycota* возрастает, а доля *Mortierellomycota* снижается при воздействии препарата в концентрации 10-500 мкМ, при этом только 50 и 500 мкМ вызвали статистически достоверные изменения. Анализируя таксономические изменения на уровне родов, было установлено, что грибы рода *Linnemannia* в контрольных образцах являются таксономическим маркером контрольных почв, представленность этого рода снижается в ряду образцов, обработанных глиотоксином 10-500 мкМ.

Таким образом, глиотоксин и глиотоксин-продуцирующие грибы в почве оказывает структурирующее действие на микробиом, снижая биоразнообразие бактерий и грибов.

Работа выполнена при поддержке РФФ 23-24-00648 «Особенности функционирования микробного сообщества и ферментативной активности почв при воздействии глиотоксина почвенных грибов».

**НОВЫЙ МУЛЬТИКОНВЕРСИОННЫЙ БИОПРЕПАРАТ НА ОСНОВЕ  
*TRICHODERMA ASPERELLUM* В ЗАЩИТЕ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ  
БОЛЕЗНЕЙ И ПОВЫШЕНИИ СУПРЕССИВНОСТИ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ  
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**Ю.А. Титова\***

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург*  
*\*e-mail: juli1958@yandex.ru*

Применение современных полифункциональных защитных биопрепаратов как альтернативы химическим пестицидам способствует увеличению биологической активности почвы и ее супрессивности. Это приводит к снижению заболеваемости растений, улучшению фитосанитарного состояния агроэкосистем, а также увеличению урожайности. **Цель работы** – оценить эффективность экспериментального образца нового полифункционального мультikonверсионного биопрепарата (ПМБП) на основе *T. asperellum* Т-36 в защите яровой мягкой пшеницы от болезней и повышении супрессивности почвы в условиях Западной Сибири. Работу проводили в Сибирском федеральном научном центре агробиотехнологий РАН (ФГБУН СФНЦА РАН), в опытно-промышленном хозяйстве «Элитное» Новосибирского района, Новосибирской области, поселок Краснообск, а также в ФГБНУ ВИЗР стандартными методами микологических и фитопатологических исследований. Образцы почвы из ризосферы отбирали в различные фазы развития яровой мягкой пшеницы сорта Новосибирская 31. Осуществляли предпосевную обработку биопрепаратами с титрами  $\times 10^{10}$  КОЕ/г и норме расхода рабочей жидкости 200 л/га, а также двукратную послевсходовую обработку почвы с интервалом в 10 сут ЛО ПМБП Фитолар ШВ, Г на основе *T. asperellum* Т-36 при норме расхода 10 кг/га и Стернифаг, СП на основе *T. asperellum* ВК-4099D – в качестве эталона. Фоновое опрыскивание против злаковых и двудольных сорняков проводили в фазе кушения баковой смесью гербицидов Аксиал, КЭ (1 л/га) + Примадонна, СЭ (0.4 л/га) + Гекстар, ВДГ (10 г/га) при норме расхода рабочей жидкости 270 л/га. Исходя из нормы расхода биопрепаратов, возможная начальная плотность популяции штамма-продуцента составила  $1 \times 10^6$  КОЕ/см<sup>2</sup> или  $1.6 \times 10^7$  КОЕ/зерно для Фитолара ШВ, Г;  $2 \times 10^4$  КОЕ/см<sup>2</sup> или  $3.3 \times 10^5$  КОЕ/зерно для эталона. В полевых испытаниях выявлена фиторегуляторная активность ЛО Фитолара ШВ, Г: биометрические показатели развития растений пшеницы (выживаемость, длина ростков и корней, их количество, высота растений и их биомасса, площадь листовой поверхности, густота стояния и кустистость, длина колоса, количества зерен в колосе и колосков, массы зерен и урожайности) под воздействием ЛО ПМБП в 1.2–1.4 раза превосходили контрольные. Достоверных различий в фиторегуляторной активности при сравнении с эталоном не выявлено. Биологическая эффективность против почвенных патогенов составила 33–56, 41–59 %; в развитии листостебельных инфекций 25–50, 30–98 % для Стернифага, СП и ЛО Фитолара ШВ, соответственно. В фазы развития культуры от выхода в трубку до молочной спелости наблюдали наибольшую в 2 раза превышающую контрольную активность почвы ризосферы под воздействием ЛО ПМБП. Получены косвенные доказательства почвенного гомеостаза в ризосфере яровой мягкой пшеницы, представленные стабильностью общей обсемененности почвы представителями микробиоты, а также стабильностью обилия и численности трофической группы сапротрофов во все фазы развития культуры. Показаны высокий уровень общей супрессивности почвы, а также формирование и усиление индуцированной супрессии при применении защитных биопрепаратов во все фазы развития растений пшеницы, обусловленные высокими показателями численности и обилия антагонистов на фоне значительного снижения этих показателей у фитопатогенов. Выявлены сукцессии в различные фазы развития голобионтов яровой мягкой пшеницы от 0 сут до конца вегетации, подтверждаемые отсутствием в динамике значимого сходства комплексов микробиоты ризосферы основной культуры.

## ВЛИЯНИЕ ЭНДОФИТНОЙ КОЛОНИЗАЦИИ *BEAUVERIA BASSIANA* НА СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТЬ КАРТОФЕЛЯ

О.Г. Томилова<sup>1,2\*</sup>, Х.П. Толоконникова<sup>1</sup>, Н.А. Крюкова<sup>1</sup>, М.В. Тюрин<sup>1</sup>,  
Л.В. Коломейчук<sup>3</sup>, Е.П. Храмова<sup>4</sup>, В.В. Глугов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

<sup>3</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск

<sup>4</sup>Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск

\*e-mail: toksina@mail.ru

Энтомопатогенные грибы рода *Beauveria* широко распространены и активно используются во всем мире для биологической регуляции численности фитофагов. В настоящее время интерес исследователей сосредоточен также на эндофитных свойствах грибов этого рода. Известно, что эндофиты, находящиеся в ассоциации с растениями, способны снижать негативное влияние стрессоров различной природы. Однако многочисленные сведения о роли эндофитных энтомопатогенных грибов в повышении стрессоустойчивости колонизированных ими растений носят разрозненный и обрывочный характер.

Нами проведен сравнительный анализ физиологических изменений растений картофеля, колонизированных *Beauveria bassiana* (штамм Sar-31), на фоне биотических и абиотических стрессовых воздействий. В качестве биотического стресса использован искусственно созданный инфекционный фон *Rhizoctonia solani*. Абиотическим стрессом выступал высокий уровень хлоридного засоления.

На уровень эндофитной колонизации стресс-факторы не оказали существенного влияния, доля колонизации растений картофеля энтомопатогенным эндофитом была высокой и составила от 70 до 95%. Показано, что колонизированные *B. bassiana* растения значительно легче преодолевали стресс, вызванный как хлоридным засолением, так и внесением высокой инфекционной нагрузки *R. solani*. Показатели роста колонизированных растений на фоне стрессов значительно превосходили таковые у растений, испытывающих стрессовое воздействие в чистом виде, либо имели выраженную тенденцию на увеличение (длина корней, сухая масса растений, количество ярусов и столонов – NaCl; общая сырая и сухая масса, сырая и сухая масса корней - *R. solani*). Среди показателей иммунитета, которые позволили растениям сформировать стрессоустойчивость, выявлены маркеры, относящиеся к компонентам антиоксидантной системы растений. В частности, в колонизированных грибом растениях при солевом стрессе показано повышение активности супероксиддисмутазы и пероксидазы, а также накопление пролина. На инфекционном фоне *R. solani* в колонизированных растениях зафиксирован рост активности супероксиддисмутазы, а также ферментов, активно участвующих в биосинтезе полифенольных защитных соединений (полифенолоксидаз и фенилаланин-аммиак-лиазы). Как следствие, в этих растениях установлен подъем содержания флавонолов и высокая антиоксидантная активность фенольных соединений при колонизации *B. bassiana*.

В результате проведенных экспериментов нами получены доказательства того, что эндофитная колонизация картофеля грибом *B. bassiana* влияет на формирование стрессоустойчивости. Энтомопатогенный гриб *B. bassiana* может выступать в качестве перспективного модулятора защитного метаболизма растений.

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (грант РНФ №19-14-00138).

## ШТАММ РИЗОБАКТЕРИИ *BACILLUS VALEZENSIS* MGMM30 В КАЧЕСТВЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ОСНОВЫ БИОПРЕПАРАТА ДЛЯ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ

М. Фролов<sup>1\*</sup>, Э.Н. Комиссаров<sup>1</sup>, Т.Ю. Гагкаева<sup>2</sup>, Ш.З. Валидов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральный исследовательский центр Казанский научный центр РАН, Казань

<sup>2</sup>Всероссийский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\*e-mail: m.frolov@knc.ru

В последнее время урожай картофеля в России держится на крайне высоком уровне. Так, по данным Росстата, в 2021 году производство картофеля составило порядка 15 млн тонн, в 2022 году – 18,8 млн тонн, а в 2023 году - 18,3 млн тонн. Помимо задачи получения клубней картофеля, важной выступает задача их хранения, как для посадочного материала, так и для реализации в течение года.

Клубни картофеля поражаются различными фитопатогенными видами. Так, бактерии рода *Streptomyces* вызывают обыкновенную и сетчатую паршу картофеля, грибные фитопатогены выступают возбудителями широкого спектра болезней, таких как антракноз, фузариоз, фомоз, розовая и белая гниль и многие другие. Помимо этого, не стоит забывать о поражениях картофеля, вызванных различными видами нематод, включая *Ditylenchus dipsaci*, *Globodera rostochiensis* и рядом других стеблевых, клубневых и корневых нематод.

В целях создания безопасного биологического препарата, повышающего срок хранения картофеля и качество клубней, нами был выделен и изучен штамм ризобактерии *Bacillus velezensis* MGMM30. Культура образует грязно-белые матовые плоские круглые колонии с бахромчатым краем. Штамм синтезирует экзоферменты: протеазу, липазу и целлюлазу. Наличие ферментов определяли на специальных аналитических средах. Помимо этого, выделенный изолят синтезирует высокие концентрации фитогормона ауксина.

Выделенный штамм был протестирован на 22 различных грибных фитопатогенах картофеля, выделенных из пораженных клубней, к каждому из которых он проявил антагонистическую активность. Антагонистический тест на чашке Петри включал в себя использование двух различных агаризованных питательных сред, одна из которых, среда LB, наиболее подходит для роста бактерий, а другая, картофельно-декстрозный агар - для роста микромицетов. Грибные фитопатогены включали 4 представителя вида *F. oxysporum*, 10 представителей вида *F. sambucinum*, 2 представителя вида *F. sporotrichioides* и 6 представителей вида *F. solani*. Следует также отметить, что 2 штамма *F. sambucinum* 70160 и *F. sambucinum* 70208 устойчивы к широкому спектру антимикотических препаратов. Данный штамм также показывает подавление нематод вида *Caenorhabditis elegans*, устойчивых к авермектину, используемого в качестве модельного организма.

В рамках работы проведено полногеномное секвенирование данного штамма. Длина собранного генома составила порядка 4 млн пар оснований. Аннотация генома показывает наличие генов описанных экзогенных ферментов. Обнаружен ген *repP*, кодирующий фермент β-лактамазу, которая обуславливает множественную устойчивость к бета-лактамам антибиотикам, таким как пенициллины, цефалоспорины и другие. Штамм имеет ген *copA*, обуславливающий устойчивость к меди, ген *czcD*, обуславливающий устойчивость к кадмию, кобальту и цинку и ген *arsB*, обуславливающий устойчивость к мышьяку.

### Список литературы:

1. Diabankana R. G. C., Frolov M., Keremli S., Validov, S. Z., Afordoanyi D. M. (2023). Genomic Insights into the Microbial Agent *Streptomyces albidoflavus* MGMM6 for Various Biotechnology Applications. *Microorganisms*, 11(12), 2872. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11122872>.

# ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НВП БАШИНКОМ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ (*FRAGARIA ANANASSA*) В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ БАШКОРТОСТАНА

Г.Р. Хасанова<sup>1,2\*</sup>, В.М. Зарипова<sup>2</sup>, В.С.Сергеев.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Научно-производственное объединение БашИнком, г.Уфа

<sup>2</sup>Уфимский Федеральный Исследовательский Центр РАН Башкирский НИИСХ, г.Уфа,

\*E - mail: gulnazrim@yandex.ru

В настоящее время происходит увеличение объема производства ягодных культур, стимулами служат ежегодно растущий потребительский спрос и высокая рентабельность выращивания ягодных культур. Наиболее востребована в этом сегменте земляника садовая, характеризующаяся крупными ягодами, высокой урожайностью и ранним сроком созревания. При несоблюдении технологии возделывания ягодных культур происходит ухудшение фитосанитарного состояния, истощение почвенного плодородия, что ведет к снижению урожайности культуры и качества получаемой продукции. Для быстрого восполнения дефицита макро и микроэлементов и эффективного их усваивания растениями необходимо внедрять в технологии возделывания земляники внекорневые подкормки биологическими препаратами, органическими и минеральными удобрениями.

Был проведен опыт по изучению влияния внекорневых подкормок земляники садовой *Fragaria ananassa* с применением биологических препаратов и органогуминовых удобрений НВП БашИнком в условиях Южной лесостепной зоны Башкортостана. Исследования проводили в 2022-2023 гг. в Кушнаренковском селекционном центре по плодово-ягодным культурам и винограду Башкирского НИИСХ УФИЦ РАН. В период проведения исследований погодные условия характеризовались нестабильностью гидротермических режимов почвы и воздуха, вегетационные периоды исследований характеризовались как засушливый, ГТК – 0,86 и очень засушливый ГТК 0,6. Объект исследования - земляника садовая, сорт среднего срока созревания Альба. В опыте использовали стимулятор роста Гуми 20 М, биофунгицид Фитоспорин АС; БЖК гуминовое удобрение Богатый Калийный НРК 5:6:7+МЭ; органогуминовое удобрение Борогум.

Опыт показал, что первая внекорневая подкормка, которая была проведена в фазу отрастания листьев, положительно повлияла на ростовые процессы растений земляники садовой сорта Альба. В опыте средняя высота растений земляники в зависимости от варианта составила 23 – 28 см, что на 5%-25% выше контроля. Количество листьев растений в контрольном варианте составило 9,5 шт., в вариантах с подкормками произошло увеличение этого показателя до 10-20% относительно контроля, что, в свою очередь, повлияло на повышение фотосинтетической активности земляники садовой.

В результате проведенных опытов было зафиксировано также положительное влияние внекорневых подкормок на формирование репродуктивных органов земляники. Количество цветков земляники садовой на один куст повысилось на 15-20% в зависимости от варианта внекорневой подкормки, при этом средняя масса одной ягоды увеличилась от 13% до 21% по сравнению с контролем. За два года плодоношения средняя биологическая урожайность земляники садовой сорта Альба составила в контроле без подкормки 51,3 ц/га, в вариантах с внекорневыми подкормками 54,8- 57,9 ц/га, что на 7-13 % выше контроля.

Таким образом, в результате исследования было выявлено, что внекорневые подкормки биопрепаратами Гуми 20 М, Борогум, Богатый Калийный НРК 5:6:7+МЭ совместно с биофунгицидом Фитоспорин АС оказывают стимулирующее действие на физиологические процессы и ростовую активность растений, тем самым позволяют повысить продуктивность земляники садовой сорта Альба.

## ОЦЕНКА АНТАГОНИСТИЧЕСКОЙ И РОСТОСТИМУЛИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ ШТАММА *B.SUBTILIS* И5/6 НА КАПУСТЕ БЕЛОКОЧАННОЙ

Л.А. Хигерович, И.И. Новикова, И.Л. Краснобаева

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург  
e-mail: xigerovich@mail.ru

*Bacillus subtilis* – распространенная группа бактерий, способных продуцировать широкий спектр биологически активных соединений, имеющих большое значение для практики микробиологической защиты растений. Природный изолят *B.subtilis* И5/6 показал высокую антагонистическую активность в отношении широкого спектра тест-культур фитопатогенных микроорганизмов в ряде лабораторных опытов на твердой агаризованной питательной среде, а также ростостимулирующую и защитную активность в модельных лабораторных опытах на проростках семян капусты белокочанной на естественном и искусственном инфекционных фонах (ИИФ). После обработки семян культуральной жидкостью штамма в разведении 1:10 и 1:100 (титр клеток  $10^8$  и  $10^7$  КОЕ/мл, соответственно) существенно повышались их энергия прорастания и всхожесть, а пораженность проростков на искусственном инфекционном фоне снижалась, в среднем, на 20%, компенсируя потерю массы, в среднем, на 30%.

Полученные ранее данные показали возможность повышения эффективности препаратов на основе микроорганизмов – антагонистов возбудителей болезней растений путем включения в состав препаративной формы индукторов болезнеустойчивости – производных хитозана. Весной 2023 года были заложены полевые мелкоделяночные опыты на капусте белокочанной гибрида Kilacees F1 на базе опытного поля ВИР. Опыт включал пять вариантов: контроль без обработки (вода), замачивание семян в суспензии культуральной жидкости штамма *B.subtilis* И5/6 (разведение в 10 и 100 раз –  $10^8$ - $10^7$  КОЕ/мл, соответственно), замачивание семян в композиции культуральной жидкости штамма *B.subtilis* И5/6 (титр  $10^7$  КОЕ/мл) и салицилата хитозана (0,1%), замачивание семян в суспензии культуральной жидкости штамма *B.subtilis* И5/6 (титр  $10^7$  КОЕ/мл), выращенной на питательной среде с добавлением салицилата хитозана (0,1%). В период вегетации растения капусты трижды обрабатывали растворами соответствующего состава. Учеты проводили согласно ГОСТ 12038-84. Финальный учет урожайности проводили в сентябре 2023 года. Обработка растений капусты суспензией культуральной жидкости *B.subtilis* И5/6 с титром клеток  $10^7$  КОЕ/мл ускоряла рост и созревание листьев на 15%, а 0,1% раствором салицилата хитозана – на 19% по сравнению с контролем. Масса созревшего кочана в варианте обработки растений композицией культуральной жидкости штамма *B.subtilis* И5/6 ( $10^7$  КОЕ/мл) и салицилата хитозана (0,1%) превышала контроль на 21,4%, а в варианте с использованием суспензии культуральной жидкости штамма *B.subtilis* И5/6 (КОЕ  $10^7$ ), выращенной на питательной среде с добавлением салицилата хитозана (0,1%) – на 51,9%.

Полученные данные свидетельствуют о перспективности дальнейшей разработки композиций на основе штамма *B.subtilis* И5/6 и индукторов устойчивости производных хитозана для защиты от болезней и повышения урожайности овощных культур.

### Список литературы

ГОСТ 12038-84. Межгосударственный стандарт. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести (с изменениями № 1, 2) Группа С09. Дата в. 1986-07-01 (п. от 2016).

И. И. Новикова, Э. В. Попова, И. Л. Краснобаева, Н. М. Коваленко. Пути использования салицилата хитозана для повышения биологической эффективности биопрепарата витаплан в отношении *Cochliobolus sativus*//Прикладная биохимия и микробиология, 2022, том 58, №3, с.302–309

Novikova I.I., Titova Yu.A., Boykova I.V., Zeyruk V.N., Krasnobaeva I.L., Serova T.A. Biological justification for the optimization of preparative forms of biological preparations based on antagonist microbes to control populations of phytopathogenic fungi and bacteria – causative agents of plant diseases//Bulletin of Plant Protection. 2017. No. 3. P. 16-23.

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ ШТАММОВ ГРАНУЛОВИРУСОВ НАСЕКОМЫХ, ОБЛАДАЮЩИХ ИНСЕКТИЦИДНОЙ АКТИВНОСТЬЮ

А.А. Цыгичко<sup>1\*</sup>, А.М. Асатунова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологической защиты растений» (ФГБНУ ФНЦБЗР), Краснодар

\*e-mail: 23612361@inbox.ru

Основой высокоэффективных биопрепаратов против экономически значимого фитофага-вредителя *C. pomonella* могут выступать энтомопатогенные бакуловирусы, а именно, вирус гранулёза яблонной плодовой жоржки (СрGV). Однако использование штаммов бакуловирусов требует их идентификации, которая включает как оценку симптоматики вироза насекомого-хозяина, так и применение молекулярно-генетических методов (1). Цель нашего исследования - идентификация новых штаммов СрGV.

Объекты исследования – четыре штамма СрGV из биоресурсной коллекции ФГБНУ ФНЦБЗР «Государственная коллекция энтомоакарифагов и микроорганизмов» (БРК ФГБНУ ФНЦБЗР), обладающие инсектицидной активностью в отношении природной популяции *C. pomonella* (BZR GV 11, BZR GV 14, BZR GV L-1, BZR GV L-3). В работе использовали методы визуальной оценки внешних и внутренних признаков вироза инфицированных насекомых с использованием материально-технической базы Уникальной научной установки (УНУ) «Технологическая линия для получения микробиологических средств защиты растений нового поколения» (<https://ckp-rf.ru/catalog/usu/671367/>). Для выявления вирусных гранул в инфицированных тканях *C. pomonella* проводили их микроскопию при увеличении x400. В ходе молекулярно-генетической идентификации ДНК на базе Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук (ИЦиГ СО РАН) из биоматериала выделяли методом осаждения на центрифуге с использованием набора PureLink™ Genomic DNA Mini Kit (Invitrogen). Секвенирование проводили на приборе NextSeq550. В качестве референсного генома использовали NC\_002816 (база данных NCBI). Сравнительно геномный анализ осуществляли с использованием программы FastANI.

Выявлено, что все исследуемые штаммы СрGV вызывали патологические изменения в организме *C. pomonella*. Внешние симптомы на третьи и пятые сутки выражались в изменении цвета кутикулы и появлении некротических пятен на поверхности тела. К 10 и 15 суткам у инфицированных особей отмечали истончение кутикулы, гомогенизацию внутренних тканей и органов. При микроскопии инфицированных тканей насекомых выявлены субсферические гранулы правильной формы в вариантах с применением каждого из четырех штаммов СрGV. Все вышеуказанные признаки являются типичными для представителей семейства *Baculoviridae* (2). Установлена принадлежность штаммов BZR GV 11, BZR GV 14, BZR GV L-1, BZR GV L-3 к группе грануловирусов на основании полногеномного секвенирования и биоинформатической оценки, кодирующие последовательности которых схожи с таковыми у референса на уровне 99,0 % и более. Отмечено наличие «инсектицидных» генов (IAP, Cathepsin, MMP и Chitinase) во всех четырех штаммах, что делает их перспективными биоагентами для разработки новых инсектицидов. Кроме того, ДНК-последовательности всех исследуемых штаммов были депонированы в международной базе NCBI с присвоением индивидуальных номеров.

Таким образом, четыре энтомопатогенных штамма СрGV из БРК ФГБНУ ФНЦБЗР идентифицированы как грануловирусы семейства *Baculoviridae* на основании симптоматики вироза и молекулярно-генетической диагностики.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда, ФГБНУ ФНЦБЗР в рамках научного проекта № МФИ-П-20.1/35

Список литературы:

1. Rohrmann G. F. *Baculovirus Molecular Biology*. Bethesda: National Center for Biotechnology Information, 3rd. Edition. 2013. 78 p.



# СОЗДАНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ МИКРОБИОМОВ ЗАСУХОУСТОЙЧИВЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ БИОТИЧЕСКИХ И АБИОТИЧЕСКИХ СТРЕССОВ

В.К. Чеботарь<sup>1\*</sup>, И.А. Тихонович<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии, Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

\*e-mail:vladchebotar@arriam.ru

Загрязнение окружающей среды - общемировая проблема, приводящая к многочисленным проблемам, включая глобальное потепление. В связи с этим, нормальная температура поверхности Земли повышается в течение последних нескольких десятилетий (Ullah et al., 2015). Это явление приводит к изменению климата, которое является ключевым фактором в таянии ледников и регулярном повышении уровня моря. Изменение климата прямо пропорционально стрессу от засухи. В будущем удовлетворение потребностей перенаселенного мира в продовольствии станет наиболее острой проблемой из-за резкой потери пахотных земель в результате засухи (Yu et al., 2016). В последнее время стресс от засухи считается важнейшей проблемой, которая негативно влияет на рост, развитие растений и, что более важно, на урожайность. Засуха - важнейшая проблема современного растениеводства, приводящая к значительному снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Усилия по повышению засухоустойчивости современных сортов в значительной степени оказались безуспешными из-за низкой наследуемости устойчивости и комплексного эффекта последствий засухи на растения в течение всего вегетационного периода. Следовательно, разработка новых стратегий смягчения последствий засухи является важной целью для сельского хозяйства, поскольку это имеет решающее значение для обеспечения продовольственной безопасности. Один из подходов - использование препаратов на основе микробиомов растений в последние годы стал передовым направлением исследований в агробиологии.

Существует огромная потребность в разумных и благоприятных для окружающей среды стратегиях ведения сельского хозяйства в неблагоприятных условиях, то есть при биотических и абиотических стрессах. Средства защиты растений от стресса (которые уменьшают засуху, переувлажнение, засоление, тяжелые металлы и патогенность) будут приобретать все большее значение в будущем в связи со сценарием глобального изменения климата. В этом отношении использование полезных микроорганизмов могло бы стать средством защиты растений от стресса и привести к многообещающим решениям для устойчивого и благоприятного для окружающей среды сельского хозяйства. Во всем мире существует огромный растущий рынок микробиологических препаратов для улучшения роста растений и повышения урожайности в условиях биотических и абиотических стрессов с ежегодным темпом роста примерно на 10% (Timmusk et al., 2017).

## Список литературы:

1. Ullah A, Heng S et al (2015) Phytoremediation of heavy metals assisted by plant growth promoting (PGP) bacteria: a review. *Environ Exp Bot* 117:28-40. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2015.05.001>
2. Yu LH, Wu SJ et al (2016) Arabidopsis EDT1/HDG11 improves drought and salt tolerance in cotton and poplar and increases cotton yield in the field. *Plant Biotechnol J* 14:72-84. DOI: 10.1111/pbi.12358
3. Timmusk S, Behers L et al (2017). Perspectives and Challenges of Microbial Application for Crop Improvement. *Frontiers in Plant Science* 8. doi:10.3389/fpls.2017.00049

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 23-66-10013

## ВЛИЯНИЕ НОВОГО ПРИРОДНОГО ШТАММА *BACILLUS VELEZENSIS* НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПОРАЖАЕМОСТЬ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ БОЛЕЗНЯМИ

Н.В. Черникова<sup>1\*</sup>, Л.Е. Колесников<sup>1</sup>, Г.Ю. Лаптев<sup>2</sup>, Ю.Р. Колесникова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург

<sup>2</sup> ООО "БИОТРОФ", Санкт-Петербург

<sup>3</sup> Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР), Санкт-Петербург

\*e-mail: chernikova@spbgau.ru

Одним из способов повышения продуктивности агроценозов и стабилизации фитосанитарного состояния посевов является использование в практике растениеводства и защиты растений микробиологических препаратов, в том числе на основе бактерий рода *Bacillus* [1]. Бактерии *Bacillus velezensis* обладают выраженными антагонистическими свойствами в отношении *Pythium sp.*, *Fusarium sp.*, *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. и др. Кроме того, в отличие от других штаммов бактерий, *B. velezensis* обладает специфическим кластером с определенным набором генов, связанных с биосинтезом вторичных метаболитов, играющих важную роль в формировании индуцированной системной резистентности растений к болезням [2]. Целью настоящей работы является изучение эффективности нового природного штамма *B. velezensis* при возделывании мягкой пшеницы для повышения ее продуктивности и стабилизации фитосанитарного состояния посевов. Схема микрополевого опыта включала инокуляцию семян, а также внекорневое опрыскивание растений мягкой пшеницы сорта Ленинградская 6 в период вегетации биопрепаратом «Натурост» и культуральной жидкостью *B. velezensis* ( $10^{10}$  КОЕ/мл). Основа биопрепарата «Натурост» (ООО «Биотроф») – культура клеток *B. subtilis* штамм №111 (в 1 мл – не менее  $1 \cdot 10^8$  кл/мл).

Наибольшее число положительных  $N_+$  и статистически достоверных положительных изменений  $N_{++}$  при  $P < 0,05$  в морфометрических показателях продуктивности пшеницы было выявлено при инокуляции семян *B. velezensis*:  $N_+ = 71,4\%$  и  $N_{++} = 33,0\%$ , соответственно. В данном варианте опыта пшеница отличалась по сравнению с контролем существенно большей продуктивностью (на 49,9%) по сравнению с контролем, что было связано с ростом большинства показателей структуры колоса: длины колоса (на 8,2%), массы колоса (на 20,5%), числа зерен (на 14,5%) и массы зерен (на 16,1%) в колоске колоса и др. Согласно комплексу общепринятых и расчетных фитопатологических показателей, характеризующих интенсивность поражения растений гельминтоспориозной корневой гнилью *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem., бурой ржавчиной *Puccinia triticina* Erikss., желтой ржавчиной *Puccinia striiformis* West., мучнистой росой *Blumeria graminis* (DC.) Speer f. sp. *tritici* Marchal., септориозом *Zyzocephala tritici* (Desm. Quaedvlieg & Crous, *Parastagonospora nodorum* Berk.), было определено, что наиболее выраженным защитным действием обладал биопрепарат «Натурост» в варианте с предпосевной инокуляцией семян. В тоже время, в варианте опыта с опрыскиванием растений бактериальной культурой *B. velezensis* выявлено максимальное (на 70,4%) снижение интенсивности поражения растений гельминтоспориозной корневой гнилью. Что, возможно, привело к усилению поражения растений желтой ржавчиной в указанном варианте опыта при отсутствии симптомов развития на флаговых листьях сопряженной инфекции (бурой ржавчины и мучнистой росы).

### Список литературы

1. Павлюшин В.А., Новикова И.И., Бойкова И.В. Перспективы и возможности микробиологической защиты растений для повышения уровня экологической безопасности в агроценозах (обзор)// Защита и карантин растений. – 2022. – № 4. – С.10-1
2. Лаптев Г.Ю., Ёылдырым Е.А., Дуняшев Т.П. и др. Биоинформатический анализ генома штамма *Bacillus velezensis* КР-2 с целью выявления биотехнологически важных свойств// Сельскохозяйственная биология. 2022. – Т.57. – № 4. – С. 762-775

**БАКТЕРИИ-ЭНДОФИТЫ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И ИХ  
АНТАГОНИСТИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ НА ВОЗБУДИТЕЛЯ СНЕЖНОЙ ПЛЕСЕНИ  
*MICRODOCHIUM NIVALE***

**А.В. Шильдякова<sup>1\*</sup>, О.А. Гоголева<sup>1</sup>, Г.Ш. Мурзагулова<sup>1</sup>, Г.С. Маннапова<sup>2</sup>, С.Н. Пономарев<sup>2</sup>, М.Л. Пономарева<sup>2</sup>, В.Ю. Горшков<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Казанский институт биохимии и биофизики ФИЦ КазНЦ РАН, Казань

<sup>2</sup>Татарский НИИ сельского хозяйства ФИЦ КазНЦ РАН, Казань

\*e-mail: shildyakova.astya@mail.ru

Розовая снежная плесень, вызываемая холодоустойчивым грибом *Microdochium nivale*, наносит большой ущерб урожаю зерновых культур. Для борьбы со снежной плесенью, в основном, применяют химические и селекционные методы, которые не всегда оказываются эффективными из-за особенностей паразитического цикла снежно-плесневых грибов и сложных механизмов наследования признака устойчивости. При этом, несмотря на растущую популярность биологических средств защиты растений, биопрепаратов против снежно-плесневых заболеваний не разработано. Поэтому целью нашей работы стала оценка способности бактерий-эндофитов озимых зерновых культур подавлять рост *M. nivale* и развитие заболеваний, вызываемых этими грибами.

Холодоустойчивых бактерий-эндофитов выделяли из листьев и корней различных озимых зерновых культур при +5 °С. Чистые культуры получали классическим бактериологическим методом, и оценивали морфологию клеток и принадлежность по Граму. Таксономическую принадлежность выделенных эндофитных бактерий определяли с помощью секвенирования и анализа последовательностей участка рибосомальных генов. Фунгицидное и фунгистатическое действие бактерий проверяли с помощью анализа двойных культур *in vitro* на агаризованной питательной среде. Влияние бактерий на развитие заболевания, вызываемого *M. nivale*, оценивали на проростках озимой ржи *in vitro* и на растениях в полевых условиях.

Выделено 48 бактериальных культур, которые представляют собой грамотрицательные палочки разных размеров. На основании анализа последовательностей участка рибосомальных генов выделенные штаммы отнесены к трем родам: *Pseudomonas*, *Janthinobacterium* и *Pedobacter*.

Установлено, что фунгицидное и фунгистатическое действие в отношении *M. nivale* проявляют 38 бактериальных культур, и все они относились к двум родам: *Pseudomonas* и *Pedobacter*. При этом сдерживали развитие заболевания, вызываемого *M. nivale* у озимой ржи *in vitro* 19 штаммов, и все они относились к трем родам: *Pseudomonas*, *Janthinobacterium* и *Pedobacter*. Интересно отметить, что один штамм бактерий, не оказывающий влияния на рост *M. nivale in vitro*, тем не менее, сдерживал развитие исследуемого заболевания у инфицированных растений.

В полевых условиях было протестировано 15 штаммов эндофитных бактерий. Показано, что 3 штамма, относящихся к роду *Pedobacter*, достоверно повышали урожайность озимой ржи при повышенной инфекционной нагрузке по снежной плесени.

Работа поддержана грантом РФФ № 23-16-00086 и госзаданием ФИЦ КазНЦ РАН.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА КУЛЬТУРАЛЬНЫХ ФИЛЬТРАТОВ ШТАММА *Bacillus subtilis* М-22 И ИЗОЛЯТОВ ПЕРВОГО И ВТОРОГО ПОРЯДКА ШТАММА *B. subtilis* 5-И МЕТОДОМ ВЭЖХ-МС-МС ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ**

**О.С. Юзихин\*, И.И. Новикова**

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург*  
*\*e-mail: yuzikhin@gmail.com*

В ФГБНУ ВИЗР в результате многолетних исследований создана коллекция перспективных штаммов микробов-антагонистов разной таксономической принадлежности, а на основе некоторых штаммов разработан ряд новых биопрепаратов, включенных в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных для применения на территории РФ»: Алирин-Б, Гамаир, Витаплан и др. Высокая биологическая эффективность разработанных биопрепаратов в значительной степени обусловлена разнообразием вторичных метаболитов разных химических классов, обладающих антибиотической активностью в отношении фитопатогенных грибов и бактерий. Продуцент полифункционального биопрепарата Гамаир - штамм *B. subtilis* М-22. Широкий спектр антагонистической активности штамма обусловлен сложным компонентным составом активного комплекса, включающим соединения различного химического состава. Один из наиболее перспективных для разработки нового полифункционального биопрепарата – психротолерантный штамм *B. subtilis* 5-И, обладающий высокой фунгицидной и бактерицидной активностью.

Изучение комплексов активных метаболитов штаммов-продуцентов - одна из самых актуальных проблем при разработке микробиологических средств защиты растений. Современные физико-химические методы анализа позволяют не только находить отличия метаболитного состава, но и с высокой долей вероятности предсказывать структуру метаболитов без предварительного их выделения. Наилучшие результаты в этом направлении демонстрирует масс-спектрометрия высокого разрешения в тандеме с высокоэффективной жидкостной хроматографией.

Проведёнными исследованиями методом МС-фильтрации по диапазонам масс хроматограмм, полученных методом ВЭЖХ-МС-МС высокого разрешения с использованием масс-спектрометра ИТ-ТОФ, был изучен состав культуральных фильтратов штамма *B. subtilis* М-22 и моноклоновых изолятов первого и второго поколения штамма *B. subtilis* 5-И. Хроматограммы экстрактов, полученные в режиме полного сканирования масс в диапазоне 50 – 2000 Da, были последовательно фильтрованы в режиме МС в следующих диапазонах: 500 – 2000 Da, 400 – 500 Da, 350 – 400 Da, 300 – 350 Da, 250 – 300 Da, 200 – 250 Da, 150 – 200 Da. Такая разбивка позволила выявить пики индивидуальных соединений и найти для каждого из них пик молекулярного иона, а также некоторые дочерние ионы.

Таким образом, были выявлены уникальные для каждого штамма компоненты и установлены с высокой точностью их молекулярную массу, что, в свою очередь, дало возможность предложить наиболее вероятные брутто-формулы. Через сопоставление компонентного состава каждого фильтра с его БА были выявлены соединения, с высокой долей вероятности отвечающие за ту или иную активность.

Полученные метаболитные карты каждого изолята, где каждый компонент характеризуется временем удерживания и молекулярной массой, позволяет найти отличия в составе КЖ изолятов и предсказать их БА активность.

По указанной схеме был выявлен ряд компонентов культуральных жидкостей, которые присутствуют в изолятах и штаммах, обладающих БА, и отсутствуют в изолятах, такой активностью не обладающих. С высокой долей вероятности эти соединения являются ответственными за данный вид активности. В частности, были обнаружены соединения с  $M/z = 678.7999 \pm 0.0064$ ,  $685.8055 \pm 0.0043$ ,  $692.8145 \pm 0.0005$ , которые могут являться антибактериальными метаболитами, а компоненты КЖ с  $M/z = 643.2408 \pm 0.0071$  и  $413.2139 \pm 0.0050$ , скорее всего, отвечают за фунгицидную активность.

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ШТАММЫ-АНТАГОНИСТЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ  
МНОГОКОМПОНЕНТНОГО БИОФУНГИЦИДНОГО КОМПЛЕКСНОГО ПРЕПАРАТА**  
**А.И. Якубовская, И.А. Каменева, М.В. Гритчин, А.Ю. Еговцева, И.И. Смирнова,  
А.О. Каменев**

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», г. Симферополь  
e-mail: yakubovskaya\_ally@mail.ru

В настоящее время биопестициды составляют 2% средств защиты растений, используемых в мире, тогда как производство химических препаратов ежегодно увеличивается на 20%. Практика агропроизводителей свидетельствует, что в последние десятилетия наблюдается увеличение потерь урожая, связанное с почвенными фитопатогенами, вследствие формирования устойчивости к фунгицидам химической природы. Важно, что устойчивое функционирование аграрной отрасли возможно при рациональном использовании природных ресурсов. В связи с этим, возникает необходимость разработки и внедрения экологичных и экономически обоснованных систем защиты растений от фитопатогенов.

Микробные препараты на основе активных штаммов, органических соединений или растительных экстрактов являются дополнением, а иногда и альтернативой агрохимикатам [1]. Сохранение высокой продуктивности растениеводства невозможно при полном отказе от агрохимикатов, однако доля их применения может быть значительно снижена [2].

В Крымской Коллекции микроорганизмов (<https://ckp-rf.ru/catalog/usu/507484/>) содержатся конкурентоспособные и эффективные штаммы бактерий – антагонистов фитопатогенов с широким комплексом полезных для растений и почвы свойств, выделенные из разных природных объектов. Цель исследований – провести скрининг коллекционных штаммов родов *Bacillus* и *Paenibacillus* и отобрать перспективные для микробиологической защиты растений.

Установлено, что штаммы бактерий *Bacillus* sp. 15001 и *Bacillus* sp. 92, *Bacillus* sp. 710, выделенные, соответственно, из ризосферы пшеницы и эпифитного микробиоценоза корней риса, проявляют высокую антагонистическую активность как к фитопатогенным микромицетам, так и к бактериям-возбудителям бактериальных заболеваний (*Xanthomonas campestris*, *Pseudomonas syringae*, *Agrobacterium tumefaciens*), а также способны фиксировать азот атмосферы, что обуславливает их перспективность в качестве продуцентов микробных препаратов защитного действия. Штаммы *Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* 12501 и *Paenibacillus polymyxa* П13НК обладают высокой антагонистической активностью по отношению к фитопатогенным микромицетам родов *Fusarium*, *Bipolaris*, *Trichotecium*; продуцируют физиологически активные вещества (ауксин подобные вещества и гиббереллины). На их основе разработаны микробные препараты Экобацил-Агро и Биопротид-Агро, соответственно, которые по эффективности не уступают известному биофунгициду Фитоспорин, а также химическим протравителям (Витавакс 200ФФ, Фундазол, Максим и др.).

Таким образом, в результате исследований отобраны эффективные штаммы бактерий-антагонистов фитопатогенов. На основе отобранных эффективных штаммов разработан комплекс биозащитных препаратов для обработки вегетирующих растений, который в интегрированной технологии выращивания озимой пшеницы снижает распространение корневых гнилей в 1,4 раза, септориоза – в 4 раза, мучнистой росы – в 3 раза, а также подавляет развитие желтой и бурой ржавчины в сравнении с контрольным вариантом.

**СЕКЦИЯ 7.  
ЭНТОМОФАГИ В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ**

## РОЛЬ ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ЭНТОМОФАГОВ В РЕГУЛИРОВАНИИ ЧИСЛЕННОСТИ ВРЕДИТЕЛЕЙ ОВОЩНОГО ГОРОХА

И.С. Агасьева

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологической защиты растений»

e-mail: Agasieva5@yandex.ru

Целью исследований являлась оценка влияния беспестицидной защиты овощного гороха и кукурузы на видовой состав вредных и полезных насекомых. Исследования выполняли на посевах овощного гороха, выращиваемого по стандартам органического земледелия в Тимашевском районе Краснодарского края. В результате регулярного фитосанитарного мониторинга овощного гороха установлено, что массовое заселение культуры гороховой тлей происходило в фазе бутонизации и достигало пика численности 5,7 - 7,1 экз./м<sup>2</sup> в фазе налива зерна. Для подавления вредителя была проведена обработка препаратом Биостоп, Ж (5 л/га), численность тли через 3 суток составила 6,8 экз./м<sup>2</sup>, через 7 суток – 1,5 экз./м<sup>2</sup>, к уборке урожая на 50 взмахов в сачок попадало 7-9 особей тли и 40 - 50 кокциnellид и златоглазок разных видов. Из семейства Syrphidae в агробиоценозе посева гороха обнаружено 2 вида мух-журчалок. Более многочисленным из них был сирф полулунный (*Syrphus corollae* F.) – 85,3 %. Из 3 видов златоглазок по численности доминировала златоглазка обыкновенная (*Chrysoperla carnea* Steph.) – 60,4 %. Из хищных клопов регулярно встречались *Nabis ferus* L. и *Anthocous nemorum* L., из паразитических афидофагов доминировал *Aphidius colemani* Vier. Кокциnellиды были представлены шестью видами: *Coccinella septempunctata* L., *Coccinella quinquepunctata* L., *Hippodamia tredecimpunctata* L., *Adonia ariegate* Goeze, *Propylea quatuordecimpunctata* L., *Harmonia axyridis* Pallas, *Adalia bipunctata* L. На их долю приходилось 75,7 % от общего числа видов энтомофагов. С использованием ловушек Малеза выявлены паразиты тлей из родов *Ephedrus*, *Lysiphlebus*, *Praon*, *Aphidius*, паразиты совок из родов *Hyposoter*, *Sinophorus*, *Bracon*, паразиты минирующих чешуекрылых из родов *Baryscapus*, *Crysocharis*, *Pnigalio*, *Sympiesis*, паразиты минирующих двукрылых из родов *Diglypus*, *Pnigalio*, *Pediobius*, *Chrysocharis*, *Cirrospilus*, *Microgaster*, *Halticoptera*, *Seladerma*. В течение вегетационного периода численность чешуекрылых вредителей, благодаря регуляторной деятельности энтомофагов была ниже экономического порога вредоносности.

В результате проведенных исследований была апробирована биологическая защита овощного гороха от комплекса вредных организмов. Сформированы агросистемы с благоприятной обстановкой на основе данных фитосанитарного мониторинга, приоритетного использования биологических препаратов и агротехнических мероприятий, обеспечивающих активизацию и воспроизводство природных популяций энтомофагов и восстановление механизмов естественной биоценотической регуляции численности фитофагов.

Афидофаги после уборки гороха мигрировали на смежные территории, где вегетация культур еще продолжалась. В этом мы убедились на посевах кукурузы, выращиваемой по органическому стандарту, где в этот период были отмечены многочисленные колонии черной кукурузной и злаковой тлей, которые в течение нескольких суток были элиминированы комплексом мигрировавших энтомофагов.

Таким образом, в условиях технологий органического земледелия позитивные условия для восстановления механизмов естественной биоценотической регуляции, воссоздаются не только на уровне защищаемого агроценоза, но и на уровне агроэкосистемы (севооборота).

Исследования выполнены согласно Государственному заданию Министерства науки и высшего образования РФ в рамках НИР по теме № FGRN-2022-0003.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В ОЦЕНКЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ЭНТОМОФАГОВ

И.А. Белоусов\*, И.И. Кабак

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\*e-mail: [ibelous@yandex.ru](mailto:ibelous@yandex.ru)

Несмотря на огромный интерес к интегральным показателям здоровья экосистем и согласие, что оно должно быть основано на устойчивом разнообразии как необходимом условии саморегуляции, до сих пор нет общепризнанных методов его оценки. Такие методы востребованы как в системах принятия решений, так и для определения долговременных последствий внедрения новых технологий защиты растений. Концепция биоразнообразия приобретает биологический смысл только в применении к поперечному срезу трофической цепи, что делает более обоснованным использование в качестве модельных групп таксоны со сходным местом в экосистемах. Основной целью наших исследований была разработка методов оценки состояния экосистем на основе показателей биоразнообразия модельных групп семейства жуличиц.

Природа биоразнообразия дуалистична, поскольку оно определяется как числом видов, так и их выравненностью. Очевидно, что число видов зависит от выборочного усилия. Для нивелирования разных объемов выборок и получения сравнимых результатов были использованы кривые рарификации, позволяющие как интерполировать, так и экстраполировать данные выборок разного объема (реализация в пакете iNEXT языка R). Важно, что увеличение объема выборки приближает число обнаруженных видов к региональному пулу видов и все в меньшей степени определяется изучаемой экосистемой. Перенос акцента на выравненность видов и разложение  $\gamma$  разнообразия на  $\alpha$  и  $\beta$  составляющие позволяют минимизировать эти искажения. Наиболее последовательным в этом смысле оказалась оценка эффективного числа видов (ENS) (e.g., Jost 2010; Chao & Jost, 2012), под которым понимается число *равно* представленных видов, индекс разнообразия которых равен эмпирически рассчитанному для сообщества. Этот показатель, в отличие от большинства индексов, является также *мерой* разнообразия, то есть выражает его магнитуду.

Изучение ENS на основе оригинальной БД для чисел Хилла, то есть индексов биоразнообразия с тремя показателями степени встречаемости вида  $q$ : 0 (количество видов), 1 (индекс энтропии Шеннона) и 2 – (индекс концентрации Симпсона) оказались наиболее адекватны для большинства экологических задач: оценки регионального пула видов и консервации биоты ( $q=0$ ), оценки биоразнообразия экосистем ( $q=1$ ) и нарушения экосистемного равновесия ( $q=2$ ). В случае исследования трофических аспектов экосистем наиболее сложной биологической задачей становится подбор модельной группы с выраженной пищевой конкуренцией, что для полифагов легче всего сделать на основе анализа жизненных форм.

### Список литературы

Chao A., Jost L., 2012. Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93: 2533–2547. <http://dx.doi.org/10.1890/11-1952.1>.

Jost L., 2010. The relation between evenness and diversity. *Diversity*, 2: 207–232.



## СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ В СКРИНИНГЕ И СЕЛЕКЦИИ ЭНТОМОФАГОВ

Н.А. Белякова

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург*

*\*e-mail: belyakovana@yandex.ru*

Среди основных факторов, оказывающих кардинальное влияние на современные системы защиты растений, являются регулярные инвазии новых фитофагов, многие из которых отличаются высокой потенциальной вредоносностью. Традиционным подходом к решению проблемы инвайдеров является интродукция специализированных энтомофагов. Кроме того, для борьбы с инвайдерами могут быть полезны местные хищники-полифаги особенно на первых этапах инвазии, когда интродуцированные энтомофаги еще не адаптировались к новым местам обитания. Наличие в ассортименте средств защиты универсальных солдат биоконтроля позволяет при острой необходимости сохранять системы биологической защиты растений даже после вторжения очередного чужеродного вредителя.

Вторым важным трендом в биоресурсном освоении энтомофагов является отбор видов, совмещающих стратегии оппортунистов и конкурентов. При колонизации в теплицах эффективны, как правило, виды, которые быстро реализуют репродуктивный потенциал при внезапно открывшихся возможностях, а именно при появлении очагов вредителя, которое, несмотря на постоянный мониторинг, всегда происходит неожиданно. Быстрое освоение пищевого ресурса важно не только в агроценозах но и при массовом разведении. Поэтому стратегия видов-оппортунистов (или рудералов в терминологии Грайма) должна превалировать у энтомофагов, предназначенных для массового разведения и дальнейшей колонизации в теплицах. Новым трендом в скрининге новых видов является смена приоритетов в дополнительных жизненных стратегиях. Лабильная репродукция и высокий потенциал роста, свойственные оппортунистам, необходимы энтомофагам как и прежде. Но если ранее отбирали преимущественно виды, совмещающие оппортунизм со стрессоустойчивостью (прежде всего к пищевому стрессу), то в новых условиях предпочтительными будут виды-оппортунисты с выраженной заботой о потомстве. Этот сдвиг в приоритетах скрининга отражает изменения в основных способах применения энтомофагов. Если ранее ключевым способом их применения было превентивное внесение, то на новом витке развития биоконтроль вернется к сезонной колонизации в очагах вредителя, что предполагает размножение энтомофага в теплице. Причем задача состоит не просто в получении следующего поколения энтомофагов в теплице, что возможно и на заменителях природного корма, а размножение энтомофага на основе взаимодействия с популяцией вредителя, что является единственным способом достижения долгосрочного контроля на основе биоценотической регуляции.

Основной причиной возвращение к сезонной колонизации на новом витке развития биологического контроля будет приближающийся технологический переход к качественно новым методам мониторинга (гиперспектральные камеры, самообучающиеся нейросети), которые обеспечат сверх ранее обнаружение вредителя. Широкое использование дорогостоящей превентивной колонизации, которое мы наблюдаем в настоящее время, обусловлено, прежде всего, слабостью мониторинга в теплицах. При возможности выявлять невидимое глазом присутствие единичных особей вредителя биоконтроль вернется к наиболее естественному и стабильному варианту – сезонной колонизации.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ № 24-46-00024

## РАЗРАБОТКА НОВОГО СПОСОБА ВНЕСЕНИЯ ТРИХОГРАММЫ

М.П. Васильев\*

\*e-mail: [sitotrogacorp@gmail.com](mailto:sitotrogacorp@gmail.com)

Последние 10 лет в России активно развивается рынок биологической защиты растений, и увеличиваются объемы производства насекомых-энтомофагов. Для борьбы с вредителями зачастую применяют биопрепарат из яиц зерновой моли *Sitotroga cerealella*, зараженных трихограммой. В настоящее время биопрепарат распределяется по полю в основном вручную. Это трудоемкий, низко производительный и дорогостоящий метод. Существует потребность в автоматизации биологической защиты растений с применением, в частности, беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Известны методы расселения трихограммы с использованием БПЛА и разбрасывателей удобрений. Вносимая россыпью трихограмма подвержена сильному восходящими и горизонтальному сносу, что может привести к нулевой эффективности. Применение биокапсул снимает эту проблему. В случае отсутствия биокапсул необходимо добавлять к биопрепарату балласт, что увеличивает рабочую массу устройства. Также сложно обеспечить равномерное перемешивание и распределение препарата и балласта при внесении. Препарат никак не защищен от внешней среды и перетирается внутри дозатора распылителя, что снижает его биологическую эффективность.

Разрабатывается способ внесения трихограммы с применением желатиновых биокапсул и БПЛА. К БПЛА подвешивается контейнер, наполненный биопрепаратом в капсулах. Контейнер надежно защищает препарат от внешних погодных условий при перелете, а капсулы не позволяют яйцам с трихограммой повредиться во время сброса и попадания на поле. Такой метод повышает экономическую и биологическую эффективность защиты растений при помощи энтомофагов.

# ПРОБЛЕМАТИКА ОСОБЕННОСТИ ВОПРОСЫ СЕЗОННОЙ КОЛОНИЗАЦИИ ХИЩНЫХ КЛЕЩЕЙ PHYTOSEIIDAE НА ОРГАНИЧЕСКИХ ВИНОГРАДНИКАХ С ОРГАНИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

М.В. Волкова<sup>1\*</sup>, Я.А. Волков<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ Национальный научно-исследовательский институт винограда и вина «Магарач» РАН (ФГБНУ «ННИИВуВ «Магарач» РАН»), Ялта

\* e-mail: frog\_marisha@list.ru

Основой органического виноградарства является отказ от пестицидов и синтетических удобрений, предполагающий снижение пестицидного фона, выращивание экологически безопасной продукции, сохранение биоразнообразия и плодородия почвы в агроценозе (Willer, 2019). Основные средства защиты на органических виноградниках – препараты серы и меди, согласно регламенту органического земледелия. Сера обладает фунгицидной и акарицидной активностью, а также угнетающим действием на полезную фауну, участвующую в процессах саморегуляции численности растительноядных клещей, в частности хищных клещей Phytoseiidae (James, 2010). На исследуемом винограднике с 2021 г. наблюдается высокая численность обыкновенного паутиного клеща *Tetranychus urticae*. Цель работы: изучение фитосанитарного состояния виноградника в условиях весенней колонизации популяций 2 видов хищных клещей *Amblyseius andersoni* и *Neoseiulus californicus* в 2023 г. в условиях органической технологии возделывания.

Исследования проводили в 2020-2023 гг. на винограднике с органической технологией возделывания (2018 г. посадки, сорт Каберне Совиньон) на Южном берегу Крыма на общем фоне регулярного применения серы (каждые 7-10 дней) для защиты от оидиума с увеличением нормы расхода с 5 до 8 кг/га с середины июля, а также 2-3-х кратного применения Битоксибациллина, П, во второй половине сезона вегетации от паутиных клещей. Опыт в 2023 г. включал 4 варианта: 1) контроль; 2) выпуск *Neoseiulus californicus*; 3) выпуск *Amblyseius andersoni*; 4) выпуск обоих видов *Amblyseius andersoni* и *Neoseiulus californicus* (норма выпуска 75000 экз./га). Эффективность хищных клещей рассчитывали по формуле Номура.

С 2021 г. численность паутиных клещей достигала значения экономически значимого порога (ЭПВ) 5-7 экз./учетный лист. Несмотря на применение серы и Битоксибациллина популяция фитофага продолжала накапливаться, в 2022 г. во время пика своего развития численность превышала ЭПВ в 7 раз (33 экз./учетный лист). В 2023 г. после проведения весенней колонизации хищных клещей в конце мая через 1,5 месяца (в середине июля) численность фитофага на вариантах с выпуском хищных клещей 2, 3, 4 составила 10,1, 10,8 и 6,4 экз./учетный лист, соответственно. При этом в контроле отмечали первый пик развития популяции с численностью выше ЭПВ в 3 раза. Эффективность подавления вредителя хищными клещами составила 25, 42 и 50 %, соответственно. После обработки Битоксибациллином в начале августа численность фитофага на фоне выпуска хищников на вариантах 2,3 и 4 составила 3,4, 5,8 и 5,8 экз./учетный лист, соответственно (эффективность – 23–43%), по сравнению с контролем (6,7 экз./учетный лист). Хищные клещи малочисленны (0,1–0,3 экз./учетный лист), в конце сезона вегетации вовсе не обнаружены.

Весенняя колонизация хищных клещей *Amblyseius andersoni* и *Neoseiulus californicus* позволила снизить весенний фон паутиного клеща и ограничить его развитие в течение сезона вегетации, но оказалась недостаточной для снижения численности вредителя ниже ЭПВ. Для увеличения эффективности колонизации хищников на органических виноградниках необходим поиск альтернативных препаратов для подавления эпифитотии оидиума и снижения количества вносимой серы во второй половине сезона вегетации, а также поиск устойчивых к сере видов хищных клещей Phytoseiidae.

# **БИОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ГЛАВНЫЙ ФАКТОР ВОССТАНОВЛЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ ЕСТЕСТВЕННОЙ БИОЦЕНОТИЧЕСКОЙ РЕГУЛЯЦИИ АГРОЭКОСИСТЕМ**

**В.Я. Исмаилов**

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологической защиты растений»  
e-mail: vlyaism@yandex.ru*

Устойчивое развитие растениеводства и непосредственно связанной с ним защиты растений определяется такими критериями, как экологическая безопасность, экономическая эффективность и продуктивность. Увеличение объемов применения традиционных пестицидов усложнило экологическую ситуацию в агроэкосистемах из-за нарушения механизмов естественной биоценотической регуляции. К тому же возрастание объемов химических обработок привело к формированию резистентности в популяциях вредных организмов к массово применяемым пестицидам, обострило проблему сохранения экологической безопасности агроэкосистем.

Основные этапы разработки беспестицидной защиты растений:

- изучение видового состава, динамики численности, трофических, хемотрасмиссионных связей насекомых-фитофагов и комплексов их энтомофагов на уровне агроэкосистем;
- разработка комплексных природоподобных систем защиты растений с использованием биологических, биорациональных средств и методов;
- разработка эффективных приёмов управления полезной деятельностью и численностью природных популяций энтомофагов, на уровнях агроценозов и агроэкосистем.

Основой успешного использования природных популяций энтомофагов, является установленная в результате многолетних фундаментальных исследований, общность видового состава зоофагов, в агроценозах достигающая 80-90 %, что определяет возможность активизации, воспроизводства и управления их полезной деятельностью на уровне всей агроэкосистемы.

На основе фундаментальных исследований межвидовой химической коммуникации и трофической специализации разработана оригинальная технология опережающей активизации и репродукции ряда видов эффективных энтомофагов – трихограммы, габробракона, афидофагов, яйцеедов клопа вредная черепашка и др. Для этих целей используются искусственно выращенные и природные популяции, обеспечиваемые дополнительной кормовой базой, беспилотными средствами интродукции в агроценозы и специальными устройствами, синхронно контролирующими численность энтомофагов, скорость и эффективность воспроизводства агентов биологического контроля. Кардинальным элементом технологии является синхронное с воспроизводством биоиндикаторных видов энтомофагов, возрастание численности и эффективности комплексов энтомофагов, контролирующих численность других вредителей.

Технология опережающего воспроизводства энтомофагов внедрена в базовых хозяйствах органического земледелия в Краснодарского края, Воронежской и Тульской областей на посевах гороха, пшеницы, сои, кукурузы, подсолнечника на площади более 10 тыс. га при полной отмене защитных мероприятий.

Исследования выполнены согласно Государственному заданию Министерства науки и высшего образования РФ в рамках НИР по теме № FGRN-2022-0002.

## РОЛЬ ЭНТОМОФАГОВ В РЕГУЛИРОВАНИИ ЧИСЛЕННОСТИ ФИТОФАГОВ

Е.В. Кашутина\*

Лазаревская опытная станция защиты растений – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр биологической защиты растений» (Лазаревская ОСЗР-филиал ФГБНУ ФНЦБЗР)

\* e-mail: kashutinaev@mail.ru

Лазаревской опытной станции защиты растений в 2023 году исполнилось 75 лет. Организованная в 1948 году, как паразитарий ВИЗР, является филиалом ФГБНУ ФНЦБЗР, это одно из старейших научных учреждений по защите растений в Краснодарском крае.

На протяжении всей истории своей работы станция ведет разработку способов применения паразитов, хищников и микроорганизмов в борьбе с вредителями и болезнями растений, включающих в себя аспекты поиска, анализ динамики состояния агробиоценоза, интродукции, акклиматизации, селекции, колонизации, содействия полезным энтомофагам, а также методов массового разведения насекомых, определения эффективности новых препаратов и энтомофагов против вредителей и болезней.

В последние десятилетия биоценозы нашего региона претерпевают существенные изменения. Фитосанитарное состояние растительного мира Черноморского побережья ухудшается. Видовой состав энтомофауны региона меняется не в лучшую сторону. Биота вредных организмов пополняется новыми инвазивными видами. Происходит постоянный процесс изменения комплекса вредителей растений. Формируется тенденция не только к увеличению видового состава, численности их популяции, но и усилению агрессивности фитофагов. Основных причин несколько: изменения климата, рост антропогенной нагрузки, неконтролируемое применение препаратов, мода на экзотическое озеленение.

В условиях Черноморского побережья Кавказа, являющегося курортом Федерального значения, наиболее перспективным методом защиты растений от вредителей, является интродукция и акклиматизация полезных видов организмов, однако это наиболее трудоёмкий, очень сложный метод, требующий всесторонних исследований. Интродукция полезных организмов с целью их акклиматизации составляет суть так называемого классического биометода. Этот приём наиболее эффективен при использовании в борьбе с чужеземными, так называемыми адвентивными вредителями растений.

На Лазаревскую опытную станцию было завезено и испытано более 20 видов энтомофагов, положительный эффект дали и применяются для биологической защиты растений – такие как: *Cryptolaemus montrouzieri* Muls., *Podisus maculiventris* Say., *Perillus bioculatus* F., *Encarsia formosa* Gah., *Leis dimidiata* Fabr., *Harmonia axyridis* Pall., *Lysiphlebus fabarum* Marsh., *Phitoseulus persimilis* Ath.-Henr., *Amblyseius mackenzi* Sch.

Часть из них не только получила широкое распространение в практике биологической защиты растений, но и акклиматизировалась в условиях Черноморского побережья и некоторых районов Краснодарского края: *Microteris clauseni* Comp., *Aphelinus mali*., *Perillus bioculatus* F.

Примеры удачной интродукции энтомофагов, показывающих высокую биологическую эффективность – *Aphelinus mali* против кровяной тли (до 82 %); *Microteris clauseni* Comp. - паразита японской восковой ложнощитовки (до 20%); кокцидофага - *Cryptolaemus montrouzieri* Muls. (60-75%); афидофага - *Harmonia axyridis* Pall. (до 80%); энтомофага колорадского жука - *Perillus bioculatus* F. (30-40%) - свидетельствуют о перспективности исследований в этом направлении.

Помимо интродуцированных энтомоакарифагов, часть из которых акклиматизировалась в условиях Черноморского побережья, создан банк местных полезных энтомофагов для дальнейшего разведения и последующего использования в практике биологической защиты.

## НАСЕЛЕНИЕ ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, CARABIDAE) АГРОЦЕНОЗОВ В АГРОЛАНДШАФТАХ РАЗЛИЧНЫХ ЗОН

А.Г. Коваль\*, О.Г. Гусева

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\*e-mail: agkoval@yandex.ru

Насекомые, связанные с почвой, среди которых и жуки-жужелицы (Coleoptera, Carabidae), – постоянный и многочисленный компонент агроландшафтов. Важная роль жужелиц как хищников-полифагов и потребителей семян сорняков давно привлекала внимание многих исследователей. При этом в большинстве случаев изучалось население данных жесткокрылых только в отдельных биотопах и в отдельных регионах. Однако сообщества жужелиц, как и других членистоногих, необходимо рассматривать не только в пределах основного исследуемого биотопа, но и в соседних. Кроме того, для понимания закономерностей формирования населения жужелиц агроценозов важно также изучать население этих жесткокрылых в одном агроценозе, но в различных регионах.

Нами были проанализированы закономерности изменения населения жуков-жужелиц в модельном агроландшафте Ленинградской области, включающем разнообразные агроценозы и примыкающие к ним земли лесного фонда. За период исследований (2003–2019 гг.) различными методами в них было собрано 75 видов жужелиц из 29 родов. Статистические расчеты проведены на основе матрицы, составленной на основе результатов уловов почвенными ловушками отдельных видов в различных биотопах. Показано, что антропогенная трансформация агроценозов способствует уменьшению биоразнообразия и увеличению динамической плотности отдельных массовых видов жужелиц. Население этих жесткокрылых на участках агроландшафта, трансформированных в результате хозяйственной деятельности человека, и в окружающих биотопах существенно отличается по видовому составу и показателям обилия массовых видов. Обилие жужелиц во всех агроценозах, особенно на полях многолетних трав и озимых зерновых, намного выше, чем на обочинах полей и опушках лесов, что связано с увеличением численности массовых мезофильных и мезоксерофильных полевых видов на возделываемых землях. Наиболее трансформированный биотоп модельного агроландшафта – агроценоз картофеля, который характеризуется большим количеством обработок почвы и необходимостью применения пестицидов. При этом динамическая плотность и биоразнообразие жужелиц снижаются.

При многолетних исследованиях на примере агроценоза картофеля были показаны изменения населения жужелиц в различных агроклиматических зонах в регионах России и других стран. Всего в агроценозе картофеля 9 регионов отмечено 232 вида жужелиц из 54 родов. При увеличении гидротермического коэффициента увлажнения Селянинова (ГТК) от 0.6 до 1.2 увеличивается число видов, биоразнообразие и динамическая плотность жужелиц, а при более высоких показателях ГТК наблюдается снижение этих величин. Минимальные показатели обилия этих жуков отмечены в агроценозе картофеля Северного Крыма (ГТК = 0.6) и Черноморского побережья Кавказа (ГТК = 2.1). Было также установлено, что при увеличении ГТК выше 1.2 увеличивается концентрация доминирования Сипсона и снижается биоразнообразие изучаемых жесткокрылых.

Статистическая обработка данных, в том числе и анализ главных компонентов (РСА), показала, что в населении жужелиц агроландшафтов различных зон особое место занимают два наиболее многочисленных и широко распространенных вида – *Poecilus cupreus* (L.) и *Harpalus rufipes* (DeGeer), для имаго и личинок которых наиболее благоприятна рыхлая и богатая различным кормом почва полей. В производственных условиях необходимо учитывать, что для зимовки и размножения этих видов – важных энтомофагов вредителей различных сельскохозяйственных растений наиболее предпочтительны агроценозы многолетних трав и озимых зерновых.

**ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ НАЕЗДНИКОВ-  
ЭВЛОФИД (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) ХИНГАНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА  
(АМУРСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**О.В. Кошелева**

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург  
e-mail: koscheleva\_o@mail.ru*

Район исследования расположен на юго-востоке Амурской области и занимает отроги Малого Хингана и Архаринскую низменность. В настоящее время площадь заповедника составляет 97,8 тыс. га. Из них 43,2 тыс. га занимают леса, 54,1 тыс. га – луга и болота, 408 га. – водоёмы (Кудрин, Якубов, 2013).

В результате наших исследований (август 2022) на территории Хинганского заповедника было выявлено 82 вида из 36 родов 4 подсемейств эвлофид. Entedoninae — 43 вида из 13 родов (*Achrysocharoides*, *Asecodes*, *Ceraninus*, *Chrysocharis*, *Closterocerus*, *Derostenus*, *Entedon*, *Mestocharis*, *Neochrysocharis*, *Omphale*, *Pediobius*, *Pleurotroppopsis*, *Zaommomentedon*), Eulophinae — 22 вид из 10 родов (*Cirrospilus*, *Diglyphus*, *Dimmockia*, *Elachertus*, *Elasmus*, *Eulophus*, *Euplectrus*, *Hemiptarsenus*, *Pnigalio*, *Sympiesis*), Tetrastichinae — 16 видов из 12 родов (*Anaprostocetus*, *Aprostocetus*, *Baryscapus*, *Kostjukovius*, *Minotetrastichus*, *Mischotetrastichus*, *Neotrichoporoides*, *Oomyzus*, *Quadrastichus*, *Sigmophora*, *Tamarixia*, *Tetrastichus*) и Entiinae — 1 вид (*Euderus*).

По широте пищевых связей наездники сем. Eulophidae уникальны, их хозяева – это представители более 160 семейств членистоногих. Наибольшее число видов эвлофид, выявленных нами на территории заповедника, паразитирует на скрытоживущих чешуекрылых сем. Gracillariidae, Nepticulidae Tischeriidae, Lyonetiidae, Elachistidae, Pyralidae, Tortricidae, Noctuidae — к ним относятся виды родов *Chrysocharis* (9 видов), *Pediobius* (8), *Elachertus* (4), *Sympiesis* (3), *Euplectrus* (2), *Minotetrastichus* (2), *Achrysocharoides* (1), *Pleurotroppopsis* (1), *Closterocerus* (1), *Dimmockia* (1), *Elasmus* (1), *Eulophus* (1), *Pnigalio* (1). Из двукрылых хозяевами обнаруженных нами эвлофид выступают чаще минирующие мушки семейства Agromyzidae, для наездников родов *Chrysocharis* (6 видов), *Diglyphus* (1), *Pnigalio* (1) и *Hemiptarsenus* (1); галлицы (Cecidomyiidae), на которых паразитируют виды родов *Omphale* (3), *Pediobius* (2), *Quadrastichus* (1) и пестрокрылки (Tephritidae), для наездника рода *Asecodes* (1). Среди жесткокрылых на долгоносиках (Curculionidae) и листоедах (Chrysomelidae) паразитируют наездники родов *Baryscapus* (1), *Tetrastichus* (1), *Pnigalio* (1), *Cirrospilus* (1) и *Hemiptarsenus* (1); на короеде (Scolytidae) – *Euderus* (1). Из перепончатокрылых насекомых хозяевами для обнаруженных нами в заповеднике эвлофид являются представители семейств Tenthredinidae, Cynipidae и Eurytomidae. На настоящих пилильщиках паразитируют виды родов *Anaprostocetus* (1), *Hemiptarsenus* (1) и *Sympiesis* (1); на орехотворках и толстоножках развиваются представители рода *Pediobius* (2). На трипсах (Thysanoptera) паразитирует обнаруженный нами здесь вид рода *Ceraninus* (1).

Сведения о пищевой специализации паразитоидов имеют прикладное значение, так как позволяют дать оценку в отношении возможности использования их в биологической борьбе и поиска перспективных видов.

Автор благодарен Д.Н. Кочеткову (Хинганский государственный природный заповедник, Архара) за организацию и всестороннюю помощь в проведении данного исследования.

## ПРИМЕНЕНИЕ *NEOSEIULUS CALIFORNICUS* ДЛЯ ЗАЩИТЫ ГОРШЕЧНОЙ КУЛЬТУРЫ РОЗ ПРОТИВ ОБЫКНОВЕННОГО ПАУТИННОГО КЛЕЩА

Л.П. Красавина\*, О.В. Трапезникова

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\*e-mail: krasavina.lp@yandex.ru

В последние годы ведутся работы по поиску перспективных видов клещей-фитосейд для биологической защиты растений. Таким видом является *Neoseiulus californicus* (McGregor), который успешно защищает тепличные культуры от обыкновенного паутинного клеща *Tetranychus urticae* Koch, кроме того, может питаться трипсами, мелкими насекомыми, пылью растений. Этот вид хищного клеща рекомендуют применять в условиях низкой влажности и малой плотности жертвы, т.к. он способен выживать при отсутствии пищи до 7 суток.

В лаборатории биологической защиты растений ВИЗР *N. californicus* разводят на *T. urticae* и *Carpoglyphus lactis* L. В задачи исследований входила оценка эффективности *N. californicus*, разводимого на сухофруктовом клеще против обыкновенного паутинного клеща на горшечной культуре роз. Контролем был выбран *N. californicus* постоянно разводимый на *T. urticae*. Начальная численность паутинного клеща составляла 20-25 особей на учетный лист, соотношение хищник:жертва 1:10. Через неделю после выпуска в обоих вариантах опыта на растении остались единичные особи паутинного клеща, в контроле численность вредителя увеличилась в 10 раз. Полученные результаты свидетельствуют о том, что массовое разведение *N. californicus* в течение нескольких поколений на *C. lactis* не снижает его эффективность применения против обыкновенного паутинного клеща.



# ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ХИЩНЫХ КЛЕЩЕЙ АКАРИФАГОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С ПАУТИННЫМ КЛЕЩОМ НА РОЗАХ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

В.В. Моор, Е.Г. Козлова

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург  
\*e-mail: kategen\_vizr@mail.ru

*Neoseiulus californicus* McGregor как полифаг в состоянии сохраняться при небольшом количестве жертвы и даже при ее отсутствии в отличие от специализированного акарифага *Phytoseiulus persimilis* Ath.-Henr. Кроме того этот вид более устойчив к пониженной влажности чем *Ph. persimilis*. Поэтому этого хищника рекомендуют применять, как самостоятельно в профилактических целях, когда жертва еще не обнаружена, так и вместе с *Ph. persimilis*, который плохо размножается при снижении влажности. В связи с этим были проведены эксперименты по оценке эффективности двух акарифагов: *Ph. persimilis* и *N. californicus*, как при отдельном применении, так и совокупности. Эксперимент проводился в тепличном комплексе «Агролидер» расположенном в Выборгском районе Ленинградской области с марта по июнь. Участки для проведения наблюдений выбрали таким образом, что бы численность паутинного клеща в вариантах с *Ph. persimilis* достоверно не различалась и была больше, чем в варианте с отдельным применением *N. californicus*, поскольку этот вид рекомендуется применять профилактически и при низкой численности вредителя. Результаты эксперимента продемонстрировали отсутствие значительной эффективности при обособленном внесении клеща *N. californicus*. В то же время при совмещенном внесении двух хищных клещей *Ph. persimilis* и *N. californicus* эффективность 68% была достигнута на неделю раньше, чем при отдельном внесении *Ph. persimilis*. Максимальная эффективность 86-88% была достигнута одномоментно как при совмещенном применении двух хищных клещей так и при отдельном применении *Ph. persimilis* Таким образом, клеща *N. californicus* целесообразно использовать дополнительно при применении *Ph. persimilis* для увеличения эффективности этого акарифага и для уменьшения норм его внесения.

## О ВОЗМОЖНОСТИ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ ЛИЧИНОК ХИЩНОГО КЛОПА *MACROLOPHUS PYGMAEUS* (RAMB.) (HETEROPTERA: MIRIDAE)

И.М. Пазюк<sup>1\*</sup>, М.Ю. Долговская<sup>2</sup>, С.Я. Резник<sup>2</sup>, Д.Л. Мусолин<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург

<sup>3</sup>Европейская и Средиземноморская организация по карантину и защите растений (ЕОКЗР/EPPO), Париж

\*e-mail: ipazyuk@gmail.com

Длительное хранение энтомофагов позволяет согласовывать их доступность с изменениями потребности и обеспечивает стабильность и экономическую эффективность системы биологического контроля вредителей. В связи с этим важно оценить, насколько долго можно хранить энтомофагов без потери их качества, т.е. таких характеристик жизненного цикла как, например, плодовитость.

Для изучения возможности длительного хранения личинок хищного клопа *Macrolophus pygmaeus* был проведен лабораторный эксперимент с особями, происходящими от клопов, собранных в г. Сочи в 2011 г. Ранее было показано, что личинки этого хищника хорошо хранятся, если до III возраста их содержали при температуре +20°C и при короткой длине дня (10 ч) (Пазюк и др., 2022). Продолжительность жизни личинок без доступа к корму в этом эксперименте была максимальной при температуре +3°C, а при кормлении яйцами зерновой моли – при температуре +9°C. Эти условия и были взяты нами в настоящем исследовании, в котором мы оценивали плодовитость самок, полученных из личинок III возраста, хранившихся в течение 10, 20 или 30 суток при температуре +3°C без корма или в течение 30, 60, 90 или 120 суток при температуре +9°C с доступом к яйцам зерновой моли в качестве корма. Контрольных особей содержали в тех же условиях, что и подопытных, но их не подвергали хранению. Плодовитость самок, окрылившихся из личинок, оценивали по количеству яиц, отложенных ими за первые 10 суток жизни после окрыления в оптимальных условиях (+24°C, длина дня 16 ч; самцов и самок при этом содержали парами на растениях томата).

Выживаемость непитающихся личинок при температуре +3°C заметно снижалась в процессе хранения, составив 64, 40 и 23% через 10, 20 и 30 дней, соответственно, а плодовитость отрождающихся самок менялась недостоверно, составляя, как и в контроле, около 30 яиц на самку. Выживаемость личинок, хранившихся при +9°C и имевших возможность питаться яйцами зерновой моли, была значительно выше (83, 74, 68 и 65% через 30, 60, 90 или 120 дней, соответственно), но плодовитость отрождающихся самок в этом варианте эксперимента по мере хранения существенно снижалась, составив после 30, 60, 90 или 120 дней хранения около 23, 17, 9 и 8 яиц на самку.

Таким образом, экономически целесообразным является хранение личинок *M. pygmaeus* при температуре +3°C без доступа к пище на протяжении не более чем 10–15 дней, а при температуре +9°C и с доступом к пище (яйцам зерновой моли) – не более чем 30–40 дней. В таких условиях общая плодовитость партии самок (даже с учетом смертности личинок при хранении) снижается по сравнению с контролем не более чем в два раза.

### Литература

Пазюк И.М., Долговская М.Ю., Резник С.Я., Мусолин Д.Л. Оптимизация условий хранения личинок хищного клопа *Macrolophus pygmaeus* (Ramb.) (Heteroptera: Miridae). XVI съезд Русского энтомологического общества. Москва, 22–26 августа 2022 г. Тезисы докладов Москва. 2022. С. 118.

**ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЯЙЦЕКЛАДКИ ПРИ МАССОВОМ СОДЕРЖАНИИ  
ИМАГО ХИЩНОГО КЛОПА *MACROLOPHUS RUGMAEUS* (RAMB.) (HETEROPTERA:  
MIRIDAE) НА ПЛОДОВИТОСТЬ САМОК**

**Т.Д. Перова\*<sup>1</sup>, Е.Г. Козлова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> НПП Институт прикладной энтомологии (ИНАППЕН),

<sup>2</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\*e-mail: perova1996@list.ru

Хищный клоп *Macrolophus rugmaeus* (Ramb.) – энтомофаг, используемый в борьбе с тепличной белокрылкой, а также комплексом сосущих вредителей, для защиты овощных культур. Цель исследования – влияние сроков получения яйцекладки имаго *M. rugmaeus* на плодовитость самок при массовом содержании.

Оценивали плодовитость самок клопа *M. rugmaeus* при разных сроках содержания в течение 2, 4 и 6 суток на растениях табака обыкновенного стандартного размера. Определение проводили по количеству личинок, вышедших из яйца, в течение суток. Подсчёт яиц клопа не проводили, поскольку он затруднителен.

При содержании 2 суток среднесуточная плодовитость составляет  $3.1 \pm 0.5$  личинки на самку, как и при 4-суточном сроке содержания, где среднесуточная плодовитость составила  $3.2 \pm 0.29$  личинки. При содержании имаго 6 суток наблюдается снижение плодовитости на 60% ( $1.9 \pm 0.26$ ). Следовательно, для массового разведения *M. rugmaeus* оптимальный срок содержания имаго на растении для получения яйцекладки составляет 4 суток. Это позволяет сократить расход растений для получения яйцекладки. При одинаковой среднесуточной плодовитости необходимое количество растений в варианте откладки яиц самками в течение 4-х суток в два раза меньше, чем в варианте с 2 сутками.

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПАРАЗИТОИДА *HABROBRACON* *HEBETOR* (SAY, 1836) ПРОТИВ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ СОИ

В.С. Петрищев\*, И.С. Агасьева

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологической защиты растений»

\*e-mail: viktor.sergeevich\_1998@mail.ru

Соя является экономически значимой культурой, пользующаяся устойчивым спросом на мировом рынке. Борьба с многочисленными вредителями сои, выращиваемой на сотнях миллионов гектаров, требует широкомасштабного применения большого количества традиционных пестицидов, следствием которого являются глубокие изменения в составе и структуре комплекса вредителей, что нередко способствует трансформации второстепенных видов в экономически значимые. Многие из них периодически дают вспышки массовых размножений. К таким фитофагам и относится акациевая огневка *Etiella zinckenella* Tr., потери урожая от которой могут достигать 40-60 %. В то же время существует ряд безопасных и эффективных методов биологического контроля вредных чешуекрылых сои.

В качестве энтомофага, способного эффективно контролировать численность акациевой огневки и тем самым снижать пестицидную нагрузку на агроценозы сои, нами был выбран габробракон *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera, Braconidae), известный как паразит более 60 видов чешуекрылых вредителей.

Насекомыми-хозяевами для массового разведения габробракона служили гусеницы мельничной (*Ephestia kuhniellia* Zell.) и вошинной (*Galleria mellonella* L.) огневок.

В результате экспериментов по хранению установлено, что при температуре +4°C при подкормке медовым раствором выживаемость габробракона через 15, 25, 35 сут. составляет 92 %, 83 % и 72 % соответственно, что вполне приемлемо для поддержания лабораторной популяции и накопления больших партий паразита для интродукции в агроценозы.

Для определения наиболее уязвимой возрастной стадии акациевой огневки была изучена привлекательность гусениц разных возрастов. Установлено, что энтомофаг преимущественно заражал гусениц средних и старших возрастов, для личинок младших возрастов заражение не превышало 4 %. Доля парализованных гусениц в разных вариантах опыта варьировала в диапазоне 48-80 %, жизнеспособное потомство паразита отмечено на 85 % парализованных гусениц.

Экспериментальный выпуск габробракона против второй генерации *Et. zinckenella*, проходящей на сое, проводили в конце цветения - начало образования бобов из расчета 1500 особей/га. Выпущенный паразит активно размножался и за период развития генерации *Et. zinckenella* развивался в двух поколениях. Следующий выпуск усиливал природную популяцию, и суммарная активность энтомофага достигала 78 %.

Таким образом, включение в систему биологической защиты сои от чешуекрылых вредителей эктопаразита *H. hebetor* может стать альтернативой химическим инсектицидам.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-26-00263, <https://rscf.ru/project/24-26-00263/>.

## ИЗУЧЕНИЕ ВИДОВОГО СОСТАВА НАСЕКОМЫХ-ФИТОФАГОВ И ЭНТОМОФАГОВ В АГРОЦЕНОЗЕ СОИ

М.В. Петрищева\*, И.С. Агасьева

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологической защиты растений»

\*e-mail: dollkaSneba@yandex.ru

Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) – ценная культура земледелия во многих странах мира. Одной из центральных проблем получения высоких урожаев на посевах сои является повреждение растений вредной энтомофауной. Известно, что насекомые фитофаги могут снижать общую урожайность от 30 до 50 %. Для получения стабильных урожаев необходимо учитывать деятельность членистоногих организмов, как вредных, так и полезных.

Изучение видового состава агроценоза сои проходило на территории Краснодарского и Ставропольского краев. Видовой состав членистоногих сои в годы исследований был представлен 211 видами (209 видов насекомых и 2 вида клещей), в том числе 100 видов насекомых-фитофагов, что составило 48,3 % от общей фауны и 109 видов насекомых-энтомофагов (51,7 %).

Наиболее многочисленными фитофагами, повреждающими сою, были представители отряда Hemiptera (25 видов из 100 видов фитофагов). Отряд Lepidoptera в агроценозе сои был представлен 28 видами (13,4% от общей фауны и 28,0% вредной фауны).

На посевах сои выявлен комплекс вредителей. Наиболее массовыми были представители отряда чешуекрылых, полужесткокрылых и клещей. Доминировали в агроценозе сои акациевая огневка *Etiella zinckenella* Treitschke и хлопковая совка *Helicoverpa armigera* Hübner.

Комплекс энтомофагов в большей степени представлен паразитическими перепончатокрылыми из семейств Ichneumonidae, Braconidae, Aphidiidae, Eurytomidae, Ormyridae, Pteromalidae, Encyrtidae, Eupelmidae, Eulophidae, Elasmidae, Scelionidae, Platygasteridae и Chrysididae. Видовой состав жесткокрылых (Coccinellidae, Carabidae), сетчатокрылых (Chrysopidae) и полужесткокрылых (Nabidae, Anthocoridae, Pentatomidae) по обилию видов был значительно меньше.

Результаты исследований свидетельствуют о значительном биоразнообразии вредителей и энтомофагов в агроценозе сои. Большая часть выявленных вредителей относится к полифагам. Многоядные вредители в благоприятные годы для их развития представляют серьезную угрозу для сои. Среди этой группы наибольшее значение имеют сверчок степной *Melano desertus* Pall., трипс табачный *Thrips tabaci* Lind., клоп свекловичный *Polymerus cognatus* Fieber, клоп полевой *Lygus pratensis* L., клоп люцерновый *Adelphocoris lineolatus* Goeze, клоп ягодный *Dolycoris baccarum* L., клоп коричнево-мраморный *Halyomorpha halys* Stål и незара зеленая *Nezara viridula* L., жуки-щелкуны *Agriotes tauricus* Heyd., *Agriotes gurgistanus* Fald., *Agriotes sputator* L., песчаный медляк *Opatrum sabulosum* L. клубеньковые долгоносики рода *Sitona*, акациевая огневка *E. zinckenella*, хлопковая совка *H. armigera*, обыкновенный паутиный клещ *Tetranychus urticae* Koch и в меньшей степени атлантический паутиный клещ *Tetranychus atlanticus* McGregor.

Формирование энтомоокарифауны агроценоза сои и численность вредителей тесно связаны с погодными условиями, фазами развития растений, сортом, размещением полей в севообороте (пространственная изоляция), а также наличием смешанных посевов сои с другими культурами.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-26-00263, <https://rscf.ru/project/24-26-00263/>.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНТОМОФАГОВ В ОРАНЖЕРЕЯХ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ

Ю.Б. Поликарпова<sup>1</sup>, Е.А. Варфоломеева<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург*

<sup>2</sup> *Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук, Россия, Санкт-Петербург;*

\* *julia.polika@gmail.com*

В оранжереях ботанических садов присутствуют фитофаги, характерные для защищенного грунта. Вместе с тем одной из особенностей оранжерей является выраженная сезонность изменения климатических условий, в том числе пониженные температуры в зимний период. В оранжереях с успехом применяются энтомофаги, давно зарекомендовавшие себя в теплицах. К ним могут быть отнесены *Encarsia formosa* и *Phytoseiulus persimilis*. При этом расширение ассортимента биоагентов во многом следует тенденциям характерным для производственных теплиц. Особенностью последних лет являлось использование энтомофагов с широкой пищевой специализацией, включая хищных клещей. В качестве примера может быть назван клещ *Transeius montdorensis*. В оранжереях Королевского ботанического сада Эдинбурга (Великобритания) он демонстрировал более высокую эффективность на фоне пониженных температур, чем энкарзия (Ives, 2020). В оранжереях Ботанического сада Петра Великого (БИН РАН, Санкт-Петербург) были протестированы *Transeius montdorensis* (Попов и др., 2021), хищный клоп *Nesidiocoris tenuis* (Варфоломеева, Пазюк, 2016) и коровка *Cheilomenes sexmaculata* (Поликарпова, Варфоломеева, 2016).

В ботанических садах серьезной проблемой являются кокциды. Для борьбы с ними в оранжереях используют коровок *Rhyzobius lophanthae* и *Cryptolaemus montrouzieri*. Оба вида широко применяются для защиты растений в открытом грунте. Более того они акклиматизировались во многих местах интродукции. Ассортимент энтомофагов может расширяться за счет таких популяций. Так после непреднамеренной интродукции *R. lophanthae* в Азербайджане в Институте Зоологии НАНА (Баку) была разработана технология его разведения (Мустафаева, 2023). В оранжереях ботанического сада БИН РАН мы использовали лабораторные культуры *C. montrouzieri*, заложенные от природных особей, собранных на Черноморском побережье Кавказа. Данные культуры отличаются устойчивостью к пониженным температурам, а их личинки способны развиваться в оранжереях в зимний период. Благодаря чему, при выпусках имаго криптолемуса нам удавалось достигать круглогодичной его колонизации в оранжереях.

**БИОТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ *TRANSEIUS MONTDORENSIS*  
(ACARI: PHYTOSEIIDAE)**

**Д.А. Попов<sup>1,2</sup>, А.В. Гринцевич<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> НПП Институт прикладной энтомологии (ИНАППЕН),

<sup>2</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург  
e-mail: [anton.grintsevich@inappen.com](mailto:anton.grintsevich@inappen.com)

Субтропический клещ *Transeius montdorensis* широко используется для контроля трипсов и других сосущих вредителей в европейских странах. Для создания отечественной технологии массового разведения *T. montdorensis* проведена оценка его биотического потенциала в производственных условиях. Средний коэффициент роста популяции *T. montdorensis* составил  $0,192 \pm 0,017$ ; среднее время удвоения популяции  $4,77 \pm 0,29$  дней при температуре 26-27 °С.

В условиях массового разведения при низких плотностях популяция *T. montdorensis* активно растет в течение 3-5 дней после начала опыта, а затем наблюдается спад скорости роста. При высоких плотностях скорость роста достигает максимума через 2-4 дня и затем остается стабильной. При исходной плотности выше 20 экз./мл мы получаем биоматериал с титром, пригодным для реализации (более 50 экз./мл) через 6-8 дней.

## ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ БИОЛОГИИ ХИЩНЫХ КЛЕЩЕЙ (ACARI: PHYTOSEIIDAE) В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ

Д.А. Попов<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> НПП Институт прикладной энтомологии (ИНАППЕН), e-mail: denis.popov@inappen.com

<sup>2</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

Хищные клещи, принадлежащие к семейству Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata), являются одной из наиболее широко используемых групп для биологического контроля мелких и мягкотелых членистоногих, питающихся растениями, таких как тетранихонидные и эриофионидные клещи, белокрылки, трипсы и свободноживущие нематоды (McMurtry et al., 2013). Фитосейидные клещи, применяемые для биологического контроля вредителей; занимают II место по масштабам производства и применения в мире (van Lenteren, 2012).

Адаптация фитосейид к условиям массового разведения и современным агроценозам, таким как индустриальные теплицы, стимулирует микроэволюционные процессы в их популяциях, что представляет несомненный научный интерес, затрагивая различные аспекты их биологии. Изучение биологических особенностей фитосейид в основном проводится в целях оптимизации биологического контроля, а также скрининга новых видов потенциально пригодных для использования в современных агроценозах. Среди тестируемых показателей особое внимание уделяется скорости развития, интенсивности каннибализма, внутригрупповому хищничеству и репродуктивному поведению.

Объектами наших исследований являются *Neoseiulus cucumeris*, *Transeius montdorensis*, *N.californicus*, *Phytoseiulus persimilis*, *N.agrestis*, а также новый вид для науки *N.neoagrestis*.

Исследование постэмбрионального развития сфокусировано на личиночной стадии, как самом уязвимом периоде жизни. Описано 3 типа личиночного питания: факультативное, облигатное и афагия (Chittenden, Saito, 2001). Тип личиночного питания позволяет отчасти оценить объём материнских инвестиций в потомство.

О каннибализме фитосейид накоплены обширные данные, однако, в основном это результаты лабораторных опытов. Проявления каннибализма в условиях массового разведения практически не изучались, хотя этот феномен может оказывать существенное влияние на динамику популяции в искусственной среде обитания, такой как, сыпучий субстрат.

Внутригрупповое хищничество (intraguild predation = IGP) рассматривается как взаимодействия хищных особей, разных видов, которые конкурируют за общую добычу (Polis, Holt, 1992). У фитосейид питание гетероспецифичными неполовозрелыми стадиями (яйцо, личинка - приоритет, протнимфа, дейтонимфа), наблюдается при одновременном использовании двух и более видов хищников для контроля одного вредителя. Данная стратегия в целом усиливает биологический контроль, но в некоторых случаях может привести и к негативным последствиям.

Внутригрупповое хищничество в отличие от каннибализма носит факультативный характер и проявляется в основном на фоне дефицита общего кормового ресурса. Поедание гетероспецифичных жертв не обеспечивает полноценного питания IG-хищникам. Включение в рацион целевой жертвы (фитофага) и/или пыльцы приводит к снижению уровня внутригруппового хищничества (Hatherly et al., 2005; Zhang et al., 2014).

В заключении рассмотрим особенности репродуктивного поведения, через оценку степени кластеризации яиц. За один раз самка откладывает только одно яйцо. Если, например мы видим кластер из 4-х яиц, то это кладка 4-х самок. Формирование кластеров также является своеобразной материнской инвестицией. Результат наших исследований показывает, что наличие еды всегда снижает степень кластеризации. В этом случае речь идёт о выживании популяции, а не отдельной особи.



## СПОСОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВИДОВ ХИЩНЫХ КЛЕЩЕЙ РОДА *AMBLYSEIUS*

А.В. Разуваева<sup>1\*</sup>, Е.Г. Ульянова<sup>2</sup>, Е.В. Горбунова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск

<sup>2</sup> Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, Новосибирск

\* e-mail: [razuvaevaav@bionet.nsc.ru](mailto:razuvaevaav@bionet.nsc.ru)

Клещи рода *Amblyseius* – *A. swirskii*, *A. cucumeris*, *A. montdorensis* и *A. californicus* – являются важнейшими коммерчески значимыми энтомофагами и применяются в качестве биологического средства борьбы с трипсами, паутиными клещами, белокрылками, повреждающими овощные культуры в теплицах. Важность дифференциации этих клещей обусловлена тем, что они выращиваются на схожих питательных субстратах, имея практически идентичные морфологические черты, и высока вероятность неправильного определения вида. Между тем это является важным вопросом, поскольку эти виды имеют различную коммерческую ценность. Зачастую необходимо быстро идентифицировать вид, чтобы оценить партию приобретаемой продукции, а также видовую принадлежность выращиваемых энтомофагов на предмет замещения культуры клещами другого вида или рода, не имеющих полезных признаков. Также, важно идентифицировать проживающих в теплицах клещей, чтобы скорректировать нормы внесения хищника.

Разработан способ идентификации четырёх видов хищных клещей рода *Amblyseius* на основании полиморфизма длины рестрикционного фрагмента после ПЦР (ПЦР-ПДРФ). Материалами для разработки тест-системы послужили экземпляры клещей рода *Amblyseius*, идентифицированные до вида по морфологическим признакам сотрудниками лаборатории биологического контроля фитофагов и фитопатогенов СФНЦА РАН [1-4]. Разработанный метод реализуется следующим образом. Из биологического материала (яйцо, нимфа или взрослая особь любого пола) выделяют ДНК и амплифицируют фрагмент рибосомальной ДНК, используя универсальные для клещей данного рода праймеры. Полученные ПЦР-продукты подвергают рестрикционному анализу четырьмя ферментами (AccВII, AccВ7I, DseDI и HaeIII) и результат рестрикции анализируют при помощи электрофореза в агарозном геле. Наличие рестрикционных фрагментов ДНК при обработке рестриктазой AccВII указывает на принадлежность к виду *A. cucumeris*, при обработке рестриктазой AccВ7I – на принадлежность к виду *A. swirskii*, при обработке ферментом DseDI – на принадлежность к виду *A. montdorensis*, а наличие фрагментов рестрикции ДНК после обработки рестриктазой HaeIII указывает на принадлежность к виду *A. californicus*. Суммарно разработанный анализ занимает около 8 часов рабочего времени и не требует высокотехнологичного оборудования. Время анализа можно сократить, опустив этап выделения ДНК из биологического материала, вместо чего его можно напрямую использовать в качестве ДНК-матрицы в реакции амплификации. Метод был запатентован (№2804853 от 06.10.2023) и апробирован на материале, предоставленном ТК «Толмачёвский» (Новосибирск).

## ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ ВИДОВ КОРМА НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ХИЩНОГО КЛЕЩА *NEOSEIULUS CUCUMERIS*

О.В. Трапезникова\*<sup>1</sup>, Л.П. Красавина<sup>1</sup>

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\*e-mail: olvet@inbox.ru

Хищный клещ *Neoseiulus cucumeris* Oudemans широко используется в биологической защите растений против западного цветочного трипса и паутинных клещей. В лаборатории биологической защиты растений ВИЗР изучали влияние разных видов корма на биологические показатели *N. cucumeris*. Хищника разводили на акароидных клещах *Carpoglyphus lactis* L., *Thyreophagus entomophagus* Laboulbene & Robin и *Lepidoglyphus destructor* Schrank в климатических камерах. Эксперименты проведены в 3 кратной повторности при температуре 25°C, влажности воздуха 85%, длине светового дня 16 часов в течение 14 суток при начальной численности 13 особей (10 самок и 3 самца) в пшеничных отрубях. Ежедневно оценивали плотность личинок, нимф и имаго в субстрате (отруби, заселенные кормовым клещом). Рассчитывали скорость роста популяции.

Для характеристики реакции *N. cucumeris* на корм рассчитывали биотический потенциал (rm) и время удвоения популяции (t). Максимальное значение rm (0.08) было отмечено при разведении *N. cucumeris* на узком клеще, время удвоения популяции при этом составило 3.8 суток. При разведении хищника на сухофруктовом и волосатом клещах биотический потенциал был равен 0.07 и 0.02, а время удвоения популяции составило 4.2 и 15 суток соответственно. При исходной плотности *N. cucumeris* 13 особей в 1 мл и питании *T. entomophagus* или *C. lactis* на 6-7 сутки достигается плотность более 30 особей/мл, а на 14 сутки более 100 особей/мл хищных клещей.

## ХИЩНЫЕ ГАЛЛИЦЫ ТРИБЫ LESTODIPLOSINI (DIPTERA, CECIDOMYIIDAE): РАЗНООБРАЗИЕ, ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ

З.А. Федотова

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург  
zoya-fedotova@mail.ru

Триба Lestodiplosini Harris, 1966 подсемейства Cecidomyiinae космополитная, включает 365 видов 31 рода. Из них *Lestodiplosis* Kieffer (185 видов), *Arthrocnodax* Rübsaamen (49), *Trisopsis* Kieffer (26), *Epidiplosis* Felt, *Odontodiplosis*, *Silvestriola* Skuhrová (по 14), *Endaphis* Kieffer (11), *Feltiella* Rübsaamen (10) и *Dentifibula* Felt (9) составляют основу фауны – 305 видов (87.6 %), остальные 22 рода включают по 1-4 вида. Род *Lesotdiplosis*, вероятно, является сборным. Из 31 рода 17 – монотипных (54.8 %). Большинство видов трибы описаны из Палеарктики. Длина тела личинок и имаго обычно 0.5-1.5 мм. Родовые признаки чрезвычайно разнообразны. Слабая изученность трибы связана с трудностями поиска личинок и выведения имаго. Для видов 12 родов (38.7 %) отсутствуют сведения о пищевой специализации. Имаго не питаются.

Все виды, для которых известны личинки, являются хищниками. Личинки питаются, присасываясь к телу добычи. Большинство видов свободноживущие, встречаются в колониях паутиных клещей (Acari, Trombidiformes: Tetranychidae), отмечены на теле насекомых 7 отрядов: Thysanoptera Odonata, Hemiptera, Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera и Diptera и других членистоногих. Почти всегда встречаются в галлах четырехногих клещей (Eryophyidae), как исключение, – на теле многоножки (*Polyxenus lagurus* (L.), Myriapoda). Представители 11 (35 %) родов Lestodiplosini ассоциированы с Hemiptera, из них 6 монотипных: *Androdiplosis* Felt - 1 вид развивается на Diaspididae; *Epidiplosis* Felt – 2 вида из 15 на Coccidae и Diaspididae; *Dentifibula* – 1 на Diaspididae; *Lestodiplosis* - 15 из 185: 7 на Diaspididae, 3 - на Adelgiidae, по 1 на Phylloxeridae, Dactylopiidae, Kerriidae, Pdyllidae; *Mohwadiplosis* Rao – 1 на Aleurodidae; *Pectinodiplosis* Felt – по 1 на Coccidae и Monophlebidae; *Silvestriola* Skuhrová – 2 на Diaspididae; *Thripsobremia* Barnes – на Thysanoptera и Psyllidae по 1; *Trilobia* Del Guercio – 1 на Aphididae; *Trisopsis* Kieffer – 3 из 26 на Pseudococcidae; *Uncinulella* Del Guercio – 1 на Aphididae. Среди хозяев галлиц выявлено 12 семейств Hemiptera, среди которых доминируют представители Diaspididae. В действительности только для 19 родов Lestodiplosini есть данные о пищевых связях по отношению к добыче и растениям-хозяевам. Следовательно, доминирование представителей Hemiptera может достигать 57 % (11 из 19 родов). Эндопаразиты, принадлежащие к единственному роду *Endaphis*, также оказались специфичными по отношению к Hemiptera: видам из семейств Aphidiidae, Calophyidae и Psyllidae. Очень редкие виды *Lestodiplosis* встречаются в галлах четырехногих клещей (Eriophyidae), орехотворок (Hymenoptera, Cynipidae), галлиц и других насекомых. Представитель монотипного рода *Cartodiplosis* Gagné развивается в галлах *Phylloxera nyssae* (Hemiptera, Phylloxeridae).

Добычей большинства видов Lestodiplosini являются фитофаги, обычно специфические по отношению к растению-хозяину (монофаги или узкие олигофаги). Хищные галлицы связаны с растениями косвенно как узкие олигофаги, но очень часто они являются монофагами по отношению фитофагу. Например, монофаги рода *Arthrocnodax*. Их личинок всегда можно обнаружить в галлах Eriophyidae.

Хищные галлицы участвуют в контроле численности опасных вредителей в природе. В мире разработаны технологии разведения 3 видов *Feltiella* для использования в теплицах. Изучение особенностей комплексного освоения растений видами из неродственных систематических групп перспективно для понимания коэволюционных связей, возникающих между разными фитофагами, хищниками и населением галлов в биоценозе одного вида растения.

## РЕЗУЛЬТАТЫ КЛАССИЧЕСКОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БОРЬБЫ В НИКИТСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

А.К. Шармагий<sup>1</sup>, Н.М. Стрюкова<sup>2</sup>, Д.А. Корж<sup>1</sup>, Е.В. Яцкова<sup>1</sup>,  
Т.С. Рыбарева<sup>1</sup>, В.Э. Глебов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН» (ФГБУН «НБС-ННЦ»), г. Ялта, Республика Крым, Российская Федерация

<sup>2</sup>ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), г. Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация;

\*e-mail: alexander\_sharma@mail.ru

Никитский ботанический сад (НБС) - одно из старейших научных учреждений в Российской Федерации. К настоящему моменту здесь собраны коллекции плодовых, декоративных, лекарственных и эфиромасличных культур, насчитывающие около 20000 видов, сортов и форм, включая около 1000 отечественных сортов, созданных на базе НБС.

Начиная с 2010 года на территории Арборетума НБС обнаружен опасный инвазивный вредитель (полифаг) – австралийский желобчатый червец, или ицерия *Icerya purchasi* (Maskell, 1879) (Hemiptera; Margarodidae) (Трикоз, 2017). Количество видов растений, которые повреждает этот фитофаг, увеличивается с каждым годом и к 2022 г. достигло 101 вида. Учитывая высокую вредоносность *I. purchasi*, её экологическую пластичность, поливольтинность, отсутствие в Крыму естественных врагов и регламентируемых химических средств защиты, для снижения численности популяции вредителя была применена божья коровка родолия *Rodolia cardinalis* (Mulsant, 1850) (Coleoptera: Coccinellidae), признанная во всём мире успешным примером классического биологического контроля.

В июне 2022 г. НБС совместно с Всероссийским центром карантина растений была успешно организована экспедиция в Республику Абхазия с целью поиска естественного врага *I. purchasi* – божьей коровки *R. cardinalis*. Всего было собрано 150 экз., которые после возвращения из экспедиции были введены в лабораторную культуру и размножены на базе НБС и Всероссийского центра карантина растений. В октябре 2022 г. осуществлены первые шаги по акклиматизации *R. cardinalis* на территории Арборетума НБС. Личинки, куколки и имаго *R. cardinalis* были перенесены в очаги распространения *I. purchasi* в количестве 600 экземпляров (Плугатарь и др., 2021).

Мониторинговые исследования в весенне - летний период 2023 года показали, что *R. cardinalis* успешно перезимовала на территории НБС и начала самостоятельно расселяться в поисках кормовой базы на территории Южного берега Крыма (ЮБК). Согласно наблюдениям в парковых ценозах, где регулярно проводятся обработки химическими препаратами от комплекса вредителей, живых особей *R. cardinalis* зафиксировано не было, в отличие от *I. purchasi*.

В августе – сентябре 2023 года был осуществлён повторный выпуск *R. cardinalis* в очаги развития и размножения фитофага на территории Арборетума НБС, а также в шести крупнейших парках ЮБК в количестве более 1200 особей. В результате систематических обследований данных парков и прилегающей к ним дикорастущей растительности установлено, что численность популяция *I. purchasi* снизилась до единичных особей на данных территориях, уже к третьей декаде октября.

# ОПЫТ ПОИСКА И АДАПТАЦИИ К ЛАБОРАТОРНЫМ УСЛОВИЯМ ЭНТОМОФАГОВ ПОДОТРЯДА ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫЕ (НЕТЕРОПТЕРА) ИЗ ЛАНДШАФТОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Е.И. Шаталова<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий, р.п. Краснообск

<sup>2</sup>Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск

\*e-mail: elenashatalova@mail.ru

В настоящий момент интенсивно развивается одна из областей технической энтомологии – разведение и применение энтомофагов в защите растений (Андреева и др., 2022; Андреева и др., 2023; Шаталова, 2023). Одной из основных проблем использования энтомофагов является их ограниченный ассортимент, что побуждает к поиску новых видов для применения в условиях разнообразных агроценозов. Для изучения возможности лабораторного разведения в природных условиях Новосибирской области, Алтайского края и Республики Алтай собраны 7 видов хищных клопов, из которых введены в лабораторную культуру: *Nabis fesus* (Nabidae), *Picromerus bidens* и *Arma custos* (Pentatomidae); изучены их биологические особенности и отработаны основные приемы лабораторного содержания.

Эксперименты по отработке оптимальной методики лабораторного культивирования *N. fesus*, перспективного для контроля численности тлей, включали оценку пищевого рациона имаго, условий содержания – насекомого-жертвы, растений-субстратов и др. Так, максимально потребляемой хищником была яблонная тля – до  $13,7 \pm 0,26$  особей/сутки, а минимально – виковая тля –  $6,6$  особей/сутки. Установлено, что особи *N. fesus*, диапаузирующие при  $+9^{\circ}\text{C}$ , не вышли из состояния гибернации. Оценена суточная прожорливость *P. bidens* природной популяции по отношению к личиночным фазам *Loxostege sticticalis*, *Mamestra brassicae*, *Leptinotarsa decemlineata*, *Tenebrio molitor*, которая составила  $4 \pm 0,36$ ;  $4,2 \pm 0,13$ ;  $2,6 \pm 1,6$ ;  $2,2 \pm 0,25$  особей жертвы в сутки соответственно. Показано, что облигатная эмбриональная диапауза пикромеруса успешно может проходить при  $+2$  и  $+9^{\circ}\text{C}$ . Из природной популяции, обитающей в Новосибирской области, было получено 4 экземпляра *Arma custos*, которые послужили стартовой колонией для создания лабораторной культуры. В настоящий момент получено полных 6 поколений *A. custos* в лабораторных условиях. Для выкармливания нимф I-II возраста армии использовали виковую тлю, начиная с III возраста нимф клопа переводили на кормление личинками и куколками *T. molitor*, личинками *L. decemlineata* и *Ulomoides dermestoides*. Часть особей была 30.10.2023 г. переведена в диапаузирующее состояние при  $+9^{\circ}\text{C}$ , через 4 месяца они успешно вышли из диапаузы, приступили к спариванию и питанию.

Таким образом, природные популяции представителей подотряда полужесткокрылых являются источником новых видов энтомофагов, наиболее перспективные из которых при успешной адаптации и разработке технологии массового размножения могут использоваться в защите растений.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 23-26-00073

## Библиографический список

1. Andreeva, I., Tsvetkova, V., Agrikolyanskaya, N., Maslennikova, V., Shatalova, E., & Zenkova, A. (2023). Practical experience of breeding and use of predatory bug *Podisus maculiventris* in Western Siberia. *Plant Protection News*, 106(1), 71-79.
2. Андреева И.В., Шаталова Е.И., Ульянова Е.Г., Ходакова А.В., Агриколянская Н.И., Голохваст К.С. (2022) Техническая энтомология: история, современное состояние и перспективы развития. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*, 52(4):32-47.
3. Шаталова Е.И. (2023) Оценка возможности применения хищных клопов (Hemiptera: Heteroptera) против различных видов сосущих фитофагов / «Биологизация землепользования: почва, технологии, продукция: Мат-лы международной научно-практ. конф. (Москва, 28-31 августа 2023 г.) МГУ имени М.В. Ломоносова: Постер-М, с.201-203

**СЕКЦИЯ 8.  
ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ И ЦИФРОВИЗАЦИЯ**

## ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ И ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА ЯБЛОНЕВЫХ САДОВ В КРЫМУ

Е.Б. Балыкина\*, Л.П. Ягодинская

Федеральное Государственное бюджетное учреждение науки

«Никитский ботанический сад – Национальный научный центр», г. Ялта, РФ

\*e-mail: yelena-balykina@mail.ru

Яблоня в Крыму доминирующая плодовая культура, представленная преимущественно сортами среднего и позднего сроков созревания с урожайностью от 18 до 45 т/га. Исследования проведены в 2015–2023 годах в промышленных плодовых насаждениях яблони трех агроклиматических районов Крыма. Сады различного возраста – 2008-2009, 2012 и 2015 годов посадки, сорта – Гольден Делишес, Бреберн, Ренет Симиренко. Агротехника на опытных участках общепринятая.

Таксономическая структура комплекса фитофагов в промышленных яблоневых насаждениях Крыма в годы исследования насчитывал 35-40 видов, из которых по численности и вредоносности доминировало 5-7. В садах зафиксированы представители двух классов – Arachnidae и Insecta – семи отрядов и семнадцати семейств. Лидируют представители Lepidoptera – 20 видов, из которых 10% приходится на представителей сем. Tortricidae.

Видовой состав фитопатогенов на яблоне насчитывал порядка 10 возбудителей грибной этиологии и 1 – бактериальной. Все выявленные возбудители различались по степени поражения, а развитие таких заболеваний как парша (*Venturia inaequalis* Cocke, *Fusicladium dendriticum* Fuck) и мучнистая роса (*Podosphaera leucotricha* Salm.) на восприимчивых сортах носило эпифитотийный характер. На отдельных участках выявлено карантинное заболевание бактериальный ожог, возбудитель — (бактерия *Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow).

Начиная с 2015 года прогрессирует развитие альтернариоза (*Alternaria alternata* Keissler), участились случаи поражения растений филлостиктозом (*Phyllosticta mali* Prill. Et Del.), монилиоозом *Monilia cinerea* Bon.), фузариозом (*Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc и др. виды) и цитоспорозом (*Cytospora capitata* Sacc. et Schulz.). В отношении доминирующих в плодовых насаждениях заболеваний родов *Fusarium*, *Colletotrichum*, *Alternaria* установлена биологическая эффективность фунгицида Серенада на уровне 75-99,9%.

В борьбе с клещами-фитофагами в плодовых насаждениях Крыма эффективно использование хищных клещей сем. *Phytoseiidae* – *N. californicus* и *A. andersoni*. При условии двукратного выпуска плотность популяции в течение всего вегетационного периода не только не превышает ЭПВ (порог 6-8 особей/лист), но и снижается в 3,0-4,0 раза. При превышении фитофагами порога вредоносности можно применять препарат Оберон Рапид, КС, который к гибели акарифагов не приводит.

В результате применения феромонов для контроля численности яблонной плодовой гусеницы новым методом «привлечь-убить» (самцы привлекаются феромоном в ловушки и погибают от контакта с препаратом Бифентрин, который нанесен на дно ловушки) поврежденность плодов гусеницами 3-х поколений яблонной плодовой гусеницы на начало сентября была менее 1,0%. Биологическая эффективность составила 98,0 %. Снижение пестицидной нагрузки – 6,1 л, кг/га по препарату, Затраты на применение метода «привлечь-убить» окупались в 4,4 раза.

Разработана экологически ориентированная система защиты яблони от фитофагов, основанная на применении феромонов для дезориентации листоверток карпофагов и хищных клещей для контроля численности тетраниховых клещей, позволяющая сократить 3-4 акарицидных обработки и 9-10 обработок против яблонной плодовой гусеницы.

## **БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ В ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ БОЛЕЗНЕЙ В ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОМ РАЙОНЕ**

**В.В. Букреев\*, В.А. Павлюшин, И.И. Новикова, Морозов Д.О.**

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург*

*\*e-mail: bukreev2111@yandex.ru*

Оптимизирована система интегрированной защиты озимой пшеницы с использованием ряда полифункциональных биопрепаратов, которая включает осеннюю обработку растительных остатков и почвы микробиологическим фунгицидом Стернифаг СП. Препарат ускоряет разложение растительных остатков в почве, активизирует минерализацию органического вещества и снижает численность почвообитающих фитопатогенных грибов за счет высокой антагонистической активности штамма-продуцента. Семена пшеницы протравливали химическим фунгицидом в минимальной норме применения, химическим инсектицидом, микроудобрением и прилипателем совместно с микробиологическим препаратом Витаплан СП. В фазу кущения проводили опрыскивание растений биопрепаратом Алирин-Б, Ж совместно с гербицидом и химическим фунгицидом в минимальной норме применения согласно «Государственному каталогу пестицидов и агрохимикатов, разрешенных для применения на территории РФ». В фазу колошения растения обрабатывали биопрепаратом Витаплан СП совместно с химическим фунгицидом в минимальной норме применения. Используемая система интегрированной защиты озимой пшеницы продемонстрировала в 2023 году высокую эффективность в отношении корневой гнили (69,0%) и септориоза (71,2%). Следует отметить, что количество продуктивных стеблей в узле кущения увеличилась на 136,4%, а длина колоса - на 66,2% по сравнению с контролем. Максимальной урожайности озимая пшеница достигла в варианте оптимизированной системой защиты с осенним применением препарата Стернифаг СП (7,96 т/га), а на системе химической защиты (6,56 т/га).

Экономическая эффективность защитных мероприятий в 2023 году подтвердила перспективность применения системы интегрированной защиты озимой пшеницы. Прибыль от применения интегрированной защиты озимой пшеницы составила 29590 руб./га, а рентабельность – 204,4%, а при использовании системы химической защиты 14190, руб/га при уровне рентабельности 39,1%, соответственно.

Снижение пестицидной нагрузки в 2023 году при применении интегрированной защите озимой пшеницы составило 43,4%.

Фитосанитарный мониторинг посевов озимой пшеницы показал, что на вариантах с интегрированной и биологизированной защитой наблюдался низкий уровень заболеваний (ниже ЭПВ), что, в свою очередь, свидетельствует об отсутствии необходимости в дополнительных химических обработках. Урожайность озимой пшеницы при использовании интегрированной защиты выше благодаря более мощному росту и развитию корневой системы, что улучшает доступ к почвенной влаге и питательным веществам и приводит к их интенсивному накоплению. Существенное значение имеет и более надежная и пролонгированная защита озимой пшеницы от болезней. Это позволяет не только снизить затраты на производство культуры, но и уйти от остаточных количеств пестицидов и микотоксинов в растениеводческой продукции. Данные, полученные в 2023 году, подтверждают результаты полевых опытов за период 2019-2022 гг.



## ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВИНОГРАДА АВТОХТОННОГО СОРТА КОКУР БЕЛЫЙ В КРЫМУ

Я.А. Волков \*, М.В. Волкова

ФГБНУ Национальный научно-исследовательский институт винограда и вина «Магарач» РАН  
(ФГБНУ «ННИИВиВ «Магарач» РАН»), Ялта

\* e-mail: troglobiont@yandex.ru

Важным трендом в мировом виноградарстве и виноделии в последние десятилетия является производство экологически безопасной продукции, а также производство органических вин и вин из местных автохтонных (аборигенных) сортов винограда, что позволяет создавать уникальную продукцию местности, максимально отражающую почвенно-климатические особенности терруара. В Крыму насчитывается от 80 до 100 автохтонных сортов винограда, но только часть из них возделывается масштабно для производства вин. Вступивший в силу в 2020 г. Федеральный закон от № 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» способствует активному развитию органического виноградарства. Сегодня в Крыму сертифицировано около 80 га органических виноградников, около 100 га находятся на этапе перехода в статус органических (конверсионные). Органическое виноградарство особенно актуально для территорий юга России, где применение пестицидов ограничивается близостью к морю и статусом курортной зоны. Целью исследования было разработать эффективную технологию производства органической виноградарской продукции автохтонного сорта Кокур белый в условиях юго-западного Крыма.

Разработку технологии, ее апробацию и внедрение проводили в 2020-2023 гг. на автохтонном сорте Кокур белый в с. Родное (г. Севастополь) на плодоносящем винограднике 2013 г. посадки. Схема защиты включала проведение 9-11 опрыскиваний в течение сезона вегетации препаратами, разрешенными в органическом земледелии для защиты от оидиума, милдью и гнилей: коллоидной серой Тиовит джет, ВДГ и Микротиол Специаль, ВДГ(5-8 кг/га), гидроксидом меди Косайд супер, ВДГ и Чемп ДП, ВДГ (2,5 кг/га). Эффективность технологии рассчитана на основе интенсивности развития оидиума и милдью на гроздях винограда в период уборки урожая.

Основным патогеном в исследуемой зоне является оидиум (возб. *Erysiphe necator*), ежегодно развивающийся по типу эпифитотии (интенсивность развития на гроздях 51-63% в контроле). Другие вредные организмы развиваются не ежегодно, и их развитие не превышает 10%. Так, в 2023 г. на фоне ливневых осадков в летнее время отмечали увеличение развития милдью (возб. *Plasmopara viticola*). В результате применения разработанной технологии получения органического винограда крымского автохтонного сорта Кокур белый в условиях Юго-западного Крыма установлена биологическая эффективность технологической схемы защиты: 80,1% для защиты от оидиума при высокой интенсивности развития болезни в контроле (50,7%) и 73,8% – для защиты от милдью при развитии болезни в контроле (8,4%). Разработанная технология, кроме схемы защиты от патогенов, включала посев сидератов в междурядьях, внесение компоста из переработанной выжимки винограда и агротехнические мероприятия – удаление «флаговых» побегов, пораженных оидиумом, тщательные зеленые операции для улучшения проветривания кустов и контроля прироста. Среднеголетняя биологическая эффективность технологии за 2020-2023 гг. составила 76,8%, что является высоким показателем, учитывая ежегодный эпифитотийный уровень инфекции и меньшую эффективность применяемых препаратов, по сравнению с традиционными пестицидами. Полученная эффективность позволяет получить высокий, кондиционный урожай (7 тонн/га).

Разработанная технология получения органического винограда автохтонного сорта Кокур белый является высокоэффективной и перспективной для приготовления экологически безопасных высококачественных вин.

# ИНДИКАЦИЯ ФИТОФТОРОЗА КАРТОФЕЛЯ ПОСРЕДСТВОМ НЕЙРОСЕТЕВОЙ ОБРАБОТКИ СВЕТОТРАЖАТЕЛЬНЫХ СПЕКТРОВ РАСТЕНИЙ

Н.И. Воробьев<sup>1\*</sup>, Лысов А.К.<sup>2</sup>, Корнилов<sup>2</sup>Т.В., Хютти А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии (ВНИИСХМ), Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург  
\*e-mail: Nik.IvanVorobyov@yandex.ru

Интеллектуальные системы фитосанитарного мониторинга и защиты растений могут использовать светоотражательные спектры растений в качестве сигнальной информации о наличии заболеваний растений. При этом светоотражательная информация может поступать в компьютеры напрямую от фотометрических регистраторов, расположенных на беспилотных летательных аппаратах, и обрабатываться в дистанционном *on line* режиме большие сельскохозяйственные территории [1]. Обработка множественных (BigData) данных фитосанитарного мониторинга с помощью системы искусственного интеллекта [2-4] не требует много времени и значительно проще, чем утомительное визуальное обследование полей человеком. Кроме этого, человеческое зрение не способно реагировать на небольшие изменения второго и третьего плана в светоотражательных спектрах, а вычислительные нейросети могут акцентировать такие изменения и связать их с наличием бактериальных и грибных заболеваний растений, даже на ранних стадиях. Это позволит своевременно принимать решения по противодействию распространения патогенных инфекций на сельскохозяйственных полях.

Для обработки светоотражательных спектров нами была разработана вычислительная нейросеть EuclidNN, которая последовательно выполняет ряд математических процедур: (1) WaveLet преобразование светоотражательных спектров; (2) вычисление Euclid матрицы дистанций между светоотражательными спектрами, соответствующими разным вариантам опыта; (3) дискриминантный анализ светоотражательных спектров и (4) вычисление индекса CSI=0...10 (Cognitive Saliency Index) [5], представляющего уровень противодействия иммунной системы растений бактериальным и грибным инфекциям. Обязательная процедура обучения нейросети EuclidNN выполнялась нами в форме циклического поиска такого алгоритма вычисления индекса CSI, при котором достигается максимальный процент узнавания растений картофеля, инфицированных фитофторозом.

Для проверки диагностической способности разработанной нейросети EuclidNN был проведен опыт с искусственным заражением фитофторозом *Ph. infestans* растений картофеля сорта Ред Скарлет. Светоотражательные спектры листьев зараженных и здоровых растений картофеля были получены с помощью спектрорадиометра PSR-1100. Обученная нейросеть Euclid смогла определить (уже на третьи сутки от инфицирования), что у здоровых растения CSI=2,4; 1,8, а у зараженных растений – CSI=6,7; 6,3; 6,1; 6,7, то есть при применении нейросети EuclidNN был достигнут 100% уровень узнавания растений картофеля, инфицированных фитофторозом (даже на третьи сутки после инфицирования). Таким образом, из вторичного и троичного плана светоотражательных спектров с помощью нейросети удастся извлечь информацию об заболеваниях растений с высокой степенью достоверности и своевременно принять меры по локализации очага заражения на сельскохозяйственных полях картофеля.

## Литература

1. Павлюшин В.А., Лысов А.К. Фитосанитарная безопасность агроэкосистем и дистанционный фитосанитарный мониторинг в защите растений / Современные проблемы дистанционного зондирования поверхности Земли. 2019. Т.16. № 3. С. 69-78.
2. Минский М., Пейперт С. Перцептроны / М.: Изд-во «Мир». 1971. 264 с.
3. Сергеев А.П., Тарасов Д.А. Введение в нейросетевое моделирование: учеб. пособие / Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та. 2017. 128 с.
4. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение / М.: ДМК Пресс. 2018. 652 с.
5. Sutrop U. List Task and a Cognitive Saliency Index. Field methods. 2001. V. 13(3). 263-276.

## ВЛИЯНИЕ СРОКОВ СЕВА НА ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ

Г.И. Гаджиева

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Беларусь

e-mail: Gadzhiewa@mail.ru

Почвенно-климатические и погодные условия, использование ресурсо- и энергосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур и другие антропогенные и экологические факторы оказывают значимое влияние на распространенность сорных растений.

В Беларуси в посевах сахарной свеклы видовой состав основных сорных растений относительно стабилен, но в зависимости от погодных условий может изменяться по годам. К числу постоянно встречающихся видов относятся: марь белая (*Chenopodium album* L.), падалица рапса (*Brassica napus* L.), просо куриное (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.), мелколепестник канадский (*Erigeron canadensis* L.) и щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.). Периодически к ним добавляются горец шероховатый (*Persicaria lapathifolia* (L.) Delarbre), ромашка непахучая или трёхрёберник продырявленный (*Matricaria perforata* Merat), паслен черный (*Solanum nigrum* L.), дрема белая (*Silene pratensis* (Rafn) Godr.), фиалка полевая (*Viola arvensis* Murray) и др. Всего в посевах культуры в зависимости от года исследований отмечено 22–26 видов сорных растений, в т.ч. однолетних – 19–23 вида (80,8–88,5 %), многолетних – 3–5 видов (11,5–19,2 %).

Перед уборкой в среднем по республике в посевах свёклы произрастает 1,8–3,3 шт./м<sup>2</sup> сорных растений, подавляющее большинство которых (76,5–87,5 %) составляют однолетние виды, в т.ч. двудольные – 69,0–84,9 %, доля многолетних видов не превышает 3,0–5,6 % от общей численности. Практически чистыми от сорняков было 21,9–37,9 % полей; большинство (55,7–61,4 %) засорены в очень слабой степени (1–5 шт./м<sup>2</sup>); на 6,4–14,3 %, численность сорных растений составляет 6–15 шт./м<sup>2</sup> и на 0,0–2,4% полей их численность превышает 15 шт./м<sup>2</sup>.

Важным агротехническим приемом, влияющим на численность и видовой состав сорных растений, является срок сева. Согласно полученным нами данным, при посеве свеклы 1 мая (при прогревании почвы на глубине 5 см до +5...+6 °С) всходы сорных растений начинали появляться 15 мая (одновременно со всходами свеклы) и к периоду первой обработки гербицидами их численность составляла 43,0 шт./м<sup>2</sup>. Наиболее распространенными были: марь белая – 26,0 шт./м<sup>2</sup>, подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.) – 5,0 шт./м<sup>2</sup>, пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit* L.) – 4,0 шт./м<sup>2</sup>, ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.) – 3,0 шт./м<sup>2</sup>, ромашка непахучая – 3,0 шт./м<sup>2</sup>, пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.) – 2,0 шт./м<sup>2</sup>.

При посеве свеклы 10 мая (при прогревании почвы до +10...+11 °С) численность сорных растений была выше, а видовой состав разнообразнее, чем при посеве 1 мая. Так, при учете 1 июня (ВВСН 10) встречались: марь белая – 31,0 шт./м<sup>2</sup>, пикульник обыкновенный – 5,0 шт./м<sup>2</sup>, подмаренник цепкий – 4,5 шт./м<sup>2</sup>, ромашка непахучая – 4,0 шт./м<sup>2</sup>, горец шероховатый – 3,0 шт./м<sup>2</sup>, просо куриное – 3,0 шт./м<sup>2</sup>, галинзога мелкоцветковая (*Galinsoga parviflora* Cav.) – 3,0 шт./м<sup>2</sup>, ярутка полевая – 1,5 шт./м<sup>2</sup>, горец вьюнковый (*Fallopia convolvulus* (L.) A. Löve) – 1,0 шт./м<sup>2</sup>.

## МЕТОДЫ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ГРИБНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ И СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

М.А.Генаев<sup>1,2</sup>, М.В. Кожекин<sup>1,2</sup>, Д.А. Афонников<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук

<sup>2</sup> Курчатовский геномный центр ИЦиГ СО РАН

<sup>3</sup> Новосибирский национальный исследовательский государственный университет  
e-mail: mag@bionet.nsc.ru

Заболевания зерновых, вызванные патогенными грибами, могут существенно снизить урожайность сельскохозяйственных культур. Им подвержены многие культуры. Заболевание трудно контролировать в больших масштабах; Таким образом, одним из актуальных подходов является мониторинг посевов, который помогает выявить заболевание на ранней стадии и принять меры по предотвращению его распространения. Одним из эффективных методов мониторинга является идентификация заболеваний на основе анализа цифровых изображений с возможностью получения их в полевых условиях, с использованием мобильных устройств. В работе предложен метод распознавания пяти грибных болезней побегов у злаков (лиственная ржавчина, стеблевая ржавчина, желтая ржавчина, мучнистая роса и септориоз), как отдельно, так и при множественном заболевании, с возможностью выявления стадии развития растения. Был сформирован набор из 2414 изображений грибковых заболеваний пшеницы, для которых была проведена экспертная маркировка по типу заболевания. Более 80% изображений в наборе данных соответствуют меткам одного заболевания, 12% представлены здоровыми растениями, а 6% изображений представлены несколькими заболеваниями. В процессе создания данного набора был применен метод уменьшения вырожденности обучающих данных на основе алгоритма хеширования изображений. Алгоритм распознавания заболеваний основан на CNN с архитектурой EfficientNet. Наилучшую точность (0,942) показала сеть со стратегией обучения, основанной на дополнении и передаче стилей изображений. Метод распознавания реализован в виде бота на платформе Telegram, который позволяет пользователям оценивать растения по изображению в полевых условиях. Набор данных и модель выложены в открытый доступ и доступны на сайте <http://wfd.sysbio.ru>

Другим примером эффективного мониторинга растений в полевых условиях является использование БПЛА для получения геопространственных растровых файлов и использования методов компьютерного зрения для реконструкции карты плотности посевов и определения контуров культурных и сорных растений. Эти данные востребованы отраслью для повышения эффективности плантационных работ. Нами разработана система SeedlingsNet для автоматической оценки количества всходов на RGB изображениях полей в формате GeoTIFF разрешением 1-2 см/пикс. Идентификация всходов широкорядных полевых культур осуществляется с точностью более 95% по сравнению с ручной идентификацией всходов. Компания “ГеосАэро” планирует использовать полученный инструмент <https://geosaero.ru/seedlingsnet> на полях клиентов в 2024 году.

Работа выполнена за счет финансирования Курчатовского геномного центра Федерального исследовательского центра ИЦиГ СО РАН, соглашение с Министерством образования и науки РФ № 075-15-2019-1662.

## ЭВОЛЮЦИЯ ФИТОСАНИТАРНЫХ ТЕРМИНОВ И СТАНДАРТОВ

И.Я. Гричанов\*

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург*

*\*e-mail: Grichanov@mail.ru*

Первое на русском языке определение слова «фитосанитария» опубликовано в глоссарии, подготовленном к VIII Международному конгрессу по защите растений (Москва, 1974). Во второй половине 1980-х гг. фитосанитарная терминология стали все больше проникать в научную и ведомственную литературу. В 1987 г. отдел прогнозов ВИЗР был реорганизован в лабораторию фитосанитарной диагностики и прогнозов. С 1990-х годов слово «фитосанитарный» появляется в названиях отраслевых научно-технических программ Россельхозакадемии, в нормативно-правовых документах министерств России и других стран СНГ, что было связано с подготовкой вступления этих стран в международные организации (ВТО, ФАО, МКЗР, ЕОЗР). К 2010-м гг. появилось большое количество фитосанитарных словосочетаний, широко используемых в научной, справочной литературе и нормативных документах на русском языке, но одни и те же термины были зачастую неодинаково определены в разных источниках, даже в нормативно-правовых актах одной страны. В результате длительной, кропотливой и согласованной работы специалистов различных ведомств разработаны, приняты и введены в действие межгосударственные стандарты (далее – ГОСТы) по терминологии в области карантина (под руководством ВНИИКР) и защиты растений (под руководством ВИЗР), упорядочившие с 2015 г. употребление фитосанитарных терминов.

В 2003 году вступил в действие закон «О техническом регулировании», предусматривающий замену десятков тысяч ГОСТов и СанПиНов несколькими сотнями технических регламентов. К тому времени в стране действовали несколько десятков фитосанитарных ГОСТов и еще около 300 ГОСТов на семена и продукцию растительного происхождения с требованием – не допускается наличие карантинных организмов в соответствии с утвержденным Перечнем. В последующие 5 лет было разработано 3 проекта технического регламента «О требованиях к фитосанитарной безопасности», призванного заменить собой не только фитосанитарные ГОСТы, но и основные законы РФ в этой области: «О карантине растений» и «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами». Все 3 попытки оказались неудачными, – проекты не прошли все нужные инстанции. А в 2020 г. появился еще один основополагающий закон РФ – «О биологической безопасности», регулирующий обеспечение биобезопасности человека, животных, растений и окружающей среды. Парадоксально, но закон не упоминает ни вредителей растений, ни сорные растения, т.к. сделан упор на патогенные биологические агенты, их переносчиков и паразитические организмы. Т.е., в части фитосанитарии он не является универсальным. На уровне правительства РФ было также заявлено о резком сокращении, начиная с 2020 г., действующих советских нормативных актов (преимущественно ГОСТов). На практике, многие институты и другие учреждения активизировали пересмотр и замену старых документов и разработку новых ГОСТов, в т.ч. на основе 2-3-х старых. В области фитосанитарии с 2015 до 2019 г было разработано 15, преимущественно новых, национальных ГОСТов (ТК 42 на базе ВНИИКР). С 2020 г. были приняты ГОСТы, имеющие отношение к фитосанитарии, только в смежных областях (охрана природы, лесное дело, сельхозмашины).

Тем не менее, большинство советских ГОСТов действуют до сих пор, но они носят рекомендательный характер. В соответствии с законом «О техническом регулировании» юридические и физические лица добровольно применяют фитосанитарные нормы, правила, технологии и стандарты (кроме обязательных требований законодательства), но не стоит забывать, что они несут ответственность за их нарушение, повлекшее тяжкие последствия.

## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ

В.Н. Зейрук<sup>1\*</sup>, Г.Л. Белов<sup>1</sup>, С.В. Васильева<sup>1</sup>, М.К. Деревягина<sup>1</sup>, Е.А. Колесова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха», Московская область, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Российский государственный университет народного хозяйства имени В.И. Вернадского», Московская область, Россия

\*e-mail: vzeyruk@mail.ru

В связи с изменениями климата фитосанитарная ситуация в картофелеводстве ухудшается. Необходимо помнить, что в каждой операции производства картофеля существует элемент его защиты от вредителей, болезней и сорняков. Остановимся на более важных в настоящее время.

Первое: в целом качество посадочного семенного материала в основном невысокое. Поэтому есть необходимость предпосадочной обработки клубней инсектофунгицидами. Нашими опытами установлена высокая биологическая эффективность биопрепарата Картофин (46,7-75,2%) (разработки ВИЗР), химических фунгицидов Кагатник, ВРК, Депозит, МД и инсектофунгицидов Идикум, СК, Селест Топ, КС, Имикар, КС в борьбе с патогенами почвы, клубней и растений (76,7-95,7%).

Второе: экологизация и биологизация защитных мероприятий. В наших исследованиях уделяется первостепенное значение агротехнологическим, технологическим и биологическим приемам защиты. Это прежде всего роль сорта. По результатам проведенных в 2016-2022 гг. визуальных обследований и фитопатологических анализов в периоды вегетации и хранения, наименьшую комплексную пораженность грибными, вирусными и бактериальными болезнями показали отечественные сорта Великан, Вымпел, Василек, Гулливер, Ломоносовский, Сударыня, Антонина, Люкс, Старт, Горняк, Ирбитский, Гусар, Утро, Брусничка, Сокур, Легенда, Сердолик, Эликсред.

В многолетних исследованиях ВНИИКХ оптимизирована технология защиты картофеля с включением в нее специализированного севооборота с 25%-ным насыщением картофелем, подбором оптимальных предшественников и их звеньев, прогрев семенного материала в течение 2-х недель при температуре 14-16 °С, с вторичной браковкой клубней после проявившихся внешних симптомов болезней. Чередование культур было следующим: 1-й вариант: ячмень – (овес + горох) – озимая пшеница – картофель; 2-й вариант: ячмень + клевер – клевер 1 года пользования – картофель. Увеличение ширины междурядий (90 см или 120 + 30 см) в сочетании с внесением суперабсорбентов улучшало параметры среды в зоне клубневого гнезда, что увеличивало урожайность на 7,0-7,3 т/га (22,6-22,8%) при 30,7-32,3 т/га в контроле.

В биологизированной системе защиты в период вегетации растения обрабатывали Фитоспорином, Картофином и Зероксом. Доказана биологическая эффективность биопрепарата Вертицилина в борьбе с тлями в условиях марлево-пленочных теплиц. Выявлена положительная роль баковых смесей биопрепаратов, агрохимикатов и регуляторов роста: Силиплант, Фитоспорин, Вигор Форте, Атоник Плюс, Гуми-20, Барогум. Доказано, что локальное и дробное внесение удобрений (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> + N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>45</sub>) дало прибавку урожая 1,6-2,9 т/га. Выявлена положительная роль внесения суперабсорбентов и кремнийсодержащего агрохимиката Силипланта.

Разработаны схемы защиты картофеля в период вегетации с учетом устойчивости сорта, применением регуляторов роста Эпин Плюс и Эпин Экстра и снижением химической нагрузки на 50%, что позволило получить прибавку урожая от 12,6 до 33,1%.

Третье – хранение и переработка. Получены положительные результаты по лучшей сохранности урожая от применения химических (Вист, Максим, Кагатник, Имикар, Синклер), биологических (Картофин) и физических (гамма облучение) средств защиты. Улучшено на 1,5-2,0 балла качество хрустящего картофеля от использования ингибитора прорастания Спад-Ник.

## РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ АГРОАДЬЮВАНТОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ АЭРОЗОЛЬНЫХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Н.А. Иванова, Д.С. Клюев, В.М. Флягин, А.А. Ацапина

ФГАОУ ВО Тюменский государственный университет (ТюмГУ), Тюмень

e-mail: v.m.flyagin@utmn.ru

Согласно данным, за 2023 год мировой рынок агроадьювантов составил около 3.8 млрд. долларов, а по прогнозам на 2028 год эта сумма вырастет ещё на 1 млрд. Это связано со стремлением компаний агропромышленного сектора повысить урожайность за счёт эффективной обработки сельскохозяйственных культур пестицидно-адьювантными композициями с целью их защиты от болезней и вредителей. Среди множества адьювантов (ПАВ) наибольшую популярность приобрели ПАВ на кремнийорганической основе, благодаря их высокой смачивающей и проникающей способности. Однако, бесконтрольное применение ПАВ пагубно сказывается на жизнедеятельности самих обрабатываемых растений [1], приводит к гибели пчел и насекомых опылителей [2] и, в целом, оказывает негативное влияние на экосистему [3]. В этой связи, задача оптимизации составов композиций и уточнение норм расхода ПАВ для снижения негативного влияния на места культивации растений (поля, сады, огороды) без потери урожайности является актуальной.

Здесь мы представляем результаты исследований по определению оптимальных дозировок кремнийорганического суперсмачивателя «АПГРЕЙД МаджеСтик, Ж» в составе ряда пестицидов («Зерокс», «Терапевт Про», «Альтерр») при обработке поверхности листьев пшеницы и ячменя в фазе кущения. При приготовлении рабочих жидкостей концентрации пестицидов соответствовали рекомендациям производителей, так как предварительные эксперименты показали отсутствие влияния их концентрации на растекание. Для суперсмачивателя «АПГРЕЙД МаджеСтик, Ж», рекомендованная производителем концентрация составляет 0.05-0.15%. В нашем случае для экспериментов были приготовлены рабочие жидкости с концентрациями от 0.005 до 0.9%. Путём измерения влияния концентрации на совместное изменение таких параметров как площадь смачивания, общее время жизни капли, относительное время растекания, выдержки и испарения (уменьшение площади смоченной поверхности) капли, было установлено, что концентрация 0.03% является оптимальной, что в 1.6-5 раз меньше рекомендованной.

1. Song HJ, Kim HM, Ku K-M (2021) A Double-Edged Sword of Surfactant Effect on Hydrophobic Surface Broccoli Leaf as a Model Plant: Promotion of Pathogenic Microbial Contamination and Improvement to Disinfection Efficiency of Ozonated Water. *Processes* 9(4):679. <https://doi.org/10.3390/pr9040679>
2. Fine JD, Cox-Foster DL, Moor KJ, Chen R et al (2024) Trisiloxane Surfactants Negatively Affect Reproductive Behaviors and Enhance Viral Replication in Honey Bees *Environ. Toxicol. Chem.* 43(1):222–233. <https://doi.org/10.1002/etc.5771>
3. Arora J, Ranjan A, Chauhan A, Biswas R et al (2022) Surfactant pollution, an emerging threat to ecosystem: Approaches for effective bacterial degradation. *J. Appl. Microbiol* 133(7):1229–1244. <http://doi.org/10.1111/jam.15631>

## О ПРИМЕНЕНИИ СВЕРХЛЕГКИХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

М.Е. Кисиль<sup>1\*</sup>, А.С. Овчинников<sup>2</sup>, С.А. Генералов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ООО «Научно-техническая корпорация», Волгоград

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», Волгоград

\*e-mail: kmike1975@mail.ru

В условиях действия санкций против России на первый план выходят вопросы повышения эффективности сельскохозяйственного производства, импортозамещения и ресурсосбережения для обеспечения продовольственной безопасности России и усиления ее позиций в мировом производстве сельхозпродукции. Обязательной стадией сельхозпроизводства, во многом определяющей урожайность и качество получаемой продукции, является защита растений от сорняков, вредителей и болезней. В настоящее время основной технологией внесения средств защиты растений (СЗР) остается опрыскивание, посредством которого вносится порядка 75% всех используемых в сельхозпроизводстве биологических и химических СЗР. Экологическая безопасность и биологическая эффективность опрыскивания растений определяются размером капель диспергируемой рабочей жидкости, плотностью и равномерностью покрытия обрабатываемого объекта. Существенно снизить непроизводительные потери пестицидов в окружающую среду из-за испарения и сноса мелких капель за пределы зоны обработки, а также скатывания крупных капель с поверхности растения на почву, позволяет технология малообъемного монодисперсного опрыскивания (ММО), при которой обработка осуществляется аэрозольным облаком с каплями одинакового заданного размера. Также весьма важным фактором эффективности защитных мероприятий является своевременность проводимых обработок, поэтому к распыливающей технике предъявляются требования по производительности. Однако при увеличении производительности наземных опрыскивающих агрегатов растут их вес и габариты, что ведет к повреждению полезных растений колесами и корпусом опрыскивателя и уплотнению плодородных слоев почвы. Наиболее эффективными опрыскивающими системами в настоящее время являются сверхлегкие воздушные суда (СВС), оборудованные для проведения авиационно-химических работ. В штатном режиме такие самолеты работают на высоте 3-5 метров над полем, ширина захвата составляет 20-40 м, скорость движения на гоне - 100 км/ч. Производительность самолета – до 60 гектаров за вылет, до 1000 гектаров за рабочую смену, что позволяет проводить работы в оптимальные агротехнические сроки. Самолеты оборудованы вращающимися распылителями жидкости, которые при норме внесения 3 литра на гектар обеспечивают распыление, близкое к монодисперсному – около 80% капель имеют размер 50-150 мкм. В процессе обработки, образующаяся спутная воздушная струя от СВС прижимает аэрозольный факел к обрабатываемой поверхности, дополнительно улучшая качество обработки, снижая вероятность сноса препарата за пределы поля и повышая, таким образом, экологичность процесса обработки.

Ежегодно в Российской Федерации порядка 5 млн. гектаров посевных площадей обрабатывается СВС. Значительный экономический эффект от применения СВС достигается снижением сопутствующих затрат у хозяйств (в том числе за счет значительного снижения количества воды, необходимой для приготовления рабочих жидкостей, невысокой стоимостью авиационных работ и экономией дорогостоящих химпрепаратов.

Однако широкое внедрение СВС в сельское хозяйство сдерживается несовершенством действующего законодательства, в том числе практически отсутствием в государственном каталоге пестицидов препаратов, рекомендованных к авиационному применению по технологии ММО с расходами рабочей жидкости от 3 л/га. Эта проблема требует скорейшего квалифицированного решения.

### Библиография

1. Лысов А.К. Современные технологии и средства механизации для систем интегрированной защиты растений. СПб, 2019. – 164 с.
2. Дунский В.Ф., Никитин Н.В., Соколов М.С. Пестицидные аэрозоли. М.: Наука, 1982. – 28



# ПРЕДПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Л.Е. Колесников<sup>1</sup>, Д.Ю. Радишевский<sup>1\*</sup>, М.И. Фокина<sup>2</sup>, М.В. Архипов<sup>3</sup>,  
Ю.Р. Колесникова<sup>4</sup>, Г.Г.Р. Яхьяев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург

<sup>2</sup> Центр химической инженерии университета ИТМО, Санкт-Петербург

<sup>3</sup> Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук (СЗЦПО-СПбФИЦ РАН), Санкт-Петербург

<sup>4</sup> Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР), Санкт-Петербург

\*e-mail: dimaradi@bk.ru

В настоящее время при формировании высокопродуктивных агроценозов зерновых культур важной научно-производственной задачей является поиск эффективных методов предпосевной обработки семян с целью повышения адаптационного потенциала растений к агроэкологическим условиям возделывания, повышения их урожайности и снижения вредоносности болезней. Активизация физиологических и биохимических процессов внутри семян осуществляется путем преобразования поглощенной ими энергии лазерного излучения в химическую [1-2], однако обоснование указанного процесса требует получения дополнительных экспериментальных данных.

Целью настоящей работы является биологическое обоснование использования лазерного излучения для предпосевной обработки семян мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.). Для проведения исследований на базе Центра химической инженерии Университета ИТМО была сконструирована оригинальная установка, позволившая в лабораторных условиях осуществить предпосевную обработку семян непрерывным полупроводниковым лазером (длина волны  $\lambda=637$  нм, плотность мощности  $W_p$ : 2, 4, 8 Вт/м<sup>2</sup>, длительность воздействия  $t$  5, 30, 60 сек). В качестве растительного материала исследования был использован сорт пшеницы «Ленинградская 6, к-64900» из отдела генетических ресурсов пшеницы ВИР.

При предпосевной обработке семян непрерывным полупроводниковым лазером в варианте опыта с  $W_p=8$  Вт/м<sup>2</sup> ( $t=5$  сек) зарегистрировано снижение развития возбудителей типично семенной инфекции: при  $P>0,05$  гельминтоспориозной корневой гнили (*Bipolaris sorokiniana* Syn.), при  $P<0,05$  септориоза (*Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaedvlieg & Crous, *Parastagonospora nodorum* (Berk.) – на 29,8%, а также желтой ржавчины (*Puccinia striiformis* West.), изученной по комплексу показателей (развитие болезни – на 13,0%, число полос с пустулами на листе – на 56,2%). Максимальное увеличение урожайности пшеницы, а также рост большинства морфометрических показателей продуктивности культуры зарегистрированы в варианте опыта  $W_p=8$  Вт/м<sup>2</sup> и  $t=60$  сек. В результате проведенных исследований отмечена тенденция снижения интенсивности поражения пшеницы особо опасными болезнями с ростом плотности мощности лазерного излучения и времени его воздействия на семена.

## Литература

1. Электрофизическая предпосевная обработка семян как способ интенсификации процессов в растениеводческой отрасли сельского хозяйства: монография / С. И. Васильев, И. В. Юдаев, С. В. Машков. РИО ФГБОУ ВО Самарского ГАУ, 2020. – 239 с
2. Электрофизические методы стимуляции растительных объектов: монография / В. С. Корко, Е. А. Городецкая. – Минск : БГАТУ, 2013. – 232 с.

## ХИМИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ВРЕМЕНИ ИСПАРЕНИЯ ЛЕГКОЛЕТУЧИХ АТТРАКТАНТОВ ПРИ ОТЛОВЕ ТРИПСОВ

А.Ю. Лобур\*, Н.Г. Тодоров

Всероссийский центр карантина растений (ФГБУ «ВНИИКР») РФ, Московская область, р.п. Быково

\*e-mail: alex-lobur@yandex.ru

Работа выполнена в рамках ГОСЗАДАНИЯ, тема: Совершенствование препаративной формы и разработка диспенсера для выявления и мониторинга западного цветочного трипса *Frankliniella occidentalis*. Рег. № 123042500058-4.1

Западный цветочный трипс *Frankliniella occidentalis* включен в «Перечень вредителей, болезней растений и сорняков, имеющих карантинное значение для Российской Федерации» и признан одним из наиболее опасных вредителей овощных, декоративных и цветочных растений защищенного грунта. Для выявления трипсов эффективным является применение цветных ловушек с аттрактантом.

Соединения, привлекающие трипсов можно разбить на 4 группы:

1. Природные душистые масла.
2. Компоненты душистых масел, например, бензальдегид, 2-МеО- и 4-МеО-бензальдегиды.
3. Алкилникотинаты и алкилизоникотинаты.
4. Агрегационные феромоны, например, для западного цветочного трипса это нерил-(S)-2-метилбутаноат.

Для привлечения трипсов в коммерческих диспенсерах используют метилникотинат или метилизоникотинат. Это легко летучие соединения, которые полностью испаряются с пористых пластин за 2-3 дня. Для обеспечения длительного выделения аттрактанта с пористых пластин их запаивают в многослойные полиэтиленовые пакеты, или помещают в пластиковые дозаторы промышленного производства и увеличивают дозу аттрактанта. Эти трудоёмкие процедуры делают диспенсеры очень дорогими. Мы предложили другой подход, а именно перевод эфиров никотиновых и изоникотиновых кислот в солевые формы.

Полевые испытания в условиях закрытого грунта на культурах огурцы, томаты и цветы астры показывали, что диспенсеры с трифторацетатом, цитратом или фосфатом метилникотината и метил-изоникотината привлекали трипсов даже на 8-ой неделе после вывешивания. При этом количество метилникотината было уменьшено в 10 раз по сравнению с коммерческими образцами до 100 мг.

В ряде работ было показано, что 4МеО-бензальдегид (анисовый альдегид) и 2МеО-бензальдегид (орто-анисовый альдегид) привлекают трипсов не хуже, чем алкилникотинаты. Эти альдегиды имеют относительно невысокую температуру кипения и быстро испаряются с пористых пластин. Возможно, поэтому эти альдегиды не используют широко для изготовления диспенсеров.

Мы химически связали эти альдегиды в нестойкие аддукты с гидросульфитом натрия. Лабораторные испытания показали, что образующиеся аддукты на воздухе медленно разлагаются и выделяют из пластин исходные альдегиды в течение 2-3 месяцев. Полевые испытания показали, что такие диспенсеры увеличивают отлов трипсов в 10-12 раз. Данный подход снижения скорости испарения альдегидов может оказаться полезным при изготовлении диспенсеров для отлова других насекомых вредителей, так как феромоны и аттрактанты часто являются летучими альдегидами.

## НЕТРАДИЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

А.К. Лысов

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург  
e-mail: lysov4949@yandex.ru*

Возросшие требования к охране окружающей среды, получение продукции с улучшенными характеристиками и мировой рост производства органической продукции ставят задачи по поиску и разработке более экологичных и безопасных методов защиты от сорной растительности, болезней, вредителей. Это прежде всего, разработка новых без пестицидных технологий, включая агротехнические, биологические, физические, механические и другие методы для подавления вредных организмов/

Предлагаемые физико-механические методы защиты растений от вредителей и болезней базируются на таких физических явлениях, как тепловое или радиоактивное излучение, свет, ультразвук. Применение радиоактивного и теплового излучения для стерилизации вредителей и обработки семян, ультразвука и света для отпугивания вредителей или привлечения их хищников все чаще используется в практике физико-механических методов защиты растений от болезней, вредителей и сорняков.

Из механических способов борьбы с вредителями наиболее широко используются ручные и монтируемые на энергетическое средство пылесосы для сбора насекомых и последующего их уничтожения или для переработки в биоудобрения.

Исследования по использованию физических методов в защите растений связаны, прежде всего, с использованием электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) для обработки семенного материала против фитопатогенной инфекции и борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур, а также стимулирования роста семян.

В ФИЦ Институт прикладной физики Российской академии наук проводятся исследования по возможности использования микроволновых систем (энергия СВЧ) для борьбы с вредными животными, вредителями сельского и лесного хозяйства, в частности для борьбы с саранчовыми.

Другим направлением использования физических методов в защите растений является борьба с сорной растительностью с помощью термического метода. Данный метод в настоящее время получил новое техническое и технологическое развитие с возросшей потребностью его применения в органическом земледелии. Основу технических средств для термического метода борьбы с сорной растительностью составляют ручные огнеметы и огневые культиваторы.

Технологический принцип работы таких машин основан на воздействии открытого пламени на влагу, которая находится в клеточной ткани сорных растений. При нагреве вегетативных органов сорных растений, содержащаяся в них влага закипает и разрывает внутриклеточные перегородки, приводя к уничтожению сорняков. В настоящее время для данной технологии появились современные роботизированные машины.

Анализ использования нетрадиционных методов в защите растений с использованием механических, энергии СВЧ и микроволн, а также термического воздействия на сорные растения с одной стороны позволяют решать задачи применения безпестицидных технологий, прежде всего в органическом земледелии. Однако они имеют и целый ряд недостатков, сдерживающих их применение в широкой практике с/х производства из-за их неизбирательного действия, не высокой производительности защитных мероприятий, высокой стоимости нового оборудования.

# НОВЫЙ МЕТОД МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНОЙ СЪЕМКИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

А.С. Мачихин, А.А. Золотухина\*, А.В. Гурьева

Научно-технологический центр уникального приборостроения РАН, Москва

\*e-mail: zolotukhina.aa@ntcup.ru

Благодаря возможности одновременного анализа пространственных и спектральных характеристик объектов, видеоспектрометрия стала мощным инструментом при решении задач сельского хозяйства и экомониторинга. Наиболее распространенным подходом к интерпретации пространственно-спектральных данных является вычисление спектральных индексов, представляющих собой математическую комбинацию интенсивностей отражения органов растений на различных длинах волн и наиболее контрастно отображающих содержание в них конкретного вещества. Для задач мониторинга состояния растений разработано большое количество таких индексов, включая индексы содержания пигментов (Falcioni et al., 2023), макро- и микроэлементов, наличия стресса растений и другие (Pu, 2017), однако для их вычисления требуется набор различных спектральных каналов. В настоящее время на рынке видеоспектральных приборов представлены либо гиперспектральные камеры, для которых характерна избыточность данных в решении конкретных задач, либо мультиспектральные камеры, имеющие фиксированные спектральные каналы, параметры которых затруднительно изменить в готовом приборе. Поэтому актуальным является поиск более гибкой концепции формирования спектральных изображений, позволяющей рассчитать карты необходимых для определения физиологического состояния растений спектральных индексов.

В данной работе мы предлагаем новое техническое решение, позволяющее проводить подбор и дальнейшую замену спектральных каналов, исходя из необходимых для решения набора задач спектральных индексов. Единый матричный приемник разделяется на количество областей, равное количеству необходимых для расчета индексов спектральных диапазонов. На каждую такую область спектральный канал, состоящий из микрообъектива и узкополосного светофильтра, фокусирует спектральное изображение сцены. Для выравнивания интенсивностей в оптических системах могут быть установлены нейтральные фильтры различной плотности. В результате исследования разработан и апробирован макет мультиспектральной камеры (Батшев и др., 2023), позволяющий одновременно зарегистрировать одно широкополосное и 15 спектральных изображений в диапазоне 300-1000 нм с шириной спектральных каналов 10 нм. Предлагаемое техническое решение позволяет конструировать приборы, которые можно адаптировать под различные задачи и устанавливать на беспилотные летательные аппараты благодаря высокой производительности сбора данных и компактным массогабаритным характеристикам. Такая интеграция предоставляет гибкость в планировании и проведении экологических исследований, а также способствует экономии времени и ресурсов в задачах точного земледелия.

## Библиографический список

- Falcioni, R., Antunes, W. C., Demattê, J. A. M., & Nanni, M. R. (2023). Reflectance Spectroscopy for the Classification and Prediction of Pigments in Agronomic Crops. *Plants*, 12(12), 2347. <https://doi.org/10.3390/PLANTS12122347/S1>
- Pu, R. (2017). Hyperspectral remote sensing: Fundamentals and practices. *Hyperspectral Remote Sensing: Fundamentals and Practices*, 1–466. <https://doi.org/10.1201/9781315120607/HYPERSPECTRAL-REMOTE-SENSING-RUILIANG-PU>
- Батшев, В. И., Крюков, А. В., Мачихин, А. С., Золотухина, А. А. (2023). Оптическая система мультиспектральной видеокамеры. *Оптический Журнал*, 90(11), 113–123.

## **БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БИОПРЕПАРАТОВ ПРОТИВ БОЛЕЗНЕЙ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ И СОИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА**

**Д.О. Морозов\***, **В.А. Павлюшин**, **В.В. Букреев**, **Г.Р. Леднев**  
*ФГБНУ ВИЗР, Санкт-Петербург, \*e-mail: [director@bioprotection.ru](mailto:director@bioprotection.ru)*

В 2023 году была продолжена апробация разработанных ранее систем интегрированной защиты ярового ячменя и сои от болезней на основе использования полифункциональных биопрепаратов, в сравнении с системой химической защиты в условиях Белгородской области. Система интегрированной защиты ярового ячменя включает осеннюю обработку растительных остатков и почвы биофунгицидом Стернифаг, СП, протравливание семян Витаплан, СП совместно с химическими протравителями и микроудобрениями. В фазу кущения проводится обработка Алирин-Б, Ж (совместно с гербицидными обработками) и в фазу колошения Витаплан, СП. Интегрированная защита продемонстрировала в 2023 году высокую биологическую эффективность против корневых гнилей 73,7% и против сетчатой пятнистости 74,4%. Увеличилось количество продуктивных стеблей в узле кущения на 281,8% и размер колоса на 98,0% в сравнении с контролем. Также следует отметить рост объема корневой системы на яровом ячмене на 115,4% в сравнении с контролем. Максимальная урожайность ярового ячменя 61,8 ц/га наблюдалась в варианте с применением системы интегрированной защиты с осенним внесением Стернифаг СП, что больше на 5,8%, чем при использовании системы химической защиты с осенним внесением Стернифаг СП (58,4 ц/га) и больше на 17,5%, чем при использовании системы химической защиты без осеннего внесения Стернифаг, СП (52,6 ц/га). Система интегрированной защиты сои также включала осеннюю обработку растительных остатков и почвы биофунгицидом Стернифаг, СП, протравливание семян Витаплан СП совместно с химическими протравителями и микроудобрениями. Это позволило защитить всходы и корневую систему сои от почвенной инфекции. В фазу созревания бобов проводилась обработка биопрепаратом Алирин-Б, Ж. Система интегрированной защиты показала высокую эффективность против пероноспороза 74,1%. В фазу созревания бобов увеличилось количество ветвлений на 219,0%. Также следует отметить рост объема корневой системы на сое на 200,0% в сравнении с контролем. Максимальная урожайность сои 30,6 ц/га наблюдалась в варианте с системой интегрированной защиты с осенним внесением Стернифаг, СП, что больше на 12,9%, чем при применении системы химической защиты с осенним внесением Стернифаг, СП (27,1 ц/га), и больше на 22,9%, чем при применении системы химической защиты сои без осеннего внесения Стернифаг, СП (24,9 ц/га). Экономическая эффективность защитных мероприятий в 2023 году подтвердила целесообразность применения систем интегрированной защиты ярового ячменя и сои. Прибыль на яровом ячмене в варианте с системой интегрированной защиты составила 7 018,0 рублей/га, против 3 102,1 рубля/га на системе химической защиты. Рентабельность в варианте с системой интегрированной защиты ярового ячменя (84,28%) оказалась выше, чем на химической защите (34,95%). Прибыль в варианте с системой интегрированной защиты сои была зафиксирована в размере 27 815,03 рублей, против 14 716,19 рублей/га на системе химической защиты сои. В 2023 году с учетом прибавки урожая и подбору более дешевых гербицидов в системах защиты сои рентабельность на химической защите поднялась до 191,18%. Однако, рентабельность и интегрированной защиты также поднялась до 506,27%. Снижение пестицидной нагрузки в 2023 году при использовании системы интегрированной защиты ярового ячменя и сои составило (52,2% и 17,8% соответственно). Фитосанитарный мониторинг показывает в вариантах с системами интегрированной и биологизированной защиты растений низкий уровень заболеваний (ниже ЭПВ), что в свою очередь говорит об отсутствии необходимости в дополнительных химических обработках. Урожайность ярового ячменя и сои при использовании системы интегрированной защиты выше, благодаря более мощному росту и развитию корневой системы, большему накоплению питательных веществ, повышению доступа к воде и питательным веществам, а также повышению супрессивности почвы. Данные за 2023 год подтверждают результаты полевых опытов за предыдущие 4 года.

## СИСТЕМА ЗАЩИТЫ СОИ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

И.Н. Разумейко

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений», Воронеж  
email: irazumeyko@mail.ru

Центрально-Черноземный регион обладает благоприятными природными условиями для выращивания сои и располагает большими резервами для повышения ее производства. Одной из основных причин низких урожаев является поражение вредными организмами. Из специализированных вредителей наибольший ущерб культуре наносят клубеньковые долгоносики рода *Sitona*, виды тли (сем. *Aphididae*), паутинный клещ (*Tetranychus urticae* Koch.), люцерновый (*Adelphocoris lineolatus* Goeze) и ягодный (*Dolycoris baccarum* L.) клопы, среди многоядных – различные виды совок (сем. *Noctuidae*), луговой мотылек (*Pyrausta sticticalis* L.) и проволочники (сем. *Elateridae*). При воздействии фитофагов потери урожая достигают до 50 %, в некоторых случаях посевы гибнут полностью.

Среди болезней отмечается достаточно обширный патогенный комплекс, из которого наиболее опасными в период всходов являются корневые гнили различной этиологии, которые вызывают снижение урожая на 20-30 % и ухудшение его качества. Соя нуждается в защите от фузариоза (*Fusarium spp.*), аскохитоза (*Ascochyta sojaecola* Abramov), антракноза (*Colletotrichum glycinis* Hori.), пероноспороза (*Peronospora manchurica* (Naumov) Syd) и септориоза (*Septoria glycinis* Hemmi), потери от которых могут составлять от 10 до 80 %.

Высокую конкуренцию культуре среди сорных растений составляют: щетинник сизый (*Setaria glauca* (L.) Beauv), марь белая (*Chenopodium album* L.), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), горчица полевая (*Sinapis arvensis* L.), чистец однолетний (*Stachys annua* (L.) L.), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), присутствие которых приводит к недобору урожая до 50 %. Соя очень чутко реагирует на гербицидные обработки, приводящие к стрессам, поэтому защита от сорняков должна быть построена на применении эффективных препаратов.

С целью улучшения фитосанитарной ситуации агроценоза сои нами разработан комплекс защитных мероприятий с применением высокоэффективных современных пестицидов для обработки семян и вегетирующих растений. Протравливание семян смесью Табу, ВСК (1,0 л/т) + Оплот, ВСК (0,5 л/т) от фитопатогенной инфекции, наземных и почвообитающих вредителей обеспечило снижение поражения возбудителями болезней на 80-90 %, численности вредителей – на 85-100 %.

Против однолетних двудольных сорных растений обработка сои в фазе 1-2 настоящих листьев смесью гербицидов Шансти, ВДГ (0,006 кг/га) + Базагран, ВР (2,0 л/га) способствовала снижению общего количества сорняков на 88,7 %, биомассы – на 94,6 % при их численности перед обработкой 55,6 экз./м<sup>2</sup>.

Против однолетних и многолетних злаковых сорняков высокую активность проявил гербицид Квикстеп, МКЭ (0,4 л/га) в сочетании с регулятором роста растений Стимунол ЕФ, Ж (0,045 л/га), снижая их количество на 92,6 %, биомассу – на 94,2 % при численности в контрольном варианте 94,0 экз./м<sup>2</sup>.

Против вредителей и болезней в фазе бутонизации-начала цветения использование инсектофунгицидной смеси Каратэ Зеон, МКС (0,4 л/га) + Протазокс, КС (1,0 л/га) с микроудобрением Интермаг Профи, Ж (1,0 л/га) обеспечило биологическую эффективность против растительоядных клопов и тли на 89,5-100 %, против аскохитоза, пероноспороза и септориоза – на 86,4-94,3 %.

Защитные мероприятия сои от вредных организмов с применением высокоэффективных пестицидов способствовали повышению урожайности на 48,3 %, увеличению количества бобов с 1 растения на 20,6 %, массы зерна с 1 растения – 26,1 %, массы 1000 зерен – 19,0 %.

# ВЛИЯНИЕ ЦВЕТА КЛЕЕВОЙ ЛОВУШКИ «ПЛАСТИНА» НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ СИНТЕТИЧЕСКОГО АТТРАКТАНТА АЗИАТСКОЙ ЯГОДНОЙ ДРОЗОФИЛЫ *DROSOPHILA SUZUKII*

В.М. Растегаева\*, О.А. Широкова

Всероссийский центр карантина растений (ФГБУ «ВНИИКР») РФ, Московская область, р.п. Быково

\*e-mail: [vrast@mail.ru](mailto:vrast@mail.ru)

Азиатская ягодная дрозифила *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) – опасный карантинный вредитель, повреждающий как плодовые, так и ягодные культуры. Данный вид включен в Единый перечень отсутствующих карантинных вредных организмов на территории Евразийского экономического союза. Однако в последние годы азиатская ягодная дрозифила активно распространяется на Юге России, в частности, в Краснодарском крае и в Крыму, поэтому разработка средств и приемов обнаружения данного вредителя является актуальной задачей. Такими средствами являются клеевые ловушки «Пластина» с привлекающими биологическими активными веществами, которые технологичны при производстве, просты при применении и обладают надежной эффективностью. Такая ловушка привлекает как самцов, так и самок азиатской ягодной дрозифилы.

Цель наших исследований – разработка эффективного аттрактантного препарата для обнаружения и мониторинга азиатской ягодной дрозифилы в полевых условиях.

На основе анализа литературных данных по наиболее эффективным аттрактивным смесям для азиатской ягодной дрозифилы были определены основные компоненты аттрактивной смеси: ацетоин, этиллактат, метионол, метилэвгенол, уксусная кислота и ацетат аммония. Для полевых испытаний были приготовлены смеси с различным содержанием компонентов. Аттрактантную смесь наносили на диспенсеры - пластины 2 x 4 см, из коммерчески доступных губчатых инертных салфеток York 17.5 x 15.5 см, упакованные в одинарные ЗИП пакеты 40 x 60 из полиэтилена высокого давления толщиной 40 мкм. В опыте использовали различные цветные клеевые ловушки «Пластина» (белые, красные, желтые и оранжевые) из ламинированного картона с 2-сторонним клеевым покрытием размером 13x19см с отверстием для подвески.

Полевые испытания по изучению аттрактивности различных составов аттрактивных смесей в сочетании с цветными пластинами (белая, красная, желтая, оранжевая) для азиатской ягодной дрозифилы проводили на культуре дикий инжир в период созревания плодов. Площадь опытного участка 500 м<sup>2</sup>. Для каждого цвета ловушки использовали три варианта синтетического аттрактанта плюс один вариант – контроль (пластина без аттрактанта) в трех повторностях. Учет пойманных насекомых проводили через день. Всего было проведено 4 учета. Также были собраны образцы насекомых с участка проведения опытов, которые были представлены в испытательный лабораторный центр ФГБУ «ВНИИКР». Во всех образцах было выявлена азиатская ягодная дрозифила *D. suzukii*.

Анализ проведенных полевых испытаний показал, что наибольшую аттрактивность для особей азиатской ягодной дрозифилы проявляют клеевые ловушки «Пластина» белого цвета, по сравнению с ловушками красного и оранжевого цветов, с шестикомпонентным составом аттрактантной смеси: ацетоин, метионол, этиллактат, уксусная кислота, метилэвгенол и ацетат аммония. Ловушки желтого цвета показали нулевую аттрактивность для ягодной дрозифилы во всех вариантах аттрактантных смесей.

Работа выполнена в рамках ГОСЗАДАНИЯ, тема: Совершенствование препаративной формы для выявления и мониторинга азиатской ягодной дрозифилы *Drosophila suzukii*. Рег. №123042100021-2

## ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ КУКУРУЗЫ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ

Т.В. Семынина

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений», Воронеж  
email: t.v.semyun@mail.ru

Кукуруза является одной из основных культур в современном мировом земледелии. Ее значение обусловлено высокой потенциальной урожайностью и разносторонним использованием. В России эта культура характеризуется урожайностью 6,5-8 т/га, однако чаще всего она не превышает 4-5 т/га. Одной из основных причин низких урожаев является поражение вредными организмами, недобор от которых может достигать от 10 до 50 %.

Наибольший ущерб посевам кукурузы среди вредителей наносят виды тли (сем. *Aphididae*), хлопковая совка (*Helicoverpa armigera* Hbn.) и кукурузный стеблевой мотылек (*Ostrinia nubilalis* Hbn.), среди болезней – гельминтоспориоз (*Helminthosporium turcicum* Pass.), пузырчатая головня (*Ustilago zeaе* Under.) и фузариоз початков (*Fusarium spp.*), из сорных растений – преобладают однолетние двудольные (ширица запрокинутая, марь белая, чистец однолетний), многолетние двудольные (вьюнок полевой, бодяк полевой) и однолетние злаковые (щетинник сизый, ежовник обыкновенный).

Особое значение в улучшении общей фитосанитарной ситуации имеет применение высокоэффективных современных пестицидов, направленных на увеличение урожайности и улучшение качества продукции. Разработанная нами интегрированная система защиты кукурузы от вредных организмов включает комплекс наиболее эффективных пестицидов биологического и химического происхождения в сочетании с регуляторами роста растений и микроудобрениями. В производственных условиях в хозяйствах Центрального Черноземья проведена ее апробация на различных гибридах кукурузы. Так, в базовом хозяйстве ООО «Луч» Верхнехавского района Воронежской области на гибриде ДКС 3730 защитные мероприятия основывались на данных фитосанитарного мониторинга посевов и проводились в различные фазы развития растений.

В фазе 3-5 листьев кукурузы численность сорных растений составляла 136,8 экз./м<sup>2</sup>, в том числе однолетних злаковых – 11 экз./м<sup>2</sup>, однолетних двудольных – 122,3 экз./м<sup>2</sup>, многолетних двудольных – 3,5 экз./м<sup>2</sup>. Внесение смеси гербицидов Визион, ВДГ (0,3 кг/га) + Ромул, ВДГ (0,05 кг/га) с регулятором роста растений Альфастим, ВЭ (0,05 л/га) снижало количество сорняков на 95,4 %, их биомассу – на 92,7-96,1 %.

В фазе 6-8 листьев кукурузы среди болезней отмечалось поражение растений гельминтоспориозом с развитием 5,5 % и пузырчатой головней – 0,7 %. Применение биологического препарата БисолбиСан, Ж (3,0 л/га) обеспечило эффективность против болезней на 42,9-50,9 %.

В фазу выметывания метелки из вредителей отмечалась тля при заселенности растений 20 %, хлопковая совка – с численностью 2 гусеницы/10 растений и кукурузный стеблевой мотылек – 1 гусеница/растение. Обработка биологическим инсектицидом Фитоверм, КЭ (0,2 л/га) сдерживала численность вредителей на 30-65 %.

В фазе цветения кукурузы развитие гельминтоспориоза и пузырчатой головни увеличилось соответственно до 7,8 и 3,0 %, а также отмечалось поражение початков фузариозом до 11,6 %. В этот же период произошло увеличение численности вредителей: тли до 22 % заселенных растений, хлопковой совки – до 3 гусениц/10 растений и кукурузного стеблевого мотылька – 2 гусениц/растение. Использование инсектофунгицидной смеси Готика, КС (0,15 л/га) + Венто, КС (0,8 л/га) с микроудобрением НаноКремний, Ж (0,1 л/га) обеспечило эффективность против болезней на 61,4-90,3 %, против вредителей – на 50-95 %.

Применение комплекса защитных мероприятий на основе современных пестицидов и их смесей с биологически активными веществами способствовало повышению урожайности кукурузы на 25-30 % и получению рентабельности мероприятия 428 %.



# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ РЕГУЛЯЦИИ РОСТА И УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ С ЭЛЕМЕНТАМИ ЗАЩИТЫ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ

В.Н. Тимофеев

Научно–исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья – филиал ТюмНЦ СО РАН, Тюмень

\*e-mail: [Timofeev\\_vn2010@mail.ru](mailto:Timofeev_vn2010@mail.ru)

Применение наноудобрений является развивающейся областью исследований, что требует отработки системы применения [1]. Воздействие наночастиц на урожайность сельскохозяйственных культур происходит за счет регулирования роста растений, уровня антиоксидантных ферментов, поглощения питательных веществ и потенциала продуктивности [2]. Применение наночастиц также может влиять на генетические свойства последующих поколений при семенном размножении [3].

При изучении применения наночастиц препаратов в основные фазы применения СЗР. Положительное влияние на лабораторную всхожесть, первичное развитие корня и ростка показали варианты применения протравителя с удобрением, кремнием, смесью наночастиц макро и микроэлементов. В предварительном анализе зараженности семян отмечались грибы р. *Alternaria* 40-65%, р. *Fusarium* 3-6% и *Bipolaris sorokiniana* 0-1%. Включение в смесь к химическому протравителю при его эффективности 98–100% препаратов биогенного железа, кремния снижало эффективность против болезней семян на 2-10% против семенной инфекции. Химическое протравливание снижало поражение корневыми гнилями на 100% в начале вегетации и на 70-80% в конце вегетации, влияние химического протравливания снижалось на 5-10% при применении его в смеси с биогенным железом. Макро и микроэлементы, способствовали определенной устойчивости растений в начальный период вегетации к почвенной инфекции.

Элементы структурного анализа растений зависели от применяемых средств, погодных условий вегетации, основные показатели возрастали по вариантам применения биогенного железа на семенах и особенно по вегетации, нанопрепараты с макро и микроэлементами в фазу кущения, где количество колосков увеличивалось на 0,5-2 шт., длина колоса – 0,5-1,0 см, число зерен в колосе 1-4 шт., масса 1000 зерен на 3-5 г.

Прибавка урожая 0,2-0,3 т/га наблюдалась по вариантам применения протравливание + макроэлементы (кущение); Зерен, (семена, кущение, флаг-лист); протравливание + Кремний (семена, кущение, колошение); протравливание + биогенное железо, кремний (кущение); протравливание + биогенное железо, кремний (кущение, флаг-лист). Максимальная прибавка 0,4 т/га получена по вариантам применения смеси кремния, биогенного железа и отдельно биогенного железа в основные фазы применения СЗР. Многокомпонентные смеси препаратов снижали урожайность культуры, в виду физиологического хаоса у растений, вызванного стрессом нехватки влаги и большим объемом разных по влиянию препаратов.

В итоге при испытании наночастиц микроэлементных препаратов отмечается негативное влияние при не сбалансированном составе и нормах расхода и положительное на развитие растений, урожайность.

1. Avila-Quezada. "Strategic applications of nano-fertilizers for sustainable agriculture: Benefits and bottlenecks" / Graciela Dolores, Ingle, P. Avinash, Golińska, Patrycja and Rai, Mahendra. // Nanotechnology Reviews. - Vol. 11. - № 1. – 2022. - pp. 2123-2140.

2. Priyanka, N. Role of engineered zinc and copper oxide nanoparticles in promoting plant growth and yield: present status and future prospects. / N. Priyanka, N. Geetha, M. Ghorbanpour, P. Venkatachalam // Advances in Phytonanotechnology. – 2019. № 6. – P. 183-201.

3. Sotoodekhniya-Korani, S., Iranbakhsh, A., Ebadi, M., Majd, A., Ardebili, Z.O., Selenium nanoparticles caused variations in growth, morphology, anatomy, biochemistry, genes expression and epigenetic DNA methylation in *Capsicum annuum*; in vitro research, Environmental Pollution (2020).

## ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ФИТОСАНИТАРНОМ МОНИТОРИНГЕ И ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ

А.М. Шпанев

*Агрофизический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург  
e-mail: ashpanev@mail.ru*

Цифровые технологии, до недавнего времени, имели нарастающие темпы применения в сельскохозяйственном производстве нашей страны. Большие перспективы виделись в использовании цифровых технологий в фитосанитарном мониторинге и защите растений от вредных организмов. Соответствующая тематика, получила широкое распространение в профильных научных учреждениях, что позволило достичь определенных результатов.

В Агрофизическом научно-исследовательском институте одним из приоритетных направлений исследований, начатых в 2014 г., являлось изучение особенностей и закономерностей пространственного размещения вредных объектов в агроценозах, востребованных для развития научных основ дифференцированного применения средств защиты растений в системе точного земледелия на Северо-Западе РФ. Так, была выявлена пространственная неравномерность в распространении сорных растений в посадках картофеля, посевов ярового ячменя и паровом поле, обусловленная разным содержанием элементов питания и кислотности пахотного горизонта. При этом более выраженная неоднородность просматривалась в отношении многолетних видов сорных растений, для которых характерно куртинное размещение на поле. Также была выявлена пространственная неравномерность в размещении на посадках картофеля колорадского жука и личинок жуков-щелкунов. По результатам детализированного учета было определено, что в одном случае поражение растений картофеля ризоктониозом имело характер случайного распределения, а в другом – очагового. Визуализация каждого такого случая достигалась с помощью цифровых карт, составленных с использованием программ ГИС АФИ и Surfer 11.

В решении задач фитосанитарного мониторинга изучались возможности мульти- и гиперспектральной съемки информации с использованием беспилотных летательных аппаратов. В условиях ограниченного количества солнечных ясных дней, характерного для Северо-Западного региона РФ, и мелкой контурности полей БПЛА имеют явное преимущество перед использованием в целях дистанционного мониторинга фитосанитарного состояния агроценозов космических спутников.

По результатам анализа наземных гиперспектральных измерений выявлено, что листовой аппарат растений ярового ячменя характеризовался меньшей отражающей способностью, чем у большинства видов сорных растений, что обусловлено их принадлежностью к разным классам растительности (однодольные и двудольные). По этой же причине в агроценозе картофеля по отражательным свойствам наиболее различимыми оказались культурные растения и пырей ползучий. Статистической обработкой было подтверждено наличие достоверных различий в отражательных свойствах культурных и сорных растений в ближнем инфракрасном диапазоне.

Еще одним направлением в фитосанитарной тематике Агрофизического НИИ являлось изучение возможностей применения вегетационного индекса NDVI при проведении оперативных защитных мероприятий. Учитывая тот факт, что из всех групп вредных организмов на первом месте по причиняемому вреду находятся сорные растения, акцент был сделан на оптимизацию норм расхода гербицидов в зависимости от степени засоренности посевов, определяемых с помощью вегетационного индекса NDVI. Дифференцированная на основе измерений вегетационного индекса NDVI норма расхода гербицида обеспечивала такое же снижение численности и фитомассы сорных растений в посевах озимой пшеницы и ярового ячменя, как и полная норма. Это может служить основанием в пользу дифференцированного подхода при выборе нормы расхода гербицидов, которая должна определяться фактической засоренностью каждого участка посева.

# НОВЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ ВИНОГРАДА И ИХ БИОЛОГИЗИРОВАННЫЙ КОНТРОЛЬ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ВИНОГРАДНИКАХ

Е.Г. Юрченко, Н.В. Савчук

ФГБНУ Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, Краснодар  
e-mail: yug.agroekos@yandex.ru

Серьезный риск для дестабилизации фитосанитарного состояния промышленных виноградников в условиях возрастания абиотических и антропогенных нагрузок представляет появление в ценозах новых более адаптивных и вредоносных видов микопатогенов из полупаразитной микофлоры родов *Alternaria* Nees, 1817; *Fusarium* Link, 1809, вызывающие некротическую пятнистость листьев (комплекс *Alternaria* spp.) и фузариозное усыхание соцветий/гроздей (*Fusarium proliferatum* F. *oxysporum* F. *sporotrichioides*). Возбудители данных заболеваний отличаются высокой адаптивностью, благодаря своему широкому абиотическому оптимуму жизнедеятельности с выраженной термо- и ксеротолерантностью, сложностью и динамичностью структуры патоконспекса, состоящего как из нескольких видов одного рода, так и внутривидовых биотипов, сочетающих в себе различные типы питания (биотрофность, гемибиотрофность, некротрофность), а также наличия нескольких механизмов патогенности.

На фоне ослабления растений в условиях участвовавших погодных стрессов (продолжительные высокотемпературные периоды летом, часто сопровождающиеся засухой, возвратные холода весной и т.д.) высокий биотический потенциал патогенных видов альтернариевых и фузариевых грибов способствует их хозяйственно значимой вредоносности и широкому распространению в ампелоценозах поражаемых сортов. Эффективный контроль этих заболеваний крайне сложен.

На основании проведенных исследований по изучению особенностей патогенеза некротической пятнистости листьев и фузариозного усыхания соцветий/гроздей [1, 2], физиолого-биохимических барьеров устойчивости виноградных растений к ним, оценке биологической эффективности фунгицидов различного генеза нами сформированы и опробованы биологизированные системы защиты промышленных виноградников от данных заболеваний. Данные системы включают последовательное применение блоками специально подобранные в ступенчатом скрининге химические и биологические фунгициды, а также иммуноиндукторы. Крайне важной составляющей для поддержания эффективности контроля новых заболеваний является повышение неспецифической устойчивости растения-хозяина, для чего нами был разработан и интегрирован в систему способ применения некорневых подкормок комплексами хелатов микроэлементов [3].

Разработанная биологизированная система контроля новых заболеваний винограда отвечает принципам адаптивного земледелия, обладает высокой биологической, экологической и экономической эффективностью.

## Литература

1. Юрченко Е. Г., Савчук Н.В., Буровинская М.В. (2020) Фузариозное усыхание генеративных органов винограда: особенности патогенеза и вредоносность. *Магарач. Виноградарство и виноделие* Т. 22, № 4(114):344-349. – DOI 10.35547/IM.2020.40.10.010.
2. Буровинская М. В., Юрченко Е.Г. (2020) Особенности патогенеза альтернариозной пятнистости на винограде. *Виноградарство и виноделие* 49:121-123.
3. Юрченко Е.Г., Савчук Н.В., Буровинская М.В., Артамонов А.Н. (2020) Способ повышения адаптивного потенциала винограда к биотическим и абиотическим стрессам. Патент на изобретение № 2735624 С1.

**СЕКЦИЯ 9.  
ИММУНИТЕТ РАСТЕНИЙ К ВРЕДНЫМ ОРГАНИЗМАМ**

**ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ОБРАЗЦОВ ЯЧМЕНЯ ИЗ  
ВОСТОЧНОАЗИАТСКОГО ЦЕНТРА ПРОИСХОЖДЕНИЯ И ДОМЕСТИКАЦИИ  
КУЛЬТУРЫ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ВРЕДНЫМ ОРГАНИЗМАМ**

**Р.А. Абдуллаев\*, Б.А. Баташева, И.Н. Анисимова, Г.С. Коновалова, Е.Е. Радченко**

*Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург*

*\*e-mail: abdullaev.1988@list.ru*

В условиях северо-запада России исследовали наследственное разнообразие 951 образца ячменя из Восточноазиатского центра происхождения и доместикации культурных растений по устойчивости к вредным организмам. Выявили большое число генотипов, защищенных эффективными генами устойчивости к возбудителю мучнистой росы *Blumeria graminis* (DC.) Golovin ex Speer f. sp. *hordei* Marchal. Высокой устойчивостью в ювенильной и взрослой стадиях развития характеризуется 21 образец. Гены устойчивости значительного числа исследованных форм различаются по стабильности проявления признака на разных этапах развития растений. Образцы к-3433, к-10931, к-10934, к-11608, к-17545, к-20272, к-20279, к-20354, к-27867 имеют по одному доминантному гену устойчивости. Образцы к-11608, к-12278 и к-17545 защищены тождественным геном, а устойчивость к-3433 контролируется доминантным геном, отличающимся от имеющихся у образцов к-10931 и к-20279. С помощью молекулярных маркеров установили, что ячмени из Восточноазиатского центра формообразования не имеют эффективных аллелей *mlo11* и *mlo11(cnv2)*. Многолетние фитопатологические исследования 47 линий с известными генами показывали, что только образцы с аллелями *mlo1*, *mlo3*, *mlo4*, *mlo5*, *mlo8*, *mlo9*, *mlo10*, *mlo11*, *Mla16*, *Mla18*, *Mla19*, *Mlai* характеризуются высокой устойчивостью к грибу. Вместе с тем, оценка устойчивости взрослых растений в 2022 г. впервые показала сильное поражение почти изогенной линии к-31005 с аллелем *Mla16*.

Разнообразие ячменей из Восточноазиатского центра формообразования по устойчивости к возбудителю карликовой ржавчины (гриб *Puccinia hordei* G.H. Otth.) невелико. На жестком инфекционном фоне выделился лишь один образец к-20374; гетерогенен по устойчивости к патогену образец к-27485. Среди линий с известными *Rph*-генами устойчивостью в течение двух лет изучения характеризовались лишь носители гена *Rph7*. Умеренной устойчивостью обладала линия PI 531849 (*Rph13*), тогда как образцы с генами *Rph1–Rph6*, *Rph8*, *Rph9* (*Rph12*), *Rph15*, *Rph19*, *Rph20*, *Rph21* и *Rph27* были восприимчивы к патогену. Очевидно, выделенные нами образцы защищены геном (генами) устойчивости к *P. hordei*, который отличается от упомянутых выше неэффективных генов.

Резистентными к стеблевой ржавчине (возбудитель – *Puccinia graminis* Pers.: Pers. subsp. *graminis*) в поле оказались 10 изученных форм. При естественной эпифитотии выделили 14 генотипов, устойчивых к возбудителю темно-бурой листовой пятнистости *Cochliobolus sativus* (Itoet Kurib.) Drechsler ex Dastur. Высоким уровнем устойчивости к ринхоспориозу (*Rhynchosporium commune*) в лаборатории и поле обладали 3 образца (к-3447, к-10931, к-27869), которые защищены генами, отличающимися от идентифицированных ранее *Rrs1 – Rrs8* и *Rrs10 – Rrs15*. Изученная коллекция неоднородна также по резистентности к краснодарской популяции обыкновенной злаковой тли (*Schizaphis graminum* Rond.).

Таким образом, показано довольно значительное разнообразие ячменя из Восточноазиатского центра происхождения и доместикации культурных растений по устойчивости к вредным организмам. Выявлен ценный материал с групповой и комплексной устойчивостью, отобраны генотипы, несущие ценные комбинации аллелей, необходимые для создания сортов с высоким адаптивным потенциалом.

## СЕЛЕКЦИЯ ПШЕНИЦЫ И ТРИТИКАЛЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ОСОБО ВРЕДНОСНЫМ БОЛЕЗНЯМ В СЕВЕРО-КАВКАЗСКОМ РЕГИОНЕ

И.Б. Аблова\*, Л.А. Беспалова, О.Ю. Пузырная, А.Н. Боровик, Г.Д. Набоков,  
В.А. Филобок, Л.М. Мохова, Ю.Г. Левченко, А.С. Тархов

Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко, Краснодар

\*ablova@mail.ru

Северо-Кавказский регион – один из главных озимопшеничных регионов в России. Посевные площади этой культуры превышают 6 млн га. Производство зерна пшеницы и тритикале на Северном Кавказе характеризуется с одной стороны - высокой интенсивностью, а с другой – наиболее обостренными агроэкологическими противоречиями, сложной фитосанитарной обстановкой. В агрессивных условиях изменяющегося патогенного комплекса на современном этапе и в обозримом будущем селекция пшеницы и тритикале на устойчивость к болезням в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко является важным приоритетом. В последние 50 лет для патосистем пшеница-облигатные паразиты наибольший эффект имеет создание сортов с горизонтальной устойчивостью, использование эффективных генов вертикальной устойчивости со слабо экспрессирующимися генами, т.е. пирамидирование. Приоритет в селекции на устойчивость к возбудителям-гемибиотрофам (*Fusarium spp.*, *Septoria spp.*, *Helminthosporium spp.*) принадлежит созданию сортов, сочетающих высокие продуктивность и общую адаптивность, повышенную сопротивляемость к болезням и толерантность. В результате реализации оригинальных стратегических подходов создан генофонд фузариозоустойчивых сортов собственного генного пула, которые широко возделываются в производстве и одновременно являются эффективными источниками устойчивости с высокой сортообразующей способностью.

Селекция на устойчивость к болезням предусматривает обязательное наличие автономных искусственных инфекционных и провокационных фонов по ряду болезней, а также одновременное тестирование материала в географических точках на естественном инфекционном фоне. Искусственные инфекционные фоны создаем по оригинальным методикам, которые разрабатываем и модернизируем сами, особенно это касается факультативных возбудителей болезней. Ежегодно на автономных искусственных инфекционных фонах высевается и тестируется более 15 тысяч делянок.

За последние 5 лет (2020-2024 гг.) включено в Госреестр 49 новых сортов пшеницы мягкой, твердой и шарозерной, озимой и яровой, тритикале яровой и озимой, полбы, обладающих разными типами устойчивости к возбудителям бурой, желтой и стеблевой ржавчины, мучнистой росы, септориоза, фузариоза колоса, твердой головни, вирусным болезням. Новые сорта Агрофак 100, Ахмат, Век, Вызов, Гомер, Еланчик, Кольчуга, Лео, Монэ, Победа 75, Россыпь, Стиль 18, Тая, Кубань, Федор, Шарм, Школа и др. имеют различные генетические детерминанты устойчивости и характеризуются как устойчивые к бурой ржавчине. Высокой резистентностью к желтой ржавчине обладают новые сорта Арена, Гомер, Илиада, Лео, Победа 75, Федор и др. В условиях жесткой искусственной эпифитотии степень поражения флагового листа у них не превышает 5%. Эти сорта при возделывании в производстве будут служить надежным барьером в распространении ржавчинных болезней. Высокую толерантность к комплексу листовых пятнистостей имеют Илиада, Классика, Лео, Монэ, Стиль 18, Федор, Школа и др. Устойчивостью к фузариозу колоса характеризуются сорта Ахмат, Классика, Песня, Стиль 18, Таулан, Хамдан, Хит и др. Групповой устойчивостью к фитопатогенам обладают Ахмат, Илиада, Классика, Лео, Монэ, Песня, Победа 75, Тая, Федор, Хамдан, которые целесообразно возделывать по мало- и бесpestицидным технологиям, а также они пригодны для органического земледелия.

# ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ГЕНОФОНДА *BRASSICA L.* К КАПУСТНОЙ МОЛИ И КАПУСТНОЙ СОВКЕ В РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РФ

А.М. Артемьева\*, Т.Т. Агеева, А.Б. Курина

ФГБНУ ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР), Санкт-Петербург

\*akme11@yandex.ru

Овощные культуры семейства капустные Brassicaceae Burnett обеспечивают около 10 % мировой овощной продукции и являются необходимой частью функционального рациона человека. Наиболее распространенные вредители капустных культур – чешуекрылые *Lepidoptera* капустные моль *Plutella xylostella* (специализированный) и совка *Mamestra brassicae* (всеядный). Во многих областях России ущерб от этих вредителей достигает 50% и более потери или значительного повреждения урожая, причем химические меры борьбы часто не дают значимого эффекта.

В связи с этим, в задачи исследований входило определение степени распространения основных вредителей овощных капустных культур капустной моли и капустной совки в различных климатических зонах РФ; изучение пищевых предпочтений вредителей и определение ботанической и агробиологической приуроченности устойчивости к чешуекрылым насекомым среди культур и типов сортов капустных культур; проведение поиска генетических источников устойчивости среди естественных сортовых популяций и создание новых форм капустных культур с групповой устойчивостью к вредителям, с учетом минимизации загрязнения окружающей среды, вызываемого пестицидами.

Мировая коллекция овощных культур *Brassica L.* РФ, хранящаяся в ВИР, включает более 7 тыс. образцов, в том числе более 2,5 тыс. образцов капусты огородной *Brassica oleracea L.*, более 1,7 тыс. образцов корнеплодной репы и листовых культур вида репа *B.rapa L.*

Материал наших исследований в 2020-2023 гг. включал 140 образцов стержневой коллекции капусты огородной (7 культур) при испытании в Северо-западной зоне РФ и 100 образцов овощных культур вида репа (6 культур), при испытании в трех контрастных эколого-географических зонах РФ: Северной, Северо-западной, Южной.

Посев проведен в двух повторениях по 30 растений в повторении для капусты огородной и в трех повторениях для культур *B.rapa*. Оценку ущерба проводили три раза в неделю, окончательную оценку - при полной технической зрелости растений, или до максимального повреждения листовой пластинки. Использовали балльную шкалу оценки устойчивости / восприимчивости (Асякин и др., 2001; Вилкова и др., 2003).

В условиях Северо-западной зоны среди культур *B.oleracea* самую высокую устойчивость показали образцы листовой капусты (балл поражения 0-1), устойчивость на уровне 1-2 баллов поражения – образцы краснокочанной и савойской капусты; самая высокая восприимчивость отмечена у образцов цветной капусты и брокколи. Образцы белокочанной капусты и кольраби отличались высокой вариабельностью степени устойчивости к вредителям.

Для культур *B.rapa* установлена относительно невысокая вредоносность капустных моли и совки в северной зоне РФ и варьирование степени вредоносности насекомых по годам в Северо-западной и южной зонах; отмечено, что в условиях естественного заражения капустной молью в среднем за годы исследований наиболее устойчивы оказались пекинская, розеточная и японская капуста (балл поражения 1,92-1,99), капустной совкой – розеточная, китайская, пекинская капуста (балл поражения 1,62-1,81). Выявлена высокая вариабельность степени устойчивости овощных культур вида к чешуекрылым насекомым от полной устойчивости до восприимчивости, выделены источники комплексной устойчивости к насекомым среди образцов пекинской, китайской и розеточной капусты и листовой и корнеплодной репы.

*Благодарности: исследование выполнено в рамках ГЗ ВИР FGEM-2022-0003*

## БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ОТ СТЕБЛЕВОЙ РЖАВЧИНЫ В ПОВОЛЖЬЕ

О.А. Баранова<sup>1\*</sup>, С.Н. Сибикеев<sup>2</sup>, А.Е. Дружин, Э.А. Конькова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока, Саратов

\*e-mail: baranova\_oa@mail.ru

Пшеница - одна из важнейших продовольственных культур в России. В последнее время наблюдается увеличение вредоносности опасного заболевания пшеницы – стеблевой ржавчины (возбудитель *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* (*Pgt*)). В то же время сохраняется опасность заноса на территорию России расы патогена Ug99 (ТТКСК), которая угрожает производству зерна во всем мире. Наши исследования последних лет были направлены на изучение повожских популяций патогена, выявление опасных патотипов, способных преодолевать гены устойчивости, используемые в возделываемых сортах, поиск и идентификацию эффективных генов устойчивости в сортах и селекционном материале. За время исследований (2016 – 2023гг), которые были поддержаны грантами РФФИ № 18-016-00170 и РНФ № 22-26-00172, проведены экспедиции по Нижнему и Среднему Поволжью, собраны образцы популяций гриба, определен расовый состав. В популяциях *P. graminis* 2017 - 2023 годов впервые для Поволжья выделены изоляты с фенотипами ТТТТФ, ТКТТФ, ТККТФ, ТКРТФ и ТТТТР. Впервые проведено сравнение нуклеотидных последовательностей ITS EF1 $\alpha$ , COI и  $\beta$ -тубулина у 12 изолятов гриба повожских популяций в системе BLAST с референсными последовательностями *Pgt*. Показана кластеризация трех изолятов гриба с изолятами из Европы и США, а большинство повожских изолятов *Pgt* выделилось в отдельную группу. На протяжении всех лет исследований к патогену были эффективны гены устойчивости - *Sr2 compl*, *Sr13*, *Sr26*, *Sr31*, *Sr35* и сочетания генов *Sr24+31*, *Sr36+31* и *Sr26+9g*. Ген *Sr31* пока сохраняет свою эффективность, а гены *Sr25* и *Sr6Agi* потеряли эффективность на территории Поволжья. За время исследований был изучен селекционный материал – 339 интрогрессивных линий яровой мягкой пшеницы селекции ФАНЦ Юго-Востока, а также 129 допущенных к использованию на территории Поволжья сортов пшеницы на устойчивость к стеблевой ржавчине и наличие *Sr* генов. Выделено 123 интрогрессивных линии и 19 сортов, высокоустойчивых к стеблевой ржавчине. В интрогрессивных линиях идентифицированы гены *Sr31*, *Sr24*, *Sr25*, *Sr22*, *Sr28*, *Sr36*, *Sr38*, *Sr39*, *Sr47* и *Sr57*. Устойчивые линии несут в основном комбинацию генов *Sr31+Sr25*. Выявлены перспективные комбинации генов устойчивости - *Sr31+Sr24* – у одной линии, *Sr25+Sr22* – у двух линий, *Sr31+Sr25+Sr28* - у одной линии, *Sr36+Sr25* – у двух линий *Sr25+Sr35* – у двух линий и *Sr25+Sr39+Sr47* – у одной линии. Гены *Sr2*, *Sr26* и *Sr32* не обнаружены. Проведен анализ на устойчивость к расе Ug99 в Кении (KALRO) на стадии взрослых растений. Из 267 линий, взятых в анализ, 29 были иммунными к расе Ug99, 13 линий были устойчивы и 64 линии были среднеустойчивы к Ug99. Из 54 проанализированных сортов пшеницы устойчивы были сорта Александрит и Тулайковская 10, сорта Добрыня, Хазинэ и Экада 113 были среднеустойчивы к Ug99. Определена селекционная ценность устойчивых линий по комплексу хозяйственно-полезных признаков. Выделены линии, устойчивые как к повожским популяциям гриба, так и к расе Ug99, превысившие сорт-стандарт Саратовская 76 по продуктивности зерна и качеству муки и хлеба.



## ИЗУЧЕНИЕ ИНТРОГРЕССИВНЫХ ЛИНИЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ С ГЕНЕТИЧЕСКИМ МАТЕРИАЛОМ *TRITICUM MIGUSCHOVAE* ПО УСТОЙЧИВОСТИ К СТЕБЛЕВОЙ РЖАВЧИНЕ

Д.М. Болдаков<sup>1\*</sup>, Э.Р. Давоян<sup>1</sup>, Р.О. Давоян<sup>1</sup>, Ю. С. Зубанова<sup>1</sup>, Басов В.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко, Краснодар

\*e-mail: boldakov.dm@mail.ru

Стеблевая ржавчина (*Puccinia graminis*) является одним из самых вредоносных грибных заболеваний пшеницы. В мировой практике в результате эпифитотийного развития болезни потери урожая составляли практически 100%. В период с 50-х и до 90-х годов XX века её вредоносность была значительно снижена благодаря эффективной генетической защите (Плахотник, 1969; Койшыбаев и др., 2008; Bernardo et al., 2013). Однако, в связи с появлением и распространением новых вирулентных рас (в частности, Ug99), селекция по устойчивости к стеблевой ржавчине вновь стала одним из приоритетных направлений.

Одним из способов генетической защиты растений является передача генетического материала от дикорастущих видов. Большой интерес в качестве источника устойчивости к листовостебельным заболеваниям пшеницы, в том числе и к стеблевой ржавчине, представляют виды *T. militinae* и *Aegilops tauschii*. Для возможности передачи генетического материала от дикорастущих видов в мягкую пшеницу, была создана геномно-добавленная синтетическая форма *T. miguschovae*, у которой к геному *T. militinae* (AG) был добавлен геном *Ae. tauschii* (D) (Давоян, 2006).

На основе синтетической формы *T. miguschovae* были получены интрогрессивные линии мягкой пшеницы, характеризующиеся рядом хозяйственно-ценных признаков. Исходя из их родословных, предположительно, они могут нести гены устойчивости к стеблевой ржавчине, переданные от *T. militinae* и *Ae. tauschii*.

От вида *T. militinae* в геном мягкой пшеницы были переданы гены *Sr36*, *Sr37* и *Sr40*, а от вида *Ae. tauschii* гены *Sr33*, *Sr45*, *SrTA10171* и *SrTA10187* (McIntosh et al., 2013). Также в линии могли быть переданы гены устойчивости *Sr31* и *Sr57* от сортов-реципиентов Кавказ и Безостая 1 соответственно.

По результатам полевой оценки 27-ми линий по устойчивости к стеблевой ржавчине было отобрано 4 линии с типом реакции 01 (высокоустойчивые), 5 линии с типом реакции 1(устойчивые) и 9 линий с типом реакции 2 (среднеустойчивые). Девять линий имели тип реакции 3,4 (восприимчивые).

В результате ПЦР было выявлено, что во всех изученных линиях отсутствуют маркеры, сцепленные с генами *Sr36* и *Sr33*. Маркер *6DS0050*, сцепленный с геном *SrTA10187*, был идентифицирован в четырёх устойчивых к стеблевой ржавчине линиях, а также в восприимчивой линии ДБ1141. При помощи маркера *SCM9* у 15 линий была идентифицирована транслокация от ржи (*Secale cereale*) T1BL:1RS, имеющая в своём составе гены *Lr26/Sr31/Yr9*. Ген *Sr57*, сцепленный с геном *Lr34*, был идентифицирован в 17 изученных линиях.

Можно предположить, что гены *SrTA10187*, *Sr31* и *Sr57* потеряли свою эффективность к местным расам стеблевой ржавчины в условиях Краснодарского края, так как были идентифицированы и у восприимчивых линий. Однако сочетание этих генов у линий ДБ743, ДБ859, ДБ25 и ДБ285 обеспечивает устойчивость к патогену.

Устойчивость линий, в которых не были идентифицированы искомые маркеры, может быть обусловлена как за счёт наличия генов *Sr37*, *Sr40*, *Sr45* и *SrTA10171*, идентификация которых не проводилась, так и наличия других (новых) генов, отличных от искомых.

## НОВЫЙ СОРТ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ХИТ – УСПЕХ В СЕЛЕКЦИИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ФУЗАРИОЗУ КОЛОСА И ТВЕРДОЙ ГОЛОВНЕ

А.Н. Боровик,\* Л.А. Беспалова, И.Б. Аблова, Ю.Г. Левченко, А.С. Тархов,  
Н.А. Ильина, А.Р. Чатаев, С.А. Савченко

Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко, Краснодар

\*alex-borovik@mail.ru

Ареалы возделывания и экономическое значение озимой пшеницы на Юге России максимальны, в результате чего эта культура доминирует в севооборотах, занимая более 50% площадей. Возделывается она не только по лучшим, но и по проблемным, опасным в фитосанитарном плане предшественникам, такими, как колосовые и кукуруза на зерно, где риск возникновения эпифитотий различной этиологии существенно возрастает. Поэтому в отделе селекции и семеноводства пшеницы и тритикале НЦЗ им. П.П. Лукьяненко сорта, коллекционные образцы и селекционный материал, находящийся на разных этапах селекционного процесса, в обязательном порядке тестируются на искусственных инфекционных и провокационных фонах к наиболее распространенным и опасным болезням, в том числе и к фузариозу колоса. Создание сортов, устойчивых к этому заболеванию, является отдельным и очень важным направлением селекции. Результатом данной многолетней работы на современном этапе стало создание сорта Хит.

Новый сорт Хит создан методом индивидуального отбора в пятом поколении из сложной гибридной популяции, полученной от скрещивания сортов различного эколого-географического происхождения: Краснодарская 99, Эхо, Гром (Россия, Краснодар), Экспромт (Киев, Украина), KS WGRS 21 (США) и болезнеустойчивых линий собственной селекции. В качестве источников фузариозоустойчивости выступили сорта Эхо, Экспромт и коллекционный образец KS WGRS 21, источников устойчивости к твердой головне – Краснодарская 99 и Экспромт. При создании сорта особое внимание уделялось отбору генотипов, устойчивых к твердой головне и фузариозу колоса на фоне искусственного заражения.

Сорт Хит полукарликовый, высота растений 80-95 см. Колос средней плотности (17 колосков на 10 см колосового стержня), при созревании поникает, что обеспечивает ему хорошую проветриваемость, позволяет стекать влаге и не задерживаться фузариозной инфекции на колосковых чешуях, уступах колосового стержня. Разновидность *lutescens* (ости являются дополнительным субстратом для грибов – возбудителей фузариоза колоса). Хит обладает устойчивостью к осыпанию зерна при перестое на корню, легко обмолачивается. Относится к среднеспелой группе, обладает дружным созреванием и интенсивной аттракцией, что является важным механизмом самозащиты от фузариоза колоса. Отличается выше средней морозостойкостью, высокой засухоустойчивостью. Формирует зерно высокого качества - по всем показателям соответствуют «сильной» пшенице. Максимальная урожайность - 116,9 ц зерна с 1 га зафиксирована в 2017 году в конкурсном сортоиспытании по предшественнику кукуруза на зерно. Это позволяет размещать его посевы по проблемным предшественникам – мощным накопителям фузариозной инфекции (кукуруза на зерно, колосовые, сахарная свекла и др.), снижая риски образования в зерне опасных для здоровья человека и животных микотоксинов.

Главным достоинством сорта Хит является уникальное сочетание высоких продуктивности и качества зерна на фоне устойчивости к фузариозу колоса, септориозу и твердой головне, толерантности к бурой и желтой ржавчинам. Он в максимальной степени соответствует разработанной нами модели сорта, устойчивого к фузариозу колоса.

В 2024 году впервые сорт Хит внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ и допущен к использованию в производстве по Центрально-Черноземному (5) и Северо-Кавказскому (6) регионам.

# ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ РОССИЙСКОЙ И КАЗАХСТАНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К БУРОЙ И ЖЕЛТОЙ РЖАВЧИНАМ

В.В. Веселова\*, Е.Л. Шайдаюк, Е.И. Гульятеева

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\* [vika-veselova-2015@mail.ru](mailto:vika-veselova-2015@mail.ru)

Расширение генетического разнообразия мягкой пшеницы по устойчивости к ржавчинным болезням – актуальная задача современной селекции. Бурая ржавчина (*Puccinia triticina* Erikss.) – наиболее распространенное заболевание. Оно встречается во всех зонах возделывания пшеницы. Желтая ржавчина (*P. striiformis* West.) относится к группе болезней, имеющих региональное значение в годы с прохладным и влажным климатом. С 2000 годов во всем мире отмечается расширение ареала вредоносности *P. striiformis*.

С 2000 г. в России и Казахстане реализована селекционная программа по улучшению яровой пшеницы (Казахстанско-Сибирская сеть улучшения яровой мягкой пшеницы, КАСИБ). В рамках данной программы проводятся полевые мультилокационные двухлетние испытания перспективных генотипов по комплексу признаков, в том числе и по устойчивости к ржавчинам. Лабораторная оценка устойчивости материала КАСИБ к бурой ржавчине и идентификация *Lr*-генов традиционно проводится во Всероссийском НИИ защиты растений. С 2020 гг. в связи с возрастанием значимости желтой ржавчины эти исследования дополнены новым объектом. Цель данных исследований – характеристика ювенильной устойчивости к бурой и желтой ржавчинам у образцов яровой мягкой пшеницы питомника КАСИБ-22 и идентификация *Lr* и *Yr* генов с использованием молекулярных маркеров.

Материал включал 36 сортов и линий (23 российской и 13 казахстанской селекции), предоставленных участниками Казахстанско-Сибирской сети улучшения яровой мягкой пшеницы для изучения в 2021-2022 гг. (КАСИБ-22). Высокий уровень ювенильной устойчивости к бурой ржавчине показали 42% образцов. С использованием молекулярных маркеров определено высокое разнообразие изученного материала по *Lr*-генам. Выявлены высокоэффективные гены *Lr24*, *LrAgi2*, частично утратившие эффективность гены *Lr9*, *Lr19*, малоэффективные гены *Lr1*, *Lr3*, *Lr10*, *Lr26* и *Lr34* и пшенично-ржаная транслокация 1AL.1RS с генами устойчивости к бурой, стеблевой и желтой ржавчинам. Высокоустойчивых образцов к использованным региональным популяциям возбудителя желтой ржавчины не выявлено. В молекулярном анализе у изученных образцов высокоэффективных в России и Казахстане генов *Yr5*, *Yr10*, *Yr15*, *Yr17*, *Yr24* не обнаружено. Малоэффективные гены *Yr9* и *Yr18* идентифицированы у 30% и 8% линий соответственно. Проведенный анализ указывает прогресс в селекции на устойчивость к бурой ржавчине и необходимость проведения опережающей селекции на устойчивость к желтой ржавчине с привлечением генетически разнообразных доноров.

*Исследования поддержаны Российским научным фондом, проект №23-26-00042.*

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ В ФАНЦ ЮГО-ВОСТОКА

С.Н. Гапонов, Э.А. Конькова

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока», г. Саратов  
e-mail: [Vaukenowaea@mail.ru](mailto:Vaukenowaea@mail.ru)

Актуальная проблема современной селекции сельскохозяйственных культур – расширение генетического разнообразия по устойчивости к стрессовым факторам. В ФАНЦ Юго-Востока ведется активная селекция зерновых культур с проведением целенаправленного отбора на устойчивость к биотическим и абиотическим факторам, с привлечением доноров чужеродных транслокаций.

Одним из направлений селекции на болезнеустойчивость в ФАНЦ Юго-Востока стало использование трансгрессии генов устойчивости от диких видов и сородичей пшеницы. Селекционеры в своей работе активно используют такие методы, как маркер-ориентированная селекция и геномная селекция. Увеличение количества маркеров с параллельным изучением их локализации, сцепленностью с генами, контролирующими хозяйственно-ценные признаки, способствует ускорению селекционных процессов [1, 2].

За годы существования центра селекционерами создано более 400 сортов сельскохозяйственных культур. Среди современных сортов озимой мягкой пшеницы местной селекции выделяются сорта Подруга, Анастасия, Соседка, характеризующиеся устойчивостью к возбудителям септориозной пятнистости. Среди сортов озимого тритикале – сорта Георг, Зубр, КС1, устойчивые к листовой ржавчине и мучнистой росе.

В Госреестр селекционных достижений занесены для использования в производстве сорта яровой мягкой пшеницы –Л 503, Белянка, Добрыня, Фаворит, Воевода, Лебедушка, Александрит, которые содержат гены устойчивости к листовой ржавчине, стеблевой ржавчине, мучнистой росе и выделяются по содержанию клейковины.

Ведется активная селекция яровой твердой пшеницы на устойчивость к болезням и вредителям. Сорта Валентина и Ник – устойчивы к пыльной головне и обеспечивают наивысшее качество макаронных изделий и продуктов детского питания, сорт Саратовская 57 устойчив к пыльной головне и хлебному пилильщику, сорт Крассар – отличается высоким потенциалом продуктивности и устойчивостью к болезням.

Таким образом, в результате проведенных исследований созданы коммерческие сорта, устойчивые к заболеваниям и занимающие значительные площади в регионе, а также выявлен перспективный селекционный болезнеустойчивый материал, обладающий комплексом хозяйственно-ценных признаков. Распространение новых генотипов будет способствовать расширению генетического разнообразия сортов сельскохозяйственных культур, возделываемых в Нижневолжском регионе и улучшению фитосанитарной ситуации.

### Список используемой литературы:

1. Baranova O., Solyanikova V., Kyrova E., Kon'kova E., Gaponov S., Sergeev V., Shevchenko S., Mal'chikov P., Dolzhenko D., Bupalova L., Ablova I., Tarhov A., Vasilova N., Askhadullin D., Askhadullin D., Sibikeev S. Evaluation of Resistance to Stem Rust and Identification of *Sr* Genes in Russian Spring and Winter Wheat Cultivars in the Volga Region. *Agriculture*. 2023. Т. 13. No 3. P.635. DOI 10.3390/agriculture13030635
2. Зеленева Ю.В., Конькова Э.А. Устойчивость сортов мягкой пшеницы, возделываемых на территории Саратовской области, к возбудителям септориозных пятнистостей. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2023. 27(6). С. 582-590. DOI 10.18699/VJGB-23-70

**СКРИНИНГ ОБРАЗЦОВ ЯЧМЕНЯ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
МАРКЕРОВ ГЕНА qPttCLS, КОНТРОЛИРУЮЩЕГО УСТОЙЧИВОСТЬ К  
PYRENOPHORA TERES F. TERES**

**А.В. Гофман\*, Н.М. Лашина, О.С. Афанасенко**

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» (ВИЗР),  
Пушкин, Санкт – Петербург, Россия

\*e-mail: [gofman.a.v.92@gmail.com](mailto:gofman.a.v.92@gmail.com)

Возбудитель сетчатой пятнистости ячменя аскомицет *Pyrenophora teres f. teres* Drechs. распространен в ареале возделывания культуры повсеместно. Потери урожая на восприимчивых сортах в эпифитотийные годы могут достигать 40%.

До настоящего времени маркер ориентированной селекции (MAS) сортов ячменя на устойчивость к болезням в России не проводилось. Это связано с отсутствием эффективных молекулярных маркеров (ММ) генов качественной и количественной устойчивости. Мировые достижения в выявлении генетического разнообразия устойчивости ячменя к патогенам базируются, в основном, на использование технологии ассоциативного картирования (GWAS – genome wide associated studies), в результате которых, в том числе и нами, определены локусы, детерминирующие устойчивость к *P.teres f. teres* на всех хромосомах ячменя. Нами проведена разработка праймеров и валидация, выявленных в GWAS и в дигаплоидной популяции (ДП) CLS (Canadian Lake Shore) x Harrington маркеров локуса устойчивости qPttCLS на хромосоме 3Н в интервале 442,203,921–443,119,491 п.о. (Afanasenko et al., 2022). Целью исследований являлось проведение скрининга экспериментальной выборки из 43 устойчивых образцов ячменя с использованием трех валидированных маркеров JHI-Hv50k-2016-166356, JHI-Hv50k-2016-165152 и Clone ID 3272635. В данную выборку были включены образцы, отличающиеся устойчивостью к 10 изолятам *P.teres f. teres* различного происхождения.

Для маркера JHI-Hv50k-2016-166356 продукты амплификации выявлены у 40 из 45 изученных образцов, для маркера JHI-Hv50k-2016-165152 у 38 устойчивых образцов. Негативная корреляция с устойчивостью - наличие продуктов амплификации у восприимчивых сортов и отсутствие у устойчивых установлена для маркера Clone ID 3272635 для 25 из 45 образцов. У 23 образцов показано наличие / отсутствие продуктов амплификации, с использованием трех маркеров, что свидетельствует о детерминации их устойчивости к *P.teres f. teres* геном qPttCLS.

#### **Список литературы**

Afanasenko O., Rozanova I., Gofman A., Lashina N., Novakazi F., Mironenko N., Baranova O., Zubkovic A. Validation of Molecular Markers of Barley Net Blotch Resistance Loci on Chromosome 3H for Marker-Assisted Selection // Agriculture. 2022. 12(4): 439. DOI: [10.3390/agriculture12040439](https://doi.org/10.3390/agriculture12040439)

Исследования поддержаны грантом РНФ № 24-26-00072

# ПРИМЕНЕНИЕ НИТРАТА КАЛЬЦИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИММУНИТЕТА И ПРОФИЛАКТИКИ НЕИНФЕКЦИОННЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ КУЛЬТУРЫ ТОМАТА В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ»

А.В. Гулин

Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого овощеводства и бахчеводства - филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН» (ВНИИООБ - филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН»), г. Камызяк, Астраханская область, e-mail: al\_gulin@mail.ru

Поиск путей повышения иммунитета растений и снижения влияния вредных организмов и неблагоприятных факторов на урожайность и качество продукции сельскохозяйственных культур является одной из наиболее важных задач отраслей растениеводства и овощеводства.

Наряду с традиционными для южных регионов инфекционными заболеваниями овощных культур существенным фактором, снижающими иммунитет растений, качество и товарность производимой овощной продукции, является широкое распространение неинфекционных физиологических заболеваний, проявляющихся в результате определенного сочетания складывающихся климатических факторов и происходящих в растении физиологических процессов. Одним из широко распространенных и наиболее вредоносных физиологических заболеваний овощных культур, особенно на юге России и в Астраханской области, является вершинная гниль томатов. Степень поражения плодов томата этой болезнью по массе урожая составляет в различных регионах в отдельные годы от 5-10% у устойчивых сортов, и до 50-75% у сортов, восприимчивых к заболеванию. Особенно сильно вершинной гнилью поражаются плоды томата на засоленных аридных почвах в условиях жаркого климата. Основной причиной проявления и распространения заболевания на культуре томата является дефицит кальция в молодых тканях. При высоких температурах кальций плохо поступает и распределяется в растении, недостаточная обводненность и усиленная транспирация замедляют катионный обмен и поступление в растения кальция, а усиление плазмолиза тканей способствует распространению на поврежденных участках бактерий *Pseudomonas lycopersicum* и *Bacterium lycopersicum*, вызывающих отмирание растительных клеток и снижение товарности и качества продукции. Болезнь наносит огромный экономический ущерб овощеводству за счет высокой степени повреждения урожая и существенного снижения качества и товарности производимой продукции томатов. Результаты проведенных исследований установлено, что действенным методом повышения иммунитета растений и профилактики предотвращения распространения вершинной гнили на культуре томата является применение кальция в доступной для растений форме в растворенном виде с поливной водой (фертигация) в соответствующие фазы роста и развития растений.

Полевой опыт по изучению эффективности применения нитрата кальция на культуре томата открытого грунта был заложен на опытном поле Всероссийского НИИ орошаемого овощеводства и бахчеводства в условиях жаркого засушливого климата Астраханской области на аллювиально-луговой среднесоленной почве в системе капельного орошения. Схема опыта включала в себя контроль (без внесения) и несколько вариантов с различными дозами (от 70 до 350 кг/га) внесения водорастворимого нитрата кальция способом фертигации.

Анализ экспериментальных данных показал, что применение нитрата кальция в различных дозах на культуре томата открытого грунта способствовало снижению влияния негативных факторов и повышению иммунитета растений к вредным организмам и неблагоприятным факторам окружающей среды. На вариантах с применением нитрата кальция, в сравнении с контролем, отмечено снижение степени повреждения плодов на 9-15%, повышение урожайности на 9-38 т/га, сохранности и товарности плодов с 82 до 97%, снижение себестоимости на 16-33% и повышение рентабельности производства продукции в 1,2-1,4 раза.

Таким образом, применение нитрата кальция на культуре томата открытого грунта в условиях орошения Астраханской области является эффективным методом повышения иммунитета растений к вредным организмам и неблагоприятным факторам окружающей среды, способствует повышению урожайности, товарности, качества и рентабельности производства культуры.

## УСТОЙЧИВОСТЬ ФАСОЛИ ОВОЩНОЙ (*PHASEOLUS VULGARIS* L.) К ВИРУСУ ОБЫКНОВЕННОЙ МОЗАИКИ ФАСОЛИ (*POTYVIRIDAE, POTYVIRUS*)

И.А. Енгальчева\*, Е.Г. Козарь, А.С. Домблидес, А.А. Антошкин

ФГБНУ Федеральный научный центр овощеводства (ФНЦО), п. ВНИИССОК, Московская область, Россия

\*e-mail: [engirina1980@mail.ru](mailto:engirina1980@mail.ru)

Повсеместно распространенный вирус обыкновенной мозаики фасоли - ВОМФ (*Bean common mosaic virus - BCMV*) зачастую приводит к серьезным потерям урожая фасоли овощной во многих регионах мира. BCMV в природе существует как комплекс штаммов, которые классифицируют на восемь патогрупп (PG): PG-1...PG8. Устойчивость фасоли овощной к BCMV контролируют семь генов устойчивости - один штамм-неспецифический основной доминантный ген *I* и шесть штамм-специфических рецессивных генов *bc-u*, *bc-1*, *bc-1<sup>2</sup>*, *bc-2*, *bc-2<sup>2</sup>* и *bc-3* из четырех независимых локусов.

Цель исследований: изучение биологических особенностей московского изолята вируса обыкновенной мозаики фасоли и поиск источников устойчивости фасоли к BCMV. Работу по идентификации, изучению свойств выделенного изолята BCMV, молекулярной диагностике генов устойчивости проводили на базе лаборатории молекулярно-иммунологических исследований ФГБНУ ФНЦО. Материал исследования - более 200 коллекционных и селекционных образцов различного географического и генетического происхождения фасоли овощной. Наличие антигенов вируса в листьях растений определяли методом иммуноферментного анализа. Биотестирование - путем искусственного заражения видов семейства *Fabaceae* (горох, фасоль). ДНК-маркирование основных генов устойчивости: доминантного гена *I*, рецессивных генов *bc-1<sup>2</sup>* и *bc-3* проводили с помощью соответствующих маркеров *SW13*, *SBD5* и *ROC11* согласно разработанным протоколам.

Эпифитотийное развитие BCMV в условиях Московской области наблюдалось с 2015 года. Морфометрия, проведенная при электронно-микроскопическом исследовании, показала наличие нитевидных вирионов размером 670-800 нм×12-15 нм. Изучены биологические особенности BCMV, проявляющиеся в усилении симптоматики после искусственной инокуляции фасоли и гороха в контролируемых условиях при температуре 26-29°C. Отмечено, что основными причинами в развитии эпифитотии изучаемого вируса служат не только способы распространения инфекции и возможности ее реализации, но и экологические факторы, которые определяли взаимоотношения вируса и хозяина. Условия вегетационного периода влияли на стабильность проявления признака устойчивости у изучаемых образцов. Искусственная инокуляция вирусом при температуре ниже 26°C вызывала на молодых растениях фасоли слабую мозаику. В ряде случаев отмечено латентное течение болезни, но при этом вирус активно влиял на развитие репродуктивных органов. В условиях естественного заражения при повышении температуры выше 29°C на восприимчивых сортах фасоли появлялись типичные для BCMV симптомы с последующей некротизацией. Были выделены три основные группы образцов: с отсутствием симптомов во все годы исследований - девять коллекционных образцов (7% от числа изученных); стабильно поражались BCMV - пять (4%), у остальных 89% устойчивость варьировала.

Скрининг образцов с различным уровнем устойчивости показал, что рецессивные гены *bc-1<sup>2</sup>* и *bc-3* присутствуют у большинства из них, а доминантный ген *I* - только у половины. Наибольшее число образцов имели генотипы *I/bc-1<sup>2</sup>/bc-3* (33%) и *-/bc-1<sup>2</sup>/bc-3* (47%), из которых стабильно высокую устойчивость к вирусу проявили только 1/3 образцов. Высокий уровень устойчивости к вирусу обеспечивало сочетание доминантного гена *I* с рецессивными *bc-1<sup>2</sup>* и *bc-3*. В наших исследованиях показано, что рецессивная устойчивость без доминантного гена также может обеспечивать устойчивость. Вирус проникает в клетку, вызывая симптомы мозаичности, но системное распространение его не происходит. Анализ соответствия по критерию  $\chi^2$  выявил более значимое влияние гена *bc-1<sup>2</sup>* на уровень полевой устойчивости образцов фасоли обыкновенной к BCMV в условиях Московской области.

## СЕЛЕКЦИОННАЯ И ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ И ЛИНИЙ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.В. Зеленева<sup>1\*</sup>, В.П. Судникова<sup>2</sup>, И.В. Гусев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина, Среднерусский филиал, Тамбовская обл.

\* e-mail: [zelenewa@mail.ru](mailto:zelenewa@mail.ru)

Зерновое производство пшеницы является важным стратегическим ресурсом для Российской Федерации и играет ключевую роль в сельскохозяйственном секторе. Однако, урожайность культуры может значительно варьировать из-за различных факторов, включая болезни. В Тамбовской области особую важность имеют септориозные и пиренофорозные пятнистости, бурая ржавчина, пыльная и твердая головня.

В 2020–2023 гг. на стационарном участке Среднерусского филиала ФНЦ имени И.В. Мичурина изучали устойчивость 3 сортов и 23 селекционных линий пшеницы местной селекции к пиренофорозу, септориозу (естественный инфекционный фон); бурой ржавчине, пыльной и твердой головне (искусственный инфекционный фон). Сорта и линии пшеницы исследовали также в лабораторных условиях. Заражали листья тремя возбудителями септориоза – *Zymoseptoria tritici*, *Parastagonospora nodorum* (*ToxA*, *Tox1*, *Tox3*, *Tox267*), *P. pseudonodorum* (*ToxA*, *Tox1*, *Tox3*). Скрининг образцов на наличие гена *Tsn1* проводили при помощи пары праймеров Xfcr623(F)/Xfcr623(R). Размер ампликона составляет 380 пн (Faris et al., 2010). Качественные показатели зерна урожая 2023 года были изучены на приборе «Infracont» (Венгрия). У 11 линий пшеницы были выявлены фрагменты ожидаемого размера 380 пн после амплификации их ДНК с праймером Xfcr623 (48% от изученных), 12 образцов (Л-8252, Л-8134, Л-82/60, Л-8107, Л-8078(23), Л-43-9, Л-43-1, Л-4, Stb-89, Stb-90, Stb-34, Л-33809-7-3) несут рецессивный аллель *tsn1*. Таким образом, селекционный материал имеет генетическую защиту от токсина PtrToxA четырех опасных фитопатогенов: *Pyrenophora tritici-repentis*, *P. nodorum*, *P. pseudonodorum* и *Bipolaris sorokiniana*. Сорта Тамбовчанка, Памяти Плахотника, Среднерусская и 23 селекционные линии были устойчивы к септориозу (комплекс грибов *Z. tritici*, *P.nodorum*, *P. pseudonodorum*) и пиренофорозу (поражаемость не превысила 23%). К пыльной головне проявили устойчивость все сорта, находящиеся в испытании и 22 селекционные линии (степень поражения < 8%), кроме линии Stb-10/15 (40%). Твердой головней были поражены линии Stb-92 на 22%, Л-8107 на 31%, Л-8114 на 33%, тогда как остальные сорта и линии поражались в пределах 3 – 19%. Высокой полевой устойчивостью к бурой ржавчине обладали гибриды Stb-97, Л-43-9, Л-8078(23), Л-8107, Л-8114, Л-8114(39), Л-33809-7-3, Stb-4, Stb-89, Stb-90, Stb-10/15, Л-8134 и сорта Памяти Плахотника, Тамбовчанка, Среднерусская (степень поражения <20%).

Лабораторные испытания подтвердили устойчивость к *Z. tritici* у сортов Тамбовчанка, Памяти Плахотника, Среднерусская и 10 селекционных линий – Л-8252, Л-82/60, Л-8107, Л-8078(23), Л-43-9, Л-43-1, Л-4, Stb-8/15, Stb-7/15, Stb-92. Их степень поражения в среднем не превышала 20%. К *P. nodorum* устойчивы сорта Тамбовчанка, Памяти Плахотника, Среднерусская и 6 селекционных линий – Stb-97, Stb-89, Stb-89(a), Stb-90, Stb-34, R1-6-22. Следует особо выделить линию Stb-90, обладающую высокой устойчивостью к фитопатогену (RR). Устойчивостью к *P. pseudonodorum* характеризовались сорт Среднерусская и 14 селекционных линий – Л-8134, Л-8114, Л-82/60, Л-8107, Stb-10/15, Stb-9/15, Stb-8/15, Stb-7/15, Stb-97, Stb-89, Stb-89(a), Stb-90, Stb-34, R1-6-22. Среди них 4 линии (Л-8134, Stb-89, Stb-89(a), R1-6-22) обладали высокой устойчивостью к фитопатогену (RR).

В условиях 2023 года показатель урожайности всех сортов и гибридов, находящихся в испытании, превысил сорт-стандарт Фаворит (28,9 ц/га), у 6 гибридов: Л-43-9 (+4,2), Л-8114 (+8,6), Л-82/60 (+2,9), Л-33809-7-3 (+2,4), Stb-4 (+1,8), Stb-92 (+0,6) превысил сорт-стандарт Корнетто (38,0 ц/га). Исходя из изученного показателя количества влаги зерна, семена следует отнести к средней сухости (>15,5%). По показателю содержание белка изученные сортообразцы следует отнести к 1 классу (>14,5%), доля клейковины у всех превысила 28%, но у некоторых была ниже 32%, что соответствует 2 и 1 классу (ГОСТ 9353–2016).



# ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДА ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА КАРТОФЕЛЯ К ЗОЛОТИСТОЙ КАРТОФЕЛЬНОЙ НЕМАТОДЕ *GLOBODERA ROSTOCHIENSIS* (WOLL, 1923) BEHRENS

М.В. Конопацкая, И.Г. Волчкевич

РУП «Институт защиты растений», Беларусь, Минский р-н, Прилуки

Во всех странах, имеющих очаги цистообразующих картофельных нематод, основным экологически безопасным приемом защиты картофеля является возделывание нематодоустойчивых сортов. Поэтому оценка сортообразцов на устойчивость к золотистой картофельной нематоде (ЗКН, *Globodera rostochiensis* (Woll, 1923) Behrens.) является неотъемлемым звеном селекционного процесса. В настоящее время в Беларуси испытания сортообразцов картофеля различного генетического происхождения на глободероустойчивость проводят в лабораторно-полевых условиях согласно методическим рекомендациям «Оценка сортов и гибридов картофеля на устойчивость...» (2001 г.), используя биологическое тестирование [1].

При проведении биотеста для определения восприимчивости сорта картофеля к ЗКН используются методы основанные на учете количества цист на корневой системе растений. Однако этот метод продолжительный по времени, и его результаты зависят от физиологического состояния опытных растений и условий окружающей среды. Кроме того, испытание селекционного материала на восприимчивость к *G. rostochiensis* проводятся с использованием высокой инвазионной нагрузки ЗКН патотип Ro1 7 тыс. яиц и личинок (или 25–35 цист) на 100 см<sup>3</sup> почвы. Устойчивость образцов определяют через 10 недель после появления всходов, когда на корнях растений появляются золотисто-желтые самки нематоды [1].

В связи с этим, целью наших исследований являлось совершенствование метода оценки устойчивости селекционного материала картофеля к *G. rostochiensis* на основе оптимизации плотности инвазионной нагрузки нематоды в почве, а также сокращения сроков проведения испытаний и трудовых затрат.

По результатам исследований, проведенных в 2021–2023 гг., выявлено, что в лабораторных условиях золотисто-желтые цисты на корневой системе растений картофеля образовывались на 2 недели раньше, чем в вегетационно-полевом опыте. Установлено, что нагрузка 15 цист/растение достаточна для развития и размножения ЗКН, а также для достоверной оценки устойчивости сортов к нематоде.

При сравнительной оценке селекционных гибридов по стандартной и оптимизированной методикам было исследовано 15 сортообразцов. При этом совпадение результатов по степени устойчивости к ЗКН составило 86,7 %.

Таким образом, на основании проведенных исследований усовершенствован метод определения устойчивости селекционного материала к ЗКН, который включает в себя использование инвазионной нагрузки в количестве 3 тыс. личинок (или 15 цист) на 100 см<sup>3</sup> почвы, проведение предварительного испытания сортообразцов на глободероустойчивость 2-ого года в зимний период в контролируемых климатических условиях и позволяет снизить плотность инвазионной нагрузки в 2,5 раза, сократить сроки проведения испытаний на 1 год и перераспределить трудовые затраты в течении календарного года.

## Список литературы:

1. Оценка сортов и гибридов картофеля на устойчивость к раку и глободерозу на совмещенном и отдельных фонах / БелНИИ защиты растений; авт.-сост. Д. Е. Портянкин, Б. С. Толкачев. – Минск, 2001. – 24 с.

## К 50-ЛЕТИЮ ЛАБОРАТОРИИ ИММУНИТЕТА РАСТЕНИЙ ФГБНУ «ФАНЦ ЮГО-ВОСТОКА»

Э.А. Конькова

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока», г. Саратов

\*e-mail: [Baikenowaea@mail.ru](mailto:Baikenowaea@mail.ru)

Лаборатория иммунитета растений к болезням и вредителям в НИИСХ Юго-Востока была создана в 1974 году. Одним из важных направлений исследований было создание исходного материала пшеницы с комплексной устойчивостью к наиболее вредоносным заболеваниям пшеницы, контроль за популяциями патогенов, а также разработка методов комплексных оценок на устойчивость к патогенам. Целью научной деятельности лаборатории был поиск источников устойчивости к основным болезням (бурая ржавчина, мучнистая роса, пыльная и твердая головня, вирусные болезни) и вредителям (шведская муха, стеблевой хлебный пилильщик).

Активное участие в выполнении исследовательских работ в разные годы принимали сотрудники: Веденева М.Л., Маркелова Т.С., Кириллова Т.В., Кудимова Л.М., Анисеева Н.В., Иванова О.В., Балабашина Г.П., Салмова М.Ф. и другие.

Изучение фундаментальных основ фитопатологии и иммунитета растений к болезням, научно-обоснованных методов защиты зерновых культур, в последующие годы становится одним из приоритетных направлений лаборатории.

В настоящее время в лаборатории иммунитета ведутся активные исследования возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы. Оценена динамика вирулентности *P. graminis*, определено наличие наиболее вредоносных патотипов и выявлены эффективные гены устойчивости к данному патогену [1].

Пристальное внимание уделяется возбудителям пятнистостей на зерновых. Изменение климата, несоблюдение правил агротехники, антропогенное влияние на агроценозы привело к накоплению инфекционного материала и провоцированию его агрессивности. Проводятся исследования по идентификации возбудителей пятнистостей, их биологии, а также устойчивости селекционного материала к ним [2].

Проведены важные исследования в области вирусологии. Изучен видовой состав вирусных болезней пшеницы в регионе, проведена их идентификация, охарактеризована взаимосвязь в системе вирус-насекомое-переносчик [3].

Ежегодно в вегетационные периоды проводятся маршрутные фитосанитарные обследования посевов в различных агроклиматических зонах Саратовской области. Производится сбор инфекционного материала для последующего его изучения.

Сотрудники лаборатории иммунитета регулярно публикуют свои исследования, сотрудничают с ведущими селекционерами ФАНЦ Юго-Востока, взаимодействуют с учеными-фитопатологами Всероссийского института защиты растений.

### Список литературы

1. Конькова Э.А. Характеристика вирулентности возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы в условиях Саратовской области. Аграрный научный журнал. 2021. №8. С. 23-27.
2. Конькова Э.А., Лящева С.В., Зеленева Ю.В., Коваленко Н.М. Характеристика перспективных сортов пшеницы (*Triticum aestivum* L.), допущенных к возделыванию в Нижневолжском регионе, по устойчивости к пиренофорозной и темно-бурой пятнистости. 2023. Т.58. №5. С. 852-863.
3. Маркелова Т.С., Бауменова Э.А. Динамика численности цикадки полосатой (*Psammotettix striatus* L.) и распространение мозаики озимой пшеницы в условиях Нижнего Поволжья. Сельскохозяйственная биология. 2013. №3. С. 117-123.

## ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К КИЛЕ (*PLASOMIOPHORA BRASSICAE* WOR.) ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР РОДА *BRASSICA* L.

Д.Л. Корнюхин\*, Ф.А. Беренсен, А.М. Артемьева

ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР),  
Санкт-Петербург

\*e-mail: d.kornjuhin@vir.nw.ru

Культуры рода капуста *Brassica* L. занимают в мире более 10 % пахотных земель. Кила, вызываемая *Plasmiophora brassicae* Wor. - одно из самых распространённых и опасных заболеваний культурных и диких растений семейства капустные Brassicaceae Burnett, губит до 20% урожая. Закиленные почвы составляют в России минимум 25% пашни. Споры быстро эволюционирующего патогена сохраняют способность к инфекции до 20 лет, агротехнические мероприятия не обеспечивают полной защиты, особенно с учетом наличия сорных растений-резерватов. Длительный селекционный процесс привел к обеднению генетической базы килоустойчивости капустных культур.

Мировая коллекция ВИР включает широкое генетическое разнообразие овощных капустных культур: 2584 образцов капусты огородной *Brassica oleracea* L., 686 обр. корнеплодной репы *B. rapa* L., 1058 обр. капустных культур *B. rapa* L., 287 обр. брюквы *B. napus* L., 125 обр. горчицы сарептской *B. juncea* Czern. В результате многолетних исследований коллекций Brassicaceae ВИР на естественном и искусственном фонах, проводимых с 20-х годов прошлого века, установлены особенности распределения устойчивости к киле экономически значимых овощных культур и агроэкологических сортотипов капусты огородной, репы, брюквы *B. napus* L., выявлены устойчивые образцы. Определена географическая приуроченность устойчивых образцов трех видов рода.

Для настоящего исследования из коллекции ВИР были отобраны 118 образцов, представляющим 15 капустных овощных культур, принадлежащим к четырём видам рода *Brassica* L. Эксперимент по искусственному заражению образцов килей проводился по методике ВИР (Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 290. Капуста (устойчивость сортов к киле). Л, 1980. 72 с.). Каждый образец изучали в трех повторностях. Оценка поражения в баллах определяли по шкале от 0 до 4, после чего высчитывали показатель интенсивности (степени развития) болезни в % по формуле А.Е. Чумакова (1974).

По результатам исследования в группу устойчивых (максимальная степень развития болезни 25%) вошли 17 образцов (14,4% выборки), в группу образцов с промежуточной реакцией – 77 (65,3%), в группу восприимчивых (степень развития болезни больше 75%) – 24 (20,2%). Большую часть устойчивых образцов составили образцы репы корнеплодной, в частности, образец de Nancy a feuille entiere (вр.к. 2400, Франция), образцы белокочанной капусты и брюквы из стран Атлантического побережья и севера Европы, а также образцы пекинской капусты российской селекции (ТСХА). Количество образцов с промежуточной реакцией было наибольшим. Среди них отмечено 24 с высокой внутрипопуляционной вариабельностью степени устойчивости, и имевших высокоустойчивые (балл поражения 0) генотипы во всех трёх повторностях, что делает перспективным индивидуальный отбор с целью создания линейного материала для селекции на устойчивость к киле. Восприимчивыми к киле оказались большинство образцов горчицы листовой, капусты пекинской и китайской и некоторые образцы брокколи и цветной капусты.

С использованием опубликованных молекулярных маркеров выделен комплекс преобладающих рас и патотипов килы на Северо-Западе России, в основном районе закиленных почв РФ с сильной вирулентностью патотипов: идентифицировали расу P1 по Some (1996), расу 4 по Williams (1966) и патотипы второй и четвертой расы по корейской классификации (Jo et al., 2011; Kim et al., 2016). Выявлены эффективные маркеры генов устойчивости к основным российским патотипам возбудителя.

Благодарности: исследование выполнено в рамках ГЗ ВИР FGEM-2022-0003

## УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ И ОБРАЗЦОВ ЯЧМЕНЯ К ЧЕТЫРЕМ ПАТОТИПАМ *BIPOLARIS SOROKINIANA*

Н.М. Лашина\*, О.С. Афанасенко

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\*e-mail: nlashina@mail.ru

Ячмень является основной кормовой культурой и ценным сырьем для пивоваренной промышленности. Темно-бурая пятнистость, вызываемая гемиботрофным грибом *Bipolaris sorokiniana*, является широко распространенной и вредоносной болезнью ячменя, поэтому генетически защищенные сорта являются наиболее конкурентоспособными. Целью исследования являлась характеристика устойчивости к различным патотипам *B. sorokiniana* 100 образцов ячменя, отличающихся различным уровнем устойчивости, как в фазе проростков, так и взрослых растений, отобранных нами в результате многолетних исследований коллекционного материала ВИР (Novakazi et al., 2019).

Устойчивость проростков ячменя оценивали в контролируемых условиях климатической комнаты ВИЗР, а взрослых растений на опытных полях пушкинских лабораторий ВИР и ВИЗР. Тип реакции на заражение *B. sorokiniana* оценивали в баллах по шкале, принятой в международной практике. В исследовании использовали 11 изолятов гриба *B. sorokiniana* различного географического происхождения, относящиеся к 4 патотипам на основании типов реакции к трем генотипам ячменя (сорт Bowman, линии ND5883 и NDB112), предложенных в качестве дифференциаторов Valjavec-Gratian, Steffenson (1997).

Большинство изучаемых сортов и образцов ячменя (25-45%) имели промежуточный тип реакции – балл «5» на заражение различными патотипами. К патотипу 0 (авирулентный ко всем дифференциаторам) выявлено 37% устойчивых генотипов ячменя, к патотипу 1 – 26%, к патотипу 2 – 20% и к патотипу 7 – 15%. Наибольшей агрессивностью отличались изоляты из Беларуси (патотип 1), к которым выявлено наибольшее число восприимчивых образцов с баллами 8-9.

По результатам проведенных полевых и лабораторных испытаний шесть образцов из Турции: к-06816, к-06827, к-06879, к-06880, к-06894, к-07751 показали высокую устойчивость до 4 баллов по 9-балльной шкале в полевых условиях на взрослых растениях, но ко всем 4-м патотипам на стадии проростков были восприимчивы. В эту же группу попали по одному образцу ячменя из Египта (к-08852) и России (к-04306), а также сорта Cowta 37 из Австралии и Hooded Jet из Северной Америки. Противоположную реакцию показал сорт из Великобритании Spratt – ювенильная устойчивость с типом реакции до 5 баллов была ко всем изолятам *B. sorokiniana*, а на взрослых растениях в поле тип реакции в баллах составил 6 и выше. Высокий уровень устойчивости к *B. sorokiniana*, как в фазе проростков, так и взрослых растений, показали тринадцать шестирядных генотипов ячменя и два двурядных.

### Список литературы:

- Novakazi F., Afanasenko O., Lashina N., Platz G., Snowdon R., Loskutov I., Ordon F. Genome-wide association studies in a barley (*Hordeum vulgare*) diversity set reveal a limited number of loci for resistance to spot blotch (*Bipolaris sorokiniana*). *Plant Breeding*. 2019; 139(16): 1-15 DOI:10.1111/pbr.12792.
- Valjavec-Gratian M., Steffenson B.J. Pathotypes of *Cochliobolus sativus* on barley in North Dakota. *Plant Disease*. 1997; 81(11): 1275-78. DOI: 10.1094/PDIS.1997.81.11.1275.

Исследования поддержаны грантом РФФ № 24-26-00072.

## УСТОЙЧИВОСТЬ ОБРАЗЦОВ ГОЛОЗЕРНОГО ЯЧМЕНЯ К МУЧНИСТОЙ РОСЕ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

К.А. Лукина\*, Р.А. Абдуллаев, О.Н. Ковалева

Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

\*e-mail: k.lukina@vir.nw.ru

Ячмень (*Hordeum vulgare* L.) является одной из важнейших и широко распространенных зерновых культур. В настоящее время большое внимание уделяется группам голозерного ячменя, различные формы которых обладают рядом биохимических преимуществ в сравнении с пленчатыми и не требуют больших затрат на механизированную переработку. Устойчивость к различным болезням отражается на качестве получаемого зерна. Группа голозерных ячменей отличается небольшим количеством известных источников устойчивости к патогенам. К одному из наиболее вредоносных заболеваний ячменя относится мучнистая роса (возбудитель *Blumeria graminis* (DC.) Golovin ex Speer f. sp. *hordei* Marchal), которая встречается во всех регионах возделывания культуры. В годы эпифитотий грибок может приводить к снижению урожайности до 50%. Селекция на иммунитет считается наиболее выгодным и экологически безопасным способом борьбы с мучнистой росой для увеличения сбора зерна. Мировая коллекция Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР) является богатым источником исходного материала для селекции. Правильно подобранный и хорошо изученный материал обеспечивает успех в создании новых устойчивых сортов ячменя. Цель настоящей работы – изучить набор голозерных форм ячменя из мировой коллекции ВИР в условиях Северо-Западного региона на устойчивость к мучнистой росе и выявить перспективные источники для вовлечения их в селекцию.

Изучение 270 образцов голозерного ячменя и 30 современных пленчатых сортов проведено на полях НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» в 2021-2023 гг. Оценка на естественном фоне проводилась в полевых условиях в период колошения и в фазу молочной спелости зерна. Устойчивыми и среднеустойчивыми оказались 79 образцов, преимущественно из Европы, местные формы Эфиопии, Японии и Индии.

Образцы, характеризующиеся устойчивостью в поле, оценили при искусственном заражении в лаборатории. В качестве инокулюма использовали северо-западную популяцию гриба, которую поддерживали на восприимчивом сорте Белогорский. По результатам оценки выявлено 5 высокоустойчивых образцов: к-31058 (США) – голозерный; к-31332, к-31380, к-31488, к-31494 (Германия) – пленчатые. Умеренно устойчивыми оказались 6 изученных генотипов: к-20923, к-25801 (Германия), к-27165 (Боливия), к-29911 (Польша), к-30231 (США) – голозерные и пленчатый к-27295 (Германия). Гетерогенными при искусственной инокуляции оказались 15 исследованных форм.

Современные пленчатые сорта европейской селекции характеризуются устойчивостью к мучнистой росе, обусловленной в основном наличием гена *ml11*. Это является одним из основных факторов преимущества данных сортов перед сортами российской селекции. С помощью молекулярного скрининга устойчивых и гетерогенных образцов идентифицировано наличие гена *ml11* у 5 пленчатых современных сортов из Германии и у 4 голозерных. Выделенные образцы ячменя могут служить исходным генетическим материалом для использования в селекционных программах по созданию устойчивых к мучнистой росе голозерных сортов.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-76-00005, <https://rscf.ru/project/23-76-00005/>

## РЕЗУЛЬТАТЫ 20-ЛЕТНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ВИЗР ПАТОСИСТЕМЫ TRITICUM AESTIVUM –PYRENOPHORA TRITICI-REPENTIS

(посвящается памяти д. б. н. Людмилы Александровны Михайловой)

Н.В. Мироненко\*, Н.М. Коваленко

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\*e-mail: nina2601mir@mail.ru

Желтая пятнистость листьев, вызываемая грибом *Pyrenophora tritici-repentis* (*Ptr*), – экономически значимая болезнь пшеницы. Изучение генетических ресурсов устойчивости пшеницы к *Ptr*, а также различных аспектов взаимоотношений патогена и растения-хозяина в данной патосистеме сохраняет свою актуальность.

В 2002-2014 годах под руководством д.б.н. Михайловой Л.А. в ВИЗРе проводились исследования патосистемы *T. aestivum* – *P. tritici-repentis*. В результате были разработаны методы и подобраны условия культивирования и получения конидиального спороношения патогена на искусственной среде; подобраны сорта пшеницы, дифференцирующие изоляты патогена по вирулентности; разработаны методы скрининга коллекционных образцов пшеницы на устойчивость к *Ptr*. Разработанные методы позволили изучить расовый состав природных популяций *Ptr* на Северо-Западе России, в Краснодарском крае, Дагестане, показать изолированность популяций *Ptr* в пространстве, изучить структуру популяций по вирулентности, показать действие стабилизирующего отбора против лишних генов вирулентности, сформировать банк источников устойчивости пшеницы к *Ptr*; создать банк генетически разнородных доноров устойчивости пшеницы к *Ptr*, включая тетраплоидные и гексаплоидные виды пшеницы и виды *Aegilops*.

Начиная с 2015 года в ВИЗРе проводятся молекулярно-генетические исследования взаимоотношений паразита и растения-хозяина в данной патосистеме. Оценка коллекционных образцов пшеницы на устойчивость к *Ptr* сопровождается идентификацией ДНК маркеров генов восприимчивости пшеницы к *Ptr* – *Tsn1*, *Tsc2*, *Tsc1*, а изучение расового состава популяций дополняется идентификацией генов-эффекторов *ToxA*, *ToxB*, *ToxC* и генотипированием изолятов *Ptr* с использованием ДНК маркеров (RAPD, УП-ПЦР, SSR). В результате RAPD и SSR генотипирования изолятов показаны генетические различия между популяциями, подтверждена гипотеза о наличии дифференцированных географических популяций *Ptr* на территории России. Мониторинг популяций по наличию в изолятах гена *ToxA* позволил выявить снижение частоты изолятов *ToxA+* при расширении ареала популяций на северо-запад. Ген *ToxB*, кодирующий синтез токсина, индуцирующего хлороз, не выявлен в РФ. Выявлены несоответствия между генотипом изолята по генам эффекторам и фенотипом устойчивости сорта, что свидетельствует о существовании иных генов эффекторов и /или отсутствии экспрессии гена-эффектора.

Статистически значимой сопряженности между присутствием доминантных аллелей *Tsn1* в сортах пшеницы и проявлением восприимчивости к *Ptr* не обнаружено.

Начаты исследования экспрессии гена *ToxA* и гена фактора транскрипции *PtrPf2* in vitro и in planta с помощью метода RT-PCR. Показано, что изоляты *Ptr* характеризуются различной экспрессией *ToxA* in vitro и *ToxA* дифференциально экспрессируется в разные временные периоды после инокуляции сорта Glenlea. Изучаются механизмы изменчивости вирулентности *Ptr* с использованием методов количественной ПЦР и секвенирования. Изучен генетический полиморфизм ядер *Ptr* с генами *ToxA* и *ToxB*; доказано существование в природе гетерокарионов *Ptr* по генам-эффекторам; обнаружены инсерции в гене *ToxA*, изучается природа инсерционных элементов.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ STB-ГЕНОВ УСТОЙЧИВОСТИ ПШЕНИЦЫ ПРОТИВ ZIMOSEPTORIA TRITICIS НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Е.В. Пахолкова, Н.Н. Сальникова

Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии  
epaholkova@mail.ru

Септориозная пятнистость листьев пшеницы, вызываемая грибом *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaedvl. & Crous (синоним: *Septoria tritici*, телеоморфа *Mycosphaerella graminicola*), представляет угрозу в регионах с высокой влажностью и умеренными температурами. В нашей стране этот вид доминирует в септориозном комплексе на посевах пшеницы в таких крупных зерносеющих регионах, как Северо-Кавказский и Центрально-Черноземный, а также в Калининградской области, где его представленность по средним многолетним показателям достигает 73,8-81,6%. В Поволжском регионе его доля составляет 60,4%; в Центральном, Волго-Вятском и Северо-Западном регионах - 42,5-50,0%, в Западной Сибири - 21,5%. При этом в Центральном, Северо-Западном и Волго-Вятском регионах отмечена тенденция нарастания частоты его встречаемости.

Селекция устойчивых сортов пшеницы является наиболее эффективным и экологически чистым методом борьбы с болезнями. Поэтому введение Stb-генов устойчивости в новый селекционный материал является эффективной стратегией контроля *Z. tritici*. Однако использование определенного Stb-гена в селекционных программах не будет целесообразным, если часть популяции патогена является вирулентной на сорте, несущем этот ген.

Целью наших исследований являлось оценить степень эффективности известных Stb-генов по отношению к региональным популяциям *Z. tritici* на территории России. В опытах использовали 412 моноспоровых изолятов гриба, выделенных из 23 областей 8 регионов РФ: Северо-Кавказского, Центрально-Черноземного, Центрального, Поволжского, Северо-Западного, Волго-Вятского, Западно-Сибирского и из Калининградской области. Оценку их вирулентности проводили на 8 сортах пшеницы с известными генами устойчивости: Bulgaria 88 (Stb1), Veranopolis (Stb2), Israel 493 (Stb3), Tadinia (Stb4), CS/Synthetic 7D (Stb5), Flame (Stb6), Estanzuela Federal (Stb7) и W7984 (Stb8). Пораженность растений оценивали в фазу 2-х листьев, руководствуясь разработанными методиками [1, 2].

В регионах, где вид *Z. tritici* доминирует в септориозном комплексе, чаще встречались широковирулентные штаммы гриба, способные преодолевать устойчивость 4- 6 Stb-генов. В целом же на территории России преобладали генотипы гриба, вирулентные к сортам пшеницы, несущим гены устойчивости Stb1, Stb2, Stb5 и Stb7. Частота вирулентности к ним составляла от 11,8 до 93,7% в зависимости от региона. Высокоэффективными против *Z. tritici* практически для всех регионов являются гены Stb6 и Stb8: частота вирулентности к ним находилась в пределах 0-6,2%. Хорошей эффективностью также обладает ген Stb3: сорт Israel 493 редко поражался изолятами *Z. tritici* из всех популяций (в среднем 0-17,1% вирулентных изолятов). К гену Stb4 обнаружено 0-40,9% вирулентных изолятов, при этом он показал высокую эффективность против популяций гриба из Центрально-Черноземного, Центрального, Северо-Западного, Волго-Вятского и Западно-Сибирского регионов.

### Литература

1. Санина А.А. Физиологическая специализация *S. tritici* Rob. et Desm. // Микология и фитопатология. 1991. Т. 25. Вып. 4. С. 338–341.
2. Отбор исходного материала для создания сортов пшеницы с длительной устойчивостью к септориозу. Методические рекомендации / сост. Коломиец Т.М., Пахолкова Е.В., Дубовая Л.П. М.: Печатный город. 2017. 56 с.

# МЕХАНИЗМЫ ДЛИТЕЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПШЕНИЦЫ К СТЕБЛЕВОЙ И БУРОЙ РЖАВЧИНЕ С ПОЗИЦИЙ ТЕОРИИ РТИ-ЕТИ

Л.Я. Плотникова<sup>1\*</sup>, В.В. Кнауб<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, Омск

\*e-mail: [lya.plotnikova@omgau.org](mailto:lya.plotnikova@omgau.org)

По данным FAO (2021) ржавчинные болезни пшеницы относятся к наиболее опасным для продовольственной безопасности населения биотическим факторам. Для стабильной защиты пшеницы необходимо создавать сорта с длительной устойчивостью к патогенам. Перспективным считается перенос защитных механизмов видов-нехозяев (НХР) в культурные растения-хозяева. В 2000-х гг. Dangle предложил теорию существования двух различных генетических систем защищающих растения от неспециализированных (РТИ) и специализированных (ЕТИ) патогенов. По мере проверки теории было установлено, что механизмы РТИ и ЕТИ могут перекрываться и частично совпадать (Yuan et al., 2021). В связи с этим актуально изучение НХР к возбудителям стеблевой *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* Erikss. and Henn (*Pgt*) и бурой ржавчины *P. triticina* Erikss. (*Ptr*), а также выявление действия *Sr* и *Lr* генов, проявивших длительный эффект к болезням в регионах мира.

На примере взаимодействия *Pgt* и *Ptr* показано, что только на видах сем. *Poaceae* грибы способны взаимодействовать с поверхностью и формировать аппрессории на устьицах. *Pgt* на растениях ржи *Secale cereale* L., пырее удлинённом *Thinopyrum ponticum* (Podp.) Z.-W. Liu & R.-C. Wang и *Aegilops speltoides* Tausch образовывал в 2-8 раз меньше аппрессориев, чем на восприимчивом сорте мягкой пшеницы, и развитие прекращалось без попыток внедрения в ткани (Plotnikova et al., 2022, 2023). Формирование аппрессориев *Ptr* было подавлено при развитии на *Th. ponticum*, *Hordeum vulgare* L., *Ae. speltoides*, и гриб погибал при попытке проникновения в устьица после генерации активных форм кислорода (АФК) замыкающими клетками. На сортах пшеницы с генами от *S. cereale* (*Sr31*), *Th. ponticum* (*Sr24*, *Sr25*, *Sr26*), *Ae. speltoides* (*Sr39*) усилилось образование аппрессориев *Pgt*, но дополнительно проявилась генерация АФК на устьицах. Развитие *Ptr* на НХР и растениях с генами от *Th. ponticum* (*Lr19* и *Lr24*) и *Ae. speltoides* (*Lr28*, *LrSp*, *Lr47*) было аналогичным. У редких изолятов *Pgt* и *Ptr*, способных формировать мелкие пустулы на интрогрессивных образцах, большая часть колоний не была способна формировать гаустории и погибала без реакции СВЧ.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что защитные механизмы НХР злаков и образцов пшеницы с интрогрессивными из них генами приводят к гибели значительной части инокулюма *Pgt* и *Ptr* на поверхности до проявления окислительного взрыва, свидетельствующего об узнавании и активации защитных реакций. Интрогрессивные гены с длительным эффектом определяют защитные механизмы сходные с действием НХР. Наши результаты подтверждают мнение Yuan с соавторами (2021), что РТИ и ЕТИ представляют собой единую систему.

## Список литературы

Plotnikova L.Ya., Knaub V., Pozherukova V. (2023) Nonhost resistance of *Thinopyrum ponticum* to *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* and the effects of the *Sr24*, *Sr25*, and *Sr26* genes introgressed to wheat. *International Journal of Plant Biology* 14: 435-457. <https://doi.org/10.3390/ijpb14020034>

Plotnikova L.Ya., Pozherukova V., Knaub V., Kashuba Y. What was the reason for the durable effect of *Sr31* against wheat stem rust? (2022) *Agriculture*. 12:2116. <https://doi.org/10.3390/agriculture12122116>

Yuan M., Ngou B.P.M., Ding P., Xin X-F. PTI-ETI crosstalk: an integrative view of plant immunity (2021) *Current Opinion in Plant Biology* 62:102030. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2021.102030>



## СКРИНИНГ ОБРАЗЦОВ ЯЧМЕНЯ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ОБЫКНОВЕННОЙ ЗЛАКОВОЙ ТЛЕ

Е.Е. Радченко, Д.Е.\* Акимова

Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

\*[veronikadari@yandex.ru](mailto:veronikadari@yandex.ru)

Существенный ущерб посевам ячменя в основных зерносеющих регионах юга России может причинять обыкновенная злаковая тля *Schizaphis graminum* Rondani. Наиболее предпочтительной зерновой культурой для питания вредителя является ячмень, наименее предпочтительными – рожь и рис. Даже при сравнительно невысокой численности тли может отмечаться существенное снижение урожая. Наиболее ощутимый вред озимым и яровым посевам фитофаг наносит при миграции на поля в фазу всходов. Возделывание устойчивых сортов считается эффективным и экологически безопасным способом борьбы с этим насекомым. К сожалению, присущая *S. graminum* специфичность взаимодействия с генотипами ячменя зачастую приводит к утрате эффективности генов устойчивости. Возделывание на обширных площадях генетически однородных сортов может привести к огромным потерям урожая. Банк эффективных генов устойчивости может быть значительно пополнен, прежде всего, за счет местных образцов и стародавних сортов ячменя. В лабораторных экспериментах по устойчивости к краснодарской (Кубанская опытная станция – филиал ВИР, КОС ВИР, Гулькевичский район) популяции *S. graminum* оценили 3 выборки образцов, поступивших в коллекцию ВИР из Северной Америки (204 шт.), Эфиопии, Ирака и Ирана (193 шт.), Турции и Италии (99 шт.). Оценили также устойчивость к насекомому сорта Post (к-31204, США) с идентифицированным ранее геном устойчивости *Rsg1*. Насекомое вызывает некротизацию растительной ткани в месте питания, что позволяет относительно просто тестировать устойчивость растений. Семена высевали рядами в пластиковые кюветы, наполненные нестерильной смесью почвы, песка и торфа. В каждую кювету помещали по одному рядку неустойчивого контроля (сорт Белогорский), 10 рядков испытываемых форм, а также сорт Post. Насекомых разводили на проростках пшеницы сорта Ленинградская 98. На ювенильные растения стряхивали разновозрастных тлей (4–5 особей на растение) и при гибели контроля (обычно на 10–14 день после заселения) определяли поврежденность растений каждого образца по шкале: 0 – нет повреждений, 1 – повреждено 1–10% листовой поверхности, 2 – 11–20%, ..., 10 – 91–100%. Растения с баллами 1–4 (повреждено до 30% листовой поверхности) относили к классу устойчивых, 9–10 – восприимчивых. Выделившиеся по устойчивости образцы тестировали повторно. Выделили 14 гетерогенных по устойчивости образцов, у которых выявлены растения с высоким (1–4 балла) уровнем устойчивости к *S. graminum*: к-17652, к-17662, к-17679, к-17680, к-17834, к-17835, к-18541, к-19301 (США), к-19304 (Канада), к-3456, к-3518, к-8712 (Эфиопия), к-6447, к-16981 (Иран). Все образцы из Италии и Турции сильно повреждались насекомым. Значительная изменчивость признака может обуславливаться проявлением генов с низкой экспрессивностью и/или (что более вероятно) присутствием в краснодарской популяции обыкновенной злаковой тли клонов, различающихся по вирулентности к изученным формам ячменя. Поврежденность растений сорта Post варьировала от 7 до 9 баллов, то есть в краснодарской популяции насекомого преобладают клоны, вирулентные к этому сорту. Очевидно, образцы, поврежденность устойчивых компонентов которых составляла 1–4 балла, защищены аллелями генов устойчивости, отличающимися от идентифицированного ранее гена *Rsg1*.

## СЕЛЕКЦИЯ НА ГРУППОВУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ К ВИДАМ РЖАВЧИНЫ В КАЗАХСТАНЕ

Ш.С. Рсалиев<sup>1\*</sup>, Р.А. Уразалиев<sup>1</sup>, А.Д. Мауленбай<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства (КазНИИЗиР), Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности (НИИПББ), Гвардейский, Казахстан

\*e-mail: shynbolat63@mail.ru

Труднейшей, в то же время наиболее актуальной задачей селекции является соединение в одном и том же сорте иммунитета одновременно к различным болезням [1]. Создавая болезнеустойчивый сорт, селекционер должен учитывать возможности изменения расового состава возбудителей болезней с появлением новых рас и патотипов. Отсюда особое значение приобретает групповой иммунитет. Групповая устойчивость растений к болезням – это свойство растений противостоять двум-трем видам болезни, обусловленное сочетанием или сцеплением нескольких генов устойчивости к возбудителям болезней в одном генотипе.

В настоящее время, в связи с изменением климата на юго-востоке Казахстана на посевах озимой пшеницы развиваются стеблевая, желтая и листовая ржавчина, и многие допущенные сорта в регионе поражаются указанными болезнями. Однако в коллекционном материале имеются сорта и линии, обладающие одновременно устойчивостью к видам ржавчины. Отдельные из них содержат комплекс Sr-, Lr-, Yr-генов устойчивости.

Нами проведены полевые опыты с использованием сортов отечественной, российской и французской селекции. Также изучены линии из селекционных и коллекционных питомников КазНИИЗиР, из научных центров СИММИТ, ИКАРДА и других организаций. В полевых условиях на провокационном фоне большинство сортов озимой пшеницы являются восприимчивыми к трем видам ржавчины. Исключением являются отдельные сорта и линии (Ахмат, Безостая 100, Вавилов, Евклид, SWW 1/904), проявляющие среднюю устойчивость к листовой и желтой ржавчинам.

В условиях теплицы проведена оценка устойчивости сортов и селекционных линий озимой пшеницы к расам стеблевой, листовой и желтой ржавчины. Для заражения проростков пшеницы использовали распространенные в Казахстане расы возбудителей *Puccinia graminis f.sp. tritici* (ТНМТГ и QННСF), *P. tritici* (ТGTGT и КНТBS) и *P. striiformis* (7E159, 31E158), маркированных вирулентностью по Sr-, Lr-, и Yr- генам [2, 3, 4]. Групповую устойчивость к распространенным расам трех видов ржавчины проявили линии 1127-7, 22353K, 22372K, 18410-1. Устойчивыми к расам стеблевой и листовой ржавчины были линии 2041-7, 20403-2, 20521-1, 20948-1, 21730-1; стеблевой и желтой ржавчины – 1013, 21203-11-3; листовой и желтой ржавчины – Д952Сар, 21692-2-1, 22180-1. В настоящее время указанные линии проходят испытания в различных селекционных питомниках для отбора по другим хозяйственно-ценным признакам и используются в гибридизации.

Исследование финансируется Комитетом науки МНВО РК, грант ИРН АР19677043.

### Библиографический список:

1. Вавилов НИ (1967) Избранные произведения. 2-том. Ленинград. 478 с.
2. Rsaliyev A, Yskakova G, Maulenbay A, Zakarya K, Rsaliyev S (2020) Virulence and race structure of *Puccinia graminis f.sp. tritici* in Kazakhstan. *Plant Prot. Sci.* 56:275–284.
3. Мауленбай АД, Ыскакова ГШ, Рсалиев АС (2020) Вирулентность и расовый состав *Puccinia tritici* в Казахстане в 2018 г. Вестник науки КазАТУ им. С.Сейфуллина 3(106):25–35.
4. Рсалиев ШС, Тилеубаева ЖС, Рсалиев АС, Агабаева АЧ, Мамадалиев СМ (2008) Способ дифференциации рас (патотипов) желтой ржавчины пшеницы (*Puccinia striiformis f.sp. tritici*). Инновационный патент на изобретение KAZ 22702.

## ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СОРТОВ И ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ К КОМПЛЕКСУ ПАТОГЕНОВ

А.В. Хютти<sup>1\*</sup>, А.В. Митюшкин<sup>2</sup>, Е.А. Симаков<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

<sup>2</sup>ФГБНУ "Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха", Москва

\*e-mail: khiutti@mail.ru

Скрининг отечественных сортов и перспективных гибридов картофеля на устойчивость к вирусу веретеновидности клубней картофеля (PSTVd), фитофторозу (*Phytophthora infestans*) и ризоктониозу (*Rhizoctonia solani*) проведен в лабораторных условиях ФГБНУ ВИЗР с использованием климатических комнат и камер РНСВІ MLR-352-РЕ, Binder KBF 720 и Jiuro ВРС600Н.

Для инокуляции растений PSTVd использовали два агрессивных штамма: NicTr-3 (LC654171) и FP10-13 (LC523676), для инокуляции фитофторозом изолят МР1841 с 11 генами вирулентности 1.2.3.4.5.6.7.8.9.10.11, который любезно предоставлен доктором Jadwiga Śliwka (IHAR), заражение ризоктониозом осуществляли популяцией *R. solani* относящейся к третьей анастомозной группе – изолят VZR-RS-AG3PT.

Растительный материал состоял из 40 сортов и 26 гибридов картофеля селекции ФГБНУ "Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха": Ариэль, Армада, Артур, Беркут, Василек, Восторг, Вымпел, Гранд, Гренадер, Гулливер, Жуковский ранний, Зоя, Алания, Каприз, Фобос, Командор, Конкурент, Корнет, Краса Мещеры, Крепыш, Лорх, Метеор, Мираж, Монах, Навигатор, Романтик, Рубин, Садон, Салют, Сапсан, Синеглазка 2016, Спринтер, Сюрприз, Тайфун, Удача, Фаворит, Фиолетовый, Флагман, Фрителла, Экстра и 1731-1, 1755-23, 1755-41, 1789-4, 1800-3, 1860-2, 1903-3, 1915-8, 1916-1, 1923-3, 1997-1, 1997-3, 1997-5, 2010-20, 2060-1, 2123-2, 2229-6, 2285-1, 2303-1, 2323-9, 4434-1, 4560-2, 4582-2, 4614-12, 4644-39, 4769-1.

Тестирование растительного материала к PSTVd проводили согласно методике описанной в статье Mackie et al. (2019), к фитофторозу (отдельные листья и ломтики) по методикам – Zarzycka (2001), Зотеевой и др. (2004), к фитофторозу (целые растения и целые клубни) – Khiutti et al. (2015), Cruickshank et al. (1982), к ризоктониозу – Genzel (2017). В зависимости от метода оценки образцы подразделяли на устойчивые и восприимчивые с промежуточными градациями (только для *P. infestans*, *R. solani*). В качестве восприимчивых контролей использовались сорта зарубежной селекции: Colomba (PSTVd, *P. infestans*, *R. solani*), Desiree (*P. infestans*). В качестве устойчивых – Alouette, Sargo Mira (*P. infestans*). Оценка проводилась в двух биологических повторностях, в каждой повторности оценивали по 10 растений.

Согласно полученным результатам, высоким уровнем устойчивости к вирусу веретеновидности клубней картофеля отличались сорта Фобос и Флагман, при проведении молекулярного анализа в листьях которых не диагностировался PSTVd, в отдельных клубнях – только на поздних циклах ОТ-ПЦР-РВ. Гибриды 4634-8, 1903-3, 1915-8, 2285-1, 4769-1 обладали полной (листья и клубни) устойчивостью к PSTVd.

Результаты оценки показали, что по устойчивости к фитофторозу ботвы выделились образцы Ариэль, Гранд, Мираж, Экстра, 2123-2, 4582-2; по устойчивости к фитофторозу клубней: Гранд, Зоя, Корнет, Метеор, Мираж, Садон, Сюрприз, 1997-1, 1923-3, 2123-2.

Устойчивость образцов к ризоктониозу определяли по совокупности поражения патогеном стеблей, столонов, а также клубней нового урожая. На основе этих данных высоким уровнем устойчивости обладали сорта Армада, Беркут, Вымпел, Командор, Корнет, Краса Мещеры, Крепыш, Метеор, Рубин, Сюрприз и гибриды 1800-3, 1997-1, 2123-2, 4434-1, 4582-2, 4614-12.

# ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ЖЕЛТОЙ РЖАВЧИНЕ СОВРЕМЕННЫХ РОССИСКИХ СОРТОВ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Е.Л. Шайдаюк<sup>1\*</sup>, Е.И. Гультяева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург*

\* *shaydayuk@bk.ru*

Желтая ржавчина пшеницы (возбудитель *Puccinia striiformis* West.) относится к болезням, имеющим региональное значение. С 2000 годов во всем мире отмечается расширение ее ареала вредоносности. Обусловлено это адаптацией патогена к высоким температурам и появлением новых высоко агрессивных рас, преодолевающих устойчивость широко возделываемых сортов. В России желтая ржавчина традиционно приурочена к предгорным районам Северного Кавказа. В последние годы она получила распространение и в других российских регионах: ЦЧР, Западная Сибирь, Поволжье, Северо-Запад. Генетическая защита – экологически безопасный метод защиты от патогена. Для ее успешной реализации необходима оценка потенциала устойчивости современных сортов. Целью данной работы являлось изучение устойчивости современных российских сортов мягкой пшеницы к возбудителю желтой ржавчины и идентификация *Yr*-генов. Материалом исследований послужили сорта озимой и яровой пшеницы впервые включенные в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2019-2023 гг. Всего изучено более 140 озимых и яровых сортов. Изучение ювенильной устойчивости проводили в лабораторных условиях в фазе проростков. Для инокуляции использовали образцы популяций из географически отдаленных регионов: Северо-Западный, Северо-Кавказский (Дагестан, Краснодар), Нижне-Волжский и Западно-Сибирский. Инфекционный материал характеризовался разным спектром вирулентности. С использованием молекулярных маркеров провели идентификацию генов *Yr2*, *Yr5*, *Yr7*, *Yr9*, *Yr10*, *Yr17*, *Yr18*, *Yr24* и *Yr25*.

В фитопатологическом анализе выявлены образцы с умеренной устойчивостью (к желтой ржавчине в фазе проростков (баллы: 0, 1, 2). К ним относились озимые сорта Тимирязевка 150, Акапелла, Вольница, Еланчик, Галатея, Полина, Хамдан, Шарм, Юбилей Дона, Пальмира 18, Подруга, Сирена, Федор, Кольчуга, Раздолье, Эн Воин и яровые Экада 214, КВС Джетстрим, Надира, Хазинэ. Большинство этих сортов характеризуются устойчивостью к болезни в полевых условиях. Озимые сорта Немчиновская 25, Маркиз и яровые Флоренс, Одета были поражены популяциями патогена, вирулентными к *Yr17*, что предполагает наличие у них этого гена. У других сортов отмечено варьирование типа реакции от устойчивого до восприимчивого в зависимости от используемой популяции.

Высокой эффективностью по отношению к российским популяциям патогена характеризуются гены *Yr5*, *Yr10*, *Yr15* и *Yr24*. С использованием молекулярных маркеров эти гены у выделенных устойчивых сортов не обнаружены. При этом определена широкая представленность возрастных генов *Yr17* и *Yr18* и ювенильного гена *Yr9*.

Для идентификации генов устойчивости к желтой ржавчине предложен большой набор маркеров. Мы оценили специфичность большинства из них (Rani et al., 2019). Для большинства маркеров *Yr*-генов показана их ограниченная дифференцирующая способность. Положительные продукты амплификации отмечали как у контролей, так и образцов без этих генов.

*Исследования поддержаны Российским научным фондом, проект №23-26-00042.*

## Список литературы

Ran, R., Singh R., Yadav N.R. Evaluating stripe rust resistance in Indian wheat genotypes and breeding lines using molecular markers. *Comptes Rendus Biol.* 2019, 342, 154–174. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2019.04.002>.

**СЕКЦИЯ 10.  
БИОРАЦИОНАЛЬНЫЕ ПЕСТИЦИДЫ И СТИМУЛЯТОРЫ ИММУНИТЕТА  
РАСТЕНИЙ**

## ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ НОВЫХ ГЕРБИЦИДОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

А.О. Берестецкий

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург  
e-mail: aberestetskiy@vizr.spb.ru

Применение химических гербицидов (ХГ) для борьбы с сорными растениями входит в технологии выращивания большинства основных сельскохозяйственных культур. Регулярное их использование может приводить к таким последствиям как загрязнение почвы и грунтовых вод, накопление их остатков в урожае, появление резистентных популяций сорных растений. В связи с этим актуальна разработка экологически малоопасных ХГ с новыми механизмами действия. Прототипами действующих веществ ХГ могут служить природные фитотоксины растительного или микробного происхождения. В докладе будут кратко рассмотрены: 1) основные современные тенденции в разработке химических гербицидов; 2) практические достижения в применении природных соединений для борьбы с сорняками; 3) использование фитотоксинов в качестве базовых структур синтетических гербицидов. Анализ последних достижений в этих направлениях позволил выделить важные подходы для создания биорациональных ХГ: 1) сочетание виртуального скрининга библиотек природных соединений с высокопроизводительным биотестированием отобранных веществ *in vitro* и *in vivo*; 2) компьютерное моделирование и оптимизация молекул с использованием физико-химических предикторов и молекулярного докинга; 3) разработка новых адъювантов и препаративных форм ХГ, в частности, наноразмерных, для снижения норм расхода действующих веществ и рисков их накопления в окружающей среде. Предполагается, что использование этих подходов в скором времени приведет к обнаружению новых перспективных гербицидных молекул для использования не только в органическом, но и в «неорганическом» сельском хозяйстве.

Работа выполнена при поддержке РФФ (проект № 22-16-00038).

## УВЕЛИЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БАКТЕРИЙ *BACILLUS THURINGIENSIS* С ПОМОЩЬЮ РНК ИНТЕРФЕРЕНЦИИ И НАНОЧАСТИЦ

И.М. Дубовский<sup>1\*</sup>, Е.В. Гризанова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Новосибирский государственный аграрный университет, Россия, Новосибирск

\* e-mail: dubovskiy2000@yahoo.com

Бактерии *Bacillus thuringiensis* (БТ) широко используют в качестве биологического инсектицида для борьбы с насекомыми-вредителями. Инсектицидная активность БТ в первую очередь обусловлена белковыми кристаллическими эндотоксинами (Cry), которые вырабатываются во время спорообразования и активируются в кишечнике насекомого-хозяина. К факторам вирулентности БТ также относятся энтеротоксины, гемолизины, фосфолипазы и металлопротеазы, которые продуцируются в вегетативных клетках и могут принимать участие в инфекционном процессе. Выявление активности факторов вирулентности БТ в средней кишке, а также участия систем защиты хозяина необходимо для дальнейшего совершенствования биопрепаратов и стратегий их применения. В результате исследований было показано, что совместное действие спор и Cry токсинов приводит к синергетическому эффекту в смертности колорадского жука. Описан вклад иммунной, детоксицирующей и антиоксидантной системы насекомых в защиту от бактериальной инфекции БТ. В работе рассмотрены возможности комбинации бактерий БТ и РНК интерферирующих продуктов, а также модифицированных наночастиц диоксида кремния для повышения эффективности биологических препаратов.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (грант № 22-16-20031) и Правительства Новосибирской области (№ р-4).

## НОВЫЕ ГРИБЫ-ПРОДУЦЕНТЫ ГЕРБИЦИДНЫХ МЕТАБОЛИТОВ, ВЫДЕЛЕННЫЕ ИЗ РАСТЕНИЙ РОДА *CIRSIUM*

Е.Г. Лукина<sup>1\*</sup>, И.А. Казарцев<sup>1</sup>, В.Р. Дубовик<sup>1</sup>, А.О. Берестецкий<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\*e-mail: elizaveta121999@mail.ru

В настоящее время в связи с высокой токсичностью химических гербицидов и появлением резистентных к ним форм сорных растений, все чаще рассматривается возможность создания более экологически безопасных препаратов, в качестве которых могут быть рассмотрены биорациональные гербициды – препараты, действующим началом которых являются фитотоксические метаболиты растений и микроорганизмов (Голубев, Берестецкий, 2021).

За последние годы было показано, что фомоидные микромицеты представляют группу перспективных продуцентов фитотоксинов (Berestetskiy et al., 2017). Из растений *Cirsium arvense* и *Cirsium pendulum* нами было выделено в чистую культуру несколько изолятов предположительно новых видов фомоидных грибов. Цель работы состояла в определении их потенциала в качестве продуцентов гербицидных метаболитов.

Для идентификации изолятов изучали морфолого-культуральные признаки, а также секвенировали последовательности локуса ITS и участков генов *tub2* и *tef1-a*. С целью исследования продуцируемых грибами вторичных метаболитов осуществляли глубинное культивирование изолятов на картофельно-глюкозном бульоне (КГБ), затем культуральный фильтрат экстрагировали этилацетатом. Экстракты фракционировали с помощью метода нормально-фазовой колоночной хроматографии, очистку веществ проводили методом препаративной ВЭЖХ. Соединения идентифицировали с помощью методов УФ и ЯМР-спектроскопии и масс-спектрометрии. Фитотоксическую активность метаболитов оценивали на высечках листьев *C. arvense* и *Sonchus arvensis*, а также отрезках листьев *Triticum aestivum* (Dalnova et al., 2021).

В результате изучения комплекса признаков было предположено, что изоляты могут представлять два новых вида грибов рода *Paraphoma*. Из этилацетатных экстрактов, полученных из культурального фильтрата со среды КГБ, выделены и очищены 4 мажорных метаболита: два соединения с известной гербицидной активностью (филлостиктин А и феосферид А), а также два ранее описанных вещества из класса цитохалазинов группы карбоциклических аспохалазинов. Филлостиктин А и феосферид А проявили высокую неселективную фитотоксическую активность. Впервые показана умеренная фитотоксическая активность цитохалазинов.

Таким образом, на растениях рода *Cirsium* были найдены два новых вида рода *Paraphoma*, являющиеся перспективными продуцентами биорациональных гербицидов. Дальнейшие исследования будут направлены на изучение гербицидного потенциала и токсикологических характеристик выделенных метаболитов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ-NSFC (проект № 24-46-00005).

### Библиографический список

Голубев АС, Берестецкий АО (2021) Перспективы направления использования биологических биорациональных гербицидов в растениеводстве в России. *Сельскохозяйственная биология* 56(5): 868–884.

Berestetskiy A, Panteleeva A, Gannibal Ph, Gomzhina M et al (2017) Physiological, biochemical properties and biological activity of *Phoma*-like fungi isolated from phyllosphere of weeds and wild herbaceous plants. *Mikologiya I Fitopatologiya* 51: 283-291.

Dalnova A, Fedorov A, Dubovik V, Voitsekhovskaja O et al (2021) Structure–activity relationship of phytotoxic natural 10-membered lactones and their semisynthetic derivatives. *JoF* 7: 829.



## АНТИБАКТЕРИАЛЬНАЯ И ПРОТИВОГРИБКОВАЯ АКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА *ASTERACEAE* РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Е.Н. Никитин<sup>1,2\*</sup>, Д.А. Теренжев<sup>1</sup>, А.Н. Меньшова<sup>1</sup>, Т.Г. Белов<sup>1</sup>, Г.Г.Шуматбаев<sup>1</sup>,  
Л.М. Давыдова<sup>1</sup>, К.Ш. Казимова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова, Казань

<sup>2</sup>Казанский федеральный университет, Казань

\*e-mail: berkutru@mail.ru

Защита растений от вредных организмов имеет решающее значение при возделывании сельскохозяйственных культур. Основным профилактическим мероприятием при этом считается предпосевная обработка семян пестицидными препаратами. Через семенной материал передается более 70% инфекционных заболеваний. Несмотря на свою полезную роль в сельском хозяйстве, большинство пестицидов и их метаболиты опасны для природы. Их частое циклическое применение повышает устойчивость к вредителям, влияет на качество пищевых продуктов, окружающую среду и здоровье населения. Кроме того, более 90% применяемых пестицидов теряется в воздухе на этапе самого внесения, а также в виде стоков. Применение ботанических препаратов, метаболизм которых происходит в естественных условиях, имеют важное значение для снижения токсикологической нагрузки на природу.

В качестве потенциальных противомикробных препаратов особый интерес представляют дикорастущие виды семейства астровые (*Asteraceae*) – одного из самых больших и важных семейств растений, включающего более 1620 родов и 23600 видов. Растения этого семейства распространены по всему миру и широко применяются в народной медицине. Многие из них обладают доказанным терапевтическим потенциалом и содержат широкий спектр биологически активных соединений. Нами проведен скрининг антибактериальной и противогрибковой активности этанольных экстрактов дикорастущих растений тысячелистника птармика (*Achillea ptarmica* L.), девясила британского (*Pentanema britannicum* L.), одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* L.), василька лугового (*Centaurea jacea* L.), василька шероховатого (*Centaurea scabiosa* L.), василька синего (*Centaurea cyanus* L.), бодяка полевого (*Cirsium arvense* L.), череды трехраздельной (*Bidens tripartita* L.), чертополоха колючего (*Carduus acanthoides* L.), расторопши пятнистой (*Silybum marianum* (L.) Gaertn), трехреберника непахучего (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch.Bip.) и др., произрастающих в Республике Татарстан. В качестве тестовых штаммов микроорганизмов были использованы фитопатогенные бактерии *Clavibacter michiganensis* ВКМ Ac-1404, *Rathayibacter iranicus* ВКМ Ac-1602, *Xanthomonas arboricola* S 3 и грибы *Alternaria solani*, *Fusarium graminearum*. Этанольные экстракты исследованных растений останавливали рост *C. michiganensis* и *A. solani* при концентрациях 0,0075% и выше. Фунгицидные и бактерицидные концентрации экстрактов начинались от 0,015%. Наибольшие показатели антимикробной активности по отношению к исследованным штаммам проявляли этанольные экстракты растений рода Василек и Сушеница.

Работа выполнена при финансовой поддержке Государственного задания ФИЦ КазНЦ РАН.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ДЕЙСТВИЯ ФИТОТОКСИЧНЫХ МАКРОЛАКТОНОВ СТАГОНОЛИДА А И ГЕРБАРУМИНА I

Е.В. Тютерева<sup>1,2\*</sup>, А.А. Далинова<sup>2</sup>, В.А. Дмитриева<sup>1</sup>, В.Р. Дубовик<sup>2</sup>, Ю.В. Лукинский<sup>2</sup>,  
О.В. Войцеховская<sup>1</sup>, А.О. Берестецкий<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук, Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург  
\*e-mail: ETutereva@binran.ru

Для борьбы с резистентными популяциями сорных растений требуются химические гербициды с новыми механизмами действия. В качестве прототипов действующих веществ для таких препаратов рассматриваются природные соединения, например некоторые фитотоксины, образуемые фитопатогенными грибами. Стагонолид А (СТА) и Гербарумин I (ГБИ) - структурно близкие соединения из группы десятичленных макролактонов, которые продуцируются фитопатогенным грибом *Stagonospora cirsi*. Они могут быть наработаны с высоким выходом и проявляют токсичность в отношении различных растений (1,2). В предварительных тестах СТА проявлял более высокую фитотоксичность, чем ГБИ, но в то же время действовал неселективно на широкий спектр тест-организмов (1). Цель работы состояла в изучении физиологических и биохимических эффектов воздействия СТА и ГБИ на листья и корни арабидопсиса (*Arabidopsis thaliana*), шпината (*Spinacia oleracea*) и лука (*Allium cepa*), а также бодяка полевого (*Cirsium arvense*). Предполагалось, что результаты работы позволят приблизиться к определению конкретных молекулярных мишеней СТА и ГБИ в клетках чувствительных к этим токсинам растений.

Воздействовали токсинами на листья (в концентрациях 0.25, 0.5, 1 и 2 мг/мл) или корни растений (10 и 50 мкг/мл). На листьях описали фенотипические симптомы, световую зависимость и скорость формирования зон поражения, оценили концентрацию пигментов, утечку электролитов, продукцию активных форм кислорода, а также фотосинтетическую активность по параметрам быстрых кинетик флуоресценции хлорофилла и скорости реакции Хилла. На корнях оценили морфологическое и физиологическое состояние клеток кончика корня, а именно, изменение формы и размеров клеток, представленность кислых везикул, наличие симптомов деградации ДНК, относительный электрохимический потенциал плазмалеммы и митохондрий.

Результаты исследования показали, что наиболее вероятными первичными механизмами действия СТА являются нарушение внутриклеточного везикулярного транспорта белков и липидов от ЭПР к аппарату Гольджи, а также нарушение дыхательной функции митохондрий. ГБИ имеет другую, специфичную для растений, молекулярную мишень, поражение которой приводит к нарушению биосинтеза фотосинтетических пигментов и/или подавлению фермента цАМФ фосфодиэстеразы (3). Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 22-16-00038.

Список литературы:

1. Dalinova A, Fedorov A, Dubovik V, Voitsekhovskaja O et al (2021) Structure–activity relationship of phytotoxic natural 10-membered lactones and their semisynthetic derivatives. *J. Fungi* 7(10):829. <https://doi.org/10.3390/jof7100829>
2. Yuzikhin O, Mitina G, Berestetskiy A (2007) Herbicidal potential of stagonolide, a new phytotoxic nonenolide from *Stagonospora cirsi*. *J Agric Food Chem.* 55(19):7707-7711. doi:10.1021/jf070742c
3. Tyutereva EV, Dalinova AA, Demchenko KN, Dmitrieva VA, Dubovik VR, Lukinskiy YV, Mitina GV, Voitsekhovskaja OV, Berestetskiy A (2023) Effects of phytotoxic nonenolides, stagonolide a and herbarumin i, on physiological and biochemical processes in leaves and roots of sensitive plants. *Toxins.* 15(4):234. <https://doi.org/10.3390/toxins15040234>

# УСИЛЕНИЕ ФУНГИЦИДНОГО ЭФФЕКТА ДИФЕНОКОНАЗОЛА И ФЛУДИОКСОНИЛА ПРИ ИХ СОВМЕСТНОМ ПРИМЕНЕНИИ С ИНДУЦИРУЮЩИМ УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ БЕЛКОМ MF3

К.А. Чудакова<sup>1\*</sup>, Л.А. Щербакова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Большие Вязёмы  
\*ksenia\_chudakova93@mail.ru

Предпосадочную обработку клубней картофеля и почвы фунгицидами, в том числе препаратами, содержащими в качестве действующих веществ дифеноконазол и (или) флудиоксонил, широко используют для борьбы с *Rhizoctonia solani* Kühn – возбудителем опасного заболевания, которое поражает вегетирующие растения и клубни и причиняет серьезный экономический ущерб, вызывая ощутимые потери урожая картофеля и снижая его качество. Фунгицидные препараты на основе этих соединений являются средствами эффективного противодействия данному заболеванию, но, как и в случае других химических пестицидов, их применение может приводить к загрязнению почвы, быть опасным для нецелевых микроорганизмов и, в результате, снижать ее плодородие. Кроме того, интенсивное и длительное применение химических фунгицидов повышает риск развития у патогена резистентности к ним, что создает дополнительные проблемы в области защиты растений. Преодолению всех этих проблем способствуют альтернативные подходы, на основе которых могут быть разработаны более экологичные методы борьбы с *R. solani*. Одним из таких подходов является хемосенсибилизация, позволяющая повысить чувствительность фитопатогенных грибов к фунгицидам. Другим перспективным подходом могло бы стать использование фунгицидов совместно с биогенными соединениями, активирующими иммунитет растений. В связи с этим мы исследовали возможность применения одного из таких соединений – бактериального белка MF3, индуцирующего системную устойчивость к фитопатогенам, для усиления защитного эффекта препаратов Скор<sup>®</sup> КЭ 250 (д.в. дифеноконазол) и Максим<sup>®</sup>, КС 025 (д.в. флудиоксонил), которые рекомендованы в России для борьбы с ризоктониозом картофеля. Проведенные в рамках этого исследования вегетационные эксперименты включали совместную или отдельную предпосадочную обработку естественно или искусственно инфицированных клубней картофеля (с. Санта и с. Аризона) этими фунгицидами и индуктором MF3. В результате было установлено, что применение указанных фунгицидных препаратов в сочетании с обработкой MF3 приводит к эффективному подавлению болезни на растениях, выращенных из инфицированных *R. solani* клубней, даже если фунгициды использованы в дозах, которые составляют 1/10 от рекомендованных для борьбы с ризоктониозом картофеля. Например, в варианте с комбинированной обработкой «MF3 + 1/10 доза Скор<sup>®</sup>» число пораженных растений, выращенных из естественно инфицированных клубней, в конце стадии цветения было в 6,5 раз меньше, чем в незащищенном контроле, и лишь на 2% ниже, чем в варианте с применением полной дозы фунгицида. Указанная обработка сдерживала развитие ризоктониоза на стеблях, столонах и клубнях нового урожая. Так, биологическая эффективность его защиты в случае совместного использования MF3 и 1/10 дозы препарата Максим<sup>®</sup> для обработки семенных клубней, искусственно инокулированных патогеном, составила 58,8 %, что незначительно отличалась от эффективности рекомендованной дозы (66,7 %). Кроме того, в полученном урожае вдвое возросла доля товарных клубней, а степень их поражения не превышала 0,4% и была такой же, как в варианте с обработкой стандартной дозой препарата. Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности масштабирования проведенных исследований, а также о принципиальной возможности снижения пестицидной нагрузки при эффективной защите картофеля от возбудителя ризоктониоза путем сочетания низких доз фунгицидов с индуктором MF3.

Исследования проведены в рамках Госзадания FGGU-2022-0009.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОПЕСТИЦИДОВ НА ОСНОВЕ НОВОХИЗОЛЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ И УВЕЛИЧЕНИЯ ЕЕ ПРОДУКТИВНОСТИ

А.Б. Щербань<sup>1\*</sup>, С.В. Бурлакова<sup>2</sup>, Е.А. Орлова<sup>3</sup>, Е.С. Сколотнева<sup>1</sup>, В.В. Фоменко<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН (ИЦиГ СО РАН), Новосибирск

<sup>2</sup>Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН (СФНЦА РАН), Новосибирск

<sup>3</sup>Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал ИЦиГ СО РАН, Новосибирск

<sup>4</sup>Институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова Сибирского отделения РАН (НИОХ СО РАН), Новосибирск

\*e-mail: atos@bionet.nsc.ru

Цель исследования: оценить влияние новых биопрепаратов на основе новохизоля (кросс-шитого производного хитозана) на устойчивость яровой пшеницы к различным грибным патогенам, а также на элементы структуры урожая и продуктивность растений. Новохизоль, по сравнению с хитозаном, имеет повышенную растворимость и адгезию, более химически стабилен и способен импрегнировать и дозированно высвобождать химические пестициды, обеспечивая их пониженную эффективную концентрацию (Щербань, 2023). Ранее были продемонстрированы положительные эффекты новохизоля на прорастание, рост и развитие растений яровой мягкой пшеницы, *T. aestivum* (Terlyakova et al., 2022). Нами были синтезированы комплексы новохизоля с различными веществами фунгицидного действия: урсниновой кислотой, медью, серой, экстрактом коры сосны сибирской, хитозаном. В течение 2022-2023 гг. были проведены независимые полевые испытания этих препаратов на двух участках вблизи г. Новосибирска. Было установлено, что данные препараты, независимо от способа их применения (обработка семян или вегетирующих растений), оказывают положительное влияние на яровую пшеницу во все фазы развития (от всходов до созревания), увеличивая тем самым ее продуктивность. Установлена способность препаратов снижать развитие корневых гнилей, септориоза, а также мучнистой росы и бурой ржавчины. Как показали лабораторные эксперименты, новохизоль *per se* может оказывать фунгицидное действие в отношении стеблевой ржавчины, если обрабатывать им растения до инокуляции патогеном. Выяснение механизмов этого действия требует дальнейших комплексных исследований с привлечением методов биохимии и молекулярной генетики.

Данное исследование выполняется при финансовой поддержке проекта РНФ № 23-16-00119.

Щербань А.Б. (2023) Хитозан и его производные как перспективные средства защиты растений. Вавиловский журнал генетики и селекции, 27 (8): 1010-1021, DOI 10.18699/VJGB-23-116 (WOS, Scopus, RSCI, Q3)

О.И. Terlyakova, V.V. Fomenko, N.F. Salakhutdinov, N.G. Vlasenko (2022) Novochizol™ Seed Treatment: Effects on Germination, Growth and Development in Soft Spring Wheat. Natural Products Chemistry & Research, 10 (5): 1-4, DOI 10.35248/naturalproducts.10.5.1-04.

## ПОИСК ИНСЕКТИЦИДНЫХ РАСТЕНИЙ ФЛОРЫ УЗБЕКИСТАНА

Б.У. Эргашов<sup>1\*</sup>, С.М. Тураева<sup>1</sup>, П.А. Нурмахмадова<sup>1</sup>,

У.Б. Мамарозиков<sup>1</sup>, Д.Т. Жураев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт химии растительных веществ имени акад. С.Ю. Юнусова Академии наук Республики Узбекистан

<sup>2</sup>Научно-исследовательский институт земледелия в южных регионах, Кашкадарьинская область, Узбекистан

\*e-mail: ergashovbekzod93@gmail.com

Ботанические инсектициды все чаще привлекают исследователей поскольку они предлагают новые механизмы действия и могут обеспечить эффективную борьбу с вредителями, у которых развилась устойчивость к обычным инсектицидам. Они могут представлять экономически эффективный вариант борьбы с вредителями для органического земледелия, для фермеров в развивающихся странах, и особенно если высокоактивные экстракты можно получить из легкодоступных растений при помощи несложных методик.

В данной работе исследовался потенциал использования девяти легкодоступных видов растений Узбекистана: гармала обыкновенная (*Peganum harmala*, сем. *Zygophyllaceae*), цельнолистник исколотый (*Haplophyllum perforatum*, сем. *Rutaceae*), козлятник (*Ageratum conyzoides*, сем. *Asteraceae*), шток роза (*Alcea nudiflora*, сем. *Malvaceae*), василёк растопыренный (*Centaurea squarosa*, сем. *Asteraceae*), дурман обыкновенный (*Datura stramonium*, сем. *Solanaceae*), тысячелистник (*Achillea millefolium*, сем. *Asteraceae*), якорцы (*Tribulus terrestris*, сем. *Zygophyllaceae*), живокость (*Delphinium leptocarpum*, сем. *Ranunculaceae*) греческий орех (*Juglans regia*, сем. *Juglandaceae*), в борьбе с вредителями сельскохозяйственных культур.

Материал был собран в горных и предгорных территориях Республики. Надземную часть растений высушивали и измельчали размером 0,1-0,4 мм. Образцы (по 10 г каждый) трижды экстрагировали EtOH (96%, 80 мл, 60 мл и 60 мл соответственно) при обработке ультразвуком (90 мин) или выдерживании при комнатной температуре в течение 24 ч. Затем органический растворитель упаривали на ротаторном испарителе с получением густого темно-зеленого масла со специфическим ароматом с выходом до 11,4-19,7% от воздушно-сухой растительной массы.

Растительные экстракты показали высокую инсектицидную активность против амбарных вредителей, таких как капровый жук (*Trogoderma granarium* E.), фасоловая зерновка (*Acanthoscelides obtectus* S.), гороховая зерновка (*Callosobruchus maculatus* F.), а также против хлопковой совки (*Helicoverpa armigera* H.) и кукурузной лиственной совки (*Spodoptera frugiperda* S.) в лабораторных экспериментах. Инсектицидная активность экстрактов *D. stramonium*, *H. perforatum*, *T. terrestris*, *A. millefolium* подтверждена в экспериментах *in vitro* в отношении клеточных линий *H. armigera* и *S. frugiperda*.

Эффективность экстрактов в нормах расхода 0.3-0.4 кг/га оценивали против личинок *H. armigera* и *S. frugiperda* в полевых экспериментах Ташкентской области. По сравнению с синтетическими инсектицидами Нурелл-Д 55% к.э. (д.в. циперметрин + хлорпирифос) и Энтоспиан 20% к.э. (д.в. ацетамиприд) экстракты растений *H. perforatum*, *P. harmala*, *T. terrestris* в концентрации 0.1 мг/м привели к наибольшей смертности (соответственно, 93%, 91%, 87%) вредителей.

# ИЗУЧЕНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА И КРЕМНИЯ КАК СПОСОБА СНИЖЕНИЯ ВОСПРИИМЧИВОСТИ К БОЛЕЗНЯМ *TRITICUM AESTIVUM L.*

В.А. Юркова<sup>1\*</sup>, Н.А. Боме<sup>1</sup>, А.А. Мартынов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет», Тюмень

<sup>2</sup> ФГАНУ «Центр социологических исследований», Москва

\*e-mail: bratenkova2013@mail.ru

В связи с климатическими изменениями и усилением воздействия патогенной микрофлоры на агроценозы необходим поиск современных приемов защиты растений. В настоящее время в качестве альтернативы химическим средствам предлагаются биопрепараты на основе наночастиц металлов. В лабораторных условиях на сортах яровой мягкой пшеницы (Тюменская 29, Омская 36, Новосибирская 31) определены оптимальные концентрации растворов препаратов (ArgitosAgro, НаноКремний) на основе наночастиц серебра (Ag 0,5; 1,0; 1,5%) и кремния (Si 7,8; 11,7; 15,6%) для предпосевной обработки семян, экспозиция 3 часа. Полевая оценка выполнена на дерново-подзолистой супесчаной почве (гумус 3,67%, pH 6,6) экспериментального участка биостанции ТюмГУ «Озеро Кучак» (Нижнетавдинский район Тюменской области [57° 20' N, 66°03' E]). По данным профессиональной локальной метеостанции IMetos IMT300 и справочно-информационного портала «Погода и климат» (<http://www.pogodaiklimat.ru/>) охарактеризованы вегетационные периоды: 2019 г. – влажный (ГТК=1,5), 2020 г. – засушливый (ГТК=0,89), 2021 г. – очень засушливый (ГТК=0,39), 2022 г. – слабо засушливый (ГТК=1,0).

Применение нанопрепаратов способствовало улучшению прорастания семян и увеличению полевой всхожести по сравнению с контролем (до 23,8%, сорт Омская 36, Ag 1,0%, 2019 г.; до 41,9%, сорт Омская 36, Si 1,5%, 2020 г.). В вариантах с наночастицами кремния доля растений, сохранившихся к уборке по отношению к всходам (выживаемость), составила 84,3-87,8% (контроль 72,5-80,3%), по отношению к высеянным семенам (биологическая устойчивость) 74,0-76,7% (контроль 52,0-75,7%). Под действием наночастиц серебра по выживаемости и биологической устойчивости наибольший эффект получен в 2021 году (86,3 и 73,3% соответственно, контроль 65,4 и 59,7%). Сравнительную оценку в контроле и опыте по восприимчивости к болезням на естественном фоне начинали с первых симптомов (период цветение-начало созревания зерна). Максимальное проявление мучнистой росы (*Blumeria graminis* (DS.) Speer. f. sp. tritici March) было в фазе молочной спелости зерна, бурой ржавчины (*Puccinia recondite* f. sp. tritici) – в фазе начала восковой спелости. Биологический потенциал препаратов определяли по числу пораженных растений на каждой делянке и степени поражения листьев по шкале Эриксона. Применение биопрепарата «НаноКремний» с высокой концентрацией не дало эффекта для защиты растений от поражения болезнями. Низкие и средние концентрации раствора приводили к уменьшению распространенности и степени поражения листьев бурой ржавчиной у всех сортов; вредоносность мучнистой росы ослабевала при средней концентрации. Максимальная урожайность (2020-2022 гг.) получена у сортов: Тюменская 29 – 332 г/м<sup>2</sup> (контроль 289 г/м<sup>2</sup>), Омская 29 – 328,4 г/м<sup>2</sup> (контроль 223 г/м<sup>2</sup>) (Si 7,8%).

Под действием наночастиц серебра доля растений без признаков поражения увеличивалась по сравнению с контролем у всех сортов, но наибольшей отзывчивостью на обработку характеризовался сорт Тюменская 29 (концентрация 1,0%). В контрольных вариантах отмечена средняя степень поражения, а в опытных – слабая или её отсутствие. Наибольшая урожайность зарегистрирована в варианте с концентрацией 1,5% (356,2-455,9 г/м<sup>2</sup>, контроль 267,9-328,0 г/м<sup>2</sup>). Таким образом, биологическая коррекция структурно-функционального состояния растений яровой пшеницы с помощью нанопрепаратов снижает вредоносность фитопатогенных грибов и улучшает продуктивные свойства.

## ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ХИТОЗАНА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ БИОПРЕПАРАТОВ

Л.Г. Яруллина<sup>1\*</sup>, Г.Ф. Бурханова<sup>1</sup>, В.О. Цветков<sup>2</sup>, Е.А. Черепанова<sup>1</sup>, А.В. Сорокань<sup>1</sup>,  
Е.А. Заикина<sup>1</sup>, И.С. Марданшин<sup>3</sup>, И.В. Максимов<sup>1</sup>, Ж.Н. Калацкая

<sup>1</sup> Институт биохимии и генетики УФИЦ РАН, Уфа

<sup>2</sup> Уфимский университет науки и технологий, Уфа

<sup>3</sup> Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства УФИЦ РАН, Уфа

<sup>4</sup> Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси, Минск

\*e-mail: yarullina@bk.ru

Продовольственная безопасность государства достижима только на основе разработки научно обоснованных инновационных ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих устойчивый рост продуктивности растений в изменяющихся климатических условиях, уменьшение экологической нагрузки на их среду обитания, повышение естественного плодородия почв и устойчивости экосистем в целом. Важным звеном таких технологий может стать применение нетоксичных соединений на основе хитина и хитозана, так как они считаются активными активаторами иммунитета растений. Преимуществами этих полисахаридов являются такие их уникальные свойства, как биосовместимость, нетоксичность и широкий спектр физиолого-биохимической активности, возобновляемая и доступная сырьевая база. Использование бактерий, стимулирующих рост растений (PGPB), также является одним из экологически чистых подходов к достижению устойчивого сельского хозяйства. Показано, что хитозан может быть использован для повышения биологической активности микробиологических препаратов на основе штаммов рода *Bacillus*. Введение новых функциональных групп и заместителей, например, низкомолекулярных фенольных соединений позволяет создавать соединения на основе хитозана с улучшенными свойствами: антиоксидантными, антимикробными и др. Механизмы влияния на растения получаемых в настоящее время конъюгатов на основе хитозана и оксикоричных кислот, а также нано- и субмикронных частиц на их основе только начинают изучаться.

Цель работы - изучение влияния конъюгатов хитозана с кофейной (ХКК) и феруловой (ХФК) кислотами и их комплексов с бактериями *Bacillus subtilis* на транскрипционную активность генов PR-белков и изменение протеома у растений картофеля при инфицировании *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary.

Показано, что совместная обработка растений конъюгатами хитозана с КК и ФК и бактериальными штаммами *B. subtilis* 26Д и 11ВМ способствовала повышению устойчивости растений картофеля к возбудителю фитофтороза. Механизмы активации защитных систем картофеля были опосредованы стимулированием экспрессии генов, кодирующих защитные белки PR-1, PR-3, PR-5, PR-6, PR-9 и PR-10 и повышением синтеза пролина. Выявленная активация экспрессии генов PR-1 (маркер СПУ) и PR-6 (маркер ИСУ) у растений свидетельствуют о том, что развитие защитных реакций в растениях картофеля против возбудителя в данном варианте обработки протекает синергетически. Возможно, бактерии праймируют гены защитных белков, а композиты хитозана запускают их экспрессию. Механизм влияния ХКК и ХФК на формирование устойчивости к возбудителю фитофтороза определяется составом (полимер-антиоксидант) и структурой самого конъюгата. За счет полимерной матрицы, вероятно, обеспечивается пролонгированное воздействие оксикоричных кислот на функциональное состояние растительной клетки.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ №23-16-00139.

**СЕКЦИЯ 11.  
БИОТЕХНОЛОГИЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ**



# КОРРЕЛЯЦИЯ МЕЖДУ УСТОЙЧИВОСТЬЮ РАСТЕНИЙ ДИКОГО ВИДА КАРТОФЕЛЯ *S. chacoense* К ВИРУСУ Y И НАЛИЧИЕМ ДНК МАРКЕРОВ НА ГЕН УСТОЙЧИВОСТИ RYCHC

А.Д. Антипов<sup>1\*</sup>, Н.Е. Злобин<sup>1</sup>, А.А. Гурина<sup>2</sup>, Е.В. Рогозина<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФБГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии, Москва

<sup>2</sup> Всероссийский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова, Санкт-Петербург

\*e-mail: antipovdm37@gmail.com

Для семейства *Solanaceae*, и, в частности, для картофеля, самым опасным вирусным заболеванием на сегодняшний день можно считать вирус Y, заражение которым приводит к большой потере урожая. Одним из основных механизмов защиты растений картофеля от вирусных заболеваний можно считать механизм основанный на генах устойчивости. Так, ген Rychc, обнаруженный у дикого картофеля *S. chacoense*, является ценным геном для программ селекции картофеля, поскольку он придает экстремальную устойчивость к вирусу Y. Rychc был впервые введен в коммерческий сорт «Konafubuki» из удвоенного *S. chacoense* «w84» и был картирован на дистальном конце длинного плеча девятой хромосомы. В 2022 году группа китайских ученых сообщила о клонировании гена Rychc в бактериальные искусственные хромосомы и путем скрининга клонов определила последовательность гена Rychc и его принадлежность к группе LRR белков, а так же предложила свой ДНК маркер, который направлен на последовательность самого гена [1]. Затем группа японских ученых также получила последовательность Rychc и представили свой ДНК маркер, подтвердив ранее полученные данные о последовательности и расположении гена [2]. Примечательно, что в обеих работах была 100% корреляция между фенотипом и наличием маркера на ген Rychc. Мы исследовали корреляцию между наличием опубликованных ДНК-маркеров и устойчивостью к PVY в большой выборке генотипов *S. chacoense*. В нашей работе была проведена оценка устойчивости коллекции растений картофеля дикого вида *S. chacoense* (43 растения) к вирусу Y путем заражения растений вирусом и дальнейшей его идентификации методом ИФА. Эта же коллекция была проанализирована на наличие маркеров на ген Rychc методом ПЦР. В результате было обнаружено, что у 6 растений отсутствовала корреляция между наличием маркера на ген устойчивости и самой устойчивости к вирусу Y. Таким образом, было показано, что наличие ДНК маркеров на ген Rychc у растений не дают 100% вероятности, что растение будет устойчиво к вирусу Y. Отсутствие устойчивости при наличии гена Rychc дает основания полагать, что в неустойчивых генотипах могут содержаться нефункциональные аллельные варианты гена Rychc. Для проверки этого предположения проведено секвенирование полных последовательностей генов Ry на платформе OxfordNanopore, которое выявило наличие полиморфизмов.

## Список литературы:

1. Li G. et al. Rychc confers extreme resistance to potato virus Y in potato //Cells. – 2022. – Т. 11. – №. 16. – С. 2577.
2. Akai K. et al. De novo genome assembly of the partial homozygous dihaploid potato identified PVY resistance gene (Rychc) derived from *Solanum chacoense* //Breeding Science. – 2023. – Т. 73. – №. 2. – С. 168-179.

## РАЗНООБРАЗИЕ КАТИОННЫХ ПЕПТИДОВ НИГЕЛЛЫ ПОСЕВНОЙ, КАК ИСТОЧНИК СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

А.С. Барашкова<sup>1,2\*</sup>, Е.А. Рогожин<sup>1,2</sup>

*1 Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург*

*2 Институт биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова (ИБХ РАН), Москва*

*\*e-mail: barashkova.an@gmail.com*

Нигелла посевная (*Nigella sativa* L.) является богатым источником биологически активных веществ разной химической природы. Отдельный интерес среди них представляют антимикробные пептиды (АМП). АМП являются компонентом врождённого иммунитета растений и участвуют в защите растительного организма от биотических и абиотических факторов среды. С химической точки зрения АМП представляют собой небольшие (до 10 кДа) преимущественно катионные молекулы, богатые остатками цистеина. Благодаря дисульфидным связям АМП обладают прочной компактной структурой, что делает их устойчивыми к действию химических агентов и температуры. Являясь продуктами рибосомального синтеза, подавляющее большинство АМП (за исключением циклических) может быть получено путём микробиологического синтеза. Из семян *N. sativa* был выделен ряд АМП, принадлежащих к различным структурным семействам: дефензинам, липид-переносящим белкам и тионинам. В ходе данной работы были охарактеризованы три новых АМП, из них два отнесены семейству неспецифических липид-переносящих белков и один – к семейству дефензинов. Новые пептиды демонстрируют спектр антимикробной активности в отношении фитопатогенных грибов (*Bipolaris sorokiniana*, *Botrytis cinerea*, *Aspergillus niger*) и бактерий (*Pseudomonas syringae*, *Xanthomonas campestris*, *Pectobacterium carotovorum*, *Clavibacter michiganense* sb. sp. *michiganense* и *Bacillus subtilis*), а также оомицета *Phytophthora infestans*. Для поиска новых катионных пептидов в семенах *N. sativa* была предпринята попытка использовать протеомный подход. Анализу был подвергнут белково-пептидный экстракт из семян. Однако результат оказался непоказательным так как характерные мотивы не были обнаружены ни при поиске в рамках рода *Nigella* ни на уровне семейства *Ranunculaceae*. Полученный результат можно связать с отсутствием достаточных данных по геному *N. sativa*. Таким образом, использование подхода, включающего стадии экстракции и фракционирования, остается актуальным в случае поиска новых пептидов у растений, для которых отсутствуют геномные данные, или они недостаточны. Полученные результаты позволяют рассматривать АМП *N. sativa*, как перспективные молекулы для разработки и биотехнологического получения биопестицидов «следующего поколения» с перспективной использованием в сельском хозяйстве. Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 19-76- 30005-П)

## СЕЛЕКЦИЯ БАКТЕРИЙ *BACILLUS THURINGIENSIS* ПРИ ПАССАЖАХ ЧЕРЕЗ РЕЗИСТЕНТНУЮ ПОПУЛЯЦИЮ НАСЕКОМЫХ

Е.В. Гризанова<sup>1\*</sup>, Т.И. Крыцына<sup>1</sup>, И.М. Дубовский<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск

\*e-mail: katalasa\_2006@yahoo.com

Получение экологически чистой продукции, ведение органического сельского хозяйства, снижение использования химических пестицидов и агрохимикатов, снижение выбросов климатически активных газов, возможно благодаря использованию биологических средств защиты растений. Энтомопатогенные бактерии и грибы являются основой биологических инсектицидов для защиты сельскохозяйственных растений от различных насекомых вредителей во всем мире. Важным аспектом снижения эффективности биологических препаратов для защиты растений является формирование устойчивых популяций насекомых вредителей. Современное развитие молекулярно-генетических подходов позволяет совершенствовать существующие биоагенты и разрабатывать биорациональные препараты нового поколения.

Эксперименты по пассажу, в ходе которых хозяева последовательно заражаются паразитами, уже давно используются для воздействия на вирулентность энтомопатогенных микроорганизмов. Однако, пассажи не всегда приводят к повышению вирулентности, поскольку отбор паразитов происходит в разных пространственных масштабах с разными факторами, действующими на паразитов, которые могут отличаться жизненным циклом. У некоторых микробов сильный отбор по скорости репликации внутри хозяев может привести к потере вирулентности, поскольку инвестиции в вирулентность снижают скорость репликации. В данном исследовании мы проводили сравнительное исследование по пассажам бактерии *Bacillus thuringiensis* через восприимчивых и устойчивых к бактериям *B. thuringiensis* личинок воцинной огневки *Galleria mellonella*. Установлено, что изменение вирулентности бактерий происходит, как при пассажах через чувствительного, так и через устойчивого хозяина. Показано, что серия пассажей бактерий через устойчивого хозяина приводит к морфологической дифференциации патогена. Изучено изменение микробиоты зараженных насекомых, а также погибших после заражения насекомых, а также определено количество бактерий *B. thuringiensis*, выживающих в погибшем хозяине. Повышенная вирулентность не была связана с изменением экспрессии первичных факторов вирулентности бактерий. Для определения ключевых изменений, происходящих при изменении вирулентности, пассированные штаммы бактерий были секвенированы и проведено их сравнение. Полученные результаты рассмотрены с точки зрения стратегии формирования устойчивых популяций и жизненных стратегий бактерий *B. thuringiensis* в устойчивых популяциях насекомых.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (грант № 22-16-20031) и Правительства Новосибирской области (№ р-4).

## МИКРОБНЫЕ БЕЛКИ – ЭЛИСИТОРЫ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ К БОЛЕЗНЯМ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

В.Г. Джавахия<sup>1\*</sup>, Л.А. Щербакова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Большие Вязёмы

\**dzhavakhiya@yahoo.com*

В современном сельском хозяйстве для борьбы с болезнями растений широко применяются токсичные для микроорганизмов синтетические пестициды-ксенобиотики. Негативное воздействие этих соединений на окружающую среду настоятельно требует поиска экологически безопасных альтернатив. В связи с этим перспективным выглядит поиск и изучение соединений биологического происхождения, в том числе элиситорных белков и пептидов, способных активировать природные защитные реакции растений. Источниками таких элиситоров могут служить различные микроорганизмы. Показано, что бактерии, грибы, оомицеты и вирусы, обладают способностью продуцировать широкий спектр белковых элиситоров. Эти белки отличаются по своей структуре и механизму действия. Одни из них выступают как элиситоры неспецифической устойчивости растений к болезням (иммунного ответа, запускаемого микробными паттернами). Другие белки патогенов, эффекторы, необходимые для развития болезни, в случае их распознавания растением-хозяином, могут инициировать специфическую устойчивость (иммунный ответ, запускаемый эффекторами). Активация сложной системы защитных реакций происходит после распознавания элиситоров соответствующими трансмембранными и внутриклеточными рецепторами растений. Для наиболее известных микробных белков-элиситоров (харпины, фактор элонгации, флагеллин и др.) идентифицированы рецепторы и изучены механизмы действия.

Целый ряд современных исследований посвящен оценке потенциала элиситорных белков в качестве биоконтролирующих агентов.

Разработаны и внедрены в практику коммерческие препараты на основе бактериальных и грибных белковых элиситоров, которые доказали свою эффективность в защите сельскохозяйственных культур от фитопатогенов. В настоящее время изучение элиситорных белков и возможности их практического использования остается активной областью исследований. Наши достижения в этой области включают идентификацию новых белковых элиситоров из бактерий и грибов, исследование механизмов действия этих элиситоров, разработку методов биоинженерии для улучшения их защитной эффективности и подтверждение защитного эффекта некоторых из них в широкомасштабных полевых испытаниях. Так, были идентифицированы и изучены такие элиситоры, как белок холодового шока (CSP) из *Bacillus thuringiensis* и пептидил пролил цис/транс изомеразы (PPI-ase) из *Pseudomonas fluorescens*, а также CS20EP и FS94-HP из непатогенных штаммов *Fusarium oxysporum* и *F. sambucium* соответственно. Дальнейшие направления исследований, по-видимому, будут сосредоточены на оптимизации технологий применения белковых элиситоров и включения их в системы интегрированной защиты растений. В целом, можно считать доказанным, что внедрение белковых элиситоров в практику сельскохозяйственного производства имеет большой потенциал для экологизации растениеводства и уменьшения его зависимости от синтетических пестицидов. В будущем следует ожидать новых успехов в разработке эффективных и экологически безопасных средств защиты растений.

Исследования механизмов действия идентифицированных нами бактериальных элиситоров поддержаны Российским научным фондом (проект РНФ № 22-16-00154), а их полевые испытания и работы по элиситорам грибов выполнены в рамках Госзадания FGGU-2022-0009.

## ПРОДУЦЕНТЫ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ КАК СПОСОБ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ ВОЗБУДИТЕЛЯ БУРОЙ ГНИЛИ КАРТОФЕЛЯ

Д.А. Доморацкая<sup>1,2\*</sup>, М.В. Раменкова<sup>2</sup>, Р.Н. Киракосян<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ "ВНИИКР"), р.п. Быково, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва, Россия

\*danadomoratskaya@mail.ru

Бурая бактериальная гниль картофеля вызывается бактерией *Ralstonia solanacearum*, входящей в список вредных организмов, отсутствующих на территории Евразийского экономического союза, и поражает большое количество растений-хозяев как в открытом, так и в закрытом грунте. Поиск новых способов профилактики и защиты урожаев экономически важных культур, таких как картофель, от этого заболевания является весьма актуальной проблемой на сегодняшний день.

Среди методов защиты растений одним из наиболее перспективных направлений является применение антагонистов вредных микроорганизмов, и их поиск ведется как среди микробов, так и среди растений. Было показано, что соединения ряда тиофенов, вырабатываемые в процессе метаболизма растениями семейства Астровые, в частности триб Бархатцевые и Чертополоховые, угнетающе действуют на *Ralstonia solanacearum*. В процессе нашего исследования было установлено, что среди представителей этих триб наибольшее бактериостатическое действие оказывает экстракт мордовника шароголового (*Echinops sphaerocephalus*), методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) мы показали, что количество соединений ряда тиофенов в его тканях также выше, чем у других тестируемых растений. Таким образом в нашей работе было показано, что мордовникшароголовый является крайне интересным объектом исследований для использования в сфере защиты растений в качестве источника химических соединений, угнетающих размножение возбудителя бурой гнили картофеля.

Также в нашем исследовании мы провели анализ метаболитного пути выработки тиофеноподобных веществ в растениях и выявили их главных биохимических предшественников – полиненасыщенные жирные кислоты. Таким образом, имея эту информацию, был проведен поиск микроорганизмов, имеющих кластеры генов и их гомологи, кодирующие процесс выработки таких соединений. Среди таких микроорганизмов оказались как глубоководные бактерии, так и несколько представителей фитопатогенных микроорганизмов, таких как *Dickeya* sp., вызывающая мягкую гниль и черную ножку картофеля. Помимо этого, были выявлены потенциальные антагонистические микроорганизмы с похожими биохимическими каскадами, которые биотехнологическими методами могут быть усовершенствованы для создания штаммов-продуцентов непосредственно веществ ряда тиофенов. Проведение ВЭЖХ экстрактов мордовника для подробного изучения химического состава интересующих нас соединений в сочетании с MALDI-анализом метаболитов штаммов из нашей коллекции позволит эффективно определять потенциальных продуцентов полиненасыщенных жирных кислот, которые будут использованы для проведения ряда антагонистических тестов чистых культур против *Ralstonia solanacearum*.

Работа была проведена при финансировании ФГБУ «ВНИИКР» по теме 5.6 «Изучение карантинных и особо опасных бактериальных болезней растений и их возбудителей в целях обеспечения биобезопасности территории РФ и экспортной продукции».

## MAS-ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЕКЦИИ РИСА И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ДОМИНИРУЮЩИМ БОЛЕЗНЯМ ЮГА РОССИИ

Е.В. Дубина, Ю.А. Макуха, С.О. Корж, С.А. Лесняк, О.Л. Горун, Е.И. Явцева

ФГБНУ «Федеральный научный центр риса»

Россия, 350921, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3

e-mail: lenakrug1@rambler.ru

Устойчивоенаращиваниеконкурентоспособнойсельскохозяйственнойпродукцииприсокращении и потреблении ресурсов и затрат возможно за счёт ускорения селекционного процесса. В связи с этим актуальное значение приобретают новейшие биотехнологические подходы и молекулярно-генетические методы. Использование ДНК-технологий в селекции сельскохозяйственных растений позволяет значительно расширить область научных исследований: от поиска и изучения генетических ресурсов растений с комплексом хозяйственно-ценных признаков, устойчивых к био- и абиотическим стрессорам до создания новых генотипов с заданными свойствами. В лаборатории информационных, цифровых и биотехнологий ФНЦ риса с 2007 года активно ведутся работы по созданию сортов риса, устойчивых к самому опасному во всем мире заболеванию – пирикулярриозу, с применением методов молекулярного маркирования. Совместно с селекционерами центра (Шиловским В.Н., Зеленским Г.Л., Оглы А.М.), а также коллегами из АНЦ «Донской» (Костылевым П.И.) создан ряд сортов (Альянс, Ленарис, Капитан, Пируэт, Утёс, Восход) с генами *Pi*, обеспечивающих защитные реакции растений риса от *Pyricularia oryzae* Cav. Введение генов (функции) устойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам, а также пирамидирование нескольких целевых генов в одном генотипе считается актуальным и перспективным направлением в мировой селекции. Структурная и функциональная идентификация целевых генов, знание их аллельного разнообразия имеют первостепенное значение для выращивания риса и овощных культур – культур во многом определяющей продовольственную безопасность Краснодарского края и страны, в целом. В рамках аспирантских программ под руководством доктора биологических наук, профессора РАН Дубина Е.В. ведутся научные исследования по разработке и внедрению информативных маркерных систем, обеспечивающих четкий контроль целевых генов и их аллельное состояние в полученном гибридном материале риса и овощных культур (томаты, капуста белокочанная). Разработаны маркерные системы по идентификации генов *Sub* для риса, отвечающих за признак толерантности к длительному затоплению водой, как фактору борьбы с сорными растениями, которые являются прямыми конкурентами с культурой за свет, минеральное питание и пространство. Кроме того, выявлены информативные маркерные системы по идентификации гена *Waxy*, отвечающего за пищевые и технологические качества приготовленного риса. Разработана методология оценки селекционного материала капусты белокочанной на устойчивость к сосудистому бактериозу, альтернариозу и фузариозу на основе ДНК-маркирования. Определены информативные ДНК-маркерные системы, четко идентифицирующие гены *Xcc* (сосудистый бактериоз) и *Foc1* (фузариоз). Данные исследования выполнены при финансовой поддержке Кубанского научного фонда, ФГБНУ «ФНЦ риса» в рамках научного проекта №МФИ-П-20.1/41. В рамках государственной программы «Приоритет-2030», а также при поддержке Кубанского научного фонда выполнены научные работы по изучению полиморфизма SSR-локусов устойчивости к ВТМ, фузариозу, фитофторозу, альтернариозу томата. Подобраны и внедрены в селекционный процесс set информативных ДНК-маркерных систем для идентификации целевых генов на данные заболевания. Наличие генетических маркеров, тесно сцепленных с целевым признаком, делает возможным применение маркер-опосредованной селекции для уменьшения или исключения неопределенностей, вызванных влиянием факторов внешней среды и путем пирамидирования генов позволяет создавать селекционные формы, сочетающие высокие технологические качества и устойчивость к неблагоприятным факторам среды.

## ЦВЕТЫ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО (*HERACLEUM SOSNOWSKYI*) КАК ИСТОЧНИК НОВЫХ АНТИМИКРОБНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

А.А. Ермолаева<sup>1</sup>, Е.В. Охремчук<sup>2</sup>, Л.Н. Валентович<sup>2</sup>, Н.Б. Захаржевская<sup>3</sup>,  
Е.А. Рогожин<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Институт микробиологии НАН Республики Беларусь, Минск

<sup>3</sup>Федеральный научно-клинический центр физико-химической медицины им. академика Ю.М. Лопухина ФМБА, Москва

<sup>4</sup>Институт биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН, Москва

Антимикробные пептиды (АМП) являются компонентами механизмов защиты на молекулярном уровне, которые существуют в организме животных и растений. На фоне растущего количества антибиотикорезистентных микроорганизмов, АМП могут стать альтернативой существующим антимикробным средствам. Борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) принадлежит семейству Зонтичные (*Apiaceae*), представленное рядом культурных видов, среди которых ранее были обнаружены АМП. В качестве объектов исследования были использованы цветы *H. sosnowskyi*. Для выделения совокупности вторичных метаболитов измельчённую биомассу последовательно экстрагировали растворителями в соответствии с увеличением степени их полярности (гексан, этилацетат, бутанол, ацетон); белково-пептидный экстракт получали путем экстракции водной уксусной кислотой с последующим высаживанием ацетоном и твердофазной экстракцией. Антимикробную активность пяти фракций в концентрации 8 мг/мл определяли методом диффузии в агар по отношению к спектру бактерий (*Clavibacter michiganensis*, *Enterococcus faecium*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Flavobacterium sp.*, *Pseudomonas syringae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pectobacterium carotovorum*, *Escherichia coli*, *Erwinia amylovora*) и дрожжей (*Candida tropicalis*, *Kluyveromyces lactis*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia pastoris*, *Rhodotorula glutinis*). Было установлено, что наиболее выраженную антимикробную активность проявил этилацетатный экстракт, причем преимущественно по отношению к грамположительным формам бактерий. У гексанового и белково-пептидного экстрактов наблюдалась слабовыраженная антибактериальная активность. С целью оценки качественного разнообразия компонентного состава этилацетатного экстракта цветов *H. sosnowskyi* был проведен его метаболомный анализ методом ГХ/МС в условиях парофазной экстракции. Установлено содержание в экстракте соединений кумариновой природы (фикусин, метоксален) с подтвержденной антимикробной активностью, а также ряда преобладающих по количеству соединений другой химической природы (тритетраконтан, гексакозан, 2-(3Н)-фуранон, 5-додецилдигидро-).

Работа поддержана граном Российского научного фонда №19-76-30005-П.

## МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОТВЕТЫ РАСТЕНИЯ НА ОПРЫСКИВАНИЕ ЛИСТЬЕВ ДВУЦЕПОЧЕЧНОЙ РНК ПРОТИВ Y-ВИРУСА КАРТОФЕЛЯ

Н.О. Калинина<sup>1,2\*</sup>, В.О. Самарская<sup>1</sup>, Н.А. Спеченкова<sup>1</sup>, М.Э. Тальянский<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова  
Российской академии наук (ИБХ РАН), Москва

<sup>2</sup>НИИ физико-химической биологии имени А.Н.Белозерского, Московский государственный  
университет имени М.В.Ломоносова, Москва

\**kalinina@belozersky.msu.ru*

Изучены защитные ответы растений картофеля, индуцируемые обработкой листьев экзогенной двуцепочечной РНК, комплементарной фрагменту последовательности гена РНК-зависимой РНК репликазы Y-вируса картофеля (YVK) (дцРНК<sub>YVK</sub>), в условиях вирусной инфекции и в ее отсутствии. В настоящее время считается общепризнанным, что опрыскивание листьев растений дцРНК - подход, названный «подавление генов, индуцированное опрыскиванием» (spray-induced gene silencing, SIGS), индуцирует в растениях механизм РНК интерференции (РНКи), специфичный относительно комплементарной РНК. Действительно, в обработанных растениях (незараженных и инфицированных YVK) наблюдается накопление малых интерферирующих РНК, маркера РНКи, специфичных РНК YVK, а в случае вирусной инфекции происходит значительное подавление репликации РНК YVK. Кроме того, обработка незараженных растений дцРНК<sub>YVK</sub> сопровождается заметным усилением экспрессии ряда генов, относящихся к паттерн-индуцированному иммунитету (pattern-triggered immunity, PTI), а также значительным накоплением каллозы.

Таким образом, механизмы, лежащие в основе защиты растений, опосредованные экзогенной дцРНК, потенциально включают по крайней мере РНК-специфическую РНКи и неспецифический РТИ иммунитет. Интересно, что эти два механизма, вероятно, конкурируют друг с другом за дцРНК в случае вирусной инфекции, что приводит к супрессии РТИ и выражается в заметном снижении уровня экспрессии соответствующих генов, а также снижении отложения каллозы. Предположено, что DCL нуклеазы, активирующиеся при РНКи, разрезают дцРНК, препятствуя ее участию в индукции РТИ. В результате дцРНК *in vivo* не оказывает негативного эффекта на накопление неродственного вируса XVK.

Еще одно интересное наблюдение эффекта дцРНК на ответ растения состоит в значительном увеличении уровня экспрессии гена, кодирующего поли(АДФ-рибоза) гликогидролазу (PARG), ключевого белка метаболизма поли(АДФ-рибозы), который считается позитивным регулятором ответа на биотический стресс, что приводит соответственно к снижению скорости парилирования белков. Инфицирование растений вирусами YVK или XVK также сопровождается увеличением уровня экспрессии гена *PARG*, но в меньшей степени, чем в присутствии одной дцРНК. Таким образом, применение экзогенной дцРНК представляет собой многогранную технологию, которая запускает в растении механизм РНКи как основной механизм защиты от вирусов, но также индуцирует и дополнительные стратегии защиты, основанные на РТИ и парилировании.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда № 23-74-30003.



# НОКАУТ ГЕНОВ *SteIF4E-1* И *SteIF4E-2* КАРТОФЕЛЯ *S. TUBEROSUM* ТЕХНОЛОГИЕЙ CRISPR/CAS9 ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ РОЛИ ФАКТОРОВ В РАЗВИТИИ ИНФЕКЦИИ PVY

В.Д. Карлов<sup>1\*</sup>, А.В. Нежданова<sup>2</sup>, Н.Е. Злобин<sup>1</sup>, М.В. Лебедева<sup>1</sup>, А.В. Бабаков<sup>1</sup>,  
А.М. Камионская<sup>2</sup>, В.В. Таранов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский НИИ сельскохозяйственной биотехнологии, Москва

<sup>2</sup>Институт биоинженерии им К.Г. Скрябина ФИЦ Биотехнологии РАН, Москва

\*e-mail: v4slvk@yandex.ru

Вирус Y картофеля (PVY) считается одним из наиболее экономически значимых патогенов для семейства Паслёновых и ежегодно наносит огромные убытки картофельным хозяйствам. Попадая в клетку, PVY активно эксплуатирует аппарат трансляции растения-хозяина с помощью белка VPg, ковалентно связанного с 5'-концом вирусной РНК. Известно, что главным партнёром VPg в клетке является эукариотический фактор инициации трансляции 4E (eIF4E) (Kang, 2005). Устойчивость растения к вирусу может быть достигнута благодаря инактивации фактора (Sato, 2005) или заменам, нарушающим его взаимодействие с VPg (Ruffel, 2005). Картофель, как и другие паслёновые, содержит четыре изоформы *eIF4E*: *eIF4E-1* и его паралог *eIF4E-2*, *eIF(iso)4E* и *nCBP*. Произведённый Lucioli (2022) нокаут гена *eIF4E-1* картофеля *S. tuberosum* позволил снизить накопление вируса в тканях растения, однако, не обеспечил устойчивости к PVY. Ранее, в нашей лаборатории были получены данные о взаимодействии VPg PVY штамма NTNc изоформами eIF4E-1, eIF4E-2 и eIF(iso)4E (Lebedeva, 2024). Было установлено, что наиболее предпочтительным является eIF4E-1, но и eIF4E-2 способен рекрутироваться вирусным белком. Тогда как eIF(iso)4E не взаимодействует ни с одним найденным вариантом VPg штамма NTN.

Учитывая высокую гомологию последовательностей обеих изоформ, мы решили инактивировать гены *SteIF4E-1* и *SteIF4E-2* с помощью технологии CRISPR/Cas9. В результате трансформации картофеля *S. tuberosum* сорта «Мишка» было получено 3 растения из 13 трансгенных с полным нокаутом по гену *SteIF4E-1* и 48 растений из 74 трансгенных с полным нокаутом по гену *SteIF4E-2*. Выключение гена подтверждалось секвенированием участка внесения индел-мутаций, а также фрагментным анализом. Такая неравнозначная эффективность редактирования может говорить о значительной вовлечённости eIF4E-1 в жизненно важные для растения процессы, что сказывается на выживаемости трансгенных растений. В результате данной работы мы планируем оценить влияние нокаута паралогичных eIF4E на устойчивость картофеля к вирусу Y картофеля.

## Литература

Kang, B. C., Yeam, I., Frantz, J. D., Murphy, J. F., Jahn, M. M. (2005). The *pvr1* locus in *Capsicum* encodes a translation initiation factor eIF4E that interacts with *Tobacco etch virus* VPg. *Plant J.* 42, 392–405. doi: 10.1111/j.1365-3113X.2005.02381.x

Lebedeva, M. V., Nikonova, E. Y., Babakov, A. V., Kolesnikova, V. V., Razhina, O. L., Zlobin, N. E., Taranov, V. V. and Nikonov, O. S. (2024). Interaction of *Solanum tuberosum* L. translation initiation factors eIF4E with potato virus Y VPg: Apprehend and avoid. *Biochimie* 219, 1–11. doi: 10.1016/j.biochi.2023.08.005

Lucioli, A., Tavazza, R., Baima, S., Fatyol, K., Burgyan, J., Tavazza, M. (2022). CRISPR-Cas9 targeting of the *eIF4E1* gene extends the potato virus y resistance spectrum of the *Solanum tuberosum* l. cv. *desirée*. *Front. Microbiol.* 13. doi: 10.3389/fmicb.2022.873930

Ruffel, S., Gallois, J. L., Lesage, M. L., Caranta, C. (2005). The recessive potyvirus resistance gene *pot-1* is the tomato orthologue of the pepper *pvr2-eIF4E* gene. *Mol. Genet. Genom.* 274, 346–353. doi: 10.1007/s00438-005-0003-x

Sato, M., Nakahara, K., Yoshii, M., Ishikawa, M., Uyeda, I. (2005). Selective involvement of members of the eukaryotic initiation factor 4E family in the infection of *Arabidopsis thaliana* by potyviruses. *FEBS Lett.* 579, 1167–1171. doi: 10.1016/j.febslet.2004.12.086

## ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ, ВИРУЛЕНТНОСТЬ И ГЕТЕРОГЕННОСТЬ ПОПУЛЯЦИЙ *BACILLUS THURINGIENSIS*

Т. И. Крыцына\*, Е.В. Гризанова, И.М. Дубовский

Новосибирский государственный аграрный университет

\*e-mail: krytsyna@list.ru

Бактерии *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) являются одними из главных агентов биологической защиты растений от насекомых-вредителей. Благодаря своей способности колонизировать среды разной плотности, бактерии *Bt* широко распространены в природе. Однако, постепенное формирование резистентности насекомых к бактериям *Bt* приводит к снижению эффективности биологических препаратов и актуальности исследований, направленных на повышение вирулентности бактерий *B.thuringiensis*.

В данной работе была изучена стратегия развития *Bt* на уровне экспрессии регуляторных генов и генов факторов вирулентности в течении 7-ми суток роста в популяциях планктонных клеток в жидкой гомогенной среде и колоний на твердой среде, а также связь выбранной стратегии развития *Bt* с вирулентностью по отношению к личинкам *Galleria mellonella*. Показано, что при заражении насекомых бактериями после 3-х суточного роста в колониях вирулентность *Bt* была в 2 раза выше ( $p < 0.0001$ ), чем при росте планктонной популяции. Количество спор и кристаллов в колониальной популяции бактерий было в ~4 раза больше ( $p < 0.0001$ ). Одновременная экспрессия регуляторных генов вирулентной (*plcR*), некротрофной (*nprR*) и спорообразующей (*spo0A*) стадии жизненного цикла в популяции привела к ее гетерогенности, где часть популяции готовится к спорообразованию или уже завершает этот этап, а другая часть продолжает экспрессию факторов вирулентности. Однако, после 5-х суток роста разная скорость прохождения жизненного цикла на твердой и жидкой среде уже не оказывала влияния на вирулентность бактерий по отношению к личинкам *G. mellonella*.

Второй задачей работы являлось изучение стратегии выживания бактерий *Bt* в погибших личинках чувствительной (S) и резистентной (R) линии *G.mellonella*. Показано, что через 3 часа после гибели S-хозяина популяция бактерий *Bt* характеризовалась гетерогенностью. Часть популяции продолжала экспрессию факторов вирулентности, другая часть перешла к некротрофной стадии и экспрессии генов деградационных ферментов для использования тела хозяина в качестве питательной среды. Третья часть популяции инициировала процесс спорообразования. При этом в популяции *Bt* из R- хозяина экспрессия вирулентного регулятора *plcR* была снижена, преобладала экспрессия регуляторов некротрофной стадии (*nprR*) и спорообразования (*spo0A*). Давление механизмов резистентности хозяина проявлялось в следующем поколении *Bt*. При посеве бактерий, выделенных из R-хозяина на ИПС, более 50% клеток образовывали споры на 3-и сутки роста, в то время как в популяции из S-хозяина лишь 1% клеток формировал споры.

Данная работа еще раз подтверждает, что Сгу-токсин является главным фактором вирулентности *Bt* против насекомых, при этом вторичные факторы вирулентности под регуляцией *PlcR* синергетически усиливают его действие. Различия в стратегиях развития *Bt* на средах разной плотности не оказывает влияние на вирулентность бактерий при заражении насекомых споро-кристаллической смесью. Последовательный пассаж бактерий *Bt* через резистентных хозяев может быть эффективным способом для получения высоковирулентных штаммов в концепции повышения эффективности биопрепаратов.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 22-16-20031 и Минобрнауки России № 4.

## ПОТЕНЦИАЛ ТРАНСГЕННЫХ РАСТЕНИЙ КАК БИОФАБРИК ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АНТИМИКРОБНЫХ ПЕПТИДОВ

И.М. Михель<sup>1\*</sup>, Е.А. Рогожин<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ Всероссийский НИИ сельскохозяйственной биотехнологии (ВНИИСБ), Москва

<sup>2</sup>ФГБУН Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова (ИБХ РАН), Москва

<sup>3</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

\*e-mail: joseph.mikhel@gmail.com

Современное сельское хозяйство не может обойтись без широкого спектра средств защиты растений от патогенных микроорганизмов. Условия возделывания культурных растений: большие площади однородных посевов, выращивание в закрытом грунте, ограниченное биоразнообразие сортов, масштабный экспорт и импорт посевного материала и урожая – создают благоприятные условия для распространения патогенных штаммов. Широко применяемые пестициды и фунгициды оказывают неблагоприятное воздействие на агроценозы и соседствующие с ними природные экосистемы. В связи с этим актуален поиск новых подходов к защите растений, в том числе основанных на природных механизмах устойчивости к патогенам.

Растения используют различные стратегии для защиты от бактериальных и грибных патогенов, в том числе синтез биологически активных метаболитов. Среди них заметную группу составляют антимикробные пептиды (АМП), оказывающие воздействие непосредственно на клетки патогенных грибов и бактерий и препятствующие их размножению в растительных тканях. АМП – короткие (до 100 аминокислотных остатков) молекулы, обладающие характерными мотивами по первичным структурам, в соответствии с которыми их подразделяют на классы. Наиболее широко известны дефензины, тионины, липид-переносящие белки. Механизмы взаимодействия с патогенами различны и изучены не полностью.

Гены, кодирующие АМП, активно используются в биотехнологии растений для получения трансгенных форм, устойчивых к патогенам. К настоящему времени получено большое количество таких линий по многим культурам, для них подтверждена *in vivo* устойчивость к инфекциям, опосредованная экспрессией гетерологичных АМП. Производство пищевых трансгенных растений, однако, сталкивается с рядом ограничений как законодательного характера, так и обусловленных возможными биоэкологическими рисками, а также этическими нормами.

АМП, вырабатываемые растениями, представляют хорошую альтернативу традиционным фунгицидам как 1) естественные агенты, к которым микроорганизмы не приобрели устойчивости; 2) активные в микромолярных концентрациях; 3) соединения, быстро деградирующие в естественных условиях. При получении АМП в достаточных количествах для обработки больших засеянных площадей, они представляются перспективной заменой традиционным фунгицидам. Нарботка больших количеств АМП возможна в биореакторах. Однако адаптация растительных АМП для биосинтеза в клетках прокариот может столкнуться с проблемами, поскольку для АМП характерны сложные процессы созревания пептидов. В связи с этим представляется перспективным использовать трансгенные растения, конститутивно экспрессирующие АМП, в качестве биофабрик для производства АМП в промышленных масштабах. Данная задача требует оценки количества пептидов, которые возможно извлечь из растительных тканей, и рационального выбора культуры-продуцента целевых молекул.

**ПОЛИМОРФИЗМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ЦИТОХРОМА У КУЛЬТУР  
*TETRANYCHUS URTICA* КОШ КОЛЛЕКЦИИ ВИЗР, КОНТРАСТНЫХ ПО  
РЕЗИСТЕНТНОСТИ К БИФЕНАЗАТУ**

**Е.С. Окулова<sup>1\*</sup>, И.А. Тулаева<sup>1</sup>, Т.В. Матвеева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург*  
*\*e-mail: elenaok.advert@gmail.com*

Паутинный клещ *Tetranychus urticae* Koch представляет серьезную угрозу для сельскохозяйственных культур из-за своей способности к массовому размножению и быстрому развитию резистентности к химическим агентам, включая акарициды.

Бифеназат – карбазатный акарицид, широко применяемый для борьбы с клещами-фитофагами. В последние годы регистрируется все больше случаев резистентности паутинного клеща к препарату. Имеется значительное количество доказательств, указывающих на роль гена цитохромоксидазы *b* в процессе формирования данного механизма. Цитохром *b* является частью протонной транспортной цепи митохондрий. Резистентность к бифеназату наследуется по материнской линии и обусловлена мутациями в высококонсервативных участках (*cd1*-спираль и *ef*-спираль) сайта *Qo* цитохрома *b*. Ингибирование цитохрома *b* препятствует нормальному функционированию митохондрий, что приводит к гибели клетки.[1]

Из литературных источников известно о нескольких точковых мутациях в гене цитохрома *b*, ассоциированных с резистентностью к бифеназату. Среди них выделяются G134S, S149F, D169G, G132A, G126S, P262T, S141F, I136T, A133T. Эти мутации приводят к изменениям в структуре белка цитохрома *b*, изменяя его функцию, что может снижать или полностью исключать эффективность бифеназата в уничтожении вредителя.

В исследовании использовали две культуры паутинного клеща из коллекции ВИЗР, контрастные по резистентности к бифеназату. Было изучено 32 генотипасамок: 19 – из резистентной культуры, собранные из 5 поколений в разное время с процентом смертности от 36,4% до 80% и 13 – из чувствительной с процентом смертности от 80 до 100%.

С использованием диагностической системы [2] в культурах коллекции было выявлено 17 генотипов, содержащих мутацию G126S. Поскольку митохондриальный геном представлен в клетке множественными копиями, можно ожидать высокую вариабельность частот аллелей резистентности в изучаемых генотипах. Методом цифровой ПЦР (digital-PCR) показана низкая частота данной аллели в исследуемых генотипах.

В пределах 8 проанализированных методом digital-PCR генотипов были выявлены следующие однонуклеотидные различия, характерные для культуры паутинного клеща коллекции ВИЗР и не описанные ранее: с.441A>G, с.465G>A, с.624T>C. Данные замены являются синонимическими и не сказываются на конечной структуре белка. Выявленные мутации в перспективе возможно использовать в качестве генетических маркеров популяции.

1. Lu X., Vandenhole M., Tsakireli D. et al. Increased metabolism in combination with the novel cytochrome *b* target-site mutation L258F confers cross-resistance between the *Qo* inhibitors acequinocyl and bifentazate in *Tetranychus urticae*, *Pesticide Biochemistry and Physiology*, Volume 192, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2023.105411>.

2. Maeoka, A., Yuan, L., Itoh, Y. et al. Diagnostic prediction of acaricide resistance gene frequency using quantitative real-time PCR with resistance allele-specific primers in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* population (Acari: Tetranychidae). *Appl Entomol Zool* 55, 329–335, 2020. <https://doi.org/10.1007/s13355-020-00686-7>

## РЕВОЛЮЦИОННЫЙ ПОДХОД К ЗАЩИТЕ ПШЕНИЦЫ И ТРИТИКАЛЕ С ПОМОЩЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ МАЛЫХ НЕКОДИРУЮЩИХ РНК

А.В. Пигалов<sup>1,2</sup>, Ц.С. Гарибян<sup>1</sup>, А.А. Соловьев<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ Всероссийский центр карантина растений (ВНИИКР), Московская область, Быково

<sup>2</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (МГУ), Москва

\*e-mail: antonpigalov25@gmail.com

Использование малых РНК в качестве инструмента защиты пшеницы и тритикале от поражения грибами рода *Fusarium* открывает новые перспективы в области сельскохозяйственной биотехнологии, молекулярной биологии и защиты растений. Научные исследования продемонстрировали, как малые некодирующие РНК могут быть использованы для регуляции экспрессии генов в растениях, что позволяет повысить устойчивость к патогенам [1,2,3,4,5].

Данный метод защиты с грибными заболеваниями пшеницы и тритикале базируется на молекулярных механизмах взаимодействия малых РНК с патогенами растений.

На данный момент большинство исследований сфокусировано на изучении белковых компонентов защитных механизмов растений, но роль малых некодирующих РНК в регуляции генов и их вклад в защиту от патогенных грибов остается малоизученным [1]. Проведение исследований малых РНК способствуют обеспечить разработку методов защиты сельскохозяйственных культур, в частности пшеницы и тритикале к поражению грибами рода *Fusarium*.

В Австралии разработана технология, позволяющая сохранить активность малых РНК в течение 30 дней, добиться такого продолжительного срока действия удалось за счет использования двойного нанослоя гидроксидов. Данная технология получила название BioClay. Эффективность такого подхода защиты была доказана как в лабораторных, так и в полевых условиях. Результаты показали, что дцРНК защищенная двойным нанослоем гидроксидов сохраняет свою активность в течение долгого периода времени, в то время как обычная дцРНК теряет свою активность на 14 сутки [3,4,5].

Дальнейшие исследования должны быть направлены на развитие эффективных методов доставки и дозировки малых некодирующих РНК, а также на анализ долгосрочных последствий их воздействия на растения и окружающую среду. Такой подход объединяет знания из различных областей науки, что позволяет создать инновационный метод защиты растений в сельском хозяйстве, способствуя улучшению урожайности и экологической устойчивости сельскохозяйственных культур.

### Библиографический список

1. Третьякова П.Я., Соловьев А.А. (2020) Малые РНК в защите растений от болезней. *Экологическая генетика*. 18 (4): 467-482 DOI: 10.17816/ecogen35203
2. Третьякова П.Я., Соловьёв А.А. (2020) Хозяин-индуцированный сайленсинг генов (HIGS) в патосистеме пшеница – *Fusariumculmorum*: модификация вектора штриховатой мозаики ячменя (BSMV). *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки*. 6:32-42. DOI: 10.37882/2223-2966.2020.06.37
3. Jonatan Niño-Sánchez et al. (2022) BioClay™ prolongs RNA interference-mediated crop protection against *Botrytis cinerea*. *Journal of Integrative Plant Biology*. 64 (11): 2187–2198.
4. Neena Mitter et al. (2017) Clay nanosheets for topical delivery of RNAi for sustained protection against plant viruses. *Nature Plants* 3: 16207.
5. Ritesh G. Jain et al. (2022) Foliar application of clay-delivered RNA interference for whitefly control. *Nature Plants* 8: 535-548.

## ИММУНОМОДУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ ДИСПЕРСИЙ НАНОЧАСТИЦ ХИТОЗАНА, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ДРОБНОГО ОСАЖДЕНИЯ

Э.В. Попова<sup>1\*</sup>, Н.С. Домнина<sup>2</sup>, И.И. Новикова<sup>1</sup>, Н.М. Коваленко<sup>1</sup>, И.Л. Краснобаева<sup>1\*</sup>,  
И.М. Зорин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Петергоф

\*e-mail: elzavpopova@mail.ru, krasnobaeva08@mail.ru

В последнее время основой для разработки средств защиты растений, как правило, являются природные соединения, не оказывающие отрицательного воздействия на окружающую среду. Оправдались большие надежды на использование с этой целью биополимера хитозана, обладающего уникальными свойствами и широким спектром биологической активности (антигрибной, антибактериальной, антивирусной, элиситорной и др.) [1]. Успехи в разнообразном использовании наночастиц в живой природе способствовали росту интереса к их применению в растениеводстве. К настоящему времени сформировалось мнение, что использование наночастиц хитозана (НХ) создает определенные преимущества в борьбе с различными болезнями растений. Основной причиной такого эффекта считают сочетание малых размеров НХ, обуславливающих их способность проникать сквозь клеточные мембраны, а также наличие большой удельной поверхности НХ [2]. В наших статьях [3] описаны дисперсии НХ в качестве препаратов, которые обладают повышенной фунгицидной и бактерицидной активностью. Единичные публикации указывают на то, что наночастицы хитозана могут действовать в растениях как иммунологический модулятор [4].

Настоящая работа посвящена сравнительной оценке иммуномодулирующей активности дисперсий наночастиц хитозана, полученных методом дробного осаждения щелочью раствора хитозана (M=60 кДа). Выбранным методом получено два типа дисперсий НХ. Дисперсии НХ содержат только наночастицы, полученные при осаждении раствора хитозана до pH=8 с последующим очищением и фильтрованием, а далее ресуспендированные в деионизированной воде (pH 6.5). Размер наночастиц в этих дисперсиях находится в диапазоне 5-25 нм. Дисперсии НХ-5 получены путем осаждения раствора хитозана до pH=5 с последующим фильтрованием. Состав дисперсии НХ-5 представляет смесь гелеобразных мягких частиц диаметром около 100 нм (агрегаты макромолекул хитозана) и наночастиц хитозана, образовавшихся при дробном осаждении раствора хитозана до pH=5. Анализ составов дисперсий проведен методом атомно-силовой микроскопии. Иммуномодулирующая активность полученных дисперсий в сравнении с раствором хитозана оценена по способности индуцировать устойчивость пшеницы к темно-бурой пятнистости (возбудитель *C. sativus*). Установлено, что элиситорная активность изученных образцов находится в ряду: дисперсия НХ-5 > дисперсия НХ > раствор хитозана. Причина большого иммуномодулирующего действия дисперсии НХ-5 кроется в сочетании в ее составе наночастиц и ассоциатов свободных макромолекул хитозана, представляющих собой рыхлые подвижные частицы с доступными на поверхности аминокетильными группами. Таким образом, изученные дисперсии наночастиц хитозана обладают индуцирующей активностью, превышающей хитозан.

1. Варламов. Прикладная биохимия и микробиология. Том 58, Номер 2, 2022.
2. Bandara S., Du H., Carson L., Bradford D. Andkommalapati R. *Nanomaterials*. 2020, Vol. 10, P.1903; doi:10.3390/nano10101903.
3. Popova E. V., Domnina N. S., Zorin I. M., Lezov A. A., Novikova I. I., Krasnobaeva I. L. *Nanobiotechnology Reports*, 2023, Vol. 18, No. 2, P. 238–246. DOI: 10.1134/S2635167623700088.
4. Chandra S., Chakraborty N., Dasgupta A., Sarkar J., Panda K., Acharya K. *Sci Rep*. 2015. V. 5. P. 1–14. DOI:10.1038/srep15195

# **ПРИМЕНЕНИЕ ЭКЗОГЕННОЙ ВИРУССПЕЦИФИЧНОЙ ДВУЦЕПОЧЕЧНОЙ РНК В РАСТЕНИЯХ КАРТОФЕЛЯ ИНДУЦИРУЕТ ОБРАЗОВАНИЕ НЕКАНОНИЧЕСКИХ КОРОТКИХ РНК.**

**В.О. Самарская<sup>1\*</sup>**

*<sup>1</sup>ФГБУН Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН (ИБХ РАН), Москва  
e-mail: viktoriya.samarskaya2012@yandex.ru*

Технология экзогенного применения двуцепочечной РНК (дцРНК) была разработана в качестве свободного от ГМО подхода для защиты сельскохозяйственных культур от вредителей и патогенов. Эта технология приобрела известность благодаря таким преимуществам, как высокая селективность, безопасность и экологичность.

Предполагается, что механизм подавления репликации РНК-содержащих вирусов, опосредованный применением экзогенной дцРНК, аналогичен механизму антивирусной защиты, основанной на явлении РНК-интерференции (РНКи). Мы приводим данные по сравнительному анализу высокопроизводительного секвенирования (HTS) малых некодирующих РНК (мнкРНК), индуцированных при заражении растений картофеля РНК-содержащим вирусом *Y* вирусом картофеля (*potato virus Y*, PVY) и мнкРНК, образующихся при опрыскивании растений картофеля дцРНК, комплементарной фрагменту генома PVY. Показано, что в отличие от индуцированной инфекцией PVY продукции дискретных видов мнкРНК длиной 21 и 22 нт, которые являются маркерами РНКи, при экзогенной обработке растений дцРНК-PVY образуется набор гетерогенных мнкРНК длиной ~18–30 нт. Генерация неканонического пула мнкРНК может указывать на неизвестный ранее механизм разрезания дцРНК. Вместе с тем эти неканонические мнкРНК вызывают специфическое подавление репликации PVY. Однако они не способны системно распространяться в растении, а также не способны к транзитивной амплификации. Эти результаты могут иметь важное значение для дальнейших разработок в области защиты растений от вирусов.

Работа поддержана грантом Российского научного фонда № 23-74-30003.

## РАЗРАБОТКА ТЕСТ-СИСТЕМ, ОСНОВАННЫХ НА ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ АМПЛИФИКАЦИИ, ДЛЯ ДЕТЕКЦИИ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ФИТОПАТОГЕНОВ

И.В. Сафенкова\*, А.В. Жердев, Б.Б. Дзантиев

ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН, Москва

\*e-mail: irina.safenkova@gmail.com

Болезни сельскохозяйственных растений, вызываемые бактериальными фитопатогенами, представляют серьезную угрозу для питомников, посевного материала, урожайности возделываемых культур. Своевременное выявление возбудителей позволяет минимизировать их распространение и негативное влияние. В связи с этим крайне востребованы диагностические инструменты, обеспечивающие выявление инфекции до возникновения видимых симптомов и пригодные для быстрого внелабораторного тестирования. К таким инструментам относятся изотермические амплификации, реализуемые при одной температуре и обеспечивающие высокую чувствительность. Нами разработаны несколько тест-систем, основанных на комбинации изотермической амплификации (рекомбиназная полимеразная амплификация (RPA), петлевая изотермическая амплификация (LAMP), CRISPR/Cas12a технология) и иммунохроматографического теста (ИХТ) для детекции продуктов амплификации. Контролируемый фитопатоген – *Erwinia amylovora* (карантинный объект, возбудитель бактериального ожога плодовых культур). Для ДНК амплификации выбраны 3 гена-мишени – регуляторная субъединица фосфорибозил-трансферазы, рекомбиназа А и неаннотированный ген белка АМУ1267. Минимальный предел обнаружения, равный  $10^2$  КОЕ/мл, достигнут для сочетаний RPA–ИХТ и RPA–CRISPR/Cas. Продолжительность анализа – 30 мин для RPA–ИХТ и 55 мин для RPA–CRISPR/Cas; фиксированная температура для амплификации – 37 °С. Достигнутая высокая чувствительность позволяет диагностировать бактериальный ожог на бессимптомных стадиях. Внедрение разработанных систем в практику обеспечит информативную диагностику и мониторинг распространения бактериального ожога. Предложенные подходы могут применяться для диагностики других бактериальных болезней растений.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках соглашения № 075-15-2022-318 от 20.04.2022 г. о предоставлении гранта в форме субсидий из федерального бюджета на осуществление государственной поддержки создания и развития научного центра мирового уровня «Агротехнологии будущего».



# МИКОТОКСИН-ДЕГРАДИРУЮЩИЕ РЕКОМБИНАНТНЫЕ ФЕРМЕНТЫ: БИОТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ДЛЯ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ДЕКОНТАМИНАЦИИ ЗЕРНА, ИНФИЦИРОВАННОГО ТОКСИГЕННЫМИ ГРИБАМИ

И.Г. Синельников<sup>1</sup>, О.Д. Микитюк<sup>2</sup>, Т.А. Назарова<sup>2</sup>,  
А.М. Рожкова<sup>1</sup>, Л.А. Щербакова<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>ФИЦ Фундаментальные основы биотехнологии, Москва

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Большие Вязёмы

\**larisavniif@yahoo.com*

Загрязнение продукции растениеводства, в частности, фуражного зерна злаков, зернобобовых культур микотоксинами, в том числе продуцируемым *Aspergillus flavus* афлатоксином В1 (АФВ1), а также токсином грибов рода *Fusarium* - зеараленоном (ЗЕА), является глобальной проблемой. Ее решение может быть достигнуто путем сочетания различных подходов и технологий, применение которых должно приводить к полной очистке фуража или к снижению уровня его микотоксинового загрязнения до минимально допустимых пределов. Использование детоксицирующих ферментов – один из перспективных и наиболее экологичных способов послеуборочной деконтаминации фуража, позволяющий обеспечить его безопасность и питательную ценность, которую не всегда удается сохранить в случае применения других методов. Ферменты, конвертирующие АФВ1, ЗЕА и другие микотоксины в их безопасные производные, обнаружены у многих организмов, в числе которых грибы, бактерии, растения и животные. Биотехнология гетерологичной экспрессии секретируемых белков открывает возможность широкомасштабного получения деконтаминационных препаратов на основе ферментов из этих источников. С использованием данной биотехнологии нами разработаны и оптимизированы различные системы получения рекомбинантных зеараленонгидролазы (рЗГ) из аскомицета *Clonostachys rosea*, а также афлатоксин-оксидазы из нескольких базидиомицетов (*Armillaria tabescens*, *Pleurotus eryngii* и *Lentinula edodes*), экспрессируемых в клетках прокариотических (*E. coli*) и эукариотических микроорганизмов (*Penicillium canescens*, *Phicha pastoris*). Кроме того, для обеспечения более эффективного ко-трансляционного транспорта целевого белка модифицирована экспрессионная система *P. pastoris*. С целью подбора условий, оптимальных для проявления токсин-деградирующей активности, исследована динамика деградации ЗЕА и АФВ1 соответствующими ферментами в модельных растворах при разных температурах и рН инкубационной среды. Обработка рекомбинантной афлатоксин-оксидазой (рАФО) из *A. tabescens* в течение 72 часов при 30° С и рН 6.0 значительно снижала содержание АФВ1 в инокулированном *A. flavus* зерне пшеницы и кукурузы даже в случае чрезвычайно высокого его загрязнения (до нескольких мг на кг) этим микотоксином, а также 2,5 и 3 раза уменьшала контаминацию зараженных зерен риса и бобов арахиса соответственно. После аналогичной обработки рАФО менее загрязненных образцов пшеницы и кукурузы (исходное содержание АФВ1 30-50 мкг/кг) остаточное содержание токсина не превышало допустимый уровень, установленный для фуражного зерна в странах Таможенного Союза и США. Продемонстрирована высокая деконтаминационная эффективность рЗГ. Так, после 24-часового контакта с ферментом образцов зерна пшеницы и кукурузы, инокулированных ЗЕА-продуцирующим *Fusarium culmorum*, в них оставалось только 2,0 и 9,5% исходного ЗЕА соответственно, а после 48-часовой обработки была достигнута полная очистка этих образцов. В опытах по совместному применению рАФДТ и рЗГ для удаления АФВ1 и ЗЕА, добавленных в модельный раствор, показана возможность одновременной деградации этих токсинов и подобраны условия для последующих экспериментов с деконтаминацией зерна, загрязненного обоими микотоксинами.

Исследования поддержаны Российским научным фондом (проект № 22-16-00153).

## БЕЛОК PARP1 МОДУЛИРУЕТ ПРОТИВОВИРУСНЫЙ ОТВЕТ В РАСТЕНИЯХ

Н.А. Спеченкова<sup>1\*</sup>, Н.О. Калинина<sup>2</sup>, М.Э. Тальянский<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук (ИБХ РАН), Москва

<sup>2</sup>НИИ физико-химической биологии имени А.Н.Белозерского, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва

\*e-mail: solanum2024@gmail.com

Поли АДФ-рибозилирование (парилирование) – посттрансляционная модификация белков, которая вовлечена в регуляцию широкого круга биологических процессов. В растениях поли-АДФ-рибозилирование вовлечено в ответы на абиотический и биотический стресс, контроль клеточного цикла и развитие. В нашем исследовании мы обнаружили, что белок PARP1 (поли(АДФ-рибоза) полимераза 1), который присоединяет поли-АДФ-рибозу (PAR) к белку-акцептору, может модулировать противовирусный ответ в растениях [1].

Мы показали, что известный феномен оздоровления растений от инфекции вирусом погрешности табака (ВПТ/TRV) опосредован следующими молекулярными событиями: белок телец Кахалья коилин взаимодействует с белком PARP1, перераспределяя его в ядрышко и модифицируя его функции, что сопровождается избыточным накоплением парилированных белков в ядрышке, существенным увеличением концентрации эндогенной салициловой кислоты (СК), активацией экспрессии генов сигнального пути СК и увеличением отложения каллозы, приводя к угнетению системной инфекции ВПТ в растениях [1, 2]. Фармакологический ингибитор PARP 3-аминобензамид (ЗАВ) усиливает симптомы вирусной инфекции. Напротив, экзогенная обработка растений СК снимает негативный эффект действия ЗАВ. Предполагается, что PARP1 может действовать как ключевой молекулярный активатор регуляторного пути, который объединяет активности коилина как сенсора стресса при вирусной инфекции и антивирусную защиту растения, опосредованную сигнальным путем СК [1].

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда № 22-14-00049.

1. Spechenkova, N. et al. ADP-Ribosylation and Antiviral Resistance in Plants // *Viruses* (2023) 15: 241, doi:10.3390/v15010241

2. Shaw, J. et al. Interaction of a Plant Virus Protein with the Signature Cajal Body Protein Coilin Facilitates Salicylic Acid-Mediated Plant Defence Responses // *New Phytologist* (2019) 224: 439–453. doi:10.1111/nph.15994.

## ПОИСК И АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ГЕНОВ СИСТЕМЫ ПОЛИ(АДФ)- РИБОЗИЛИРОВАНИЯ У ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM*

А.А. Стахеев<sup>1\*</sup>, М.Э. Тальянский<sup>1</sup>, Н.О. Калинина<sup>1,2</sup>, С.К. Завриев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН Институт биоорганической химии им. акад. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН, Москва

<sup>2</sup>НИИ Физико-химической биологии им. А.Н.Белозерского МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва  
\*e-mail: stakheev.aa@gmail.com

Система поли(АДФ)-рибозилирования (парилирования) у эукариотических организмов представляет собой механизм посттрансляционной модификации, играющий важную роль в регуляции таких процессов, как репарация ДНК, клеточный сигналинг, апоптоз, а также в ответах на абиотические и биотические стрессы. Также ранее показано, что парилирование, с одной стороны, является элементом систем защиты растений от патогенов, а с другой – играет роль в реализации патогенных процессов со стороны организмов-возбудителей. Однако, если говорить о токсинообразующих грибах, то на сегодняшний день информация как о структурах генов системы поли(АДФ)-рибозилирования, так и об их функциональной активности, крайне скудна.

В связи со слабой изученностью как структурных компонентов, так и функциональной характеристики системы полиАДФ-рибозилирования у представителей царства Грибы, в базах данных GenBank и Fusarium Comparative Genome Project был проведён поиск аннотированных генов и последовательностей, гомологичных генам системы парилирования других таксономических групп. В результате поиска предположительных гомологов гена, кодирующего PARP1, были идентифицированы 53 последовательности у представителей рода *Fusarium*, в большинстве случаев не охарактеризованные с функциональной точки зрения. Для ряда генов была установлена лишь частичная структура, как правило, представляющая нуклеотидную последовательность, кодирующую каталитический домен. Также в результате биоинформатического исследования было показано, что в геноме некоторых видов, помимо гомологов PARP1, имеется ещё как минимум один ген, предположительно участвующий в функционировании системы полиАДФ-рибозилирования. Согласно имеющимся данным, кодируемый им белок содержит укороченный вариант каталитического домена PARP (54 а/к в сравнении с 234 а/к у PARP1), а также лишён домена, ответственного за взаимодействие с ДНК («цинковые пальцы»).

На основании полученных данных, был проведён поиск консервативных участков генов, и разработаны системы универсальных праймеров для их выявления и последующего определения частичной структуры у имеющихся в наличии штаммов, относящихся к различным таксономическим группам и характеризующихся различной патогенностью.

В результате были отсеквенированы нуклеотидные последовательности каталитического и ДНК-связывающего доменов генов-гомологов PARP1, а также частичные последовательности гена-гомолога PARG. Что касается гена, кодирующего белок PARP-Ubc, то он был выявлен в геномах видов *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. poae*, *F. verticillioides*, *F. fujikuroi*, *F. oxysporum*, однако отсутствовал у *F. sporotrichioides* и *F. avenaceum*.

Биоинформатический анализ расшифрованных последовательностей показал высокую консервативность структур каталитического домена PARP1 (межвидовая идентичность 60.4%); меньшую для PARP-Ubc (48.8 %), а также высокий межвидовой полиморфизм последовательностей PARG (идентичность 34.6 %).

На основании полученных данных в дальнейшем планируется проведение исследований по анализу функциональной активности генов системы в различных условиях культивирования, а также роли в процессах патогенеза и биосинтеза токсинов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ №22-14-00049.

# БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ ФУНГИЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ, ДЕПОНИРОВАННЫХ В ОСНОВУ ИЗ БИОПОЛИМЕРА

Н.В. Стрельцова<sup>1\*</sup>, С.В. Прудникова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Сибирский федеральный университет, Красноярск

\*e-mail: [streltsova-96@mail.ru](mailto:streltsova-96@mail.ru)

Применение пестицидов стало насущной необходимостью в сельском хозяйстве. Мировое потребление пестицидов стабильно растет и составляет до 3,54 миллиона тонн в год (<https://www.statista.com>). Однако применение химикатов имеет и негативные последствия, в том числе и для здоровья человека (Carvalho, 2017). Таким образом, возникает вопрос: как снизить объемы потребления пестицидов, но при этом не потерять урожай? Ответом могут быть системы контролируемой доставки пестицидов. Повысить экологичность и эффективность агрохимикатов можно за счет применения инновационных технологий, основанных на депонировании пестицидов в биоразрушаемую полимерную основу, обеспечивающую пролонгированный защитный эффект (Волова, 2016). Такой подход позволяет снизить объем использования пестицидов и кратность обработки. Ключевой момент при разработке долговременных систем защиты растений – выбор материала для депонирования, который должен быть биоразлагаемым, безопасным для окружающей среды и способным к постепенной деградации в почве в течение вегетационного периода. Этим требованиям соответствует микробный полимер поли(3-гидроксibuтират) [П(ЗГБ)], который стал основой для депонирования фунгицидных препаратов в данной работе. Цель исследования – разработка систем контролируемой доставки фунгицидов и оценка их биологической эффективности для защиты зерновых культур и картофеля от фитопатогенных грибов в полевых условиях.

Были изготовлены препараты в виде гранул следующего состава: П(ЗГБ)/опилки/фунгицид. Использовали фунгициды системного действия: тебуконазол, эпоксиконазол, дифеноконазол, азоксистробин или комплекс азоксистробин+мефеноксам. Препараты проявили фунгицидное действие *in vitro* в отношении фитопатогенных грибов, распространенных в Красноярском крае на зерновых культурах и картофеле (*Alternaria*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora*), а также подавляли рост фитопатогенов в ризосфере растений в лабораторных условиях. В полевых условиях депонированные фунгицидные препараты показали высокую биологическую эффективность и пролонгированное защитное действие при выращивании зерновых культур и картофеля. Оценка распространения корневых гнилей на зерновых культурах показала, что для яровой пшеницы сорта Новосибирская 15 биологическая эффективность препарата, содержащего тебуконазол, составила 88,6%, для ярового ячменя Биом – 90,6%. На растениях картофеля препараты, содержащие азоксистробин, мефеноксам или их комбинацию, существенно подавляли распространение ризоктониоза; биологическая эффективность для сорта Леди Клэр составляла 51,0-61,7%, для сорта Красноярский ранний – 94,5%. Эффективная защита ячменя и пшеницы от корневых гнилей способствовала увеличению урожайности на 4,4 и 10,8 ц/га, соответственно, по сравнению с контролем и повышению качества зерна до 1 класса. Урожайность картофеля возросла на 2,2-7,7 т/га, снизилась зараженность клубней ризоктониозом до 1% и увеличилась доля товарных клубней.

## Список источников:

1. Волова ТГ, Жила НО, Прудникова СВ, Бояндин АН, Шишацкая ЕИ (2016) Фундаментальные основы конструирования и применения сельскохозяйственных препаратов нового поколения. Красноярск: Красноярский писатель. 214 с.
2. Carvalho FP (2017) Pesticides, environment, and food safety. *Food Energy Secur* 6(2): 48-60. <https://doi.org/10.1002/fes3.108>