

# **ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ**

---

PLANT PROTECTION NEWS

**4**

# ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

УДК 632

Научно-теоретический рецензируемый журнал

Основан в 1939 г.

Издание возобновлено в 1999 г.

Включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий ВАК

Учредитель Всероссийский НИИ защиты растений (ВИЗР)  
Зарегистрирован в ГК РФ по печати № 017839 от 03 июля 1998 г.

Главный редактор В.А.Павлюшин  
Зам. гл. редактора В.И.Долженко  
Отв. секретарь В.Г.Иващенко

## Редакционный совет

А.Н.Власенко академик, СибНИИЗХим	С.Прушински д.б.н., профессор, Польша
В.И.Долженко академик, ВИЗР	Е.Е.Радченко д.б.н., ВИР,
Ю.Т.Дьяков д.б.н., профессор, МГУ	И.В.Савченко академик
В.А.Захаренко академик	С.С.Санин академик, ВНИИФ
С.Д.Каракотов д.х.н., ЗАО ШелковоАгрохим	С.Ю.Синев д.б.н., ЗИН
В.Н.Мороховец к.б.н., ДВНИИЗР	К.Г.Скрябин академик, "Биоинженерия"
В.Д.Надыкта академик, ВНИИБЗР	М.С.Соколов академик, РБК ООО "Биоформатек"
В.А.Павлюшин академик, ВИЗР	С.В.Сорока к.с.-х.н., Белоруссия

О.С.Афанасенко  
член-корр. РАСХН  
И.А.Белоусов к.б.н.  
Н.А.Белякова к.б.н.  
Н.А.Вилкова д.с.-х.н., проф.  
Н.Р.Гончаров к.с.-х.н.  
И.Я.Гричанов д.б.н.

## *РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ*

А.Ф.Зубков д.б.н., проф.  
В.Г.Иващенко д.б.н., проф.  
М.М.Левитин академик  
Н.Н.Лунева к.б.н.

А.К.Лысов к.т.н.  
Г.А.Наседкина к.б.н.  
В.К.Моисеева (секр.) к.б.н.  
Н.Н.Семенова д.б.н.  
Г.И.Сухорученко д.с.-х.н., проф.  
С.Л.Тютюрев д.б.н., проф.  
А.Н.Фролов д.б.н., проф.  
И.В.Шамшев к.б.н.

## Редакция

А.Ф.Зубков (зав. редакцией), И.Я.Гричанов, С.Г.Удалов, Е.О.Вяземская

Россия, 196608, Санкт-Петербург-Пушкин, шоссе Подбельского, 3, ВИЗР  
Email: vizrspb@mail333.com  
vestnik@iczr.ru

УДК 582.28:092

## А.А. ЯЧЕВСКИЙ И РАЗВИТИЕ ЕГО ИДЕЙ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

**А.П. Дмитриев**

*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург*

Статья посвящена академику, профессору А.А.Ячевскому (1863-1932), микологу и фитопатологу, одному из выдающихся ученых двадцатого века. Им сделаны шаги для развития в России фундаментальных и прикладных исследований по защите растений. Показано начало становления А.А.Ячевским исследований по микологии и фитопатологии в России и развитие его идей в современном мире.

*Ключевые слова:* история, А.А.Ячевский, микология, фитопатология, исследования.

Артур Артурович Ячевский родился 23 января (4 февраля по новому стилю) 1863 года в селе Рыльково Гжатского уезда Смоленской губернии в семье весьма обеспеченного помещика. Получил домашнее воспитание в объеме гимназического курса.

Основное образование поехал получать в Швейцарию, где слушал лекции при академии в Лозанне (теперь - университет) и в Бернском университете, на естественном факультете. Посещал также лекции в университетах Германии и Франции.

ученого комитета Главного управления землеустройства и земледелия Министерства земледелия и создает лабораторию микологии и фитопатологии. В 1923 г. А.А.Ячевского избирают членом-корреспондентом Академии наук. В 1924 г., в связи с 35-летним юбилеем его научной деятельности, Бюро по микологии и фитопатологии было преобразовано в Лабораторию по микологии и фитопатологии им. профессора А.А.Ячевского. В 1929 году, когда Лаборатория становится составной частью созданного тогда же Всесоюзного института защиты растений, он передает руководство лабораторией Н.А.Наумову, оставаясь консультантом многих учреждений, связанных с сельским хозяйством. Через три года, 12 февраля 1932 г. в возрасте 69 лет А.А.Ячевский скончался.

Что же заставляет нас через 150 лет после рождения и через 80 после его смерти возвращаться к его личности и считать его



Работал за границей под руководством швейцарского ученого Э.Фишера и других видных микологов. Первая печатная работа А.А.Ячевского появилась в 1892 году. До 1895 года жил в Швейцарии, затем возвратился в Россию, переехал в Санкт-Петербург, где проработал до конца жизни. С 1896 г. начал работать в Санкт-Петербургском ботаническом саду и в 1897 г. создал фитопатологическую лабораторию.

Через 10 лет он становится руководителем Бюро по микологии и фитопатологии

основоположником отечественной фитопатологии? За четверть века до него родился и работал такой крупный отечественный ученый как Михаил Степанович Воронин, много сделавший в области микологии и фитопатологии. М.С.Воронин не только родился в весьма обеспеченной семье, но и сам был крупным предпринимателем. Рискну предположить, что занятия наукой были для него своеобразным отдыхом, тогда как А.А.Ячевский полностью отдавался научным занятиям со всей присущей ему энергией. По воспоминаниям М.А.Целле, А.А.Ячевский, квартира которого была на Английском проспекте, там же где и лаборатория, начинал работать очень рано, уже работал, когда приходили сотрудники, и оставался в лаборатории до 10-11 часов вечера. Свои работы А.А.Ячевский печатал на машинке сам и практически без правки. Работа без правки говорит о точности и ясно-

сти мысли и глубокой мысленной проработке публикаций. Именно эти качества позволили ему заложить и развить практически все современные направления сельскохозяйственной микологии и фитопатологии. Многие из них сохранены и получили дальнейшее развитие в созданной им лаборатории.

Первые печатные работы А.А.Ячевского представляли списки швейцарских и алжирских видов грибов. Материалы по систематике отдельных групп регулярно публиковались во французских журналах. За эти работы он был награжден Швейцарским обществом испытателей природы двумя премиями Шлефли и серебряной медалью.

В 1893 г. в журнале «Bulletin de la Societe mycologique de France» был опубликован первый каталог 177 видов смоленских грибов и микросмицетов. Это небольшой гербарий, который А.А.Ячевский в дальнейшем передал в фонды лаборатории, стал основой одного из крупнейших микологических и фитопатологических гербариев России и мира. В настоящее время он хранится в ВИЗР, в Лаборатории микологии и фитопатологии, и насчитывает более 150 тыс. образцов. Пополнение гербария продолжается постоянно. География обследований широка - от Мурманской, Архангельской и Вологодской губерний на севере до Бессарабии, Кавказа и Закаспийской области на юге, от бывших губерний Прибалтики (Эстляндской, Лифляндской, Курляндской) и отдельных областей Белоруссии на западе до Камчатки и Южно-Уссурийского края на востоке. Одновременно сотрудники Бюро устанавливали связи с зарубежными коллегами, налаживали обмен гербарным материалом, приобретали экзикаты, и к 1917 г. количество образцов в гербарии достигло 100 тысяч. Ценными являются образцы грибов, собранные известным путешественником Г.Н.Потаниным в Монголии в 1884 и 1886 гг. и в 1885 году в Китае. К раритетам гербария относится коллекция образцов вида *Fusarium roseum* Link, собранных Н.А.Пальчевским в Южно-Уссурийском крае в 1887-1888 гг., грибные коллекции берлинской и тюрингской флоры немецкого микофлориста Е.Якобаша, собранные в конце 19-го - начале 20-го веков. В годы Второй

мировой войны гербарий лаборатории остался в блокадном Ленинграде. Его упаковали и перенесли в подвалы Всесоюзного института растениеводства. Опекали гербарий в 1941 г. проф. М.К.Хохряков и Л.С.Гутнер, а с лета 1942 г. проф. С.М.Тупеневич. После возвращения ВИЗР из эвакуации гербарий был перенесен на прежнее место и стал пополняться новыми микологическими сборами.

В послевоенные годы особый вклад в пополнение гербария внесли ученики А.А.Ячевского и Н.А.Наумова - М.К.Хохряков, В.И.Потлайчук, Н.С.Новотельнова, Д.Л.Тверской, И.С.Брежнев, И.Н.Абрамов и другие. Значительное количество гербарных образцов собрано на территории б. Советского Союза, во многих странах Западной Европы, Азии, в Северной Америке, а также в ряде стран Африки, Австралии, Центральной и Латинской Америки, на островах Тихого и Индийского океанов.

Гербарий широко используется отечественными и зарубежными учеными при подготовке ряда книг, учебных и методических пособий. Примером могут служить монографии по грибам рода *Fusarium* (Райлло, 1950), по паразитным несовершенным грибам (Васильевский, Каракулин, 1950), по грибам рода *Septoria* в СССР (Тетерникова-Бабаян, 1987), определитель болезней сельскохозяйственных культур (Хохряков и др., 1956, 2003). Некоторые зарубежные ученые использовали гербарий при подготовке фундаментальных трудов по мучнисторосяным грибам (Braun, 1995), по грибам рода *Didymosphaeria* (Aptroot, 1995). Гербарий является постоянно востребованным объектом исследований. Ежегодно фиксируются десятки обращений к фондам гербария из различных учреждений России и зарубежных стран. Гербарий является подспорьем при подготовке диссертационных работ по вопросам систематики и биологии грибов. Его материалы используются для обучения студентов и аспирантов, для популяризации научных и практических знаний по микологии и фитопатологии среди специалистов сельского хозяйства. В настоящее время начата работа по составлению электронного каталога гербария, что позволит облегчить и упростить работу с фондами.

Последнее крупное пополнение гербария

составляют около 2000 образцов грибов-паразитов сорных растений, собранных сотрудниками лаборатории в вегетационные сезоны 1993-2011 гг. на территории европейской части России и в Сибири. Эта часть гербария включает в себя более 420 видов микромицетов, зарегистрированных на (приблизительно) 270 видах питающих растений. Эта работа представляет собой дальнейшее развитие микофлористических исследований, необходимых на современном этапе. Изучение микобиоты сорных растений проведено в рамках нового направления - создания микогербицидов. Поэтому особое внимание было обращено на изучение грибов, поражающих многолетние сорные растения (вьюнок, бодяк и осот), наркосодержащие растения (мак и конопля) и борщевик. В ходе этих исследований выявлена микобиота перечисленных видов, выделены и отобраны штаммы с повышенной агрессивностью, получен ряд патентов на такие штаммы.

Ведется активное изучение биологии наиболее агрессивных видов, отрабатываются приемы получения препаративных форм, пригодных для использования в полевых условиях. Естественным следствием этой работы является переход к анализу не только самих грибов как возможных агентов биогербицидов, но и изучение структуры продуцируемых грибами токсинов и других веществ с той или иной биологической активностью. Наличие оборудования центра коллективного пользования ВИЗР создает возможность проведения скрининга экстрактов и метаболитов грибов на желаемую активность путем использования разработанных в ВИЗР тест-систем *in vitro* и *in vivo*. Выявлены новые микотоксины фитопатогенных грибов, пригодные для использования в качестве биогербицидов, и определена их химическая структура. На этой основе ведется разработка полифазного направления в систематике экономически важных видов фитопатогенных грибов.

Тесно связано с этими работами создание и поддержание коллекции живых культур фитопатогенных грибов, которая в настоящее время насчитывает около 6000 штаммов. Эта коллекция также лежит в русле наследия А.А.Ячевского. Как вспоминает

В.Н.Оршанская, Артур Артурович гордился приоритетом лаборатории, освоившей методику выделения грибов в чистую культуру. Именно при нем была заложена первая коллекция грибов рода *Fusarium*. Возобновленная в 1993 году М.М.Левитиным и Н.П.Шипиловой, коллекция в настоящее время насчитывает около 1500 культур различных видов. Гербарий, совмещенный с коллекцией живых культур, представляет уникальную систему, служащую как для работ по систематике грибов, так и изучения их полезных свойств.

Создание гербария явилось первым шагом в работе по инвентаризации и осмыслению видового состава возбудителей болезней растений, в первую очередь сельскохозяйственных растений. Следующим этапом явилось то, что теперь мы называем мониторингом болезней. Еще при создании в 1894 г. Бюро по прикладной ботанике в его задачу входило исследование болезней растений и изыскание мер для их истребления. Поначалу дело ограничивалось лишь ответами на случайные запросы, зачастую по иностранным литературным данным. В 1896 г. фитопатологическая лаборатория при Ботаническом саде, возглавляемая А.А.Ячевским, начала повсеместное фитопатологическое обследование территории России и создание на местах кадров корреспондентов. В 1902 году создан первый печатный орган по фитопатологии "Листок для борьбы с болезнями растений и повреждениями культурных и дикорастущих полезных растений", который существовал до 1904 года. С 1903 года начал издаваться "Ежегодник сведений ...", который регулярно выходил до 1912 г., а последний выпуск опубликован в 1917 г. Эти ежегодники представляли сводку всех литературных данных текущего года по микологии и фитопатологии. В них приведены материалы о распространении болезней растений, указаны приблизительные потери урожая и сведения об устойчивых сортах. В 1907 году из состава Бюро по прикладной ботанике было выделено самостоятельное Бюро по микологии и фитопатологии, что позволило А.А.Ячевскому вести упомянутую работу не только на научном, но уже и на государственном уровне. В Советском Союзе были учтены уроки создания госу-

дарственной службы слежения за развитием болезней (а также других вредных организмов) и эти наблюдения проводили в системе станций защиты растений, деятельность которых охватывала всю территорию сельскохозяйственного производства. Использовались также данные научно-исследовательских и учебных учреждений. Методическим и аналитическим центром этой работы являлся ВИЗР, учеными которого регулярно выпускались сборники под названием "Распространение болезней сельскохозяйственных культур в СССР". С сожалением следует отметить, что после многих реформ последних лет сложившейся системе нанесен существенный ущерб. В настоящее время подобные обзоры публикует Россельхозцентр, но их качество оставляет желать лучшего. До недавнего времени сотрудники лаборатории еще продолжали мониторинг болезней зерновых на Северо-Западе России. В частности удалось показать (Левитин М.М., Ишкова Т.И., Гультяева Е.И.) снижение доли ржавчинных болезней и возрастание вредоносности различных листовых пятнистостей на зерновых культурах в Северо-Западном регионе. В ограниченном масштабе продолжается мониторинг болезней рапса, как перспективной масличной культуры. Накоплены многолетние данные, свидетельствующие, что в настоящее время фитосанитарная ситуация на этой культуре в регионе удовлетворительная. Регулярно ведется мониторинг развития токсигенных грибов *Fusarium* и *Alternaria* - ежегодно на Северо-Западе России, а также систематически в различных регионах России. Показаны существенные различия видового состава как в географическом аспекте, так и на различных видах-хозяевах даже в одном географическом регионе.

Сотрудники лаборатории в рамках работ по созданию Агроатласа по гранту МНТЦ приняли основное участие в составлении карт распространения и вредоносности болезней сельскохозяйственных культур на территории России и сопредельных стран (<http://www.agroatlas.ru/ru/content/diseases>).

Кроме обзоров распространения болезней, А.А.Ячевским опубликованы монографии, описывающие комплексы болезней на

отдельных культурах, таких как виноград или хлопчатник. Созданы многочисленные определители и методические пособия, необходимые как в микологических исследованиях, так и в практической работе по защите растений. Эта работа активно продолжается сотрудниками лаборатории и в настоящее время, поскольку потребность в справочной литературе по диагностике болезней и мерам борьбы с ними всегда сохраняется на высоком уровне. Изданы брошюры и книги по болезням зерновых культур, рапса, переиздан с дополнениями и изменениями (Т.М.Хохрякова, М.М.Левитин) определитель болезней, составленный проф. М.К.Хохряковым. Проф. В.В.Котова при поддержке многих сотрудников нашей и других лабораторий опубликовала всеобъемлющий справочник по диагностике и мерам борьбы с болезнями основных культурных растений.

Таким образом, микофлористическая и инвентаризационная деятельность в лаборатории А.А.Ячевского естественным образом перетекала в деятельность образовательную, осуществляемую не только путем соответствующих публикаций, но и в непосредственном контакте со слушателями и студентами. Еще в ботаническом саду А.А.Ячевский организует курсы инструкторов-фитопатологов и затем продолжает эту деятельность в бюро и лаборатории. Судя по воспоминаниям М.А.Целле, лаборатория на Английском проспекте была очень тесная и специалисты, приезжающие на стажировку, сидели по 2-3 человека за одним столом. При этом и сам Артур Артурович и его сотрудники были очень приветливы и просили стажеров оставаться или приезжать еще. В предреволюционные годы А.А.Ячевский организует и возглавляет кафедру микологии и фитопатологии на Стебутовских курсах. Вершиной образовательной деятельности является должность декана фитопатологического факультета в знаменитом ИЗИФ'е (Институт прикладной зоологии и фитопатологии), в создании которого он принял активное участие. Уже в 1913 году он также поднял вопрос о создании кафедр фитопатологии при высших сельскохозяйственных учебных заведениях. Такие кафедры были образованы и функционировали в советское

время, однако через сто лет этот вопрос опять становится актуальным в связи с последними реформами и ликвидацией как факультетов защиты растений, так и кафедр фитопатологии.

Образовательная деятельность сотрудников лаборатории продолжается и в настоящее время. Под руководством академика М.М.Левитина в ВИЗР совместно с Аграрным университетом и Технологическим институтом (университетом) создан научно-образовательный центр, в работе которого сотрудники лаборатории принимают активное участие. С 2000 года в лаборатории введена практика проведения Всероссийских школ по традиционной диагностике болезней. Проведено 5 таких школ, в которых приняли участие более ста сотрудников научно-исследовательских и учебных учреждений в области сельского хозяйства, а также работники системы Россельхозцентра. Последняя, шестая школа проведена весной этого года на основе новой концепции, в которой основной упор сделан на наиболее современные методы диагностики возбудителей с помощью молекулярных методов. Кроме того, Т.Ю.Гагкаевой проведено около 10 авторских школ по таксономии и диагностике грибов рода *Fusarium*. В лаборатории, также как и во времена А.А.Ячевского, проходят стажировки молодые исследователи из различных учреждений России, Белоруссии, Украины, Азербайджана.

Другое крупное направление в фитопатологии, успешно начатое А.А.Ячевским, – фитоиммунология. Выступая на первом съезде деятелей по селекции сельскохозяйственных растений в 1911 г. в Харькове, А.А.Ячевский отмечал, что развитие работ в области иммунитета представляет собой новое направление в фитопатологии. В этом докладе впервые было продемонстрировано практическое значение устойчивых сортов в борьбе с болезнями растений. На основании личных наблюдений о поражаемости сортов и широкого сбора сведений от сети опытных учреждений сделан первый перечень устойчивых сортов различных главнейших культур. Изложена программа и теоретические предпосылки развития работ по иммунитету. Здесь хотелось бы отметить, что

А.А.Ячевский оказал существенное влияние на молодого Н.И.Вавилова. В биографии последнего обычно сообщается, что в 1911 году после окончания Петровско-Разумовской академии он был оставлен для подготовки к профессорскому званию на кафедре частного земледелия, начал работу по иммунитету растений и затем был направлен на стажировку в Бюро по растениеводству. Однако полноценную стажировку молодой Н.И.Вавилов в 1911-1912 годах проходит и в Бюро по микологии и фитопатологии у А.А.Ячевского. По окончании стажировки в столице Николай Иванович продолжает повышение квалификации за границей, а по возвращении в Москву в 1915 г. приступает к магистерской диссертации, сдает экзамены, но диссертации не защищает. Только в 1918 году Вавилов подготовил в качестве магистерской диссертации монографию «Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям». Это выдающаяся работа, которая и до сих пор не потеряла своего значения по уровню анализа явлений иммунитета и понимания общебиологических его закономерностей. Однако, вряд ли совпадение дат – доклад А.А.Ячевского 1911 года и начало работ Н.И.Вавилова по иммунитету можно считать случайным. Не будет неоправданным предположить, что именно идеи А.А.Ячевского оказали существенное влияние на молодого Вавилова и дали ему толчок для осмысления явлений фитои иммунитета. Идея гомологических рядов также была подсказана Н.И.Вавилову А.А.Ячевским. Существенным вкладом А.А.Ячевского в судьбу Н.И.Вавилова явилась рекомендация последнего в 1921 г. на должность руководителя Бюро по растениеводству.

Именно на этой должности раскроются научные и организационные таланты Н.И.Вавилова, что приведет к созданию Коллекции культурных растений, Института растениеводства, Академии сельскохозяйственных наук. Вышесказанное, конечно, не преуменьшает роль Н.И.Вавилова. Его гений проявился бы на любой работе и на любой должности. Просто без А.А.Ячевского мы, может быть, знали бы совсем другого Вавилова. Кроме того, все это демонстрирует тесные связи ученых различных направлений и прекрасные результаты их взаимо-

действия, а также позволяет именно А.А.Ячевского считать основоположником фитоиммунитета в России. В развитие этого направления как в ВИЗР, так и в ВИР много лет успешно работают крупные отделы иммунитета. В 60-70-е годы лаборатории иммунитета были созданы и во всех крупных селекционных центрах СССР. Правда, в настоящее время они практически не существуют. Естественно, ведутся работы по иммунитету и в нашей лаборатории. Многолетние исследования этиологии кукурузы и проблем сортоустойчивости позволили В.Г.Иващенко издать методические руководства и каталоги устойчивых форм. Проведено изучение генетики устойчивости ржи к бурой ржавчине, определены и картированы гены устойчивости, изучен состав популяций гриба и показана его высокая полиморфность по вирулентности (А.П.Дмитриев, О.А.Баранова, О.Е.Пашкова).

Большая работа (Т.Ю.Гагкаева, О.П.Гаврилова) проведена по изучению устойчивости хлебных злаков к фузариозу зерна. Адаптированы методы комплексной оценки устойчивости используя три параметра оценки: зараженность грибами, количество ДНК грибов и контаминация зерна микотоксинами. Скрининг коллекции пшеницы, ячменя и овса из коллекции ВИР позволил выявить относительно устойчивые к болезни образцы. Впервые проведено изучение коллекции овса на устойчивость к фузариозу зерна. В результате совместно с ВИР опубликован каталог, где приведена комплексная характеристика устойчивости овса к фузариозу.

В связи с изучением видового состава грибов рода *Alternaria* невозможно было не обратиться к изучению устойчивости растений к заболеваниям, вызываемым данным возбудителем. В результате изданы методические пособия по изучению устойчивости крестоцветных и пасленовых культур к альтернариозам и идентификации видов-возбудителей (Ф.Б.Ганнибал, А.С.Орина, Е.Л.Гасич).

Комплексные работы по изучению патосистемы пшеница - бурая ржавчина ведутся в лаборатории группой под руководством Е.И.Гультяевой. Эти исследования включают оценку устойчивости современных сор-

тов пшеницы к бурой ржавчине, идентификацию у них генов устойчивости, анализ популяций гриба *Puccinia triticina*, полученных из различных регионов России, и выявление высокоэффективных *Lr*-генов. Работа ведется на самом высоком методическом уровне с использованием и совершенствованием молекулярных методов тестирования как генов устойчивости, так и разнообразия гриба. В российских и зарубежных изданиях опубликован ряд работ на эту тему, издано два методических руководства.

Пристальное внимание А.А.Ячевский уделял вопросам видообразования и филогении грибов. Это одна из самых сложных проблем биологии, в которую сам А.А.Ячевский и его ученики, а впоследствии и руководители лаборатории Н.А.Наумов и М.К.Хохряков, внесли существенный вклад. Сам А.А.Ячевский выявил и определил значительное количество новых видов. Бесспорно, А.А.Ячевский стоял на дарвиновских позициях. При этом надо отметить, что в начале прошлого века дарвинизм был достаточно молодой теорией (примерно ровесницей самого А.А.Ячевского). Эту теорию надо было еще защищать как от антиэволюционистов - можно вспомнить многочисленные издания книги К.А.Тимирязева «Чарльз Дарвин и его учение», так и от нарождающейся генетики, по первому впечатлению противоречащей дарвинизму. Об этих очевидных истинах не следовало бы говорить, если бы не нарастание обскурантизма и антиэволюционизма в современном российском обществе. Основной довод антидарвинистов сводится к тому, что никто не наблюдал образования новых видов в природе. Несмотря на то что это просто невежественная ложь даже касательно высокоорганизованных организмов как, например, насекомые, накопление фактического материала на эту тему представляется актуальным. В этом смысле выявленная А.С.Ориной специализация видов *Alternaria* на картофеле и томате может рассматриваться как начинающийся процесс видовой дивергенции. Осмысление подобных данных не только в фитопатологическом смысле, но и в общеэволюционном могло бы быть весьма полезным.

Сотрудники лаборатории продолжают

таксономическое изучение таких сложных групп грибов как роды *Fusarium* и *Alternaria*. Вот что писал А.А.Ячевский относительно систематики рода *Fusarium* в 1913 году: "... показано, что определение видов этого рода (*Fusarium*) не может быть основано только на изучении культуральных особенностей и что виды, определенные предшествующими авторами, являются в конечном итоге всего лишь искусственными группами, включающими некоторое количество типов, зачастую весьма гетерогенных" (Bulletin de la Societe mycologique de France, 1913, v. 28, N 4).

В свое время, отдавая должное морфологическому критерию вида, А.А.Ячевский подчеркивал, что при определении вида необходимо учитывать всю совокупность признаков с применением онтогенетического подхода. На этой основе с привлечением новых методов анализа, таких как определение состава и количества токсинов, агрессивность, молекулярные маркеры, удается строить достаточно удовлетворительную классификацию. Выявлены новые для науки виды *Alternaria silybi* Gannibal, 2010; *A. simmonsii* Gannibal, 2010; *Fusarium ussurianum* Aoki, Gagkaeva, Yli-Mattila, Kistler, O'Donnell, 2009; *F. sibiricum* Gagkaeva, Burkin, Kononenko, Gavrilova, O'Donnell, Aoki et Yli-Mattila, 2011. Впервые на территории России выявлены виды грибов *A. cucumerina* (Ellis & Everh.) J.A.Elliott; *A. avenicola* E.G.Simmons, Kosiak et Kwasna; *A. arborescens* E.G.Simmons; *A. tomatophila* E.G.Simmons; *F. cerealis* (Cooke) Sacc.; *F. torulosum* (Berk. and M.A.Curtis) Nirenberg; *F. nygamai* L.W.Burgess & Trimboli; *F. vorosii* V.Toth, Varga, Starkey, O'Donnell, H.Suga & T.Aoki.

Следует вспомнить и другие направления, основателем которых был А.А.Ячевский, хотя по этим направлениям лаборатория в настоящее время исследований не проводит. А.А.Ячевский не обошел своим вниманием такие области фитопатологии, как хранение сельскохозяйственной продукции, химизация защиты растений, бактериология, вирусология, карантин. Он был представителем России на Первой

международной конференции по карантину и защите растений в Риме в 1914 г. и принимал активное участие в разработке основных положений Международной конвенции по карантину и защите растений. Организованные им работы по карантину первоначально касались рака картофеля. В 1924 г. организован карантинный участок по раку картофеля, где проводили предварительный осмотр получаемого ВИР коллекционного материала, а затем его посадка на участке ВИР в Калитино. А.А.Холмквист рассказывает, что в 1928 г. при уборке южноамериканской коллекции картофеля были выявлены клубни, подозрительные по раку. Их отвезли в лабораторию А.А.Ячевского, который обещал дать ответ на следующий день. Однако на следующий день с самого раннего утра на поле прибыла бригада фитопатологов во главе с А.А.Ячевским и приняла меры по локализации поражения и недопущению распространения болезни. Тогда же вместе с С.М.Букасовым были разработаны меры, исключающие занос и распространение болезни в СССР и поставлен вопрос о создании специальной инспекции по карантину. Изучение рака картофеля в настоящее время продолжается в лаборатории иммунитета растений к болезням, а карантин растений является государственной задачей.

Сведения о бактериозах в России впервые стали появляться в "Ежегодниках сведений о болезнях и повреждениях культурных и дикорастущих полезных растений". А.А.Ячевскому принадлежат первые статьи о бактериозах злаков, табака, хлопчатника и монография "Бактериозы растений", изданная в 1935 году, уже после его смерти. В последние годы ВИЗР регулярно издает методические брошюры по бактериозам различных культур.

В 1925 году по результатам обследования посадок картофеля в северной и центральной полосе России А.А.Ячевским была издана монография "Болезни вырождения растения", которая явилась первым обширным обзором вирусных болезней. Позднее он внес вклад в изучение вирусных болезней и других культур. В ВИЗР долгое время

успешно функционировала созданная проф. Ю.И.Власовым лаборатория вирусологии, которая, к сожалению, в настоящее время распалась на фоне общего обнищания науки.

То же, к сожалению, приходится сказать и о существовавшей в ВИЗР лаборатории хранения. Но, когда в 1929 г. в крупных городах стали создавать продовольственные резервы картофеля, овощей и плодов в больших масштабах, встал вопрос об организации системы хранения и предотвращения порчи продуктов, поскольку впервые в истории на ограниченных площадях концентрировались громадные количества продукции. Для этого в Ленинграде создается специальный штаб, руководителем которого фактически стал А.А.Ячевский. Были разработаны проекты организации хранилищ и обоснована необходимость тарной перевозки картофеля для предотвращения механических повреждений. Велась подготовка специальных кадров.

Гораздо лучше обстоит дело с работами по химической защите растений от болезней. В ВИЗР под руководством академика В.И.Долженко успешно функционирует Центр биологической регламентации использования пестицидов, который, кроме исследовательской работы, также обеспечивает работу по государственной регистрации пестицидов, в том числе фунгицидов химической и биологической природы. Конечно, в начале прошлого века эта работа не была такой масштабной, однако испытание различных противогрибковых составов составляло предмет работ Бюро по микологии и фитопатологии. Там проводили испытания как новых, так и ранее известных составов. А.А.Ячевским были разработаны и сформулированы требования, которым должен был удовлетворять фунгицид: "действие препарата должно быть верное и по возможности быстрое; они должны быть безвредными для растений и безопасными для человека и теплокровных животных; приготовление составов не должно вызывать затруднений в практике; стоимость их должна быть минимальной; составы должны обладать достаточной прилипаемостью и оставлять на растениях явные следы опрыскивания". Думаю, что под этими требованиями и сегодня подпишется любой фитопатолог. Рассматривались А.А.Ячевским вопросы замены медьсо-

держащих препаратов полисульфидами, замены жидких составов сухими порошкообразными протравителями, которые было проще применять. Отмечена необходимость создания календаря опрыскиваний - "установление времени лечения имеет громадное практическое значение и должно быть строго сообразовано с природой и физиологическими особенностями того паразита, против которого он применяется. Устанавливать точные сроки лечения в виде общей формулы для всех растений всех местностей и годов совершенно немыслимо". А.А.Ячевский выявил и обратил внимание на мутагенную активность некоторых, в том числе медьсодержащих препаратов, и на случаи резистентности.

Описав научную деятельность А.А.Ячевского, нельзя не остановиться на его личных качествах, преданности науке, увлеченностью решением исследовательских задач. Последний из упомянутых выше "Ежегодников сведений о болезнях" выходит из печати в 1917 году в сложной для России внешне- и внутривнутриполитической ситуации. Тем не менее, А.А.Ячевский в предисловии к нему сосредотачивается на новых научных задачах и пишет: "Общий план этого выпуска остался, как и в прежних Ежегодниках, но по полученным данным оказалось необходимым установить еще три отдела, а именно включить сведения о повреждении растений газами и дымом, о повреждении древесины и деревянных построек, наконец, о грибных паразитах насекомых, как о вопросах, представляющих и с практической точки зрения большой интерес". Последняя тематика не забыта - в ВИЗР успешно создан грибной препарат для борьбы с саранчой. Последующие за тем революционные события вряд ли могли вызвать энтузиазм А.А.Ячевского, который был настолько обеспеченным человеком, что мог за свой счет снимать помещения для лаборатории и содержать ее штат. Тем не менее, продолжение научной работы остается для него приоритетным. Л.С.Гутнер вспоминает, что в 1923 г. в лабораторию приехала фитопатолог из Харькова Б.А.Волошина. "Наслышавшись ...о Ячевском, она сочла необходимым предупредить, что она жена коммуниста и не хочет этого скрывать, что-

бы не вводить его в заблуждение". Он прервал этот разговор и заявил, что "двери моей лаборатории открыты для всех, кто хочет работать независимо от его веры или политических убеждений". А.А.Ячевский сумел создать простые человеческие отношения между пролетарским студенчеством и профессором-аристократом, что в те годы (1923-1924) не было обычным явлением.

Позже по результатам коллективизации, издержек которой трудно было не заметить, он тем не менее, отмечает, что с научной и практической точек зрения "Выработанные меры борьбы с болезнями культурных растений естественно не могли быть полностью применимы в условиях единоличных, мелких раздробленных хозяйств, в условиях чересполосицы. Смешно было бы думать, что можно побороть ... головню в условиях единоличных хозяйств. Здесь совершенно невозможно засеять большой массив селекционными семенами".

Выше изложенное позволяет, на мой взгляд, показать роль А.А.Ячевского для отечественной микологии и фитопатологии. Конечно, в конце позапрошлого века довольно легко было быть первым во многих направлениях, поскольку зачастую эти направления просто отсутствовали как в отечественной, так и в мировой науке. Однако, значимость А.А.Ячевского не только, а

может быть и не столько в этом. Ему удалось не только заложить основные направления исследований, но и подготовить кадры для продолжения всех исследований. Достаточно вспомнить, что в момент образования Бюро по микологии и фитопатологии в нем работало 2 человека, через 5 лет в лаборатории было уже 20 сотрудников, а в 1929 г. при вхождении лаборатории в ВИЗР на ее основе был создан отдел фитопатологии, состоящий из 14 отделений.

Сегодня сама лаборатория насчитывает 15 постоянных сотрудников, не считая аспирантов и практикантов. К наследию А.А.Ячевского можно отнести и исследования, проводимые в ряде других лабораторий. Именно сохранение и развитие наследия А.А.Ячевского позволяет считать его выдающимся ученым и с уважением и признательностью вспоминать его сегодня, через 150 лет после рождения.

Для составления данной публикации были использованы сведения, предоставленные автору академиком М.М.Левитиным, ст.н.с. Л.И.Берестецкой и рядом других лиц, которым автор выражает искреннюю благодарность. Кроме того, использованы воспоминания о А.А.Ячевском, опубликованные в 1964 году в издании Трудов ВИЗР (вып. 23), посвященные 125-летию со дня рождения М.С.Воронина и 100-летию со дня рождения А.А.Ячевского.

Доклад опубликован в книге «Материалы международной научной конференции "Проблемы микологии и фитопатологии в XXI веке", 2-4 октября 2013 г., Санкт-Петербург, 2013, с. 28-38.

## A.A.JACZEWSKI AND DEVELOPMENT OF HIS IDEAS IN THE MODERN WORLD

A.P.Dmitriev

The article is dedicated to Academician, Prof. A.A.Jaczewski (1863-1932), mycologist and plant pathologist, one of the most outstanding Russian biologists of the twentieth century. Since 1890s he made efforts to integrate basic science and applied research for crop protection in Russia. The beginning of the research formation on mycology and phytopathology in Russia and development of his ideas in the modern world have been shown.

*Key words:* history of science, A.A. Jaczewski, mycology, phytopathology, research.

УДК 632.937.15:635.21

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ МИКРОВОБ-АНТАГОНИСТОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ ОТ БОЛЕЗНЕЙ ПРИ ХРАНЕНИИ****И.И. Новикова\*, И.В. Бойкова\*, В.А. Павлюпин\*, В.Н. Зейрук\*\*, С.В. Васильева\*\*, Р.Р. Азизбекян\*\*\*, Н.И. Кузнецова\*\*\****\*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург**\*\*Всероссийский НИИ картофельного хозяйства им.Лорха, Московская обл.**\*\*\*ФГУП НИИ генетики и селекции промышленных микроорганизмов, Москва*

Проведено изучение биологической эффективности образцов биопрепаратов на основе отселектированных штаммов *Brevibacillus laterosporus* Bl 101, *Bacillus subtilis* М-22 и *Bacillus subtilis* - И5-12/23 в лабораторных условиях и в картофелехранилище в опыте по длительному хранению картофеля. В лабораторных опытах образцы биопрепаратов показали высокую биологическую эффективность против возбудителей грибных болезней картофеля - ризоктониоза и серебристой парши (42.2-77.8%). Обработка клубней перед закладкой на хранение в картофелехранилище снижала количество больных грибными и бактериальными болезнями клубней и повышала выход здорового картофеля в 2.6-2.7 раза. Биологическая эффективность образцов биопрепаратов на основе отселектированных штаммов *B. subtilis* - И5-12/23 и *B. laterosporus* Bl 101 в отношении кольцевой гнили, сухой гнили и фитофтороза достигала 55-90% и была существенно выше эффективности химического стандарта препарата максим КС. Хозяйственная эффективность применения образцов биопрепаратов увеличилась на 7.1-10.9%.

*Ключевые слова:* микробы-антагонисты, биопрепараты, фитопатогенные грибы и бактерии, биологическая эффективность, болезни клубней.

Картофель - одна из основных сельскохозяйственных культур, используемая как на продовольственные и кормовые цели, так и в качестве сырья для перерабатывающей промышленности. Потенциальная продуктивность картофеля в оптимальных условиях достигает 60-100 т/га. Реальные урожаи в странах ЕвразЭС значительно ниже, и качество клубней не всегда отвечает современным требованиям. Одна из основных причин снижения эффективности картофелеводства - сильное развитие болезней на растениях и клубнях в период вегетации и во время хранения, потери урожая от которых могут достигать 30-50% и более. Возросла вредоносность многих хорошо известных заболеваний - фитофтороза, альтернариоза, всех видов парши, черной ножки. Участились случаи появления кольцевой гнили - особенно опасного бактериального заболевания картофеля.

В настоящее время важная тенденция производства сельскохозяйственных продуктов - использование экологически малопаспных средств защиты растений. Широкое применение химических фунги-

цидов не всегда безопасно для теплокровных и способствует формированию резистентных популяций фитопатогенных видов - возбудителей болезней. В основе современной концепции защиты растений лежат представления о необходимости перехода от отдельных приемов и методов к «конструированию» интенсивных экологически устойчивых агроэкосистем. При этом существенный вклад в обеспечение экологического равновесия должна внести оптимизация системы трофических связей и других механизмов саморегуляции биоценозов.

Главными показателями адаптивности сельского хозяйства, наряду с ростом урожайности и качества продукции, являются ресурс-, энергоэкономичность технологий и природоохранный эффект, оптимизация среды обитания полезных организмов, повышение стрессоустойчивости агроэкосистем (Жученко, 1994; Жученко и др., 2008,2009). С точки зрения современного системного подхода, растения в биогеоценозе составляют ядро сложных биологических систем-консорциев, включающих разнообразные группы гетеро-

трофов, в том числе специфический микробиоценоз возбудителей болезней, их антагонистов и гиперпаразитов. При этом все микроорганизмы каждого трофического уровня находятся в постоянном биоценоотическом процессе, формирующем фитосанитарное состояние экосистемы. Микробиологическая защита сельскохозяйственных культур от болезней, преимущественно, основана на биоценоотических принципах и представляет собой важнейшую часть биологической защиты в целом. Технологии микробиологической защиты базируются на использовании биологического разнообразия микроорганизмов-антагонистов и гиперпаразитов возбудителей болезней растений с полифункциональным типом действия на растения и фитопатогенные микроорганизмы. В связи с этим весьма актуальна задача поиска активных антагонистов фитопатогенных микроорганизмов и разработки на их основе новых биопрепаратов для включения в современные технологии фитосанитарной оптимизации агроэкосистем. Подобный подход должен быть основан на использовании штаммов микробов-антагонистов или их ассоциаций, обладающих высокой полифункциональной антагонистической активностью, эффективными жизненными стратегиями и высокой конкурентоспособностью в агроэкосистемах. Наиболее полно отвечают таким требованиям и перспективны для интродукции в микробиоценоз с целью регуляции плотности фитопатогенных популяций представители рода бацилл.

Подавление различных фитопатогенов бактериями рода *Bacillus* было продемон-

стрировано на целом ряде болезней овощных культур и картофеля (Азаматова, Габрилович, 1989; Centurion et al., 1994; Козачко и др., 1995; Попов и др., 1995; Dolej, Vochow, 1996; Marrone et al., 1999). Японские исследователи сообщали о значительном влиянии штаммов *B. subtilis*, выделенных из компостов, на супрессивность почвы по отношению к фитопатогенным грибам (Phae et al., 1990).

Новые биопрепараты на основе бацилл (бактофит, битоспорин, алирин-Б, гамаир, витаплан и другие) с успехом применяют для борьбы с болезнями сельскохозяйственных культур. Биологические препараты зарекомендовали себя как эффективные, экологически безопасные и альтернативные синтетическим химическим соединениям (Коробкова и др., 1987; Burkhard et al., 1991; Berdian, 1996; Смирнов и др., 1998). Ряд коммерческих биопрепаратов на основе *B.subtilis* создан за рубежом (Попов, 1990; Collins et al., 1994).

В результате скрининга штаммов бацилл из Государственной коллекции микроорганизмов ГНУ ВИЗР и ВКПМ ФГУП НИИ генетики и селекции промышленных микроорганизмов по признаку антагонистической активности в отношении возбудителей болезней картофеля при хранении были отобраны наиболее перспективные штаммы *B. laterosporus* Bl 101, *B. subtilis* М-22 и *B. subtilis* - И5-12/23. Цель работы - изучение биологической эффективности образцов биопрепаратов на основе отселектированных штаммов в лабораторных условиях и в картофелехранилище.

#### Методика исследований

Изучение биологической эффективности образцов биопрепаратов на основе отселектированных штаммов *B. laterosporus* Bl 101, *B. subtilis* М-22 и *B. subtilis* - И5-12/23 осуществляли в соответствии со стандартными методиками, изложенными в следующих пособиях: «Методика исследований по культуре картофеля», М., 1967; «Методика полевого опыта», М., 1985; «Методические указания по государственным испытаниям фунгицидов, антибиотиков и протравителей семян сельскохозяйственных культур», М., 1965; «Методика исследований по защите картофеля от

болезней, вредителей, сорняков и иммунитету», М., 1995; «Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве», Санкт-Петербург, 2009.

Лабораторные опыты были заложены 18 декабря 2012 г. с учетом динамики развития заболеваний в насыпи клубней в картофелехранилище в основной период хранения. Для проведения опытов были отобраны клубни с признаками болезней.

В лабораторных опытах для определения влияния образцов биопрепаратов на прорастание склероциев ризоктониоза и развитие спороншения

серебристой парши клубни обрабатывали рабочей жидкостью с титром жизнеспособных клеток  $10^8$  и  $10^9$  КОЕ/мл. В стандарте клубни обрабатывали препаратом максим КС (0.2 л/т), в контроле - водой. После обработки клубни были заложены во влажные камеры. По истечении 2-7 дней были проведены учеты интенсивности спороношения грибов, вызывающих ризоктониоз (*Rhizoctonia solani* Kuhn.) и серебристую паршу картофеля (*Helminthosporium solani* Dur.ex.Mont).

Закладка клубней картофеля на длительное хранение с целью оценки биологической эффективности образцов биопрепаратов в отношении комплекса болезней была проведена в картофелехранилище № 1 ГНУ ВНИИКХ (Московская область, Люберецкий район, п. Красково, микрорайон Коренево) 06. 09. 2012 года.

В опыте использовали клубни сорта Сантэ (среднеранний, универсального использования). Урожайность высокая. Сорт устойчив к раку картофеля

### Результаты исследований

Попытки использования микробов-антагонистов в защите картофеля от фитопатогенов предпринимались давно. Обширные исследования посвящены оценке возможности использования штаммов дрожжей, выделенных из почвы в местах с наименьшей пораженностью клубней сухой фузариозной гнилью (*Fusarium sambucinum* и *F. solani* var. *coeruleum*) (Schisler et al., 2000). Однако существенного результата получено не было. Более эффективно применение штаммов бактерий. Против возбудителей черной ножки картофеля *Erwinia carotovora* var. *atroseptica* и *E. aroideae*, а также сухой фузариозной гнили *F. sambucinum* была изучена активность более 200 штаммов бактерий рр. *Bacillus*, *Erwinia* и *Pseudomonas* (Дорожкин и др., 1991). Выявлены штаммы *B. mycooides* и *P. xanthochlora*, перспективные для разработки способов микробиологической защиты картофеля. Показано влияние состава микофлоры почвы, в том числе почвообитающих микробов-антагонистов из р. *Trichoderma*, на развитие двух патогенов картофеля (*F. sulfureum* Schl. и *F. coeruleum* Sacc.) На интенсивность развития болезней картофеля, в том числе и фитофтороза, может оказать существенное влияние и микрофлора поверхности клубней (Clulow et al.,

(возб. *Synchytrium endobioticum*), золотистой картофельной цистообразующей нематоды (*Globodera rostochiensis*), вирусным болезням, восприимчив по ботве к фитофторозу. Среднеустойчив к обыкновенной парше, восприимчив к ризоктониозу и фомозу. Набор материала для проведения опытов был произведен через 3 дня после уборки урожая. Перед обработкой и закладкой на хранение проводили клубневой анализ с целью определения фитопатологического состояния картофеля. Перед закладкой на хранение клубни обрабатывали рабочей жидкостью образцов биопрепаратов с титром жизнеспособных клеток  $10^8$  и  $10^9$  КОЕ/мл. В стандарте клубни обрабатывали препаратом максим, КС (0.2 л/т), в контроле - водой. Расход рабочей жидкости - 3 л/т. Масса образца клубней картофеля составляла 5 кг. Повторность опыта - 10-кратная. Общая масса клубней каждого варианта - 50 кг. Место размещения образцов: в насыпи картофеля на глубине 20-30 см от поверхности.

Экспериментальные данные статистически обработаны посредством дисперсионного анализа.

1995).

Показано, что интенсивность развития болезней картофеля зависит от численности и состава антагонистов. На эффективность биопрепаратов положительное действие оказывают и агротехнические приемы (Kurzawinska, 1992). Изучено влияние отселектированных штаммов р. *Streptomyces* на подавление возбудителя обыкновенной парши картофеля (Liu et al., 1995,1996). Изучение биоразнообразия и антагонистической активности эпифитных микроорганизмов, выделенных с клубней картофеля, показало, что наиболее активны штаммы рр. *Bacillus* и *Pseudomonas* (Бельская и др., 1995). Ф.А.Попов с соавторами продемонстрировали, что штамм *Bacillus megaterium* способен подавлять развитие *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, *E. carotovora* subsp. *carotovora*, *E. carotovora* var. *atroseptica* (1995). Таким образом, рядом исследователей убедительно доказана перспективность использования биопрепаратов на основе микробов-антагонистов для защиты картофеля от болезней в период вегетации. До сих пор эффективность применения антагонистов для снижения пораженности клубней картофеля болезнями в процессе длительного хранения не изучена.

Результаты оценки биологической эф-

фективности отселектированных штаммов бацилл для снижения пораженности картофеля болезнями при хранении приведены в таблицах 1 и 2. Полученные данные свидетельствуют о снижении количества проросших склероциев и достаточно высокой эффективности образцов биопрепаратов в отношении ризоктониоза клубней. Однако они существенно уступа

ли по эффективности химическому стандарту - максимуму КС. Так, в начале учетов биологическая эффективность образцов на основе штаммов *B. subtilis* И-5 12/23 и *B. laterosporus* В1 101 составляла 36.3-44.1% соответственно. Затем биологическая эффективность несколько снизилась и не превышала 42.2%, тогда как стандартный препарат полностью подавил развитие болезни.

Таблица 1. Биологическая эффективность образцов биопрепаратов в отношении ризоктониоза клубней картофеля

Варианты (титр клеток в рабочем растворе образца биопрепарата, КОЕ/мл)	20.12.2012			24.12.2012		
	проросших склероци- ев, Р, %	развитие болезни, R, %	биологич. эффект., %	проросших склероци- ев, Р, %	развитие болезни, R, %	биологич. эффект., %
Контроль, вода	28.0	10.2	0	95.1	33.4	0
<i>B. subtilis</i> М-22, 10 <sup>9</sup>	33.6	8.2	19.6	89.8	27.6	17.4
<i>B. subtilis</i> И-5 12/23, 10 <sup>9</sup>	24.1	6.5	36.3	98.6	25.8	22.8
<i>B. subtilis</i> И-5 12/23, 10 <sup>8</sup>	32.8	8.4	17.6	97.7	27.9	16.5
<i>B. laterosporus</i> В1 101, 10 <sup>9</sup>	33.6	8.7	14.7	89.5	23.2	30.5
<i>B. laterosporus</i> В1 101, 10 <sup>8</sup>	28.3	5.7	44.1	74.4	19.3	42.2
максим КС, стандарт, 0,2 л/т	0	0	100.0	8.7	1.7	97.9
НСР <sub>0,95</sub>	1.2	1.4		4.3	0.9	

В борьбе с паршой серебристой (табл. 2) изучаемые образцы биопрепаратов показали высокую биологическую активность в сравнении со стандартом.

Таблица 2. Биологическая эффективность образцов биопрепаратов в отношении спороношения серебристой парши на клубнях картофеля

Варианты (титр клеток в рабочем растворе образца биопре- парата, КОЕ/мл)	Второй учет (28.12.2012)		Биологи- ческая, эффе- ктивность, %	
	доля клуб- ней со спо- роношени- ем, Р, %	разви- тие болезни, R, %	Р, %	R, %
Контроль, вода	90.0	36.0	0	0
<i>B. subtilis</i> М-22, 10 <sup>9</sup>	70.0	16.0	22.2	55.6
<i>B. subtilis</i> И-5 12/23, 10 <sup>9</sup>	40.0	8.0	55.6	77.8
<i>B. subtilis</i> И-5 12/23, 10 <sup>8</sup>	40.0	8.0	55.6	77.8
<i>B. laterosporus</i> В1 101, 10 <sup>9</sup>	50.0	12.0	44.4	67.7
<i>B. laterosporus</i> В1 101, 10 <sup>8</sup>	70.0	14.0	22.2	61.1
Максим КС, стандарт, 0,2 л/т	60.0	12.0	33.3	67.7
НСР <sub>0,95</sub>	8.0	2.2		

При проведении 1-го учета ни в одном из вариантов опыта спороношения *Helminthosporium solani* Dur.ex.Mont отмечено не было. Результаты второго учета пока-

зали, что развитие болезни при использовании препарата на основе штамма *B. subtilis* И-5 12/23 при обеих концентрациях рабочего раствора было в 2 раза ниже по сравнению с образцом на основе штамма *B. subtilis* М-22 и в 4,5 раз - по сравнению с контролем. Биологическая эффективность в этом варианте опыта достигла 77.8%.

В целом, изучаемые образцы биопрепаратов существенно сокращали количество клубней картофеля со спороношением возбудителя и снижали развитие парши серебристой. Показатели их биологической эффективности находились на уровне или превышали эффективность химического стандарта (61.1-77.8%).

Анализ результатов опыта в условиях картофелехранилища ВНИИКХ подтвердил данные лабораторных опытов. По окончании периода хранения в марте 2013 года был проведен клубневой анализ и определены пораженность болезнями и потери массы картофеля при хранении (табл. 3-5).

Отмечено существенное снижение развития болезней на клубнях семенного картофеля после обработки образцами

биопрепаратов и стандартом максим КС по сравнению с контролем. Количество здоровых клубней после применения биопрепаратов достигало 32.4-36.6%, в то время как в контроле этот показатель не превышал 13.3%. Таким образом, по сравнению с контролем выход здоровой продукции увеличился в 2.7 раза.

Все исследуемые образцы биопрепаратов эффективно снижали пораженность клубней всеми проявившимися заболеваниями, за

исключением парши обыкновенной. Наибольший эффект образцы биопрепаратов проявили в отношении возбудителей кольцевой и сухой гнилей картофеля. В варианте с применением образца биопрепарата на основе штамма *B. subtilis* И5-12/23 распространенность кольцевой гнили составила 2.6-2.9%, сухой гнили - 1.5-3.0%, что значительно ниже этих показателей у образца на основе штамма *B. subtilis* М-22 и максима КС (4.8 и 3.5%; 9.0 и 4.1% соответственно).

Таблица 3. Влияние образцов биопрепаратов на степень поражения клубней картофеля болезнями в период хранения (06.09.2012 - 26.03.2013)

Варианты (титр клеток в рабочем растворе образца био- препарата, КОЕ/мл)	Здо- ро- вых	Доля пораженных клубней, %					Биоло- гическая эффе- ktiv- ность, %
		Всего	парша обык- новенная <i>Str. scabies</i>	кольцевая гниль <i>Clav. michiganensis v.sepedonicum</i>	фитофто- роз <i>Ph. infestans</i>	сухая гниль <i>Phoma exigua</i>	
Контроль, вода	13.3	86.7	52.3	7.4	11.8	15.2	0
<i>B. subtilis</i> М-22, 10 <sup>9</sup>	30.4	69.6	47.3	4.8	8.5	9.0	19.7
<i>B. subtilis</i> И-5 12/23, 10 <sup>9</sup>	32.4	67.6	53.8	2.6	8.2	3.0	22.0
<i>B. subtilis</i> И-5 12/23, 10 <sup>8</sup>	35.5	64.5	55.7	2.9	4.4	1.5	25.6
<i>B. laterosporus</i> В1 101, 10 <sup>9</sup>	32.4	67.6	50.1	4.2	7.8	5.5	22.0
<i>B. laterosporus</i> В1 101, 10 <sup>8</sup>	36.6	63.4	51.1	3.9	5.3	3.1	26.9
Максим КС, стандарт, 0.2л/т	30.0	70.0	54.1	3.5	8.3	4.1	19.3
НСП <sub>0,95</sub>	2.3	5.4	6.6	0.4	1.4	0.2	

Таким образом, анализ результатов опыта показал, что обработка клубней образцами биопрепаратов перед закладкой на хранение в картофелехранилище уменьшала количество больных грибными и бактериальными болезнями клубней и повышала выход здорового картофеля в 2.6-2.7 раза. Биологическая эффективность образцов биопрепаратов на основе отселектированных штаммов *B. subtilis* И5-12/23 и *B. laterosporus* В1 101 в отношении кольцевой гнили, сухой гнили и фитофтороза достигала 55-90% и была существенно выше эффективности стандартного препарата максим КС (табл. 4).

Наиболее высокие показатели хозяйственной эффективности по сравнению с контролем были отмечены в варианте с применением образцов биопрепаратов на основе штаммов *B. subtilis* И5-12/23 в обеих концентрациях рабочего раствора и *B. laterosporus* В1 101 при титре 10<sup>8</sup> КОЕ/мл. Хозяйственная эффективность достигала 107.1-110.9%.

Эти варианты опыта характеризовались самыми низкими потерями массы клубней в период хранения. Естественная убыль массы клубней была в 1.5 раза ниже, чем в контроле (табл. 5).

Таблица 4. Биологическая эффективность образцов биопрепаратов в сдерживании развития возбудителей болезней клубней картофеля в период хранения (06.09.2012 - 26.03.2013)

Варианты (титр клеток в ра- бочем растворе об- разца биопрепара- та, КОЕ/мл)	Биологическая эффективность в отношении возбудителей (%)		
	кольцевая гниль	фито- фтороз	сухая гниль
Контроль, вода	-	-	-
<i>B. subtilis</i> М-22, 10 <sup>9</sup>	35.1	28.0	40.8
<i>B. subtilis</i> И-5 12/23, 10 <sup>9</sup>	64.9	30.5	80.3
<i>B. subtilis</i> И-5 12/23, 10 <sup>8</sup>	60.8	62.7	90.1
<i>B. laterosporus</i> В1 101, 10 <sup>9</sup>	43.2	33.9	63.8
<i>B. laterosporus</i> В1 101, 10 <sup>8</sup>	47.3	55.1	79.6
Максим КС, стан- дарт, 0.2 л/т	52.7	29.7	73.0

Таблица 5. Влияние изучаемых образцов биопрепаратов на сохранность клубней картофеля в период хранения (06.09.2012 - 26.03.2013)

Варианты опыта, титр клеток в рабочем рас- творе образца биопрепарата, КОЕ/мл	Масса клубней						Хозяйст- венная эффектив- ность, %
	здоровых		потери массы, %				
	кг	%	всего	в том числе			
				техни- ческие отходы	абсолют- ная гниль	естествен- ная убыль	
Контроль, вода	3.66	73.2	26.8	8.0	8.4	10.4	100
<i>B. subtilis</i> М-22, 10 <sup>9</sup>	3.04	60.7	39.3	6.2	18.3	14.8	83.1
<i>B. subtilis</i> И-5 12/23, 10 <sup>9</sup>	3.92	78.5	21.5	7.3	4.2	10.0	107.1
<i>B. subtilis</i> И-5 12/23, 10 <sup>8</sup>	4.06	81.3	18.7	4.6	7.7	6.4	110.9
<i>B. laterosporus</i> В1 101, 10 <sup>9</sup>	3.64	72.9	27.1	6.3	12.0	8.8	99.4
<i>B. laterosporus</i> В1 101, 10 <sup>8</sup>	3.97	79.4	20.6	5.0	8.4	7.2	108.5
Максим КС, стандарт, 0.2 л/т	3.69	73.9	26.1	5.3	7.2	13.6	100
НСР <sub>0,95</sub>	0.02		1.3	1.1	2.1	0.9	

Таким образом, проведенные исследования показали высокую эффективность лабораторных образцов препаратов на основе отобранных штаммов в отношении комплекса болезней картофеля при хранении. Механизм действия бактерий на фитопатогенные виды, как правило, обусловлен комплексом факторов. К ним относятся высокая скорость размножения и конкурентоспособность, позволяющие не только выживать в меняющихся природных условиях в течение длительного времени, но и эффективно сдерживать нарастание плотности популяций фитопатогенов, а также способность синтезировать биологически активные соединения различной природы: гидролитические ферменты, антибиотики, сидерофоры и т.д. (Юдина, Егоров, 1996; Карпунина и др., 1997, 2003). Известно, что ряд спорообразующих бактерий рода *Bacillus* синтезирует биологически активные соединения, подавляющие развитие фитопатогенных грибов (Azizbekyan, 2004). Наиболее хорошо изучены фунгицидные факторы у штаммов *B. subtilis*. Так, известен микобациллин - циклический полипептид с широким противогрибным спектром действия (De Lucca et al, 1999). Класс липептидных фунгицидов объединяет активные пептиды семейств итуринов, бацилломицинов, сурфактинов и фенгицинов (Klich et al., 1991; Егоров, 1994; Azizbekyan, 2004). Выявлено стерол-фосфолипидное взаимодействие итуринов

и бацилломицинов с биомембранами грибов (Mhammedi et al., 1982). Мембранное действие этих веществ состоит в выходе из клеток катионов  $K^+$  и других ионов, что приводит к лизису клеток.

В ряде случаев фунгицидную активность бациллярных штаммов связывают с наличием у них поверхностно-активных веществ (ПАВ) (Volpon et al., 1999). Сурфактины - сходные по строению с итуринами анионные гидрофобные циклопептиды (Ahimou et al., 2000). В отличие от итуринов и бацилломицинов, молекулы сурфактинов содержат аминокислоты с гидрофобными радикалами и бета-гидроксигирную кислоту. Спектр антагонистической активности сурфактинов сходен с таковым итуринов, причем отмечен синергизм их антигрибного действия при одновременном продуцировании бациллами. Сурфактины - одни из самых активных биосурфактантов, обладающих поверхностно-активными свойствами. Фенгицины (плипастатины) - антигрибные антибиотики - липопептиды, содержащие 10 аминокислотных остатков и N-концевую жирную кислоту (New, Poralla, 1990). Установлено ингибирующее действие факторов этого семейства фунгицидов на активность фосфолипазы А(2) (Hbid et al., 1996). Из нескольких штаммов *B. licheniformis* выделены низкомолекулярные полипептиды и липопептиды, обладающие фунгицидным эффектом (Galvez et al., 1993; Volpon et al., 2000). Штамм

*B. cereus* продуцирует звиттермицин А – линейный аминополиольный антибиотик, который эффективно подавляет развитие фитопатогенных грибов, бактерий и простейших (Oita et al., 1996). Этот бациллярный штамм секретирует также аминогликозидный антибиотик канозамин, действующий в ряде случаев как синергист звиттермицина (Silo-Suh et al., 1998). Из штамма *B. thuringiensis var. kurstaki* выделены курстакины – катионные циклические липогептапептиды, обладающие фунгицидной активностью против *Stachybotris charatum* (Broderick et al., 2000).

Таким образом, большая часть бациллярных антибиотиков и фунгицидов – пептиды и липополипептиды, которые принято классифицировать по механизму их действия. Группа пептидных антибиотиков вызывает лизис клеток. Лизирующие пептиды могут быть амфипатическими, нейтральными и гидрофобными молекулами, которые связываются с мембранной поверхностью и разрушают структуру мембраны без проникновения через нее (Hathout et al., 2000). Большинство пептидов, продуцируемых бациллами, – мембрано-активные соединения, способные встраиваться в биологические мембраны клеток-мишеней и вызывать их дезорганизацию, приводящую в конечном итоге к гибели клеток (Wieprecht et al., 1997; Hancock, Lehrer, 1998). Другие проходят через мембрану и специфически взаимодействуют с некоторыми молекулами (Saberwal, Nagaraj, 1994).

Некоторые амфипатические пептиды, агрегируя особым способом, формируют поры различных размеров, через которые происходит перенос ионов и других молекул. Мембранотропным действием обладают, кроме ферментов и поверхностно-активных веществ, и порообразующие цитолизины (Shai, 1995). Порообразующие цитолизины найдены у ряда бактерий, в том числе у бацилл. Эти вещества взаимодействуют с цитоплазматическими мембранами клеток-мишеней, вызывая образование в них пор определенного диаметра и, тем

самым, нарушают их целостность и барьерную функцию. Известно, что одна из функций интактных мембран клеток состоит в поддержании разницы состава внутриклеточной и внешней среды. При мембранных повреждениях внутрь клетки под действием сил осмотической природы поступают вода, ионы и молекулы. В результате происходит набухание клеток и последующий их лизис (Billington et al., 2000). Таким образом, очевидно, что наиболее активные бациллы-антагонисты способны синтезировать комплексы БАВ различной химической природы, обладающие разными механизмами действия на клетки чувствительных микроорганизмов, что в целом обеспечивает эффективное подавление размножения фитопатогенных видов.

В последние годы разработаны технологии производства и применения ряда новых биопрепаратов на основе штаммов бацилл для защиты картофеля от болезней в период вегетации. В частности, в полевых и производственных опытах (ОПХ Суйда, Калозицы, Ленинградская область) показана высокая биологическая эффективность биопрепарата алирина-Б в отношении комплекса болезней картофеля – фитофтороза и альтернариоза по сравнению с химической защитой, включающей обработку растений препаратами ридомил, дитан, опсисом. Как показали наши исследования, основной антибиотик, синтезируемый штаммом-продуцентом, относится к группе бактериоцинов (Шенин и др., 1995). Предпосадочная обработка клубней и двукратное опрыскивание растений препаратом алирин-Б эффективно подавляли развитие фитофтороза в течение всего периода вегетации. Биологическая эффективность биопрепарата по сравнению с системой химической защиты составляла 45–60%. Еще более высока была эффективность алирина-Б в отношении альтернариоза: развитие болезни снижалось более чем на 50–70% по сравнению с контролем. Применение алирина-Б сдерживало распространенность фитофтороза на 50–65% в первый период ве-

гетации и на 30-35% на более поздних сроках. Алирин-Б эффективно снижал распространенность альтернариоза: на 70% в первый период вегетации и на 40% на более поздних сроках. Применение алирина-Б увеличивало урожайность картофеля на 1-5 т/га, или на 5-15% по сравнению с контролем (химическая защита).

Показана перспективность использования в защите картофеля от фитофтороза и альтернариоза комплексных биопрепаратов на основе композиции хитозана, иммобилизованных клетками штаммов микробов-антагонистов: *B. subtilis* В-10 - продуцента алирина-Б и *B.subtilis* М-22 - продуцента гамаира (Павлюшин и др., 2008). Биологическая эффективность композиций в полевых опытах (Тосненская станция СЗР ВИЗР) в отношении фитофтороза и макроспориоза составила 30-50%, прибавка урожая - 27-29%.

Недавно для защиты картофеля от ризоктониоза, фитофтороза и альтернариоза зарегистрирован и рекомендован для применения в России новый полифункциональный биопрепарат гамаир. Широкий спектр антагонистической активности штамма *Bacillus subtilis* М-22 - продуцента биопрепарата для защиты растений от грибных и бактериальных инфекций и по-

вышения урожайности сельскохозяйственных культур обусловлен сложным компонентным составом активного комплекса, включающего соединения различного химического состава: гамаир А- полипептид, близкий к бациллину, гамаир В- гексаеновый антибиотик, отнесенный к подгруппе 1А (медоцидина), гамаиры С и Д также представляют собой гексаеновые антибиотики (Новикова, Шенин, 2011).

На основании проведенных испытаний в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных для применения на территории РФ» для защиты картофеля, включены следующие разработанные специалистами ГНУ ВИЗР и ЗАО «Агробиотехнология» биопрепараты: гамаир СП, алирин-Б СП, алирин-Б таб, алирин-Б Ж, витаплан СП, стернифаг СП, трихоцин СП. Тем не менее, до сих пор ни один биопрепарат не зарегистрирован для защиты картофеля от болезней при хранении, что обуславливает существенную значимость полученных результатов, свидетельствующих о перспективности разработки эффективных биопрепаратов на основе отобранных штаммов микробов-антагонистов.

### Выводы

Образцы биопрепаратов на основе отселектированных штаммов *B. subtilis* - И5-12/23 и *B. laterosporus* В1 101 в лабораторных модельных опытах показали высокую биологическую эффективность против возбудителей грибных болезней картофеля - ризоктониоза и серебристой парши, которая составила 42.2-77.8%.

Использование образцов биопрепаратов при хранении в картофелехранилище оказывало оздоравливающий эффект, что приводило к уменьшению количества

больных грибными и бактериальными болезнями клубней и повышало выход здорового картофеля в 2.6-2.7 раза. Биологическая эффективность образцов биопрепаратов на основе отселектированных штаммов *B.subtilis* И5-12/23 и *B. laterosporus* В1 101 в отношении кольцевой гнили, сухой гнили и фитофтороза достигала 55-90% и была существенно выше эффективности стандарта максима, КС. Хозяйственная эффективность применения образцов биопрепаратов увеличивалась на 7.1-10.9%.

### Литература

Азаматова А.Б., Габрилович И.М. Об ингибиторном действии *Vacillus subtilis* и *B. brevis* на гнилостные микроорганизмы в процессе хранения овощей и фруктов // Тез. конф. «Микроорганизмы-стимуляторы и ингибиторы роста раст. и жив.», Ташкент, 1989, с. 8.

Бельская С.И., Шабашова Т.Г., Новикова Л.М.

Изучение разнообразия и антагонистической активности эпифитных штаммов картофеля // Защита раст. в усл. реформирования АПК, тез. докл., 1995, СПб, с. 284.

Дорожкин Н.А., Новикова Л.М., Бельская С.И., Викторчик И.В. Антагонистические бактерии, перспективные для защиты картофеля от болезней //

Докл. АН БССР, 1991, 35, 11, с. 1037-1038.

Егоров Н.С. Основы учения об антибиотиках // Издательство Московского университета, 1994, с. 422-423.

Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концепция) // Пушчино, 1994, 148 с.

Жученко А.А., Кудяров В.Н., Глазко В.И., Соколов М.С. Адаптивное растениеводство (экологогенетические основы). М, Агрорус, 2008, 2009, т. 1, 814 с., т. 2, 1098 с., т. 3, 958 с.

Карпунина Л.В., Пономарева Е.Г., Соболева Е.Ф., Никитина В.Е. Изучение бактерицидных и фунгицидных свойств белков-аглоптенинов (лектинов) почвенных азотфиксирующих бактерий // Биотехнология, 1997, 3, 1, с. 10-13.

Карпунина Л.В., Мельникова У.Ю., Суслова Ю.В., Мухачева Е.С., Игнатов В.В., Бактерицидные свойства лектинов азотфиксирующих бацилл // Микробиология, 2003, 72, 3, с. 343-347.

Козачко И.А., Вьюницкая В.А., Бережницкая Т.Г., Резник С.З., Смирнов В.В. Эндозитные бактерии рода *Bacillus* - перспективные культуры для создания биологических средств защиты растений от болезней // Микробиол. журнал, 1995, 57, 5, с. 69-78.

Коробкова Т.П., Иваницкая Л.П., Дробышева Т.Н. Современное состояние и перспективы применения антибиотиков в сельском хозяйстве // Антибиотики и медицинская биотехнология // 1987, 8, с. 563-571.

Новикова И.И., Шенин Ю.Д. Выделение, идентификация и антигрибная активность метаболитов комплекса гамаир, образуемого штаммом *Bacillus subtilis* М-22 - продуцентом биопрепарата для защиты растений от микозов и бактериозов // Биотехнология, 2011, 47, 2, с. 45-58.

Павлошин В.А., Тютерев С.Л., Новикова И.И., Попова Э.В., Быкова Г.А., Бойкова И.В., Хацкевич Л.К. Композиция для защиты овощных культур от грибных и бактериальных болезней // Патент РФ № 2322060 от 20.04.2008.

Попов Ф.А., Бельская С.И., Шабашова Т.Г. *Bacterium muscoides* - перспективный агент биологического контроля на овощных культурах и картофеле // Защита раст. в усл. реформирования АПК, тез. докл., 1995, СПб, с. 359.

Попов Ф.А. Коммерческие препараты на основе *Bacillus subtilis* // Защита растений. Минск, Ураджай, 1990, с. 120-128.

Смирнов В.В., Сорокулова И.Б., Бережницкая Т.Г., Ваньянц Г.М., Менликиев М.Я., Недорезков В.Д., Минеев М.И., Вахитов В.А., Байгузина Р.М. Биопрепарат фитоспорин для защиты растений от болезней // Патент РФ, № 2109947, 1998.

Шенин Ю.Д., Новикова И.И., Крутлюкова Л.Ф., Калько Г.В. Характеристика алирина Б, основного компонента фунгицидного препарата, продуцируемого штаммом *Bacillus subtilis*-10-ВИЗР // Антибиотики и химиотерапия, 1995, 40, 5, с. 3-7.

Юдина Т.Г., Егоров Н.С. Антимикробная активность белковых включений различных бактерий // Докл. АН СССР, 1996, 349, 2, с. 289-289.

Ahimou F., Jacques P., Deleu M. Surfactin and iturin A effect on *Bacillus subtilis* surface hydrophobicity // Enzyme Microb. Technol., 2000, 27, p. 749-754.

Azizbekyan R. The Fungicidal Activity of Spore-Forming Bacteria // In Bacterial Spore Formers. Pro-

biotics and Emerging Applications, Horizon Bioscience, Norfolk UK, ds. E.Ricca, A. Henrigues, S. Cutting, 2004, p. 229-237.

Berdian G. Biologische Bekämpfung ausgewählter Gemusekrankheiten mittels *Trichoderma harzianum* // D. Pflanzenschutztag, 23-26 Sept., 1996. "Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirt. Berlin-Dahlem", 1996, 321, p. 456-457.

Billington S. J., Jost B. H., Songer J. G. Thiol-activated cytolysins: structure, function and role in pathogenesis // FEMS Lett., 2000, v.182, p. 197-205.

Broderick N.A., Goodman R.M., Raffa K.F., Handelsman J. Synergy between zwittermixin A and *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* against gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae). // Environ. Entomol., 2000, 29, p. 101-106.

Burkhard F., Folker L., Fugmann B. et al. Antibiotics for plant protection // Chem. Unserer Zeit., 1991, 25, p. 317-330.

Centurion M.A.P., Kimati C., Pereira G.T. Mecanismos de atuacao de antagonistas selecionados para o controle biologico da ferrugem do feijoeiro (*Uromyces phaseoli* (Reben.) Wint.) // Cientifica, 1994, 22, 2, p. 174-175.

Clulow S.A., Stewart H.E., Dashwood E.P., Wastie R.L. Tuber surface microorganisms influence the susceptibility of potato tubers to late blight // Ann. Appl. Biol., 1995, 126, 1, p. 33-43.

Collins D., Stevens C., Khan V., Nightengale S. Commercial biopreparations of *Bacillus subtilis* // Phytopathology, 1994, 4, 10, p. 1114-1119.

De Lucca A.J., Walsh T.J. Antifungal peptides: novel therapeutic compounds against emerging pathogens // Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 1999, 43, p. 1-11.

Dolej S., Bchow H. Phytosanitare Wirkungen von *Bacillus subtilis* - Kulturfiltraten im Pathosystem Tomate - *Fusarium oxysporum* // Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirt. Berlin-Dahlem, 1996, 321, p. 459-463.

Galvez A.M., Maqueda M., Martinez-Bueno M., Lebbadi M., Valdivia E. Isolation and physico-chemical characterization of an antifungal and antibacterial peptide produced by *Bacillus licheniformis* A 12 // Appl. Microbiol. Biotechnol., 1993, 38, p. 438-442.

Hancock R.E.W., Lehrer R. Cationic peptides as a new source of antibiotics // Trends Biotechnol., 1998, 16, p. 82-88.

Hathout Y.H., Ho Y., Ryzhov V., Demirev P., Fenselau C. Kurstakins: a new class of lipopeptides isolated from *Bacillus thuringiensis* // J. Nat. Prod., 2000, 63, p. 1492-1496.

Hbid C., Jacques P., Razafindralambo H., Mproyo M.K. Influence of the production of two lipopeptides, iturin A and surfactin S1, on oxygen transfer during *Bacillus subtilis* fermentation // Appl. Biochem. Biotech., 1996, 57/58, p. 571-579.

Klich M.A., Lux A.R., Bland J.M. Inhibition of some mycotoxigenic fungi by iturin A, a peptidolipid produced by *Bacillus subtilis* // Mycopathology, 1991, 116, p. 77-80.

Kurzawinska H. The effect of fungal communities in soil environment of potato crop on the growth of pathogens *Fusarium sulfureum* Schl. And *F. coeruleum* (Sacc.) booth // Phytopathol. Pol. Poznan, 1992, 4,

p. 15-16.

Liu D.Q., Anderson N.A., Kinkel L.L. Biological control of potato scab in the field with antagonistic *Streptomyces scabies* // *Phytopathology*, 1995, 85, 7, p. 827-831.

Liu D.Q., Anderson N.A., Kinkel L.L. Selection and Characterization of Strains of *Streptomyces* Suppressive to the Potato Scab Pathogen // *Can. J. Microbiol.*, 1996, 42, p. 487-502.

Marrone P.G., Heins S., Manker D. // Biological control of plant fungal infections // *Патент США № 6004774*, 1999.

Mhammedi A.F., Peypoux F., Besson F., Michel G. Bacillomycin F, a new antibiotic of iturin group. Isolation and characterization // *J. Antibiot.*, 1982, 35, p. 306-311.

New T.R., Poralla K. Emulsifying agents from bacteria isolated during screening for cells with hydrophobic surfaces // *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 1990, 32, p. 521-525.

Oita S., Horita M., Yanagi S.O. Purification and properties a new chitin-binding antifungal CB-1 from *Bacillus licheniformis* M-4 // *Biosci. Biotech. Biochem.*, 1996, 60, p. 481-483.

Phae C.G., Sasaki M., Shoda M., Kubota H. Characteristics of *Bacillus subtilis* isolated from composts suppressing phytopathogenic microorganisms // *Soil sci. plant nutrit.*, 1990, 36, 4, p. 575-586.

Saberwal G., Nagaraj R. Cellolytic and antibacteri-

al peptides that act by perturbing the barrier function of membranes: facets of their conformation features, structure-function correlations and membrane-perturbing abilities // *Biochem. Biophys. Acta*, 1994, 1197, p. 109-131.

Schisler D.A., Naseem I.K., Boehm M.J. Biological control of Fusarium Head Blight of Wheat and Deoxynivalenol Level in Grain Via Use of Microbial Antagonists // *Mycotoxins and Food Safety: proceedings of the American Chemical Society*, 2000, 504, p. 53-71.

Shai Y. Molecular recognition between membrane-spanning polypeptides // *TIBS*, 1995, 20, p. 460-464.

Silo-Suh L.A., Stabb E.V., Raffel S.J., Handelsman J. Target range of zwittericin A, an aminopolyl antibiotic from *Bacillus cereus* // *Current Microbiol.*, 1998, 37, p. 6-11.

Volpon L., Besson F., Lancelin J. NMR structure of active and inactive forms of the sterol-dependent antifungal antibiotic bacillomycin L // *Eur. J. Biochem.*, 1999, 263, p. 1-12.

Volpon L., Besson F., Lancelin J. NMR structure of antibiotics plipastatins A and B from *Bacillus subtilis* inhibitors of phospholipase A2 // *FEMS Lett.*, 2000, 485, p. 76-80.

Wieprecht T., Dathe M., Krause E., Beyerman M., Molloy W.L., MacDonald D.L., Bienert M. Modulation of membrane activity of amphipathic, antibacterial peptides by slight modifications of the hydrophobic moment // *FEBS Lett.*, 1997, 417, p. 135-140.

НИР выполнена в соответствии с календарным планом Государственного контракта №16.МО4.12.0027.

#### APPLICATION PERSPECTIVES FOR BIOPREPARATIONS BASED ON MICROBE-ANTAGONISTS FOR POTATO DISEASE CONTROL AT STORAGE

I.I. Novikova, I.V. Boikova, V.A. Pavlyushin, V.N. Zeyruk, S.V. Vasilieva,  
R.R. Azizbekyan, N.I. Kuznetsova

Efficacy of biopreparation samples based on selected strains of *Brevibacillus laterosporus* Bl 101, *Bacillus subtilis* M-22 and *Bacillus subtilis* - I5-12/23 is estimated in vitro and in potato long storage experiment. In laboratory trials biopreparation samples showed high biological efficiency against such causing agents of potato diseases as rhizoctoniosis and silver scab (42.2-77.8%). Tuber processing before the storage starting reduced the number of tubers with fungal and bacterial diseases and increased the output of health potato more than twice (2.6-2.7 times). Biopreparation samples efficiency concerning ring rot, dry rot and phytophthorosis reached 55-90%, and was significantly higher than the chemical standard Maxim KS efficiency. Economic efficiency of biopreparation samples' application increased by 7.1-10.9%.

**Keywords:** *microbe-antagonist, biopreparation, phytopathogenic fungi and bacteria, biological efficiency, potato tuber disease.*

Н.И. Кузнецова к.б.н., vzeyruk@mail.ru

Р.Р. Азизбекян, д.б.н., raziz@genetika.ru

С.В. Васильева, к.б.н., r.aziz@genetika.ru

И.И. Новикова, д.б.н., vizrspb@mail333.com

И.В. Бойкова, к.б.н., irina\_boikova@mail.ru

В.А. Павлюшин, академик, vizrspb@mail333.com

В.Н. Зейрук, к.б.н., vzeyruk@mail.ru

УДК 595.754(470.324)

**КЛОП ВРЕДНАЯ ЧЕРЕПАШКА НА ЮГО-ВОСТОКЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ****\*А.М. Шпанев, \*\*Н.Я. Байбакова***\*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург**\*\*Воронежский филиал Россельхозцентра*

Проанализирована многолетняя динамика численности вредной черепашки в агроценозах зерновых культур на юго-востоке Воронежской области. Приведены данные по зимующему запасу, плотности перезимовавших клопов и личинок в посевах, заселенных и обрабатываемых инсектицидами площадях на разных фазах развития вредной черепашки - в период депрессии, подъема численности и массового размножения. Изучено сезонное развитие вредной черепашки на озимых и яровых зерновых культурах и установлено влияние погодных условий весеннего периода на динамику численности вредителя.

*Ключевые слова:* вредная черепашка, сезонное развитие, динамика численности, плотность популяции, защита посевов от вредной черепашки.

В последнее время все чаще появляются публикации, из которых следует, что размножение такого опасного вредителя зерновых культур как клоп вредная черепашка приобрело массовый характер в южных и юго-восточных регионах нашей страны. Так, приводятся данные о поврежденности зерна озимой пшеницы вредной черепашкой на уровне 59.4% в Краснодарском крае, 22.4% в Ставропольском крае, 21.1% в Ростовской области, 39.4% в Поволжье (Вилкова и др., 2012). Ухудшение ситуации с этим объектом определяется влиянием нескольких факторов. Во-первых, благоприятными для насекомого погодными условиями идущих подряд нескольких последних лет, которые оказались жаркими и засушливыми; во-вторых, увеличением площадей озимой пшеницы и ее повторных посевов; в-третьих - преимущественным возделыванием сильно повреждаемых сортов (Скребцова, 2009, 2010; Капусткина, 2011). Осложнилась ситуация с вредной черепашкой и в Центральном Черноземье, в том числе в Воронежской области, что подтверждается увеличением обрабатываемых площадей в последние годы (Алехин, 2009).

Воронежская область очень неоднородна по климатическим условиям, структуре посевных площадей, распро-

странению вредных объектов, в том числе вредной черепашки. Известно, что наиболее благоприятны для жизнедеятельности вредной черепашки южные степные и восточные районы области. За всю историю наблюдений именно здесь наиболее часто отмечались вспышки массового размножения вредителя. В литературе упоминается о 1939-1940 гг. (Жуковский, 1946), 1953-1956 гг. (Соколова, 1962), 1973-1974 и 1981-1986 гг. (Володичев, 1979, 1991). Значительно в меньшей степени вредная черепашка вредит в северных лесостепных районах, где возрастает доля маврского и австрийского клопов. Менее исследованы в отношении вредной черепашки юго-восточные районы, расположенные в переходном поясе между лесостепной и степной зонами. Здесь ситуация с вредной черепашкой предстает менее прогнозируемой и более изменчивой по годам, а высокая численность вредителя фиксировалась в 1973-1975 и 1984-1986 гг. (Павлов, 1988), 1999-2000 гг. (Лаптиев, 2003). В связи с этим требуется более детальное рассмотрение многолетней динамики численности вредной черепашки, уточнение сроков сезонного развития вредителя применительно к разным стадиям обитания на юго-востоке Воронежской области.

**Методика исследований**

Обследования посевов зерновых культур на заселенность перезимовавшими клопами и личинками

вредной черепашки проводились в расположенных на юго-востоке Воронежской области Аннинском,

Бутурлиновском, Воробьевском и Таловском районах на протяжении 2001-2012 годов сотрудниками Воронежского филиала ФГУ "Россельхозцентр". Учет численности перезимовавших клопов проводился на единице площади посева равной  $0.25 \text{ м}^2$  в фазу начала выхода в трубку озимых зерновых, кущения - яровых зерновых культур, личинок в период налив зерна - молочная спелость. В осенний период в местах зимовки устанавливался зимующий запас вредителя, в весенний период - перезимовавший. Для этого в октябре и апреле в лесополосах в нескольких местах проводился осмотр подстилки на 20 учетных площадках по  $0.25 \text{ м}^2$ . Результаты обследований опубликованы в отчетах филиала ФГБУ "Россельхозцентр" по Воронежской области (Обзор развития вредителей, болезней и сорной растительности, 2001-2012).

Пищевые предпочтения вредной черепашки, особенности ее развития и динамика численности

### Результаты исследований

Результаты обследований посевов зерновых культур юго-восточных районов Воронежской области показали, что среднесуточная плотность перезимовавших клопов вредной черепашки здесь составляет  $0.6 \text{ экз./м}^2$ , максимально -  $1.4$ , личинок -  $1.0$  и  $2.2 \text{ экз./м}^2$  соответственно.

Таблица 1. Распространение и плотность популяции вредной черепашки в юго-восточных районах Воронежской области (2001-2012 гг.)

Районы	Имаго				Личинки				Зимующий запас, имаго/ $\text{м}^2$
	Заселено		Плотность, экз/ $\text{м}^2$		Заселено		Плотность, экз/ $\text{м}^2$		
	тыс. га	%	сред.	макс.	тыс. га	%	сред.	макс.	
Аннинский	6.0	87.9	0.6	1.4	7.9	96.2	0.8	1.6	0.8
Бутурлиновский	5.2	69.0	0.6	1.1	8.9	76.9	1.0	2.3	4.2
Воробьевский	3.0	86.7	0.6	1.0	4.3	84.0	0.9	1.9	8.0
Таловский	2.1	57.7	0.5	1.9	5.0	79.9	1.1	3.1	1.4
По всем районам	16.3	75.3	0.6	1.4	26.1	84.3	1.0	2.2	3.6

Полученные данные характеризуют ежегодные колебания численности вредной черепашки и новый подъем численности в многолетней популяционной динамике на юго-востоке Воронежской области. Нашими наблюдениями по Таловскому району установлено, что в годы с засушливым и жарким апрелем и маем можно ожидать увеличения посевных площадей, заселенных вредителем, и плотности популяции личинок на полях зерновых культур (рис. 1). В таких условиях наблюдается более раннее и дружное заселение полей перезимовавшими клопами, более активное их питание и повышенная плодовитость самок. При этом сокращается период откладки яиц и сдвигается

на более ранние сроки, менее уязвимые в отношении деятельности теленомин. В такие годы паразитированность яиц вредной черепашки не превышает 40%, что оказывается недостаточным для сдерживания ситуации на уровне допустимых потерь урожая. Таким оказался 2003 год, когда количество выпавших осадков за апрель и май составило 41% от среднесуточной нормы. В результате было зафиксировано увеличение заселенных вредной черепашкой посевных площадей и количественного состава личинок в стеблестое (табл. 2).

При этом все четыре района имеют близкие показатели по заселенным площадям и плотности популяции вредителя в посевах (табл. 1). В то же время в Таловском районе на отдельных полях отмечалась более высокая численность вредной черепашки, чем в других районах.

В годы с избыточным увлажнением и невысокими среднесуточными температурами снижается плодовитость самок,

удлиняются сроки заселения полей перезимовавшими клопами и период откладки яиц, который сдвигается на более позднее время. Как следствие, теленоминами заселяется до 80% кладок яиц вредной черепашки. Повторяющиеся несколько лет подряд влажные годы приводят к депрессии популяцию вредной черепашки.

В таком состоянии вредитель находил

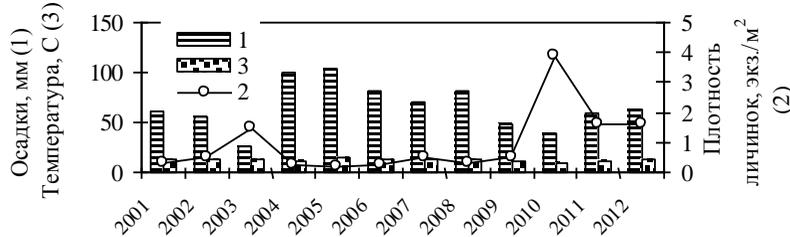


Рис. 1. Влияние погодных условий апреля и мая на заселенность посевов зерновых культур личинками вредной черепашки на юго-востоке Воронежской области. Каменная Степь, 2001-2012

Таблица 2. Многолетние показатели распространения, численности популяции и зимующего запаса вредной черепашки в юго-восточных районах Воронежской области (2001-2012 гг.)

Показатели	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Плотность, экз./м <sup>2</sup> имаго	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	1.8	0.9
личинки	0.5	0.4	1.0	0.4	0.5	0.6	0.6	0.9	0.7	2.4	1.8	1.9
Заселено тыс. га	16.2	10.1	29.8	7.9	14.5	23.4	15.7	18.7	25.7	39.3	47.8	55.5
личинками %	90.0	65.2	93.4	58.9	75.6	92.7	72.1	64.2	87.3	98	95	90.5
Зимующий запас, имаго/м <sup>2</sup>	4.9	2.5	2.8	3.2	2.3	2.7	3.7	1.0	3.0	4.4	3.3	5.9

В годы депрессии численность перезимовавших клопов даже на сильно заселенных вредителем полях не превышала 0.6 экз./м<sup>2</sup> во всех районах, что ниже ЭПВ. Защитные мероприятия против личинок вредной черепашки требуются только на отдельных полях Воробьевского, Бутурлиновского, в меньшей степени Таловского районов, что составляет 16% от всех посевных площадей зерновых культур (табл. 3).

Новый подъем численности вредной черепашки на юго-востоке Воронежской

ся в 2004-2006 гг., которые характеризовались как избыточно увлажненные.

Превышение среднееголетних показателей по количеству выпавших осадков за весь вегетационный период по данным метеостанции в Каменной Степи Таловского района составило 17, 48 и 31% соответственно, в т.ч. за апрель и май - 53, 57 и 24%.

области отмечен в экстремальном по метеоусловиям 2007 году, когда осадки не выпадали на протяжении месяца - со второй декады мая по вторую декаду июня. В 2008 году снова сложились благоприятные условия для развития вредной черепашки, продолжилось увеличение численности особей вредителя и заселенных им посевных площадей. В 2009 году сохранилась тенденция, отмеченная в два предыдущих года. Вредной черепашкой оказалось заселено уже 25.7 тыс. га, или 87% посевов зерновых культур.

Таблица 3. Обрабатываемые площади посевов зерновых культур на разных фазах популяционной динамики вредной черепашки на юго-востоке Воронежской области (2001-2012 гг.)

Районы	Перезимовавшие клопы						Личинки					
	Депрессия 2004-2006		Подъем численности 2007-2009		Массовое размножение 2010-2012		Депрессия 2004-2006		Подъем численности 2007-2009		Массовое размножение 2010-2012	
	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%
Аннинский	0	0	0	0	9.3	47.6	0	0	1.4	34.6	14.5	61.9
Бутурлиновский	0	0	0.2	3.7	6.8	53.2	1.8	25.9	4.0	36.0	9.5	68.6
Воробьевский	0	0	0	0	3.1	93.3	0.9	30.2	4.1	36.7	6.9	69.6
Таловский	0	0	0	0	5.0	87.9	0.4	7.5	3.3	39.3	5.9	61.1
По всем районам	0	0	0.2	0.9	24.2	70.5	3.1	15.9	12.8	36.7	36.8	65.3

В годы подъема численности вредной черепашки защитные обработки против перезимовавших клопов проводятся в малом объеме, поскольку их численность на большинстве полей менее 1 экз./м<sup>2</sup>, что ниже ЭПВ. Борьба с личинками черепашки ведется на 12.8 тыс. га, или 37% площадей зерновых культур. В таком объеме защитные мероприятия против личинок

вредителя востребованы во всех районах юго-востока Воронежской области.

После 2009 года фаза подъема численности сменилась массовым размножением вредной черепашки, которое наблюдается на протяжении трех последних лет. Высокими показателями характеризуются плотность популяции вредителя и заселенные им площади (табл. 4).

Таблица 4. Заселенность посевных площадей зерновых культур (А) и численность (Б) вредной черепашки на разных фазах популяционной динамики на юго-востоке Воронежской области (2001-2012 гг.)

Районы	Перезимовавшие клопы						Личинки					
	Депрессия 2004-2006		Подъем численности 2007-2009		Массовое размножение 2010-2012		Депрессия 2004-2006		Подъем численности 2007-2009		Массовое размножение 2010-2012	
А) тыс. га, %	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%
Анинский	1.6	63.3	3.7	100	15.5	88.3	3.2	94	3.5	100	20.5	99.3
Бутурлиновский	1.9	51	5.7	85.1	10.5	94.7	3.4	45	10.8	79.6	11.7	90.7
Воробьевский	2.9	72.5	2.7	74.3	3.2	100	3.3	75	3.0	79.3	7.4	90
Таловский	1.1	59.7	1.3	69.7	5.9	85.3	2.7	61.5	5.3	100	7.9	98
По всем районам	7.5	61.6	13.4	82.3	35.1	92.1	12.6	68.9	22.6	89.7	47.5	94.5
Б) экз./м <sup>2</sup>	сред.	мак	сред.	мак	сред.	мак	сред.	мак	сред.	мак	сред.	мак
Анинский	0.2	0.3	0.4	0.5	1.4	3.8	0.4	0.6	0.8	1.5	1.6	3.8
Бутурлиновский	0.5	0.5	0.6	0.6	0.9	1.7	0.5	1.2	0.6	1.2	2.0	4.3
Воробьевский	0.4	0.6	0.7	0.8	0.7	1.5	0.5	0.9	0.6	1.2	2.1	4.0
Таловский	0.2	0.3	0.4	0.5	1.0	2.4	0.5	1.2	1.0	1.4	2.4	6.7
По всем районам	0.3	0.4	0.5	0.6	0.9	2.4	0.5	1.0	0.8	1.3	2.0	4.7

Если в период депрессии этим вредителем заселяется 69% площадей (12.6 тыс. га), то в годы подъема численности уже 90% (22.6 тыс. га), а при массовом размножении - 95% (47.5 тыс. га). Средняя плотность личинок вредителя составляет 2 экз./м<sup>2</sup>, на отдельных полях достигая 7-10 экз./м<sup>2</sup>. В годы массового размножения вредной черепашки объемы обрабатываемых инсектицидами площадей в защите посевов от личинок вредителя повышаются до 36.8 тыс. га, что составляет 65%. При этом посевы нуждаются в защите и от перезимовавших клопов, плотность которых на многих полях превышает ЭПВ. Инсектицидным обработкам против перезимовавшего поколения вредителя подлежат уже 24.2 тыс. га, или 71% посевов зерновых культур.

Исследования в Каменной Степи (Таловский район) показали, что из трех встречаемых здесь видов клопов-черепашек преобладает вредная черепашка (*E. integriceps* Pul.). Доля этого вида от общего количества идентифицированных особей превысила 95% (96.2% на ози-

мых и 98.1% на яровых зерновых). Маврский клоп (*E. maura* L.) имел численное превосходство над австрийским (*E. austriacus* Schrnk.) в посевах озимых зерновых культур, тогда как на яровых зерновых ситуация была обратной.

Данные по обилию вредной черепашки в посевах зерновых культур указывают на более сильное заселение озимых зерновых (1.5 экз./10 взм. в среднем за вегетацию), чем яровых (1.2 экз./10 взм.). Предпочитаемая культура - озимая пшеница (2.8 экз./10 взм.), в меньшей степени пшеница яровая (1.5 экз./10 взм.), слабее других заселяется рожь (0.4 экз./10 взм.).

Обычные сроки заселения агроценозов Каменной Степи вредной черепашкой приходятся на конец апреля - первую половину мая, когда у озимых зерновых отмечается фаза выхода в трубку. Перелет клопов растянут во времени, поэтому они не успевают причинить значительного вреда озимым. Среднемноголетняя численность перезимовавших клопов на момент учета в фазу выхода в трубку в I декаде мая составила 0.4 экз./м<sup>2</sup> на озимой

пшенице, 0,2 экз./м<sup>2</sup> на озимых тритикале и ржи. Отсюда и редкие повреждения с симптомами в виде усохшего центрального или бокового побега, доля которых в посевах не превышает 5%. Более поздние повреждения перезимовавшими клопами проявляются в виде частичной или полной белоколосости. В посевах озимых зерновых культур ее не более 5% стеблестоя. На полях яровых зерновых первых клопов вредной черепашки можно наблюдать в фазу трех листьев, а в фазу кущения уже имеются поврежденные побеги, общее количество которых не превышает 1% при плотности имаго 0,1 экз./м<sup>2</sup>. В посевах яровой пшеницы белоколосость отмечалась на 2,7% стеблей, ячменя - 0,5%. Длительная задержка с севом яровых зерновых культур приводит к значительному снижению численности вред

ной черепашки в посевах, слабому повреждению растений перезимовавшими клопами. Такая ситуация наблюдалась в 2005 и 2006 годы (табл. 5).

В условиях раннего посева яровых зерновых культур, как это было в 2008 году, отмечена иная ситуация (табл. 6). Перелет клопов из мест зимовки на поля проходил в те же сроки, но выбор черепашка делала в пользу яровых зерновых, которые в условиях сверххранного посева, проведенного в I декаде апреля, находились в фазе кущения.

В итоге на озимых зерновых плотность вредителя оказалась меньшей, и средства защиты растений здесь оказались менее востребованы. В годы массового размножения вредная черепашка достигает высокой численности и в посевах ячменя, на пивоваренных сортах которого также приходится прибегать к защитным обработкам.

Таблица 5. Колосья с признаками частичной и полной белоколосости в посевах зерновых культур на юго-востоке Воронежской области. Каменная Степь, 2001-2008 гг.

Культура	Доля стеблей с белоколосостью от общего их количества в посевах, %							
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Озимая пшеница	3.8	1.2	2.9	0.9	0.8	0.3	0.9	2.2
Озимая тритикале	2.9	1.0	2.4	1.1	1.5	0.6	0.6	1.7
Озимая рожь			4.6	0.1	0.1			
Яровая пшеница	4.3	4.1	0.2	1.2	0.2	0.2	5.6	3.5
Яровая тритикале						0.0	1.4	1.2
Ячмень	1.2	0.6	0.2	0.7	0	0	0.2	0.1

Таблица 6. Численность вредной черепашки на посевах яровых зерновых культур разного срока сева. Каменная Степь, 2004-2008 гг.

Культура (экз./10 взм.)	Сроки сева		
	сверххран- ный (I декада апреля)	оптималь- ный (III декада апреля)	очень поздний (III декада мая)
Яровая пшеница	11	2	0.3
Яровая тритикале	11	1	0.2
Ячмень	9	1	0.1

Откладка яиц клопами проходит в бо-

лее ранние сроки на озимых зерновых, на яровых зерновых начинается позже по времени, но позже и заканчивается, по фенологии развития культурных растений она проходит раньше. Поэтому кладки яиц вредной черепашки на озимых зерновых встречаются на растениях начиная с фазы стеблевания и заканчивая молочно-восковой спелостью, на яровых зерновых - с фазы кущения до фазы молочной спелости включительно (табл. 7).

Таблица 7. Динамика откладки яиц вредной черепашкой в посевах зерновых культур на юго-востоке Воронежской области. Каменная Степь, 2001-2008 гг.

Культура	Количество кладок яиц, шт./м <sup>2</sup>							
	кущение	выход в трубку	стеблева- ние	колоше- ние	цветение	формиров. зерновки	молочная спелость	молочно- восковая спелость
Озимая пшеница	0	0	0.7	1.5	1.3	2.4	1.2	0
Озимая тритикале	0	0	0.1	0.7	1.1	1.4	1.6	0.2
Озимая рожь	0	0	0.1	0.2	0.5	1.1	0.3	0
Яровая пшеница	0.2	1.0	1.3	1.3	2.0	1.5	0.7	0
Яровая тритикале	0.7	1.0	1.3	1.3	2.5	2.0	0.7	0
Ячмень	0.1	2.0	3.0	3.3	3.3	2.5	0.7	0

На первых основная масса яиц откладывается в первые две декады июня в фазы цветения и налива зерна, на вторых - в последние две декады июня в фазы колошения и цветения

Как правило, кладка вредной черепашки состоит из 14 яиц. Именно столько яиц насчитывалось в 81.4% кладок на озимых зерновых и 78.3% на яровых зерновых. В посеве озимых зерновых основная доля кладок вредной черепашки оказалась сосредоточена на верхних двух листьях (табл. 8). На яровых зерновых культурах в отличие от озимых очень редко встречались кладки яиц на колосьях, но значительно чаще на листьях среднего и даже нижнего ярусов. На ячмене на 1-м и 2-м подфлаговых листьях оказалось размещено 80% яиц, тогда как на яровых пшенице и тритикале в основной своей массе они располагались преимущественно на флаговом и 1-м подфлаговом листьях - 53.9 и 76.2% соответственно. В 2008 году при сильной засоренности посевов яровых зерновых овсюгом обыкновенным на его растениях находилось 14.3% кладок

вредной черепашки, еще 10.7% кладок размещалось на ежовнике обыкновенном и щетиннике сизом.

Растянутым во времени оказывается и отрождение личинок вредной черепашки, что обеспечивает длительность их пребывания в посеве. На озимых зерновых они появляются начиная с фазы колошения, максимальная плотность заселения приходится на фазы молочной, молочно-восковой и восковой спелости (табл. 9). В фазу полной спелости озимой пшеницы основная масса вредителя представлена взрослыми клопами, на долю личинок приходится 40% особей, которые при своевременных и сжатых сроках уборки не успевают закончить свое развитие.

В посеве озимой тритикале, имеющей на 10 дней более продолжительный период вегетации, успевают закончить развитие 80% особей вредной черепашки (табл. 10). Озимая рожь изучалась во влажные 2004-2006 гг., что объясняет малое количество клопов нового поколения при уборке культуры.

Таблица 8. Размещение яиц вредной черепашки в посевах зерновых культур на юго-востоке Воронежской области. Каменная Степь, 2001-2008 гг.

Культура	Доля кладок яиц на органах растения от общего их количества, %					
	колос	1 лист	2 лист	3 лист	4 лист	5 лист
Озимая пшеница	0.9	55.1	39.3	2.8	1.9	0
Озимая тритикале	6.9	43.1	29.3	15.5	5.2	0
Озимая рожь	13.0	65.2	8.7	8.7	4.4	0
Яровая пшеница	0	30.8	23.1	7.7	23.1	15.4
Яровая тритикале	0	42.9	33.3	4.8	14.3	4.8
Ячмень	7.5	2.5	27.5	52.5	5.0	5.0

Таблица 9. Динамика численности личинок вредной черепашки (экз./10 взм.) по фенологическим фазам развития зерновых культур на юго-востоке Воронежской области, Каменная Степь, 2004-2008 гг.

Культура	Стеблевание	Колошение	Цветение	Формиров. зерновки	Молочная спелость	Молочно-восковая спелость	Восковая спелость	Полная спелость
Озимая пшеница	0	0.6	1.3	1.7	3.8	2.9	4.3	2.8
Озимая тритикале	0	0.1	0.5	0.9	1.6	2.3	2.7	0.5
Озимая рожь	0	0	0	0.5	0.4	0.4	0.4	0.7
Яровая пшеница	0.1	3.4	3.5	4.8	5.1	1.2	0.2	0.4
Яровая тритикале	0.1	1.3	2.9	4.3	7.0	4.9	0.4	0.1
Ячмень	0.1	0.7	1.2	1.6	3.3	4.0	2.3	1.1

На полях яровых зерновых культур самые первые личинки вредной черепашки, отродившиеся из ранних кладок, можно обнаружить в фазу стеблевания, а наибольшая их численность приходится

на фазы налива зерна, молочной и молочно-восковой спелости, то есть раньше, чем на озимых. К уборке яровых зерновых успевают закончить развитие более 90% особей вредителя.

Таблица 10. Возрастной состав вредной черепашки в фазу полной спелости зерновых культур на юго-востоке Воронежской области. Каменная Степь, 2004-2008 гг.

Культура	Доля особей от общего их количества, %					
	Личинки разных возрастов					Има-го
	I	II	III	IV	V	
Озимая пшеница	0	0	5.6	6.4	27.8	60.2
Озимая тритикале	0	0	2.1	5.4	12.9	79.6
Озимая рожь	0	0	10.8	17.8	32.3	39.1
Яровая пшеница	0	0	2.7	2.3	2.3	92.7
Яровая тритикале	0	0	0	0	2.1	97.9
Ячмень	0	0	1.1	1.1	7.5	90.3

Таблица 11. Возрастной состав вредной черепашки по фенологическим фазам развития озимой и яровой пшеницы на юго-востоке Воронежской области. Каменная Степь, 2004-2008

Фаза развития культуры	Доля особей от общего их количества, %											
	Влажные годы					Засушливые годы						
	Личинки возрастов					Имаго						
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	Имаго	
<b>Озимая пшеница</b>												
Цветение	65.8	0	0	0	0	34.2	96.2	0	0	0	0	3.8
Форм. зерновки	25.0	38.0	0	0	0	38.0	86.7	2.0	0	0	0	11.3
Молочная спелость	33.6	44.3	0	0	0	22.1	44.6	27.0	27.0	0	0	1.4
Молочно-восковая спелость	0	25.0	50.0	25.0	0	0	0	9.1	36.3	7.3	45.4	1.9
Восковая спелость	0	17.8	23.5	58.7	0	0	0	0	0	12.8	53.2	34.0
Полная спелость	0	0	0	29.4	41.2	29.4	0	0	0	0.8	20.1	79.1
<b>Яровая пшеница</b>												
Колошение	43.2					56.8	89.1	3.1	0	0	0	7.9
Цветение	56.8	0	0	0	0	43.2	68.8	14.3	5.2	0	0	11.7
Форм. зерновки	60.8	27.6	5.7	0	0	5.7	31.8	50.6	13.0	0	0	4.7
Молочная спелость	10.3	59.5	19.8	10.3	0	0	15.2	60.4	17.2	3.6	0	3.6
Молочно-восковая спелость	0	0	8.0	76.7	0	15.3	0	2.1	28.5	14.3	26.5	28.5
Восковая спелость	0	0	0	48.1	21.7	30.2	0	0	0	0	0.6	99.4
Полная спелость	0	0	0	10.8	39.3	49.9	0	0	0	0	0	100

Основную опасность зерновым культурам представляют личинки вредной черепашки старших возрастов и взрослые клопы нового поколения, питание которых способно значительным образом отразиться на качестве зерна. Определяющим моментом является их плотность в стеблестое. В неблагоприятные для развития фитофага годы и в период депрессии численность личинок низкая - в пределах 1-2 экз./м<sup>2</sup> на момент учета в фазу налива зерна. В засушливых и жарких условиях в период вегетации и в годы массового размножения обилие личинок в посевах зерновых возрастает, достигая 5-10 экз./м<sup>2</sup>, а на отдельных полях и более. В такой ситуации защитные мероприятия становятся необходимым условием получения зерна высокого качества.

Таким образом, за период 2001-2012 годов популяция вредной черепашки

Согласно нашим данным погодные условия периода вегетации зерновых культур имеют определяющее значение для темпов развития вредной черепашки. Во влажные годы период развития вредителя в посевах озимых и яровых зерновых культур значительно удлиняется, в результате чего свое развитие успевают закончить только 29.4 и 49.9% особей соответственно, что в 2.7 и 2 раза меньше по сравнению с засушливыми годами (табл. 11).

находилась сначала в состоянии депрессии (2004-2006 гг.), затем подъема численности (2007-2009 гг.), а в последние годы (2010-2012 гг.) - массового размножения. Это сопровождалось изменением заселенности посевных площадей зерновых культур и плотности взрослых клопов и личинок вредителя. В защите посевов от личинок ежегодно обрабатывается 65% посевных площадей в период массового размножения вредителя, 37% - в годы подъема численности, 16% - в годы депрессии. Борьба с перезимовавшими клопами ведется при массовом характере размножения вредной черепашки на 70% полей, в период подъема численности - не более чем на 5% посевов.

Основная угроза от личинок старших возрастов и клопов нового поколения вредной черепашки имеет место на посе-

вах озимой и яровой пшеницы, в годы массового размножения вредителя - на ячмене и других менее предпочитаемых зерновых культурах. Обследование посевов и защитные обработки проводятся раньше проявления вреда от этого вида - в фазы налива зерна - молочной спелости, когда вредитель в основной своей массе

представлен личинками II-III возрастов. Согласно выявленным особенностям сезонного развития вредной черепашки на зерновых культурах оптимальным вариантом будет тот, у которого защитные мероприятия на озимых приближены к фазе молочной спелости (ЭПВ - 2-3 экз./м<sup>2</sup>), а на яровых - к фазе налива зерна (ЭПВ - 8-10 экз./м<sup>2</sup>).

#### Литература

Алексин В.Т. Вредная черепашка и проблема получения качественного зерна // Защита и карантин растений, 2009, 5, с. 67.

Вилкова Н.А., Нефедова Л.И., Капусткина А.В. Поврежденность зерна пшеницы вредной черепашкой (*Eurygaster integriceps* Put.) в основных зонах возделывания // Вестник защиты растений, 2012, 1, с. 19-24.

Володичев М.А. Рациональная организация учета вредной черепашки // Защита с.х. растений от вредителей и болезней. Воронеж, 1979, с. 43-48.

Володичев М.А. Вредная черепашка // Защита растений, 1991, 2, с. 9-12.

Жуковский А.В. Факторы, обусловившие снижение численности черепашки в 1941 г. в Воронежской области // Труды Воронежской станции защиты растений. Воронеж, 1946, вып. XII, с. 3-28.

Капусткина А.В. Проявление вредоносности вредной черепашки при повреждении семенного зерна пшеницы // Автореф. канд. дисс. СПб, 2011, 20 с.

Лаптев А.Б. Клопы-черепашки, экстремальные погодные условия и качество урожая озимой пшеницы // Проблемы с.х. производства на современном этапе и пути их решения. Белгород, 2003, I, с. 57-58.

Павлов И.Ф. Зимовка черепашки и продолжительность заселения ею посевов // Защита растений, 1988, 1, с. 26.

Обзор развития вредителей, болезней и сорной растительности сельскохозяйственных культур в 2001 году и прогноз их проявления в 2002 году в Воронежской области. Воронеж, 2001, 90 с.

Обзор развития вредителей, болезней и сорной растительности сельскохозяйственных культур в 2002 году и прогноз их проявления в 2003 году в Воронежской области. Воронеж, 2002, 86 с.

Обзор развития вредителей, болезней и сорной растительности сельскохозяйственных культур в 2003 году и прогноз их проявления в 2004 году в Воронежской области. Воронеж, 2003, 87 с.

Обзор развития вредителей, болезней и сорной растительности сельскохозяйственных культур в

2004 году и прогноз их проявления в 2005 году в Воронежской области. Воронеж, 2004, 94 с.

Обзор развития вредителей, болезней и сорной растительности сельскохозяйственных культур в 2005 году и прогноз их проявления в 2006 году в Воронежской области. Воронеж, 2005, 88 с.

Обзор развития вредителей, болезней и сорной растительности сельскохозяйственных культур в 2006 году и прогноз их проявления в 2007 году в Воронежской области. Воронеж, 2006, 80 с.

Обзор развития вредителей, болезней и сорной растительности сельскохозяйственных культур в 2007 году и прогноз их проявления в 2008 году в Воронежской области. Воронеж, 2007, 79 с.

Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в 2008 году и прогноз на 2009 год в Воронежской области. Воронеж, 2008, 83 с.

Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в 2009 году и прогноз на 2010 год в Воронежской области. Воронеж, 2009, 97 с.

Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в 2010 году и прогноз на 2011 год в Воронежской области. Воронеж, 2010, 117 с.

Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в 2011 году и прогноз на 2012 год в Воронежской области. Воронеж, 2011, 134 с.

Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в 2012 году и прогноз на 2013 год в Воронежской области. Воронеж, 2012, 143 с.

Скробцова Т.И. Биозоологические особенности вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.) и совершенствование мер борьбы с ней в Центральном Предкавказье // Автореф. канд. дисс. М., 2009, 20 с.

Скробцова Т.И. Динамика сортового разнообразия озимой пшеницы и вредоносности вредной черепашки // Современные проблемы биологии и экологии. 2010, с. 192-194.

Соколова Т.А. Черепашка в восточных районах Воронежской области в 1959-1961 гг. // Труды Воронежской станции защиты растений. Воронеж, 1962, вып. XVI, с. 38-51.

## *EURYGASTER INTEGRICEPS* IN THE SOUTHEAST OF THE VORONEZH REGION OF RUSSIA

A.M.Shpanev, N.Ya.Baibakova

Long-term dynamics of number of *Eurygaster integriceps* in grain crop agrocoenoses in the southeast of the Voronezh Region is analysed. Data on hibernating stock, density of the wintered bugs and larvae are provided in the crops occupied and treated by insecticides on different phases of development of *Eurygaster integriceps*, i.e. in the periods of depression, raise of number and mass outbreaks. The *Eurygaster integriceps* seasonal development on winter and summer grain crops is studied, and the influence of weather conditions of spring period on the dynamics of the pest number in the southeast of the Voronezh Region is established.

*Keywords: harmful cherepashka, seasonal development, dynamics of number, population density, protection*

УДК 632:595.78(470.61)

## КОЛЕБАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ВРЕДНЫХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ СВЯЗЬ С ПОГОДНЫМИ УСЛОВИЯМИ

А.Н. Полтавский\*, К.С. Артохин\*\*, А.А. Зверев\*\*\*

\*Ботанический сад Южного Федерального университета, Ростов-на-Дону

\*\*Кафедра зоологии Южного Федерального университета, Ростов-на-Дону

\*\*\*Научно-исследовательская лаборатория ВИЗР, п. Гигант, Ростовская область

По результатам 6-летнего мониторинга разноусых чешуекрылых (Lepidoptera, Heterocera) в Ростовской области, проведенного с помощью светоловушки в 2006-2012 гг., анализируются закономерности динамики численности 12 видов совок и 5 видов огневок в зависимости от погодных условий. Сильная или значительная корреляция между величиной гидротермического коэффициента (ГТК) и численностью бабочек в сборах установлена для видов *Agrotis exclamationis*, *A. segetum*, *Helicoverpa armigera*, *Anarta trifolii*, *Nomophila noctuella*, *Sitochroa verticalis*, *Etiella zinckenella*, *Homoeosoma nebulellum*. Связь между интенсивностью лета бабочек на свет и плотностью гусениц в агроценозах надежнее прослеживается для совок, чем для огневок.

*Ключевые слова:* погода, динамика, вредители, ноктуиды, пиралиды.

Динамика популяций растительноядных видов насекомых имеет первостепенное значение для сельскохозяйственного производства и стабильности экосистем. Климат и состояние естественных и искусственных биогеоценозов оказывают определяющее влияние на фенологию и численность насекомых. Но в развитых сельскохозяйственных регионах трудно отделить климатический фактор от антропогенного. В связи с существующей

гипотезой о глобальном потеплении климата Земли важно объективно оценивать влияние погоды на краткосрочную динамику крупных таксономических комплексов насекомых и отдельные потенциально вредоносных видов. Многолетний мониторинг разноусых чешуекрылых (Lepidoptera, Heterocera), проводимый в Ростовской области, позволяет делать практические выводы о влиянии погоды на массовые виды бабочек.

### Методика исследований

Модельные таксоны для исследований – чешуекрылые семейства совок (Noctuidae) и двух семейств огневок (Pyralidae, Crambidae), среди которых больше всего потенциальных вредителей полевых культур.

Анализируются результаты мониторинга, начатого в 2006 г. в Сальском районе Ростовской области (Полтавский, Зверев, 2010). Основным методом учетов чешуекрылых был ночной сбор на автоматическую светоловушку на восточной окраине пос. Гигант (НИЛ ВИЗР). Географические координаты постоянного пункта работы светоловушки: +46° 30' 18.89", +41° 19' 34.98". В 200 м от лаборатории находится долина реки Средний Егорлык с луговыми выпасами и системой искусственных прудов. Ближайшие агроценозы находятся на расстоянии 500 м от постоянного места работы светоловушки.

Автоматическая светоловушка с ртутной лампой Osram 160W (Полтавский и др., 2005) предназначена для сбора и замаривания всех чешуекрылых, прилетающих на свет. Бабочки, собранные за ночь, размещались на ватных слоях для последующего определения и подсчета численности. Опре-

деление совок и огневок до вида проводилось по справочной коллекции А.Н.Полтавского. Результаты учетов чешуекрылых вносились в электронную базу данных на основе стандартной программы Access 2007. Математическая обработка данных осуществлялась в табличном процессоре Excel 2007.

Данные о погодных условиях получены с открытого вебсайта: <http://rp5.ru/>. Анализировались среднедекадная и среднемесячная температура воздуха, сумма осадков подекадно и ежемесячно, сумма эффективных температур выше 10°C подекадно, подсчитывался ГТК (гидротермический коэффициент).  $ГТК = R \cdot 10 / \Sigma t$ , где R – сумма осадков в миллиметрах за период с температурами выше 10°,  $\Sigma t$  – сумма эффективных температур в градусах за тот же период (Дружелобова, Макарова, 1972).

Исследования 2009-2012 гг. выполнены в рамках договора о творческом сотрудничестве между Ботаническим садом ЮФУ и Филиалом ГНУ ВИЗР «Ростовская н.и. лаборатория ВИЗР» и включены в техническое задание по государственному заказу на НИР на 2012 г. № 4.6143.2011.

### Результаты исследований

Сравнительные результаты учетов модельных семейств ночных чешуекрылых

за 7 лет представлены в таблице 1 и на рисунке 1. Каждая точка на диаграмме –

одна ночь работы ловушки. Периоды работы ловушки по годам: 2006 г.: 10.07.06 - 07.10.06; 2007 г.: 05.04.07 - 11.10.07; 2008 г.: 05.06.08 - 20.10.08; 2009 г.: 27.05.09 - 28.10.09; 2010 г.: 06.04.10 - 26.10.10; 2011 г.: 03.05.11 - 01.11.11; 2012 г.: 04.04.12 - 01.10.12.

Таблица 1. Результаты учетов совок и огневков на светоловушку в пос. Гигант

Годы	Совки		Огневки		Число календарных дат учетов
	Видов	Экз.	Видов	Экз.	
2006	53	333			11
2007	73	1974	34	1788	25
2008	79	672	44	328	13
2009	64	341	39	404	21
2010	77	1757	56	3026	24
2011	62	1027	57	1125	26
2012	81	2806	59	17691	23

Для анализа динамики лета имаго выбраны массовые виды чешуекрылых, перечисленные ниже.

Семейство Noctuidae - совки: *Helicoverpa armigera* (Hübner, [1808]) - хлопковая; *Agrotis exclamationis* (Linnaeus, 1758) - восклицательная; *Agrotis segetum* (Denis & Schiffermüller, 1775) - озимая; *Macdunnoughia confusa* (Stephens, 1850) - капля; *Autographa gamma* (Linnaeus, 1758) - гамма; *Acrionicta rumicis* (Linnaeus, 1758) - щавелевая; *Anarta trifolii* (Hufnagel, 1766) - клеверная; *Lacanobia wlatinum* (Hufnagel, 1766) - дроковая; *Lacanobia suasa* (Denis & Schiffermüller, 1775) - отличная; *Mythimna lalburni* (Linnaeus, 1767) - эльбелое; *Leucania obsoleta* (Hübner, [1803]) - полосатая обыкновенная; *Spodoptera exigua* (Hübner, [1808]) - карадрина.

Семейство Phycitidae - настоящие огневки: *Etiella zinckenella* (Treitschke, 1832) - акациевая огневка; *Homoeosoma nebulellum* ([Denis & Schiffermüller], 1775) - подсолнечниковая огневка.

Семейство Crambidae - огневки-травянки: *Sitochroa verticalis* (Linnaeus, 1758) - мотылек луговой желтоватый; *Nomophila noctuella* ([Denis & Schiffermüller], 1775) - огневка совковидная; *Loxostege sticticalis* (Linnaeus, 1761) - лу-

говой мотылек обыкновенный.

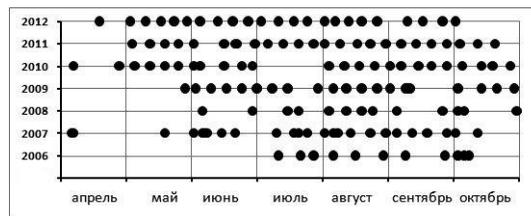


Рис. 1. Частота учетов чешуекрылых на светоловушку в пос. Гигант

Одновременно со сборами на светоловушку проводилась оценка численности гусениц перечисленных выше вредителей в окружающих пос. Гигант агроценозах методом кошения травостоя энтомологическим сачком, путем осмотра растений и учетов на модельных площадках (Фитосанитарная диагностика, 1994; Поляков и др., 1995; Артохин, 2010).

Учитывая стабильно высокую численность различных вредоносных видов совок и огневков можно заключить, что в агроценозах Сальского района постоянно существует значительная угроза со стороны этих вредителей как для пропашных и зернобобовых, так и для зерновых культур.

Для анализа сезонной динамики лета массовых видов чешуекрылых взяты данные за последние 3 года (2010-2012 гг.), включающие наиболее полные количественные выборки бабочек.

**Хлопковая совка** - опасный вредитель пропашных культур. Пик массового лета в 2010 г. и 2012 г. пришелся на очень близкие даты - 10-12 августа и достигал, соответственно, 895 и 951 экз. бабочек за одну ночь учетов (рис. 2А). Эти пики численности соответствовали второму поколению хлопковой совки, которое ежегодно многократно превышает 1-е поколение. Однако, плотность гусениц хлопковой совки в агроценозах Сальского района превышала экономический порог вредоносности (ЭПВ = 10 экз. на 1 м<sup>2</sup>) как при развитии 1-го, так и 2-го поколений. К августу общая численность бабочек хлопковой совки в агроландшафте резко

возрастает, потому что 2-е поколение гусениц развивается на значительно больших площадях, чем 1-е поколение, занятых кормовыми растениями в подходящей фазе вегетации (подсолнечник, кукуруза, амброзия и т.д.).

Наблюдения, проводимые в Ростовской области за гусеницами хлопковой совки на различных культурах в течение многих сезонов, позволили выявить некоторые интересные закономерности. В частности, нут является индикатором гусениц 1-го поколения. Даже в период депрессии численности вредителя в 2008 г., когда в первой половине вегетационного периода за 1 ночь на свет прилетали лишь единичные особи хлопковой совки, плотность гусениц на нуте превысила порог вредоносности (ЭПВ = 10 экз./м<sup>2</sup>).

Мы предполагаем, что депрессии региональной популяции хлопковой совки объясняются не погодными условиями, а деятельностью паразитоидов - ихневмонид (Ichneumonidae: Tryphoninae). Так, в 2007 г. в агроценозах развивалось очень много гусениц 2-го поколения совок. Но почти все куколки оказались заражены ихневмонидом *Netelia vinulae* (Scopoli, 1763) = *N. cephalotes* (Holmgren, 1860) (определение В.В.Костюкова, ВНИИ БМЗР). Это обычный вид ихневмонида, паразитирующий на многих видах совок, но на куколках хлопковой совки отмечен впервые.

В последние годы (2010-2012 гг.) мы отмечаем также огромную роль мелких клопов слепняков, таких как *Campylomma verbasci* (MeyerDür, 1843) (определение Д.А.Гапона, ЗИН РАН), в контроле численности хлопковой совки в конце лета. Так, в августе-сентябре 2012 года на поздних посевах подсолнечника количество яиц хлопковой совки достигало 30-40 шт./корзинку, а численность отродившихся гусениц не превысила ЭПВ и обработки пестицидами не проводились. Почти все яйца были уничтожены клопами, которые оказались эффективными факультативными зоофагами.

Новейшие исследования в Южном ре-

гионе России связывают изменения в динамике численности хлопковой совки с наличием больших площадей неводелываемых и засоренных полей (Фефелова, Фролов, 2007). В Ростовской области максимальные площади заброшенных и сильно засоренных посевов наблюдались в последние 10 лет XX века. Но серьезным и постоянным вредителем пропашных культур в Ростовской области хлопковая совка стала в XXI веке, когда существенно улучшилась общая земледельческая и фитосанитарная обстановка на полях. Поэтому мы не связываем численность вредителя с экологической обстановкой в агроценозах.

**Клеверная совка** - опасный вредитель зернобобовых культур и кормовых трав. За годы исследований значительно более слабый по интенсивности лет клеверной совки позволяет определенно диагностировать только 2-е поколение вредителя, отмеченное в августе-сентябре 2010 г. и 2012 г. (рис. 2Б). Несмотря на то что клеверная совка является одним из массовых видов Ростовской области по данным учетов на светоловушку, ее гусеницы не наносили сколько-нибудь заметного вреда на полях за весь период наблюдений. Вероятно, значительная часть гусениц развивается на рудеральной растительности.

**Совка-карадрина** - опасный многоядный вредитель овощных культур и кормовых трав. Только один раз за весь период наблюдений в августе 2007 г. отмечался интенсивный лет бабочек совки-карадрины в пос. Гигант (до 21 экз. за ночь). Через 2 недели на плантациях сахарной свеклы в Сальском районе было обнаружено много гусениц, что в дальнейшем привело к сильному повреждению листьев культуры и необходимости проведения защитных мероприятий. В остальные годы в светоловушки попадали только единичные экземпляры вредителя при очень низкой численности гусениц на полях. Поэтому мы не приводим графика сезонной динамики численности этого вредителя.

В 2012 году высокая численность имаго

совки-карадрины наблюдалась на юге Орловского района (до 23 экз. за ночь). При этом значительных повреждений растений на полях не отмечено, вероятно, из-за отсутствия в этой восточной зоне Ростовской области люцерны - основной повреждаемой карадриной культуры.

**Луговой мотылек обыкновенный** - опасный вредитель пропашных, овощных, зернобобовых культур и кормовых трав. Связь численности имаго мотылька в учетах на светоловушку с прогнозируемой численностью по плотности гусениц в агроценозах довольно слабая. Так, в 2012 г. зарегистрирована наибольшая численность бабочек лугового мотылька за все годы наблюдений в пос. Гигант (до 76-80 экз. за ночь). Высокая интенсивность лета продолжалась с середины июля до середины августа (рис. 2В). При маршрутном обследовании на полях такой численности соответствовала плотность популяции до 34 тысяч бабочек на 50 шагов. Это должно было обеспечить массовое появление гусениц лугового мотылька, но в действительности откладка яиц произошла не на всех полях, а численность гусениц превышала ЭПВ = 5 экз. на 1 м<sup>2</sup> только на отдельных посевах. При этом вредитель часто питался только на сорных, а не культурных растениях.

**Акациевая огневка** - опасный вредитель зернобобовых культур. В 2012 г. этот вид также был на подъеме численности с четко обозначенными периодами лета двух поколений, с пиком 1-го в середине июня и с пиком 2-го в конце июля (рис. 2Г). Однако, нам не удалось установить прямой связи численности имаго с плотностью гусениц на полях. Основную повреждаемую вредителем культуру - горох хозяйства Сальского района 2 раза за сезон обрабатывают инсектицидами, главным образом против зерновок. Одновременно практически полностью уничтожаются гусеницы акациевой огневки в посевах. Однако, постоянным и обильным кормовым резервом для развития гусениц акациевой огневки являются деревья белой акации, из которой в основном состоят

лесополосы. Таким образом, акациевая огневка успешно избегает антропогенного (химического) воздействия, и можно предполагать, что многолетняя динамика численности этого вредителя будет в значительной степени зависеть от погодных условий.

**Совковидная огневка** - вредитель бобовых трав. В 2012 г. популяции вида находились в депрессии. Пики лета двух поколений регистрировались в июне и начале августа 2010-2011 гг. (рис. 2Д).

**Луговой мотылек желтоватый** - потенциальный вредитель крестоцветных. Массовый лет 2-го поколения вредителя происходит с середины до конца июля. В 2012 г. его численность находилась на среднем многолетнем уровне (рис. 2Е). Вероятно, основная часть популяции мотылька развивается в агроландшафте на сорняках.

**Подсолнечниковая огневка** - наиболее опасный вредитель подсолнечника после хлопковой совки. В начале XXI века в Ростовской области стали преобладать импортные гибриды подсолнечника, семена которых не имеют панцирного слоя, обеспечивающего устойчивость к данному вредителю. По этой причине на полях мы регулярно отмечаем повреждения семян гусеницами огневки, плотность которых превышает ЭПВ = 35 экз. на 1 корзинку. Пустые поврежденные семена не попадают в комбайн во время уборки, а гусеницы уходят на окукливание в почву.

Без целенаправленных обследований для выявления подсолнечниковой огневки вредоносная деятельность этого вредителя, как правило, остается вне поля зрения большинства специалистов по защите растений. Ежегодная максимальная численность бабочек подсолнечниковой огневки при сборах на свет достигала в 2010 г. 440 экз. (п. Гигант), но в большинстве пунктов учета по Ростовской области колебалась в интервале 20-90 экз. за ночь. Такая численность всегда соответствовала плотности на полях выше уровня ЭПВ.

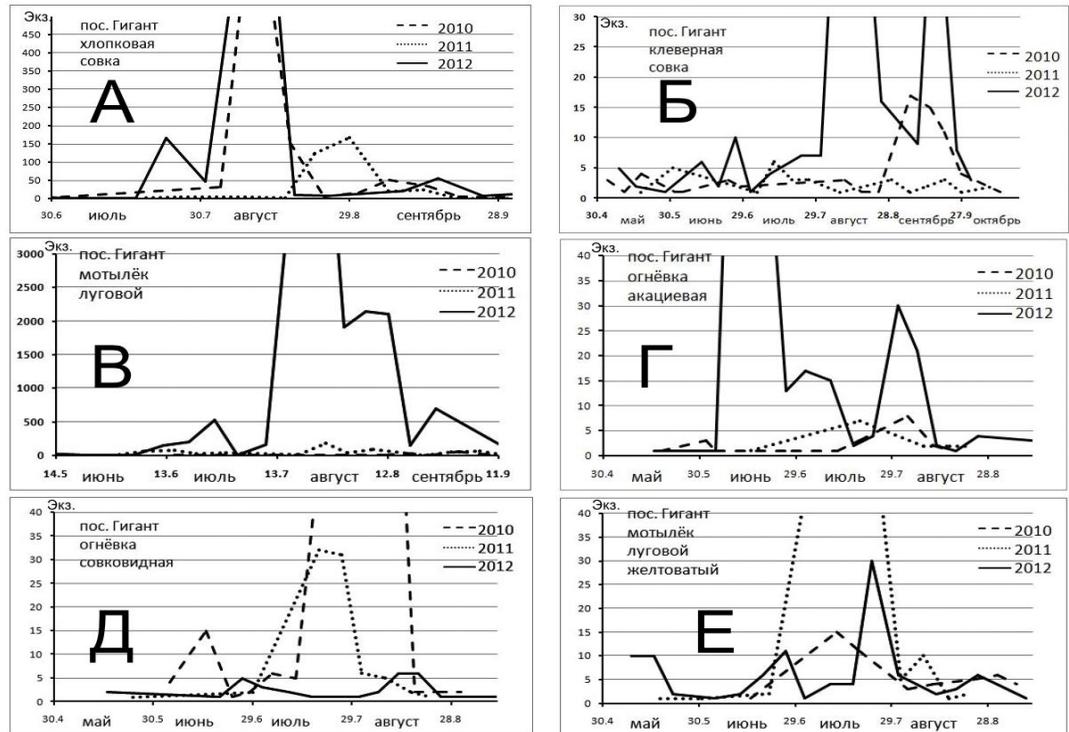


Рис. 2. Сезонная динамика лета совок и огневок в пос. Гигант

Одной из причин ежегодных изменений в фауне чешуекрылых может являться погодный фактор и в первую очередь особенности сочетания осадков и температуры. В 2012 г. в Ростовской области имела место тяжелая летняя засуха. Это по-разному отразилось на численности и видовом составе как совок, так и огневок разных видов (Полтавский, 2012). Учитывая, что большинство вредителей развивается за сезон более чем в одном поколении, целесообразно подсчитывать ГТК не только целиком за весь сезон развития чешуекрылых, но также по периодам: апрель-июнь и июль-сентябрь (табл. 2).

Корреляционные модели зависимости числа собранных бабочек от ГТК построены для 16 видов вредителей, частично сгруппированных по хозяйственной значимости для увеличения объема выборок: группа 1 (подгрызающие совки): *Agrotis exclamationis* L., *Agrotis segetum* (Den. & Schiff.); группа 2 (многоядные совки): *Macdunnoughia confusa* L., *Autographa gamma*

L., *Acronicta rumicis* L., *Lacanobia wlatinum* Hfn., *Lacanobia suasa* (Den. & Schiff.), *Mythimna lalburn* L., *Leucania obsoleta* Нб.

Таблица 2. Гидротермические коэффициенты для разных сезонов по данным метеопоста пос. Гигант

Год	Апрель-сентябрь	Апрель-июнь	Июль-сентябрь
2007	0.47	0.55	0.41
2008	1.20	1.83	0.77
2009	1.26	1.07	1.38
2010	0.96	1.73	0.45
2011	1.51	2.36	0.98
2012	1.04	1.04	1.04

Для анализа использованы ежегодные данные о численности бабочек за весь сезон сборов.

Степень сопряженности между варьирующими признаками (ГТК и численность бабочек) оценивалась по следующим критериям:  $r \leq 0.3$  - слабая;  $0.3 \leq r \leq 0.5$  - умеренная;  $0.5 \leq r \leq 0.7$  - значительная;  $0.7 \leq r \leq 0.9$  - сильная (Лакин, 1978). Результаты корреляционного анализа представлены в таблице 3.

Наиболее сильная отрицательная корреляция между величиной ГТК и численностью бабочек отмечена для совковидной огневки. Иными словами, при сравнительно большей увлажненности численность огневки снижается, и наоборот. Аналогичная закономерность прослеживается для подгрызающих совков (группа 1).

Значительная отрицательная корреляция численности бабочек и величины ГТК (за апрель-июнь) характерна и для клеверной совки. Величина ГТК в июле-сентябре существенного влияния на численность вида не оказывает.

Близкая к умеренной положительная корреляция ГТК (за апрель-июнь) и численности бабочек характерна также для желтоватого лугового мотылька и акациевой огневки. Следовательно, рост численности популяций этих видов можно ожидать при повышении влажности и понижении температуры воздуха.

Характерно, что на численность подсолнечниковой огневки влияет ГТК второй половины сезона развития предыдущего года (июль-сентябрь) при сильной положительной корреляции. Аналогичная, но менее ярко выраженная закономерность выявлена и для хлопковой совки. Как отмечено выше, численность этого вредителя в значительной мере контролируется комплексом энтомофагов.

Для численности совков группы 2 и для обыкновенного лугового мотылька не установлена заметная корреляция с ГТК.

Таблица 3. Коэффициенты корреляции между численностью модельных видов чешуекрылых при сборах на свет и ГТК в п. Гигант

Виды	IV-IX	IV-VI	VII-IX	VII-IX предыдущего года
<i>Helicoverpa armigera</i> Hb.	0.46	0.37	0.29	<b>0.64</b>
<i>Anarta trifolii</i> Hfn.	<b>0.65</b>	<b>0.68</b>	0.25	0.12
Группа 1	<b>0.87</b>	<b>0.72</b>	<b>0.54</b>	0.17
Группа 2	0.14	0.02	0.18	0.25
<i>Nomophila noctuella</i> (Den. & Schiff.)	<b>0.86</b>	<b>0.64</b>	<b>0.61</b>	0.04
<i>Sitotroga verticalis</i> L.	<b>0.56</b>	<b>0.59</b>	0.23	0.15
<i>Loxostege sticticalis</i> L.	0.02	0.26	0.27	0.29
<i>Etiella zinckenella</i> Treit.	0.37	<b>0.54</b>	0.05	0.21
<i>Homoeosoma nebulellum</i> (Den. & Schiff.)	0.15	0.21	0.48	<b>0.86</b>

Примечание: выделены случаи значительной и сильной корреляции

Вероятно, динамика численности популяций этих видов в большей степени зависит от иных факторов, например внутривидовых механизмов. Ранее нами также было показано на примере шалфейной совки (*Heliothis peltigera* (Denis & Schiffermüller, 1775)), что диагностика численности с помощью светолушек для некоторых видов непригодна, поскольку слабая интенсивность лета имаго на свет неадекватно отражает реальную плотность популяций вида в агроценозах (Артохин, Полтавский, 2008). Самые сильные корреляционные связи для совков группы 1, совковидной и подсолнечниковой огневок проиллюстрированы графиками (рис. 3).

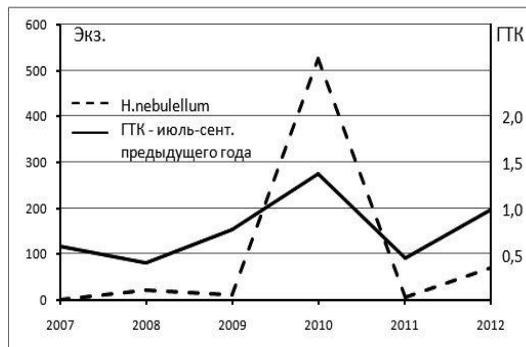
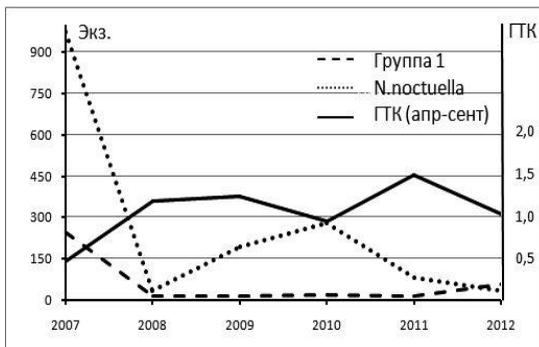


Рис. 3. Корреляция с ГТК численности совков группы 1 и совковидной огневки (слева) и численности подсолнечниковой огневки (справа) в п. Гигант

### Выводы

По результатам 6-летнего мониторинга совок и огневков в пос. Гигант установлена зависимость от ГТК динамики численности массовых видов - вредителей сельскохозяйственных культур.

Численность подгрызающих совок, клеверной совки и совковидной огневки снижается при относительно более гумидных условиях (апрель-сентябрь) текущего года.

Численность желтого лугового мотылька и акациевой огневки повышается при наименьшей засушливости весны и первой половины лета (апрель-июнь) текуще-

го года.

Численность хлопковой совки и подсолнечниковой огневки тем выше, чем менее засушливой была вторая половина лета (июль-сентябрь) предыдущего года.

Корреляция интенсивности лета бабочек с численностью гусениц дочернего поколения значительно сильнее у совок, чем у огневков.

Влияние энтомофагов хлопковой совки на плотность популяции может быть более существенным (2007, 2010-2012 гг.), чем погодные условия.

### Литература

Артохин К.С. Метод кошения энтомологическим сачком // Защита и карантин растений, 2010, 11, с. 45-48.

Артохин К.С., Полтавский А.Н. Совки - вредители подсолнечника на юге России // Защита и карантин растений, 2008, 12, с. 30-31.

Дружелюбова Т.С., Макарова Л.А. Погода и прогноз размножения вредных насекомых. Л., 1972, 81 с.  
Лакин Г.Ф. Биометрия. М., Высшая школа. 1971. 343 с.

Полтавский А.Н. Влияние весенней засухи в Ростовской области на разноусых чешуекрылых (Lepidoptera: Heterocera) // Экологический вестник Северного Кавказа. 2012, 8, 4, с. 79-86.

Полтавский А.Н., Артохин К.С., Шмараева А.Н.

Энтомологические рефугиумы в ландшафтных системах земледелия, Ростов-на-Дону, ДСМГрупп, 2005, 212 с.

Полтавский А.Н., Зверев А.А. Мониторинг разноусых чешуекрылых (Lepidoptera. Heterocera) в Ростовской области в 2006-2008 гг. // Вестник защиты растений, 2010, 1, с. 36-41.

Поляков И.Я., Левитин М.М., Танский В.И. Фитосанитарная диагностика в интегрированной защите растений. М., Колос, 1995, 209 с.

Фефелова Ю.А., Фролов А.Н. Факторы сезонной динамики численности хлопковой совки *Helicoverpa armigera* в Краснодарском крае // Вестник защиты растений, 2007, 1, с. 47-52.

Фитосанитарная диагностика. /Ред. Ченкин А.Ф. М., Колос, 1994, 332 с.

## LEPIDOPTERA PEST POPULATION DYNAMICS IN THE ROSTOV REGION OF RUSSIA IN RELATION WITH WEATHER CONDITIONS

A.N.Poltavsky. K.S.Artokhin. A.A.Zverev

The long-term monitoring (2006-2012) of the Lepidoptera (Heterocera) pests in the Rostov Region carried out by means of a light trap has revealed dependence of the population dynamics of 12 noctuid species and 5 pyralid species on the weather conditions. Strong or considerable correlation between the size of hydrothermal coefficient and the number of collected moths has been found for *Agrotis exclamationis*, *A. segetum*, *Helicoverpa armigera*, *Anarta trifolii*, *Nomophila noctuella*, *Sitochroa verticalis*, *Etiella zinckenella*, and *Homoeosoma nebulellum*. A correlation between moth flight to the light and caterpillar density in agrocenoses was stronger for noctuids, than that for pyralids.

Keywords: weather, dynamics, pest, Noctuidae, Pyralidae.

А.Н.Полтавский, к.б.н., poltavsky54@mail.ru.  
К.С.Артохин, д.с.-х.н., artohin@mail.ru.  
А.А.Зверев, к.б.н., rnil\_gigant@mail.ru.

УДК 632.651:635.21

## МЕХАНИЗМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЗОЛОТИСТОЙ КАРТОФЕЛЬНОЙ НЕМАТОДЫ *GLOBODERA ROSTOCHIENSIS* (WOLL.) ВEHRENS СО СЛАБОУСТОЙЧИВЫМИ МЕЖВИДОВЫМИ ГИБРИДАМИ КАРТОФЕЛЯ

Н.В. Мироненко\*, О.С. Афанасенко\*, Е.В. Рогозина\*\*, Л.А. Лиманцева\*,  
А.В. Хютти\*, О.Ю. Антонова\*\*, О.Ю. Шувалов\*\*, Л.Ю. Новикова\*\*,  
Т.А. Гавриленко\*\*

\*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

\*\*Всероссийский НИИ растениеводства им. Н.И.Вавилова, Санкт-Петербург

Изучена возможность адаптации цистообразующей золотистой картофельной нематоды *Globodera rostochiensis* (патотип Ro1) к 12 слабоустойчивым клонам межвидовых гибридов картофеля. Выявлены различные механизмы взаимодействия *G. rostochiensis* с клонами картофеля: 1) неспособность к размножению через 1-2 пассажа на корнях растений и 2) образование новых цист с уменьшенной (в 2-3 раза по сравнению с контролем) заполненностью личинками/яйцами. Выдвинута гипотеза, что на слабоустойчивых гибридных кломах картофеля может идти адаптивный отбор вирулентных особей *G. rostochiensis* по механизму «бутылочного горлышка» за 2-3 генерации паразита. Проведен молекулярный скрининг клонов картофеля на наличие доминантных аллелей известных генов устойчивости к *G. rostochiensis* патотипу Ro1 *H1* и *Gro1*.

**Ключевые слова:** золотистая картофельная нематода *Globodera rostochiensis* (Ro1 патотип), межвидовые гибридные клоны картофеля, *Solanum hondelmannii*, *S. Ambosinum*, *S. Multidissectum*, *S. Incamayoense*, *S. Doddsii*, *S. alandiae*, молекулярные маркеры, гены устойчивости *H1* и *Gro1*, частичная устойчивость, снижение фертильности.

Цистообразующие картофельные нематоды (potato cyst nematode - PCN), к которым относятся близкородственные виды *Globodera rostochiensis* и *G. pallid* (Stone), являются облигатными паразитами картофеля. Вызываемые ими поражения корневой системы приводят к значительному снижению урожая и качества картофеля. Эти виды включены в список карантинных патогенов во многих странах мира (Smith et al., 1992; ЕРРО, 1997). В настоящее время в России встречается только один вид и патотип цистообразующих нематод - *G. rostochiensis* или золотистая картофельная нематода патотип Ro1 (Лиманцева, 2010).

Меры борьбы с золотистой картофельной нематодой в Европе включают обработку почвы нематоцидами, севообороты и выращивание устойчивых сортов. Последний подход считается экономически более эффективным и экологически безопасным (ЕРРО/ОЕЕР, 2004). Устойчивый сорт не только сохраняет урожай, но и оказывает «очищающее» воздействие на почву, зараженную нематодой, так как существенно уменьшает плотность популяции паразита.

Для картофеля известен некрогенный тип устойчивости (или реакция сверхчув-

ствительности) и устойчивость без некрозов (Ross, 1986). Реакция сверхчувствительности, как и в других патосистемах, детерминирована олигогенами *H1*, *Gro1*, и *GroVI* (Gebhardt, Valkonen. 2001). Гены, контролирующие сверхчувствительность, различаются по специфичности к разным патотипам *G. rostochiensis*. Известно, что взаимодействие гена *H1* из *Solanum andigenum* с геном авирулентности патотипа Ro1 подчиняется правилу ген-на-ген (Flor, 1956; Parrott, 1981).

Несколько QTL (quantitative trait locus - локусов количественной устойчивости *Gro1.2*, *Gro1.3*, *Gro1.4*, *Grp1*), детерминирующих устойчивость к *G. rostochiensis*, которая проявляется без некрозов, картированы на разных хромосомах генома картофеля (Gebhardt, Valkonen, 2001).

Взаимодействие генов, ответственных за изменчивость сложных количественных признаков устойчивости, и соответствующих им генов авирулентности проявляется в слабой устойчивости картофеля и в снижении репродуктивной способности нематод (Dale, Phillips, 1985). Известно, что горизонтальная устойчивость (не некрогенного типа) отличается длительностью и способствует снижению плотности популяции паразита

(EPPO/OEPP, 1985). В отличие от некрогенного типа, механизм не некрогенного типа устойчивости мало исследован.

Генетическая неоднородность популяций паразита по генам вирулентности является предпосылкой для адаптивного отбора вирулентных к слабо устойчивым сортам особей.

Известна частичная устойчивость кар

#### Методика исследований

Межвидовые гибриды были получены в ГНУ ВИР им. Н.И.Вавилова от скрещиваний дигаплоидных клонов культурного картофеля (восприимчивых к *G. rostochiensis*, патотип Ro1) с образцами близкородственных диких видов *S. hondelmannii*, *S. ambosinum*, *S. multidissectum*, *S. incamayoense*, *S. doddssii*, *S. alandiae* (Рогозина, 2005).

В качестве инокулюма использовали популяцию цистообразующей нематоды, выделенную из зараженной почвы в Пушкинском районе Санкт-Петербурга. Сбор популяций нематоды, выделение цист, определение плотности популяции проводили традиционными методами (EPPO PM 7/40(2), 2009). Вид и патотип «пушкинской» популяции цистообразующих нематод был определен морфометрическим, молекулярным и фитопатологическим методом с использованием стандартного набора растительных-дифференциаторов (Лиманцева, 2010; Мироненко и др., 2012).

Выделение ДНК из листьев картофеля проводили с использованием СТАВметода (Murray, Thompson, 1980). Молекулярный скрининг проводили с использованием маркеров генов *Gro1-4* и *H1*,

тофеля к обоим видам PCN, но более детально описана для *G. pallida*, интрогрессированной от *S. vernei* (Stone, 1985) и других диких видов (Turner, Fleming, 2002).

Цель нашей работы - изучение механизмов взаимодействия золотистой картофельной нематоды *G. rostochiensis* со слабо устойчивыми клонами межвидовых гибридов картофеля.

контролирующих устойчивость к патотипу Ro1 золотистой картофельной нематоды. Перечень использованных ДНКмаркеров, размеры диагностических фрагментов и соответствующие ссылки представлены в таблице 1. Продукты амплификации разделяли электрофорезом в агарозных гелях с последующей окраской бромистым этидием и визуализацией в УФ свете.

Условия ПЦР полностью соответствовали рекомендациям авторов. Для получения диагностических фрагментов 239E4left/CAPS (230 и 120 п.о.) была использована рестриктаза Alu I. Молекулярный скрининг был проведен в трех повторностях.

Оценка устойчивости гибридных клонов к нематоде проведена в вегетационных опытах в трехкратной повторности. Клубни картофеля высаживали по одному в полиэтиленовые сосуды объемом 500 см<sup>3</sup>. Первоначальная инвазионная нагрузка почвы составляла около 1500 лич./100см<sup>3</sup>. Поражаемым контролем служил восприимчивый сорт картофеля Невский; устойчивым - сорт Наяда. Растения культивировали в течение двух месяцев - период достаточный для развития нематод до цист и образования кома почвы.

Таблица 1. Используемые в работе маркеры генов, контролирующих устойчивость к патотипу Ro1 золотистой картофельной нематоды

Ген устойчивости	Маркер	Нуклеотидная последовательность праймеров (5' > 3'): F - прямой. R - обратный праймер	Размер диагностического компонента (п.о.)	Источник
<i>Gro1-4</i>	Gro1-4	FTCTTTGGAGATACTGATTCTCA RCGACSTAAAATGAAAAGCATCT	602	Gebhardt et al., 2006
<i>H1</i>	TG689	FTAAAACCTTTGGTTATAGCSTAT RCAATAGAATGTGTTGTTTCCACCAA	141	Milczarek et al., 2011
<i>H1</i>	239E4left/ CAPS	FGGCCCCAACAAACAAGAAAAC RAGGTACCTCCATCTCCATTTTGTAAG	230, 120	Bakker et al., 2004

Получение цист золотистой нематоды второй и третьей генерации проводили путем повторных заражений одних и тех же генотипов растений цистами, собранными с корней этих же растений. Подсчет числа личинок/яиц на цисту проводили после отмывки и раздвигания отдельных цист на предметном стекле под бинокулярной лупой. Индекс размножения для каждой генерации считали как отношение новых цист к числу использованных для заражения.

Учет цист новой генерации проведен на коме корней (Понин, 1974). Устойчивость растений оцени-

вали по шкале: I группа - нет цист на корнях - устойчивые, II группа - 6 цист на корнях - слабоустойчивые (слабопоражаемые), III группа - более 15 цист - восприимчивые (поражаемые).

Для изучения механизмов взаимодействия золотистой картофельной нематоды со слабо устойчивыми клонами межвидовых гибридов, оцененных ранее по шкале И.Я.Понина (1974), были выбраны 12 клонов разной генетической природы (табл. 2).

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием пакета MS Excel.

#### Результаты исследований

Слабоустойчивые клоны картофеля гибридного происхождения представляют,

на наш взгляд, особый интерес для исследования проблемы преодоления генов

устойчивости и повышения вирулентности патогена, так как позволяют проводить повторные заражения (пассирование) растения популяцией паразита, размноженной на этом же растении (Миرونенко и др., 2012). Южноамериканские дикие виды картофеля *S. Hondelmannii*, *S. androsinum*, *S. multidissectum*, *S. incamayoense*, *S. doddsii*, *S. alandiae* из серии *Bukasoviana* ранее не использовались в селекции (Рогозина, 2005). Механизмы взаимодействия *G. rostochiensis* и гибридных клонов, включающих генетический материал перечисленных видов, исследовались впервые. Изучали влияние процесса пассирования нематоды на 12 слабоустойчивых клонов картофеля на ее репродуктивную способность, которую оценивали по индексу размножения в первой (G1), второй (G2) и третьей (G3) генерации паразита. Индекс размножения в G1 на всех 12 гибридных клонов был значительно ниже, чем на восприимчивом сорте Невский (табл. 2, рис.).

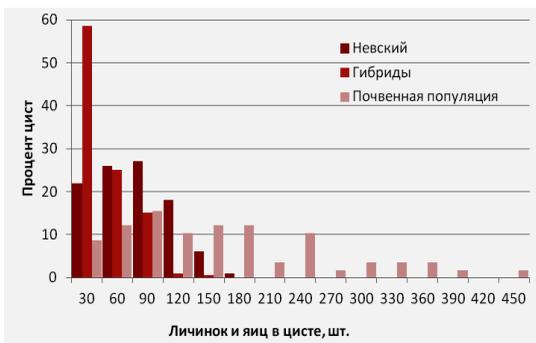


Рис. Распределение цист, размножившихся на 8 гибридных клонов (С16-2 2009. С16-3 2009. 21-4. С6-1. С116-3. С5-4. С20-1. С113-1) и сорте Невский, по наполненности личинками/яйцами

В результате двух пассажей паразита на 4 гибридных клонов (18-4. С107-1 2005. С29-1 2006. С116-1) индекс размножения в G2 был равен нулю, то есть на этих клонов отсутствовало размножение нематоды. Новых цист на корнях растений обнаружено не было. В старых цистах наблюдали минимальное среднее количество личинок/яиц на цисту -18, 16. 3 и 22 соответственно.

Полученные результаты свидетель-

ствуют о «почвоочищающем» эффекте данных гибридных клонов картофеля. Иными словами, корневые выделения этих растений стимулируют вылупление личинок из яиц и их выход из цист, но поскольку новые цисты не образуются, мы можем утверждать, что вылупившиеся личинки погибают, не оставив потомства. В результате инфекционная нагрузка в почве снижается. Подобный эффект известен для клонов диких видов картофеля *S. sanctaerosae*, *S. sparsipilum*, *S. gourlayi*, *S. acaule* и *S. oplocense* (Turner et al, 2009).

На трех гибридных клонов картофеля была получена G3 генерация нематоды. На двух клонов С5-4 и С113-1 индекс размножения в G3 был равен нулю, тогда как на клоне С113-1 индекс размножения нематоды неожиданно сильно возрос до 5.83 (табл. 2), что сравнимо с индексом размножения на восприимчивом сорте Невский (10.33). На 8 других гибридных клонов наблюдали иную картину: индекс размножения в G2 был выше нуля, то есть нематода размножилась. На 5 клонов индекс размножения нематоды был менее 1.0, и наполненность цист варьировала от 9 до 38 личинок/яиц на цисту. Самый высокий индекс размножения в G2 был выявлен на 3 гибридных клонов - 21-4, С6-1, С116-3 (табл. 2). Наполненность этих цист составила в среднем 36, 38 и 57 личинок/яиц на цисту соответственно. Для сравнения: на корнях растений сорта Невский (восприимчивый контроль) среднее число личинок на полную цисту составило 67, а в почвенной популяции, использованной для получения потомства G1, среднее число личинок на цисту составило 143.

Сравнили характер распределения цист G2 по наполненности личинками/яйцами, образовавшихся на гибридных клонов картофеля, восприимчивом контроле (сорт Невский) и в почвенной популяции, использованной для заражения (рис.). Очевидно, что почвенная популяция отличается разнообразием цист по содержанию в них личинок/яиц. Популяция цист, размножившихся на гибридных клонов, отличается от популяции с восприимчивого сорта большим содержанием

мелких цист, заключающих в себе значительно меньшее по сравнению с контролем число потомков: доля цист с малым содержанием личинок/яиц (до 30) почти в 3 раза превышает долю цист такой же наполненности в популяции сорта Невский. В то же время более крупные цисты с содержанием личинок/яиц на цисту в количестве 80-100 и 100-160 встречаются среди новых цист G2 и G3, образовавшихся на гибридных клонах C116-3, C16-2, C16-3 и C113-1, в родословную которых включены виды *S. incamayoense* и *S. doddssii*, с частотой 3,5% и 1%, а на сорте Невский - 22% и 17% соответственно.

Таким образом, мы обнаружили 2 механизма взаимодействия нематоды G2 и G3 генераций и слабо устойчивых гибридов, которые проявляются либо в гибели личинок после выхода из цист, либо в значительном снижении их плодовитости, выражающемся в низком индексе раз

множения и малой наполненности цист личинками/яйцами.

Очевидно, что уже за 2 пассажа на слабоустойчивых гибридах происходит снижение инфекционного запаса нематоды. Подобное явление отмечено при заражении патотипом Ro2 золотистой нематоды образца 205624 *S. andigenum*, на корнях которого цисты содержали в 2 раза меньше личинок/яиц, чем на восприимчивом сорте (Nunziata et al., 2010). Авторы объясняют этот факт супрессирующим влиянием на паразита многих генов устойчивости картофеля, обуславливающих уровень горизонтальной устойчивости на уровне вида.

Образование на некоторых гибридах единичных крупных цист позволяет предположить на данном этапе исследований начало адаптации паразита к слабоустойчивым генотипам картофеля (табл. 2).

Таблица 2. Характеристика цист *G. rostochiensis*, полученных в результате пассирования на гибридных клонах картофеля

Гибридные клоны	Происхождение	Индекс размножения в генерациях <i>G. rostochiensis</i>			Среднее число личинок/яиц на цисту		Наличие крупных цист в G2
		G1	G2	G3	G2	G3	
18-4	Delos × <i>S. hondelmannii</i> κ20723	0.3	0.0				нет
C107-1 2005	Delos × <i>S. doddssii</i> κ20704	0.18	0.0				нет
C29-1 2006	Kardula × <i>S. multidissectum</i> κ23477	0.1	0.0				нет
C116-1	Apta × <i>S. incamayoense</i> κ18989	0.23	0.0				нет
C16-2 2009*	Kardula <i>S. incamayoense</i> κ18989	0.44	0.70		27		есть
C16-3 2009*	Kardula × <i>S. incamayoense</i> κ18989	0.22	0.55		38		есть
21-4	Delos × <i>S. alandiae</i> κ21240	0.18	4.69		36		нет
C6-1	Delos × <i>S. alandiae</i> κ19443	0.13	3.13		38		нет
C116-3*	Apta × <i>S. incamayoense</i> κ18989	0.3	2.75		57		есть
C5-4	Delos × <i>S. ambosinum</i> κ20883	0.22	0.2	0.0	**	9	нет
C20-1	Kardula x <i>S. doddssii</i> κ20709	0.07	0.5	0.0	**	23	нет
C113-1	Apta x <i>S. doddssii</i> κ18240	0.34	0.6	5.83	**	25	есть
Сорт Невский		3.43	10.33		67		есть

\*Выявлен маркер 239E4left/CAPS, сцепленный с геном *HI*; \*\*подсчет числа личинок в цистах не проводили, т.к. они были использованы для последующего заражения; третья генерацию цист не получали.

Для понимания генетической природы выявленных нами эффектов взаимодействия паразита и хозяина был проведен молекулярный скрининг изученных клонов картофеля на наличие доминантных аллелей известных генов устойчивости к *G. rostochiensis* патотипу Ro1, *HI* и *Gro1-4* с использованием 3 маркеров, сцепленных с этими генами (табл. 1). Из двух маркеров гена *HI* (TG689 и 239E4left/CAPS) только

диагностические компоненты маркера 239E4left/CAPS, выявляемые в результате рестрикции продукта амплификации, были обнаружены у гибридных образцов C16-3, C16-2 и C116-3. У остальных клонов не был выявлен ни один диагностический компонент использованных маркеров. На основании полученных данных мы можем предполагать, что клоны C16-2, C16-3 и C116-3 содержат доминантный

аллель гена устойчивости *HI*, вероятнее всего полученный от образца дикого вида *S. incamayoense* к-18989, использованного в качестве отцовского родителя при создании исходных гибридов.

Интересно, что два клона C116-1 и C116-3 от одного скрещивания Apta × *S. incamayoense* к-18989 различаются между собой как по типу взаимодействия с нематодой, так и по генетической детерминации устойчивости.

Нам не известны данные литературы о генетической природе устойчивости вида *S. incamayoense* к золотистой нематоде. Ранее внутри этого вида были выявлены источники устойчивости лишь к *G. pallida* (Ruiz de Galarreta et al., 1998). В то же время известно, что доминантная аллель гена *HI*, впервые выявленная у *S. andigenum*, обеспечивает абсолютную устойчивость (реакция сверхчувствительности) к патотипам Ro1 и Ro4 (Rice et al., 1985). На корнях двух слабо устойчивых гибридных образцов (C16-2 2009 и C116-3), имеющих доминантную аллель гена *HI*, мы обнаружили значительный процент (14-35%) новых пустых цист. Вероятно, эти цисты представляют собой самок, в которых не произошло развитие яиц вследствие нехватки питания в результате гибели клеток растения в месте внедрения самки, что позволяет предположить наличие защитной функции растения в виде реакции сверхчувствительности. Одновременно на этих образцах происходило снижение плодовитости нематоды (уменьшение количества личинок/яиц на цисту) по сравнению с цистами, развивающимися на восприимчивом сорте.

Способность нематоды размножаться на слабо устойчивых гибридных клонах C16-2, C16-3 и C116-3, имеющих доминантную аллель гена устойчивости *HI*, и повышение индекса размножения в результате второго пассажа можно объяснить, с одной стороны, влиянием генетической среды межвидовых гибридов на экспрессию гена *HI*, а с другой - отбором цист, генетически адаптированных к гибридным клонам из исходной популяции.

Сравнительный анализ нуклеотидной последовательности локуса *HI* у трех гаплотипов картофеля *S. tuberosum* sp.

выявил значительные различия в структуре гена *HI*, который является генным кластером (Finkers, Tomczak et al., 2011), что свидетельствует о потенциальных возможностях эволюции гена и образования новых аллелей генов устойчивости.

Известны работы по отбору вирулентных особей в популяции бледной картофельной нематоды *G. pallida*. В результате многократного (в течение 11 генераций) заражения популяцией *G. pallida* устойчивых сортов, различающихся происхождением устойчивости и имеющих генетический материал разных диких и культурных видов (*S. Vernei*, *S. multidissectum*, *S. santaerosae*, *S. andigenum*), было показано, что происходит отбор аллелей вирулентности ко всем 4 видам *Solanum*. Интересно, что при последовательном перезаражении различных источников устойчивости оригинальная (первоначальная) вирулентность популяции может либо теряться, либо восстанавливаться. Этот факт указывает, по мнению авторов, на существование генетического эффекта "bottleneck": генетическая изменчивость сохраняется за счет доли популяции нематоды, которая способна размножаться на устойчивом клоне, а та часть изменчивости, которая заключается в индивидах, не способных размножаться, может быть утрачена (Turner, Fleming, 2002).

Наши исследования, ограниченные 2-3 пассажами нематоды, согласуются с результатами A.G.Whitehead (1991), который показал, что отбор вирулентных популяций *G. pallida* происходит в течение одного года культивации на сортах Glenna или Morag, получивших устойчивость от *S. vernei*. Мы предполагаем, что в зависимости от генотипа гибридного клона картофеля и вследствие генетической неоднородности почвенной популяции паразита на слабоустойчивых гибридных клонах картофеля происходит либо гибель личинок *G. rostochiensis*, либо адаптивный отбор вирулентных особей нематоды по механизму «бутылочного горлышка» ("bottleneck") за 2-3 генерации паразита.

Работа поддержана грантом  
РФФИ № 110401105а.

Лиманцева Л.А. Золотистая картофельная нематода *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) в Северо-Западном регионе РФ: состав популяции, источники и доноры устойчивости. Автореф. канд. дисс., Санкт-Петербург, 2010, 21 с.

Мироненко Н.В., Лиманцева Л.А., Рогозина Е.В. Клоны межвидовых гибридов как тестовая система для изучения взаимодействия картофеля с золотистой нематодой // Тезисы на III Вавиловской международной конференции «Идеи Н.И.Вавилова в современном мире» 6-9 ноября 2012 г., с. 101.

Понин И.Я. К методике испытания сортов и сеянцев картофеля на устойчивость к картофельной нематоды // в Актуальные вопросы защиты растений в БССР. Минск, 1974. с. 141-146.

Рогозина Е.В. Южноамериканские дикарбовые виды картофеля. Особенности онтогенеза и перспективы использования в селекции // Сельскохозяйственная биология, 2005, 5. с. 33-41.

Рогозина Е.В. Дикие клубненосные виды рода *Solanum* L. и перспективы их использования в селекции картофеля на устойчивость к патогенам. Автореф. докт. дисс., Санкт-Петербург, 2012, 42 с.

Bakker E., Achenbach U., Bakker J. et al. A high-resolution map of the H1 locus harboring resistance to the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* // Theor. Appl. Genet., 2004, 109, p. 146-152.

Dale M.F.B., Phillips M.S. Variation for the degree of susceptibility to the potato cyst nematode (*Globodera pallida*) within *Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum* // Potato Research, 1985, 28, p. 55-64.

EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). 1997: Data Sheets on Quarantine Pests: *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. 6 pp. Available at: [http://www.eppoint/QUARANTINE/-nematodes/Globodera\\_pallida/HETDSP\\_dsp.pdf](http://www.eppoint/QUARANTINE/-nematodes/Globodera_pallida/HETDSP_dsp.pdf).

EPPO. PM 7/32. 2004. Normes OIEPP EPPO Standards. Diagnostic protocols for regulated pests // EPPO Bulletin, 2004, 34, p. 155-157.

EPPO PM 7/40(2). 2009. *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida* // EPPO Bulletin, 2009, 39, p. 354-368.

Flor H.H. The complementary genetic system in flax and flax rust // Advances in Genetics, 1956, 8, p. 29-54.

Gebhardt C., Valkonen J.P.T. Organization of genes controlling disease resistance in the potato genome // Annu. Rev. Phytopathol., 2001, 39, p. 79-102.

Gebhardt C., Bellin D., Henselewski H. et al. Mark-

#### MECHANISMS OF INTERACTION OF *GLOBODERA ROSTOCHIENSIS* WITH THE PARTIALLY RESISTANT INTERSPECIFIC POTATO HYBRIDS

N.V.Mironenko, O.S.Afanasenko, E.V.Rogozina, L.A.Limantseva, A.V.Khyutti,

O.Yu.Antonova, O.Yu.Shuvalov, L.Yu.Novikova, T.A.Gavrilenko

The possibility of adaptation of the potato nematode *Globodera rostochiensis* (pathotype Ro1) on 12 clones of potato interspecific hybrids with partial resistance was studied. Different mechanisms of *G. rostochiensis* - potato clones interactions were identified: 1) the inability to reproduce after 1-2 passages on plant roots and 2) generation of new cysts with reduced (by 2-3 times compared with the susceptible check) larvae/egg filling. It was suggested that the parasite can form virulent larvae during 2-3 generations under adaptive selection by a "bottleneck" mechanism on hybrid potato clones with partial resistance. A molecular screening of potato clones for the presence of dominant alleles of known genes for resistance to *G. rostochiensis* pathotype Ro1 - *H1* and *Gro1* was done.

**Keywords:** *Globodera rostochiensis*, Ro1 pathotype, interspecific hybrid potato clones, *Solanum hondelmannii*, *S. ambosinum*, *S. multidissectum*, *S. incamayoense*, *S. dodsii*, *S. alandiae*, molecular markers, resistance genes *H1*, and *Gro1*, partial resistance, reduced fertility.

Мироненко Н.В., д.б.н., nina2601mir@mail.ru  
Лиманцева Л.А., к.б.н., lutik47@yandex.ru  
Афанасенко О.С., д.б.н., olga.safan@gmail.com  
Хютти А.В., к.б.н.

eras sisted combination of major genes for pathogen resistance in potato // Theor. Appl. Genet., 2006, 112, p. 1458-1464.

Milczarek D., Bogdan F., Przetakiewicz A. Suitability of Molecular Markers for Selection of Potatoes Resistant to *Globodera* spp // Am. J. Pot. Res., 2011, 88, p. 245-255.

Murray H.G., Thompson W.F. Rapid isolation of high molecular weight DNA // Nucl. Acids Res., 1980, 8, p. 4321-4325.

Nunziata A., Ruggieri V., Greco N., Frusciant L., Barone A. Genetic diversity within wild potato species (*Solanum* spp.) revealed by AFLP and SCAR markers // Am. J. Pl. Sciences, 2010, 1, p. 95-103.

Parrott M. Evidence for geneforgene relationships between resistance gene H1 from *Solanum tuberosum* ssp. *andigena* and a gene in *Globodera rostochiensis* and between H2 from *S. multidissectum* and a gene in *G. pallida* // Nematologica, 1981, 27, p. 372-384.

Rice S.L., Leadbeater B.S.C., Stone A.R. Changes in cell structure in roots of resistant potatoes parasitized by potato cyst nematodes. Potatoes with resistance gene H1 derived from *Solanum tuberosum* ssp. *andigena* // Physiol. Plant Pathol., 1985, 27, p. 219-234.

Ross H. Potato Breeding Problems and Perspectives. Verlag Paul Parey. Berlin. Germany, 1986, 132 p.

Ruiz de Galarreta J., Carrasco A., Salazar A. et al. Wild *Solanum* species as resistance sources against different pathogens of potato // Potato Research, 1998, 41, p. 57-68.

Smith I.M., McNamara D.G., Scott P.R., Harris K.M. Quarantine pests for Europe. C.A.B. Int. & EPPO, 1992.

Stone A.R. Coevolution of potato cyst nematodes and their hosts: implications for pathotypes and resistance // Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 1985, 15, p. 131-137.

Turner S.J., Fleming C.C. Multiple selection of potato cyst nematode *Globodera pallida* virulence on a range of potato species. 1 Serial selection on *Solanum* hybrids // Europ. J. Pl. Pathol., 2002, 108, p. 461-467.

Turner S.J., Fleming C.C., Moreland B.P. and Martin T.J.G. Variation in hatch among pathotypes of the potato cyst nematodes *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. in response to potato root diffusate from *Solanum* spp. I. Preliminary assessments to establish optimal testing conditions // Nematology, 2009, 11(5), p. 749-756.

Whitehead A.G. Selection for virulence in the potato cyst nematode. *Globodera pallida* // Ann. appl. Biol., 1991, 118, p. 395-402.

Рогозина Е.В., д.б.н., rogozinaelena@gmail.com  
Антонова О.Ю., к.б.н., olgaant326@qip.ru  
Шувалов О.Ю., лаборант  
Новикова Л.Ю., к.т.н., lubov.novikova@mail.ru  
Гавриленко Т.А., д.б.н., tatjana9972@yandex.ru

УДК 633.11:632.488

## ОЦЕНКА АГРЕССИВНОСТИ ВИДОВ ГРИБОВ - ВОЗБУДИТЕЛЕЙ КОРНЕВОЙ ГНИЛИ ПШЕНИЦЫ

**А.П. Дмитриев\***, Т.Ю. Гагкаева\*, О.П. Гаврилова\*, А.С. Орина\*, Е.Л. Гасич\*,  
Л.Б. Хлопунова\*, А.И. Чичварин\*\*

\*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

\*\*ЗАО Фирма "Август", Москва

Пораженность яровой пшеницы сорта Ленинградка корневой гнилью оценили при искусственном заражении различными грибами (*Fusarium culmorum*, *F. oxysporum*, *F. solani* и *Cochliobolus sativus* (*Helminthosporium sativum*) в лабораторных условиях. Показано, что изученные виды существенно различаются по агрессивности. *F. culmorum* и *C. sativus* поражали больше растений. Однако по сравнению с ними *F. oxysporum* и *F. solani* оказывали более существенное влияние на развитие корневой и надземной частей растений. Также показано, что анализированные грибы различаются по влиянию на фотосинтетическую систему растений.

*Ключевые слова:* грибы, пшеница, корневые гнили, агрессивность.

Корневая гниль зерновых культур представляет существенную опасность практически во всех регионах страны. В природных условиях в почве встречается несколько видов грибов, которые могут вызывать корневые гнили смешанной этиологии, зачастую ингибируя или стимулируя друг друга (Коршунова и др., 1976). Конкретный видовой состав возбудителей корневых гнилей, как правило, приурочен к определенным эколого-географическим районам. Известно, что наибольшее распространение имеет фузариозно-гельминтоспориозная (обыкновенная) корневая гниль. В европейской части России преобладающими возбудителями болезни являются виды рода *Fusarium*.

Наиболее часто среди грибов, выделяющихся из пораженной ткани корня, встречаются виды *Fusarium oxysporum* Schlecht.:Fr., *F. solani* (Mart.) Sacc., *F. culmorum* (W.G.Sm.) Sacc., *F. avenaceum* Cook., *F. acuminatum* Ellis & Verh., *F. equiseti* (Corda) Sacc. и ряд других видов (Коршунова и др., 1976; Ишкова и др., 2002). Возбудитель гельминтоспориозной

корневой гнили *Cochliobolus sativus* (Ito et Kurib.) Drechsler ex Dastur (*Helminthosporium sativum* Pammel. C.M.King et Bakke (= *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker) встречается среди возбудителей корневой гнили смешанной этиологии в Нечерноземной зоне и в азиатской части России. Несмотря на многовидовый состав возбудителей оценку устойчивости сортов к корневой гнили проводят, в лучшем случае разделяя гельминтоспориозную и фузариозную гнили, с использованием инфекционных фонов на основе одного вида (Лесовой, Шупикова, 1989; Рукавицина, Нечай, 2001; Шешегова, Харина, 2008). В то же время хорошо известно, что виды *Fusarium* характеризуются различной агрессивностью (Билай, 1977; Шишлова, 1994; Гагкаева, 2009), поэтому для корректной оценки устойчивости сортов необходимы дополнительные знания о взаимоотношениях грибов и растений. Цель исследования - оценить в модельном лабораторном эксперименте влияние на растения основных возбудителей корневой гнили озимой пшеницы.

### Методика исследований

Оценку агрессивности проводили, используя методику выращивания семян в растильнях, наполненных песком, смешанным с инокулюмом гриба (Фирсова, 1969; Григорьев, Кабалкина, 1985; Тырьшкин, Колесова, 2008). Для изучения выбранные виды *F. Culmorum*, *F. oxysporum*, *F. solani* и *C. sativus*, поскольку они являются наиболее распространенными почвенными

грибами, вызывающими корневую гниль.

В экспериментах использовали зерно яровой пшеницы сорта Ленинградка репродукции 2010 года. Исходную заспоренность семян определяли методом смыва: 40 г зерна помещали в колбу с 400 мл стерильной воды с добавлением твина80 и интенсивно встряхивали в течение 5 мин. Полученную суспен-

зию по 1 мл вливали в чашки Петри. Затем в каждую чашку добавляли 20 мл расплавленной и охлажденной до 50°C среды Чапека. Анализ зараженности семян проводили стандартными фитопатологическими методами: из исходного образца отбирали 100 зерен, поверхностно стерилизовали 0.1% раствором нитрата серебра в течение минуты. Затем семена тщательно промывали водопроводной, а затем стерильной водой, и на последнем этапе - стерильной водой с добавлением сульфата стрептомицина в количестве 300 мг/л. Обеззараженные семена раскладывали в чашки Петри на поверхность картофельно-сахарозной агаризованной среды (КСА) следующего состава: отвар 200 г картофеля - 1 л, 15 г агар-агара, 15 г сахарозы. Перед разливом питательной среды в колбу добавляли сульфат стрептомицина в концентрации 100 мг/л - для подавления роста бактерий и 35 мл раствора Triton X100 ( $2 \times 10^4$  мл/л) - для снижения линейного роста мицелиальных грибов.

Для наработки инокулюма использовали штаммы из коллекции микроорганизмов лаборатории микологии и фитопатологии ВИЗР: *F. culmorum* - MFG102100, *F. oxysporum* - MR 104, MR 137, *F. solani* - MFG 126901, MFG 89704, MFG 63100, *C. sativus* - А36. Использование смеси штаммов *F. oxysporum*, а также *F. solani* связано с тем, что эти виды характеризуются значительной вариабельностью патогенных свойств. Все использованные штаммы были ранее выделены из семян или корней зерновых культур. Штаммы выращивали на КСА в термостате при температуре 24°C в течение 7 суток. Штамм *H. sativum* выращивали при комнатной температуре 10 суток под эритемными лампами ЛЭ30 (длина волны 280-380 нм, максимум излучения в диапазоне 310-320 нм). Для инокуляции песка выращенную на чашках Петри мицелиальноспоровую массу гриба соскабливали шпателем с поверхности среды и разводили в стерильной воде с добавлением твина80. Полученную суспензию фильтровали. Концентрацию инфекционного начала гриба, включающего как во

видии, так и части гиф, в исходной суспензии и в инфицированном песке определяли по количеству колониеобразующих единиц (КОЕ) (табл. 2).

В каждую растительно помещали 0.5 л стерилизованного песка и высевали 33 зерна, затем растительные ставили в светоустановки и растения выращивали при круглосуточном освещении и температуре 20°C. Ежедневно осуществляли полив - по 70 мл воды в каждую растителью. Учет поражения проводили в два срока - через 15 (I) и 30 (II) дней после посева. Растения отмывали от песка, проводили учет поражения корневой гнилью в баллах по шкале 0-4 по стандартным методикам (Тырышкин, Колесова, 2008; Методические указания ..., 2009), измеряли длину корней и надземной части растения. Также анализировали выживание гриба в песке без растений при внесении в него инокулюма.

После второго учета из каждого варианта отбирали по 10 отрезков растительной ткани с симптомами поражения (длиной около 1 см) для выявления вида возбудителя. Выделение грибов из этих отрезков проводили как указано выше для семян. Видовую принадлежность изолятов, выделяемых из исходных семян и других субстратов, определяли по С.Booth (1971), Б.А.Хасанову (1992).

Кроме того, измеряли фотометрические показатели листьев пораженных растений, поглощение и отражения света на волне 632.8 нм с помощью прибора ЛАФОТ. Величина поглощения излучения данной длины волны прямо пропорциональна содержанию хлорофилла в листе, а величина отражения обратно пропорциональна ему (Лискер, 1991).

Статистическую обработку (определение средних, критерия Стьюдента, проведение дисперсионного анализа и др.) проводили в соответствии с рекомендациями Н.А.Плохинского (1961) и Б.А.Доспехова (1972) с использованием программ Statistica и MO Excel.

### Результаты исследований

Анализ заспоренности зерна показал наличие на поверхности в основном непатогенных грибов, относящихся к родам *Penicillium*, *Cladosporium* и т.п. Кроме того, в пересчете на 1 зерно приходилось около 5 спор *Fusarium spp.* и почти в 3 раза меньше спор *Alternaria spp.* Споры *C. sativus* на поверхности зерна отсутствовали. Таким образом, выявленная минимальная заспоренность не могла существенно повлиять на результаты искусственного заражения.

Микологический анализ показал наличие внутренней инфекции (17% зараженных зерен). Обнаружены патогенные виды рода *Fusarium* - *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. semitectum* Berk. & Ravenel, *F. heteros-*

*porium* Nees & T.Nees, *F. culmorum*, *F. poae* (Peck) Wollenw. Кроме того, в зерне встречались виды слабо патогенных грибов, в том числе вызывающих плесневение семян - *Trichothecium roseum* (Pers.) Link, *Epicoccum nigrum* Link, виды родов *Alternaria*, *Penicillium*, *Aspergillus* и другие. Гриб *C. sativus* выявлен не был.

Выживаемость изучаемых видов возбудителей, как в стерильном песке, так и в песке, где выращивали растения, представлена в таблице 1. Инфекционный фон *F. culmorum* сохранялся или возрастал во всех вариантах опыта. Число КОЕ увеличивалось примерно вдвое в чистом песке и в 4 раза в песке, в котором были посеяны семена. Хотя инфекционная нагрузка ви-

дов *F. oxysporum* и *F. solani* снижалась во всех вариантах по сравнению с исходной, тем не менее, оставалась достаточно высокой, составляя десятки тысяч КОЕ на 1 мл песка. Менее всего приспособленным к выживанию в песке оказался вид *C. sativus*. В чистом песке без растений грибок, видимо, вообще не выживает. В присутствии семян грибок сохранялся, но его концентрация существенно снижалась. В целом, полученные данные свидетельствуют о том, что внесение инфекционного начала в песок ведет к сохранению и распространению в субстрате именно того вида, которым инокулировали данный вариант.

Таблица 1. Изменение инфекционного фона в песке в вариантах опыта

Варианты	Учет	КОЕ по вариантам на мл субстрата			
		<i>F. culmorum</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>F. solani</i>	<i>C. sativus</i>
Исходная суспензия		16000	234000	105000	8000
Песок	I	16000	33000	67000	0
	II	32000	36000	2000	0
Песок с растениями	I	21000	51000	24000	1300
	II	78000	80000	31000	3000

При втором сроке учета поражения пшеницы из некоторых растений выделяли бо-

лее одного вида возбудителя (табл. 2).

Несмотря на наличие исходной зараженности семян разными видами подавляющее большинство растений было поражено именно тем видом патогена, который вносили при инокуляции. В меньшей степени это касается вида *C. sativus*, но и в варианте с инокуляцией этим грибом более половины растений поражено именно им, то есть в песке заражение растений происходило преимущественно целевым видом.

Развитие заболевания в процессе роста растений представлено в таблице 3. Видно, что количество растений, пораженных видом *F. culmorum*, возросло примерно вдвое за две недели между первым и вторым учетами и составило почти 100%.

Таблица 2. Результаты анализа пораженных корней

Варианты	Доля выделенных изолятов (%)			
	<i>F. culmorum</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>F. solani</i>	<i>C. sativus</i>
Инокулированный вид	100	100	80	55
Другие виды	2	3	21	25

Зараженность другими видами возбудителей достигла максимума уже к первому учету и далее не возрастала. При этом видами *F. oxysporum* и *F. solani* была поражена примерно половина растений, а видами *C. sativus* и *F. culmorum* - почти все.

Таблица 3. Влияние вида патогена на пораженность растений корневой гнилью

Распространенность болезни по вариантам инокуляции (%)					
	<i>F. culmorum</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>F. solani</i>	<i>C. sativus</i>	Без заражения
1-й учет	46±8	67±5	43±8	88±4	18±0.5
2-й учет	96±2	48±5	46±5	96±2	20±0.5
Развитие болезни по вариантам инокуляции, балл					
	<i>F. culmorum</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>F. solani</i>	<i>C. sativus</i>	Без заражения
1-й учет	0.93±0.12	0.96±0.09	0.71±0.10	1.32±0.08	1.07±0.08
2-й учет	2.46±0.23	0.68±0.09	0.67±0.09	1.71±0.08	1.34±0.13

В варианте без заражения распространенность болезни составляла около 20%, что соответствует количеству зараженных семян, выявленному при фитопатологическом анализе.

Аналогичная картина наблюдалась при анализе развития болезни. Наибольшее значение этот показатель имел у растений, пораженных видами *F. culmorum* и *C.*

*sativus*, и его значение существенно возросло ко второму учету. Растения, зараженные *F. oxysporum* и *F. solani*, были поражены значительно слабее, и развитие болезни, также как и распространенность, не возрастало между учетами. Показатель развития болезни в контроле и в вариантах с инокуляцией более 1 балла объясняется исходной инфицированностью зерна.

При втором учете развитие корневой гнили, вызванной грибами *F. oxysporum* и *F. solani*, было в 2 раза ниже, чем в контроле. Возможно, это вызвано известным эффектом индуцирования иммунитета растений при заселении их слабопатогенными штаммами этих грибов (Renhamou et al., 2002; Larkin et al., 2002).

Морфометрический анализ показал, что длина надземной части растений во всех вариантах между первым и вторым

учетом возрастает в два и более раз. При первом учете снижение длины надземной части растений по сравнению с контролем отмечено только в варианте с заражением *C. sativus*. При втором учете наибольшее снижение длины отмечается у растений, зараженных *F. culmorum*. В целом, изменение длины надземной части на ранних этапах роста растений слабо зависит от развития корневой гнили, вызываемой грибами *F. oxysporum* и *F. solani* (табл. 4).

Таблица 4. Влияние пораженности растений корневой гнилью различной этиологии на морфометрические показатели растений

Длина надземной части по вариантам инокуляции, см					
	<i>F. culmorum</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>F. solani</i>	<i>C. sativus</i>	Без заражения
1-й учет	15.5±0.34	15.0±0.27	16.5±0.32	11.9±0.34	15.4±0.38
2-й учет	26.2±0.92	29.7±0.60	33.9±0.51	30.2±0.61	32.0±0.64
Длина корня по вариантам инокуляции, см					
	<i>F. culmorum</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>F. solani</i>	<i>C. sativus</i>	Без заражения
1-й учет	20.7±0.51	25.0±0.57	23.2±0.60	19.6±0.71	23.0±0.58
2-й учет	19.7±0.77	24.8±0.58	23.5±0.67	20.5±0.76	29.5±0.90

Иная картина наблюдалась при анализе длины корня, которая не изменялась между первым и вторым учетом в вариантах с заражением субстрата и существенно возросла только в контроле. При последнем учете длина корней была достоверно ниже во всех вариантах с заражением. Минимальная длина корней отмечена в варианте с заражением наиболее агрессивным видом *F. culmorum*.

Наибольший интерес представляет оценка изменения длины растений, пораженных различными видами возбудителей в разной степени. Дисперсионный анализ показал, что влияние как вида возбудителя, так и балла поражения, а также взаимодействия этих факторов на длину надземной части достоверно при  $***P \geq 0.999$  и  $**P \geq 0.99$ .

Источник варьирования	Степень свободы	Средний квадрат	
		надземная	корни
Виды	3	282.1***	58.4
Баллы	3	687.5***	401.2***
Вид×балл	9	75.3**	58.5
Ошибка	270	29.4	32.6

Влияние вида возбудителя на длину корней недостоверно, но влияние балла поражения - достоверно, а вероятность влияния вза-

имодействия этих двух факторов близка к уровню значимости  $P \geq 0.95$ . При этом на длину надземной части достоверно влияет только балл поражения растения.

Результаты более детального анализа изменения длины различных частей растения в зависимости от степени поражения представлены на рисунках 1 и 2.

Очевидны различия в воздействии изучаемых видов на рост вегетативных органов растения. При поражении на 1-2 балла существенных изменений в длине растений по сравнению с непораженными растениями того же варианта не отмечалось. Снижение длины растений отмечалось только при поражении на 3-4 балла. Поражения растений *F. oxysporum* и *F. solani* на 4 балла не зарегистрировано.

Длина надземной части растений снижалась примерно на 20-70% при поражении в 3 балла и на 50% - при поражении на 4 балла. Сходные закономерности выявлены при анализе длины корней. Наибольшее негативное влияние на развитие растений оказывали *F. oxysporum* и *F. solani* несмотря на то, что среднее поражение растений этими видами в несколько раз ниже, чем двумя другими (табл. 4).

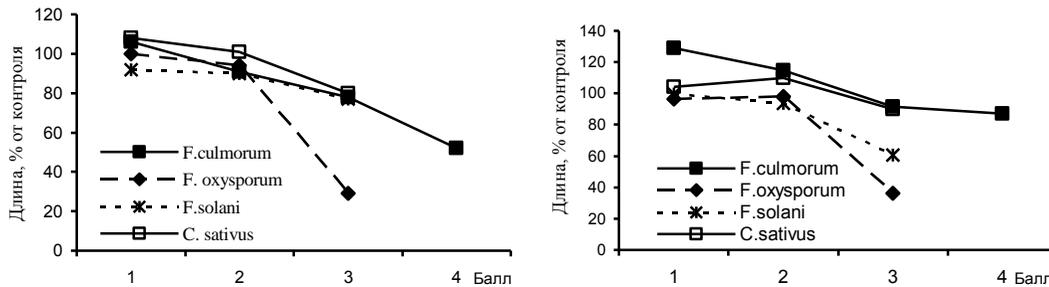


Рис. 1. Изменение длины надземной части растений (А) и корней (Б) в зависимости от вида возбудителя и степени поражения корневой гнилью

Распределение количества растений по баллам поражения в каждом из вариантов показало, что при поражении видами *F. culmorum* и *C. sativus* это распределение близко к нормальному, подавляющее большинство растений было поражено на 1 и 2 балла (рис. 2). При инфицировании грибами *F. oxysporum* и *F. solani* большая часть растений не была поражена, около 30% поражено на 1 балл, а весьма незначительная часть поражалась сильнее.

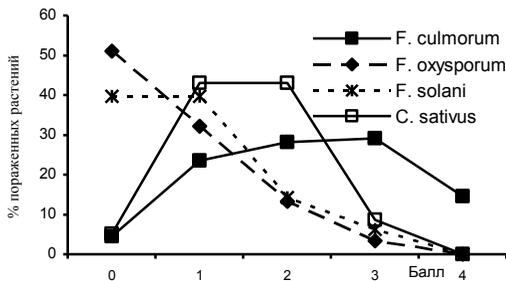


Рис. 2. Распределение растений по баллам поражения при заражении разными видами

В целом из полученных данных следует, что виды *F. culmorum* и *C. sativus* обладают повышенной агрессивностью при заражении растения. При высокой зараженности этими видами наблюдается в среднем существенное снижение роста и развития растений. Виды *F. oxysporum* и *F. solani* слабо способны к заражению, но, при сходных с другими видами баллах поражения, наносят растению сравнительно больший ущерб.

Дополнительным подтверждением вредоносности грибов р. *Fusarium* может

служить изменение фотосинтетической активности растений. Фотометрические данные показали, что при поражении растений видами *F. culmorum* и *F. oxysporum* на 3 балла отражение излучения достоверно росло, что свидетельствует о снижении фотосинтетической способности листьев (табл. 5).

Таблица 5. Влияние заражения растений корневой гнилью на их фотометрические показатели

Виды	Величина отражения излучения в % от контроля		
	балл 1	балл 2	балл 3
<i>F. culmorum</i>		93.0	106.2
<i>F. oxysporum</i>	98.7	90.1	142.0
<i>C. sativus</i>	95.2	92.6	

При заражении видом *C. sativus* отражение достоверно снижалось, что может свидетельствовать об увеличении растением синтеза хлорофилла как способа компенсации влияния болезни на физиологическое состояние растений. Различная реакция фотосинтетической системы пшеницы на заражение разными видами возбудителей корневой гнили, возможно, отражает различные механизмы взаимодействия хозяина и паразита и требует дальнейших исследований.

Полученные данные позволяют судить, что *F. culmorum* и *C. sativus* обладают большей агрессивностью и активнее проникают в растение, чем *F. oxysporum* и *F. solani*. Однако при высоких баллах поражения растений вредоносность *F. oxysporum* и *F. solani* выше, что проявляется в существенном снижении длины

корней и надземной части растений. Фотометрические данные свидетельствуют, что заражение растений видами *F. culmorum* и *F. oxysporum* ведет к снижению их фотосинтетической активности, а зара-

жение видом *C. sativus* - к ее повышению.

Работа выполнена при финансовой поддержке фирмы "Август"

#### Литература

- Билай В.И. Фузариум. Киев. Наукова думка. 1977, 440 с.
- Гагкаяева Т.Ю. Фитопатогенный гриб *Fusarium cerealis* на территории России // Микология и фитопатология, 2009, 43, 4, с. 331-342.
- Григорьев М.Ф., Кабалкина Н.А. Изучение устойчивости озимой и яровой пшеницы к фузариозно-гельминтоспориозным корневым гнилям // Вестн. с.-х. Науки, 1985, 12, с. 75-80.
- Доспехов Б.А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных. М. Колос, 1972, 207 с.
- Ишкова Т.И., Берестецкая Л.И., Гасич Е.Л., Леви́тин М.М., Власов Д.Ю. Диагностика основных грибных болезней зерновых культур. Санкт-Петербург, 2002, 76 с.
- Коршунова А.Ф., Чумаков А.Е., Щекочихина Р.И. Защита пшеницы от корневых гнилей. Л., Колос, 1976, 184 с.
- Лесовой М.П., Шупикова О.И. Методические особенности оценки и отбора растений озимой пшеницы, устойчивых к фузариозногельминтоспориозной корневой гнили, методы отбора по комплексам признаков в селекции растений. Ялта. 1989, с. 56-57.
- Лискер И.С. Устройство для определения светоотражающих и светопропускающих характеристик объектов // Патент РФ N 1673928, 1991.
- Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве (под редакцией В.И.Долженко). СПб, ВИЗР, 2009, 378 с.
- Плохинский Н.А. Биометрия. Новосибирск. 1961, 364 с.
- Рукавицина И.В., Нечай Н.Л. Устойчивость сортов яровой пшеницы к возбудителям корневой гнили. Итоги и перспективы селекции яровой пшеницы на устойчивость. Шортанды, 2001, с. 222-228.
- Тырышкин Л.Г., Колесова М.А. Корневые гнили. Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам. М., 2008, с. 187-195.
- Фирсова М.К. Семенной контроль. М., Колос, 1969, 296 с.
- Хасанов Б.А. Определитель грибов - возбудителей "гельминтоспориозов" растений из родов *Bipolaris*, *Drechslera* и *Exserohilum*. Ташкент, ФАН, 1992, 243 с.
- Шешегова Т.К., Харина А.В. Типы устойчивости яровой пшеницы к корневым гнилям и исходный материал для селекции // Докл. РАСХН, 2008, 2, с. 56.
- Шишилова Н.П. Видовой состав и биоэкологические особенности возбудителя фузариоза семян зерновых культур. Автореф. дисс, канд. биол. Наук, ВИЗР, СПб, 1994, 20 с.
- Booth C. The Genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute. Surrey. England. 1971, 237 p.
- Larkin R.P., Fravel D.R. Effect of varying environmental conditions on biological control of *Fusarium* wild of tomato by nonpathogenic *Fusarium* spp. // Phytopathol., 2002, 92, p. 1160-1166.
- Renhamou N., Garand C., Goulet A. Ability of non-pathogenic *Fusarium oxysporum* strain Fo47 to induce resistance against *Phytophthora ultimum* infection in cucumber // Applied and Environ. Microbiol., 2002, 68, p. 4044-4060.

#### EVALUATION OF AGGRESSIVENESS OF FUNGI CAUSING ROOT ROT OF WHEAT

A.P.Dmitriev, T.Yu.Gagkaeva, O.P.Gavrilova, A.S.Orina, E.L.Gasich, L.B.Khlopunova, A.I.Chichvarin

The degrees of root rot damage of spring wheat cv. Leningradka by different causing species (*Fusarium culmorum*, *F. oxysporum*, *F. solani* and *Cochliobolus sativus* (*Helminthosporium sativum*)) was studied under artificial inoculation in the laboratory condition. The species causing root rot differed by the aggressiveness significantly. The pathogens *F. culmorum* and *C. sativus* inoculated more plants than other pathogens did. However, in comparison with these pathogens, *F. oxysporum* and *F. solani* reduced the root length more significantly. Analyzed species also differed in their effects on the photosynthetic system of plants and in mechanisms of pathogenicity.

Keywords: wheat, root rot, aggressiveness, fungus.

Т.Ю.Гагкаяева, к.б.н., t.gagkaeva@yahoo.com  
 О.П.Гаврилова, к.б.н., olgavrilova1@yandex.ru  
 А.С.Орина, к.б.н., siallow@yandex.ru  
 Е.Л.Гасич, к.б.н., elena\_gasich@mail.ru  
 Л.В.Хлопунова, myceliy@mail.ru  
 А.В.Чичварин, к.б.н., corporate@firmaugust.ru

УДК 632.4/938.1

## ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБНОСТИ ОЛИГОМЕРОВ ХИТИНА, ПОЛУЧЕННЫХ БИОСИНТЕТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ, ИНДУЦИРОВАТЬ УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ К *FUSARIUM CULMORUM* (WM. G. SM.) SACC. 333

И.В. Лепянен, Н.А. Вишневецкая, О.К. Струнникова, Е.А. Долгих

*Всероссийский НИИ сельскохозяйственной микробиологии, Санкт-Петербург*

Проведено исследование способности хитоолигосахаридов, полученных биосинтетическим способом, повышать устойчивость растений к заражению фитопатогенным грибом *Fusarium culmorum* путем предобработки проростков томата и ячменя различающимися по степени полимеризации молекулами хитоолигосахаридов (пентаНацетилхитопентаозой и гексаНацетилхитогексаозой) на развитие у них признаков заболеваемости. Показано, что предобработка проростков приводила к практически полному подавлению признаков заболевания у томата и значительному уменьшению поражения фузариозом у ячменя. Влияние синтетических олигомеров на растения томата и ячменя было сходным с действием коммерческих аналогов этих соединений. Сделано заключение, что снижение заболеваемости фузариозом может быть связано со способностью синтетических хитоолигосахаридов активировать защитные системы исследованных растений.

*Ключевые слова:* хитоолигосахариды, биосинтез, элиситоры, устойчивость к *F. culmorum*.

Хитоолигосахариды (олигомеры хитина и хитозана) являются производными полимера хитина, состоящего из остатков Нацетилглюкозамина, соединенных  $\beta(1,4)$ гликозидными связями. Эти соединения получают при химическом или ферментативном гидролизе хитина, в процессе которого образуется смесь низкомолекулярных производных и олигомеров хитина. Известно, что хитоолигосахариды способны вызывать развитие защитных реакций у обработанных растений, то есть проявляют свойства элиситоров (Khan et al., 2003). Эти соединения активируют синтез защитных ферментов растений - фенилаланинаммонийлиазы (ФАЛ. КФ 4.3.1.5), пероксидазы (КФ 1.11.1.1), хитиназы (КФ 3.2.1.14)  $\beta$ 1.3глюканазы (КФ. 3.2.1.4) (Minami et al., 1996; Inui et al., 1997; Nishizawa et al., 1999; Takai et al., 2001, Aziz et al., 2006), а также синтез фитоалексинов (Ren et al., 1992; Kuchitsu et al., 1993; Yamada et al., 1993). При обработке растений хитоолигосахаридами наблюдается образование активных форм кислорода -  $O_2$ ,  $H_2O_2$ , OH (Kuchitsu et al., 1995; Kuchitsu et al., 1997; Gayoso et al., 2010); перераспределение ионов  $Cl^-$ ,  $K^+$  и  $H^+$  на внешней и внутренней сторонах мембраны, что приводит к ее деполаризации и подкислению цитоплаз-

мы клетки (Kikuyama et al., 1997; Kuchitsu et al., 1993, 1997). Хитоолигосахариды способны активировать процесс лигнификации клеток, отложение каллозы и субберина у обработанных растений (Mandal., 2010). Кроме того, эти соединения стимулируют у растений биосинтез салициловой и жасмоновой кислот, которые являются индукторами развития индуцированной устойчивости у растений (Nojiri et al., 1996). Развитие этих реакций ведет к формированию у растений устойчивости при последующем заражении фитопатогенами.

Биологическая активность хитоолигосахаридов зависит от структуры этих молекул (Day et al., 2001; Khan et al., 2003). Показано, что при добавлении к суспензионной культуре клеток риса олигомеров хитина ( $n=5-8$ ) только соединения с более высокой степенью полимеризации, такие как гептамер или октамер ( $n=7, 8$ ), оказывали значительный эффект на растения (Hirano et al., 1990; Yamada et al., 1993; Nishizawa et al., 1999). С другой стороны, при обработке суспензионной культуры клеток томата хитоолигосахаридами со степенью полимеризации  $n=4-8$  все эти соединения проявляли значительную элиситорную активность (Walker-Simmons et al., 1984; Felix et al., 1993).

Степень ацетилирования хитоолигосахаридов также влияет на их способность индуцировать защитные реакции у растений. Полностью ацетилированные олигомеры хитина оказывают значительный эффект на клетки пшеницы, риса, ячменя и томата, но при этом слабое воздействие на суспензионные культуры клеток гороха и петрушки (Conrath et al., 1989; Vau-reithel et al., 1994; Васюкова и др., 2000). Олигомеры хитина ( $n=6-8$ ) проявляют высокую элиситорную активность при обработке листьев пшеницы и ячменя (Vander et al., 1998; Okada et al., 2002), а также по отношению к культивируемым клеткам и проросткам риса (Yamada et al., 1993; Benhamou et al., 1994; Minami et al., 1996; Ning et al., 2004). Так, при добавлении в среду культивирования клеток ячменя гекса ( $n=6$ ), гепта ( $n=7$ ) и октамеров ( $n=8$ ) хитина наблюдали активацию  $\beta(13)$  глюконазы. В то же время деацетилированные хитоолигосахариды со сходной степенью полимеризации не вызывали активации защитного фермента (Kaku et al., 2006). Олигомеры хитина стимулировали развитие защитных реакций в клетках суспензионной культуры *Arabidopsis*, но деацетилированные олигомеры хитозана не проявили подобного эффекта (Cabrera et al., 2006).

Напротив, хитозан и олигомеры хитозана способны индуцировать защитные реакции у других видов растений, в частности, образование активных форм кислорода и отложение каллозы в листьях сои и петрушки (Kehle et al., 1985; Conrath et al., 1989), а также биосинтез фитоалексинов в горохе (Hadwiger, Beckman, 1980). Такие различия в эффекте молекул с разной степенью полимеризации и ацетилирования, вероятно, являются следствием различной специфичности рецепторов к хитоолигосахаридам разной структуры, о чем свидетельствуют последние данные изучения рецепторов к этим соединениям у растений (Liu et al., 2012).

Хитоолигосахариды проявляют не только элиситорную активность, но и оказывают ростстимулирующее действие на многие растения. Они увеличивают ско-

рость прорастания семян томата, бобов, кукурузы и других сельскохозяйственных культур (Linden, Stoner, 2005). Действие этих соединений основано на способности активировать синтез ферментов, разрушающих семенную оболочку, облегчая таким образом процесс прорастания. Стимулирование роста растений положительно влияет на их способность переживать биотический и абиотический стресс (Linden et al., 2000). Кроме того, обработка цветущих растений олигомерами хитина и хитозана ускоряет созревание плодов и увеличивает их сохранность после сбора (Linden, Stoner, 2005).

Таким образом, использование хитоолигосахаридов для развития устойчивости растений к фитопатогенам и стимуляции роста является актуальным направлением в практике защиты растений. Однако практическое применение олигомеров хитина и хитозана ограничено сложностью получения соединений с заданной степенью полимеризации и степенью ацетилирования при использовании традиционных методов получения хитоолигосахаридов. Наиболее распространенным способом получения хитоолигосахаридов является гидролиз биополимера хитина, выделенного из природных источников. Однако гидролиз приводит к образованию смеси низкомолекулярных продуктов часто с неопределенной структурой, что предполагает дальнейшие очистку и анализ структуры полученных соединений. При химическом синтезе хитоолигосахаридов необходимо проводить стабилизацию и защиту активных групп, что делает синтез соединений со степенью полимеризации больше трех нецелесообразным. Из-за сложности и низкой эффективности химического синтеза не получил широкого распространения синтез олигосахаридов даже с небольшим количеством мономеров, что стало причиной роста интереса к синтезу олигосахаридов ферментативным способом с использованием гликозилтрансфераз (Samain et al., 1997; Bettler et al., 1999; Леппянен и др., 2013).

Ранее для биосинтеза хитоолигосаха-

ридов со степенью полимеризации пять и шесть остатков Нацетилглюкозамина ( $n = 5$  и  $6$ ) нами было предложено использовать уникальную гликозилтрансферазу почвенных бактерий ризобий - Нацетилглюкозаминилтрансферазу (Леппянен и Долгих, 2011; Леппянен и др., 2013). Этот фермент контролирует первый этап синтеза хитоолигосахаридного остова сигнальных молекул ризобий Nodфакторов, который представляет собой олигомер хитина (Spaink et al., 1991; Geremia, 1994; Kamst et al., 1995; Mergaert et al., 1995). При гетерологичной экспрессии генов, кодирующих Нацетилглюкозаминилтрансферазу двух видов ризобияльных бактерий - *Rhizobium* sp. GRN2 (симбионт акации) и *Mesorhizobium loti* (симбионт ляд-

венца), были получены соединения пентаНацетилхитопентаоза и гексаНацетилхитогексаоза. Значительный интерес для нас представлял анализ влияния предобработки растений олигомерами хитина, полученными биосинтетическим способом, на развитие у них устойчивости к фитопатогенным грибам (биологическая активность). Целью данной работы являлось изучение способности соединений пентаНацетилхитопентаозы и гексаНацетилхитогексаозы, полученных биосинтетическим способом, индуцировать устойчивость у предварительно обработанных проростков растений к фитопатогенному грибу *F. culmorum*. Был проведен сравнительный анализ с влиянием коммерческих аналогов этих соединений.

#### Методика исследований

**Объекты исследования.** Исследования проводили на растениях томата *Solanum lycopersicum* сорта Cormello и ячменя *Hordeum distichum* L. сорта Инари, также использовали линию гороха *Pisum sativum* L. Rondo из генетической коллекции ГНУ ВНИИСХМ. Для заражения растений использовали штамм фитопатогенного гриба *Fusarium culmorum* (Wm. G. Sm.) Sacc. 333, предоставленный в.н.с. О.К.Струнниковой.

**Условия выращивания растений.** Семена томата и ячменя стерилизовали 35% раствором гипохлорита, а семена гороха концентрированной серной кислотой в течение 5 минут. Промывали стерильной водой не менее 5 раз. Обработанные семена томата и гороха помещали в чашки, содержащие 1% водный агар, а семена ячменя - в чашки со стерильной фильтровальной бумагой, смоченной водой. Проращивали растения в темноте в течение 4-5 дней при комнатной температуре. Затем 4-5-дневные проростки томата и ячменя обрабатывали  $10^{-6}$ М раствором хитоолигосахаридов на чашках Петри в течение 24 ч. Далее переносили растения в сосуды с вермикулитом, к которому был добавлен грибной инокулят.

**Получение грибного инокулята.** Для получения суспензии макроконидий *F. culmorum* 333 выращивали в течение 7 суток при 25°C на агаризованной среде Чапека (30 г/л сахарозы, 3 г/л  $\text{NaNO}_3$ , 1 г/л  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 0,5 г/л  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 0,5 г/л  $\text{KCl}$ , 0,01 г/л

$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 15 г/л агара). Смыв гриба с чашек осуществляли стерильной водой. Полученный инокулят использовали для обработки растений, смешивая с вермикулитом в соотношении 1 л инокулята (при концентрации  $3 \cdot 10^5$  конидий/мл) на 1 кг вермикулита.

Во всех экспериментах обработанные растения сравнивали с контролем - проростками, обработанными стерильной водой. Эксперименты проводили в условиях теплицы при 16-часовом фотопериоде, температуре 21°C и относительной влажности 60%.

**Оценку интенсивности заражения** растений фитопатогенными грибами проводили по методу, предложенному В.И.Танским с соавт. (Танский и др., 2002). Развитие признаков заболеваемости растений оценивали для томата на 11 и 17 сутки, для ячменя на 8 и 17 сутки. При изучении влияния хитоолигосахаридов на устойчивость растений томата и ячменя к *F. culmorum* оценивали изменения в длине корней и побегов. Опыты проводили в двукратной повторности. На рисунках представляли результаты отдельного эксперимента. Для каждого варианта обработки использовали не менее 5-10 растений (аналитическая повторность). Вычисляли средние значения измеряемого параметра для каждого варианта, а также стандартное отклонение от среднего, которое рассчитывали с помощью программного обеспечения Office Excel, 2010.

#### Результаты исследований

Для проверки биологической активности хитоолигосахаридов были выбраны растения, которые согласно литературным данным могут быть восприимчивы к влиянию гекса- и пентамерных олигомеров хитина (табл. 1). Эксперименты были выполнены на растениях томата и ячменя.

Кроме того, мы использовали для анализа растения гороха, для которых гекса- и пентамерные хитоолигосахариды не являлись эффективными элиситорами (негативный контроль).

Для анализа биологической активности синтезированных олигомеров хитина бы-

ло изучено влияние предобработки растений хитоолигосахаридами на их устойчивость к заражению фитопатогенным грибом *F. culmorum*.

Таблица 1. Олигомеры хитина и хитозана, являющиеся наиболее эффективными индукторами защитных реакций у растений (по данным Conrath et al., 1989; Falcon-Rodriguez et al., 2012)

Элиситоры	Рис	То- мат	Пше- ница	Яч- мень	Го- рох	Пет- рушка
Олигомеры хитина (n= 5-10)	+	+	+	+		
Олигомеры хитозана (n= 8-10)					+	+
Олигомеры хитина и хитозана (n ≥ 20)	+	+	+	+	+	+

+ олигомеры активируют защитные реакции у растений.

Для решения этой задачи корни 4-5-дневных проростков томата и ячменя обрабатывали растворами пентаНацетилхитопентаозы и гексаНацетилхитогексаозы ( $10^{-6}$  М) в течение суток, а затем проростки высаживали в субстрат, содержащий конидии штамма фитопатогенного гриба *F. culmorum* 333. Проводили сравнение с растениями, которые были обработаны водой перед заражением фитопатогенным грибом. Сравнение также проводили с растениями, обработанными коммерче-

скими аналогами хитоолигосахаридов, использованными при тех же концентрациях ( $10^{-6}$  М).

Заболееваемость фузариозом проростков томата оценивали на 11 и 17 сутки после заражения, а проростков ячменя на 8 и 17 сутки (рис. 1). Симптомы заболевания отдельных растений были представлены в баллах (табл. 2).

Таблица 2. Параметры оценки интенсивности поражения растений фузариозными гнилями (в баллах) (модиф. Танский и др., 2002)

Балл	Признак
0	Здоровое растение, не имеющее признаков заражения.
1	На корнях растений заметна характерная «исчерченность» (отмирание отдельных клеток), свидетельствующая о заражении.
2	Многочисленные черные полосы и пятна на корнях. Кончики главного и боковых корней некротизированы, заметны характерные утолщения и деформации корней.
3	На главном и боковых корнях растения хорошо заметны зоны некрозов. Развитие главного корня прекращается.
4	Признаки заражения корня (некрозы) сильно выражены, растение сильно угнетено. Наблюдается отмирание растений.

Для оценки влияния хитоолигосахаридов на развитие растений при фузариозе также сравнивали изменения в длине корней и побегов растений при различных вариантах обработки.

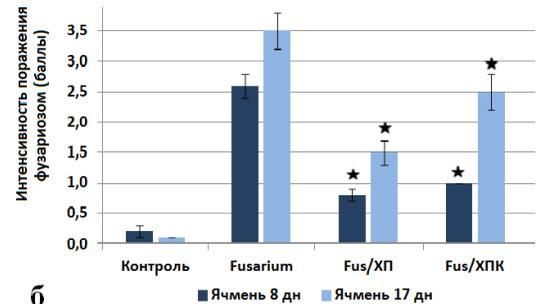
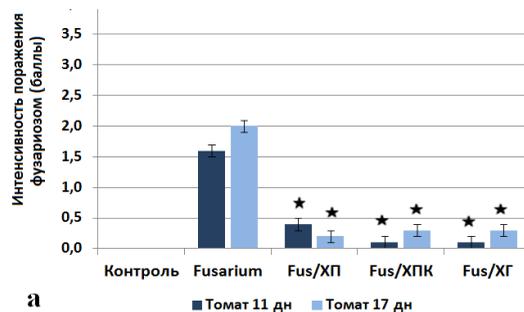


Рис. 1. Анализ признаков заболеваемости фузариозом у проростков томата сорта Cormello (а) и ячменя сорта Инари (б), предобработанных хитоолигосахаридами ( $10^{-6}$  М) перед заражением *F. culmorum* 333

Звездочками обозначены варианты, достоверно отличающиеся от контрольных (не обработанных хитоолигосахаридами растений перед заражением фитопатогеном).

Контроль - растения, обработанные водой; Fusarium - растения, зараженные *F. culmorum* 333; Fus/XП, Fus/XГ - растения, зараженные *F. cul-*

*morum* 333 и предобработанные пентаНацетилхитопентаозой и гексаНацетилхитогексаозой, полученными биосинтетическим способом; Fus/XПК - рас-

тения, зараженные *F.culmorum* 333 и предобработанные коммерческой пентаНацетилхитопентаозой. Заболеваемость растений оценивали на 11 и 17 день (томат) и 8 и 17 день (ячмень) после обработки. На графиках представлены значения среднего, барами обозначены стандартные ошибки среднего.

Показано, что растения томата и ячменя, зараженные фитопатогенным грибом *F. culmorum*, но не обработанные хитоолигосахаридами, имели четкие симптомы поражения корней гнилями, подавление развития корневой системы, а также надземной части (побегов) (рис. 1 а, б). Напротив, у растений томата, предварительно обработанных хитоолигосахаридами, признаки заболеваемости практически полностью отсутствовали (рис. 1а). У растений ячменя после обработки хитоолигосахаридами признаки заболевания были выражены в значительно меньшей степени (рис. 1б).

Предобработка растений томата и ячменя хитоолигосахаридами оказывала значительное положительное влияние на общее состояние растений, длину корней и побегов, особенно у томата. Длина корней проростков томата, которые были предварительно обработаны пентаНацетилхитопентаозой и гексаНацетилхитогексаозой перед заражением, превышала длину корней необработанных растений на 11 сутки в 4.6 и 3.8 раз соответственно (рис. 2, 3). Разница была заметна и на 17 сутки после обработки, длина корней томата была больше, чем у необработанных растений в 1.3-1.5 раза. Аналогичный эффект был отмечен и для коммерческих аналогов хитоолигосахаридов.



Рис. 2. Влияние хитоолигосахаридов на развитие проростков томата при заражении *F.culmorum* 333

На графиках представлены значения среднего, барами обозначены стандартные отклонения среднего. \*обозначены варианты, достоверно отличающиеся от контрольных (не обработанных хитоолигосахаридами растений перед заражением фитопатогеном).

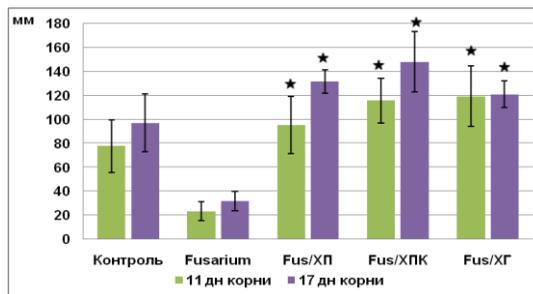


Рис. 3. Влияние предобработки хитоолигосахаридами ( $10^{-6}$  М) на развитие корней проростков томата сорта Cormello при заражении *F.culmorum* 333 ( $10^5$  конидий/л). По оси Y представлена длина корней в мм. Измерение длины корней проводили на 11 и 17 день после обработки. Контроль - растения, обработанные водой; *Fusarium* - растения, зараженные *F. culmorum* 333; Fus/XП - растения, зараженные *F.culmorum* 333 и предобработанные пентаНацетилхитопентаозой и гексаНацетилхитогексаозой, полученными биосинтетическим способом; Fus/XПК - растения, зараженные *F.culmorum* 333 и предобработанные коммерческой пентаНацетилхитопентаозой.

Длина корней проростков ячменя, обработанных пентаНацетилхитопентаозой и гексаНацетилхитогексаозой перед заражением *F. culmorum* 333, также превышала длину корней необработанных растений в 1.5 и 1.7 раза соответственно (рис. 4).

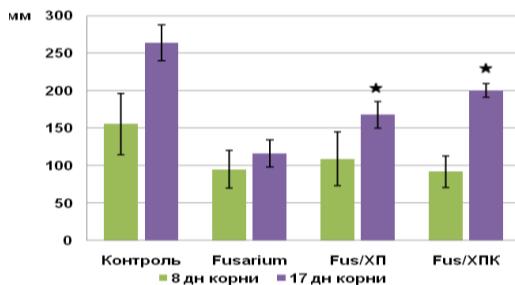


Рис. 4. Влияние предобработки хитоолигосахаридами ( $10^6$  М) на развитие корней проростков ячменя сорта Инари при заражении *F.culmorum* 333 ( $10^4$  конидий/л)

По оси Y представлена длина корней в мм. Измерение длины корней проводили на 8 и 17 день после обработки. Контроль - растения обработанные водой;

*Fusarium* - растения, зараженные *F. culmorum* 333; Fus/ХП, Fus/ХГ - растения, зараженные *F. culmorum* 333 и преобработанные пентаНацетилхитопентаозой и гексаНацетилхитогексаозой, полученными биосинтетическим способом; Fus/ХПК - растения, зараженные *F. culmorum* 333 и преобработанные коммерческой пентаНацетилхитопентаозой. На графиках представлены значения среднего, барами обозначены стандартные отклонения среднего. \*обозначены варианты, достоверно отличающиеся от контрольных (не обработанных хитоолигосахаридами растений перед заражением фитопатогеном).

Эффект у проростков ячменя был более выражен на 17 суток после преобработки.

Таким образом, нами показано, что предварительная обработка хитоолигосахаридами растений значительно снижает проявление признаков заболеваемости фузариозом. Эффект снижения заболеваемости у растений при обработке биосинтетическими олигомерами был сравним с влиянием коммерческих аналогов этих соединений (Лепянен, Долгих, 2011). Кроме того, хитоолигосахариды способны оказывать ростстимулирующее действие на обработанные растения.

Изучена способность хитоолигосахаридов, полученных биосинтетическим способом, индуцировать у растений томата и ячменя устойчивость к фитопатогенному грибу *F. culmorum*. Эффект влияния хитоолигосахаридов на снижение признаков заболеваемости у растений мог быть связан с непосредственным фунгицидным действием этих соединений на фитопатоген. Однако проведенный нами ранее анализ показал, что пентамер и гексамер хитина не обладают непосредственным фунгицидным действием по отношению к *F.*

*culmorum* 333 (Лепянен, Долгих, 2011). Ранее нами был также проведен анализ элиситорной активности этих соединений. Были исследованы изменения в уровне экспрессии генов *Pal*, кодирующих фермент фенилаланинаммонийлиазу, а также процесс образования активных форм кислорода -  $O_2$ ,  $H_2O_2$ , ОН у обработанных и необработанных этими соединениями растений томата и гороха (Лепянен, Долгих, 2013). Было показано, что полученные биосинтетическим способом пента- и гексамеры хитина вызывают значительную индукцию экспрессии генов *Pal* у проростков томата *S. lycopersicum*, но не стимулируют экспрессию генов *Pal* у проростков гороха *P. sativum* L., для которого на основании литературных данных известно, что эффективными элиситорами являются олигомеры хитозана со степенью полимеризации  $n = 8-10$  (Лепянен, Долгих, 2011). Таким образом, наблюдаемая нами способность хитоолигосахаридов, полученных биосинтетическим способом, снижать заболеваемость фузариозом при обработке растений может быть связана с активацией защитных систем растений, но не с прямым фунгицидным действием на фитопатоген. Известно, что именно активация защитных систем растений лежит в основе развития их устойчивости к фитопатогенным грибам.

Работа была выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России ГК № 16.552.11.7085 с использованием оборудования ЦКП «Геномные технологии, протеомика и клеточная биология». РФФИ 120801044а. Совета по грантам Президента РФ. № 16.120.11.337НШ.

#### Литература

Васюкова Н.И., Чаленко Г.И., Герасимова Н.Г., Переход Е.А., Озерецковская О.Л., Ильина А.В., Варламов В.П., Албулов А.И. Производные хитина и хитозана как элиситоры фитопатогенной устойчивости картофеля // Прикладная биохимия и микробиология, 2000, 36, 4, с. 433-438.

Лепянен И.В., Артамонова Т.О., Лопатин С.А., Варламов В.П., Тихонович И.А., Долгих Е.А. Биосинтез гекса- и пентамерных хитоолигосахаридов с помощью Нацетилглюкозаминилтрансферазы ризобияльных бактерий // Экологическая генетика, 2013,

XI, 2, с. 58-72.

Лепянен И.В., Долгих Е.А. Ферментативный синтез олигомеров хитина и изучение способности этих соединений стимулировать защитные реакции растений // Коллективная монография. Книга 2. Актуальные проблемы химии, биологии и медицины. Издательство Научно-инновационный центр. Красноярск, 2011, с. 149-175.

Танский В.И., Левитин М.М., Павлюшин В.А., Бузов В.Н., Гончаров Н.Р., Ишкова Т.И., Сухорученко Г.И., Зубков А.Ф. Экологический мониторинг и мето-

ды совершенствования защиты зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков (Методические рекомендации). ВИЗР, СПб, 2002, 76 с.

Akiyama K., Kawazu K., Kobayashi A. Partially Ndeacetylated chitin oligomers (pentamer to heptamer) are potential elicitors for (+)pisatin induction in pea epicotyls // *Zeitschrift für Naturforschung*. 1995, 50, p. 391-397.

Aziz A., TrotelAziz P., Dhuciq L., Jeandet P., Couderchet M., Vernet G. Chitosan Oligomers and Copper Sulfate Induce Grapevine Defense Reactions and Resistance to Gray Mold and Downy Mildew // *Disease Control and Pest Management*, 2006, 96, 11, p. 1188-1194.

Barber M.S., Bertram R.E., Ride J.P. Chitin oligosaccharides elicit lignification in wounded wheat leaves // *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 1989, 34, p. 312.

Baureithel K., Felix G., Boll T. Specific High Affinity Binding of Chitin Fragments to Tomato Cells and Membranes // *The Journal of Biological Chemistry*, 1994, 269, 27, p. 17931-17938.

Benhamou N., Lafontaine P.J., Nicol M. Induction of systemic resistance to Fusarium crown and root rot in tomato plants by seed treatment with chitosan // *Phytopathology*. 1994, 84, p. 1432-1444.

Bettler E., Samain E., Chazalet V., Bosso C., Heyraud A., Joziassé D.H., Wakarchuk W.W., Imberty A., Geremia A.R. The living factory: in vivo production of N-acetylglucosamine containing carbohydrates in *E. coli* // *Glycoconjugate J.*, 1999, 16, p. 205-212.

Cabrera J.C., Messiaen J., Cambier P., Van Cutsem P. Size, acetylation and concentration of chitoooligosaccharide elicitors determine the switch from defence involving PAL activation to cell death and water peroxide production in Arabidopsis cell suspensions // *Physiologia Plantarum*, 2006, 127, p. 44-56.

Conrath U., Domard A., Kauss H. Chitosanelicited synthesis of callose and of coumarin derivatives in parsley cell suspension cultures // *Plant Cell Report*, 1989, 8, p. 152-155.

Day R.B., Okada M., Ito Y., Tsukada K., Zaghoulani H., Shibuya N. Stacey G. Binding site for chitin oligosaccharides in the soybean plasma membrane // *Plant Physiol.*, 2001, 126, p.1162-1173.

Felix G., Regenass M., Boller T. Specific perception of subnanomolar concentrations of chitin fragments by tomato cells: induction of extracellular alkalization, changes in protein phosphorylation, and establishment of a refractory state // *The Plant Journal*, 1993, 4, p. 307-316.

Gayoso G., Pomar F., NovoUzal E., Merino M., de Ilarduya O. M. The Vemmediated resistance response of the tomato to *Verticillium dahliae* involves H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, peroxidase and lignins and drives PAL gene expression // *Plant Biology*, 2010, 10, 232, p. 1471-2229.

Geremia R.A., Mergaert P., Geelen D., Van Montagu M., Holsters M. The NodC protein of *Azorhizobium caulinodans* is an Nacetylglucosaminyltransferase // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 1994, 91, p. 2669-2673.

Hadwiger L.A., Beckman J. Chitosan as a component of pea - *Fusarium solani* interactions // *Plant Physiology*, 1980, 66, p. 205-211.

Hirano S., Yamamoto T., Hayashi M., Nishida T. Inui H. Chitinase Activity in Seeds Coated with Chitosan Derivatives // *Agric. Biol. Chem.*, 1990, 54, 10, p. 2719-2720.

Inui H., Yamaguchi Y., Hirano S. Elicitor actions of Nacetylchitoooligosaccharides and laminarinoligosaccharides for chitinase and Lphenylalanine ammonialyase induction in rice suspension culture // *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 1997, 61, p. 975-978.

Kaku H., Nishizawa Y., IshiiMinami N., AkimotoTomiyama C., Dohmae N., Takio K., Minami E., Shibuya N. Plant cells recognize chitin fragments for defense signaling through a plasma membrane receptor // *Proc Natl. Acad. Sci. USA*, 2006, 103, p.11086-11091.

Kaku H., Shibuya N., Xu P., Aryan A.P., Fincher G.B. Nacetylchitoooligosaccharide elicitor expression of a single (1 - 3)βglucanase gene in suspensioncultured cells from barley (*Hordeum vulgare*) // *Physiologia Plantarum*, 1997, 100, p. 111-118.

Kamst E., van der Drift K.M.G.M., ThomasOates J. E., Lugtenberg B. J. Mass spectrometric analysis of chitin oligosaccharides produced by *RhizobiumNodC* protein in *E. coli* // *J. Bacteriol.*, 1995, 177, p. 6282-6285.

Kauss H., Jeblick W., Domard A. The degree of polymerization and Nacetylation of chitosan determine its ability to elicit callose formation in suspension cells and protoplasts of *Cathalanthusroseus* // *Planta*, 1989, 178, p. 385-392.

Köhle H., Jeblick W., Poten F., Blaschek W., Kauss H. Chitosanelicited callose synthesis in soybean cells as a Ca<sup>2+</sup>dependent process // *Plant Physiology*, 1985, 77, p. 544-551.

Khan W., Prithiviraj B., Smith D.L. Chitosan and chitin oligomers increase phenylalanineammonialyase and tyrosine ammonialyase activities in soybean leaves // *J. Plant Physiol.*, 2003, 160, p. 859-863.

Kikuyama M., Kuchitsu K., Shibuya N. Membrane depolarization induced by Nacetylchitoooligosaccharide elicitor in suspensioncultured rice cells // *Plant and Cell Physiology*, 1997, 38, p. 902-909.

Kuchitsu K., Kikuyama M., Shibuya N. Nacetylchitoooligosaccharides, biotic elicitor for phytoalexin production, induce transient membrane depolarization in suspensioncultured rice cells // *Protoplasma*, 1993, 174, p. 79-81.

Kuchitsu K., Kosaka H., Shiga T., Shibuya N. EPR evidence for generation of hydroxyl radical triggered by Nacetylchitoooligosaccharide elicitor and a protein phosphatase inhibitor in suspensioncultured rice cells // *Protoplasma*, 1995, 188, p. 138-142.

Kuchitsu K., Yazaki Y., Sakano K., Shibuya N. Transient cytoplasmic pH change and ion fluxes through the plasma membrane in suspension cultured rice cells triggered by Nacetylchitoooligosaccharide elicitor // *Plant and Cell Physiology*, 1997, 38, p. 1012-1018.

Linden J.C. Stoner R.J. Proprietary Elicitor Affects Seed Germination and Delays Fruit Senescence

// Journal of Food, Agriculture & Environment, 2005, 3, p. 184-189.

Linden J.C., Stoner R.J., Knutson K.W., GardnerHughes C.A. Organic disease control elicitors // Agro Food Industry HiTech, 2000, p.12-15.

Liu T., Liu Z., Song C., Hu Y., Han Z., She J. et al. Chitin induced dimerization activates a plant immune receptor // Science, 2012, 336, p. 1160-1164.

Mandal S. Induction of phenolics, lignin and key defense enzymes in eggplant (*Solanum melongena* L.) roots in response to elicitors // African Journal of Biotechnol., 2010, 9, 47, p. 8047-8083.

Mergaert P., D'Haese W., Geelen D., Promé D., Van Montagu M., Geremia R., Promé J.C., Holsters M. Biosynthesis of *Azorhizobiumcaulinodans* Nod Factors // J. Biol. Chem., 1995, 270, 49, p. 29217-29223.

Minami E., Kuchitsu K., He D.Y., Kouchi H., Midoh N., Ohtsuki Y., Shibuya N. Two novel genes rapidly and transiently activated in suspensioncultured rice cells by treatment with Nacetylchitoheptaose, a biotic elicitor for phytoalexin production // Plant and Cell Physiology, 1996, 37, p. 563-567.

Ning W., Chen F., Mao B., Li Q., Liu Z., Guo Z., He Z. Nacetylchitoooligosaccharides elicit rice defence responses including hypersensitive responselike cell death, oxidative burst and defence gene expression // Physiological and Molecular Plant Pathology, 2004, 64, p. 263-271.

Nishizawa Y., Kawakami A., Hibi T., He D.Y., Shibuya N., Minami E. Regulation of the chitinase gene expression in suspensioncultured rice cells by Nacetylchitoooligosaccharides: differences in the signal transduction pathways leading to the activation of elicitorresponsive genes // Plant Molecular Biology, 1999, 39, p. 907-914

Nojiri H., Sugimori M., Yamane H., Nishimura Y., Yamada A., Shibuya N., Kodama O., Murofushi N., Ohmori T. Involvement of jasmonic acid in elicitorinduced phytoalexin production in suspension cultured rice cells // Plant Physiology, 1996, 110, p. 387-392.

Okada M., Matsumura M., Ito Y. Shibuya N. HighAffinity Binding Proteins for NAcetylchitoooligo-

saccharide Elicitor in the Plasma Membranes from Wheat, Barley and Carrot Cells: Conserved Presence and Correlation with the Responsiveness to the Elicitor // Plant Cell Physiol, 2002, 43, 5, p. 505-512.

Ren Y.Y., West C.A. Elicitation / biosynthesis in rice (*Olyza sativa* L.) by chitin // Plant Physiology, 1992, 99, p. 1169-1178.

Roby D., Gabelle A., Toppan A. Chitin oligosaccharides as elicitors of chitinase activity in melon plants // Biochemical and Biophysical Research Communications, 1987, 143, p. 885-892.

Samain E., Drouillard S., Heyraud A., Driguez H., Geremia R.A. Gram-scale synthesis of recombinant chitoooligosaccharides in *Escherichia coli* // Carbohydrate Research, 1997, 302, p. 35-42.

Spaink H.P., Sheeley D.M., van Brussel A.A. N., Glushka J., York W.S., Tak T., Geiger O., Kennedy E.P., Reinhold V.N., Lugtenberg B.J.J. A novel highly unsaturated fatty acid moiety of lipooligosaccharide signals determines host specificity of *Rhizobium* // Nature, 1991, 354, p. 125-130.

Takai R., Hasegawa K., Kaku K., Shibuya N., Minami E. Isolation and analysis of expression mechanisms of a rice gene, *EL5*, which shows structural similarity to ATL family from *Arabidopsis*, in response to Nacetylchitoooligosaccharide elicitor // Plant Science, 2001, 160, p. 577-583.

Vander P., Varum K.M., Domard A., El Gueddari N.E., Moerschbacher B.M. Comparison of the ability of partially Nacetylated chitosans and chitoooligosaccharides to elicit resistance reactions in wheat leaves // Plant Physiology, 1998, 118, p. 1353-1359.

Walker-Simmons M., Ryan C.A. Proteinase inhibitor synthesis in tomato leaves // Plant Physiology, 1984, 76, p. 787-790.

Yamada A., Shibuya N., Kodama O., Akatsuka T. Induction of phytoalexin formation in suspension cultured rice cells by Nacetylchitoooligosaccharides // Bioscience Biotechnology and Biochemistry, 1993, 57, p. 405-409.

## STUDYING THE ABILITY OF CHITIN OLIGOMERS PRODUCED IN THE BIOSYNTHETIC WAY TO INDUCE PLANT RESISTANCE TO FUSARIUM CULMORUM

I.V.Lepnyanin, N.A.Vishnevskaya, O.K.Strunnikova, E.A.Dolгих

Chitoooligosaccharides produced in the biosynthetic way were investigated, and their ability to increase plant resistance to infection with a phytopathogenic *Fusarium culmorum* by tomato and barley sprout treatment was demonstrated. It was shown that the sprout treatment led to almost full suppression of tomato disease characters and to considerable reduction of fusariosis on barley. The influence of synthetic oligomers on tomato and barley plants was similar to the action of commercial analogs of these compounds. It was concluded that the decrease in the fusariosis incidence can be connected with the ability of synthetic chitoooligosaccharides to activate protective systems of the studied plants.

*Keywords: chitoooligosaccharide, biosynthesis, elicitor, resistance, Fusarium culmorum.*

И.В.Леппянен, к.б.н., leppyanen\_irina@rambler.ru  
Н.А.Вишневецкая, к.б.н., navishnevskaya@rambler.ru  
О.К.Струнникова, к.б.н., olgastrunnikova@rambler.ru  
Е.А.Долгих, к.б.н., dol2helen@yahoo.com.

УДК 632.937.15

## ГЕНОТИПИЧЕСКАЯ ПАСПОРТИЗАЦИЯ ШТАММОВ-ПРОДУЦЕНТОВ БИОИНСЕКТИЦИДОВ *P. BACILLUS* ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ДРИМ - ДВОЙНОГО РАСЩЕПЛЕНИЯ И ИЗБИРАТЕЛЬНОГО МЕЧЕНИЯ

В.П. Терлецкий, И.В. Бойкова, И.И. Новикова, В.А. Павлошин

*Всероссийский НИИ защиты растений. Санкт-Петербург*

Разработан метод двойного расщепления и избирательного мечения (ДРИМ), обеспечивающий детекцию нуклеотидного полиморфизма, мелких геномных перестроек и позволяющий проводить генотипическую паспортизацию штаммов микроорганизмов. Метод включает выделение высокомолекулярной геномной ДНК, двойное расщепление и избирательное мечение, электрофорез в агарозном геле, перенос фрагментов ДНК на нейлоновый фильтр и детекцию фрагментов ДНК на фильтре.

*Ключевые слова:* штамм-продуцент, биоинсектицид, энтомопатогенный микроорганизм, нуклеотидный полиморфизм, генотипирование, рестриктаза, ДНК, электрофорез.

Одним из наиболее широко используемых видов энтомопатогенных микроорганизмов является группа *B. thuringiensis* (El-Hamshary et al., 2008). Это объясняется биологическими свойствами данного вида, широкой распространенностью в природе и высокой приспособляемостью к различным условиям среды. Кроме того, бациллы образуют споры, что позволяет получать биопрепараты, достаточно стабильные при хранении. Для надежной идентификации и паспортизации таких штаммов необходимо применение современных методик генотипирования микроорганизмов. Генотипирование позволяет присвоить молекулярно-генетический «штрих-код» каждому штамму, что крайне важно при использовании штаммов на практике (Ботина, 2009), решении спорных вопросов, хранении коллекций штаммов в лабораторных условиях. Помимо этого, есть вероятность того, что определенный фрагмент ДНК может быть сцеплен с важной биологической или хозяйственно-полезной особенностью штамма, что позволит использовать его в качестве маркера данного свойства при изучении других потенциально полезных штаммов.

### Методика исследований

Генотипирование микроорганизмов предполагает выделение высокомолекулярной геномной ДНК. Для разрушения клеточной стенки использовали лизоцим. Культивировали штаммы в питательной среде следующего состава (г/л): панкреатический гидролизат кильки - 10.05, натрия хлорид - 4.95,

Методы, основанные на полиморфизме геномной ДНК (генотипирование), являются наиболее чувствительными и воспроизводимыми (van Belkum, 2007).

В настоящее время самым точным методом генотипирования является метод ДРИМ (двойное расщепление и избирательное мечение), который впервые был разработан для клинических изолятов патогенных микроорганизмов - *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* и *Salmonella* spp. (Terletskiy et al., 2008; Terletskiy et al., 2010). Результатом генотипирования методом ДРИМ является группа фрагментов ДНК в виде полос на фильтре, распределение которых специфично для каждого штамма или близкородственной группы штаммов. Точность идентификации штаммов, рассчитываемая по индексу дискриминации (Hunter and Gaston, 1988), превышает точность текущего «золотого стандарта» генотипирования (пульс-гель электрофорез) и достигает для псевдомонад 0.98, сальмонелл - 0.96. Данный подход был нами использован для генетической идентификации ряда штаммов, в т.ч. *B. thuringiensis* 16-T100.

$pH=7.2\pm 0.2$  при 30°C в течение 16-и часов, аэробно, на шейкере (200 об/мин). Центрифугировали 1.5 мл культуральной жидкости в течение 5-и мин при 8000 об/мин. Полученный осадок суспендировали в 300µл буфера TES (50 mM Tris-HCL - 20 mM EDTA - 10mM NaCL. 8.0), вносили 30µл лизоцима (10 мг/мл, буфер

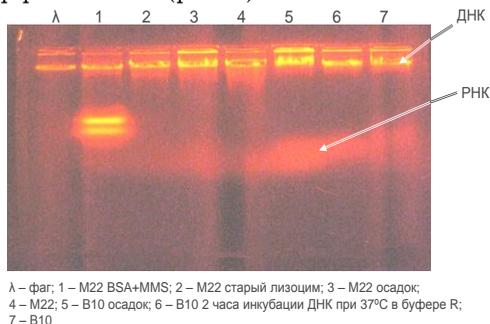
TE - 10 mM трис-1 mM ЭДТА) и инкубировали при 37°C в течение 60 минут. В смесь вносили 20  $\mu$ l SDS (10% в воде), инкубировали при 37°C 15 минут, затем вносили равный объем смеси фенол-хлороформ-изоамиловый спирт, перемешивали в течение 3-х мин, центрифугировали в течение 10 мин при 10000 об/мин. Отбирали верхнюю фазу, добавляли равный объем изопропилового спирта, отделяли осадок ДНК центрифугированием. Осадок промывали 70% этиловым спиртом, подсушивали и растворяли в 50  $\mu$ l буфера TE.

Процедура генотипирования ДРИМ включала 1) двойное расщепление и избирательное мечение, 2) электрофорез в агарозном геле, 3) перенос фрагментов ДНК на нейлоновый фильтр, 4) детекцию фрагментов ДНК на фильтре.

### Результаты исследований

Из всех способов разрушения клеточной стенки метод, основанный на использовании лизоцима, оказался наиболее эффективным (рис. 1).

Выделение геномной ДНК из штаммов *B. subtilis* 5-ю методами



λ - фаз; 1 - M22 BSA+MMS; 2 - M22 старый лизоцим; 3 - M22 осадок; 4 - M22; 5 - B10 осадок; 6 - B10 2 часа инкубации ДНК при 37°C в буфере R; 7 - B10

Рис. 1. Выделение ДНК из штаммов *B. thuringiensis* лизоцимным методом

В варианте, когда использовали бычий сывороточный альбумин (BSA) в малеатном буфере (MMS) помимо высокомолекулярной ДНК и низкомолекулярной фракции РНК наблюдали две фракции ДНК неизвестной природы (дорожка 1, рис. 1). Исходя из размеров можно предположить, что это плазмиды, которые теряются при выделении ДНК другими методами. Во всех случаях наблюдали значительное количество РНК, которая, как известно, не мешает генотипированию. Примесь РНК может быть легко удалена в результате инкубации с РНК-зой.

После испытания всех рестриктаз были определены две оптимальные комбинации для последующего использования в генетической паспортизации штаммов *B. thuringiensis* - *SgsI/Eco32I* и *SgrAI/Eco24I*. Рестриктаза *SgsI* имеет 39

двойное расщепление и избирательное мечение сводилось к внесению в микропробирку 15  $\mu$ l воды, 2  $\mu$ l 10-кратного буфера R (Fermentas™), 2  $\mu$ l выделенной геномной ДНК и 1  $\mu$ l ферментной смеси (две рестриктазы, Taq-полимераза и метка Bio-dCTP). Инкубация длилась 2-3 часа при 37°C.

Электрофорез проводили в 0.8% агарозном геле длиной 20 см при напряжении 60 В в течение 16 часов.

Перенос разделенных в электрофорезе фрагментов ДНК на нейлоновый фильтр осуществляли под вакуумом немедленно после электрофореза в дистиллированной воде (денатурация и нейтрализация ДНК не требовалась).

Детекцию фрагментов ДНК на фильтре проводили с помощью обычной цветной химической реакции, основанной на выявлении щелочной фосфатазы.

сайтов расщепления в геноме (теоретически максимальное число фрагментов ДНК будет 78). Получаемые фрагменты ДНК могут быть помечены биотином в реакции ДРИМ. Рестриктаза *Eco32I* имеет 1684 сайта расщепления, что дает средний размер фрагмента ДНК штаммов ВТ 3000 пар оснований, что является оптимальным с точки зрения разделения ДНК в 0.8% агарозном геле. Указанные рестриктазы хорошо совместимы в одном буфере - буфере R (Fermentas™), не проявляют «звездной» активности, стабильны, достаточно специфичны. После оптимизации условий проведения реакции ДРИМ на двух штаммах было проведено генотипирование 14 штаммов (рис. 2).

Метод ДРИМ позволил выявить генетические различия у ряда штаммов *B. thuringiensis*, идентифицировать следующие уникальные штаммы - 1 ФР-318 и ФР-327. В то же время, имеются три группы штаммов, которые не были дифференцированы на отдельные генотипы. Возможным объяснением этого может быть генетическая близость указанных штаммов в пределах каждой группы. При накоплении определенного числа мутационных изменений в геноме появляются изменения и в распределении фрагментов ДНК (например, штаммы ФР-318 и ФР-327 отличаются всего двумя фрагментами ДНК). При появлении любых несовпадений в распределении фрагментов ДНК у двух изучаемых образцов можно на 100% утверждать, что образцы относятся к двум генетически различным микробным штаммам. С другой стороны, если два об-

разца не различаются, есть некоторая вероятность, что они все-таки различны. Не исключено, что другие методы анализа могут в каких-то случаях выявить разницу. Однако данные на нескольких видах клинически значимых микроорганизмов

(сальмонеллы, золотистый стафилококк, псевдомона и клостридии) указывают, что метод ДРИМ - самый высокочувствительный в плане выявления генетических различий между штаммами.

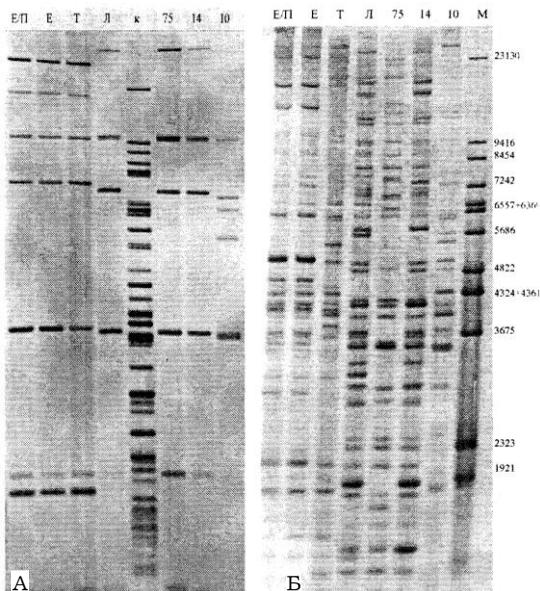


Рис. 2. Генотипирование методом ДРИМ изолятов *B. thuringiensis* с помощью ферментов *SgrAI/Eco24I* (А) и *SgsI/Eco32I* (Б). М - молекулярный маркер длины фрагментов ДНК, к - контрольный штамм

Таким образом, метод позволяет идентифицировать отдельные штаммы и группы близкородственных штаммов *B. thuringiensis*. Метод можно рекомендовать для контроля идентичности биопрепаратов бактериальной природы при их коммерческом производстве.

Одна из рестриктаз при расщеплении ДНК образует ограниченное число фрагментов с так называемыми «липкими концами», которые включают метку (био-дцтф).

В то же время, многочисленные фрагменты ДНК, образованные второй рестриктазой, дают только тупые концы, которые не включают метку.

Вовали в разработке метода ДРИМ для клинически важных видов патогенных бактерий в рамках совместных грантов НАТО. В настоящее время метод ДРИМ используется в нескольких зарубежных клинических лабораториях (Швейцария, Германия, Испания).

В литературе описано множество способов выделения геномной ДНК из грамм-отрицательных микроорганизмов. Клеточная стенка всех грамм-положительных видов достаточно толстая и включает в себя ряд высокополимерных компонентов, делающих ее лизис проблематичным. Особенно сложным для разрушения компонентом стенки является пептидогликановый слой, который у бацилл имеет А1<sub>у</sub> тип. Данный тип придает стенке устойчивость ко многим известным детергентам, таким как додецилсульфат натрия (SDS). Даже смесь фенол-хлороформ не способна разрушить клеточную стенку. Оказалось, что данный тип клеточной стенки может быть разрушен использованием обычного лизоцима. Применение дорого-

Такая избирательность мечения позволяет уменьшить число фрагментов ДНК с нескольких тысяч до нескольких десятков и выявить это ограниченное число фрагментов на фильтре после их разделения по размеру в обычном агарозном геле. Преимуществом метода является быстрота (1 сутки в сравнении с 7 сутками в ПГЭ), высокая точность и отсутствие ПЦР этапа. В связи с тем, что у многих видов микроорганизмов геном к настоящему времени полностью секвенирован, то есть определена последовательность нуклеотидов в геномной ДНК, есть возможность теоретически предсказывать количество фрагментов ДНК, получаемых при расщеплении каждой из рестриктаз, а также после двойного расщепления одновременно двумя рестриктазами. Для этого мы используем доступную в интернете программу (<http://insilico.ehu.es/DDSL>). Программа была разработана испанскими исследователями (Bikandi et al., 2004; San Millan et al., 2005), которые также участ-

стоящих ферментов, таких как лабиаза и ахромопептидаза (Niwa et al., 2005; Oana et al., 2009), не обязательно.

Теоретически, в качестве мелкощепящей рестриктазы для метода ДРИМ могут быть использованы следующие ферменты: HincII (2304 сайта расщепления), Eco32I (1684 сайта), Eco24I (1641 сайт), Mph1103I (1023 сайта), PstI (1240 сайтов). При подборе рестриктаз уделяется внимание ряду факторов, в том числе совместимости с буфером для крупнощепящей рестриктазы, числу сайтов расщепления, специфичности, цене и т.д. В отдельных случаях штаммы не отличались по распределению полос на фильтре. Это свидетельствует о генетической близости этих штаммов. Вероятно, они отличаются друг от друга на уровне всего одного или нескольких генов, которые "ускользают" при скрининге. При накоплении достаточного числа мутаций в штаммах любой метод генотипирования начинает дискриминировать штаммы, причем чем большее число фрагментов ДНК учитывается в анали

#### Литература

Ботина С.Г. Молекулярно-генетическая идентификация. ДНК-генотипирование и паспортизация молочнокислых бактерий рода *Lactobacillus* // Доклады на V Съезде генетиков и селекционеров. Москва, 2009, с. 49.

Bikandi J., San Millán R., Rementeria A., Garaizar J. In silico analysis of complete bacterial genomes: PCR, AFLP-PCR, and endonuclease restriction // *Bioinformatics*, 2004, 22, p.798-799.

Hunter P.R., Gaston M.A. Numerical index of the discriminatory ability of typing systems: an application of Simpson's index of diversity // *J. Clin. Microbiol.*, 26, p. 2465-2466.

Niwa T., Kawamura Y., Katagiri Y., Ezaki T. Lytic enzyme. labiase for a broad range of Gram-positive bacteria and its application to analyse functional DNA/RNA // *J. Microbiol. Methods*, 2005, 61, p. 251-260.

Oana K., Kawakami Y., Hayashi T., Ohnishi M. Simple broad-spectrum protocol using labiase for bac-

ze, тем более чувствительным становится данный метод. Метод ДРИМ позволяет идентифицировать одновременно около 35 фрагментов ДНК, что является рекордным показателем для методов генотипирования (RAPD - 5-10 фрагментов, PFGE - 15-20 фрагментов).

Возможные пути использования метода генотипирования:

1) генетическая идентификация/паспортизация штаммов различных видов микроорганизмов, используемых в практике и научной деятельности;

2) мониторинг распространения микроорганизмов в природе;

3) выявление маркерных фрагментов ДНК, сцепленных с полезными признаками микроорганизма.

Метод универсален, так как может быть адаптирован практически к любому микроорганизму, включая актиномицеты.

В настоящее время доступно достаточное число рестриктаз, необходимых для подбора пары оптимальных ДРИМ ферментов для каждого вида микроорганизма.

terial cell lysis to prepare genomic DNA for pulsed-field gel electrophoresis analysis // *Microbiol.Immunol.*, 2009, 53, p. 45-48.

San Millán R., Garaizar J., Bikandi J. In silico simulation of fingerprinting techniques based on double endonucleases digestion of genomic DNA. // *In Silico Biol.*, 5, p. 341-346.

Terletskiy V., Kuhn G., Francioli P., Blanc D. Application and evaluation of double digest selective label (DDSL) typing technique for *Pseudomonas aeruginosa* hospital isolates // *Journal of Microbiological Methods*, 2008, 72, p. 283-287.

Terletskiy V., Tyshchenko V., Martinez-Ballesteros I. et al. Validation of Double Digest Selective Label database for sequenced prokaryotic genomes // *Bioinformatics*, 2010, 26, p. 417-418.

Van Belkum. Guidelines for the validation and application of typing methods for the use in bacterial epidemiology // *Clin. Microbiol. Infect.*, 2007, 13, p. 1-46.

НИР выполнена в соответствии с календарным планом Государственного контракта №16.МО4.12.0027.

## GENOTYPIC CERTIFICATION OF BACILLUS STRAINS - PRODUCERS OF BIOINSECTICIDES BY MEANS OF DOUBLE DIGEST AND SELECTIVE LABEL TYPING TECHNIQUE

V.P.Terletskii, I.V.Boikova, I.I.Novikova, V.A.Pavlyushin

Double digest and selective label (DDSL) typing technique providing detection of nucleotide polymorphism and small genomic rearrangements for genetic identification of microorganism's strains have been developed. The method includes high molecular weight genomic DNA isolation, double digest and selective labeling, electrophoresis in agarose gel, DNA fragments transfer to a nylon membrane and DNA fragments detection on the membrane.

**Keywords:** strain-producer, bioinsecticide, entomopathogenic microorganism, restrictase, nucleotide polymorphism, DNA, electrophoresis, genotyping.

V.П.Терлецкий, д.б.н., e-mail:valeriter@mail.ru.

I.В.Бойкова, к.б.н., [irina\\_boikova@mail.ru](mailto:irina_boikova@mail.ru).

I.I.Новикова, д.б.н., [irinanovikova@inbox.ru](mailto:irinanovikova@inbox.ru).

V.A.Павлушин, академик, [izrspb@mail333.com](mailto:izrspb@mail333.com)

УДК 633.11:632.952+631.811

## НАНОРАЗМЕРНАЯ СЕРА - ЭФФЕКТИВНЫЙ ФУНГИЦИД И СТИМУЛЯТОР РОСТА ПШЕНИЦЫ

И.А. Массалимов<sup>\*\*\*</sup>, Р.Д. Давлетов<sup>\*\*</sup>, Р.Р. Гайфуллин<sup>\*\*</sup>, Р.М. Зайнитдинова<sup>\*</sup>,  
А.Р. Шайнурова<sup>\*</sup>, А.Г. Мустафин<sup>\*</sup>

*\*Башкирский государственный университет, Уфа*

*\*\*Научно-исследовательский технологический институт гербицидов  
и регуляторов роста растений АН Р.Башкортостан, Уфа*

*\*\*\*Башкирский государственный аграрный университет, Уфа*

В настоящее время в развитых странах стратегия развития сельского хозяйства предполагает совершенствование и внедрение интегрированных систем земледелия, включающих в себя широкое применение минеральных удобрений, пестицидов и стимуляторов роста растений. В связи с этим важны химическая обработка как полей, так и посевного материала, внесение удобрений и использование стимуляторов роста растений (Берим, 1972; Lex, 2008; Bailey et al., 2010). Все это приводит к возрастанию потребности в использовании химических препаратов (удобрений, фунгицидов, гербицидов, инсектицидов, десикантов, регуляторов роста растений), что в свою очередь приводит к увеличению пестицидной нагрузки на окружающую среду. Возрастает необходимость в разработках и внедрении новых, более технологичных и экологически безопасных препаратов для эффективного использования в сельском хозяйстве.

Одним из перспективных направлений создания экологически безопасных средств защиты и стимуляторов роста растений являются нанотехнологии (Глазко, 2008; Gogos et al., 2012). Целью данной работы является исследование препарата на основе наноразмерной серы (НС) в качестве экологически безопасного фунгицида и стимулятора роста и сравнение полученных данных с уже известными препаратами.

Сера широко используется на протяжении многих лет в медицине, сельском хозяйстве, химической промышленности. Чрезвычайно высокая активность серы в

качестве фунгицида и акарицида и ее экологическая безопасность обусловили появление большого количества работ, направленных на практическое применение в виде препаративных форм, предназначенных для обработки растений. Так как эффективность использования препаратов зависит от дисперсности серы, основное внимание в работах по практическому применению уделялось методам получения высокодисперсной серы. Ранее в СССР и сейчас в России смачивающийся порошок серы микронных размеров получил широкое применение в качестве фунгицида (ТУ 113-04-327-90 сера 80% смачивающийся порошок, ТУ 113-04-232-86 сера 90% СП).

Ранее предлагалось применение НС в качестве средства защиты растений и стимулятора роста для семян пшеницы (Массалимов и др., 2006, 2009; Абдракипова и др., 2011). Позднее нами был разработан способ получения порошка НС, в данной работе на основе этого способа (Массалимов и др., 2012) предлагается исследование антифунгальной эффективности НС и сравнение ее с данными для хорошо известных препаратов: тетраметилтиурамдисульфида (ТМТД), раксилы и карбендазима, оказывающих неблагоприятное воздействие на окружающую среду. Препараты на основе НС были получены из водных растворов полисульфидов кальция и калия (Массалимов и др., 2009а, 2009б; Massalimov et al., 2012). Антифунгальное воздействие препаратов изучалось при обработке (протравливании) семян пшеницы перед посевом.

Наряду с антифунгальным воздействием препаратов проводилось измерение энер-

гии прорастания, всхожести семян, массы проростков.

#### Методика исследований

В работе использовались следующие реагенты: элементарная сера для получения полисульфидов кальция и калия, из которых получали наноразмерную серу. Для сравнения биологического действия серы на семена пшеницы сорта Воронежская применялись препараты ТМТД, карбендазим и раксил.

Из синтезированных препаратов, чью фунгицидную активность исследовали, готовились 30% препаративные формы в виде пленкообразующих текучих паст, которыми обрабатывали семена. При изготовлении препаратов на основе серы в пасты, содержащие наполнители (бентонит, каолин и др.) в смеси с водорастворимыми полимерами (поливиниловый спирт, карбоксиметилцеллюлоза и др.) добавляли непосредственно полисульфиды кальция и калия. В результате распада полисульфидов в пасте появлялись наноразмерная сера и карбонаты кальция и калия. Дозу серы выбирали из расчета 60 г серы на 1 м<sup>2</sup>.

#### Результаты исследований

Фунгицидную активность препаратов оценивали по снижению пораженности пшеницы семенной инфекцией. Эффективность воздействия препаратов определяли по процентному содержанию незараженных семян. Самым эффективным является ТМТД, этот препарат уничтожает 100% патогенных грибов, чуть слабее действует раксил, а наименьшее воздействие оказывает карбендазим. Полисульфиды кальция и калия ингибируют развитие более половины грибной инфекции (рис. 1). Среди препаратов против плесневых грибов наилучшие показатели имеет раксил - он ингибирует рост всей имеющейся на се-

зараженные грибной инфекцией семена были протравлены фунгицидными препаратами. Для этого в круглодонную колбу объемом 100 мл помещали 10 г семян, вносили расчетную на данное количество семян дозу препаративной формы и добавляли воду. Колбу с семенами встряхивали в течение 2-3 минут до полного распределения препарата по поверхности семян.

Затем семена выдерживали 3 дня до прорастивания, раскладывали в чашки Петри на смоченную (6 – 7 мл воды) фильтровальную бумагу и инкубировали в термостате при температуре 24°C. Повторность опытов трехкратная.

Всхожесть семян и пораженность их болезнями определяли через 7 дней от начала прорастивания. Фунгицидную активность препаратов определяли по степени подавления семенной инфекции возбудителем корневых гнилей (грибы родов *Helminthosporium*, *Fusarium* и др.) и плесневых грибов (главным образом рр. *Penicillium* и *Aspergillus*).

менах инфекции, 90% грибов подавляет ТМТД, 80% - карбендазим (рис. 2). Полисульфиды кальция и калия эффективны на 60% и 70% соответственно. Таким образом, полисульфиды кальция и калия уступают по эффективности антифунгального воздействия более токсичным ТМТД, раксилу и карбендазиму. Но так как биологическое воздействие препаратов не исчерпывается только антифунгальным воздействием, нами проведена оценка лабораторной всхожести и массы проростков, что является очень важными показателями нормального функционирования растений (рис. 3 и 4).

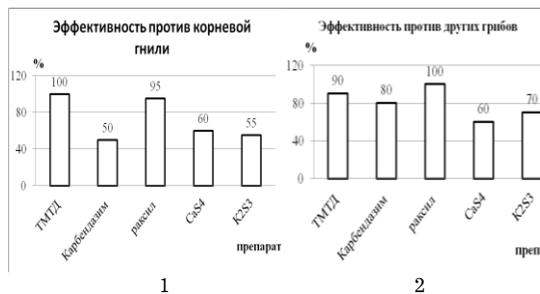
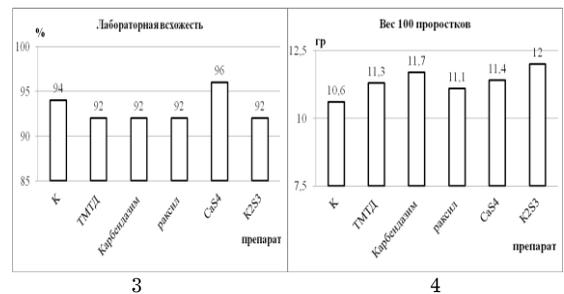


Рис. 1. Эффективность препаратов против корневой гнили

Рис. 2. Эффективность препаратов против плесневых грибов

Рис. 3. Лабораторная всхожесть семян пшеницы

Рис. 4. Вес 100 проростков после обработки их фунгицидными препаратами



Из всех испытанных препаратов только

полисульфид кальция улучшает всхожесть

семян, остальные хоть и в незначительной степени подавляют ее. В то же время изменение массы проростков показало, что все испытанные препараты стимулируют рост растений, и наилучшие результаты показывает полисульфид калия. Таким образом, с точки зрения регулирующих свойств полисульфидные препараты не уступают ТМТД, раксилу и карбендазиму.

При рассмотрении эффективности препаратов учитывались не только подавление ими фитопатогенных грибов, но также оценивалось их воздействие на окружающую среду. В этом отношении полисульфидные препараты не имеют себе равных, так как являются экологически безопасными - при разбавлении водой при приготовлении рабочих растворов в дозах меньше 2-3% они разрушаются и генерируют экологически безопасную серу. Напротив, все три препарата (ТМТД, карбендазим и раксил) представляют опасность для окружающей среды. Например, ТМТД является средне опасным препаратом, который обладает выраженным кумулятивным свойством и является липотропным ядом. Доказано гонадотоксическое и эмбриотоксическое действие ТМТД на теплокровных (Царев, 1969; Мельников и др., 1985).

Карбендазим, хотя и относится к классу малоопасных препаратов согласно данным Всемирной организации здравоохранения, токсичен для печени, влияет на репродуктивную систему и считается потенциально канцерогенным соединением (<http://arivera.ru/truth/plant/pesticides.html>).

Из-за способности проникать сквозь покровные ткани растений его невозможно смыть до конца. Он является химикатом, нарушающим гормональную систему организма и вызывающим раковые заболевания. Раксил относится ко 2-му классу опасности, для млекопитающих среднетоксичен. Препарат не влияет на численность полезной флоры и фауны, но нельзя допускать попадания в водоемы остатков препарата и воды, использованной для промывки оборудования.

Учитывая полученные результаты по антифунгальной и рост стимулирующей активности рассмотренных выше пяти препаратов можно для снижения пестицидной нагрузки на окружающую среду рекомендовать протравливать семена смесью полисульфидов с одним из выбранных более токсичных препаратов (ТМТД, карбендазим и раксил) со снижением дозы применения последних.

Авторы выражают благодарность за поддержку в работе АН Р.Башкортостан и фонду РФФИ - грант №12-03-97024 p\_поволжье\_a.

#### Литература

Абдракипова Л.Ф., Массалимов И.А., Мустафин А.Г. Регуляторы роста пшеницы на основе наноразмерной серы // Защита и карантин растений, 2011, 9, с. 30-35.

Берим Н.Г. Химическая защита растений. Изд. 2, Ленинград, 1972, 320 с.

Глазко В. И. Направления использования нанотехнологий в сельском хозяйстве // Овощи России, 2008, 1, 2, с.30-33.

Массалимов И.А., Мустафин А.Г., Шангареева А.Р., Хусаинов А.Н. Способ получения коллоидной наноразмерной серы Патент РФ №2456231 от 20.07.12.

Массалимов И.А., Удовенко И.Ф., Киреева М.С., Вихарева И.Н. Применение водных серосодержащих композиций в качестве средств защиты растений // Башкирский химический журнал, 2006, 13, 4, с. 97-100.

Массалимов И.А., Абдракипова Л.Ф., Мустафин А.Г. Биологическая активность нанодисперсной серы на ранних стадиях развития пшеницы // Нанотехника, 2009а, 1, 21, с. 66-68.

Массалимов И.А., Хусаинов А.Н., Абдракипова Л.Ф., Мустафин А.Г. Выделение наночастиц серы из растворов полисульфидов щелочных и щелочно-земельных металлов // Нанотехника, 2009б, 2, 18, с. 32-37.

Массалимов И.А., Абдракипова Л.Ф., Хусаинов А.Н., Мустафин А.Г. Получение наноразмерных ча-

стиц серы из водных растворов кальция и натрия // Журнал прикл. химии, 2009, 82, 12, с. 1946-1951.

Мельников Н.Н., Новожилов К.В., Белан С.Р., Пылова Т.Н. Справочник по пестицидам. М., Химия, 1985, 352 с.

Царев С.Г. Токсикология ядохимикатов, применяемых в сельском хозяйстве. М., Россельхозиздат, 1969, 176 с.

ТУ 113-04-327-90. Сера 80 % смачивающийся порошок.

ТУ 113-04-232-86. Сера 90 % смачивающийся порошок.

Bailey L.H. Amazon: Farm and garden rule-book. Macmillan, 2010, 18th edition, 587 p.

Gogos A, Knauer K, Bucheli TD Nanomaterials in Plant Protection and Fertilization: Current State, Foreseen Applications, and Research Priorities // Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2012, 60, 39, p.9781-9792.

Lex R. Hesler. Manual Of Fruit Diseases" (1917). Also available from Amazon: Manual Of Fruit Diseases, 2008, 488 p.

Massalimov I.A., Shainurova A.R., Khusainov A.N., Mustafin A.G. Production of Sulfur Nanoparticles from Aqueous Solution of Potassium Polysulfide // Russian Journal of Applied Chemistry, 2012, 85, 11, p. 1832-1837.

<http://arivera.ru/truth/plant/pesticides.html>.

Р.З.Гайфуллин, д.с-х.н., [gayfullin@bk.ru](mailto:gayfullin@bk.ru)

И.А.Массалимов, д.т.н., [ismail\\_mass@mail.ru](mailto:ismail_mass@mail.ru)

Р.Д.Давлетов, и.о. заведующего сектора. [gayfullin@bk.ru](mailto:gayfullin@bk.ru)

Р.М.Зайнигдинова, аспирант, [rezeda\\_zlv@mail.ru](mailto:rezeda_zlv@mail.ru)

А.Р.Шайнурова, магистр, [selestia\\_777@mail.ru](mailto:selestia_777@mail.ru)

А.Г.Мустафин, д.х.н., [mag@anrb.ru](mailto:mag@anrb.ru)

## ИНВАЗИЯ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

Н.В. Мацлишина\*, Д.Ю. Рогатных\*\*

\*Дальневосточный НИИ защиты растений, Уссурийск

\*\*Амурский филиал Ботанического сада института ДВО РАН, Благовещенск

На территории Дальнего Востока к 2012 г. колорадский жук заселил 20 районов Приморского края, обнаружен в Хабаровском крае. Благодаря высокой приспособляемости вредителя к климатическим факторам в южных районах Дальнего Востока возможно увеличение численности популяции колорадского жука до уровня порога вредоносности и значительно выше.

Колорадский жук *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) (Coleoptera, Chrysomelidae) – один из наиболее распространенных и опасных вредителей картофеля в мире. По темпам территориальной экспансии он не имеет равных среди членистоногих, населяющих агроэкосистемы. Характерной особенностью инвазии в Америке и Евразии было продвижение вредителя из первичных очагов преимущественно в направлении с запада на восток. Подсчитано, что скорость приращивания ареала вида в восточном направлении за весь 150-летний период его экспансии на обоих континентах составляла 100-200 км в год. Во всех других направлениях – не только северных, но и в южных – она была заметно ниже (Арапова, 1972; Журавлев, 1975, 1983б; Ушатинская, 1981а; Павлюшин и др., 2008). Несомненно, что скорость расселения вредителя определя-

ется сочетанием многих факторов и условий, связанных с агропроизводством, которые ускоряли экспансию этого вида, но в наибольшей степени, по современным представлениям, – прямым участием человека (Березина, Мешков, 2000; Глез, Черкашин, 2002; Байрамбеков и др., 2004; Гусева, 2004; Кахаров, 2008). Иными словами, на этапе вселения антропогенный фактор становился прямой причиной инвазий колорадского жука. Это явилось и предпосылкой трансформации первично неарктического ареала вида в голарктический, включающий 4 географически изолированных фрагмента на двух континентах (без островов): американский, европейско-сибирский, среднеазиатский и дальневосточный (Павлюшин и др., 2008). Однако, вне зависимости от деятельности человека, потенциальные темпы естественного расселения колорадского жука могут быть довольно велики. Хорошо известна его биологическая склонность к массовым миграциям, совершаемым частью особей при определенных сочетаниях условий, включая погодные. Максимальная дальность полета жуков-мигрантов при сильном ветре достигает 400 км, но чаще не превышает 100-200 км (Ийрковский, 1969; Ушатинская, 1981а,б).

**Методика исследований**

Сбор материала и наблюдения проводились в 2008-2011 гг. в Приморском крае. Были использованы материалы филиала ФГУ Россельхозцентр по Приморскому краю и Инспекции по карантину рас-

тений. Маршрутные обследования проводились на территории восьми районов Приморского края: Уссурийского, Михайловского, Анучинского, Чугуевского, Яковлевского, Спасского, Черниговского и Кировского.

**Результаты исследований**

Впервые на территории Дальнего Востока России колорадский жук был отмечен в 2000 г. в Приморском крае, откуда и началась инвазия. Первичный очаг был обнаружен на дачных участках в Кировском, Черниговском, Михайловском, Пар-

тизанском и Спасском районах (Прогноз... 2007) специалистами отдела биометода ГНУ ДВНИИЗР и сотрудниками филиала ФГУ Россельхозцентр по Приморскому краю. Позже жуки были обнаружены в Чугуевском и Яковлевском рай-

онах. Первоначально распространение имело очаговый характер, картофельные посадки были заселены не полностью, жуки встречались на 5-6 растениях исключительно в центре поля. В связи с ошибочным предположением о том, что вредитель не сможет расселиться по территории края из-за неподходящих для него климатических условий (Власова, 1978), никаких ограничительных мер предпринято не было.

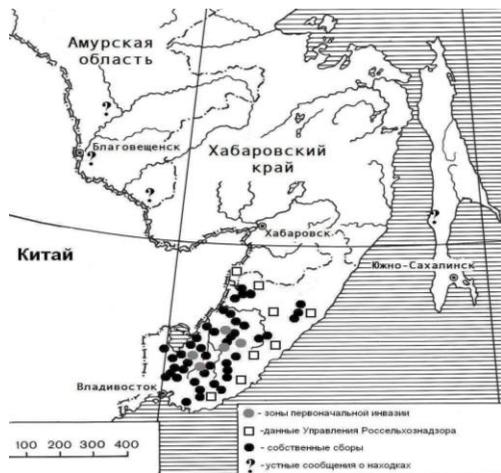


Рис. Распространение колорадского жука на Дальнем Востоке России

В результате за десять лет колорадский жук широко распространился по территории Приморского края. В 2007 г. заселенная вредителем площадь составила 1056 га, в 2010 г. - 2200 га. В 2011 г. колорадским жуком заселено уже 20 районов Приморского края: Дальнереченский, Лесозаводский, Кировский, Спасский, Черниговский, Дальнегорский, Кавалеровский, Ольгинский, Чугуевский, Яковлевский, Анучинский, Михайловский, Уссурийский, Партизанский, Ханкайский, Красноармейский, Лазовский, Тернейский, Пожарский, Хорольский, что составляет уже 4200 га.

Известны факты проникновения вредителя в Хабаровский край, Амурскую область и на о. Сахалин. По данным Российского сельскохозяйственного центра по Хабаровскому краю, в 2011 г. *L. decemlineata* был зафиксирован на 3 га

(<http://www.rosselhoccenter.ru/index.php/20120118203640/380vrediteliiboleznikartofelya>). В Бикинском муниципальном районе Хабаровского края колорадский жук был выявлен на приусадебных участках п. Лермонтовка. Имеются устные сообщения об обнаружении колорадского жука в посадках картофеля в частном секторе Свободненского, Благовещенского и Архаринского районов Амурской области и о единичных находках вредителя в юго-западной части о. Сахалин (рис.). Однако эти сообщения пока не были подтверждены.

На территории Дальнего Востока наиболее тщательные наблюдения за особенностями расселения колорадского жука были проведены в Приморье. В период с 2008 по 2011 гг. были обследованы 6 районов края (Михайловский, Анучинский, Яковлевский, Кировский, Спасский, Черниговский), где фиксировались первичные, вторичные и сплошные зоны инвазий. Выяснено, что на территории края ситуация с расселением сходна с таковой в Америке - происходит продвижение вредителя из его первичных очагов преимущественно с запада на восток со средней скоростью 40-50 км в год. Сходная ситуация наблюдалась ранее практически во всех зонах новых инвазий колорадского жука (Mas-Quarrie, Voiteau, 2003), включая Сибирь (Журавлев, 1963, 1965, 1967; Павлюшин и др., 2009).

Стратегия освоения колорадским жуком новых территорий хорошо изучена в европейской части России - его расселение в агроценозе начинается из центра поля (Вилкова и др., 1979; Кохманюк, 1981; Фасулати, 1985, 1988, 2002, 2004; Новожилков и др., 1993; Вилкова и др., 2000; Сучалкин, Мешков, 2000; Сухорученко, 2000; Рославцева, Михина, 2001; Павлюшин и др., 2008). Исходя из наших наблюдений в Приморском крае стратегия освоения и возникновения очагов колорадского жука типична для данного вида, что отличает его от аборигенных вредителей (например, картофельной коровки и лугового мотылька), которые заселяют поля с

периферии (Данилевский, 1936; Журавлев, 1976, 1983а,б; Захаренко, 2001; Коваленко, 2006; Овсянникова, Гричанов, 2007). Детально процесс развития первичных очагов изучался в период с 2008-2011 гг. на дачных участках в с. Староварваровка Анучинского района, где было выявлено, что изначально жуком заселяется несколько растений в центре поля. Это связано со специфическим микроклиматом в посадках картофеля - повышенных значениях температуры и избыточной влажности, которые создают благоприятные условия для развития и размножения вредителя. Постепенно очаг расширяется от центра к периферии и поглощает все посадки в округе, сливаясь с очагом на соседнем поле. Образуется зона сплошного заселения (сплошной очаг).

Несмотря на наблюдаемую из года в год тенденцию к устойчивому нарастанию численности и вредоносности колорадского жука на территории края со смыканием границ его очагов было выявлено, что численность вредителя зависит от климатических факторов. Наиболее благоприятным для развития колорадского жука оказался теплый и сухой 2008 г. Численность имаго составила 3-10 экз./раст., яиц - от 10 до 91 шт./раст., личинок - от 3 до 81 экз./растение (Мацшина, 2009; Мацшина, Мороховец, 2011). В более прохладные и влажные 2009 и 2010 гг. численность жуков составила 18 экз./раст., яиц - 8.1-56.8 шт./раст., причем в конце июля преобладали личинки четвертого возраста (в 2009 г. в среднем - 2.6 лич./раст., а в 2010 г. - 3.8 лич./раст.) и жуки нового поколения, заселенность которыми составила от 28% (Анучинский район) до 66% (Яковлевский район) при средней численности 0.4-1.5 экз./раст. (2009 г.) и 1.4-2.8 экз./раст (2010 г.). Как показали наши наблюдения и лабораторные эксперименты, наиболее благоприятной для развития куколки является температура 21-28°C, при которой метаморфоз заканчивается через 68 суток. При более высокой температуре развитие куколок замедляется, а развитие личинок ускоряется. При сумме эффективных температур в Приморье около

360°С колорадский жук развивается в одном поколении, а при 560°С - в двух поколениях (Мацшина, 2011).

По классификации А.Ф.Алимова с соавторами (2004) у колорадского жука преобладает скачкообразный тип расселения и приращения площади ареала. Происходит и диффузное расселение, поскольку этому виду свойственны постоянно высокая летная активность и индивидуальные локальные миграции в радиусе нескольких километров, совершаемые в наиболее теплые часы дня при температуре воздуха выше +21°C в солнечную, относительно тихую погоду. В условиях Приморского края колорадский жук летает неохотно, в ходе исследований было зафиксировано только два таких случая - 20 и 24 августа 2010 г. в безветренную погоду при низких показателях влажности. С опытного участка в с. Ивановка Михайловского района взлетела многочисленная группа жуков. Оказавшись в воздухе, группа повернула на северо-запад и, пролетев приблизительно 500 м, опустилась на приусадебные посадки картофеля.

Чаще наблюдаются пешие миграции. Так, в 2009 г. в с.Черниговка (Черниговский район) нами был отмечен факт массового перехода жука через федеральную трассу М60. В условиях высокой влажности (накануне были обильные осадки) жуки взлететь не смогли и двигались через трассу полосой шириной около 25 м. По визуальной оценке они перемещались с огородов, где полностью была уничтожена ботва картофеля. Следует отметить, что на противоположной их движению стороне дороги находились участки с поврежденными посадками культуры. По устным сообщениям специалистов станций защиты растений, подобные пешие переходы отмечаются повсеместно. Влажное лето Приморского края обычно не позволяет колорадскому жуку совершать миграции посредством перелетов.

Решающее значение в расширении ареала колорадского жука принадлежит как вагиальности, так и свойственной виду эврибионтности. Это обеспечивает высокую вероятность благополучной акклимати-

защиты и натурализации колорадского жука в новых для него условиях зон вселения, и, следовательно, и высокие темпы расширения его видового ареала (Фасулати, 2002).

По данным биоклиматической оценки территории Дальнего Востока России на основании многолетних исследований институтов Академии наук, а также ВИЗР и ВНИИКР была проведена северная граница возможного распространения колорадского жука между 52 и 55° с.ш. Эти данные свидетельствуют о том, что климатические условия и в дальнейшем будут способствовать расширению ареала колорадского жука, его дальнейшему расселению на север. Развитие первой генерации вредителя, включая перезимовку диапаузирующих жуков, может завершаться на территории крайнего юго-востока Амурской области, юга Хабаровского края, на большей части Приморского края и юго-

запада острова Сахалин.

Итак, в настоящее время формирование ареала колорадского жука, происходящее в течение последних 150 лет, еще не завершено. На территории Дальнего Востока к 2012 г. вредитель заселил 20 районов Приморского края, обнаружен в Хабаровском крае. Расширение ареала происходит с юга на север края, средняя скорость расселения составляет 40-50 км в год. Стратегия расселения *L. decemlineata* на территории Дальнего Востока отличает его от аборигенных вредителей, что дает ему больше шансов в конкурентной борьбе за пищевые ресурсы. Благодаря высокой приспособляемости колорадского жука к климатическим факторам возможно увеличение численности его популяции до уровня порога вредоносности (и выше) в южных районах Дальнего Востока. В связи с этим необходима разработка комплексных методов борьбы с ним.

#### Литература

- Алимов А.Ф., Богоуцкая Н. В. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М., СПб: Товарищество научных изданий КМК, 2004, 436 с.
- Арапова Л.И. Оценка климатических ресурсов европейской территории СССР для развития колорадского жука // Труды ВИЗР, 1972, 38, с. 106-112.
- Байрамбеков Ш.Б., Валеева З.Б., Дубровин Н.К. Эффективные системы защиты безрасадного томата и картофеля раннего в дельте Волги // Химический метод защиты растений: Состояние и перспективы повышения экологической безопасности. Материалы международной научно-практической конференции. 6-10 декабря 2004 г. СПб, 2004, с. 910.
- Березина Н.В., Мешков Ю.И. Эффективный препарат против колорадского жука // Агро XXI, 2000, с. 10-11.
- Вилкова Н.А., Шапиро И. Д., Фролов А.Н. Направленность микроэволюционных процессов у фитофагов и их связь с научно-техническим прогрессом // Вопросы экологической защиты растений: // Труды ВИЗР, Л., 1979, с. 18-24.
- Вилкова Н.А., Фасулати С.Р. Адаптивные процессы в популяции видов на примере колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) // Материалы 9 совещания РАСХН. 20-22 декабря 2000 г. СПб, ВИЗР, 2000, с. 16-19.
- Власова В.А. Прогноз ареала колорадского жука на азиатской территории СССР // Защита растений, 1978, 6, с. 44-45.
- Глез В.М., Черкашин В.И. Колорадский жук // Защита и карантин растений, 2002, 5, с. 32-48.
- Гусева О.Г. Выживаемость колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) в летний период в условиях Ленинградской области // Вестник защиты растений, 2004, 3, с. 25-32.
- Данилевский А. С. Роль питающих растений в биологии лугового мотылька // Энтомологическое обозрение, 1936, 26, с. 91-110.
- Журавлев В.Н. Вредоносность колорадского жука в условиях Калининградской области // Краткие итоги научных исследований по защите растений в Прибалтийской зоне СССР, Рига, 1963, с. 23-29.
- Журавлев В.Н. Инвазия колорадского жука // Защита растений от вредителей и болезней, 1965, 11, с. 48.
- Журавлев В.Н. Появление и распространение колорадского жука в Калининградской области и возможности прогноза его инвазий и численности // Труды ВИЗР, 1967, 27, с. 18-32.
- Журавлев В.Н. Колорадский картофельный жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say) // Международный конгресс по защите растений (тезисы докладов). М., 1975, с. 282-283.
- Журавлев В.Н. Экологическое обоснование специфики определения потерь урожая от колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) на северной окраине его ареала // Труды ВИЗР, 1976, 8, с. 84-90.
- Журавлев В.Н. Экологические основы прогнозирования численности колорадского жука // Защита растений, 1983а, 7, с. 13-14.
- Журавлев В.Н. О целесообразности борьбы с колорадским жуком // Защита растений, 1983б, 6, с. 2329.
- Захаренко В.А. Проблема резистентности вредных организмов к пестицидам – мировая проблема // Вестник защиты растений, 2001, 1, с. 3-18.
- Йирковский Г.Г. Физиологические особенности зимнего покоя и реактивации колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) в зависимости от сроков наступления диапаузы // Экология и физиология диапаузы колорадского жука. М., Наука, 1969, с. 168-181.
- Кахаров К.Х. Биоэкологические особенности колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) и меры борьбы с ним в условиях Таджикистана // Автореф. докт. дисс., СПб, 2008, 41 с.

Коваленко Т.К. Биология картофельной коровки *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Coleoptera) и ее паразита *Nothoserphus affisae* (Hymenoptera) в Приморском крае. // Автореф. канд. дисс. Владивосток, 2006, 19 с.

Кохманюк Ф.С. Колорадский жук как модель микроэволюции // Природа, 1981, 12, с. 86-87.

Мацшина Н.В. Колорадский жук *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera. Chrysomelidae) в Приморском крае: распространение и развитие // Биологические и агротехнические исследования - сельскохозяйственному производству Дальнего Востока. Дальневосточная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 100летию аграрной науки в Дальневосточном регионе. Благовещенск. 11-13 марта 2008 г. Сборник научных трудов молодых ученых. Благовещенск, 2009, с. 89-92.

Мацшина Н.В., Мороховец В.Н. Результаты изучения колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say, 1824) в Приморском крае // Инновационная деятельность аграрной науки в Дальневосточном регионе. Владивосток, Дальнаука, 2011, с. 284-288.

Мацшина Н.В. Распространение и фенология колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) в Приморском крае // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. Владивосток, 2011, XXII, с. 239-246.

Новожилов К.В., Захаренко В.А., Вилкова Н.А., Воронин К.Е. Экологобиоценологическая концепция защиты растений в адаптивном земледелии // Сельскохозяйственная биология, 1993, с. 54-62.

Овсянникова Е.И., Гричанов И.Я. Анализ результатов картирования зон вредности вредных чешуекрылых насекомых // Достижения энтомологии на службе агропромышленного комплекса, лесного хозяйства и медицины. Тезисы докладов XIII съезда РЭО. Краснодар, 2007, с. 150-151.

Павлюшин В.А., Вилкова Н.А., Сухорученко Г.И., Фасулати С.Р., Нефедова Л.И. Индуцированный иммунитет сельскохозяйственных растений и трансгенные сорта в решении проблем оптимизации функционирования агроэкосистем // АГРО-XXI, 2008, 1, с. 9-14.

Павлюшин В.А., Сухорученко Г.И., Фасулати С.Р., Вилкова Н.А. Колорадский жук: распространение, экологическая пластичность, вредоносность, методы контроля // Приложение к журналу «Защита и карантин растений», 2009, 3, 32 с.

Прогноз распространения главнейших вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в Приморском крае в 2007 году и меры

борьбы с ними. Владивосток, 2007, с. 36-53.

Рославцева С.А., Михина И.Г. О резистентности колорадского жука к инсектицидам // Защита и карантин растений, 2001, 5, с. 27-28.

Сучалкин Ф.А., Мешков Ю.И. Формирование энтомофауны картофельного поля под воздействием обработок инсектицидами против колорадского жука // Современные системы защиты и новые направления в повышении устойчивости картофеля к колорадскому жуку. М., 2000, с. 75-76.

Сухорученко Г.И. Резистентность вредных организмов к пестицидам - проблема защиты растений второй половины XX столетия в странах СНГ // Материалы 9-го совещания РАСХН. Санкт-Петербург, 20-22 декабря 2000, СПб, ВИЗР, 2000, с. 9-11.

Ушатинская Р.С. Лабильность и обратимость эколого-физиологических адаптаций у колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) // Поведение насекомых как основа разработки мер борьбы с вредителями сельского и лесного хозяйства. Минск, 1981а, с. 233-236.

Ушатинская Р.С. Колорадский картофельный жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say). М., Наука, 1981б, 375 с.

Фасулати С.Р. Полиморфизм и популяционная структура колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say в европейской части СССР // Экология, 1985, 6, с. 50-56.

Фасулати С.Р. Микроэволюционные аспекты воздействия сортов картофеля на структуру популяции колорадского жука // Изменчивость насекомых - вредителей в условиях научно-технического прогресса в сельском хозяйстве. Л., ВИЗР, 1988, с. 71-82.

Фасулати С.Р. Территориальное расселение колорадского жука в северных районах картофелеводства // Экологические аспекты интенсификации сельскохозяйственного производства. Материалы международной научнопрактической конференции. Пенза, 2002, с. 205-207.

Фасулати С.Р. Распространение колорадского жука и экологические вопросы защиты картофеля в северных областях России // III Кирилло-Мефодиевские Чтения. Сборник материалов Международной научной конференции. СПб, СПбГПУ, 2004, с. 70-75.

MacQuarrie Ch.J.K., Boiteau G. Vertical distribution profile of Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in flight above host. resistant host and nonhost fields // Phytoprotection, 2003, 84, p. 133-139.

Д.Ю.Рогатных, к.б.н., rogatnykh@yandex.ru  
Н.В.Мацшина, м.н.с., leptinotarsa@bk.ru

УДК 632.4:633.11(471.1)

## БОЛЕЗНИ ЛИСТЬЕВ И ПРОДУКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ РАЙОНИРОВАННЫХ СОРТОВ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В.А. Коробов, В.А. Черемнова

Новосибирский государственный аграрный университет

Возделывание сортов, сочетающих высокую потенциальную продуктивность с

экологической устойчивостью, иммунностью к возбудителям болезней и вредите-

лям является одним из направлений современного земледелия, дающим возможность наиболее полно решать задачи энерго- и ресурсосбережения, а также охраны окружающей среды (Жученко, 1997).

Известно, что возделывание устойчивых сортов приводит к значительному сокращению применения пестицидов и может уменьшать вероятность возникновения у вредных организмов резистентно-

сти к ним (Воронин и др., 1988; Вилкова и др., 2004). В связи с этим представляется актуальной комплексная иммунологическая оценка уже районированных сортов сельскохозяйственных культур в конкретных почвенно-климатических условиях. Такая оценка позволяет не только выявить сравнительно устойчивые сорта, но и рекомендовать определенные технологии их защиты (Слободчиков, 2010).

#### Методика исследований

Исследование проводили в 2009-2011 гг. путем постановки мелкоделаночных полевых опытов в учебно-опытном хозяйстве НГАУ «Тулинское» Новосибирской области. С помощью навесной сеялки СН16 высевали 6 сортов яровой пшеницы разных групп спелости: среднеранние (Новосибирская 29 и Омская 36), среднеспелые (Новосибирская 89 и Омская 29), среднепоздние (Баганская 95 и Омская 28). Размер деланок 80 м<sup>2</sup> повторность опытов двукратная. В начале вегетации на деланках выделяли по 12 стационарных учетных площадок размером 50 x 50 см, где в фазу налива зерна по общепринятым методикам проводили учеты листостеблевых

инфекций (Зубков, 1978; Экологический мониторинг..., 2002). Оценивали сорта яровой пшеницы по устойчивости к бурой ржавчине (*Puccinia recondita* Rob. ex Desm f. sp. *tritici*), мучнистой росе (*Blumeria graminis* (DC.) Speer f. sp. *tritici* Marchal) и септориозу (*Phaeosphaeria nodorum* (E.Muell.) Hedjar).

В фазу полной спелости зерна растения с учетных площадок убирали для последующего определения биологической урожайности. Данные учетов болезней и урожайности подвергали дисперсионному и регрессионному анализам по программе Snedecor 5.0 для Windows (О.Д.Сорокин).

#### Результаты исследований

Пораженность растений возбудителями болезней различалась по годам. Септориоз отмечался на растениях практически во все годы, уровень развития болезни на флаговом листе в среднем составлял от 14.9 до 19.4%. Так же ежегодно отмечалась на растениях мучнистая роса. Однако уровень ее развития сильно колебался по годам: от 3.4 до 35.2%. Бурой ржавчиной растения поражались два года из трех при среднем уровне развития болезни от 0.9 до 32.9%.

Сравнительный анализ поражаемости сортов болезнями показал, что септориозом менее всего поражался среднеранний

сорт Омская 36, а наиболее сильно - среднепоздний сорт Баганская 95 (табл.).

В целом отмечается тенденция увеличения пораженности растений септориозом от среднеранних сортов к среднепоздним. К бурой ржавчине относительно более устойчивым оказался среднеспелый сорт Омская 29, а наименьшую устойчивость проявлял сорт Новосибирская 89, пораженность которого была в 1.6 раза выше. Остальные сорта поражались бурой ржавчиной примерно на одном уровне. Практически сходной была пораженность сортов мучнистой росой.

Таблица. Пораженность яровой пшеницы возбудителями болезней листьев (2009-2011 гг.)

Группа спелости	Сорт	Развитие болезней, %			Урожайность, т/га	Регрессия урожайности по поражаемости		
		Септориоз	Мучнистая роса	Бурая ржавчина		септориозом	мучнистой росой	бурой ржавчиной
Среднеранние	Новосибирская 29	16.0	20.0	10.6	2.05	0.358±0.790	0.845±0.220***	0.088±0.303
	Омская 36	15.4	17.8	12.0	2.87	0.0210±0.651	1.602±0.326***	0.598±0.258**
Среднеспелые	Новосибирская 89	16.8	18.9	14.8	2.13	0.545±0.461	0.652±0.201**	0.335±0.172*
	Омская 29	16.2	19.0	9.1	2.48	0.509±0.560	0.602±0.324*	0.333±0.398
Среднепоздние	Баганская 95	18.3	19.8	10.4	2.76	1.294±0.564**	0.860±0.285***	0.242±0.221
	Омская 28	17.6	18.8	10.8	2.41	1.192±0.685*	0.862±0.257**	0.256±0.208
НСР <sub>05</sub>		1.8	2.3	3.0				

\*P ≥ 0.90; \*\*P ≥ 0.95; \*\*\*P ≥ 0.99.

Слабое влияние изучаемых сортов на их поражаемость листостеблевыми инфекциями подтверждается результатами многофакторного дисперсионного анализа. Так, доля влияния сортов на пораженность растений септориозом составила всего лишь 0.5%, а их скороспелости – 4.5%. Еще меньшее влияние оказывали сорта на пораженность растений мучнистой росой и бурой ржавчиной – 0.13 и 0.14% соответственно. Гораздо большее влияние на листостеблевые инфекции оказывал такой фактор, как годы проведения исследования, которые существенно различались по погодным условиям в вегетационный период (июнь-август): ГТК от 0.5 до 1.2.

Вместе с тем проведенный анализ множественных регрессий развития болезней с урожаем показал, что изучаемые сорта яровой пшеницы неоднозначно реагировали на пораженность растений листостеблевыми инфекциями (табл.). Практически у всех сортов отмечалась статистически достоверная отрицательная связь урожая с пораженностью растений мучнистой росой. Судя по коэффициентам регрессии, самую высокую чувствительность к болезни проявлял среднеранний сорт Омская 36. Меньше всего снижением урожая реагировали на пораженность мучнистой росой среднеспелые сорта Новосибирская 89 и Омская 89. Чувствительность остальных сортов к мучнистой росе была приблизительно на одном уровне. К бурой ржавчине так же, как и к

мучнистой росе, наиболее чувствительным оказался среднеранний сорт Омская 36. Слабее, но так же отрицательно, реагировал на нее и среднеспелый сорт Новосибирская 89. При наблюдавшемся уровне пораженности растений не установлено статистически достоверной отрицательной связи между развитием септориоза и урожаем. Можно говорить лишь об определенной тенденции к такой связи у среднеспелых сортов Новосибирская 89 и Омская 29. Это, очевидно, свидетельствует об их относительной выносливости к септориозу. В целом наименее выносливым к мучнистой росе и бурой ржавчине был среднеранний сорт Омская 36. Как известно, он проявляет высокую отзывчивость на фунгициды (Слободчиков, 2010). В то же время Омская 36 показала наиболее высокую урожайность среди изучаемых сортов, что делает перспективным расширение площадей ее возделывания в Западной Сибири при условии активной защиты от листостеблевых инфекций в годы эпифитотий.

Таким образом, трехлетние исследования показали, что ни один из районированных сортов яровой пшеницы разных групп спелости не проявлял выраженной устойчивости к листостеблевым инфекциям. Однако сорта существенно различались по выносливости к ним, что необходимо учитывать при разработке сортовых технологий их защиты от болезней.

#### Литература

- Жученко А.А. Эколого-генетические основы интегрированной системы защиты растений // Проблемы оптимизации фитосанитарного состояния растениеводства: Сб. тр. Всерос. съезда по защите растений, СПб, 1997, с. 924.
- Воронин К.Е., Шапиро В.А., Пукинская Г.А. Биологическая защита зерновых культур от вредителей. М., Агропромиздат, 1988, 198 с.
- Вилкова Н.А. и др. Научно обоснованные параметры конструирования устойчивых к вредителям сортов с.-х. культур. СПб, 2004, 236 с.
- Слободчиков А.А. Фитосанитарная ситуация в посевах сортов яровой пшеницы и роль средств защиты растений в стабилизации продуктивности и качества зерна // Автореф. канд. дисс. Новосибирск,

2010, 18 с.

Зубков А.Ф. Методические указания по сбору полевой биологической информации с целью оценки вредоносности комплекса вредных организмов. ВИЗР, JL, 1978, 18 с.

Экологический мониторинг и методы совершенствования защиты зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков: Методические рекомендации /В.И.Танский, М.М.Левитин, В.А.Павлюшин, В.Н.Буров, Н.Р.Гончаров. СПб, Пушкин, ВИЗР, 2002, 76 с.

В.А.Коробов, д.с.-х.н., viktkorobov@yandex.ru  
В.А.Черемнова, аспирант

УДК 632.51

## АРЕАЛ И ЗОНА ВРЕДНОСТИ ЗВЕЗДЧАТКИ ЗЛАКОВОЙ

Т.Д. Соколова\*, И.А. Будревская\*\*

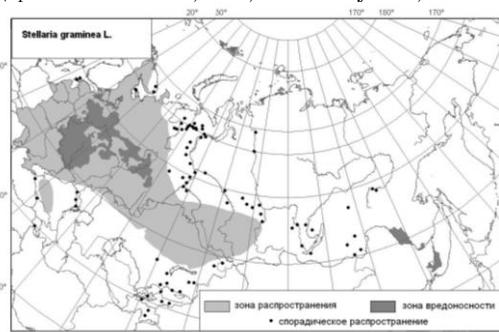
\*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

\*\*Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург

Звездчатка злаковая (звездчатка злаковидная) *Stellaria graminea* L., синоним *Stellaria hippoconea* (Czern.) Klok., семейство гвоздичные Caryophyllaceae Juss., род Звездчатка *Stellaria* L. - корневищное многолетнее растение, размножающееся преимущественно семенами. Корневище тонкое, ветвистое, от которого выходят немногие цветущие и многочисленные нецветущие побеги. Семядоли продолговато-обратно-яйцевидные, на верхушке слегка заостренные, с поверхности опушены мелкими звездчатыми волосками. Стебли 15-50 см длиной, ветвистые, простертые или восходящие, четырехгранные, голые. Листья ланцетные или линейные, узкие, острые, до 4 см длиной и 4 мм шириной, при основании с ресничками по краю. Соцветие раскидистое, многоцветковое, прицветники пленчатые, по краю реснитчатые. Чашелистики ланцетовидные, голые, с 3 жилками. Лепестки равны чашечке, реже немного длиннее или несколько короче ее, глубоко двураздельные. Тычинок 10, завязь одногнездная, столбиков 3. Коробочка продолговатая, заметно длиннее чашечки. Семена многочисленные, красновато-коричневые, округло-почковидные, морщинистые. Цветет с мая по август. Растение ядовито. Звездчатка злаковая распространена в Европе, Монголии, Китае, Афганистане. На территории б. Советского Союза встречается во всех районах европейской части, в Сибири, Средней Азии, на Северном Кавказе, Дальнем Востоке. Растет в лесах, особенно разреженных, кустарниках, на лугах, по берегам рек. Предпочитает достаточно увлажненные почвы. Засоряет в основном зерновые культуры и многолетние кормовые травы, а также посевы пропашных культур. Встречается в огородах, вдоль дорог, на паровых полях, залежах, по краям полей, около жилья.

Векторная карта распространения звездчатки

злаковой создана в масштабе 1:20 000 000 в проекции "Равновеликая Альберса на СССР", 9, 1001, 7, 100, 0, 44, 68, 0, 0 по результатам анализа опубликованных в открытой печати картографических материалов и литературных источников. Ареал подразделяется на зоны основного распространения, спорадического распространения и вредности. Зона основного распространения и вредности показаны полигонами, зона спорадического распространения показана точками. За основу была взята карта ареала звездчатки злаковой из Hulten E., Fries M., 1986. Границы зоны вредности уточнены в соответствии со сведениями об обилии и встречаемости данного вида, содержащимися в приведенных источниках, и согласованы с границами пахотных земель (Королева и др., 2003). По данным Александровой К.И. и др., 1975, звездчатка злаковая засоряет озимые культуры и многолетние травы во всех областях Центральной Черноземной зоны, по данным Шляковой Е.В., 1982, звездчатка злаковая в Нечерноземной зоне засоряет посевы многолетних трав в обилии до 3 баллов. Спорадическое распространение указано по Hulten E., Fries M., 1986, Гроссгейму А.А., 1945, Дорогостайской Е.В., 1972, Толмачеву А.И., 1976.



## Литература

- Александрова К.И., Барабаш Г.И., Камаева Г.М., Камышев Н.С. Определитель сорняков Центрального Черноземья. Воронеж: Изд-во Воронежского университета, 1975, 276 с.
- Ботанический атлас. Редактор Шишкин Б.К. М.-Л., изд-во с.-х. литературы, журналов и плакатов, 1963, с. 148.
- Гроссгейм А.А. Флора Кавказа, т.3. Баку: АН Азербайджанской ССР, 1945, с. 183.
- Дорогостайская Е.В. Сорные растения Крайнего Севера СССР. Ленинград: Наука, 1972, 172 с.
- Караваев М.Н. Конспект флоры Якутии. М.-Л.: АН СССР, 1958, с. 93.
- Королева И.В., Вильчевская Е.В., Рухович Д.И. Компьютерная карта пахотных земель. М., лаборатория почвенной информации Докучаевского института почвоведения, 2003.
- Сорно-полевые растения Нечерноземной зоны РСФСР. Каталог мировой коллекции ВИР, вып. 338. Ред. Коровина О.Н. Ленинград, ВИР, 1982, 117 с.
- Сорные растения советского Дальнего Востока. Каталог мировой коллекции ВИР, вып. 374. Ред. Коровина О.Н. Ленинград, ВИР, 1983, 46 с.
- Флора Северо-Востока европейской части СССР, т. 2. Ред. Толмачев А.И. Ленинград: Наука, 1976, с. 203.
- Шлякова Е.В. Определитель сорно-полевых растений Нечерноземной зоны. Л., Колос, 1982, 208 с.
- Hulten E., Fries M. Atlas of North European Vascular Plants, North of the Tropic of Cancer: In 3 v. Konigstein, 1986, 1-3, 1172 p.
- Работа выполнена в рамках проекта МНТЦ «Создание электронного агроатласа России и сопредельных стран» № 2625.
- Т.Д.Соколова, к.б.н., [vizrspp@mail333.com](mailto:vizrspp@mail333.com)  
И.А.Будревская, [natal-lune@yandex.ru](mailto:natal-lune@yandex.ru)

УДК 632.782:634.11(470.2)

## К ФЕНОЛОГИИ ЯБЛОННОЙ ПЛОДОЖОРКИ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Е.И. Овсянникова, С.Н. Смирнов, И.Я. Гричанов

*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург*

В связи с климатическими изменениями в сторону потепления в последние годы в Северо-Западном регионе все чаще наблюдается развитие второго поколения яблонной плодовой жорки. С 1996 г. мы проводили в учебно-опытном плодовом саду Санкт-Петербургского государственного аграрного университета в Пушкине наблюдения за развитием вредителя путем феромонного мониторинга и анализа падалицы. Были проанализированы погодные условия в течение вегетационных сезонов. В результате были установлены следующие годы развития 2-го полного поколения и высокой численности плодовой жорки: 1999, 2002 и 2006 (Овсянникова, Гричанов, 2002; Гричанов, Овсянникова, 2007).

Вегетационный период 2013 г. отличался от предыдущих шести лет высокими температурными показателями на фоне дефицита осадков. Устойчивый переход температуры выше  $10^{\circ}\text{C}$  был уже с 7 мая, а в конце месяца она установилась в пределах  $20^{\circ}\text{C}$ . Отклонение от климатической нормы в мае составило  $+3.1^{\circ}\text{C}$ , осадков при этом выпало в пределах нормы. В июне температурные отклонения составили уже  $+4.1^{\circ}\text{C}$  при дефиците осадков. В июле температурные условия и влагообеспеченность были на уровне многолетних показателей. Температура воздуха августа и сентября отмечалась чуть выше нормы ( $+0.5 - +1.7^{\circ}\text{C}$ ) прилета имаго, мак-

симальная численность бабочек - 8.3 экз. на ловушку (выше ЭПВ в 1.5 раза) зафиксирована 10 июня. Через месяц, к 7 июля, уже была набрана СЭТ= $500^{\circ}\text{C}$ , необходимая для развития второго поколения. Второго сентября в падалице яблок были обнаружены гусеницы плодовой жорки 1-го возраста. 18 сентября и 2 октября - 3 возраста. Преддиапаузные гусеницы обнаруживались вплоть до первых слабых заморозков в середине октября. СЭТ= $1000^{\circ}\text{C}$ , необходимая для завершения развития второго поколения, была отмечена 10 сентября. Всего за сезон была отловлена 41 бабочка/ловушку (рис).

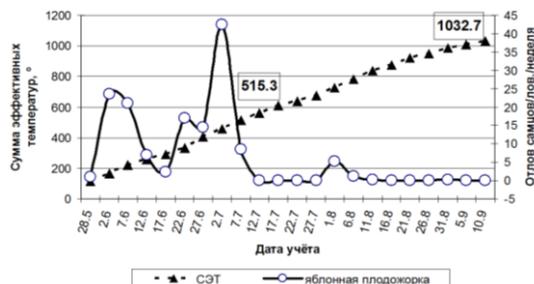


Рис. Динамика лета яблонной плодовой жорки в плодовом саду, г. Пушкин, 2013 г.

Таким образом, с частотой в среднем, один раз в 4-5 лет этот вид во втором поколении может оказывать существенный вред в плодовых садах вплоть до созревания поздних сортов яблони и благополучно уходить на зимовку.

### Литература

Гричанов И.Я., Овсянникова Е.И. Влияние изменения климата на развитие вредителей растений в Северо-Западном регионе России. [Первый] Международный форум «Земля и урожай» (III конференция "Рынок и рациональное использование удобрений и агрохимической продукции", 5-8 июня 2007. Санкт-Петербург. Тезисы). Санкт-Петербург: Фарехро, 2007, с. 80-81.

Овсянникова Е.И., Гричанов И.Я. Развитие яблонной плодовой жорки в условиях потепления климата в европейской части России // Вест. защиты растений, 2002, 3, с. 20-28.

Е.И.Овсянникова, к.б.н., [ovsyannikovae@mail.ru](mailto:ovsyannikovae@mail.ru)  
С.Н.Смирнов, аспирант, [smirnovspiter@yandex.ru](mailto:smirnovspiter@yandex.ru)  
И.Я.Гричанов, д.б.н., [grichanov@mail.ru](mailto:grichanov@mail.ru)



**ПАМЯТИ АКАДЕМИКА КАПИТОНА ВАСИЛЬЕВИЧА НОВОЖИЛОВА  
(1929-2013)**

После тяжелой и продолжительной болезни 24 августа 2013 г. на 86 году жизни скончался Капитон Васильевич Новожилов, выдающийся ученый в области защиты растений, Почетный директор Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений (ВИЗР), академик Россельхозакадемии, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, лауреат государственной премии Правительства РФ в области науки и техники, заслуженный деятель науки Российской Федерации.

Вся трудовая деятельность Капитона Васильевича Новожилова в течение 65 лет была неразрывно связана с работой в ВИЗР, где он прошел творческий путь от аспиранта до директора головного института в области защиты растений. Под его руководством и при его прямом участии были выполнены крупные исследования фундаментального и практического характера, связанные с развитием химического метода борьбы с вредными видами в стране, формированием отечественного ассортимента пестицидов, их безопасным применением, разработкой систем интегрированной защиты растений и экотоксикологией.

К.В.Новожилов родился 18 августа 1928 г. в г. Петродворце в скромной трудовой семье, содержание которой целиком выпало на долю матери. До начала Великой Отечественной войны К.В.Новожилов жил и учился в этом городе, а в годы войны вместе с семьей был эвакуирован в Марийскую АССР. Здесь он окончил среднюю школу и поступил на отделение защиты растений агрономического факультета Московской сельскохозяйственной академии им. Тимирязева. Через год он перевелся на факультет защиты растений Ленинградского сельскохозяйственного института. В 1951 году Капитон Васильевич с отличием окончил институт и за проявленную склонность к научной деятельности был направлен на работу в ВИЗР, в котором в полной мере проявился его многогранный талант ученого, организатора и общественного деятеля.

Кандидатская диссертация К.В.Новожилова, выполненная им в институте

в период прохождения аспирантской подготовки (1953–1956 гг.), явилась первым серьезным его научным вкладом в совершенствование мероприятий по защите зерновых культур от вредной черепашки. В течение ряда лет он успешно возглавлял экспедиции, связанные с разработкой и внедрением систем защиты пшеницы от этого вредителя в Поволжье и серой зерновой совки в Целинном крае, и проявил большие организаторские способности, научную эрудицию, огромное трудолюбие. Его работа была отмечена медалью «За освоение целинных земель» и серебряной медалью ВДНХ. Эти достижения были по достоинству оценены и в 1961 г. он становится заместителем директора ВИЗР по научной работе.

Период работы Капитона Васильевича в этой должности совпал с активным развитием химического метода защиты растений и возросшими масштабами применения пестицидов для защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов, что создавало ряд серьезных организационных, научных и экологических проблем. Будучи одним из лидеров в области химической защиты растений, Капитон Васильевич принимал активное участие в создании при Министерстве сельского хозяйства СССР Государственной комиссии по химическим средствам защиты растений и организации в ВИЗР обширной географической сети токсикологических лабораторий и установлении широких деловых контактов с отечественными и зарубежными производителями пестицидов. Это сделало возможным изучение действия пестицидов на вредные организмы с учетом зональных природно-хозяйственных особенностей и формирование на научной основе ассортимента средств защиты растений в стране с учетом всех достижений в области их синтеза.

Объективно оценивая экологические проблемы применения пестицидов, Капитон Васильевич активно включился в разработку научной концепции системы интегрированной защиты растений. По его инициативе в институте была проведена переориентация деятельности ряда лабораторий и созданы лаборатории иммунитета растений к вредителям, новых методов, динамики и метаболизма инсектоакарицидов, экологии энтомофагов, массового разведения энтомофагов. Под его руководством и при его прямом участии институтом были выполнены значительные работы фундаментального и прикладного характера и разработаны высокоэффективные и экологически менее опасные технологии защиты сельскохозяйственных культур.

В 1971 г. Капитон Васильевич стал директором ВИЗР и находился на этом посту в течение 27 лет. Однако, несмотря на большую занятость как администратора, он много сил отдавал научной деятельности, связанной с разработкой теоретических и прикладных проблем повышения экологической безопасности использования пестицидов в сфере растениеводства. На основе системного подхода в возглавляемой им лаборатории динамики и метаболизма инсектоакарицидов (позднее экотоксикологии) был выполнен многолетний цикл исследований по изучению процессов транслокации и трансформации пестицидов в агроэкосистемах и в отдельных объектах окружающей среды, в частности были изучены факторы, определяющие указанные процессы в растениях и почве. На основании этих исследований теоретически были обоснованы и разработаны имитационные математические модели деградации пестицидов в почве и в растениях, что позволяет прогнозировать возможность загрязнения ими и продуктами их метаболизма растительной продукции, почвы и грунтовых вод. Обоснованы пути сохранения полезных организмов агроэкосистем в условиях пестицидного пресса. Вскрыты механизмы фи-

зиологической и экологической избирательности действия фитосанитарных препаратов на популяции членистоногих, показано значение этого фактора для прогнозирования экологических рисков в связи с масштабным использованием пестицидов в растениеводстве. Вклад Капитона Васильевича в решение этих проблем был обобщен им в виде докторской диссертации, успешно защищенной в 1986 г. Фундаментальные работы К.В.Новожилова в области защиты растений и обоснование стратегии ее развития в системе всего АПК были высоко оценены ВАСХНИЛ, избравшей его действительным членом в 1988 г.

Капитоном Васильевичем опубликовано более 350 научных работ, в том числе 5 монографий и справочников, получено 11 патентов и авторских свидетельств. Его научные работы отличаются глубокой фундаментальностью и практической направленностью. Он неоднократно выступал с научными докладами на различных национальных и международных форумах. Его широкая эрудиция и признание за рубежом позволяли поддерживать престиж отечественной науки по защите растений на высоком уровне. Им создана научная школа по развитию теории и практики фитосанитарной науки, подготовлено 23 кандидата и доктора наук.

В течение всей своей многолетней трудовой деятельности Капитон Васильевич вел большую организационную и научно-общественную работу, осуществляя научное руководство и координацию исследований по защите растений в рамках государственных и отраслевых программ. Он был членом Государственного агропромышленного комитета СССР, членом Научного совета по проблемам химизации сельского хозяйства Госкомитета по науке и технике СССР, членом Научного совета РАН по агрохимии, более 20 лет был заместителем председателя Госкомиссии по средствам защиты растений. Ряд лет он являлся заместителем председателя Секции АПК по Ленинским и Государственным премиям СССР.

Длительное время Капитон Васильевич принимал участие в работе Совета РФФИ, президиума Русского энтомологического общества, возглавлял совет по растениеводству, кормопроизводству и защите растений Северо-Западного регионального научного центра Россельхозакадемии. Многие годы он возглавлял диссертационный совет при Всероссийском институте защиты растений и методическую комиссию по химическому методу защиты растений, был заместителем главного редактора журнала «Вестник защиты растений».

Капитон Васильевич пользовался заслуженным уважением и любовью сотрудников института и Россельхозакадемии, являлся признанным авторитетом отечественного и мирового научного сообщества ученых-аграриев.

Уход Капитона Васильевича Новожилова из жизни - большая потеря для его родных, друзей и коллег по работе, для всей сельскохозяйственной науки.

*Коллектив ВИЗР*

**ПАМЯТИ АНДРЕЯ ПЕТРОВИЧА ДМИТРИЕВА (1945–2013)**

25 сентября 2013 года после тяжёлой болезни ушел из жизни руководитель лаборатории микологии и фитопатологии ВИЗР, доктор биологических наук Андрей Петрович Дмитриев.

Дмитриев А.П. родился 11 июля 1945 г. в Ленинграде.

В 1968 г. Андрей Петрович окончил биолого-почвенный факультет Ленинградского государственного университета, после чего был направлен на преподавательскую работу в лицей г. Бамбари Центральноафриканской Республики.

В 1972 году он поступил в аспирантуру Всесоюзного института растениеводства им. Н.И.Вавилова (ВИР) по специальности «генетика». В 1975 защитил кандидатскую диссертацию и с этого же года Андрей Петрович начинает работать в системе ВИЗР. В период работы на Тосненской опытной станции Дмитриев А.П. выполнил большой цикл работ по изучению популяционных взаимоотношений культурных злаков и поражающих их патогенов грибной природы. Эти исследования были продолжены непосредственно в ВИЗРе в должности старшего научного сотрудника с 1987 года. Дмитриев А.П. внес большой вклад в изучение влияния элементов интенсивной технологии на развитие болезней озимой пшеницы и популяционную изменчивость фитопатогенных грибов.

Он являлся ответственным исполнителем раздела имитационного моделирования развития болезней в проекте «Интегрированная защита растений», выполнил большой цикл исследований по программе «Зерновой комплекс» в зоне повышенной радиоактивной опасности.

В 1995 году Дмитриев А.П. защитил докторскую диссертацию на тему «Популяционная биология взаимоотношений возбудителей листовой ржавчины и культурных злаков». С 2001 г. Андрей Петрович руководил лабораторией микологии и фитопатологии им. А.А.Ячевского. Дмитриев А.П. занимался исследованием бурой ржавчины и ринхоспориоза ржи для создания методов изучения популяционной изменчивости патогенов и генетики устойчивости ржи к ним. Совместно с Агрофизическим институтом он в течение нескольких лет вел работу по изучению и использованию оптических методов в фитопатологии. Им созданы экспресс-методики определения фитотоксичности, выявления семян томата, зараженных ВТМ, оценки выносливости пшеницы к ржавчине. Он принимал участие в гранте МНТЦ по созданию карт распространения болезней зерновых культур. В рамках Государственного контракта по борьбе с наркотическими растениями проводил исследования с грибом *Sclerotinia sclerotiorum* как возможного агента борьбы с коноплей.

Дмитриев А.П. являлся активным организатором и участником научных школ по диагностике грибных болезней для работников системы защиты растений, исследователей НИИ и преподавателей ВУЗов. Он многие годы был членом Ученого и диссертационного советов ВИЗР. Много внимания Андрей Петрович уделял вопросам профессиональной подготовки молодых кадров, всегда помогал советом, писал подробные рецензии на статьи, диссертации. Под его руководством защищено две кандидатские диссертации.

Им опубликовано более 120 работ, в т.ч. монографии «Устойчивость пшеницы к бурой ржавчине» и «Ржавчина овса».

За добросовестный труд Дмитриев А.П. неоднократно награждался почетными грамотами Россельхозакадемии.

Андрей Петрович пользовался заслуженным уважением и любовью сотрудников лаборатории и всех знающих его коллег.

*Коллектив ВИЗР*

**ЗАСЕДАНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ ГРУППЫ EUPHRESKO**

(European Phytosanitary Research cooperation) по усовершенствованию методов анализа популяций возбудителя рака картофеля (*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.)

**О.С. Афанасенко, Н.В. Мироненко, А.В. Хютти**

*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург*

На базе Всероссийского института защиты растений (ВИЗР) 2-3 сентября 2013 г. состоялось заседание экспертов EUPHRESKO (European Phytosanitarian Research cooperation), разрабатывающих стандартные методики изучения расового состава популяций возбудителя рака картофеля (*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.) и методов молекулярной диагностики патотипного состава возбудителя.

В настоящее время в мире насчитывается более 43 патотипов *S. endobioticum* (Ваауен, 2006). Идентификация патотипного состава *S. endobioticum* затрудняется тем, что в странах Евросоюза, СНГ и России используются разные наборы сортов-дифференциаторов, в основном местной селекции. Это приводит к тому, что на данный момент не представляется возможности сравнительного описания всех выявленных патотипов, их изучения и идентификации, а также присвоения точного номенклатурного кода. Помимо этого, во многих странах для выявления новых агрессивных патотипов или при подозрении на изменение агрессивности уже имеющегося обычного 1 (D1) патотипа сразу встает вопрос - какой набор сортов-дифференциаторов использовать? Очевидно, что назрела необходимость создания стандартного набора сортов-дифференциаторов, состоящего из минимально возможного числа сортов, желательного современной селекции. В связи с методическими трудностями работы с возбудителем рака картофеля требуется участие в такой работе международного коллектива исследователей, которые в различных условиях, с использованием как местного, так и размноженного централизованно инокулюма определенных рас возбудителя подтверждают возможность использования того или иного сорта для идентификации патотипов. Размножением инокулюма определенных рас паразита занимается Jaroslaw Przetakiewicz (Польша). Руководителями проекта создания стандартного набора сортов-дифференциаторов являются Leeuwen dr.ir.G.C.M. van (Gerard) (Нидерланды) и dr. Kerstin Flath (Германия).

Параллельно в рамках данного проекта проводятся исследования по разработке молекулярно-генетического метода диагностики патотипов возбудителя рака картофеля. Под руководством dr. Petrus Bonants (Нидерланды) группой исследователей проводится работа по поиску маркеров для патотипа 1 *S. endobioticum* и стандартизации методики его идентификации с использованием ПЦР в реальном времени.

В заседании приняли участие представители Германии (Kerstin Flath и Yvonne Schleusner), Бельгии (Kurt Heungens), Нидерландов (Marcel Westenberg, Petrus Bonants, Bart van de Vossenberг), Великобритании (Alexandra Schlenzig), Польши (Jaroslaw Przetakiewicz), Литвы (Arunas Beniusis и Pona Kibildiene), Болгарии (Lidia Dimitrova, Ani Besheva) и России (О.С.Афанасенко, Н.В.Мироненко и А.В.Хютти).

Представители от каждой страны выступили с докладами о проделанной работе. На заседании экспертов рабочей группы обсуждалось принятие единых современных стандартов по фитопатологической и молекулярной диагностике расового состава возбудителя рака картофеля. Следующее заседание состоится в апреле 2014 г. в Эдинбурге.

**ПЯТЫЙ СЪЕЗД ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА ПРИ РАН****Ю.С.Токарев, Г.В.Митина, В.В.Долгих***Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург*

В Новосибирске с 23 по 26 сентября состоялся 5 Съезд Паразитологического общества (ПО) при РАН. В работе съезда помимо российских паразитологов приняли очное или заочное участие специалисты из Азербайджана, Беларуси, Казахстана, Кыргызстана, Узбекистана, Украины, Эстонии, Македонии, Польши, Сербии, США, Финляндии и Японии. В публикуемых тезисах докладов отражены общие вопросы экологической и эволюционной паразитологии, морфофункциональные, иммунологические и биохимические аспекты паразитизма, молекулярно-генетические исследования паразитов, биологические основы медицинской и ветеринарной паразитологии, представлены материалы по видовому составу и патогенным свойствам паразитов растений и животных, в том числе рыб и водных беспозвоночных, эктопаразитов и переносчиков, вызывающих эпидемии, эпизоотии и эпифитотии. Существенное внимание уделено обсуждению инновационных методов и подходов к анализу паразитологического материала, включая биоинформационный и статистический подходы. Впервые Съезд Паразитологического общества прошел на территории Сибири, где имеется известная школа паразитологов, основанная А.А.Мозговым. Инициатива проведения съезда в Новосибирске, выдвинутая Владимиром Дмитриевичем Гуляевым, была реализована, к сожалению, уже после его кончины. Наиболее глубокие доклады, на наш взгляд, представлены сотрудниками Института систематики и экологии животных (ИСиЭЖ) СО РАН и Института цитологии и генетики (ИЦиГ) СО РАН.

В ходе Съезда были проведены выборы президента ПО, заочные и очные участники голосования единогласно поддержали кандидатуру профессора Галактионова Кирилла Владимировича (ЗИН РАН). Вице-президентами избраны Пугачев Олег Николаевич (ЗИН РАН), Иешко Евгений Павлович (КарНЦ РАН), Пельгунов Андрей Николаевич (ИПЭЭ РАН), Глухов Виктор Вячеславович (ИСиЭЖ СО РАН). Также обновлен состав центрального совета общества. В ходе конференции был проведен конкурс докладов молодых ученых. Первая премия присуждена Малых И.М. (ИЦиГ СО РАН), вторая - Жуковой А.А. (РГПУ им. А.И.Герцена) и поощрительные премии - Токмаковой А.С. (РГПУ им. А.И.Герцена), Лосеву Е.А. (ЗИН РАН), Кусенко К.В. (Институт биологических проблем Севера ДВО РАН), Тюрину М.М. (ИСиЭЖ СО РАН).

От Всероссийского института защиты растений участие в съезде приняли Долгих В.В., Токарев Ю.С., Митина Г.В. (очно), а также Исси И.В., Фролов А.Н., Малыш Ю.М., Игнатьева А.Н., Сокорнова С.В. и Первушин А.Л. (заочно). Были представлены доклады по особенностям паразитизма энтомопатогенных микроспоридий и грибов, исследование которых проводится, в частности, в рамках проектов РФФИ и Совета по грантам Президента РФ. Считаем необходимым организовать паразитологическую конференцию в ВИЗР, что будет способствовать дальнейшему развитию этого направления в сельскохозяйственной энтомологии. Более полная информация о Съезде доступна на вебсайте <http://www.parasitology.ru>

## Содержание

А.А.ЯЧЕВСКИЙ И РАЗВИТИЕ ЕГО ИДЕЙ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ <u>А.П.Дмитриев</u>	3
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ МИКРОБОВ-АНТАГОНИСТОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ ОТ БОЛЕЗНЕЙ ПРИ ХРАНЕНИИ <i>И.И.Новикова, И.В.Бойкова, В.А.Павлюшин, В.Н.Зейрук, С.В.Васильева, Р.Р.Азизбеян, Н.И.Кузнецова</i>	12
КЛОП ВРЕДНАЯ ЧЕРЕПАШКА НА ЮГО-ВОСТОКЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ <i>А.М.Шпанев, Н.Я.Байбакова</i>	22
КОЛЕБАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ВРЕДНЫХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ СВЯЗЬ С ПОГОДНЫМИ УСЛОВИЯМИ <i>А.Н.Полтавский, К.С.Артохин, А.А.Зверев</i>	30
МЕХАНИЗМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЗОЛОТИСТОЙ КАРТОФЕЛЬНОЙ НЕМАТОДЫ <i>GLOBODERA ROSTOCHIENSIS</i> (WOLL.) VENRENS СО СЛАБОУСТОЙЧИВЫМИ МЕЖВИДОВЫМИ ГИБРИДАМИ КАРТОФЕЛЯ <i>Н.В.Мироненко, О.С.Афанасенко, Е.В.Рогозина, Л.А.Лиманцева, А.В.Хютти, О.Ю.Антонова, О.Ю.Шувалов, Л.Ю.Новикова, Т.А.Гавриленко</i>	37
ОЦЕНКА АГРЕССИВНОСТИ ВИДОВ ГРИБОВ - ВОЗБУДИТЕЛЕЙ КОРНЕВОЙ ГНИЛИ ПШЕНИЦЫ <u>А.П.Дмитриев</u> , <i>Т.Ю.Гагкаева, О.П.Гаврилова, А.С.Орина, Е.Л.Гасич, Л.Б.Хлопунова, А.И.Чичварин</i>	43
ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБНОСТИ ОЛИГОМЕРОВ ХИТИНА, ПОЛУЧЕННЫХ БИОСИНТЕТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ, ИНДУЦИРОВАТЬ УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ К <i>FUSARIUM CULMORUM</i> (WM. G. SM.) SACC. 333 <i>И.В.Лепянен, Н.А.Вишневская, О.К.Струнникова, Е.А.Долгих</i>	49
ГЕНОТИПИЧЕСКАЯ ПАСПОРТИЗАЦИЯ ШТАММОВ-ПРОДУЦЕНТОВ БИОИНСЕКТИЦИДОВ Р. <i>BACILLUS</i> ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ДРИМ - ДВОЙНОГО РАСЩЕПЛЕНИЯ И ИЗБИРАТЕЛЬНОГО МЕЧЕНИЯ <i>В.П.Терлецкий, И.В.Бойкова, И.И.Новикова, В.А.Павлюшин</i>	57
<b><u>Краткие сообщения</u></b>	
НАНОРАЗМЕРНАЯ СЕРА - ЭФФЕКТИВНЫЙ ФУНГИЦИД И СТИМУЛЯТОР РОСТА ПШЕНИЦЫ. <i>И.А.Массалимов, Р.Д.Давлетов, Р.Р.Гайфуллин, Р.М.Зайнитдинова, А.Р.Шайнурова, А.Г.Мустафин</i>	61
ИНВАЗИЯ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ <i>Н.В.Маццишина, Д.Ю.Рогатных</i>	64
БОЛЕЗНИ ЛИСТЬЕВ И ПРОДУКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ РАЙОНИРОВАННЫХ СОРТОВ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ. <i>В.А.Коробов, В.А.Черемнова</i>	68
АРЕАЛ И ЗОНА ВРЕДНОСТИ ЗВЕЗДЧАТКИ ЗЛАКОЛИСТНОЙ <i>Т.Д.Соколова, И.А.Будревская</i>	71
К ФЕНОЛОГИИ ЯБЛОННОЙ ПЛОДОЖОРКИ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ. <i>Е.И.Овсянникова, С.Н.Смирнов, И.Я.Гричанов</i>	72
<b><u>Хроника</u></b>	
ПАМЯТИ АКАДЕМИКА КАПИТОНА ВАСИЛЬЕВИЧА НОВОЖИЛОВА (1929-2013)	73
ПАМЯТИ АНДРЕЯ ПЕТРОВИЧА ДМИТРИЕВА (1945-2013)	76
ЗАСЕДАНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ ГРУППЫ EURHRESO <i>О.С.Афанасенко, Н.В.Мироненко, А.В.Хютти</i>	77
ПЯТЫЙ СЪЕЗД ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА ПРИ РАН <i>Ю.С.Токарев, Г.В.Митина, В.В.Долгих</i>	78

## Contents

A.A.JACZEWSKI AND DEVELOPMENT OF HIS IDEAS IN THE MODERN WORLD. <u>A.P.Dmitriev</u>	3
APPLICATION PERSPECTIVES FOR BIOPREPARATIONS BASED ON MICROBE- ANTAGONISTS FOR POTATO DISEASE CONTROL AT STORAGE <i>I.I.Novikova, I.V.Boikova, V.A.Pavlyushin, V.N.Zeyruk, S.V.Vasilieva, R.R.Azizbekyan, N.I.Kuznetsova</i>	12
<i>EURYGASTER INTEGRICEPS</i> IN THE SOUTHEAST OF THE VORONEZH REGION OF RUSSIA. <i>A.M.Shpanev, N.Ya.Baibakova</i>	22
LEPIDOPTERA PEST POPULATION DYNAMICS IN THE ROSTOV REGION OF RUSSIA IN RELATION WITH WEATHER CONDITIONS <i>A.N.Poltavsky, K.S.Artokhin, A.A.Zverev</i>	30
MECHANISMS OF INTERACTION OF <i>GLOBODERA ROSTOCHIENSIS</i> WITH THE PARTIALLY RESISTANT INTERSPECIFIC POTATO HYBRIDS <i>N.V.Mironenko, O.S.Afanasenko, E.V.Rogozina, L.A.Limantseva, A.V.Khyutti, O.Yu.Antonova, O.Yu.Shuvalov, L.Yu.Novikova, T.A.Gavrilenko</i>	37
EVALUATION OF AGGRESSIVENESS OF FUNGI CAUSING ROOT ROT OF WHEAT <u>A.P.Dmitriev</u> , <i>T.Yu.Gagkaeva, O.P.Gavrilova, A.S.Orina, E.L.Gasich, L.B.Khlopunova, A.I.Chichvarin</i>	43
STUDYING THE ABILITY OF CHITIN OLIGOMERS PRODUCED IN THE BIOSYNTHETIC WAY TO INDUCE PLANT RESISTANCE TO FUSARIUM CULMORUM <i>I.V.Leppyanen, N.A.Vishnevskaya, O.K.Strunnikova, E.A.Dolgikh</i>	49
GENOTYPIC CERTIFICATION OF BACILLUS STRAINS - PRODUCERS OF BIOINSECTICIDES BY MEANS OF DOUBLE DIGEST AND SELECTIVE LABEL TYPING TECHNIQUE. <i>V.P.Terletsii, I.V.Boikova, I.I.Novikova, V.A.Pavlyushin</i>	57
<b><u>Brief Reports</u></b>	
NANODIMENSIONAL SULFUR - EFFECTIVE FUNGICIDE AND WHEAT GROWTH STIMULATOR. <i>I.A.Massalimov, R.D.Davletov, R.R.Gaifullin, R.M.Zainitdinova, A.R.Shainurova, A.G.Mustafin</i>	61
INVASION OF THE <i>LEPTINOTARSA DECEMLINEATA</i> IN THE FAR EAST <i>N.V.Matsishina, D.Yu.Rogatnykh</i>	64
LEAF DISEASES AND PRODUCTION ABILITY OF RELEASED VARIETIES OF SOFT SPRING WHEAT IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF WESTERN SIBERIA <i>V.A.Korobov, V.A.Cheremnova</i>	68
AREA AND ZONE OF HARMFULNESS OF <i>STELLARIA GRAMINEA</i> <i>T.D.Sokolova, I.A.Budrevskaya</i>	71
ON THE PHENOLOGY OF CYDIA POMONELLA IN THE NORTH-WESTERN RUSSIA IN MODERN CONDITIONS. <i>E.I.Ovsyannikova, S.N.Smironov, I.Ya.Grichanov</i>	72
<b><u>Chronicle</u></b>	
IN MEMORY OF ACADEMICIAN KAPITON VASILYEVICH NOVOZHILOV (1929-2013)	73
IN MEMORY OF ANDREI PETROVICH DMITRIEV (1945-2013)	76
MEETING OF EUPHRESKO EXPERT GROUP. <i>O.S.Afanasenko, N.V.Mironenko, A.V.Khyutti</i>	77
FIFTH CONGRESS OF THE PARASITOLOGICAL SOCIETY AT THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES. <i>Yu.S.Tokarev, G.V.Mitina, V.V.Dolgikh</i>	78