

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК  
ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

# **ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ**



**PLANT PROTECTION NEWS**

**2**

Санкт-Петербург - Пушкин  
2001

# ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Научно-теоретический журнал

Основан в 1939 г.

Издание возобновлено в 1999 г.

Главный редактор В.А.Павлюшин

Зам. гл. редактора К.В.Новожилов

Зам. гл. редактора В.И.Долженко

Отв. секретарь В.И.Танский

## Редакционный Совет

А.С.Васютин,	С.Прушински (Польша),	А.И.Сметник,
А.Н.Власенко,	А.А.Макаров,	М.С.Соколов,
В.И.Долженко,	Н.М.Мыльников,	С.В.Сорока (Белоруссия),
Ю.Т.Дьяков,	В.Д.Надыкта,	П.Г.Фоменко,
Б.Ф.Егоров,	К.В.Новожилов,	Д.Шпаар (Германия),
В.Ф.Зайцев,	В.А.Павлюшин,	Ю.Б.Шуровенков
В.А.Захаренко,	К.Г.Скрябин,	

## Редакционная коллегия

О.С.Афанасенко, В.Н.Буров,	А.Ф.Зубков, М.М.Левитин,
Н.А.Вилкова, К.Е.Воронин,	Н.Н.Лунева, А.К.Лысов, Г.А.Наседкина,
Н.Р.Гончаров, И.Я.Гричанов,	Д.С.Переверзев, Н.Н.Семенова,
Л.А.Гуськова, А.П.Дмитриев,	Г.И.Сухорученко, С.Л.Тютюрев

## Редакция

А.Ф.Зубков (зав. редакцией),  
Д.С.Переверзев, С.П.Старостин, С.Г.Удалов, В.Н.Жуков

## РЕЗИСТЕНТНОСТЬ ФИТОФАГОВ К ИНСЕКТОАКАРИЦИДАМ И БИОЦЕНОТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ДОЛГОВРЕМЕННОГО КОНТРОЛЯ ЕЕ РАЗВИТИЯ

**В.Г.Коваленков, Н.М.Тюрина**

*Всероссийский НИИ биологической защиты растений, Краснодар*

Представлены результаты исследований в Таджикистане и Северо-Кавказском регионе РФ по проблеме резистентности вредителей сельскохозяйственных культур к пестицидам. На примере вредной черепашки, колорадского жука, хлопковой совки и оранжерейной белокрылки показаны уровни и закономерности формирования резистентности, ее хозяйственные и экологические последствия. Резистентность выступает фактором, дестабилизирующим фитосанитарную обстановку. В защите растений необходим переход от химико-техногенной тактики к биоценотическому регулированию. Рассмотрены основы интегрированной системы, предусматривающей упорядочение химических обработок, применение биоагентов, восстановление механизмов биотической стабилизации агроэкосистем.

В 60-80 годах в СССР исследования по проблеме резистентности были в числе приоритетных в деятельности ВИЗР, ВНИИФ, ряда республиканских НИУ. Тогда под координирующим руководством Комиссии по резистентности при секции химического метода ВАСХНИЛ исследования были сосредоточены в хлопководстве, где рельефно проявились негативные последствия неумеренного применения фосфорорганических и хлорорганических соединений. В среднеазиатских республиках образовался своеобразный замкнутый круг: по мере снижения эффективности пестицидов, увеличения норм их расхода и кратностей обработок посевов последовательно повышались численность и вредоносность объектов борьбы, вспышки развития которых влекли за собой новые обработки, но погасить их очередным истребительным мероприятием не удавалось. К 1967 г. фитосанитарная ситуация оказалась неуправляемой, а расход химических средств, потери урожая и загрязнение окружающей среды и растительной продукции превысили все допустимые пределы. Это было следствием масштабного формирования резистентных популяций доминантных вредителей хлопчатника.

Наши исследования, выполненные в Таджикском НИИ земледелия, выявили развитие резистентности к органофосфатам в популяциях большой хлопковой

(*Acyrtosiphon gossypii* Mordv.) и бахчевой (*Aphis gossypii* Glov.) тлей (65-270х). Последняя под селективирующим давлением инсектицидов приобрела перекрестную устойчивость к карбаматам и пиретроидным препаратам. Рекордно высокие (2050-4750х) показатели устойчивости к Би-58 обнаружены у паутинного клеща (*Tetranychus urticae* Koch.). В популяциях хлопковой совки (*Heliothis armigera* Hbn), наряду с групповой резистентностью к хлорорганическим препаратам, были установлены 15-50х показатели ее к трем различным по химическому составу инсектицидам - фозалону, тиодану и севину, которые интенсивно применялись в хлопководстве. Это свидетельствовало о проявлении наиболее опасного типа резистентности - множественной, преодоление которой весьма сложно из-за вовлечения в процесс ее развития нескольких физиолого-биохимических механизмов. Высокорезистентные вредители, являясь многоядными, в Таджикистане заселяли не только хлопчатник, но и овощные культуры, кукурузу, сорго, рапс, подсолнечник, многолетние травы, что существенно осложняло борьбу с ними и приводило к увеличению потерь урожая.

Фактически в 70-х годах сложилась ситуация, при которой интенсивно применяемые фосфорорганические и хлорорганические инсектоакарициды утратили свои разрешающие возможности,

причем не только на ведущей, но и сопутствующих культурах. На этом фоне энтомоакарифаги были уничтожены, а размножение вредных насекомых и клещей приобрело характер непрогнозируемого нашествия. Их жизнеспособность, численность и вредоносность возросли настолько, что обеспечить полноценную сохранность урожая оказалось невозможным.

В 80-х годах нарастает значение нового вредителя - оранжереистой белокрылки (*Trialeurodes vaporariorum* Weatw.). В теплицах она подвергалась обработкам ФОС и пиретроидными препаратами, а после их освобождения в начале лета мигрировала на окружающие поля, где попадала под селективирующее воздействие тех же инсектицидов. В результате резистентность ее возросла до 63.8-477.8-кратного уровня, что нейтрализовало влияние препаратов двух химических групп, то есть проявилась перекрестная резистентность.

К началу 90-х годов был накоплен значительный материал по генетике резистентности членистоногих к пестицидам и методам ее анализа (Зильберминц, 1991), состоянию проблемы, обоснованию торможения и преодоления резистентности (Коваленков, Ваньянц, 1980; Сухорученко, 1988, 1991, 1996; Коваленков, Тюрина, 1988, 1988а, 1988б, 1992, 1993, 1994; Сухорученко, Зверев, 1991; Коваленков, 1994).

Были сделаны практически важные выводы, сохраняющие актуальность и сегодня: 1) доминирование в системах защиты растений препаратов одной химической группы неизбежно приводит к снижению восприимчивости к ним у вредителей; 2) действенным приемом торможения развития резистентности служит чередование пестицидов разных химических классов, механизма действия и спектра активности; 3) реверсия резистентности до исходных уровней обеспечивается при максимальной интеграции химических средств с биологическими, либо полной замене первых вторыми. И что особенно ценно: факт резистентности стал выступать ключевым в обосновании

многосторонней рационализации химического метода, решительной переориентации защиты растений на биоценоотические позиции, повлек за собой принципиальные изменения организации стратегии и тактики сохранения урожая.

В качестве приоритетных задач были определены: снижение токсической нагрузки на популяции вредителей, обеспечение реверсии их резистентности до природных уровней. Организационно-тактические особенности их выполнения представлены в изданных тогда рекомендациях по рациональному чередованию инсектоакарицидов (Сухорученко и др., 1985), по интегрированной борьбе с резистентными популяциями вредителей хлопчатника (Ваньянц и др., 1986), по интегрированной защите хлопчатника (Ваньянц и др., 1987). Включение в разработанные системы блока колонизируемых энтомофагов обусловило создание сети биолабраторий (в 1990 г. в Таджикистане функционировало их 40), организацию поточной наработки и широкого расселения трихограммы (*Trichogramma pintoi* V.), габробракона (*Habrobracon hebetor* Say.), златоглазки (*Chrysopa carnea* Steph.). К 1990 г. площадь активного биоконтроля достигла 129 тыс. га, что повлекло за собой активизацию природных паразитов и хищников.

В итоге на десятках тысяч гектаров хлопчатника было восстановлено биологическое разнообразие, а его уровень доведен до оптимальной саморегуляции. В 1986-1990 гг. природными энтомоакарифагами контролировалось развитие хлопковой совки на 118-180 тыс. га, а паутинового клеща - на 89-150 тыс. га. Оказались реальными биоценоотическое управление популяциями вредных и полезных видов в масштабе севооборотов, значительное в 3-4 раза сокращение расхода пестицидов, реверсия резистентности доминантных вредителей и оздоровление окружающей среды. Разработанные интегрированные системы в своей основе были многовариантными, адаптированными к различным зональным условиям и фитосанитарным ситуациям с ан-

тирезистентной направленностью (Нарзикулов, Коваленков (ред.), 1977, 1985; Нарзикулов и др., 1981; Коваленков, 1984, 1986, 1989; Ваньянц, Коваленков, 1991).

Исследователями в Таджикистане выявлены и описаны основные пищевые связи в сообществе членистоногих хлопкового агроценоза, сформулированы биоценотические принципы интегрированного управления популяциями вредных и полезных видов, доказана возможность свести к минимуму применение пестицидов, что подтвердило результаты и выводы, сделанные ранее в Афганистане (Столярков и др., 1974, 1974а; Сугоняев, 1979).

Возросшая в последнем десятилетии дестабилизация в агропромышленном комплексе РФ потребовало изучения особенностей происходящих изменений в структуре агроценозов, стационального перераспределения фитофагов и проведению мониторинга их резистентности к применяемым инсектицидам. К исследованиям приступили в 1990 г. на базе созданного в регионе Кавказских Минеральных Вод опорного пункта ВНИИБЗР и зональной биологической Ставропольской краевой СТАЗР. Получены многочисленные данные о нарастающем числе устойчивых видов членистоногих и значительном повышении показателей их резистентности (ПР). В Ставропольском крае, Ростовской области, Кабардино-Балкарии и Карачаево-Черкесии зареги-

стрировано 28 видов вредителей, у которых сформировались популяции с разными уровнями устойчивости к пиретроидным, фосфорорганическим препаратам, ингибиторам синтеза хитина. На зерновых культурах у клопа вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.), на картофеле - у колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say.), на томате и сое - у хлопковой и люцерновой (*Heliothis virescens* Hufn.) совка, на капусте - у тли (*Brevicoryne brassicae* L.) и листогрызущих вредителей, на яблоне - у плодовой жужки (*Carpocapsa pomonella* L.) и плодовых клещей многократно выявляли групповую, перекрестную и множественную резистентность на уровне 38-520х. Это практически лишало ряд применяемых инсектоакарицидов защитных свойств. Наиболее выразительно резистентность проявилась по отношению к пиретроидным препаратам, которые 20 лет преобладают в арсенале земледельцев (Коваленков, Тюрина, 1996, 1999; Коваленков и др., 1998, 1999; Коваленков, Соколов, 1999). Так, при проведении мониторинга в Ростовской области в 1997 г. в Сальском районе выявлена популяция вредной черепашки с резистентностью 64.5х - к фьюри, 129.4х - к арриво и 12.5х - к каратэ. В других районах области показатели чувствительности иные, что обусловлено различной интенсивностью химобработок зерновых культур (табл.1).

Таблица 1. Токсичность инсектицидов для клопа вредной черепашки  
Ростовская область, 1997

Район	Фьюри 100 ВК		Арриво 250 КЭ		Каратэ 50 КЭ	
	СК <sub>50</sub> , % д.в.	ПР*	СК <sub>50</sub> , % д.в.	ПР*	СК <sub>50</sub> , % д.в.	ПР*
Азовский	0.0000029		0.0000165		0.00000345	
	±0.000001	13.2	±0.0000046	19.4	±0.0000013	2.9
Сальский	0.0000142		0.00011		0.000015	
	±0.000006	64.5	±0.000052	129.4	±0.0000046	12.5
Тарасовский	0.0000025		0.0000085		0.0000012	
	±0.00000058	и	±0.00000035	3	±0.00000043	8
Белокалитвенский	0.0000022		0.0000014		0.0000018	
	±0.00000077	8	±0.00000038	1.6	±0.0000006	1.5
Кашарский	0.0000024		0.0000114		0.0000019	
	±0.0000006	10.9	±0.0000026	13.4	±0.00000056	1.6
Миллеровский	0.0000051		0.0000058		0.000002	
	±0.00000015	2.3	±0.0000013	6.8	±0.0000006	1.7

\*ПР - показатель резистентности.

О разноскоростном развитии резистентности говорят и данные, полученные нами в Прохладненском районе Кабардино-Балкарии и Георгиевском районе Ставропольского края. Если в первом устойчивость черепашки к децису равна 13.2х, то во втором - 26.0х, к арриво, соответственно, 37.2х и 119.4х. В Георгиевском районе к суми-альфа и сумитиону черепашка сформировала 22.1 и 12.2-кратную устойчивость, а в Кабардино-Балкарии ее чувствительность к этим препаратам сохраняется на видовом уровне. В Советском районе Ставрополья показатель резистентности клопа достиг 218.2-кратного уровня. В этом районе мы проследили изменение его чувствительности по возрастам. Как видно из таблицы 2, по мере развития вредителя устойчивость его к инсектицидам повышается. При сравнительном анализе перезимовавших клопов и имаго дочернего поколения в Кировской районе было установлено, что на фоне 2-3 - кратной обработки в течение периода вегетации 1998 г. устойчивость против исходного уровня возросла в 2.1-7.7 раза (табл.3). Таким образом, показано, что

биологическое состояние популяции вредной черепашки в агроландшафтах изменилось настолько, что существенные сдвиги в чувствительности ее к инсектицидам происходят уже в пределах одного сезона. Поэтому несмотря на интенсивно проводимые обработки природный запас вредителя и угроза урожаю зерновых культур на протяжении 1995-2000 гг. оставались весьма высокими.

С 1996 г. в Северо-Кавказском регионе применяют инсектициды не только при отрождении личинок черепашки, но и против перезимовавших клопов. Так, на Ставрополье в 1996 г. против имаго было обработано 116.4 и против личинок 900.9 тыс.га, а в 1997 г., соответственно, 112.5 и 1032.5 тыс.га. В последующие годы инсектициды применяли в объемах 12.4-32.8 тыс.га против перезимовавших клопов и 682-988.8 тыс.га - против личинок. Тем не менее, их численность в сотни раз превышала экономический порог, достигая весьма высоких уровней 1000 экз. в Петровском районе, 450 - Ипатовском, 300 - Труновском, 200 экз/м<sup>2</sup> - Грачевском.

Таблица 2. Изменение чувствительности к инсектицидам клопа вредной черепашки Ставропольский край, Советский р-н, 1998

Препарат	Стадия	СК <sub>50</sub> , % д.в.	СК <sub>95</sub> , % д.в.	ПП по СК <sub>50</sub>
Денис, 25 КЭ	L1	0.00000102 ± 0.000000348	0.0000083	11.9
	L2	0.00000335 ± 0.000000442	0.000018	13.5
	L3	0.0000068 ± 0.00000149	0.000029	12.5
	L4	0.0000134 ± 0.000004	0.00008	18.8
	L5	0.000032 ± 0.0000164	0.0004	42.0
	Имаго	0.000045 ± 0.0000194	0.0005	42.5
Фьюри, 100 ВЭ	L1	0.0000014 ± 0.000000334	0.0000054	103.7
	L2	0.0000025 ± 0.000000636	0.000012	105.5
	L3	0.0000095 ± 0.00000276	0.000095	114.5
	L4	0.0000235 ± 0.0000066	0.000128	185.0
	L5	0.000022 ± 0.00000728	0.000174	161.8
	Имаго	0.000048 ± 0.000016	0.00037	218.2
Сумитион, 500КЭ	L1	0.0000075 ± 0.00000216	0.000036	11.5
	L2	0.0000158 ± 0.00000842	0.000215	7.7
	L3	0.000016 ± 0.0000062	0.000112	7.6
	L4	0.00002 ± 0.0000082	0.000164	8.9
	L5	0.000032 ± 0.0000148	0.00029	11.8
	Имаго	0.000074 ± 0.0000294	0.00058	13.5

На зерновых культурах токсическое воздействие на энтомофауну и ее селективный отбор усиливается применением инсектицидов против хлебной жужелицы (*Zabrus tenebrioides* Goeze), пшеничной зерновой галлицы (*Contarinia tritici* Kirby) и пьявицы (*Lema melanopus* L.). Среднегодовой объем обработок за 1996-2000 гг. против этих вредителей по Ставрополью составил 81540 га. В итоге за последние 5 лет посевы зерновых культур ежегодно обрабатываются на площади 1013.9 тыс.га. В арсенале средств защиты продолжают преобладать пиретро-

идные препараты. Однако в связи с заметным спадом их эффективности с 1997 г. стали практиковать их баковые смеси, комбинировать с ФОС, а в экономически стабильных хозяйствах - чередовать с препаратами новых химических классов: ацетомидов - моспиланом, фенилпиразолов - регентом и неоникотиноидов - актарой. Эти меры явились первым шагом к торможению развития резистентности у вредной черепашки и позволили обеспечивать высокую эффективность обработок - 92-96% (против 19-46% при использовании пиретроидных препаратов).

Таблица 3. Чувствительность к инсектицидам клопа вредной черепашки разных поколений Ставропольский край, Кировский р-н, 1998

Препарат	Клопы перезимовавшие		Клопы дочернего поколения	
	СК <sub>50</sub> , % д.в.	ПР	СК <sub>50</sub> , % д.в.	ПР
Децис 25 КЭ	0.0000038 ± 0.00000168	3.6	0.000015 ± 0.0000052	14.2
Суми-альфа 50 КЭ	0.0000082 ± 0.00000358	1.6	0.000018 ± 0.0000082	3.5
Фьюри 100 ВЭ	0.0000016 ± 0.000000796	7.3	0.0000124 ± 0.0000064	56.4
Сумитион 500 КЭ	0.0000094 ± 0.0000032	1.7	0.000052 ± 0.0000056	9.5

В последнем десятилетии объектом интенсивной химической борьбы стал колорадский жук. Накоплено достаточно данных, характеризующих сложность защиты картофеля, томата, баклажана (Коваленков, Тюрина, 2000; Коваленков и др., 2000). Фактически эти культуры превратились в наиболее обрабатываемые. Проиллюстрируем сказанное на примере фитосанитарной ситуации, сложившейся в регионе Кавказских Минеральных Вод в 2000 г. В мае на одном растении картофеля концентрировалось от 9 до 32 перезимовавших жуков, которые обгрызали всходы. Уже на стадии проростков было уничтожено 7-19% растений. Тогда впервые земледельцы вынуждены были приступить к обработкам по имаго. Эта мера оказалась малоэффективной (погибало не более 32% жуков), не приостановила спаривания, откладку яиц и заселение растений. В начале июня на 1 кусте насчитывали 7-16 яйцекладок и 37-94 отродившихся личинок. В СПК "Овощевод" Минераловодского и "Родник" Предгорного районов к 15 июня провели соответственно 5 и 6 обра-

боток картофеля, и тем не менее 34% растений оказались уничтоженными. В этих и многих других хозяйствах Георгиевского и Предгорного районов в течение лета инсектициды применили от 6 до 11 раз. Как и в предыдущие годы, использовали наиболее дешевые препараты пиретроидного класса - децис, фастак, каратэ, суми-альфа, фьюри. Гектарный расход их завышался в 3-5 раз, так как биологическая эффективность рекомендуемых норм не превышала 17%, а срок токсического действия ограничивался 2-7 днями. Смесевые комбинации увеличивали гибель вредителя на 38-51%. Однако это не приносило долговременного эффекта и уже через 6-8 дней требовалась очередная обработка, после которой следовал еще больший спад эффективности. На примере 4 препаратов в таблице 4 показано, насколько изменились разрешающие возможности длительно применяемых инсектицидов за 9 лет. Очевидно, что в новых условиях для гарантированной сохранности урожая необходимо пойти на изъятие из обращения препаратов, утративших эффективность по причине высо-

кой резистентности к ним у колорадского жука. Неуязвимость вредителя формировалась постепенно по мере наращивания объемов и длительности применения ФОС, а затем пиретроидов в 80-90 гг., что обусловило селекцию мутаций, детерминирующих перекрестную резистентность к препаратам двух химических классов. Динамика ее формирования в Предгорном районе представлена в таблице 5.

При мониторинге в Минераловодском районе обнаружены популяции колорадского жука с максимально высокими показателями устойчивости - 26.5-566.7х, свидетельствующими о сложности соз-

давшейся фитосанитарной ситуации и необходимости решительного обновления ассортимента используемых препаратов. В то же время в Кабардино-Балкарии выявленная толерантность (2.0-12х) позволяет продолжить использование пиретроидов (табл. 6). Таким образом, получено еще одно свидетельство присутствия в агроландшафтах разнорезистентных популяций вредителей и необходимости формирования гибкой, многовариантной тактики защиты растений, дифференцированной по показателям чувствительности объектов борьбы к инсектицидам.

Таблица 4. Эффективность пиретроидных и фосфорорганических инсектицидов против колорадского жука. Ставропольский край

Препарат	Норма расхода, л/га	Год	Биологическая эффективность (%) по дням учета					
			Георгиевский район			Минераловодский район		
			3	5	10	3	5	10
Денис 25 КЭ	0.10	1992	83.0	64.4	31.5	79.5	52.5	28.2
	0.15	1995	51.0	36.0	20.2	45.2	26.5	17.0
	0.15	1998	28.2	11.0	0	31.5	0	0
	0.15	2000	11.5	0	0	9.2	0	0
Суми-альфа 50 КЭ	0.25	1993	71.5	42.5	0	66.5	38.2	0
	0.25	1995	46.2	21.5	0	39.2	21.5	0
	0.25	1998	17.5	0	0	11.5	0	0
Фьюри 100 ВЭ	0.10	1992	81.5	66.5	31.5	75.5	48.2	12.5
	0.10	1995	62.5	45.6	18.2	46.2	12.5	0
	0.15	1998	22.2	0	0	11.5	0	0
Золон 350 КЭ	2.00	1992	82.5	66.2	44.2	74.5	52.5	31.2
	2.00	1996	66.2	38.5	0	51.2	34.6	0
	2.00	1999	41.5	20.2	12.5	48.5	24.2	0

Таблица 5. Формирование резистентности к инсектицидам у колорадского жука Ставропольский край, Предгорный район

Препарат	1995		1997		2000	
	СК <sub>50</sub> , % д.в.	ПР	СК <sub>50</sub> , % д.в.	ПР	СК <sub>50</sub> , % д.в.	ПР
Денис 25 КЭ	0.0000205		0.0000415		0.00026	
	±0.0000071	6.8	±0.000016	13.8	±0.000039	83.3
Фьюри 100 КЭ	0.000013		0.000046		0.000106	
	±0.0000046	3.3	±0.0000088	11.8	±0.000026	27.2
Суми-альфа 50 КЭ	0.0000215		0.0000184		0.000425	
	±0.0000041	2.5	±0.0000066	2.2	±0.000077	50.0
Каратэ 50 КЭ	0.0000142		0.000032		0.000055	
	±0.0000024	1.4	±0.0000048	3.2	±0.000024	5.5
Банкол 500 СП	0.000184				0.00024	
	±0.000078	8	-		±0.000043	1.3

Фитосанитарная ситуация усложняется из-за образовавшейся многоукладности форм хозяйствования. Возделывание пасленовых культур осуществляется тремя группами производителей: фермерскими хозяйствами, коллективными объединениями (предприятиями) и индивидуальным сектором. Рекомендуемая тактика сдерживания вредоносности колорадского жука в наибольшей степени осваивается фермерами, частично - коллективными хозяйствами и почти не воспринимается владельцами дачных, огородных и приусадебных участков. Эти уголья превратились в своеобразные

многолетние резерваты высокорезистентных популяций. Так, в 2000 г. в Предгорном районе в садоводческом товариществе "Ягодное" зарегистрирована 320-кратная устойчивость жука к децису, в то время как максимальный ее уровень в коллективных хозяйствах этого района составил 83.3х, а в фермерских - 56.2х. Причем, если увеличение резистентности в 1.6-2.5 раз зарегистрировалось в течение сезона 1996 г. на фоне 8-9-кратных обработок децисом, фастаком, каратэ, то в 1999 г. возрастание ее показателей в 2.2-3.8 раза произошло уже при 6-кратном применении этих препаратов.

Таблица 6. Токсичность инсектицидов для разных популяций колорадского жука, 2000

Препарат	Кабардино-Балкария			Минераловодский р-н Ставропольского края		
	СК <sub>50</sub> , % д.в.	СК <sub>95</sub> , % д.в.	ПР	СК <sub>50</sub> , % д.в.	СК <sub>95</sub> , % д.в.	ПР
Денис 25 КЭ	0.000036			0.0017		
	±0.0000058	0.000146	12	±0.00022	0.005	566.7
Фьюри 100 КЭ	0.0000039			0.0012		
	±0.0000008	0.0000205	8	±0.000156	0.0034	307.7
Суми-альфа 50 КЭ	0.00003			0.000225		
	±0.0000006	0.000158	3.5	±0.00003	0.00069	26.5
Каратэ 50 КЭ	0.0000195			0.00052		
	±0.0000036	0.0001124	2.0	±0.000094	0.0022	52.0

Общая закономерность подтверждается формированием высокорезистентных популяций жука в Ростовской области. При мониторинге в 1997 г. мы выявили в Азовском районе 36.2-кратную устойчивость к фьюри и 45 - к каратэ, в Сальском районе, соответственно, 157.7х и 70.0х, а также 333.3х - к децису. В Белокалитвенском районе устойчивость к этим препаратам была на уровне 6.5х, 10.0х и 176.7х. Эффективность фьюри при 3-кратных обработках составила 68-27.2%, каратэ - при 2-кратном применении - 76-54%, а дециса - при 2-х обработках - 36-19%. Таким образом, в Ростовской области, как и на Ставрополье, проявилась групповая устойчивость. В 1998-1999 гг. зарегистрировано значительное увеличение показателей резистентности к децису, арриво и фастаку (Вошедский и др., 2000), а также развитие устойчивости к пиринексу, что свидетельствовало уже о перекрестной ре-

зистентности (Сухорученко, Долженко, 2000).

Краснодарский край не стал исключением из выявленной тенденции. Здесь обнаружены популяции колорадского жука, устойчивость которых выражается значениями от 46.9х (к фастаку) до 237.2х (к суми-альфа), 188.0х (к децису) до 403.3х (к каратэ) (Исмаилов, 2000). Отсюда дестабилизация фитосанитарной обстановки.

Таким образом, мы имеем дело с разноуровневой резистентностью и популяциями с различным числом устойчивых особей, что определяет разную биологическую эффективность инсектицидов. Благодаря многотипности физиологического покоя, генетическому полиморфизму жук обладает высокой лабильностью и высокой жизнеспособностью, что в свою очередь определяет повышенную приспособляемость к стрессовым факторам. В их числе - обработки инсектицидами.

Все более серьезной становится проблема сохранения урожая томата, болгарского перца, кукурузы от поврежденной хлопковой совкой. В регионе Кавказских Минеральных Вод несмотря на последовательное наращивание кратности химобработки, за последние 5 лет ее численность возросла в 6-8 раз. Потери 18-39% урожая при 5-7-кратном применении инсектицидов становятся нормой. В этой связи показательна ситуация, сложившаяся в СПК "Родник" Предгорного района в 2000 г. Здесь в июле после двух обработок пиретроидными и одной фосфпрепаратами на кусте томата насчитывалось до 16 гусениц и было повреждено 74% растений.

На производственных массивах томата кроме хлопковой совки повсеместно отмечается возрастание численности полевого клопа (*Lygus pratensis* L.). При анализе собранных в этом хозяйстве обоих вредителей установлена перекрестная устойчивость их к пиретроидам и ФОС на 26-280-кратном уровне. В Георгиевском районе сложилась аналогичная ситуация. Полученные данные свидетельствуют о перекрестной резистентности не только у хлопковой совки, полевого клопа, но и у фитонюмы (*Phytonomus variabilis* Hbst.) (табл. 7). В опытах 1997-1999 гг. на протяжении 6 поколений хлопковой совки на томатах при 14 проведенных обработках семью пиретроидными препаратами мы зарегистрировали увеличение резистентности с 26-39 до 56-114-кратного уровня. В эти же годы резистентность к пиретроидным препаратам и ФОС возросла у гороховой тли (*Acyrtosiphon pisum* Harris) в 22 раза, достигнув рекордных 240-650х показателей, у капустной тли - в 31 раз с максимальными показателями 184-473х.

В Кисловодском тепличном комбинате и совхозе "Тепличный" Предгорного района вспышка развития оранжерейной белокрылки явилась следствием многолетних неумеренных обработок инсектицидами томата и огурца. При анализах выявлены настолько высокие показатели устойчивости к актеллику (368.2-590.9х), к карбофосу (13.4-15.5х) и циперкилу

(31.6-113.9х), что говорит о сдерживании развития вредителя на хозяйственно безопасном уровне не приходится. Низкую токсичность проявил и апплауд. Таким образом, в теплицах сформировались популяции с множественной устойчивостью (Коваленков, Тюрина, 1994а).

Таблица 7. Токсичность инсектицидов для сельскохозяйственных вредителей Ставропольский край, Георгиевский р-н, 1999

Препарат	СК <sub>50</sub> , % д.в.	ПР
<u>Хлопковая совка</u>		
Децис 25 КЭ	0.0025±0.00038	208.3
Суми-альфа 50 КЭ	0.00082±0.00017	273.3
Сумицидин 200 КЭ	0.0046±0.00086	35.4
Талстар 100 КЭ	0.00038±0.00007	47.5
Золон 350 КЭ	0.088±0.014	23.8
<u>Полевой клоп</u>		
Суми-альфа 50 КЭ	0.000021±0.000003	70.0
Сумицидин 200 КЭ	0.00038±0.00007	47.5
Золон 350 КЭ	0.0082±0.0014	14.9
<u>Фитонюма</u>		
Децис 25 КЭ	0.00083±0.00014	31.9
Суми-альфа 50 КЭ	0.058±0.0085	15.3
Золон 350КЭ	0.22±0.016	7.1

В условиях преобладающего применения химического метода, утраты комплексности и планомерности защиты растений, ослабленных агротехники и организации труда в Северо-Кавказском регионе все более заметным становится новое явление: трансформация ранее второстепенных смежнообитающих видов в экономически значимые. Эта смена доминант связана со структурными и качественными изменениями, происходящими в агроценозах. Новые виды по интенсивности размножения, инвазионности и вредоносности становятся в один ряд с доминантными. Причем их видовое разнообразие по годам расширяется и нет оснований ожидать, что они возвратятся в прежние малозначимые экологические ниши. К 2001 г. мы зарегистрировали на 19 культурах свыше 40 видов фагов, которые стали объектами борьбы (Коваленков, Соколов, 1999; Коваленков, 2000а). Тревожит рост численности этих членистоногих, сопровождающийся утратой природной чувствительности к приме-

няемым инсектицидам. Например, на зерновых культурах в условиях проводимых обработок против клопа черепашки остроголовый клоп (*Aelia acuminata* L.) оказался в 7-15 раз устойчивее к пиретроидам и в 2-4 раза - к ФОС, чем целевой объект борьбы. Природная чувствительность зеленоглазки (*Chlorops pumilionis* Bjerck.), стройного странствующего клопика (*Notostira elongata* Ceaffr.), жука-кузьки (*Anisoplia austriaca* Hbst) определено снизилась, о чем свидетельствует падение биологической эффективности задействованных против

них препаратов - до 26% (суми-альфа, фьюри) и до 52% (каратэ, арриво). По этой же причине 2-4-кратное увеличение норм расхода пиретроидов не позволило погасить внезапные вспышки размножения в Кировском районе в 1997 г. бражников - линейчатого (*Celerio lineata* F.), молочайного (*C.euphorbiae* L.) и вьюнкового (*Herse convolvuli* L.), которые повредили посевы гречихи и подсолнечника на 1036 га, а в 2000 г. - кузнечика зеленого (*Tettigonia viridissima* L.), нанесшего серьезный урон подсолнечнику на 970 га.

РЕШЕНИЕ ДВУЕДИНОЙ ЗАДАЧИ			
Снижение токсической нагрузки на агроландшафты		Обеспечение реверсии резистентности до исходных уровней	
ТАКТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ УПОРЯДОЧЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ			
Выборочное (очаговое) применение инсектоакарицидов в соответствии с экономическими пороговыми вредоносности, на основе феромонного мониторинга	Ротация препаратов, отличающихся по химической структуре, механизму токсического действия и спектру активности	Интеграция химических средств с биологическими, производимыми региональными биолaborаториями	
ПУТИ ФОРМИРОВАНИЯ БИОЦЕНОТИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ			
Сезонная колонизация энтомоакарифагов	Применение микробиологических препаратов	Активизация жизнедеятельности природных регуляторов численности фитофагов	Интродукция и внутриареальное перераспределение полезных членистоногих
ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ			
Снижение расхода, повышение разрешающих возможностей и продление срока производственного применения пестицидов	Торможение развития резистентности и реверсия ее до исходных уровней	Восстановление механизмов саморегуляции, усиление контроля за фитосанитарной ситуацией в масштабе севооборотов и агроландшафта	Повышение экономической эффективности и экологической безопасности систем защиты растений

Рис. Антирезистентная система контроля за развитием вредителей сельскохозяйственных культур

Систематически проводимое нами картирование и многочисленные анализы свидетельствуют: процесс формирования резистентных популяций приобрел непрерывный характер, а вредители - повышенный коэффициент размножения.

Резюмируя вышеизложенное, подчеркнем, что возрастающая резистентность выступает фактором, существенно дестабилизирующим фитосанитарную

обстановку и нейтрализующим влияние химических средств. В Таджикистане и Северо-Кавказском регионе происходящие изменения выявлялись в такой последовательности: спад эффективности применяемых пестицидов, увеличение их расхода, сокращение сроков восстановления численности объектов борьбы после обработки до порога вредоносности, повышение плодовитости насекомых,

плотности их популяций на посевах, площадей распространения и, наконец, возросшая резистентность. Наиболее четко эта закономерность прослеживается на колорадском жуке (Коваленков, Тюрина, 2000; Коваленков и др., 2000). Первопричина в двух отличающихся природными условиями и сельскохозяйственной специализацией регионах одна и та же: односторонняя неумеренная химизация.

Резистентность характеризуется изменением генетической структуры популяции в результате появления и распространения устойчивого биотипа, вследствие отбора под селективирующим давлением пестицидов. Согласно А.А.Жученко (1994) резистентность любого биологического вида к абиотическим стрессорам – изначально присущее ему свойство реализации адаптивного потенциала, выработанное в процессе многовековой эволюции. Это явление полезно для вида и играет определенную роль в его выживании. Приобретая генетически закрепленную устойчивость к пестициду, фитофаги быстрее восстанавливают свою численность и оказываются лучше приспособленными к различным изменениям экоресурсов. Поэтому их вредоносность в отношении растения-хозяина проявляется быстрее и сильнее. В то же время каждая очередная обработка, теряя эффективность, становится дополнительным стимулом размножения вредителя, усиливает негативное влияние на природных энтомоакарифагов и окружающую среду.

Важным направлением исследований служит обнаружение и регистрация наиболее чувствительных популяций. Проведены широкие сборы насекомых из разных районов и хозяйств, различающихся интенсивностью химических обработок. Анализами в лаборатории устанавливали среднелетальные концентрации, а полученные данные по каждому из препаратов сопоставлялись. Наименьшие оценки принимались в качестве эталонных (контрольных) для отсчета показателей резистентности. Такие токсикологические параметры важно накап-

ливать по каждому длительно применяемому и впервые вводимому инсектициду и использовать в практике мониторинга. Насколько необходима такая работа, проиллюстрируем примерами. В 1996 г. при мониторинге резистентности колорадского жука к фьюри наиболее чувствительная популяция была выявлена в Предгорном районе Ставропольского края ( $СК_{50} = 0.000013\%$  д.в.). От нее проводили отсчеты при последующих анализах насекомых других популяций. Например, в Сальском районе Ростовской области обнаружили жука,  $СК_{50}$  которого  $= 0.00205\%$ . При сравнении токсикологических параметров для этой и чувствительной (из Предгорного района) популяций рассчитали показатель устойчивости – 157.7. В 1999 г. в Кабардино-Балкарии зарегистрировали еще большую чувствительность к фьюри:  $СК_{50} = 0.0000039\%$  д.в. Этот показатель в настоящее время как минимальный принят в качестве контрольного. Если теперь провести перерасчет ранее полученных данных анализа чувствительности жука из Ростовской области, то справедливо будет признать более достоверной устойчивость Сальской популяции, равную 526-кратному уровню.

Полученные нами наименьшие показатели чувствительности колорадского жука, клопа черепашки, щавелевого листоеда (*Castrophysa viridula* Deg.), яблонного цветоеда (*Anthonomus pomorum* L.), ряда других вредителей к инсектицидам обобщены в методиках и рекомендованы для использования в практике мониторинга (Коваленков, Тюрина, 1996; Коваленков и др., 1999а). При проведении мониторинга регистрируются особенности сукцессии энтомоакарифауны, перестройки консортной структуры, дается оценка модификационным и генотипическим изменениям в составе популяций энтомофауны. Установленная резистентность характеризует не только уровень чувствительности вредителей к пестицидам, но и их жизнеспособность и служит главным ориентиром для изъятия из обращения препаратов, теряющих эффективность, введения в практику новых,

либо перехода на взаимодополняемые схемы сочетаний химического метода с биологическим или преимущественное применение последнего. Сопоставление полученных показателей позволяет выделить участки с избыточной и умеренной химической нагрузкой. Результаты мониторинга учитываются в числе предикторов (наряду с данными об экоресурсах, фенологии вредителей и заселенных ими площадях) при прогнозировании динамики развития и распространения объектов борьбы, эффективности защитных мероприятий. Они позволяют формировать оптимальный ассортимент пестицидов и антирезистентную тактику защиты растений дифференцированно по районам и хозяйствам.

Исходя из поучительного опыта, накопленного в хлопководстве, результатов наших исследований в Северо-Кавказском регионе и последних разработок ВИЗР (Долженко, Сухорученко, 2000; Павлюшин, 2000; Вилкова и др., 2001) основополагающим в преодолении сформировавшейся резистентности и предупреждении ее развития к нововводимым инсектоакарицидам признан переход от разовой химической борьбы к биоценологическому регулированию в масштабах севооборота и агроландшафта. Речь идет о разработке антирезистентных интегрированных систем контроля за развитием комплекса вредителей и болезней. Спектр их составляющих представлен на рисунке.

Проанализированы особенности измененной фитосанитарной обстановки с учетом последствий качественной и структурной перестройки агроландшафтов, разработаны рекомендации производству, в которых стратегия элиминации резистентности рассматривается как переход от химико-технологической тактики защиты растений к адаптивно-ландшафтной системе биоценологического контроля (Коваленков, Тюрина, 1997; Коваленков и др., 2000а). Предлагается мониторинг, обновление ассортимента пестицидов и внедрение ротации препаратов различных химических классов, механизма действия и спектра активности

сделать составной частью практической работы государственной службы совместно с сотрудниками научных учреждений. Одновременно обеспечивать снижение химической нагрузки на основе точной наработки энтомофагов и микробиопрепаратов в региональных биолaborаториях (биофабриках) и массированно их применения.

Выполненные научно-прикладные работы позволили доказать: экологически обоснованными мероприятиями можно довести уровень биоразнообразия в агроценозах до реальной саморегуляции, а разработанные интегрированные системы защиты растений способны оптимизировать фитосанитарную ситуацию. Наш опыт свидетельствует о правомерности утверждения М.М.Левитина и соавторов (2000) о том, что "управление агроценозами возможно только опосредованно через управление сельскохозяйственным производством и технологическими процессами". Эта взаимосвязь нами учитывалась и обеспечивалась при реализации разработок.

Изменение стратегии и тактики защиты возделываемых культур обусловило сокращение кратности обработок, пролонгирование сроков токсического действия пестицидов, торможение и реверсию резистентности. Многовариантность подходов обеспечивается апробированными схемами чередования различных средств. Практикам предложено применительно к различным культурам свыше 20 эффективных вариантов. Например, против колорадского жука - посменное применение матча и смеси пиретроидных и фосфорорганических препаратов, а при необходимости повторно - банкала либо моспилана. Возможен и другой вариант: двукратная обработка ботоксисбациллином (с интервалом 8-10 дней), а повторно - сонетом. На таком фоне исходный уровень резистентности жука с 40-150х понижался до 26-98х.

В 1996-2000 гг. организованный нами биоценологический контроль на посевах томата, болгарского перца, кукурузы в 8-ми хозяйствах региона Кавказских Минеральных Вод на площади 720-1280 га

путем взаимодополняемого применения трихограммы, габробракона, лепидоцида, битоксибациллина обусловил реверсию резистентности хлопковой совки с 76-178 до 18-43-кратного уровня. В то же время зарегистрирована такая особенность: в открытых агроценозах, ограниченных одним хозяйством или группой полей, добиться полной реверсии у членистоногих, способных к активным перелетам, не удастся. Так, в Незлобненской семеноводческо-технологической станции СНИИСХ, возделывающей зерновые и сою на 270 га без пестицидов, нами зарегистрирована популяция клопа черепашки с 26-кратной устойчивостью к децису и 17.6 - к суми-альфа. Эти показатели лишь в 3-5 раз ниже тех, которые получены на обрабатываемых полях соседнего хозяйства. В Предгорном районе на 10.5 тыс.га пшеницы вредоносность черепашки сдерживается теленоминами и надобности в химобработках много лет не возникает. Тем не менее, как показывают анализы, резистентность клопа к пиретроидам неуклонно повышается - в 2000 г. она была 18-29-кратной к децису, каратэ, суми-альфа против 4-6х в 1997 г.

Разработанная система биоценоtiche-

#### Литература

Ваньянц Г.М., Коваленков В.Г., Тюрина Н.М. и др. Рекомендации по интегрированной борьбе с резистентными популяциями вредителей хлопчатника в Таджикистане. Душанбе, 1986, 20 с.

Ваньянц Г.М., Коваленков В.Г., Козлова Л.Н. и др. Рекомендации по интегрированной защите хлопчатника от вредителей и болезней в Таджикистане. Душанбе, 1987, 58 с.

Ваньянц Г.М., Коваленков В.Г. Научные основы и практические результаты интегрированной защиты хлопчатника в Таджикистане. /Интеграция методов и средств защиты растений от вредителей, болезней и сорняков в Таджикистане. Сб. научн. тр., Душанбе, 1991, с.4-11.

Вилкова Н.А., Фасулати С.Р., Кандыбин Н.З. и др. Биологические факторы экспансии колорадского жука. /Защ. и карантин раст., 1, 2001, с.19-23.

Вошедский Н.Н., Махоткин А.Г., Зверев А.А. Формирование резистентных популяций вредных членистоногих в Ростовской области. /Состояние проблемы резистентности к пестицидам вредных организмов и пути перехо-

*Вестник защиты растений, 2, 2001*  
ского контроля должна совершенствоваться, увязываться с происходящим изменением ассортимента, качественных характеристик пестицидов и производимых в лабораториях биоагентов. В частности, соответствующие анализы, оперативные оценки и прогноз сегодня необходимы в связи с расширением поставок препаратов с низкими нормами расхода, изменением их препаративных форм, увеличением количества избирательных и комбинированных средств с более широким спектром действия (Долженко, 1999). К таким изменениям, требующим новых технологий обработок и опрыскивающих механизмов, способных обеспечить точное, качественное нанесение рабочих растворов на растения, производители сельскохозяйственной продукции сегодня не готовы.

Анализ фитосанитарной ситуации, ошибок и просчетов практикуемой организации защиты растений, сложного экономического положения земледельцев позволяет заключить: проблема резистентности не утратит своей остроты, а научная разработка, реализация результатов исследований по ее преодолению и предупреждению останутся в числе актуальных.

да к биоценотическому контролю ее развития в условиях Северо-Кавказского региона. Матер. конференции, Краснодар, 2000, с. 24-26.

Долженко В.И. Нормирование и совершенствование ассортимента средств защиты растений. /Защ. и карантин раст., 12, 1999, с.20-21.

Долженко В.И., Сухорученко Г.И. Инсектициды против колорадского жука на картофеле и тактика их применения. /Защ. и карантин раст., 11, 2000, с.9-11.

Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концепция). Пушино, 1994, 146 с.

Зильберминц И.В. Генетика резистентности членистоногих к пестицидам и методы ее анализа. /Резистентность вредителей сельскохозяйственных культур к пестицидам и ее преодоление. М.,1991, с.7-59.

Исмаилов Б.Я. Влияние трансгенных сортов картофеля на биоэкологические особенности колорадского жука и разработка на этой основе экологизированной защиты. /Современные системы защиты и новые направления в повышении устойчивости картофеля

к колорадскому жуку. М., 2000, с.150-157.

Коваленков В.Г. Агробиологические и организационные основы интегрированной системы защиты хлопчатника от вредителей. Душанбе, 1984, 50 с.

Коваленков В.Г. Принципы управления агроэкологическими системами. /Хлопководство, 1, 1986, с.9-12.

Коваленков В.Г. Природоохранная система защиты растений от вредителей в условиях интенсивного земледелия. Душанбе, 1989, 52 с.

Коваленков В.Г. Из опыта экологизации защиты культур хлопкового севооборота в Таджикистане. /Экологически безопасные и беспестицидные технологии получения растениеводческой продукции. Матер. Всеросс. научно-производ. совещ. 2, Пущино, 1994, с.61-65.

Коваленков В.Г. Сукцессия фитофагов нарастает. /Агро XXI, 10, 2000, с.2-3.

Коваленков В.Г., Ваньянц Г.М. Развитие устойчивости тлей к фосфорорганическим инсектицидам в Таджикистане. /Состояние и перспективы исследований по предотвращению резистентности вредителей, возбудителей болезней и сорняков к пестицидам и разработке эффективных мер борьбы с бактериальными болезнями растений. Тез. докл. 5 Всесоюз. совещ., Л, 1980, с.40-42.

Коваленков В.Г., Тюрина Н.М. Тактика борьбы с тлями и паутинным клещом на хлопчатнике в условиях формирования резистентности к пестицидам. /Состояние проблемы резистентности вредителей и возбудителей болезней растений к химическим средствам защиты растений и ее преодоление. Тез. докл. 7 совещ. Рига, 1988, с.9-11.

Коваленков В.Г., Тюрина Н.М. Чувствительность хлопковой совки к инсектицидам в условиях сокращения химических обработок. /Состояние проблемы резистентности вредителей и возбудителей болезней растений к химическим средствам защиты растений и ее преодоление. Тез. докл. 7 совещ., Рига, 1988а, с.57-58.

Коваленков В.Г., Тюрина Н.М. Развитие устойчивости оранжерейной белокрылки к инсектицидам. /Состояние проблемы резистентности вредителей и возбудителей болезней растений к химическим средствам защиты растений и ее преодоление. Тез. докл. 7 совещ., Рига, 1988б, с.43-45.

Коваленков В.Г., Тюрина Н.М. Состояние резистентности тлей к инсектицидам в Гиссарской долине Таджикистана. /Современное положение с резистентностью вредителей, возбудителей болезней растений и сорняков к пестицидам. Тез. докл. 8 совещ. Уфа, 1992, с.17-18.

Коваленков В.Г., Тюрина Н.М. Чувстви-

тельность вредителей и энтомофагов к пестицидам. /Защ. раст., 11, 1993, с.20-21.

Коваленков В.Г., Тюрина Н.М. Мониторинг резистентности оранжерейной белокрылки и энкарзии к инсектицидам. /Экологически безопасные и беспестицидные технологии получения растениеводческой продукции. Матер. Всеросс. научно-производ. совещ. 1, Пущино, 1994, с.52-55.

Коваленков В.Г., Тюрина Н.М. Система биоценотического контроля резистентности вредных и полезных членистоногих к пестицидам. /Агрохимия, 12, 1996, с.79-96.

Коваленков В.Г., Тюрина Н.М. Особенности интегрированной защиты полевых культур в регионе Кавказских Минеральных Вод. /Проблемы оптимизации фитосанитарного состояния растениеводства. Сб. тр. Всеросс. съезда по защ. раст. СПб. 1997, с.276-280.

Коваленков В.Г., Тюрина Н.М., Соколов М.С. Проблема резистентности фитофагов к пиретроидным инсектицидам и пути ее решения (на примере Северо-Кавказского региона). /Агрохимия, 10, 1998, с.24-32.

Коваленков В.Г., Соколов М.С. Преодолима ли резистентность вредителей к пиретроидам? /Агро XXI, 2, 1999, с.16-17.

Коваленков В.Г., Тюрина Н.М. Как преодолеть резистентность фитофагов к пиретроидам? /Агро XXI, 11, 1999, с.20-22.

Коваленков В.Г., Штайн С.Е., Тюрина Н.М. Дестабилизирующая роль резистентности и ее преодоление. /Защ. и карантин раст., 7, 1999, с.8-9.

Коваленков В.Г., Соколов М.С. Проблема смены форм вредителей и тактика защиты. /Агро XXI, 7, 1999, с.6-7.

Коваленков В.Г., Тюрина Н.М., Брыкалов А.В. и др. Состояние проблемы и методика определения резистентности фитофагов к современным инсектоакарицидам. Ставрополь, 1999а, 33 с.

Коваленков В.Г., Тюрина Н.М. Распространение, вредоносность и методы подавления колорадского жука на пасленовых культурах (в условиях Ставрополья). /Современные системы защиты и новые направления в повышении устойчивости картофеля к колорадскому жуку. М., 2000, с.11-13.

Коваленков В.Г., Тюрина Н.М., Соколов М.С. Резистентность колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) к пиретроидным инсектицидам и комплексные приемы ее преодоления. /Современные системы защиты и новые направления в повышении устойчивости картофеля к колорадскому жуку. М., 2000, с.78-93.

Коваленков В.Г., Тюрина Н.М., Исмаилов В.Я. Рекомендации по предотвращению рези-

стентности фитофагов к инсектоакарицидам (для условий Северо-Кавказского региона). Краснодар, 2000, 22 с.

Коваленков В.Г., Чебыкина Л.А. Научное обоснование и практический опыт производства и применения биологических средств в интегрированной защите растений (на примере Кавминводского опорного пункта). /Актуальные вопросы биологизации заш. раст., Пушино, 2000, с.112-120.

Левитин М.М., Танский В.И., Власов Ю.И., Соколов И.М., Жаров В.Р., Гончаров Н.Р. Принципы интегрированного подхода к решению проблем защиты растений. /Вестник заш. раст., 1, 1999, с. 44-50.

Нарзикулов М.Н., Коваленков В.Г. /ред./. Основы интегрированной защиты хлопчатника от вредителей и болезней в Средней Азии. Душанбе, 1977, 200 с.

Нарзикулов М.Н., Умаров Ш.А., Коваленков В.Г. и др. Интегрированная защита хлопчатника от вредителей. Душанбе, 1981, 246 с.

Нарзикулов М.Н., Коваленков В.Г. Экосистемный подход в защите хлопчатника. /Заш. раст., 12, 1985, с.19-20.

Павлюшин В.А. Биологическая защита растений от колорадского жука. /Заш. и карантин раст., 10, 2000, с.19-21.

Столяров М.В., Сугоняев Е.С., Умаров Ш.А. Динамика сообщества членистоногих хлопкового поля в Северном Афганистане. Обоснование интегрированной системы защиты хлопчатника от вредителей. 1. /Энтомологический обзор, 52, 3, 1974, с.245-257.

Столяров М.В., Сугоняев Е.С., Умаров Ш.А. Динамика сообщества членистоногих хлопкового поля в Северном Афганистане. Обоснование интегрированной системы защиты

хлопчатника от вредителей. 2. /Энтомологический обзор, 52, 4, 1974а, с.481-496.

Сугоняев Е.С. Опыт разработки интегрированной системы защиты хлопчатника от вредителей на биоценологической основе. /Журн. общей биол., 40, 5, 1979, с.668-676.

Сухорученко Г.И., Смирнова А.А., Митрофанов В.Б. и др. Рекомендации по рациональному чередованию инсектицидов, акарицидов и биопрепаратов в борьбе с резистентными популяциями вредителей хлопчатника. Л.,ВИЗР, 1985, 34 с.

Сухорученко Г.И. Резистентность вредителей хлопчатника к пестицидам, стратегия и тактика ее преодоления, Автореф. докт. дисс. Л.,ВИЗР, 1988, 36 с.

Сухорученко Г.И. Система преодоления резистентности в популяциях вредителей хлопчатника. /Резистентность вредителей с.-х. культур к пестицидам и ее преодоление. М., 1991, с. 140-165.

Сухорученко Г.И., Зверев А.А. Вредители хлопчатника: скорость и закономерности формирования резистентности к пестицидам. /Там же, с.104-126.

Сухорученко Г.И. Состояние проблемы резистентности вредителей хлопчатника к пестицидам в Средней Азии и Азербайджане в начале 90-х годов. /Энтомологический обзор, 74, 1, 1996, с.3-15.

Сухорученко Г.И., Долженко В.И. Формирование перекрестной резистентности к инсектицидам в Ростовской популяции колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae). /Современное состояние проблемы резистентности вредителей, возбудителей болезней и сорняков к пестицидам в России и сопредельных странах на рубеже XXI века. Матер. 9 совещ., СПб, 2000, с. 30.

#### RESISTANCE OF PHYTOPHAGANS TO INSECTICIDES/ACARICIDES AND BIOCENOTIC PRINCIPLES OF LONG-TERM CONTROL OF ITS DEVELOPMENT

V.G. Kovalenkov, N.M.Tiurina

Phytophagan resistance to insecticides has been shown to be a factor destabilizing phytosanitary situation. Levels of resistance, major patterns of its development, as well as its economic and ecological consequences have been demonstrated with the eurygaster bug (*Eurygaster integriceps* Put.), colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say), cotton bollworm (*Heliothis armigera* Hbn.) and greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* Weatw.). To prevent these undesirable consequences, the change-over from chemical tactics to biocenotic regulation is necessary. Basic elements of integrated pest management systems are considered that anticipate a sound use of chemicals, application of biological agents, and reestablishment of the mechanisms of biotic agroecosystem stabilisation.

## **УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ МЕТОДИКА МОНИТОРИНГА РЕЗИСТЕНТНОСТИ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ К ПЕСТИЦИДАМ НА ПРИМЕРЕ ВРЕДНОЙ ЧЕРЕПАШКИ**

**В.И.Долженко\*, А.Г.Махоткин\*, А.А.Зверев\*, Г.И.Сухорученко\*,  
Н.Н.Вошедский\*\*, М.А.Махоткин\*\*\***

*\*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург*

*\*\*Ростовская областная станция защиты растений*

*\*\*\*Ростовский государственный университет*

Усовершенствованная методика мониторинга резистентности вредителей к пестицидам разработана на основе материалов, полученных в Ростовской области и Ставропольском крае применительно к клопу вредной черепашке, и содержит в себе ряд общих организационных и методологических принципов и подходов, применимых к другим вредным организмам в различных агроценозах и регионах. Методика рассчитана на практических работников службы защиты растений и предусматривает компьютерную обработку результатов токсикологического анализа.

Вредная черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.) - опасный вредитель зерновых культур, повреждаемых преимущественно ее личинками, против которых и направлены химические защитные мероприятия. Однако в годы массового размножения вредителя обработки проводят и против перезимовавшего имаго.

В борьбе с вредной черепашкой несколько десятилетий используют химические средства, ассортимент которых претерпел существенные изменения по мере развития химии пестицидов. В итоге популяции насекомого подвергались регулярному воздействию сначала хлорорганических, потом фосфорорганических и, в последнее десятилетие, пиретроидных препаратов. Все это создавало базу для отбора и постепенного накопления в популяции вредителя мутаций, определяющих развитие резистентности к инсектицидам разных химических классов. Замена длительно применявшихся хлорорганических препаратов на фосфорорганические (хлорофос, метафос, метатион и др.) предотвратила развитие резистентности к препаратам ДДТ, но не уничтожила полностью мутации, определяющие общие для хлорорганических и пиретроидных инсектицидов механизмы, ответственные за формирование резистентности. Именно этим обстоятельством можно объяснить быстрое развитие

и распространение резистентности к пиретроидам в разных районах Ростовской области и Ставропольского края в годы последней вспышки размножения вредной черепашки (Коваленков, Соколов, 1998; Вошедский и др., 2000; Долженко, Сухорученко, 2000).

Развитие резистентности (приобретенной устойчивости) к пестицидам у многих вредных членистоногих является серьезной проблемой современного химического метода защиты растений. Неизбежным следствием резистентности становится увеличение доз пестицидов и кратности химических обработок и, как следствие этого, нарушение агробиотических отношений, ведущее к вспышкам размножения вредных видов и появлению новых вредителей, а также к загрязнению окружающей среды. Если процесс формирования резистентной популяции вовремя не приостановлен, он может привести к полной потере эффективности препарата и большому экономическому ущербу, что влечет за собой перестройку всей системы борьбы.

Признаком появления резистентности к применяемому препарату обычно считают снижение эффективности обработок при употреблении стандартной нормы пестицида. Но такое снижение может быть следствием посторонних причин, не имеющих никакого отношения к резистентности вредителя: некачественный

препарат, неравномерная обработка растений, нарушение дозировок и т.д. Для того чтобы потерю эффективности пестицида отнести за счет действительного развития резистентности в обрабатываемой популяции, необходимо знать исходную, характерную для данного вида вредителя чувствительность к данному препарату и в ходе мониторинга сравнивать ее с показателями токсичности для исследуемой популяции.

Современный специалист по защите растений должен владеть методами раннего обнаружения резистентности, которые должны быть технически простыми, мало трудоемкими и, что очень важно, стандартизованными в такой степени, чтобы можно было легко сравнивать реакцию популяций вредителей из разных регионов к различным препаратам.

Методика определения устойчивости вредителя к любому соединению состоит из двух этапов:

- выявления устойчивых особей в популяции с помощью диагностической концентрации (ДК) препарата на полях, где отмечено снижение эффективности химических обработок;
- установления уровня устойчивости популяции вредителя путем постановки специальных опытов.

Диагностическая концентрация препарата подбирается с таким расчетом, чтобы обеспечить 100% гибель особей нормальной чувствительности. В схеме диагностическая концентрация в два раза превышает верхний порог чувствительности нормальных особей, то есть определенное в опыте значение  $СК_{95}$ . Все особи, выжившие после такой обработки, считаются потенциально устойчивыми, а наличие таких особей в 2-3 последовательных проверках служит опасным сигналом развития резистентности, в особенности, если их доля каждый раз возрастает.

Диагностическая концентрация во всех проверках должна быть одной и той же, так как она предназначена не для определения уровня устойчивости, а для получения информации о доле устойчивых особей в популяции. Применение ди-

агностической концентрации позволяет обнаружить резистентных особей задолго до того, как они накопятся в числе, необходимым для сдвига среднего уровня устойчивости популяции (величины  $СК_{50}$ ), и сигнализирует о потенциальном возростании резистентности.

Развернутые опыты по определению уровня устойчивости вредителя целесообразно начать ставить в том случае, когда обнаруживается не менее 20-30% устойчивых особей, так как меньшая их доля мало сказывается на среднем уровне устойчивости популяции.

Предлагаемый метод определения резистентности к инсектицидам вредной черепашки разработан с использованием токсикологических подходов, изложенных ранее в методических указаниях "Определение резистентности вредителей сельскохозяйственных культур и зоофагов к пестицидам" (1990), утвержденных ВАСХНИЛ в качестве стандартных. В основе этих методик лежит изучение реакции вредителя на серию дозировок какого-либо препарата - от минимальной, вызывающей гибель 5-10% нормальных чувствительных особей, до максимальной, при использовании которой гибнет 90% особей и более. Полученные ряды смертности подопытных объектов обрабатывают с помощью пробит-анализа по Миллеру-Тейнтеру (Беленький, 1959) для получения токсикологических параметров характеристики чувствительности конкретной популяции вредителя к определенному пестициду - среднесмертельной концентрации  $СК_{50}$  (или дозы  $СД_{50}$ ) и концентрации  $СК_{95}$ , вызывающей 95% смертность. Дальнейшие процедуры связаны с установлением показателей резистентности (ПР), которые определяют отношением  $СК_{50}$  инсектицида для исследуемой популяции к  $СК_{50}$  инсектицида для популяции, принятой условно за чувствительную. Условность отнесения используемой для сравнения популяции к чувствительной связана с тем, что длительность применения пестицидов разных химических классов в агроценозах делает маловероятным выявление истинно "чувствитель-

ных" популяций членистоногих, не подвергавшихся ранее химическим обработкам.

Необходимо подчеркнуть, что утвержденные ранее методики были рассчитаны, в основном, на специалистов научно-исследовательских учреждений, владеющих методами токсикологических исследований. В настоящее время, когда мониторинг резистентности вредителей к пестицидам проводят на больших площадях, создалась необходимость в региональном подходе к изучению скорости ее развития. Решить эту задачу невозможно без подключения существующей службы защиты растений. В связи с

этим возникла необходимость в усовершенствовании и детализации этих методик для их использования практически работниками в прикладных целях, прежде всего для решения вопросов целесообразности использования в зональных системах того или иного пестицида в зависимости от обнаружения конкретного показателя резистентности к нему у объекта борьбы.

Мониторинг резистентности необходимо вести как к интенсивно применяемым многие годы фосфорорганическим и пиретроидным препаратам, так и к новым появляющимся на рынке инсектицидам.

### **Региональная система мониторинга резистентности вредных организмов к пестицидам, ее цели и задачи**

Учитывая то обстоятельство, что развитие резистентности членистоногих к пестицидам - длительный процесс, необходимо накопление данных по изменению показателей чувствительности вредителей к применяемым средствам борьбы в динамике. Для этого в каждом регионе должна быть создана база данных по чувствительности ключевых вредителей к инсектицидам различного механизма действия в целях своевременного исключения из системы защиты препаратов, теряющих эффективность вследствие развития к ним резистентности в популяциях вредных членистоногих. Это послужит также базой для построения систем применения пестицидов, которые тормозят развитие резистентности и этим продлевают практическую "жизнь" используемых препаратов.

Задачами региональной системы мониторинга резистентности являются, во-первых, регулярное определение токсичности пестицидов для ключевых вредных организмов в каждой из основных природно-климатических зон региона, во-вторых, централизованная компьютерная обработка результатов с вычислением токсикологических показателей анализируемых инсектицидов. На основании полученных материалов делают анализ складывающейся ситуации и проводят

регулирование применяемого ассортимента средств борьбы, направленное на предотвращение развития резистентности вредных организмов.

Система мониторинга предусматривает структуру подразделений, выполняющих мониторинг, на основе существующей службы защиты растений с точным определением и разграничением функций составляющих ее подразделений. Проводится унификация и детальное определение последовательности процедур мониторинга от сбора предварительной информации и планирования работ до оценки результатов и принятия управленческих решений. При этом вероятность ошибок при определении показателей резистентности сводится к минимуму с помощью: 1) более совершенной формы выражения концентраций пестицидов; 2) упрощения процедуры разведения препаратов и выбора концентраций для постановки опытов; 3) расчета токсикологических показателей на основе компьютерной программы. Пригодность препаратов в зональных схемах борьбы оценивают путем использования дополнительного показателя индекса токсичности (ИТ) и его биологической эффективности.

Региональная система мониторинга резистентности ориентирована на суще-

ствующую службу защиты растений и включает в себя региональную СТАЗР (областную, краевую, республиканскую), базовые и остальные районные СТАЗР в каждой из природно-климатических зон региона, сельскохозяйственные предприятия и фермерские хозяйства.

Такая структура сети мониторинга позволяет осуществлять его одновременно во всех зонах региона и оперативно реагировать на развитие резистентности в популяциях вредных организмов к применяемым препаратам. В зависимости от статуса отдельных подразделений службы защиты растений и задач мониторинга его проведение складывается из следующих этапов.

Районные СТАЗР осуществляют сбор информации по ассортименту применяемых в хозяйствах инсектицидов, обрабатываемых площадях и эффективности проводимых защитных мероприятий. На основании анализа этих данных выявляют хозяйства, в которых наблюдается снижение эффективности пестицидов, и устанавливают его причины. В итоге определяют хозяйства, в которых высока вероятность снижения эффективности применения пестицидов вследствие развития резистентности.

Полученные материалы поступают в областную СТАЗР, где они обобщаются по природно-климатическим зонам, в каждой из которых выделяются районы и хозяйства с наименьшей эффективностью инсектицидов. Определяются места и препараты, требующие первоочередного внимания с точки зрения вероятного развития резистентности. Составляется план проведения работ по оценке чувствительности популяций вредителя в конкретных районах и хозяйствах к конкретным инсектицидам.

На начальном этапе развертывания системы мониторинга резистентности, когда в районах еще отсутствует или слаба материальная база для проведения этой работы и на местах отсутствует опыт практического осуществления связанных с мониторингом работ, целесооб-

разно ограничиться проведением его в каждой из природно-климатических зон на базе одной из районных СТАЗР, располагающей наиболее квалифицированными кадрами и иными условиями для проведения такой работы. В этом случае отбор биоматериала следует ограничить двумя-тремя районами природно-климатической зоны, в каждом из которых он осуществляется на территории одного из хозяйств. Обучение работников этих базовых районных СТАЗР методике проведения всех связанных с мониторингом резистентности работ проводят во время семинаров силами привлекаемых для этой цели сотрудников научных учреждений. Присутствие научных сотрудников необходимо также при практическом освоении на местах данной методики работниками каждой из базовых СТАЗР.

Базовые районные СТАЗР служат впоследствии центрами расширения сети мониторинга резистентности в каждой из природно-климатических зон по мере создания материальной базы и приобретения опыта работниками службы защиты растений других районов. Конечной целью является охват системой мониторинга резистентности на постоянной основе всех административных районов региона.

Методика предусматривает четкое разграничение функций и ответственности организационных звеньев сети мониторинга.

Данный подход к организации мониторинга резистентности применим для контроля за ее развитием в популяциях ключевых видов вредителей основных агроценозов к пестицидам разных химических классов. Однако в зависимости от биологии того или иного вредного объекта приведенные положения должны быть адаптированы к конкретному виду и фазе его развития. Разработанное методическое руководство ориентировано на мониторинг резистентности к инсектицидам в популяциях вредной черепашки из разных природно-климатических зон возделывания зерновых колосовых культур.

## Определение резистентности клопа вредной черепашки к инсектицидам

С целью улучшения качества получаемых результатов планируемый объем работ должен быть ограничен. Для каждого места отбора биоматериала целесообразно вести анализ не более, чем по пяти препаратам. В первую очередь определяют резистентность вредной черепашки к тем препаратам, по которым имеются сведения о снижении их биологической эффективности в производственных условиях. Кроме того, в число проверяемых включают наиболее широко применяемые, а также перспективные инсектициды. Вести работу необходимо как с личинками, так и с имаго в зависимости от складывающейся фитосанитарной обстановки на полях, то есть в ранневесенний период с перезимовавшими имаго, в период налива зерна - с личинками младших возрастов и, в случае необходимости, с допитавшимися имаго нового поколения.

Определение чувствительности клопов к инсектицидам проводят на личинках второго возраста, как фазе развития, против которой проводят регулярные обработки, или на окрылившихся клопах. Личинок можно собирать в поле, когда большинство из них находится во втором возрасте. Более точные результаты обеспечивает лабораторное выведение личинок из яиц, отложенных собранными в поле имаго. Перезимовавших клопов собирают в поле перед началом массовой откладки яиц. Насекомых собирают с помощью энтомологического сачка. Кошения необходимо проводить преимущественно в утренние и вечерние часы, поскольку в жаркую пору дня, когда температура воздуха повышается до 23-27°C, клопы переходят в затененные места нижнего яруса. Собранных насекомых доставляют в лабораторию с помощью транспортировочного садка.

Обработку подопытных насекомых производят с помощью откалиброванного пульверизатора или специального лабораторного опрыскивателя. После обработки их переносят в чашки Петри, выстланные фильтровальной бумагой, с кормом (колос

или часть колоса пшеницы).

Долю устойчивых особей в популяции определяют путем обработки личинок или взрослых клопов черепашки диагностическими концентрациями препаратов. Для оценки каждого препарата используют по 100 личинок или имаго. Опрыскивание проводят в пятикратной повторности, по 20 насекомых в каждой.

Определение чувствительности (резистентности) вредителя к инсектицидам проводят путем опрыскивания подопытных личинок или имаго их растворами в серии концентраций. опыты закладывают в четырех повторностях, по десять особей в каждой.

Обработанных насекомых содержат в чашках Петри, защищенных от прямого солнечного света. Учеты их смертности проводят через 72 часа после опрыскивания. Расчет доли устойчивых особей и токсикологических показателей проводят на компьютере при помощи файла "MONITREZ.XLS", предназначенного для работы в редакторе электронных таблиц MICROSOFT EXEL 97.

Апробация разработанной методики специалистами ВИЗР и Ростовской областной СТАЗР была выполнена в 2000 г. в 14 районах, расположенных во всех почвенно-климатических зонах Ростовской области. В ходе работы была определена токсичность для личинок второго возраста вредной черепашки инсектицидов данадим, децис, кинмикс, суми-альфа, фьюри и циткор. Выявлены различия в уровнях резистентности вредителя к инсектицидам в разных зонах Ростовской области (табл. 1). В целом клоп более чувствителен к инсектицидам в северных районах, относительно менее чувствителен в южных районах.

Данные таблицы 1 свидетельствуют также о том, что в ряде районов сформировались популяции вредителя, резистентные к отдельным инсектицидам. Так, в южной зоне (Сальский, Песчанокопский, Целинский районы) выявлены популяции, устойчивые к суми-альфа, кинмиксу и децису. Однако, индекс ток-

сичности этих препаратов в большинстве случаев больше единицы, и они пока еще не до конца утратили свою эффективность. В районах северной и центральной зон (Аксайский, Родионово-Несветайский, Белокалитвинский, Тарасовский, Каменский) сформировалась резистентность к фьюри и суми-альфа, индекс токсичности их меньше единицы и эти токсиканты неэффективны в борьбе с черепашкой. Вместе с тем отмечена высокая чувствительность личинок в районах северной зоны к

децису, в северной и центральной зоне к циткору. В южной зоне, несмотря на развитие резистентности к кинмиксу, суми-альфа, децису, отмечена толерантность вредителя к фьюри, что хорошо согласуется с показателями высокой эффективности препаратов на основе циперметрина на юге области (табл. 2). В отдельных районах выявлена высокая чувствительность личинок к кинмиксу (Азовский, Каменский) и суми-альфа (Аксайский, Каменский, Целинский).

Таблица 1. Токсичность инсектицидов для личинок вредной черепашки Ростовская область, 2000

Район	Латентная концентрация				Район	Латентная концентрация			
	$\times 10^{-4}$ , % д.в.		(ПР)*	(ИТ)**		$\times 10^{-4}$ , % д.в.		(ПР)*	(ИТ)**
	СК <sub>50</sub>	СК <sub>95</sub>				СК <sub>50</sub>	СК <sub>95</sub>		
	<u>Децис</u>					<u>Кинмикс</u>			
Белокалитвинский	0.048	1.4	19.2	14.9	Белокалитвинский	0.51	50	-	1
Тарасовский	0.041	0.18	16.4	115	Тарасовский	3	26	-	1.9
Каменский	0.032	0.17	12.8	122	Каменский	0.24	8.5	-	5.9
Азовский	0.3	4.3	140	4.8	Азовский	0.89	8.3	-	6
Аксайский	0.002	2.7	1	7.7	Аксайский	3.3	101	-	<1
Родионово-Несветский	0.04	0.39	16	53.3	Родионово-Несветский	***	***	***	***
Сальский	0.25	0.92	50	22.1	Сальский	4.68	11.04	-	4.5
Песчанокопский	0.3	0.87	60.2	23.8	Песчанокопский	50	500	-	<1
Целинский	0.15	0.45	29.2	45.5	Целинский	50	500	-	<1
	<u>Данадим</u>					<u>Суми-альфа</u>			
Белокалитвинский	160	5000	107	<1	Белокалитвинский	0.036	<100	4.2	<1
Тарасовский	53	210	35.3	9.5	Тарасовский	0.66	60	7.2	<1
Каменский	90	185	60	10.8	Каменский	0.08	11.2	9.4	3.7
Азовский	58	807	39	2.5	Азовский	2	63	235	<1
Аксайский	66	2700	44	<1	Аксайский	1.34	7.8	157	<1
Родионово-Несветский	185	1700	123	1.2	Родионово-Несветский	1	8.3	118	<1
Сальский	101	515	67	3.9	Сальский	2.6	7.1	306	5.9
Песчанокопский	468	2070	46.8	<1	Песчанокопский	1.7	5.1	172	8.0
Целинский	146	344	12.8	5.8	Целинский	0.72	4.0	71.7	10.4
	<u>Циткор</u>					<u>Фьюри</u>			
Белокалитвинский	0.24	32	80	5.2	Белокалитвинский	2	38	35.7	<1
Тарасовский	0.5	6	167	27.8	Тарасовский	2.9	86	51.8	<1
Каменский	0.3	16	100	10.4	Каменский	1.15	550	20.5	<1
Азовский	1.12	32.7	373	5.1	Аксайский	8.6	78	154	<1
Аксайский	0.51	15	170	11.1	Родионово-Несветский	2.5	802	45	<1
Родионово-Несветский	1.22	16	40	10.4	Сальский	0.054	6.0	9.8	5.8
					Песчанокопский	0.041	0.85	7.3	3.9
					Целинский	0.032	4.3	5.1	8.0

\*Показатель резистентности. Для кинмикса ПР не определены, так как неизвестно значение СК<sub>50</sub> для чувствительной популяции.

\*\* Индекс токсичности.

\*\*\*Отсутствует эффект при всех концентрациях.

Таблица 2. Биологическая эффективность фьюри 100 ВЭ и арриво 250 КЭ в борьбе с вредной черепашкой в Сальском районе Ростовской области (СПК им. Ангельева, 2000)

Варианты опыта	Норма расхода, л/га	Численность, экз/ м <sup>2</sup>				Снижение численности по суткам после обработки		
		до обработки	по суткам после обработки*			3	7	14
			3	7	14			
Фьюри 100 ВЭ	0.1	11.0	0	0.5	0.5	100	99.3	95.5
Арриво 250 КЭ	0.2	12.0	0.5	0	0	84.4	100	100
Контроль	-	15.0	4.0	6.5	14.0	-	-	-

\*Обработка 11.06.2000 г.

Полученные результаты показали, что наблюдается формирование групповой резистентности к пиретроидам в отдельных районах Ростовской области, поскольку препараты этой группы в последние годы доминируют в системе защиты озимой пшеницы от комплекса вредителей. Наблюдается также развитие резистентности и к представителю группы фосфорорганических инсектицидов данадиму, эффективность которого по этой причине в Тарасовском и Аксайском районах утрачена, в остальных районах ее значения сильно варьируют в зависимости от показателей резистентности.

Анализ активности инсектицидов для

имаго вредителя из хозяйств Азовского района показал, что миграционная активность клопов не ведет к нивелированию чувствительности вредной черепашки к инсектицидам на его территории. В хозяйствах, расположенных одно от другого не более чем в 20-30 км, их токсичность существенно варьировала и в качестве наиболее приемлемых для защиты посевов выделялись разные препараты. Это определяет целесообразность проведения мониторинга резистентности к применяемым инсектицидам не только по почвенно-климатическим зонам, но и в отдельных хозяйствах в целях оперативного выбора эффективных средств борьбы.

#### Литература

Беленький М.Л. Элементы количественной оценки фармакологического эффекта. Рига, 1959, 114 с.

Вошедский Н.Н., Махоткин А.Г., Зверев А.А. Формирование резистентных популяций вредных членистоногих в Ростовской области. /Состояние проблемы резистентности к пестицидам вредных организмов и пути перехода к биоценологическому контролю ее развития в условиях Северо-Кавказского региона, Краснодар, 2000, с.24-26.

Долженко В.И., Сухорученко Г.И. Реакция вредной черепашки на современные инсектициды в Ростовской области. /Состояние проблемы резистентности к пестицидам вредных организмов и пути перехода к биоценологическому контролю ее развития в условиях Северо-Кавказского региона, Краснодар, 2000, с.28-30.

Коваленков В.Г., Соколов М.С. Преодолима ли резистентность вредителей к пиретроидам? /Агро XXI, 2, 1999, с.16-17.

#### AN IMPROVED METHOD FOR MONITORING OF PEST RESISTANCE TO PESTICIDES EXEMPLIFIED FOR THE BUG EURYGASTER

V.I.Dolzhenko, A.G.Makhotkin, A.A.Zverev, G.I.Sukhorutshenko, N.N.Voshedskiy, M.A.Makhotkin

A new toxicological method for monitoring of insecticide resistance in populations of the bug Eurygaster (*Eurygaster integriceps* Put.) is proposed. This easy to use method is available for specialists of plant protection services and can be used as a precious tool for cereal protection against the pest.

## РЕЗИСТЕНТНОСТЬ *PHYTOPHTHORA INFESTANS* К ФЕНИЛАМИДАМ В БЕЛОРУССИИ

В.Г.Иванюк\*, О.В.Авдей\*\*

\*Белорусский НИИ картофелеводства, Минск, Белоруссия

\*\*Белорусский НИИ защиты растений, Минск, Белоруссия

В условиях Белоруссии изучено состояние резистентности популяции возбудителя фитофтороза картофеля к металаксилу. Доказано, что уровень устойчивости гриба прямо пропорционален интенсивности использования против него системных фунгицидов группы фениламинов. Анализ полученных данных не выявил зависимости между характером проявления фитофтороза на картофеле и резистентностью его возбудителя. Установлено, что признак резистентности приурочен в основном к типу совместимости А1. Предложены мероприятия по восстановлению чувствительности фитофторы к металаксилу.

Несмотря на более чем 150-летнюю историю изучения возбудителя фитофтороза картофеля (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), разработки и усовершенствования методов защиты, оказалось, что болезнь и сегодня остается наиболее вредоносной во всех картофелеводческих странах мира, в том числе и в Белоруссии. Особенно резко изменилась ситуация в последние 10-15 лет, когда надежда на возможную победу над фитофторозом с помощью системных препаратов за короткое время сменилась разочарованием в их эффективности.

На наш взгляд, в основе всех неудач в борьбе с фитофторозом картофеля лежат изменения, произошедшие в биологии возбудителя болезни, в повышении его адаптивности, пластичности, в усилении патогенных свойств. Гриб приобрел способность поражать картофель на протяжении всей вегетации, начиная со времени появления первых всходов и до естественного отмирания ботвы. Заболевание фитофторозом в Белоруссии отмечается ежегодно уже во второй половине июня, то есть на 20-30 дней раньше обычного срока (первая половина июля) одновременно на листьях и стеблях растений картофеля, независимо от погодных условий.

В сложившейся ситуации основным методом борьбы с фитофторозом остается химический. В настоящее время в Белоруссии против листовых пятнистостей картофеля (фитофтороз, альтернариоз) рекомендовано свыше 30 фунгицидов с

разным механизмом действия. Треть составляют комбинированные препараты, из них 90% включают системный компонент, относящийся к группе фениламинов.

Одним из последствий применения препаратов этой группы является формирование резистентных популяций патогена. В результате развития устойчивости снижается эффективность защитных мероприятий. Попытки компенсировать этот недостаток увеличением кратности обработок или доз фунгицидов ведут к загрязнению окружающей среды и неблагоприятным изменениям в агроценозах. Поскольку в основе механизма возникновения резистентности лежит селективирующее действие химического агента на популяцию гриба, неизбежным результатом таких действий является ускоренное нарастание устойчивости патогена вплоть до полной потери эффективности используемого препарата (Darsow, 1989; Трус, 1994).

В Белоруссии изучению данной проблемы большое внимание уделялось в работах В.Г.Иванюка, А.А.Константиновича (1992) и Л.В.Барыбкиной (1992). Ими впервые в республике были обнаружены резистентные к металаксилу штаммы гриба. В дальнейшем было установлено, что в популяции возбудителя фитофтороза картофеля ежегодно присутствуют изоляты, устойчивые к фениламидам. Однако уровень резистентности популяции по годам не одинаков. Наиболее высокое содержание устойчивых и средне-

устойчивых форм в популяции *Ph. infestans* отмечено в 1989-1993 гг. - 80-94%. С 1994 г. их количество существенно снизилось и находилось в пределах от 10 до 77% (Иванюк, Авдей, 1999) (табл. 1).

Таблица 1. Резистентность популяции *Ph.infestans* к системным фунгицидам

Год	Характер проявления фитофтороза	Количество изолятов, %		
		Резистентные	Среднерезистентные	Чувствительные
1989	Эпифитотия	36	44	20
1990	Эпифитотия	86	6	8
1991	Депрессивно-умеренное	42	48	10
1993	Эпифитотия	58	36	6
1994	Поздняя эпифитотия	0	10	90
1995	Эпифитотия	18	8	74
1996	Эпифитотия	35	42	23
1997	Эпифитотия	7	35	58
1998	Эпифитотия	40	32	28
1999	Депрессивно-умеренное	26	28	46
2000	Эпифитотия	5	31	64

Анализ данных не выявил зависимости между уровнем резистентности и характером развития заболевания. Высокое содержание устойчивых форм патогена в популяции отмечено как в годы депрессивно-умеренного проявления болезни (1991, 1999), так и при эпифитотийном ее развитии (1989, 1990, 1993, 1996, 1998). При этом в годы эпифитотий уровень резистентности к металаксилу может быть как очень высоким (1990 - 92%, 1993 - 94%), так и низким (1995 - 26%, 2000 - 36%).

На наш взгляд, основными факторами, определяющими долю содержания устойчивых и среднестойчивых форм гриба в популяции *Ph.infestans*, являются количество и частота применения системных фунгицидов против возбудителя фитофтороза картофеля. Как отображено на рисунке, существует тесная зависимость между объемом применения системных препаратов в Белоруссии и уровнем резистентности. Так, резкое сокращение количества обработанных полей этими фунгицидами в 1994 г. вызвало снижение количества устойчивых

форм в популяции гриба. Однако, даже незначительное увеличение объемов использования системных препаратов, отмеченное в 1995-1997 гг., послужило причиной нарастания доли содержания резистентных изолятов *Ph.infestans*.

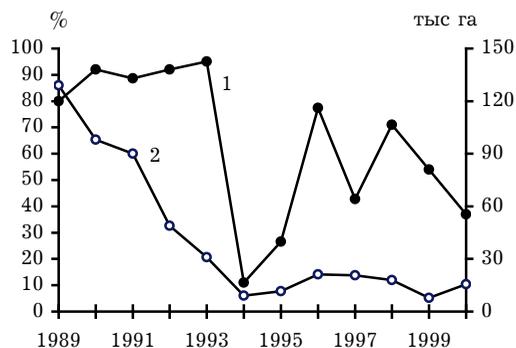


Рис. Влияние объемов применения системных фунгицидов на резистентность популяции *Ph.infestans*

- 1 - доля резистентных изолятов (%),  
2 - применение системных фунгицидов (тыс.га)

По мнению С.М.Труса и Б.Е.Козловского (1992), восстановление чувствительности популяции возможно в тех случаях, когда резистентные штаммы гриба по своим характеристикам, определяющим их жизнеспособность и конкурентоспособность, уступают чувствительным формам.

В исследованиях, проведенных ранее, не учитывалась одна из наиболее важных характеристик изучаемых штаммов *Ph. infestans* - тип совместимости. Перед нами была поставлена цель - установить наличие зависимости между состоянием резистентности популяции и ее структурой.

Выявлено, что среди изолятов, имеющих тип совместимости А1, отмечен высокий процент резистентных и среднерезистентных форм гриба (22.7 и 27.3%, соответственно) (табл. 2).

Преимущественное содержание чувствительных форм (85.7%) зарегистрировано у изолятов, относящихся к типу спаривания А2. На долю устойчивых штаммов у этой физиологической формы *Ph.infestans* приходилось только 4.7%. Выявлено, что в резистентной популяции патогена количе-

ство А1 типа совместимости в 4,8 раза больше, чем типа А2 (табл. 2).

Таблица 2. Типы совместимости и резистентность *Ph.infestans* к металаксилу (1993-1999)

Тип совместимости	Количество изолятов, %		
	Резистентные	Среднерезистентные	Чувствительные
А1	22.7	27.3	50.0
А2	4.7	9.6	85.7

Высокий процент содержания чувствительных форм гриба среди изолятов А2 типа отмечают исследователи в "польской", "японской" и "нидерландской" популяциях патогена (Therrien et al., 1991, 1992). Ими выявлено, что в 1989 г. в Польше среди 15 устойчивых штаммов только 1 имел тип спаривания А2 и 14 изолятов - А1.

Таким образом, на основании анализа полученных данных установлено, что в Белоруссии, как и в других странах, признак резистентности приурочен в основном к типу спаривания А1, который уступает по своим характеристикам, определяющим его жизнеспособность и патогенность, типу совместимости А2. Полученные результаты подтверждаются парным корреляционно-регрессионным анализом (табл. 3).

Таблица 3. Статистическая оценка зависимости между содержанием в популяции типов совместимости и резистентностью *Ph.infestans* (1989-1999)

Тип совместимости	Уровень устойчивости		
	резистентные	среднерезистентные	чувствительные
А1	+ 0.6587	+ 0.1277	- 0.6262
	±0.21	±0.37	±0.23
А2	- 0.6890	- 0.1953	+ 0.6880
	±0.19	±0.36	±0.20

С целью разработки антирезистентной стратегии применения фунгицидов была изучена продолжительность сохранения признака устойчивости к металаксилу у "белорусских" изолятов патогена. Выявлено, что в течение первых пяти генераций изоляты возбудителя фитофтороза картофеля сохраняли резистентность к

фениламидам, а в пяти последующих она снижалась до уровня среднерезистентных штаммов.

Для длительного сохранения эффективности используемых фунгицидов в борьбе с возбудителем фитофтороза картофеля важно прогнозирование момента возникновения резистентности к этим фунгицидам. По данным лабораторных исследований, уже после трех пассажей на тканях картофеля, содержащих металаксил, чувствительные изоляты гриба проявляли себя как среднеустойчивые, а на четвертый и последующие - они имели свойства устойчивых штаммов.

Одним из приемов, получившим широкое применение в системе защиты картофеля от фитофтороза во многих картофелеводческих странах мира, является использование схем чередования комбинированных и контактных фунгицидов (Брукиш, 1997). В настоящее время существует много схем их чередования. Однако, основное внимание было направлено на учет биологической эффективности применяемых пестицидов против возбудителя заболевания во время вегетации и на полученный урожай.

В полевых условиях мы изучали селективное действие препаратов, использованных в схемах обработок, на резистентность популяции *Ph.infestans*. Исследования осуществлялись в изолированных, контролируемых условиях с применением наиболее часто используемых схем опрыскиваний. В качестве комбинированного фунгицида был взят ридомил МЦ 72% СП с нормой расхода 2.5 кг/га; контактного - дитан М - 45 80% с.п. с нормой расхода 1.5 кг/га.

До естественного появления патогена в полевых условиях проводилось инфицирование посадок картофеля суспензией гриба, состоящей из резистентных, среднерезистентных и чувствительных изолятов в соотношении 1:1:1. Инфекционный материал получали путем смешивания конидиальных суспензий патогена в равном количестве. Использовались два контроля: 1 - биологический (без заражения и обработок), 2 - заражение растений смесью изолятов без последующих

обработок препаратами.

Как видно из таблицы 4, после трех обработок комбинированным фунгицидом ридомил МЦ (8% металаксилла) в популяции *Ph.infestans* доля содержания устойчивых изолятов составила 50%, остальные были отнесены к группе среднеустойчивых. При последующих опрыскиваниях количество резистентных штаммов резко возрастало и к концу вегетации

достигло 100%, то есть все отобранные изоляты оказались устойчивыми к металаксилу.

Аналогичные результаты ранее были получены С.М.Трусом (1992), который указывает, что применение фениламинов приводит к быстрому увеличению доли резистентных форм в популяции, причем уровень устойчивости значительно повышается к концу вегетационного периода.

Таблица 4. Влияние схем применения фунгицидов на резистентность популяции *Ph.infestans* к фениламидам (сорт Явар, 1996-1997)

Вариант	Количество изолятов, %											
	после 2 обработок			после 3 обработок			после 4 обработок			после 5 обработок		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Контроль (биологический)	0	67	33	0	100	0	-	-	-	-	-	-
Контроль (без обработок)	11	44	45	0	24	76	-	-	-	-	-	-
5 обработок (ридомил МЦ)	33	67	0	50	50	0	80	20	0	100	0	0
5 обработок (дитан М-45)	6	34	60	23	46	31	18	38	44	17	50	33
2 обработки ридомилом МЦ + 3 обработки дитаном М-45	33	67	0	46	36	18	38	42	20	39	46	15
2 обработки дитаном М-45 + 3 обработки ридомилом МЦ	6	34	60	67	17	16	70	30	0	67	33	0
Чередование дитана М-45 и Ридомила МЦ	50	17	33	50	20	30	50	50	0	57	36	7

Примечание: 1 - резистентные изоляты, 2 - среднерезистентные, 3 - чувствительные.

В то же время использование контактного фунгицида дитан М-45 позволяет снизить долю содержания резистентных штаммов к концу вегетации (после 4-5 обработок) с исходной - около 33% до 17-18%. Однако, как видно из таблицы 4, в этом случае отмечена тенденция к количественному преобладанию (50%) среднеустойчивых изолятов. Особое внимание было уделено тем вариантам опыта, где применялось чередование контактного и комбинированного фунгицида. Выявлено, что сочетание 2 обработок ридомилом МЦ + 3 обработок дитаном М-45 в сравнении с другими схемами чередования препаратов было наиболее приемлемым с точки зрения снижения уровня устойчивости популяции *Ph.infestans* к металаксилу. Установлено, что количество резистентных штаммов уменьшилось до 39%, в то время как использование других схем чередования препаратов (2 профилактические обработки контактным фунгицидом и последующие - комбини-

рованным, а также чередование этих препаратов) способствовало увеличению доли содержания в популяции резистентных изолятов до 67% и 57% соответственно.

В варианте с 3 опрыскиваниями растений ридомилом МЦ после 2 обработок дитаном М-45 резко возрастает частота встречаемости устойчивых к фениламидам штаммов патогена (67-70%, начиная с третьего опрыскивания) и остается на этом же уровне до конца вегетационного периода. Причем чувствительных изолятов *Ph.infestans* в этой популяции гриба обнаружено не было.

Использование схемы чередования контактного и комбинированного фунгицида также вызвало образование лишь незначительного количества чувствительных штаммов патогена (7%) на фоне высокого содержания в популяции резистентных и среднерезистентных форм - 57 и 36% соответственно.

Популяция возбудителя фитофтороза

картофеля, изолированная с контрольных растений, где проводилось искусственное заражение патогеном (без обработок препаратами), состояла из среднеустойчивых изолятов - 24% и чувствительных - 76%. Соотношение резистентных, среднерезистентных и чувствительных форм гриба составило 0:1:3, в то время как в исходной инфекции оно было 1:1:1. Исчезновение устойчивых штаммов в этом случае, по нашему мнению, связано с отсутствием селективных факторов, то есть фунгицидов, содержащих фениламида.

Установлена еще одна, заслуживающая особого внимания, закономерность. В популяции *Ph.infestans*, появление и развитие которой происходило естественным путем (контроль биологический),

Барыбкина Л.В. Резистентность популяции *Phytophthora infestans* к фунгицидам в условиях Белоруссии. /Соврем. полож. с резистентностью вредителей, возбудителей болезней растений и сорняков к пестицидам. Тез. докл. V111 совещ., 2-5 марта 1992 г., Уфа, 1992, с.82-83.

Брукиш Д.А. Биологическое обоснование рационального применения пестицидов против фитофтороза и альтернариоза картофеля. Автореф. канд. дисс., Минск, 1997, 14 с.

Иванюк В.Г., Авдей О.В. Резистентность *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary к системным фунгицидам. /Международный аграрный журнал, 6, 1999, с.20-22.

Иванюк В.Г., Константинович А.А. Эффективность фунгицидов против резистентных форм возбудителя фитофтороза картофеля. /Современное положение с резистентностью вредителей, возбудителей болезней растений и сорняков к пестицидам. Тез. докл. V111 совещ., 2-5 марта 1992 г., Уфа, 1992, с.87-88.

Трус С.М. Эпифитотологические аспекты резистентности возбудителя фитофтороза картофеля *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary к фунгицидам и обоснование методов ее преодоления. Автореф. канд. дисс. М., 1992, 24 с.

Трус С.М. Устойчивость фитопатогенных

*Вестник защиты растений, 2, 2001* отмечено 100% содержание среднеустойчивых форм гриба. В данном случае наша точка зрения также совпадает с мнением С.М.Труса (1992), что группа изолятов со средней устойчивостью может служить адаптивным потенциалом, позволяющим патогену достаточно быстро вызывать образование устойчивых форм в популяции при применении фунгицида.

Таким образом, на основании детального анализа полученных результатов в условиях Белоруссии во избежание накопления в популяции резистентных форм, целесообразно проводить защиту картофеля от возбудителя фитофтороза, применяя схему обработок: 2 опрыскивания комбинированным препаратом и последующие - контактными.

#### Литература

грибов к фунгицидам и мониторинг возбудителя фитофтороза картофеля для определения чувствительности его к препаратам группы фениламинов. /Агрохимия, 3, 1994, с.112-124.

Трус С.М., Козловский Б.Е. Конкурентная способность изолятов *Phytophthora infestans*, различающихся по чувствительности к фениламидным препаратам. /Современное положение с резистентностью вредителей, возбудителей болезней растений и сорняков к пестицидам. Тез. докл. V111 совещ., 2-5 марта 1992, Уфа, 1992, с.76-78.

Darsow U. Ermittlung der relativen Krautfauleresistenz (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) der Kartoffel in der Feldprüfung. /Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz, 25, 2, 1989, p.137-143.

Therrien C.D., Tooley P.W., Spielman L.J. Mating type, nuclear DNA content, allozyme phenotype and metalaxyl sensitivity of *Phytophthora infestans* from Japan. /Phytopathology, 81, 1991, p.242-258.

Therrien C.D., Ritch D.L., Sujkowski L.S. *Phytophthora infestans* in Poland from 1987-1989. Nuclear DNA content, mating type distribution and response to metalaxyl. /Phytopathology, 82 1992, p.360-367.

#### PHYTOPHTHORA INFESTANS RESISTANCE TO PHENILAMIDES IN BELARUS

V.G.Ivaniuk, O.V.Avdey

Resistance of *Phytophthora infestans* populations to metalaxyn was studied under conditions of Belarus. The level of fungus resistance has been proved to be directly proportional to the intensity of systemic fungicides of the phenilamide group used against it. An analysis of data obtained has not revealed any dependence between the manifestation of late blight in potato and its resistance to the pathogen. It has been determined that resistance is mainly associated with a type of A1 compatibility. Measures for restoring *Ph. infestans* population susceptibility to metalaxyl are offered.

## ГЕНЕРАЦИЯ РЕЗИТЕНТНОСТИ У ЖЕЛТОЙ РЖАВЧИНЫ ПШЕНИЦЫ (*PUCCINIA STRIFORMIS* WEST.) ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ФУНГИЦИДНОГО ПРЕССА

Г.В.Волкова

Всероссийский НИИ биологической защиты растений, Краснодар

Представлены результаты изучения резистентности возбудителя желтой ржавчины пшеницы к фунгициду триазолового класса байлетону. Показана возможность возникновения такой резистентности. Определена скорость этого процесса. Установлена высокая специфичность возникающей устойчивости. Изучена патогенность фунгицидоустойчивой формы. Выявлен характер корреляции между признаками резистентности и вирулентности. Оценена стабильность формы по признаку резистентности без контакта с фунгицидом.

Проблема резистентных форм возбудителей болезней обострилась с начала 70-х гг. после широкого внедрения в практику системных фунгицидов с избирательным механизмом действия: бензимидазолов, фениламинов, дикарбоксимидов, триазолов, пиримидинов, пиперазинов. Системные фунгициды, как более специфичные и менее опасные для окружающей среды, стали применяться во все более возрастающих объемах, и в настоящее время они в 2 раза превышают объем продаж контактных препаратов (Тютюрев, 2000). Сегодня резистентность выступает как фактор, масштабно дестабилизирующий фитосанитарную обстановку агроэкосистем. По последним данным, резистентность к фунгицидам разных химических классов зарегистрирована в популяциях 220 видов фитопатогенов. Для сравнения - 10 лет назад эта цифра была вдвое меньше, что свидетельствует о прогрессирующем развитии устойчивости возбудителей болезней к пестицидам (Волкова, 1997).

Установлен высокий уровень опасности риска возникновения резистентности фитопатогенов к фунгицидам класса бензимидазолов, дикарбоксимидов, фениламинов; средний - к 2-аминопиримидинов, анилопиримидинов, ароматических гидрокарбонов, азолов, карбоксимидов, цимоксанила, диметоморфа, фентинов, фенилпирролов, пиримидинкарбинолов, стробилуринов; низкий - ацибензолар-S-метила, хлортоланила, медных и серных препаратов, итиокарбаматов, флуазина-

ма, фтальамидов, пробеназолов, квиноксифена, триконазола. Наиболее известны случаи полевой устойчивости грибов к бензимидазолам у *Monilia fructigena*, *Verticillium dahliae*, *Septoria nodorum*, *Pseudocercospora herpotrichoides*; к пиримидинам у *Sphaerotheca fuliginea*, *Blumeria graminis*; к дикарбоксимидам у *Botrytis cinerea*, *Venturia inaequalis*; к триазолам у *B.graminis*, *Erysiphe cichoracearum* (Lyr, Bischoff, 1988). Как правило, наибольшее число резистентных форм регистрируется в регионе, где фунгициды широко применяются. Северо-Кавказский регион - зона широкого применения фунгицидов класса триазолов, что создает условия для возникновения резистентных форм экономически значимых болезней зерновых культур, к числу которых относится и желтая ржавчина (*Puccinia striiformis* West.). За последние годы в Краснодарском крае частота встречаемости желтой ржавчины на озимой пшенице резко возросла. При сильном поражении ею посевов недобор урожая может достигать 30-50% (Кайдаш и др., 1981). Одной из радикальных мер защиты растений от болезни является применение фунгицидов.

С целью изучения резистентности возбудителя желтой ржавчины пшеницы к фунгицидам триазолового класса (на примере байлетона) проводили:

- оценку чувствительности желтой ржавчины к ряду фунгицидов,
- изучение скорости образования резистентности

- стентной к байлетону формы патогена,
- выяснение специфичности резистентности,
- определение патогенности фунгицидоустойчивой формы,
- установление характера и степени корреляции между признаками резистентности и вирулентности,
- оценку стабильности резистентности.

В качестве инфекционного материала использовали урединиоспоры возбудителя желтой ржавчины (раса 175E239), хранящиеся в музее лаборатории. Исследования проводили на сортах пшеницы, различающихся по восприимчивости к патогену: восприимчивом Кзыл-Шарк и устойчивом к большинству рас *Maris Huntsman* в условиях камер искусственного климата, теплицы, поля на фоне искусственного заражения растений. Учет пораженности листьев пшеницы осуществляли на 5-е сутки после проявления болезни. Общий результат действия фунгицида с поправкой на гибель урединиоспор в контроле рассчитывали по формуле Эббота (Рекомендации, 1969). Для вычисления параметрических величин устойчивости использовали метод "пробит-анализа" (Доспехов, 1973). Уровень резистентности определяли отношением  $СК_{50}$  резистентной формы к  $СК_{50}$  чувствительной формы возбудителя желтой ржавчины. Оценку вирулентности проводили на всходах сортов-дифференциаторов европейского и международного наборов и дополнительных моногенных сортах, не вошедших в тест-набор. Для определения типов поражения использовали шестибалльную шкалу (Gassner, Streib, 1932). Спорулирующую способность гриба определяли по модифицированной методике С.С.Санина (Санин и др., 1975). Скорость диффузного распространения мицелия патогена в тканях растения-хозяина оценивали по методике Планка (Plank, 1959). Интенсивность поражения пшеницы желтой ржавчиной определяли по шкале Петерсона. Достоверность различий между вариантами опытов устанавливали методом интервальной оценки (Доспехов, 1973).

Первым этапом исследований фунги-

цидоустойчивости послужила оценка чувствительности возбудителя желтой ржавчины пшеницы к ряду фунгицидов триазолового класса. Так, показатели  $СК_{50}$  и  $СК_{95}$  составили соответственно: для байлетона - 10 мкг/мл и 295 мкг/мл, для тилта - 10 мкг/мл и 240 мкг/мл, для импакта - 107 мкг/мл и 512 мкг/мл, для альто - 16 мкг/мл и 50 мкг/мл. Полученные результаты свидетельствуют о высокой избирательности изучаемых препаратов в отношении желтой ржавчины.

Изучение возможности появления резистентности у возбудителя желтой ржавчины пшеницы к байлетону осуществляли *in vivo* с использованием метода серийных пассажей с применением постоянных и увеличивающихся концентраций фунгицида. По  $СК_{50}$  была установлена селективная концентрация препарата для отбора резистентных к байлетону форм.

Повышение уровня устойчивости к байлетону у возбудителя желтой ржавчины представлено на рисунке 1. Так, на восприимчивом сорте Кзыл-Шарк к 10-й генерации гриба уровень устойчивости к байлетону увеличился в 4.3х, к 20-й в 12х, к 30-й в 28х, к 40-й в 60х, к 50-й в 81х. На устойчивом сорте *Maris Huntsman* отбор резистентных форм был прекращен к 20-й генерации гриба ввиду гибели резистентной формы. Это свидетельствует о влиянии на эффективность обработок сортовых особенностей.

Доказана прямая зависимость между длительностью действия байлетона и уровнем устойчивости к нему патогена.

Таким образом, в течение 50 генераций гриба в условиях лаборатории *in vivo* была получена форма возбудителя желтой ржавчины пшеницы, по уровню устойчивости к байлетону в 81 раз превышающая чувствительную, то есть для накопления в популяции исходно редкого резистентного клона потребовалось большое число генераций. Именно поэтому системные фунгициды, имеющие в силу своего основного достоинства высокую персистенность и длительно контактирующие с грибной популяцией, сильнее, чем контактные, подвержены эрозии эффективности (Дьяков, 1998).

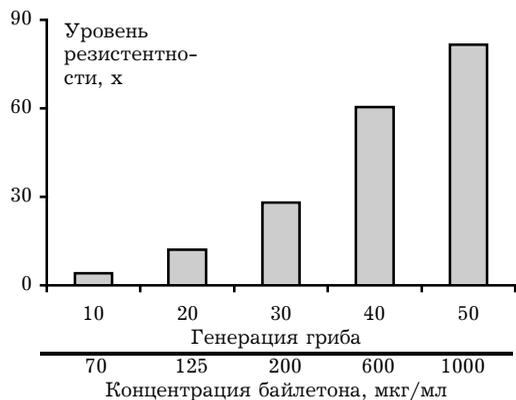


Рис. 1. Резистентность к байлетону у возбудителя желтой ржавчины пшеницы на восприимчивом сорте

Сравнительно невысокое значение уровня устойчивости можно объяснить, зная биохимический механизм возникающей резистентности. Установлено что селективность триадимефона по отношению к грибам зависит от метаболического восстановления в триадименол. Триадимефон накапливается в листьях в одинаковой степени в чувствительных и резистентных формах гриба. Однако ско-

рость превращения в триадименол высокая только в чувствительных формах. В устойчивых штаммах скорость восстановления низка или этот процесс вообще отсутствует. Таким образом, за счет снижения скорости восстановления триадимефона в активный триадименол или же при отсутствии этого процесса, а также по причине понижения проницаемости клеточной мембраны патогена, возникает устойчивость к байлетону. Ожидать высокого уровня резистентности в конкретном случае было нельзя, поскольку возможности клетки не безграничны.

Нами проведена оценка реакции резистентной к байлетону формы по отношению к фунгицидам как сходных, так и различающихся по механизму действия. Установлена высокая специфичность полученной резистентности к байлетону у возбудителя желтой ржавчины пшеницы. Не наблюдалось перекрестной устойчивости к фунгицидам с другим характером и механизмом действия - поликарбадину и цинебу (табл.1). Отмечена низкая степень перекрестной устойчивости к фунгициду этого же класса - тилту.

Таблица 1. Реакция чувствительной и резистентной к байлетону форм возбудителя желтой ржавчины пшеницы на фунгициды

Препарат	Чувствительная форма		Резистентная форма	
	СК <sub>50</sub> , мкг/кг	СК <sub>95</sub> , мкг/кг	СК <sub>50</sub> , мкг/кг	СК <sub>95</sub> , мкг/кг
Поликарбацин 80% СП	513	2512	513	2570
Цинеб 80% СП	513	4786	617	4786
Тилт 25% КЭ	10	240	25	707
Байлетон 25% СП (эталон)	10	295	813	1622

Проведена оценка патогенности резистентной к байлетону формы возбудителя болезни растений. Данное свойство складывается из агрессивности и вирулентности патогена. Основными показателями агрессивности являются спорулирующая способность гриба, скорость диффузного распространения мицелия патогена в тканях растения-хозяина, длительность инкубационного периода и периода пустулообразования.

Установлено, что по мере увеличения уровня резистентности к байлетону интенсивность споруляции снижалась (рис. 2). Так, для чувствительной формы спорулирующая способность составила 888 тыс. урединиоспор с одного инфекционного пятна. У резистентной формы с 10-й генерации гриба средний выход урединиоспор составил 774; к 20-й - 648; к 30-й - 552; к 40-й - 252; к 50-й - 180 тыс. штук, что в 4.9 раза ниже, чем у чувствительной формы.

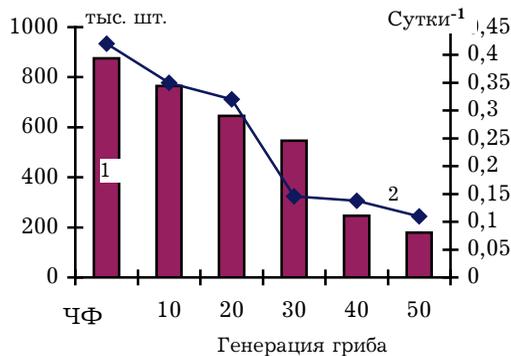


Рис. 2. Спорулирующая способность (1, тыс. шт.) и скорость диффузного распространения мицелия патогена в тканях растения-хозяина (2, сутки<sup>-1</sup>)  
ЧФ - чувствительная форма

Скорость диффузного распространения мицелия патогена в тканях растения-хозяина под влиянием байлетона тоже значительно варьировала. Представленные на рисунке 2 данные свидетельствуют о ее снижении у фунгицидоустойчивой формы. Для чувствительной формы этот показатель составил 0.44; под влиянием байлетона к 10-й генерации гриба - 0.37; к 20-й - 0.33; к 30-й - 0.15; к 40-й - 0.14; к 50-й - 0.11 сутки<sup>-1</sup>. Уменьшение в 4 раза скорости диффузного развития мицелия резистентной к байлетону формы в целом снижает ее эпифитотийный потенциал.

В таблице 2 представлены результаты изучения длительности инкубационного периода и период пустулообразования чувствительной и резистентной к байлетону форм. Так, для чувствительной формы возбудителя желтой ржавчины пшеницы инкубационный период составлял 9 суток. Под воздействием различных концентраций байлетона он удлинялся на 3 суток. Причем определяющим оказался сам факт действия байлетона, а не его концентрация.

Период пустулообразования для чувствительной формы составлял 5 суток, для резистентной - 12-18 суток. Таким образом, в процессе приобретения резистентности к байлетону у возбудителя желтой ржавчины отмечено изменение всех показателей агрессивности.

Таблица 2. Длительность инкубационного периода чувствительной и резистентной форм возбудителя желтой ржавчины пшеницы (% проявившихся изолятов в данном интервале суток)

Длительность, сут.	Чувствительная форма	Фунгицидоустойчивая форма по поколениям				
		10	20	30	40	50
9-12	95	0	0	0	0	0
12-15	5	30	25	25	22	27
15-18	0	20	20	15	15	40
18-21	0	32	30	27	35	20
21-24	0	9	10	15	22	13
24-27	0	6	10	12	6	0
27-30	0	3	5	6	0	0

Приобретение резистентности к байлетону у желтой ржавчины сопровождалось модификацией второго параметра патогенности - вирулентности. Так, отмечены существенные изменения в реакции на заражение сортов-дифференциаторов Carsters Y, Spaldings prolific, а также дифференциаторов Hybrid 46 и Vilmorin 23, несущих Lr-гены: 3а, 3в, 4а, 4в (табл.3). Тип поражения вышеперечисленных сортов снижался с 4 баллов до 0. К 50-й генерации гриба форма стала авирулентной и для дополнительных моногенных сортов Minister и Riebesel 47/51, несущих гены устойчивости 3с и 9 соответственно. Установлено, что под воздействием повышенных концентраций байлетона из 10 генов вирулентности, присущих генотипу расы 175E239, 6 элиминировали - pp: 3а, 3в, 3с, 4а, 4в, 9. Резистентная форма потеряла способность поражать сорта, несущие гены устойчивости Lr: 3а, 3в, 3с, 4а, 4в, 9. В результате изменения реакции сортов-дифференциаторов на заражение их фунгицидоустойчивой формой ее обозначение изменилось и к 50-й генерации соответствовало расе 47E142.

Между признаками резистентности и вирулентности выявлена обратная корреляция: с усилением одного признака действие другого ослаблялось.

Для изучения стабильности резистентности форма пассировалась на восприимчивом сорте в отсутствие байлетона. Установлено снижение уровня резистентности с каждой генерацией гриба.

Потребовалось 6 генераций размножения патогена для падения уровня резистентности до значений, соответствующих исходной чувствительности.

Проведенные исследования позволяют судить о скорости развития и реверсии резистентности к триазоловым фунгицидам (на примере байлетона) у возбудителя желтой ржавчины пшеницы. Поскольку приобретение резистентности в конкретном случае сопровождается общим снижением патогенности, то вре-

менное прекращение использования байлетона может обеспечить исчезновение фунгицидоустойчивых штаммов. В качестве мер по предотвращению развития резистентности к байлетону можно также предложить:

- раннюю диагностику фунгицидоустойчивых форм (Волкова, 1996),
- ротацию препаратов с различной химической основой,
- применение комбинаций фунгицидов (Волкова, 1997).

Таблица 3. Тип реакции сортов-тестеров при заражении их чувствительной и фунгицидоустойчивой формами возбудителя желтой ржавчины пшеницы

Сорт	Тип реакции сортов при заражении					
	чувствительной формой	фунгицидоустойчивой формой по поколениям				
		10	20	30	40	50
<u>Сорта-дифференциаторы:</u>						
а) европейского набора						
Hybrid 46 (Yr 3b,4,4b)	4	3	1	0	0	i
Reichesberg 42 (Yr 7)	4	4	4	4	3	3
Heines Peko (Yr 2, Yr6)	4	4	4	4	4	3
Nord Desprez (Yr 3a, Yr 4a)	4	4	4	4	3	3
Compair (Yr 8)	i	i	i	i	i	i
Carstens V	4	3	1	0	0	i
Spaldings prolific	4	3	2	2	1	0
Heines VII (Yr 2)	4	4	4	4	4	3
б) международного набора						
Chinese 166 (Yr 1)	4	4	4	4	3	3
Lee (Yr 7)	4	4	4	4	3	3
Heines Kolben (Yr 2, Yr 6)	4	3	3	3	3	3
Vilmorin 23 (Yr 3a, Yr 4a)	4	3	2	0	0	i
Moro (Yr 10)	i	i	i	i	i	i
Strubes Dickkopf	4	3	3	3	3	3
Suwon 92/Omar (Yr 11)	i	i	i	i	i	i
<u>Дополнительные моногенные сорта:</u>						
Minister (Yr 3c)	4	4	3	2	2	0
Tr. Spelta album (Yr 5)	i	i	i	i	i	i
Riebesel 47/51 (Yr 9)	4	3	0	0	i	i

#### Литература

Волкова Г.В. Ранняя диагностика форм возбудителя желтой ржавчины пшеницы, резистентных к фунгициду (на примере байлетона). //Производство экологически безопасной продукции растениеводства, Пущино, 2, 1996, с.57-60

Волкова Г.В. Резистентность возбудителя желтой ржавчины пшеницы к байлетону. Автореф. канд. дисс., Краснодар, КГАУ, 1997, 21 с.

Дьяков Ю.Т. Популяционная биология фи-

топатогенных грибов. М., 1998, 382 с.

Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1973, 313 с.

Кайдаш А.С. и др. Методические указания по состоянию прогноза развития желтой ржавчины и защите посевов озимой пшеницы. М., Колос, 1981, 13 с.

Рекомендации по методике первичной оценки гербицидных и фунгицидных свойств химических веществ. Гл. упр. НИЗПУ, М., 1969.

Санин С.С., Шинкарев В.П., Кайдаш А.С. Методы определения количества спор, образующих ржавчинными и другими фитопатогенными грибами. /Микология и фитопатология, 9, 3, 1975, с.443-445.

Тютюрев С.Л. Новые системные фунгициды и проблема устойчивости к ним фитопатогенов. /Соврем. состояние проблемы резистентности вредителей, возбудителей болезней и сорняков к пестицидам в России и сопредельных странах на рубеже XXI века. Материалы 9 совещания. СПб., 2000, с.13-15.

Gassner G., Streib W. Die Bestimmung der biologischen Rassen des weidengelbrosten (*P.glumarum* f.sp. *tritici* Erikss. et Henn.). /Arb. Biol. Reichsanstalt Land- und Forstwirtschafts., 20, 1932, s.141-163.

Lyr H., Bischoff G. Zum Problem der Resistenzbildung von Pilzen gegenüber modernen Fungiziden. /Biol.Rundschau, 186, 1988, s.365-372.

Plank J.G. van der. Problems and progress 1908-1954./Plant Pathology. The University of Wincin Press, 1959, p.566-573.

#### DEVELOPMENT OF RESISTANCE IN THE YELLOW RUST PATHOGEN (*PUCCINIA STRILIFORMIS* WEST) OF WHEAT UNDER FUNGICIDE PRESSURE

*G.V.Volkova*

In the present work, we have determined the following parameters: development rate of resistance to Bayleton in the yellow rust pathogen, specificity of resistance, such properties of a fungicide-resistant form as aggressiveness and virulence, and resistance reversion rate. The results obtained were used to work out a new method for early diagnostic of development of resistance to Bayleton in the pathogen of wheat yellow rust and resistance prevention measures.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ОСНОВНЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР

Л.А.Буркова, Н.А.Боровикова, А.А.Зверев, А.Г.Махоткин

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

С целью выявления тенденции изменения чувствительности экономически значимых вредителей к применяемым средствам борьбы проанализированы материалы регистрационных испытаний пестицидов в плодовых садах Краснодарского края, Тамбовской, Московской и Ростовской областей за 10-летний период. Установлены особенности динамики эффективности инсектицидов и определены уровни восприимчивости клещей к акарицидам в плодовом саду.

Важным элементом тактики борьбы с резистентностью является своевременное обнаружение начала формирования резистентности в популяциях вредителей. Одним из важных показателей устойчивости в практике служит снижение эффективности применяемых пестицидов при соблюдении всех регламентов их использования. Результаты многолетней работы, проводимой в разных природно-климатических зонах страны с целью регистрационных испытаний, а также специальные исследования, позволяют выявить тенденции изменения численности экономически значимых вредителей плодовых культур.

Ситуация, складывающаяся в садах южной зоны плодоводства, заставляет обратить наиболее серьезное внимание на яблонную плодоядку (*Laspeyresia pomonella* L.) в связи с тем, что ее численность и вредоносность в последние годы возрастает, а эффективность препаратов против нее снижается. При соблюдении зональных систем защитных мероприятий, предусматривающих до шести химических обработок за сезон только против плодоядки, не удается обеспечить необходимый эффект.

Так, в 1998-2000 гг. в садах Сальского и Азовского районов Ростовской области снижение поврежденности плодов валового урожая на фоне обработок пиретроидами (данитол 100 КЭ, данитол 100 ФЛЮ, децис 25 КЭ) составляло от 30 до 73%, фосфорорганическими препаратами (дурсбан 480 КЭ, золон 350 КЭ, карбофос 500 КЭ) - от 35 до 72%.

В садах Славянского района Красно-

дарского края этот показатель после обработок пиретроидами (децис 25 КЭ, каратэ 50 КЭ, суми-альфа 50 КЭ, маврик 2F) составлял 45-60%, фосфорорганическими препаратами (золон 350 КЭ, дурсбан 480 КЭ, талстар 100 КЭ) варьировал от 14 до 50%.

Динамика эффективности инсектицидов этих групп в борьбе с яблонной плодоядкой свидетельствует о ее неуклонном снижении по годам. В Краснодарском крае за 10-летний период этот показатель снизился у золон с 80 до 14%, у дурсбана - с 82 до 36.7% и дециса - с 95 до 53.7%. Отмечен более низкий эффект обработок инсегаром. Динамика эффективности препаратов за 4-летний период в Ростовской области отражает снижение чувствительности плодоярки к фосфорорганическим, пиретроидным препаратам, а также к представителю регуляторов роста насекомых инсегару (табл. 1).

В то же время эффективность этих препаратов в садах Московской и Тамбовской областей, где плодоярка развивается в одном поколении, сохраняется на прежнем высоком уровне - 90-95%.

Снижение чувствительности яблонной плодоярки к инсектицидам в нашей стране наблюдалось в 50-е годы, когда для борьбы с этим вредителем бесценно использовались препараты ДДТ (Гонтаренко, 1961) и в 70-е годы после периода интенсивного применения ФОС (Толстова, 1979). Определение чувствительности ряда популяций плодоярки в то время выявило развитие 5-6х уровня резистентности к препаратам этих групп.

Таблица 1. Биологическая эффективность инсектицидов в борьбе с яблонной плодовой жоржкой

Химическая группа	Препарат	Концентрация, норма расхода препарата	Снижение поврежденности плодов валового урожая, %		
			1989 г.	1995 г.	1999 г.
<u>Краснодарский край, Славянский район</u>					
ФОС	Золон КЭ (50 г/л)	0.02%	80.1		14.1
	Дурсбан КЭ (480 г/л)	0.02%	82.0		36.7
Пиретроиды	Децис КЭ (25 г/л)	0.05%	95.0		53.7
Регуляторы роста и развития	Инсегар СП (250 г/кг)	0.6 кг/га	93.9		54.2
<u>Ростовская область, Азовский и Сальский районы</u>					
ФОС	Дурсбан КЭ (480 г/л)	0.02%		57.2	35.5
Пиретроиды	Данитол КЭ (100 г/л)	0.1%		73.5	10.6
	Децис КЭ (25 г/л)	0.05%		56.6	30.0
Регуляторы роста и развития	Инсегар СП (250 г/кг)	0.6 кг/га		94.8	67.3

В последующие годы в практику защиты яблони были включены пиретроиды, регуляторы роста и развития насекомых, биопрепарат лепидоцид. Применение их при условии чередования обеспечивало высокий защитный эффект, что затормозило развитие резистентности.

Современный ассортимент инсектицидов для защиты от яблонной плодовой жоржки включает 23 препарата, но еще с 80-х годов среди них доминируют пиретроиды и фосфорорганические соединения, составляя 80% от общего количества препаратов. Имеются три регулятора роста и развития насекомых (инсегар 250 СП, димилин 250 СП, матч 50 КЭ), нитросоединение (митак 200 КЭ), биопрепарат (лепидоцид СК). При наличии такого ограниченного количества химических групп, которое осложняется еще и экономическим дисбалансом, когда хозяйства не имеют возможности соблюдать чередование препаратов, возникает реальная опасность развития резистентности.

Начальный этап ее формирования к пиретроидам и фосфорорганическим соединениям был зарегистрирован в 1989 г. у краснодарской популяции вредителя, когда еще эффективность препаратов в производственной концентрации была высокой, но при постановке специальных токсикологических опытов было обнаружено 10х снижение чувствительности вредителя к наиболее интенсивно применяемым препаратам (Праля, Буров, 1991;

Буркова, 1992).

В отношении инсегара лабораторией регуляторов роста, развития и поведения насекомых ВИЗР установлено, что при ежегодном использовании двух обработок против плодовой жоржки на 6-7 год отмечается резкое снижение его эффективности, а чувствительность вредителя снижается более чем в 100 раз в сравнении с исходной (Сазонов и др., 1995).

Таким образом, данные по эффективности препаратов по годам дают основание предполагать, что преимущественное использование пиретроидов и фосфорорганических препаратов на протяжении 15-20 лет послужило причиной формирования перекрестной резистентности к препаратам этих двух групп у яблонной плодовой жоржки в наиболее интенсивно обрабатываемых садах южной зоны плодового хозяйства и именно этим можно объяснить низкую эффективность препаратов. А одновременное снижение чувствительности к инсегару свидетельствует о возможном развитии множественной резистентности, которая наиболее опасна, потому что для практики теряется сразу несколько групп препаратов.

Работа по оценке новых "противоплодовой жоржочных" инсектицидов в системе регистрационных испытаний проводится постоянно, но по разным причинам список инсектицидов на плодовых культурах расширяется крайне медленно. За долгий период только в 2000 г. был реко-

мендован для регистрации инсектицид калипсо 480 СК из новой химической группы неоникотиноидов, никогда ранее не применявшейся в садах. На стадии регистрации находится еще один представитель регуляторов роста и развития насекомых - адмирал 100 КЭ.

Таким образом, в качестве "противо-плодожорочных" средств будут служить представители уже четырех химических групп и биологический препарат лепидодид, что расширит возможность их чередования.

Эффективность препаратов в отношении других плод- и листоповреждающих видов листоверток - ивовой кривоусой (*Pandemis heparana* Den.u.Schiff.), всеядной (*Archips podana* Sc.), сетчатой (*Adoxophyes reticulana* Hb.) и других - остается на прежнем высоком уровне, а численность этих вредителей в садах не превышает экономический порог вредоносности.

Массовое размножение в садах другой важной группы вредителей - растительной клещей - наблюдалось в 80-е гг. после многолетнего использования ФОС, приведшего к образованию в популяциях боярышничкового (*Tetranychus viennensis* Zacher.), красного плодового (*Panonychus ulmi* Koch.) и обыкновенного паутинного (*Tetranychus urticae* Koch.) клещей групповой устойчивости к наиболее интенсивно применяемым препаратам (Галетенко, Ларищев, 1975; Есаулов, Рославцева, 1984; Журавлева, 1984). Разработанная тактика борьбы с резистентностью к акарицидам и внедрение ее в практику способствовали реверсии чувствительно-

сти клещей, благодаря чему их численность контролировалась до 90-х годов. В настоящее время клещи в повышенной численности заселяют около 30% площадей, на которых требуется применение акарицидов. В большинстве садов доминируют красный плодовый, боярышничковый и постепенно увеличивает численность клещ Шлехтендаля (*Aculus schlechtendali* Nal.), что вновь диктует необходимость выяснения причин этого явления. В 1999 г. в ВИЗР была проведена экспериментальная проверка чувствительности краснодарской популяции красного плодового клеща к инсектоакарициду данитол 100 КЭ и специфическим акарицидам демитан 200 СК, аполло 500 СК, неорон 500 КЭ. Она показала, что к данным препаратам вредитель восприимчив. Необходимо, конечно, продолжить работу по определению чувствительности клещей к другим широко применяемым в садах препаратам.

В последние годы на груше еще один вид приобретает серьезное значение - грушевая медяница (*Psylla pyri* L.), борьба с которой осложнена низкой эффективностью всех применяемых против нее инсектицидов, среди которых шесть фосфорорганических препаратов на основе трех действующих веществ и один пиретроид, то есть опять-таки ограниченное количество химических групп. Динамика эффективности показывает, каковы последствия таких условий применения инсектицидов: здесь четко прослеживается снижение эффективности по годам (табл.2).

Таблица 2. Биологическая эффективность инсектицидов в борьбе с грушевой медянницей Краснодарский край, Славянский район

Химическая группа	Препарат	Норма расхода препарата	Снижение численности медяницы, %	
			1989	1999
ФОС	Би-58 Новый КЭ (400 г/л)	1.9 л/га	89.6	21.5
	Рогор С КЭ (400 г/л)	1.9 л/га	88.3	19.6
Пиретроиды	Децис КЭ (25 г/л)	0.6 л/га	95.4	10.8
Неоникотиноиды	Калипсо СК (480 г/л)	0.45 л/га	-	95.6

Биологическая оценка уже упоминавшегося инсектицида калипсо 480 СК выявила высокую чувствительность груше-

вой медяницы к этому препарату и его включение в ассортимент должно способствовать преодолению развития рези-

стенности.

В сложившейся в плодовых садах ситуации прежде всего необходимо строгое соблюдение принципов чередования препаратов из разных химических групп и в связи с этим расширение ассортимента

инсектицидов и акарицидов с принципиально новым механизмом действия из нетрадиционных классов. Необходим также мониторинг резистентности основных видов вредителей к применяемым средствам борьбы.

#### Литература

Буркова Л.А. Тактика борьбы с резистентностью чешуекрылых в плодовых садах. /Современное положение с резистентностью вредителей, возбудителей болезней растений и сорняков к пестицидам. Тез. докл. 8-го сов. Уфа, 1992, с.53-54.

Галетенко С.М., Ларищев В.Г. Красный плодовой клещ (*Ranonychus ulmi* Koch.) и борьба с ним в садах Крыма. /Резистентность вредителей и возбудителей болезней к химическим средствам защиты растений. Тез. докл. 4-го сов. М., 1975, с.18-20.

Гонтаренко М.А. Об устойчивости яблонной плодовой гни к ДДТ. /Защита растений от вредителей и болезней, 1, 1961, с.25-27.

Есаулов А.Г., Рославцева С.А. Устойчивость боярышничкового клеща к фосфорорганическим акарицидам и пути ее преодоления в яблоневых садах Краснодарского края. /Генетические последствия использования химических средств защиты растений и пути преодоления резистентности вредных организмов с учетом задач охраны окружающей среды. Тез. докл. 6-го сов. Рига, 1984, с.54-55.

Журавлева Л.М. Перспективы применения новых акарицидов против резистентных популяций паутинового клеща. /Генетические последствия использования химических средств защиты растений и пути преодоления резистентности вредных организмов с учетом задач охраны окружающей среды. Тез. докл. 6-го сов. Рига, 1984, с.56-58.

Праля И.И., Буров В.Н. Феромониторинг устойчивости листоверток к инсектицидам. /Защита растений, 9, 1991, с.21-22.

Сазонов А.П., Попова Т.Г., Буров В.Н. Некоторые биоценоотические последствия долгосрочного применения регуляторов роста насекомых в плодовом саду. /Защита растений в условиях реформирования агропромышленного комплекса: экономика, эффективность, экологичность. Тез. докл. Всеросс. съезда по защите растений, СПб., 1995, с.457-458.

Толстова Ю.С. Реакция яблонной плодовой гни (*Laspeyresia pomonella* L.) на современные инсектициды. /Устойчивость вредителей к химическим средствам защиты растений. М., 1979, с.72-76.

#### RECENT TRENDS IN POPULATION DYNAMICS OF MAJOR PESTS OF FRUIT CROPS

*L.A.Burkova, N.A.Borovikova, A.A.Zverev, A.G.Makhotkin*

Data obtained in registration field tests of pesticides in orchards of Krasnodar Territory, Tambov, Moscow and Rostov regions over 10 last years, have been considered to reveal recent trends in pests' susceptibility to plant protection measures used. Basic features of pesticide effectiveness dynamics have been established and levels of mites' susceptibility to acaricides have been determined in orchards.

## РЕЗИСТЕНТНОСТЬ ПОПУЛЯЦИИ ГРИБА *FUSARIUM NIVALE* К ФУНДАЗОЛУ

С.Ф.Буга, А.А.Радына, В.Е.Боярчук

Белорусский НИИ защиты растений, Минск, Белоруссия

В Белоруссии проводится многолетнее изучение чувствительности гриба *Fusarium nivale*, возбудителя снежной плесени озимой ржи, к фундазолу. Экспериментальные данные по резистентности гриба подтверждены материалами по оценке биологической эффективности препарата в полевых условиях. Изучена перекрестная резистентность к триазолам и имидазолам.

Явление резистентности - одна из важнейших причин снижения биологической эффективности фунгицидов и усиления их отрицательного влияния на экологическую среду. В настоящее время резистентность отмечена более чем у 150 видов грибов - возбудителей болезней растений (Захаренко, 2000).

Вероятность возникновения устойчивых форм в значительной степени зависит от механизма действия препарата. Первые сообщения о потере чувствительности популяции гриба *Fusarium nivale* (Fr.) Ces. к бензимидазольным фунгицидам относятся к началу 80-х годов (Haegermark, Petersson, 1988).

С целью подавления развития снежной плесени в Белоруссии с 1980 г. широко применялся фунгицид фундазол, 50% смачивающийся порошок из группы бензимидазолов для обеззараживания семенного материала и обработки вегетирующих растений. К концу 90-х гг. биологическая эффективность препарата снизилась до 17.0-21.0%, то есть возникла устойчивость патогена к фунгициду (Буга и др., 1996).

Возникновение фунгицидной резистентности и невозможность прогнозирования развития этого процесса обусловили необходимость проведения многолетнего мониторинга чувствительности популяций *F.nivale* к фундазолу для получения необходимой информации с целью биологического и экономического обоснования использования фунгицидов, а также разработки стратегии и тактики защиты культуры от болезни.

Выделение изолятов *F.nivale* проводи-

ли из пораженных листьев озимой ржи на картофельно-глюкозный агар. Гриб культивировался в чашках Петри, при температуре 15-18°C. Растворы фунгицида готовили на спирту и воде. Использовали набор концентраций 1, 10, 100 мкг/мл по действующему веществу. Для изучения резистентности применяли методы международного комитета по фунгицидной резистентности FRAK (Schulz, 1991). Для количественной характеристики резистентности популяции применен термин "фактор" (уровень резистентности) и "частота резистентности". Фактор резистентности - отношение  $EC_{50}$  (концентрация фунгицида, необходимая для эффективного подавления 50% штаммов, изолятов) форм, составляющих популяцию резистентного (изучаемого) штамма, к  $EC_{50}$  чувствительного "дикого штамма", никогда не подвергавшегося действию фунгицида.  $EC_{50}$  определяется по логарифмической сетке, где на оси X откладываются данные подавления роста колонии гриба, по оси Y - мкг/мл изучаемого фунгицида. Частота резистентности - доля резистентных штаммов (изолятов, форм) в изучаемой популяции. Резистентным считается штамм (изолят, форма), у которого значение  $EC_{50}$  превосходит аналогичный показатель чувствительного в 100 раз (Cohen, 1992). Было изучено несколько популяций, названия которых соответствуют названию района, где были отобраны растительные пробы. Методика отбора проб растений на поле общепринятая (Методика учета снежной плесени..., 1976). Согласно этой методике ранней весной после таяния снега, при

появлении четких признаков поражения снежной плесенью отбирали пробы растений (по 10 шт.) из 20-50 мест (в зависимости от площади поля). Затем из пораженных частей растений изолировали грибок *F.nivale*. Для оценки резистентности популяций *F.nivale* к фунгициду анализировали от 50 до 100 изолятов из каждой популяции. Исследования проводили на районированном сорте озимой ржи Пуховчанка.

Для выявления перекрестной и множественной устойчивости растительные пробы отбирали из соответствующих вариантов специально заложенных полевых опытов. Площадь делянки 25 м<sup>2</sup>, повторность 4-кратная. Количество отобранных растений для изоляции гриба *F.nivale* составляло не менее 200 экземпляров.

Для исследования были выбраны популяции, которые подвергались различному фунгицидному прессу. Ивацевичская популяция менее всего подвергалась селективному давлению фунгицидного пресса, поэтому из нее был выделен наиболее чувствительный изолят с ЕС<sub>50</sub> 0.4 мкг/мл. Логойская популяция подвергалась умеренному давлению фунгицидного пресса с одной обработкой фундазолом. Минская популяция была подвержена наиболее активному давлению путем ис-

пользования препарата в качестве протравителя и фунгицида в течение 10 лет и более ограниченно - в последние годы. Прилуцкая популяция подвергалась действию препарата как протравителя семян в течение более 15 лет. Барановичская и столбцовская популяции подвергались действию препарата нерегулярно, в отдельные годы.

Анализ чувствительности изолятов популяций к фундазолу (табл.1) свидетельствует о том, что в минской популяции в 1995 г. 26.7% изолятов имели ЕС<sub>50</sub> выше 100 мкг/мл и 20% от 71-100 мкг/мл, то есть популяция оказалась резистентной. В 1996 г. чувствительность популяции лишь незначительно повысилась. Чувствительность логойской популяции в 1995 г. оказалась пониженной, так как 19% изолятов имели ЕС<sub>50</sub> выше 100 мкг/мл, а в 1996 г. она возросла, поскольку 72% изолятов были высокочувствительными. Несколько другая ситуация сложилась в барановичской и столбцовской популяциях. Так, в 1995 г. чувствительность их была пониженной, но высокорезистентных изолятов не обнаружено. В 1996 г. в барановичской популяции их оказалось 14.3% и столько же с повышенной устойчивостью. В 1996 г. чувствительность столбцовской популяции к фундазолу также снизилась.

Таблица 1. Структура популяций *F.nivale* по чувствительности к фундазолу

Популяция	Год	ЕС <sub>50</sub> , мкг/мл					
		0-10	11-30	31-50	51-70	71-100	свыше 100
Минская	1995	0	6.6	20.0	26.7	20.0	26.7
	1996	57.1	0	7.1	0	21.5	14.3
Логойская	1995	42.8	0	23.8	9.5	4.7	19.0
	1996	72.0	8.0	12.0	6.0	0	0
Барановичская	1995	0	0	40.0	40.0	20.0	0
	1996	21.4	7.1	14.3	28.6	14.3	14.3
Столбцовская	1995	42.8	14.3	0	0	42.9	0
	1996	8.0	4.0	24.0	52.0	8.0	4.0

Многолетние исследования фунгицидной чувствительности прилуцкой популяции (табл.2) также свидетельствуют о динамичности этого показателя, но реверсии чувствительности не отмечено. Наблюдалось лишь некоторое изменение

реакции изолятов от высокорезистентной в 1994 г., когда около 41% изолятов имели ЕС<sub>50</sub> свыше 100 мкг/мл, до средней - в 1998 г. Однако в 1999-2000 гг. вновь отмечено снижение чувствительности популяции гриба *F.nivale* к фундазолу.

Таблица 2. Распределение изолятов прилуцкой популяции *F.nivale* по степени чувствительности к фундазолу (% от общего числа изолятов)

Год	ЕС <sub>50</sub> , мкг/мл					
	0-10	11-30	31-50	51-70	71-100	свыше 100
1994	6.8	0	13.6	15.9	22.9	40.9
1995	10.3	10.3	33.3	17.9	15.4	12.8
1996	44.0	4.0	20.0	24.0	4.0	4.0
1997	20.0	8.6	17.1	8.6	31.4	14.3
1998	53.1	9.4	12.5	6.3	18.8	0
1999	0	10.0	25.0	35.0	10.0	20.0
2000	22.9	8.6	37.1	14.3	14.3	2.8

При таком соотношении изолятов с различной чувствительностью в популяции биологическая эффективность фун-

дазола в природных условиях оставалась низкой. Следовательно, существенного восстановления чувствительности популяции в течение 7 лет не произошло. Об этом свидетельствуют данные таблицы 3. В вариантах с применением фундазола как протравителя семян развитие снежной плесени и гибель растений от болезни оказались на уровне или выше контроля. В 1998 г. наблюдалась эпифитотия снежной плесени и некоторое повышение чувствительности изолятов гриба к фундазолу по сравнению с предыдущими годами (табл.2). Однако, показатели развития болезни (64.5%) и гибель растений (41.3%) свидетельствуют о неудовлетворительной биологической эффективности препарата даже при такой чувствительности.

Таблица 3. Эффективность применения фундазола в защите озимой ржи от *F.nivale* (прилуцкая популяция)

Год	Вариант	Норма расхода кг, л/т	Пере-зимовка, %	<i>F.nivale</i> , %		Урожайность	
				разви-тие	гибель	ц/га	Прибавка, %
1996	Контроль	-	77.4	43.3	1.0	38.1	0
	Фундазол 50% СП	2.0	83.8	46.5	4.9	38.9	2.1
1997	Контроль	-	82.3	34.4	7.6	40.7	0
	Фундазол 50% СП	2.0	85.9	38.4	13.1	42.9	5.4
1998	Контроль	-	48.5	71.3	45.6	35.7	0
	Фундазол 50% СП	2.0	53.8	64.5	41.3	38.9	9.0

Относительно низкая чувствительность изолятов популяции *F.nivale* к фундазолу, применение протравителей из других групп обусловили необходимость изучения наличия перекрестной устойчивости у изолятов этих популяций. Наши исследования показали отсутствие кросс-резистентности к сравнительно широко применяемому протравителю семян раксилу из группы триазолов у резистентных к фундазолу изолятов минской и прилуцкой популяций *F.nivale* и высокочувствительной - ивацевичской (табл.4).

Таблица 4. Устойчивость изолятов *F.nivale* к фундазолу и раксилу

Популяция	Фактор резистентности	
	Фундазол 50% СП	Раксил 2% СП
Прилуцкая	90-162.5	1.8-2.3
Минская	125-250	0.3-1.5
Ивацевичская	1.0	1.3-0.2

Фактор резистентности к раксилу составил от 0.2 до 2.3, тогда как у резистентных минской и прилуцкой к фундазолу составлял от 90 до 250.

Для подтверждения данных об отсутствии перекрестной устойчивости к препаратам из других классов был использован комбинированный протравитель семян байтан универсал (19.5% смачивающийся порошок).

Таблица 5. Устойчивость к протравителям различных классов

Популяция	Фактор резистентности		
	Фундазол 50% СП	Раксил 2% СП	Байтан универсал 19.5% СП
Прилуцкая	76.0	1.5	6.3
Минская	87.5	1.0	4.0
Логойская	31.5	3.3	3.5
Барановичская	134.1	6.6	3.8
Столбцовская	142.3	2.5	21.3

Его действующее вещество представлено компонентами из групп триазолов, бензимидазолов и имидазолов.

Исследования показали отсутствие перекрестной устойчивости к данным препаратам (табл.5). Если фактор резистентности изолятов изучаемых популяций составлял 31.5-142.3 для фундазола, 1.0-6.6 - для раксилы, для байтана уни-

*Вестник защиты растений, 2, 2001*  
версала 3.5-21.3.

Таким образом, отсутствие перекрестной устойчивости *F.nivale* к триазольным и комбинированным на этой основе препаратам позволяет рекомендовать их для широкого применения даже в зонах многолетнего использования фундазола и обосновать стратегию и тактику защитных мероприятий.

#### Литература

Буга С.Ф., Радына А.А., Боярчук В.Е. Мониторинг чувствительности популяции гриба *Fusarium nivale* (Fr.) Ces. к фундазолу. /Весці акадэміі навук Беларусі. Сер. біял. навук. 2, 1996, с.76-79.

Захаренко В.А. Стратегия преодоления устойчивости вредных организмов к пестицидам. /Современное состояние проблемы резистентности вредителей, возбудителей болезней и сорняков к пестицидам в России и сопредельных странах на рубеже XXI века: Материалы IX совещ. (20-22 декабря 2000 г.), СПб, 2000, с.8-9.

Методика учета снежной плесени озимых

зерновых культур. /БелНИИЗР, Минск, 1976, 5 с.

Cohen V. Determination of the sensitivity of *Pseudoperonospora cubensis* to phenylamides. /Bull. OEPP. 22, 2, 1992, p. 318-320.

Haegermark U., Petersson E. Yaxtskyddsrapport, konsulentavd vatskyddinst vaxt - och skogsskydd. /Vordbruk, 52, 5, 1988, p.124-126.

Schulz U.A. A method or routine testing of the sensitivity of cereal powdery mildew (*Erysiphe graminis*) to DMI fungicides. /FRAC methods monitoring fungicides resistance. Bracknell, 1991, p.298-301.

#### RESISTANCE OF THE FUNGUS *FUSARIUM NIVALE* TO FUNDAZOLE

*S.F.Buga, A.A.Radyna, V.E.Boyarchuk*

Long-term data on the resistance of the fungus *F.nivale*, the pathogen causing snow mold, to fundazole are given. Parameters of the biological activity of preparation were studied under field conditions. Isolates of the Prilukskaya populations have been proved to possess a low susceptibility to the above preparation. The absence of cross-resistance to preparations of triazole and imidazole groups has been shown.

## ПУТИ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ИСТОЧНИКОВ УСТОЙЧИВОСТИ КАРТОФЕЛЯ К ФИТОФТОРОЗУ

Е.В.Рогозина\*, М.В.Патрикеева\*\*

\*Всероссийский НИИ растениеводства, Санкт-Петербург

\*\*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Создание устойчивых к фитофторозу сортов картофеля - главное средство борьбы с патогеном, так как применение химических мер ограничено экономическими факторами. Длительную защиту в условиях постоянного возникновения новых рас возбудителя обеспечивает полевая (полигенная) устойчивость. Включение такого типа устойчивости в селекционный процесс основано на широком использовании генофонда р.*Solanum*. В статье изложены результаты изучения устойчивости к фитофторозу сложных межвидовых гибридов картофеля из коллекции ГНЦ ВИР. Комплексная оценка на естественном инфекционном фоне и в лабораторных условиях позволила получить источники полевой устойчивости разных групп спелости, у которых устойчивость наземной части растения сочетается с устойчивостью клубней и высокими агрономическими качествами.

Гриб *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary вот уже более 150 лет продолжает оставаться самым опасным патогеном картофеля. Со времени первой эпифитотии в середине 19 столетия в Ирландии во всем мире не прекращается поиск средств борьбы с болезнью. В 1996 г. создан международный проект GILB (Global Initiative on Late Blight), призванный соединить усилия традиционной селекции с комплексом современных технологий противостояния болезни. Использование только фунгицидов против фитофтороза не дает надежной защиты от патогена. Приоритетным направлением стратегии борьбы с фитофторозом в настоящее время является создание и возделывание устойчивых сортов.

В России селекция высокоустойчивых к патогену сортов всегда была главным средством противостояния болезни. В настоящее время она становится особенно актуальной в связи с ростом удельного веса в производстве картофеля малых хозяйств, которым не всегда доступны химические средства защиты. Для фермерских и индивидуальных хозяйств необходимы сорта с полевой устойчивостью к фитофторозу, способные сдерживать развитие заболевания в отсутствие или при минимальном использовании фунгицидов. Стратегия создания таких сортов основана на использовании различных генетических источников.

В коллекции ГНЦ ВИР широко представлен генофонд рода *Solanum*: виды культурного и дикорастущего картофеля, отечественные и зарубежные сорта. Исследования в области предбридинговой селекции, поиск источников и создание доноров устойчивости к наиболее опасным патогенам - одно из важнейших направлений деятельности ВИР. А.Я.Камераз (1973) и К.З.Будин (1986) методом межвидовой гибридизации создали ряд сортов и множество родительских форм для селекции высокопродуктивного, устойчивого к болезням картофеля. В результате создана обширная коллекция семян и клубневая коллекция межвидовых гибридов картофеля, насчитывающая более 100 клонов. Однако, в связи с постоянным изменением популяционного состава гриба *Ph.infestans* и появлением новых сложных высоковирулентных рас, существует необходимость в новом исходном материале для селекции на устойчивость к фитофторозу.

Рядом исследователей установлено наличие в популяции гриба в Российской Федерации изолятов, принадлежащих к А2 типу совместимости. Присутствие в популяции А2 типа совместимости дает возможность образования ооспор в цикле развития гриба, его сохранения в природе в виде зимующих ооспор на растительных остатках. Наличие в цикле развития патогена ооспор является одним из

основных факторов, влияющих на внутривидовую изменчивость популяции гриба *Ph.infestans*. В настоящее время популяция возбудителя фитофтороза представлена сложными расами с 10-11 генами вирулентности, что ставит под угрозу поражения все сорта, не обладающие полевой устойчивостью.

Полигенная устойчивость включает комплекс свойств, в том числе устойчивость к проникновению инфекции, длинный инкубационный период, медленное распространение гриба, слабое спороношение, что значительно снижает и замедляет распространение инфекции в поле. Этот тип устойчивости проявляется ко всему типу рас патогена, и это наиболее ценно в современной практике возделывания картофеля. Неспецифический тип устойчивости меньше зависит от репродуктивных процессов гриба и более стабилен при правильной агротехнике картофеля. Сорта с таким типом устойчивости могут поражаться только при оптимальных условиях развития патогена, когда заболевание достигает эпифитотийного развития и создается значительный запас инфекционной нагрузки. Однако при этом развитие заболевания происходит замедленно, пораженная ткань теряет способность к спорообразованию. Сорта с таким типом устойчивости наиболее перспективны.

В современном сорте устойчивость наземной части растения к заболеванию необходимо сочетать с устойчивостью

клубней. Установлено, что устойчивость листьев и клубней одной и той же формы картофеля не всегда совпадает. Эти различия особенно заметны при распецифическом типе устойчивости, когда реакция сверхчувствительного типа устойчивости хорошо выражена у листьев и может отсутствовать у клубней.

Полевая устойчивость клубней является следствием действия многих генов и зависит от их суммарного эффекта. Заражение ломтиков клубней в лабораторных условиях дает основание судить о физиологической устойчивости, это наиболее жесткий метод отбора устойчивых форм. Определение устойчивости клубней в поле при эпифитотийном развитии показывает практическую устойчивость к заболеванию. Эти результаты также не всегда могут совпадать. Однако для селекционера очень важно знание степени устойчивости как надземных органов, так и клубней картофеля.

Новые требования, предъявляемые к сортам, обуславливают необходимость создания новых источников и доноров устойчивости к патогену. Для решения этой задачи в 2000 г. проведено комплексное изучение устойчивости к фитофторозу образцов коллекции межвидовых гибридов картофеля, перспективных по признаку урожайности. Результаты испытаний гибридных клонов в полевых и лабораторных условиях приведены в данной статье.

### **Материал и методы исследований**

Клоны межвидовых гибридов получены в результате двухлетнего отбора среди сеянцев первого года и первого клубневого размножения от самоопыления или скрещивания ряда родительских форм. Генеративное потомство, полученное с участием дикорастущих, культурных видов и зарубежных сортов картофеля, было представлено семьями по 50 растений. В каждой семье отбирали растения с компактным гнездом, в котором было не менее 10 клубней правильной формы с мелкими или средними глазками. В потомстве 20 гибридных комбина-

ций выделили 40 продуктивных клонов. При дальнейшем изучении в 1998-1999 гг. оценивали не только продуктивность, но и полевую устойчивость к фитофторозу ботвы и клубней. По результатам двухлетнего изучения на естественном инфекционном фоне, который был достаточно жестким в связи с эпифитотией в 1998 г., и при депрессивном развитии заболевания в 1999 г. отобрано 18 клонов (потомство 17 родительских форм), сочетающих продуктивность и хорошую форму клубня с высокой фитофтороустойчивостью. Клоны, родительские

формы и виды, использованные при гибридизации, указаны в таблице 1.

Таблица 1. Происхождение гибридов картофеля

Родительские формы		Виды, участвовавшие в скрещиваниях*	Гибриды картофеля	Устойчивость листьев (балл)	
Материнская	Отцовская			1998	1999
91-15-2	91-21-4	and., ryb., sto, tub.	97-152-6	8	8
91-15-2	91-21-4	and., ryb., sto, tub.	97-152-11	9	9
91-19-2	91-21-4	acl., blb., and., ryb., sto, tub.	97-156-5	8	9
Bobr	91-21-4	and., ryb., sto, tub.	97-155-1	9	9
88-59-2	91-21-4	and., ryb., spg., mcr, tub.	97-157-4	8	9
90-6-2	90-21-1	and., ryb, tub.	97-154-6	8	8
90-7-7	90-21-1	and., ryb., sto, tub.	97-159-3	8	8
Frowtiv Busset x A-84180	91-14-1	and., ryb., sto., spg., mcr, tub.	95-26-2	7	8
8-86-1	91-14-1	and., ryb., sto., spg., mcr, tub.	95-29-1	8	8
8-86-1	91-14-1	and., ryb., sto., spg., mcr, tub.	95-29-2	8	9
8-86-1	91-14-1	and., ryb., sto., spg., mcr, tub.	95-29-4	8	8
91-14-1	8-86-1	and., ryb., sto., spg., mcr, tub.	95-25-1	9	9
91-14-1	Sonetta	and., ryb., sto., spg., mcr, tub.	95-31-1	8	9
194-4	144	and., ryb., dem., ver, tub	93-169-6	8	8
445-6	144	and., ryb., sto., dem., ver, tub.	93-104-2	8	8
F2 {I-1035 x 44-81-2}		and., ryb., phu., tub.	95-23-3	9	9
F2 {93-104-2}		and., ryb., sto., dem., ver, tub.	98-38-1	8	9
F2 {93-104-2}		and., ryb., sto., dem., ver, tub.	97-81-1	8	8

\*acl. - *S.acaule*, and. - *S.tuberosum* ssp. *andigenum*, blb. - *S.bulbocastanum*, dem. - *S.demissum*, mcr. - *S.microdontum*, phu. - *S.phureja*, ryb. - *S.rybinii*, spg. - *S.spegazzinii*, sto. - *S.stoloniferum*, ver. - *S.vernei*, tub. - сорта картофеля *S.tuberosum*

Летом 2000 г. первые очаги фитофтороза на восприимчивом сорте Bobr появились в конце июля. Начиная со второй декады августа, развитие болезни имело эпифитотийный характер, и потому изучение межвидовых гибридов на устойчивость к фитофторозу проходило на высоком инфекционном фоне. Оценка степени устойчивости ботвы гибридных клонов к фитофторозу была сделана в течение августа в динамике, через каждые 6-7 дней по 9-балльной шкале. Каждый клон был представлен деланками по 10 растений в

трех повторностях. Балл устойчивости ботвы определяли как средний из трех оценок. Устойчивость клубней при уборке оценивали визуально в соответствии с "Методикой исследований по защите картофеля от болезней, вредителей, сорняков и иммунитету" (1995).

Кроме того, в лабораторных условиях было проведено искусственное заражение клубней расой гриба, включающей все гены вирулентности, встречающиеся в популяции (1.2.3.4.5.6.7.8.10.11).

### Результаты и обсуждение

Изменение устойчивости к фитофторозу ботвы гибридов картофеля в динамике по датам наблюдения (10, 16, 23, 29 августа) представлено на рисунке 1, где столбиками, высоту которых определяет интенсивность поражения, показана устойчивость ботвы изучаемых гибридов в баллах. Сорт Невский взят в качестве контроля.

Гибриды картофеля по интенсивности поражения ботвы фитофторозом уже в первую дату наблюдений - 10 августа - представляют вариационный ряд изменения устойчивости от очень низкой (1 балл) до высокой (8 баллов). Дальнейшие наблюдения 16, 23 и 29 августа показывают сохранение различий в развитии патогена.

По устойчивости в полевых условиях гибриды картофеля подразделены нами на три группы.

1. Гибриды с высокой или относительно высокой устойчивостью к фитофторозу (7-8 баллов). Они находятся в правой части диаграммы от клона 97-152-11 до сорта Невский. У гибридов данной группы 10 августа устойчивость листьев была оценена 7-8 баллами. В дальнейшем развитие инфекции происходило с разной интенсивностью. К окончанию вегетации 29 августа самый высокий уровень фитофтороустойчивости сохранил гибридный клон 98-38-1 (7 баллов). Высокий уровень ус-

тойчивости в этот период отмечен у гибридов 97-155-1, 97-152-6, 97-156-5, у которых поражение листовой поверхности было значительно меньшим, чем у стандарта (соответственно 5 и 3 балла). Высокая устойчивость к концу вегетации 24 августа отмечена у гибридных клонов 95-23-3, 95-29-4. Эти раннеспелые гибриды поразились на 5 баллов, что соответствует стандарту. Значительное развитие инфекции к концу вегетации отмечено на листьях клонов 97-159-3, 93-169-6 (3 балла), что указывает на снижение неспецифического типа устойчивости при оптимальных условиях для развития заболевания.

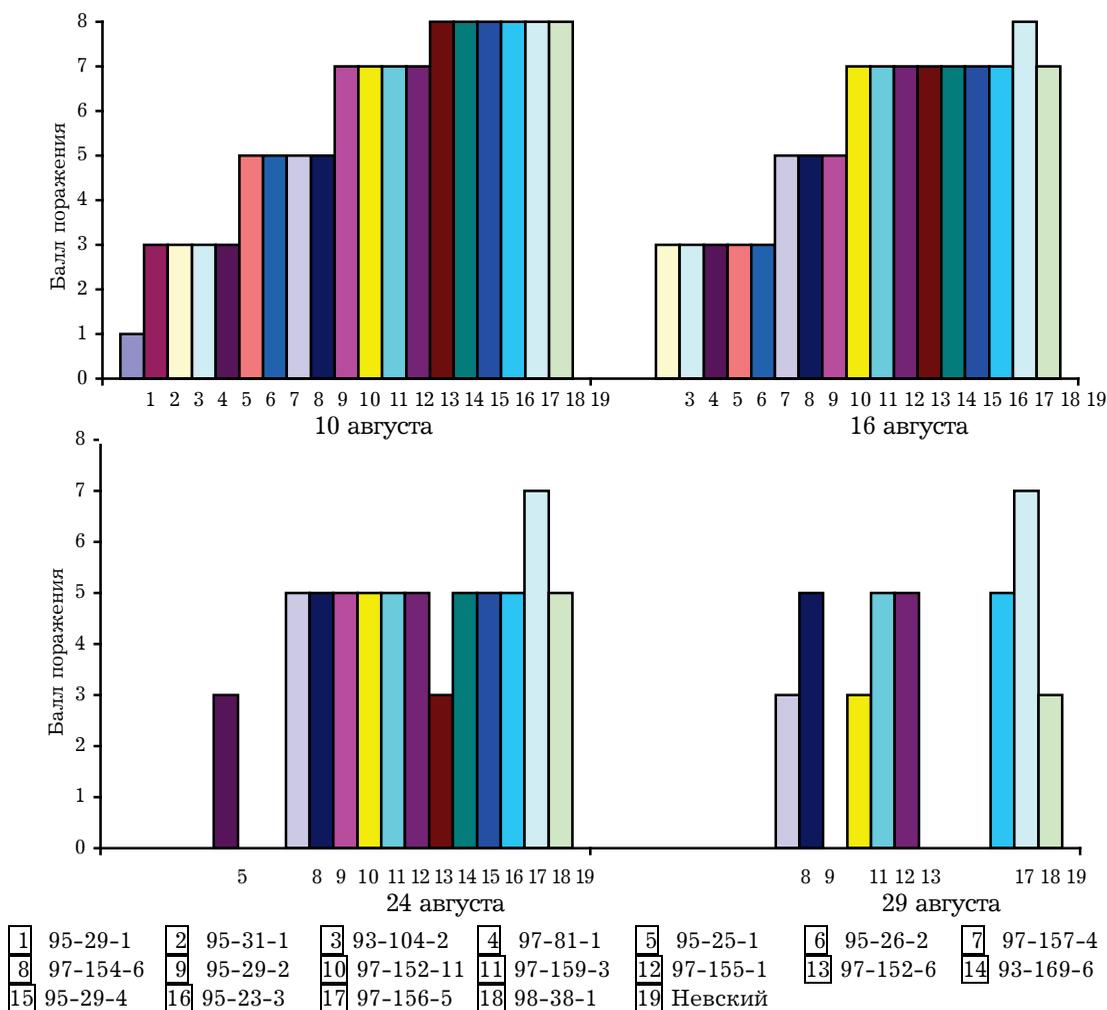


Рис. Фитофтороустойчивость гибридов в поле, лето 2000 г.

2. Гибриды со средней устойчивостью к заболеванию расположены в средней части диаграммы от гибридного клона 97-157-4 до клона 95-29-2. У данной группы 10 августа устойчивость надземных органов имела оценку 5 баллов. Динамика развития патогена на клонах этой группы также была различной. На гибриде 95-29-2 не происходило развития инфекции, у клона 97-154-6 поражение усилилось к концу вегетации, клоны 97-157-4, 95-26-2 погибли во вторую декаду августа, когда развитие болезни приобрело эпифитотийный характер. Нарастание степени поражения в динамике указывает на различия этих гибридов в уровне неспецифической устойчивости к фитофторозу.

3. Гибриды, восприимчивые к заболеванию, находятся в левой части диаграммы (1-3 балла). Они в начале августа в наибольшей степени были поражены фитофторозом и не представляют интереса по признаку устойчивости.

Результаты полевых наблюдений и лабораторной оценки устойчивости клубней гибридов картофеля к фитофторозу приведены в таблице 2.

Таблица 2. Фитофтороустойчивость клубней гибридов картофеля

Номер гибридного клона	Число больных клубней при уборке, %	Устойчивость при искусственном заражении
95-29-4	0	среднеустойчив
97-154-6	0	среднеустойчив
97-159-3	0	среднеустойчив
97-152-6	0	среднеустойчив
97-157-4	0	среднеустойчив
95-23-3	0	устойчив
95-29-1	0	слабоустойчив
95-31-1	0	восприимчив
97-155-1	0	восприимчив
93-169-6	0	не определена
93-104-2	0	не определена
95-26-2	6,6-8,8	устойчив
98-38-1	5,5	среднеустойчив
97-156-5	5,5	восприимчив
97-152-11	1,2	восприимчив
95-25-1	3,1	восприимчив
97-81-1	2,7	восприимчив
95-29-2	22	восприимчив
Невский	1,3 - 4,3	

В первой графе таблицы представлены результаты учета поражения фитофторозом клубней при уборке гибридных клонов, во второй графе - результаты искусственного заражения ломтиков клубней.

По полевой устойчивости клубней к фитофторозу гибридные клоны разделены на две группы: наличие пораженных клубней отмечено у 7 клонов и стандарта, отсутствие больных клубней - у 11 клонов. Поражение клубней в поле в условиях эпифитотии у контроля и 6 гибридных клонов было невысоким и составило 1,2-8,8% больных клубней, кроме восприимчивого гибрида 95-29-2, у которого доля больных клубней составила 22%.

При изучении коллекции межвидовых гибридов картофеля даже в год эпифитотии не применяли химические средства защиты от фитофтороза. Поэтому отсутствие больных клубней при уборке или небольшой процент поражения служит надежным критерием их устойчивости к фитофторозу.

В результате лабораторной оценки выделено 9 гибридных клонов, имеющих клубни различной степени устойчивости к патогену при искусственном заражении.

Практическим результатом проведенных исследований является выделение среди гибридных клонов картофеля источников устойчивости к фитофторозу. Источником называют выделенные по фенотипу формы с нужным селекционеру значением какого-либо ценного признака, принадлежащие к возделываемым или родственным им видам (родам) сельскохозяйственных растений (Мережко, 1994). Это понятие применительно к картофелю включает в себя дикорастущие и культурные виды, селекционные формы и сорта. Возможности использования их в селекции различны.

Образцы дикорастущих видов картофеля (*Solanum stoloniferum*, *S. pinatisectum* и др.) могут быть источником устойчивости к фитофторозу, но они имеют ряд отрицательных качеств: длинные столоны, мелкие клубни, непри-

ятный вкус. Среди образцов, относящихся к культурным видам картофеля (*S.tuberosum* ssp. *andigenum*, *S.phureja*), выделены формы с относительной устойчивостью к фитофторозу, но они отличаются фотопериодической реакцией на длину дня, часто имеют клубни неправильной формы. Чтобы избавиться от негативных качеств требуются многократные скрещивания, в результате которых теряется первоначальная устойчивость.

Выделенные нами гибридные клоны сочетают высокий уровень устойчивости к болезни с хорошими агрономическими показателями. Гибриды образуют компактные гнезда клубней правильной формы с мелкими или средними глазками, кожурой белого или розового цвета и белой или кремовой мякотью. Их вкусовые качества имеют оценку 3-5 баллов по 5-балльной шкале. По степени скороспелости это ранние или среднеранние гибриды.

Уровень продуктивности новых источников устойчивости к фитофторозу в сравнении с продуктивностью сорта Невский приведен в таблице 3. В таблице также показаны устойчивость листьев и клубней гибридных клонов, что позволяет характеризовать выделенные нами

клоны по трем селекционно-ценным признакам.

В результате трехлетнего изучения образцов коллекции межвидовых гибридов, как показано в таблице 3, в полевых и лабораторных условиях выделено три раннеспелых, устойчивых к фитофторозу, с хорошей продуктивностью гибридных клонов: 95-29-4, 95-23-3, 97-152-11. Листья этих клонов ко времени уборки 24 августа в средней степени устойчивы к фитофторозу, а клубни у двух клонов 95-29-4, 95-23-3 устойчивы к фитофторозу как в полевых условиях, так и при искусственном заражении. Продуктивность этих раннеспелых гибридов была на уровне продуктивности контроля - среднераннего сорта Невский (95-29-4, 97-152-11) или выше (95-23-3).

В другой группе образцов выделено шесть среднеранних клонов, имеющих устойчивые к фитофторозу клубни и листья и хорошую продуктивность: 98-38-1, 97-152-6, 97-159-3, 97-154-6, 97-155-1, 97-156-5. У клонов 98-38-1 и 97-152-6 листья более устойчивы к патогену, чем у контрольного сорта; клубни устойчивы при искусственном заражении и продуктивность выше продуктивности контроля на 30-45%.

Таблица 3. Гибридные клоны - источники устойчивости к фитофторозу

Гибрид картофеля	Группа спелости	Продуктивность (% к контролю)	Устойчивость	
			листьев (балл)	клубней
95-29-4	ранний	100	5	среднеустойчив
95-23-3	ранний	125	5	устойчив
97-152-11	ранний	105	5	не устойчив
98-38-1	среднеранний	130	7	среднеустойчив
97-152-6	среднеранний	145	5	среднеустойчив
97-159-3	среднеранний	135	3	среднеустойчив
97-154-6	среднеранний	105	3	среднеустойчив
97-155-1	среднеранний	140	5	не устойчив
97-156-5	среднеранний	125	5	не устойчив
Контроль (Невский)	среднеранний	100	3	

У гибридных клонов 97-159-3 и 97-154-6 клубни устойчивы к патогену в поле и при искусственном заражении. Хотя к концу вегетации устойчивость листьев этих гибридов была, как и у контрольного сорта, на уровне 3 баллов, продуктив-

ность их была выше на 5-35%.

Гибридные клоны 97-155-1 и 97-156-5 более устойчивы по сравнению с контрольным сортом и превосходят его по продуктивности на 25-40%.

Проведенные исследования позволили

выделить из коллекции межвидовых гибридов ГНЦ ВИР новые источники устойчивости к фитофторозу. При этом из девяти гибридных клонов - источников устойчивости три клона относятся к группе раннеспелых гибридов. Сочетание

признака устойчивости к фитофторозу с раннеспелостью довольно редко встречается у сортов картофеля, поэтому выделенные нами источники представляют особую ценность для селекции.

### **Заключение**

Для получения новых источников устойчивости к фитофторозу в течение трех лет проведено изучение образцов коллекции межвидовых гибридов картофеля ГНЦ ВИР на высокоинфекционном естественном фоне и в лабораторных условиях. Изучено 40 гибридных клонов от 20 родительских форм.

Выделено девять источников устойчивости к фитофторозу, которые имеют хорошую продуктивность и другие хозяйственно ценные признаки: это раннеспелые гибриды 95-29-4, 97-152-11, 95-23-3 и среднеранние гибриды 97-154-6, 97-159-3, 97-156-5, 97-155-1, 97-152-6, 98-38-1.

Гибридные клоны - новые источники устойчивости к фитофторозу - различа-

ются по степени устойчивости листьев и клубней к патогену. Раннеспелые гибриды 95-29-4, 95-23-3 и среднеранние гибриды 97-152-6, 98-38-1 сочетают устойчивость листьев с устойчивостью клубней. Раннеспелый гибрид 97-152-11 и среднеранние гибриды 97-156-5, 97-155-1 имеют устойчивые листья, а среднеранние гибриды 97-154-6, 97-159-3 имеют устойчивые клубни.

В дальнейшем, на основе анализа генеративного потомства гибридных клонов будет изучен характер наследования признака устойчивости. Это позволит сделать вывод о донорских способностях выделенных нами источников устойчивости.

### **Литература**

Будин К.З. Генетические основы селекции картофеля. Л., 1986, 192 с.

Камераз А.Я. Межвидовая и внутривидовая гибридизация картофеля. /Генетика картофеля. М., 1973, с.104-121.

Методика исследований по защите картофеля от болезней, вредителей, сорняков и иммунитету. М., 1995, 106 с.

Мережко А.Ф. Проблема доноров в селекции растений. СПб., 1994, 128 с.

*Материалы статьи доложены на международном совещании "Фитофтороз картофеля - результаты исследования и стратегия дальнейшего сотрудничества". 10-12 июня 2001 г., Варшава, Польша.*

## **WAYS OF CREATING NEW SOURCES OF POTATO RESISTANCE TO LATE BLIGHT**

*E.V.Rogozina, M.V.Patrikeeva*

Resistance of complex interspecific hybrids of potato from the collection of **GNC VIR** to late blight of potato was studied during 3 years. Altogether 40 clones obtained from 20 hybrid combinations of 7 wild and 4 cultural species of potato were evaluated using a complex approach. Studies conducted against highly infected background under both field and laboratory conditions result in choosing 9 hybrids as sources of field resistance to late blight of potato. These hybrids belong to the cultivar groups with different rate of ripening and combine successfully high resistance of tubers and above-ground parts with precious agronomic qualities.

## ФОРМИРОВАНИЕ РЕЗИСТЕНТНОСТИ К ПЕСТИЦИДАМ У ФИТОФАГОВ НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

А.С.Филипас\*, Л.Н.Ульяненко\*, Ф.А.Сучалкин\*\*

\*Всероссийский НИИ сельскохозяйственной радиологии и агроэкологии, Обнинск

\*\*Всероссийский НИИ фитопатологии, Московская область

Установлено, что на радиоактивно загрязненных территориях у насекомых возможно ускорение формирования резистентности к инсектицидам. У обыкновенной злаковой тли резистентность к карбофосу возрастала с увеличением степени радиоактивного загрязнения территории. К амбушу такой закономерности не отмечено. У пшеничного трипса аналогичные закономерности выражены слабее. Однократное облучение в лабораторных условиях вызывало увеличение резистентности к инсектицидам у потомков облученных особей обыкновенной злаковой тли. У потомков облученных особей обыкновенного паутинного клеща резистентность к акарицидам не изменилась.

Резистентность организмов к действию неблагоприятных факторов среды является одним из важнейших аспектов их существования как целостной системы. К стресс-факторам, способным оказывать влияние на устойчивость компонентов агроэкосистем, относят ионизирующие излучения, интерес к биологическим эффектам которых значительно возрос после аварии на Чернобыльской АЭС (Гродзинский ред., 1976).

Резистентность членистоногих к пестицидам имеет большое значение для сельскохозяйственной практики. Формирование резистентности - сложный генетический процесс, в ходе которого в популяции под воздействием факторов внешней среды происходит отбор особей с измененными физиолого-биохимическими свойствами, способствующими их выживанию. Пока эти особи присутствуют в популяции в небольшом количестве, увеличение дозировки или кратности применения пестицида (по сравнению с рекомендуемыми) обеспечивает удовлетворительный защитный эффект. При преобладании в популяции резистентных особей устойчивость вредителей к инсектицидам может существенно возрасти.

Следует отметить, что увеличение резистентности у насекомых к пестицидам является следствием не только постоянного использования этих препаратов, но может быть обусловлено и другими причинами. А именно - любой фактор, способствующий появлению мутаций, в том

числе ионизирующая радиация, воздействие которой способно приводить к появлению резистентных рас в популяциях членистоногих. Развитие подобных явлений на территориях, подвергшихся загрязнению радионуклидами, может оказаться значимым, так как при этом резко снижается эффективность использования пестицидов.

Исследования по оценке резистентности вредителей сельскохозяйственных культур к пестицидам проводились нами спустя 5 лет после аварии на Чернобыльской АЭС на популяциях обыкновенной злаковой тли (*Schizaphis graminum* Rond) и пшеничного трипса (*Haplothrips tritici* Kurd.), собранных с участков 30-километровой зоны с различной плотностью радиоактивного загрязнения (стационары 1, 2, 3 - плотность загрязнения по  $^{137}\text{Cs}$  -  $33.9 \pm 0.07$ ;  $15.9 \pm 0.09$  и  $3.30 \pm 0.01$  МБк/м<sup>2</sup> соответственно). Чувствительность популяций насекомых к пестицидам оценивали на примере применения инсектицидов, относящихся к двум различным химическим группам: фосфорорганические и синтетические пиретроиды.

Критерием действия пестицидов считали величину  $\text{СК}_{50}$  и  $\text{СК}_{95}$ , то есть те концентрации препаратов, при которых гибель особей составляла 50% и 95% популяции объекта исследований. Для определения величин  $\text{СК}_{50}$  и  $\text{СК}_{95}$  использовали графический метод пробит-

анализа Миллера-Тайтера.

Установлено, что по показателю  $СК_{50}$  наиболее чувствительной к карбофосу была популяция обыкновенной злаковой тли, собранная с участков, где плотность загрязнения радионуклидами была минимальной (станционар 3). Особи тлей, собранные со стационаров 1 и 2, где сте-

пень радиоактивного загрязнения была значительно выше (в 4-10 раз), оказались более устойчивыми к используемому инсектициду, причем резистентность возрастала с увеличением степени радиоактивного загрязнения стационаров (табл. 1).

Таблица 1. Чувствительность сосущих насекомых из 30-км зоны ЧАЭС к инсектицидам

Насекомые	Стационар*	Карбофос, 30%			Амбуш, 25%		
		$СК_{50}$ ( $\times 10^{-4}$ )	$СК_{95}$ ( $\times 10^{-4}$ )	$\beta^{**}$	$СК_{50}$ ( $\times 10^{-4}$ )	$СК_{95}$ ( $\times 10^{-4}$ )	$\beta$
Обыкновенная злаковая тля	1	5.7	34.6	2.28	3.5	13.8	3.16
	2	4.8	75.8	1.56	4.2	25.1	2.40
	3	3.6	31.0	2.08	3.8	18.1	2.96
Пшеничный трипс	1	5.0	72.4	1.64	3.5	39.8	1.68
	2	2.1	22.9	2.08	3.5	22.9	2.36
	3	2.5	13.8	2.52	5.0	28.8	2.28

\*Место расположения участка, плотность радиоактивного загрязнения по  $^{137}\text{Cs}$ : 1 - вблизи "Рыжего леса" -  $33.9 \pm 0.07$ ; 2 - перед н/п Чистоголовка -  $15.9 \pm 0.09$ ; 3 - за н/п Чистоголовка -  $3.3 \pm 0.01$  МБк/м<sup>2</sup>. \*\* $\beta$  - угол наклона пробит-линии смертности особей.

По отношению к другому инсектициду - амбушу наиболее чувствительными, напротив, оказались насекомые, собранные с участка 1, при этом  $СК_{50}$  для всех опытных групп колебалось в пределах от 0.000346 до 0.000416%.

Закономерности развития резистентности пшеничного трипса к карбофосу и амбушу в зависимости от плотности радиоактивного загрязнения проявились менее четко (табл. 1). Обращает на себя внимание то, что популяции трипса, собранные с различных стационаров зоны отчуждения ЧАЭС, были весьма разнообразны по возрастному составу, что объясняется не только радиологической ситуацией, но и возможной активной и пассивной миграцией насекомых внутри 30-км зоны. Все это вполне могло сказаться на показателях резистентности фитофагов к инсектицидам.

Различная устойчивость к пестицидам членистоногих, подвергшихся облучению, может определяться индивидуальными особенностями видов, относящихся к различным таксономическим группам. Результаты модельного эксперимента, проведенного в лабораторных условиях на двух видах вредителей (обыкновенная злаковая тля и паутинный клещ), облу-

ченных в дозах 5, 25 и 50 Гр, и их потомках, свидетельствуют о различной чувствительности членистоногих к пестицидам.

Сравнительный анализ полученных результатов показал, что у потомков тлей, подвергнутых воздействию ионизирующей радиации, произошло увеличение резистентности насекомых к актеллику и, как следствие, - уменьшение его эффективности (табл. 2).

Таблица 2. Токсичность актеллика для потомства тлей, подвергнутых облучению

Доза излучения (Гр):	5	25	50	Без обл.
$СК_{50}$ (% д.в., $\times 10^{-4}$ )	0.44	0.90	0.29	0.13
$СК_{95}$ (% д.в., $\times 10^{-4}$ )	0.87	17.0	1.20	0.41
$\beta$	линия изло- манная	1.28	2.92	3.30
Отношения:				
$СК_{50}$ облученных к $СК_{50}$ без облучения	3.4	6.9	2.2	-
$СК_{95}$ облученных к $СК_{95}$ без облучения	2.1	41.5	2.9	-

Особенно выражено это для группы потомков тлей, облученных в дозе 25 Гр: популяция стала в 6.9 раз толерантнее по  $СК_{50}$ , а по  $СК_{95}$  различия в чувстви-

тельности составляют 41.5 раз. Угол наклона пробит-линии смертности особей ( $\beta$ ) в опыте более пологий ( $\beta=1.28$ ), чем в контроле ( $\beta=3.30$ ).

О наличии устойчивых особей можно судить также по числу выживших при использовании диагностической концентрации (ДК) препарата, равной двум концентрациям  $СК_{95}$ . Диагностическая концентрация актеллика (0.0001%) оставила в живых в популяции, облученной в дозе 5Гр, 3.8% особей; в дозе 25 Гр - 47.5%; 50 Гр - 5.6% особей. После облучения в дозе 25 Гр тли могут быстро развить резистентность к актеллику, поскольку доля особей, выживших на ДК, составила почти половину популяции.

Результаты опытов с рипкордом показали, что у потомков тлей, подвергнутых облучению в дозе 25 Гр, развивается 8.4-кратная толерантность по показателю  $СК_{50}$  и 50-кратная устойчивость по  $СК_{95}$  (табл. 3). Еще более пологим, чем в случае с актелликом, стал наклон пробит-линии смертности особей ( $\beta=0.44$ ; у контрольной популяции наклон пробит-линии равен 3.26). Как известно, уменьшение угла наклона пробит-линии указывает на увеличение гетерогенности популяции. Однако истинное увеличение гетерогенности популяции можно проследить лишь в ряду поколений.

Таблица 3. Токсичность рипкорда для потомства тлей, подвергнутых облучению

Доза излучения (Гр):	5	25	50	Без излучения
$СК_{50}$ (% д.в., $\times 10^{-4}$ )	1.6	5.30	0.52	0.63
$СК_{95}$ (% д.в., $\times 10^{-4}$ )	39	100	9.10	2.0
$\beta$	1.41	0.44	1.45	3.26
Отношения:				
$СК_{50}$ облученных к $СК_{50}$ без облучения	2.5	8.4	0.8	-
$СК_{95}$ облученных к $СК_{95}$ без облучения	19.5	50	4.6	-

Диагностическая концентрация рипкорда - 0.0004% оставила в живых в популяции, облученной 5 Гр, 19.6% особей; облученной 25 Гр - 50%; облученной 50 Гр - 30%.

Таким образом, как и в случае с фосфорорганическим препаратом, наблюдается появление устойчивости тли и к пиретроидам в результате однократного облучения популяции.

На основании анализа данных исследований можно заключить, что в результате действия ионизирующей радиации на популяцию тли изменяется ее чувствительность к пестицидам. Резистентность у потомков облученных тлей к инсектицидам существенно возрастает. Это явление, по-видимому, может быть связано с тем, что в результате облучения у тлей происходит изменение различных показателей, характеризующих жизнеспособность популяции. При этом действие ионизирующего излучения можно рассматривать, как фактор отбора, оставляющий в живых наиболее жизнеспособных членов популяции. Следовательно, популяции тлей, подвергнутые облучению, могут стать более гетерогенными по чувствительности к инсектицидам различных химических групп и в определенной степени более толерантными, чем необлученные тли. В дальнейшем, по-видимому, эти насекомые быстрее смогут развить устойчивость к пестицидам при обработке препаратами.

Чувствительность паутинового клеща (*Tetranychus urticae* Koch.) к пестицидам при воздействии ионизирующей радиации имеет значительно меньшие различия с резистентностью насекомых, не подвергавшихся облучению (Зильберминц и др., 1988). Однократное облучение особей не повлияло на реакцию клещей на актеллик (табл. 4). Ни клещи, развившиеся из облученных яиц, ни потомство облученных самок не изменили нормальной чувствительности к этому препарату. Ни в одном случае не получено достоверной разницы в величинах чувствительности между опытом и контролем. Актеллик - контактный и кишечный акарицид, обладающий также фумигационным и глубинным действиями. При регулярных обработках клещи развивают к нему устойчивость за 15-20 генераций (непрерывного размножения). Резистентность достигает 360-кратного уровня и

препарат, относящийся к самым токсичным акарицидам ( $СК_{50}=0.0001\%$ ), переходит в разряд малотоксичных соединений ( $СК_{50}$  для резистентных клещей =  $0.04\%$ ).

Таблица 4. Токсичность актеллика для потомства паутиных клещей, подвергнутого облучению

Доза (Гр)	$СК_{50}$ (% д.в.)	$СК_{95}$ (% д.в.)	$\beta$	Отношение $СК_{50}$ облученных к $СК_{50}$ чувствительных
<u>Г1 из облученных яиц</u>				
5	0.000076	0.000400	2.14	0.7
25	0.000083	0.000260	3.26	0.7
50	0.000090	0.000325	2.91	0.8
<u>Г1 от облученных самок</u>				
5	0.000125	0.000375	3.41	1.1
25	0.000110	0.000343	3.32	1.0
50	0.000073	0.000245	3.11	0.7
<u>Необлученные клещи, чувствительные</u>				
	0.00011	0.00043	2.76	1.0
<u>Необлученные клещи, резистентные</u>				
	0.039	1.87	1.40	354

При применении кельтана никаких различий в чувствительности облученных и необлученных клещей к препарату также не отмечено (табл. 5).

Таблица 5. Токсичность кельтана для потомства паутиных клещей, подвергнутого облучению

Доза (Гр)	$СК_{50}$ (% д.в.)	$СК_{95}$ (% д.в.)	$\beta$	Отношение $СК_{50}$ облученных к $СК_{50}$ чувствительных
<u>Г1 из облученных яиц</u>				
5	0.00050	0.00150	3.53	1.1
25	0.00041	0.00122	3.47	0.9
50	0.00034	0.00089	3.98	0.7
<u>Г1 от облученных самок</u>				
5	0.00042	0.00125	3.51	0.9
25	0.00043	0.00136	3.31	0.9
<u>Необлученные клещи, чувствительные</u>				
	0.00047	0.00140	3.52	1.0
<u>Необлученные клещи, резистентные</u>				
	1.8	10	1.6	3829

Хлорорганические акарициды, применяемые в борьбе с паутиным клещом (кельтан, хлорбензилат, бромпропилат), являются специфическими акарицидами и активно действуют только на тетраци-

новых клещей. Наиболее широко применяется кельтан, разрешенный практически на всех повреждаемых клещом культурах, а в меньших масштабах - хлорбензилат (акар) - на хлопчатнике и бромпропилат (неорон) - на хлопчатнике и садовых культурах.

Резистентность клещей к соединениям этой группы возникает весьма быстро: примерно за 15-17 генераций, подвергаемых периодическим обработкам, достигает очень высокого уровня (в 1000 и более раз превышающего нормальную чувствительность) и распространяется на всю группу соединений, независимо от применяемого препарата.

Следовательно, внешнее однократное облучение вредителей сельскохозяйственных культур, относящихся к двум классам членистоногих (обыкновенной злаковой тли и обыкновенного паутинового клеща), совершенно по-разному влияло на формирование их резистентности к пестицидам. Однократное облучение клещей не приводило к изменению устойчивости их потомков к акарицидам, в то же время в случае с обыкновенной злаковой тлей мы наблюдали увеличение резистентности насекомых к инсектицидам при отсутствии выраженной зависимости этого показателя от дозы облучения - 5, 25 и 50 Гр.

Необходимо отметить, что механизмы развития ответных реакций организма на действие острого и хронического облучения в малых дозах имеют свои особенности. Поэтому для популяций членистоногих, находящихся под воздействием ионизирующей радиации (зона отчуждения ЧАЭС) и не подвергающихся действию пестицидов в течение многих поколений, можно ожидать изменение резистентности к инсектицидам, что и было нами показано для отдельных видов фитофагов, обитающих на участках с различной плотностью радиоактивного загрязнения. Насколько воздействие ионизирующего излучения влияет на генофонд популяций и, в частности, на количество мутаций, определяющих резистентность насекомых к пестицидам, можно сделать вывод только после изучения ряда пока-

зателей, характеризующих состояние вредителей. Однако уже сейчас понятна роль и необходимость проведения подобных исследований, поскольку они позволят, во-первых, разобраться в особенностях формирования резистентности к пестицидам у членистоногих после облу-

чения, то есть в теоретических аспектах проблемы, и, во-вторых, могут иметь вполне определенное практическое значение при реабилитации отчужденных земель и разработке системы мероприятий по защите растений от вредных организмов.

#### Литература

Гродзинский Д.М. ред. Механизмы резистентности растений. Киев, Наукова думка, 1976, 167 с.

Зильберминц И.В., Журавлева Л.М., Дубовой В.П. Действие ионизирующего излучения

на репродуктивный потенциал обыкновенного паутинного клеща (*Tetranychus urticae* Koch) и его реакцию на пестициды. /Радиобиология, 28, 4, 1988 с.488-491.

#### DEVELOPMENT OF PESTICIDE RESISTANCE IN PHYTOPHAGANS ON RADIOACTIVELY CONTAMINATED AREAS

*A.S.Philipas, L.N.Ulianenکو, F.A.Suchalkin*

Insects have developed insecticide resistance in areas under radioactive contamination. A similar phenomenon was not observed in mites in relation to acaricides. In the laboratory, a single radiation treatment caused an increase in pesticide resistance in the offspring of the aphid *Schizaphis graminum* specimens exposed to radiation. On the contrary, a similar treatment of the red spider mite *Tetranychus urticae* did not change pesticide resistance in their offspring.

## МОНИТОРИНГ ВОЗБУДИТЕЛЯ МУЧНИСТОЙ РОСЫ ТОМАТА В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ И МЕРЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЕГО РЕЗИСТЕНТНОСТИ

Т.Б.Дорофеева, Е.Б.Белых

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Появление мучнистой росы на томатах защищенного грунта в Северо-Западном регионе вызывает необходимость регулярного мониторинга резистентности к применяемым препаратам и расширения ассортимента за счет фунгицидов другого механизма действия. Предложен экспресс-метод определения чувствительности патогена *Erysiphe orontii* к фунгицидам (на примере байлетона) и приведены первые сведения о состоянии популяции гриба в Ленинградской области. Проведена работа по исследованию эффективности ряда препаратов.

В России зарегистрировано два возбудителя мучнистой росы - *Leveillula taurica* (Lev.) Arn. и *Erysiphe orontii* Gast. (syn. *Golovinomyces orontii* Cast. Hel.). Патогенность гриба *Er.orontii* обнаружена сравнительно недавно (Fletcher et al., 1988). В западной части прежнего СССР мучнистая роса, вызываемая этим патогеном, на томатах в теплицах впервые отмечена в 1988 г. (Heluta et al., 1994). Затем случай появления нового вида мучнистой росы на томате зафиксирован в теплицах Канады (Belanger, 1994). Несколько позже патоген отмечен в США (Arredondo et al., 1996; Karasevicz, Zitter, 1996). По нашим наблюдениям, именно *Er.orontii* последние годы является основным возбудителем мучнистой росы томата защищенного грунта в Северо - Западном регионе России.

В странах, где отмечено появление

этого заболевания, активно разрабатываются меры борьбы. Мучнисторосяные грибы в условиях теплиц особенно опасны ввиду чрезвычайно высокого потенциала размножения и быстрого возникновения и накопления резистентных форм. Сложности подбора фунгицидов в защищенном грунте связаны с повышенными требованиями к токсикологическим и экологическим характеристикам препаратов, используемых в закрытом объеме теплиц.

Учитывая вышесказанное, работа была направлена как на разработку методов мониторинга чувствительности мучнистой росы томата, так и на поиск новых высокоэффективных препаратов, обладающих разными механизмами действия, что необходимо для создания системы защиты с учетом антирезистентной стратегической направленности.

### Материал и методы исследований

Оценку чувствительности мучнистой росы томата к фунгицидам (на примере байлетона) проводили специально разработанным экспресс-методом. Растения восприимчивого гибрида Гренада выращивали в лабораторных условиях до стадии 4-5 настоящих листьев и обрабатывали препаратом байлетон в различных концентрациях (половинной, рекомендованной и в два раза выше рекомендованной).

Из тепличных хозяйств, где было обнаружено развитие патогена, образцы зараженных листьев доставляли в лабораторию. Пробы брали рандомизированно

в пяти точках зараженных теплиц. Удаление точек друг от друга не менее 10 м. Проба состояла не менее чем из 10 пятен первичного инфицирования грибом. Отобранные пробы помещали в плоскодонные колбы на 500 мл под ватные пробки.

В лабораторных условиях готовили инфекционную взвесь конидий, добавляя в колбы воду с твином 21 (0.01%). Конечная концентрация 200 тыс./мл. Отделенные листья с растений, обработанных байлетоном, раскладывали в кюветы и заражали, опрыскивая инфекционной взвесью из расчета 5 мл/1000 см<sup>2</sup>. Затем листья помещали в микробиологические

пробирки, содержащие 0.5 мл стерильной воды и 100 мг ваты, так, чтобы основание листа касалось увлажненной ваты, и закрывали ватными пробками (повторность 5-кратная). Инкубационный период при температуре 18-22°C и использовании светустановки составлял 7-10 дней. Оценку пораженности листьев мучнистой росой проводили на 14-е сутки.

Вычисления значений ЭК<sub>50</sub> полевых проб проводили по методике фирмы "Сандоз" Агро АО, Швейцария. Фактор резистентности высчитывали путем отношения ЭК<sub>50</sub> чувствительной к ЭК<sub>50</sub> резистентной субпопуляции. Чем выше фактор резистентности, тем устойчивее популяция к фунгицидам.

Испытание фунгицидов, биопрепаратов и химических активаторов болезнестойчивости против мучнистой росы проводили на растениях томата сорта Волгоградский 5/95, гибридов Гренада, Ласточка, Вировский скороспелый. Вариант опыта - 20 растений. Повторность 4-кратная.

Растения в фазе 4-5 настоящих листьев опрыскивали взвесью конидий (20-40 тыс. конидий/мл) при расходе жидкости 100 мл на 200 растений (Дорофеева, 1998). Обработки препаратами проводили из расчета 50 мл на 100 растений по

первым признакам проявления заболевания. В контрольном варианте растения обрабатывали водой. В качестве эталона использовали байлетон, СП (250 г/кг), с=0.01%. Рабочие концентрации химических фунгицидов и активаторов болезнестойчивости приведены по действующим веществам, биологических фунгицидов - по препарату. Оценку пораженности растений проводили на 21 день по ярусам листьев. Биологическую эффективность препаратов определяли по показателю развития болезни, отмечали фитотоксичность препаратов.

Способ сохранения и перезимовки мучнистой росы томата вне вегетирующего растения, по литературным данным, пока не найден. Для поддержания культуры после изоляции из естественной популяции необходимо иметь питомник, обновляемый раз в три-четыре недели. При этом хранение полученных изолятов легче осуществлять на отделенных листьях, так как они жизнеспособны в течение месяца и более. Перезаражение в этом случае проводят методом стряхивания спор с зараженного на свежий лист, заранее помещенный в пробирку, что позволяет предотвратить спонтанный рассев материала.

### **Результаты и обсуждение**

Возбудитель мучнистой росы томата способен поражать растения на протяжении всего вегетационного периода, начиная с семядольных листьев. После появления первых признаков заболевания пораженность быстро нарастает, принимая при благоприятных условиях эпифитотийный характер. Инкубационный период составляет обычно 7-10 дней, при неблагоприятных условиях латентный период может растягиваться до трех недель.

В период эпифитотий (1990-1995 гг.) количество обработок в теплицах фирмы "Лето" доходило до 5 за сезон, и производственники жаловались на снижение эффективности байлетона (единственного рекомендованного в то время препарата), что подтверждали и лабораторные опыты. Байлетон в рекомендованной концен-

трации (0.01%) показывал высокую эффективность 92.1%, а к концу сезона, после 11 проведенных пассажей, она снизилась до 87.2% (почти на 7%). Очевидно, в популяции стали накапливаться резистентные формы патогена, так как известно, что при интенсивном использовании препаратов бензимидазольного ряда резистентность возникает особенно быстро. С 1996 по 1998 год патоген находился в депрессивном состоянии, и складывалось впечатление, что эпифитотии предыдущих лет были случайны. В 1999 г. отмечены единичные случаи появления мучнистой росы в тепличных хозяйствах области. В 2000 г. данное заболевание отмечалось почти повсеместно, хотя появление было приурочено к концу вегетационного сезона (август). Исходя из закономерностей развития популяций па-

тогенов можно сделать вывод о том, что экологическая ниша *Er. orontii* освоена и вспышки заболевания будут возникать с определенной периодичностью. По современным данным, устойчивых сортов или гибридов к этому возбудителю заболевания нет, что ограничивает применение агротехнических мер борьбы.

В сложившейся ситуации с 1999 г. нами был начат мониторинг базовой чувствительности мучнистой росы томата к байлетону с использованием описанного выше экспресс-метода. В 2000 г. из хозяйств Ленинградской области были получены 3 изолята патогена. Контрольный (без обработки) и после однократной обработки растений байлетоном и топсином М. Резистентностью к байлетону данные изоляты не обладали. Очевидно, после длительного депрессивного периода в популяции патогена резистентные формы не сохранились или еще не сформировались, так как в течение ряда лет отсутствовал селектирующий фактор.

В связи с необходимостью проведения защитных мероприятий "Государственный каталог пестицидов..." на 2000 г. был значительно расширен за счет включения серусодержащих препаратов и стробилуринов. Таким образом рекомендованы следующие препараты:

- тиовит, ВДГ (800 г/л), кумулос ДФ, ВДГ (800 г/л) - контактного действия,
- байлетон, СП (250 г/кг) - системного действия,
- строби, ВДГ (500 г/кг), амистар Ф, СК (250 г/л) - квазисистемного (транслокационного) действия.

Нами в ходе проведения работ были изучены фунгициды, относящиеся к разным классам препаратов, с учетом их токсикологических показателей и особенностей механизма действия:

- химические фунгициды - фадеморф, КЭ (200 г/л), фирма Байер АГ, импакт, СК (250 г/л), фирма Зенека Лтд., текто, КС (450 г/л), фирма Новартис, фундазол, СП (500 г/кг), АО Хиоин;
- биофунгициды - бактофит, СП (БА - 10000 ЕА/г), ВНИИПМ, фитолавин - 300, СП (БА - 300000 ЕА/г), Инпробит, МГП Бифидум, касумин, 2% ж., фирма Хокко

Кемикал Индустри Ко., Лтд.;

- химические активаторы болезнеустойчивости растений - хитозар О, хитозар М.

В ходе испытания химических фунгицидов (импакт, текто, фадеморф, фундазол) было выяснено, что все они активно снижают развитие мучнистой росы томата и в исследуемых концентрациях не оказывают на растения фитотоксического действия. Наибольшая эффективность наблюдалась в варианте с фунгицидом импакт. Снижение развития заболевания под действием импакта в концентрации 0.025% составило 99.8%. Эффективность текто в рабочей концентрации 0.090% была 99.5%, а в концентрации 0.045% - 95.7%. Активность фундазола в концентрации 0.050% и фадеморфа в концентрации 0.020% была на уровне эталона (байлетон - 92.1%) и составила 92.2%. При увеличении концентрации фадеморфа в 2 раза (0.040%) эффективность повышалась до 94.0%.

Фитолавин в концентрации 0.1% проявил эффективность против мучнистой росы томата на уровне химического эталона байлетон (91.8% и 92.1% соответственно). Бактофит в концентрации 0.5% снизил развитие болезни только до 35.2% (в контроле 55.8%). Еще меньшую активность проявил касумин.

Изучение эффективности против данного заболевания новой группы препаратов - химических активаторов болезнеустойчивости растений - показало их перспективность. Эти препараты не обладают прямым фунгицидным действием и отличаются от фунгицидов большей эффективностью *in vivo*, чем *in vitro*. Они экологически безопасны и, при правильном применении, весьма эффективны. Несмотря на недостаточную теоретическую обоснованность и потенциальную возможность использования, этот класс препаратов пока не нашел широкого применения. Препараты хитозар О и хитозар М были изучены в трех концентрациях. Лечебное действие их оказалось сравнимо с действием фундазола. Так, в случае применения хитозара О в концентрации 0.2% биологическая эффективность составила 77.0%, а хитозара М -

89.5%. Фитотоксичности при применении химических активаторов болезнеустойчивости растений не обнаружено.

Изученные препараты в основном относятся к группе малотоксичных и среднетоксичных фунгицидов, использование которых возможно в закрытом грунте.

Расширение ассортимента фунгицидов, рекомендованных для борьбы с мучнистой росой томата, позволяет надеяться, что в случае эпифитотийной вспышки заболевания защиту культуры можно будет организовать с учетом антирезистентной стратегии. Исходя из локализации патогена (на обеих сторонах листовой пластины) наиболее перспективными в борьбе с мучнистой росой томата могут быть препараты системного или транслокационного действия. Препараты системного действия не должны использоваться для лечебных или искореняющих обработок. Необходимо соблюдать чередование системных и контактных фунгицидов, предотвращая появление и накопление резистентных штаммов в популяции гриба. Отсутствие в ленинградской популяции в 2000 г. форм, резистентных к байлетону, позволяет пока использовать этот препарат в схемах чередования. Со

### Заключение

Мониторинг возбудителя мучнистой росы томата в защищенном грунте Северо-Западного региона России показывает, что с момента появления (1988 г.) патоген освоил новую экологическую нишу, о чем свидетельствует регулярное появление заболевания. В настоящее время ленинградская популяция патогена не содержит резистентных штаммов гриба к наиболее часто и длительно употреблявшемуся фунгициду байлетону, что дает возможность использовать этот фунгицид в дальнейшем. Кроме рекомендованных препаратов системного действия (байлетон), контактного действия (тиовит, кумулус) и квазисистемного действия (строби, амистар) ассортимент фунгицидов для борьбы с этим патогеном может быть дополнен препаратами системного действия - импактом и текто, а также биологическим фунгицидом фитолавином

временем он может быть заменен на другие фунгициды, имеющие системное действие, - импакт, текто. Перспективы использования текто незначительны ввиду реальности возникновения к нему перекрестной резистентности как к препарату той же химической группы, что и байлетон (бензимидазолы). В случае возникновения резистентности к препаратам группы бензимидазолов есть возможность применения препаратов из других групп, в том числе азолов (импакт).

В качестве звена интегрированной защиты целесообразно использование индукторов болезнеустойчивости. Наиболее перспективно применение препаратов типа хитозар М по первым проявлениям заболевания, когда уровень его развития еще невысок. В это же время следует применять и фитолавин, так как использовать системные фунгициды в случае незначительного развития патогена нерационально. Заканчивать схемы чередования нужно препаратами серы - тиовитом или кумулюсом. Качество проведения искореняющих обработок особенно важно ввиду возможности сохранения резистентных форм патогена на других растениях-хозяевах.

и химическим активатором болезнеустойчивости хитозаром М.

Предотвращение развития в популяции мучнистой росы томата резистентных форм зависит от внедрения в практику схем чередования рекомендованных фунгицидов разного механизма действия.

Имеющийся набор препаратов и потенциальная возможность расширения их ассортимента может обеспечить защиту культуры от патогена.

Успешное предотвращение резистентности напрямую зависит от ранней диагностики. Необходимо проводить постоянный контроль за появлением, распространением и плотностью резистентных штаммов, изучать скорость возникновения резистентности к новым фунгицидам разного механизма действия с учетом вероятности возникновения эффекта перекрестной резистентности.

## Литература

Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2000 г.

Дополнения и изменения к "Государственному каталогу пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2000 г."

Дорофеева Т.Б. Методика испытания фунгицидов и химических активаторов болезнестойчивости растений на биологическую активность против мучнистой росы томатов, вызываемой *Erysiphe orontii*. /Сборник метод. рекомендаций по защ. раст. СПб., 1998, с.268-271.

Тест на определение резистентности к фениламидам. Методика исследований на определение устойчивости к фунгицидам фи-

тофторы инфестанс на картофеле. Сандоз, 1983, 11 с.

Arredondo C. et al. First report of powdery mildew of tomato in California caused by an *Oidium*. /Plant Disease, 80, 1996, p.1303.

Belanger RR. Occurrence of powdery mildew (*Erysiphe* sp.) on greenhouse tomatoes in Canada. /Plant Disease, 78, 1994, p.640.

Fletcher J., Smewin B., Cook R. Tomato powdery mildew. /Plant Pathol., 37, 1988, p.594-598.

Heluta V.P., Ivanova G.P., Dorofeyva T.B. et al. Tomato powdery mildew in the West Part of SNG. /Укр. бот. журн., 51, 4, 1994, с.58-63.

Karasevicz D.M., Zitter T.A. Powderi mildew on greenhouse tomato plants in New York. /Plant Disease, 80, 1996, p.709.

MONITORING OF THE PATHOGEN CAUSING POWDERY MILDEW OF TOMATO  
INDOORS AND MEANS OF PREVENTING THE DEVELOPMENT  
OF ITS RESISTANCE

*T.V.Dorofeeva, E.B.Belykh*

Since 1988 the pathogen *Erysiphe orontii* Cast. (= *Golovinomyces orontii* Cast. Hel.) has become the most important pathogen causing powdery mildew of tomato indoors in the Northwest of Russia. High virulence of the pathogen considered necessitates monitoring and working out plant protection measures. An express method for evaluating the pathogen susceptibility is proposed and the respective data on the pathogen state in the Leningrad Region are obtained.

The possibility of using fungicides, biopreparations and chemical activators of disease resistance is considered in connection with tomato protection. Data are given on the effectiveness of the following preparations: fungicides: Impact, Tekto; biopreparation Phytolavin; and some preparations of a new group, chemical activators of disease resistance, in particular Chitozar M.

**СВОЙСТВА БЕЛКА, ЭКСПРЕССИРУЕМОГО ТРАНСФОРМАНТОМ E.COLI DH5a, НЕСУЩИМ РЕКОМБИНАНТНУЮ ПЛАЗМИДУ pBLUESCRIPT KS(+) СО ВСТАВКОЙ EcoRI - ФРАГМЕНТА ДНК ИЗ БАКТЕРИИ SERRATIA MARCESCENS**

**Э.В.Попова**

*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург*

Изучены свойства белка, экспрессируемого генетически модифицированным штаммом *E.coli* DH5a p44, содержащим рекомбинантную плазмиду pBluescript KS (+) со вставкой EcoRI фрагмента ДНК из бактерии *S.marcescens*. Установлено, что белок имеет молекулярную массу 57 кД и обладает хитиназной и антигрибной активностью по отношению к грибу *F.oxysporum* f.sp. *cuscutegetum*.

Существуют убедительные доказательства того, что гидролитические ферменты растений типа глюконагодролаз, хитиназы и т.п., способные разрушать мицеллярные гифы фитопатогенных грибов, выполняют определенные защитные функции, повышая устойчивость растений к грибным инфекциям. Поэтому клонирование генов ферментов с антигрибной активностью для генетической модификации растений с целью получения форм, устойчивых к вредным организмам, а также для конструирования микроорганизмов-антагонистов с усиленными антигрибными свойствами - весьма актуальная задача защиты растений. В качестве источника подобных генов был выбран штамм бактерии *Serratia marcescens*, выраженные антагонистические свойства которого определяются в значительной степени активностью комплекса экстрацеллюлярных хитинолитических ферментов (Соколова, 1995). В ходе изучения антигрибной активности штаммов бактерии рода *Serratia* выявлена положительная корреляция между уровнями хитиназной активности штаммов и их антагонистическими свойствами по отношению к широкому кругу (18 видов) фитопатогенных грибов - возбудителей болезней сельскохозяйственных растений и, в частности, к грибу *Fusarium oxysporum*, вызывающему корневые гнили и увядание овощных культур (Соколова, 1995; Тютюрев и др., 1995).

В результате был отобран штамм 218 бактерии *S.marcescens*, обладающий высокой хитиназной и антигрибной актив-

ностью, и проведены эксперименты по клонированию гена хитиназы из этого штамма в клетках *Escherichia coli* DH 5a с помощью векторной плазмиды pBluescript KS(+). Проанализировано 1500 клонов *E.coli* DH 5a, содержавших рекомбинантную плазмиду pBluescript KS (+), на предмет их способности продуцировать хитиназу и выделен трансформированный клон *E.coli* DH 5a p 44, образывавший устойчивую зону просветления вокруг колонии при культивировании в течение 14 суток при 30°C на агаризованной среде, содержащей 1% коллоидного хитина. Трансформированные клетки содержали рекомбинантную плазмиду pBluescript со вставкой EcoRI - фрагмента бактериальной хромосомы длиной 2.0 т.п.н. (Соколова и др., 1996).

Задачей настоящей работы было изучение биологических и биохимических свойств внеклеточного белка, экспрессируемого полученным трансформантом *E.coli* DH 5a 44, с целью подтверждения того факта, что клонируемый нами ген действительно кодирует синтез одной из хитиназ исходного штамма *S.marcescens* 218.

Объектами исследований служили штамм бактерии *S.marcescens* 218 (коллекция типовых культур ВНИИСХМ), *E.coli* K12 DH 5a (rec AI lac Z,  $\lambda$  - Amps) из коллекции микроорганизмов кафедры биофизики СПбГТУ, трансформант *E.coli* DH 5a p44, несущий рекомбинантную плазмиду pBluescript KS (+) со вставкой EcoRI - рестрикта хромосомы штамма-

донора ДНК *S.marcescens* 218, предположительно кодирующего ген синтеза бактериальной хитиназы.

Анализ белков, экспрессируемых трансформантом, осуществляли методом электрофореза в 10% полиакриламидном геле в нативных и денатурирующих условиях. Внеклеточные белки экстрагировали из агара фосфатным буфером с pH 6.6, осаждали 10% трихлоруксусной кислотой (Laemmli, 1970; Остерман, 1981).

Идентификацию белковых компонентов проводили путем сравнения электрофоретических спектров белков в лизатах генетически трансформированного штамма р44, штамма - реципиента *E.coli* DH 5a и внеклеточных белков бактериального штамма - донора ДНК (*S.marcescens* 218).

Изучение ингибирующего действия генетически модифицированного штамма на вегетативный рост фитопатогенного гриба *Fusarium oxysporum*, изолят "ЛС" возбудителя корневой гнили и увядания растений огурца проводили методом агаровых блоков в нашей модификации (Соколова, 1995).

Результаты сравнительного электрофореза в нативной системе показали, что основная масса белка, продуцируемого рекомбинантным штаммом *E.coli* DH5a р44 при его культивировании на агаризованной среде с коллоидным хитином, локализована в полосе, подвижность которой совпадает с подвижностью белкового компонента изоферментного спектра хитиназ штамма - донора ДНК (*S.marcescens* 218). По данным электрофореза в ПААГ в денатурирующих условиях с ДДС-Na, белковый спектр внеклеточных белков трансформанта *E.coli* DH5a р44 характеризуется наличием компонента, отсутствующего в спектре штамма-реципиента *E.coli* DH5a и совпадающего по подвижности с одним из компонентов изоферментного спектра хитиназ штамма-донора ДНК *S.marcescens* 218 (рис.). Так как генетически модифицированный штамм *E.coli* DH5a р44 отличается от исходного штамма - реципиента только тем, что со-

держит рекомбинантную плазмиду рBluescript KS (+) 44, несущую фрагмент ДНК из бактерии *S.marcescens* 218, полученные результаты свидетельствуют о том, что этот компонент соответствует белку, экспрессируемому с одного из генов ее хитинолитического комплекса.

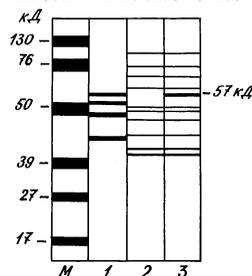


Рис. Электрофореграммы в 10% ПААГ с NaДДС внеклеточных белков бактериальных штаммов при их культивировании на агаризованной среде с коллоидным хитином М - набор белков - маркеров молекулярного веса; 1 - *S.marcescens* 218, 2 - *E.coli* DH5a, 3 - *E.coli* DH5a р44

Согласно литературным данным (Fuchs et al., 1986), при анализе коммерческого препарата хитиназы *S.marcescens* было обнаружено 5 отдельных белков с хитиназной активностью, имеющих молекулярные массы 21, 36, 48, 54 и 57 кД соответственно. Электрофоретическое изучение белков, входящих в хитинолитический комплекс штамма 218 бактерии *S.marcescens*, показало наличие в нем 4-х белков с молекулярными массами 42, 48, 54 и 57 кД (рис., дорожка 1). Сравнительный анализ электрофореграмм внеклеточного белка, экспрессируемого трансформантом *E.coli* DH5a р44 при культивировании на среде с коллоидным хитином, и белка, секретируемого исходным штаммом *S.marcescens*, выявил наличие в спектре генетического трансформанта компонента, по подвижности соответствующего одному из белков спектра этого штамма. Молекулярная масса этого белка, определенная в системе ПААГ - ДДСNa с помощью набора стандартных белков, составила 57 кД.

Результаты изучения генетически модифицированного штамма *E.coli* DH5a

p44, а именно - наличие зоны просветления вокруг его колоний при культивировании на агаризованной среде с хитином субстратом для хитиназы; экспрессия трансформированными клетками белка с хитиназной активностью с молекулярной массой 57 кД, электрофоретически соответствующему одному из четырех хитиназных белков штамма - донора ДНК (*S.marcescens* 218), являются доказательством того, что сконструированный нами трансформант *E.coli* DH5a p44 несет ген синтеза хитиназы *S.marcescens* 218 с молекулярной массой 57 кД.

Изучение биологической активности трансформированного штамма *E.coli* DH5a p44 мы провели в опытах *in vitro* методом агаровых блоков по отношению к грибу *F.oxysporum*, штамм "ЛС", возбудителю корневой гнили растений огурца. Результаты экспериментов показали, что генетически модифицированный штамм p44 оказывает значительное ингибирующее действие на вегетативный рост мицелия патогена по сравнению с контролем (чистой средой) и исходным штаммом *E.coli* DH5a, не содержащим рекомбинантную плазмиду p44, что вы-

ражается в существенном угнетении роста мицелия, его сильной изреженности, отсутствии пигментации обратной стороны колонии. Если развитие гриба в контроле принять условно за 3 балла, то состояние грибного мицелия в варианте с исходным штаммом - реципиентом *E.coli* DH5a соответствовало 2 условным баллам, а в варианте с генетически модифицированным штаммом *E.coli* DH5a p44 - 1 баллу. Поскольку эти штаммы отличаются только тем, что трансформированный штамм экспрессирует белок с хитиназной активностью, полученные результаты свидетельствуют о том, что данный белок обладает определенной антигрибной активностью против одного из наиболее опасных возбудителей болезней сельскохозяйственных культур.

Сконструированный нами генетически модифицированный штамм *E.coli* DH5a p44 представляет собой удобную модельную систему, которая позволит вычлнить вклад хитиназы в механизм антагонистической активности бактерии *S.marcescens* по отношению к хитинсодержащим фитопатогенам.

#### Литература

Остерман Л.А. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот. М., Наука, 1981, 278 с.

Соколова М.В. Методические подходы к созданию клонотеки фрагментов хромосомальной ДНК бактерии *Serratia marcescens* как источника генов литических ферментов с антигрибной активностью. /Современная биотехнология в решении проблем защиты растений. Сб. научн. трудов ВИЗР, СПб., 1995, с.214-225.

Соколова М.В., Шелегедин В.Н., Попова Э.В. Клонирование гена хитиназы из бактерии *Serratia marcescens* в *Escherichia coli*.

/Биотехнология, 10, 1996, с.12-17.

Гютерев С.Л., Хацкевич Л.К., Соколова М.В., Попова Э.В. Применение хитинолитической бактерии *Serratia marcescens* для защиты растений огурца от почвенной фузариозной инфекции. /Доклады РАСХН, 2, 1995, с.22-24.

Fuchs R.L., McPherson S.A., Drahos D.J. Cloning of *Serratia marcescens* gene encoding chitinase. /Appl. and Env.Microbiol., 51,1986,p.504-509.

Laemmli U.K. Cleavage of the structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage. /Nature, 227, 1970, p.680-685.

#### PROPERTIES OF THE PROTEIN, EXPRESSED BY THE *E. COLI* DH5A TRANSFORMANT CONTAINING THE RECOMBINANT PLASMID *PBLUESCRIPT* KS (+) WITH AN INSERT OF ECORI, A FRAGMENT OF DNA FROM THE BACTERIUM *SERRATIA MARCESCENS*

*E.V.Popova*

The nature of the protein expressed by the *E.coli* DH5a transformant containing the recombinant plasmid *pBluescript* KS (+) with an insert of EcoRI, a fragment of *S.marcescens* 218 DNA was studied. This protein has been shown to be a chitinase with a molecular mass of 57 kDa and certain antifungal activity against *Fusarium oxysporum f. cucumerinum* Schlechtendahl.

## РЕАКЦИЯ ОРАНЖЕРЕЙНОЙ БЕЛОКРЫЛКИ НА КОРМОВОЕ РАСТЕНИЕ НА ФОНЕ РАЗЛИЧНЫХ ЦВЕТОВЫХ СТИМУЛОВ

М.О.Петрова, Т.Д.Черменская

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

В условиях лабораторного эксперимента с использованием ольфактометра оригинальной конструкции изучали предпочтительность кормового растения в зависимости от цветового стимула для имаго оранжерейной белокрылки (*Trialeurodes vaporariorum* Westw.). Показано, что наиболее привлекательны для белокрылки желтый и зеленый цвета, а наименее - кремовый, фиолетовый и белый. Установлено, что использование черного цветофильтра наиболее оптимально для оценки ольфакторных реакций оранжерейной белокрылки в лабораторных условиях.

Тепличная белокрылка (*Trialeurodes vaporariorum* Westw. (Homoptera: Aleyrodidae)) - полифаг. Указывают свыше 60 видов культурных растений, повреждаемых белокрылкой. К ним относятся огурец, дыня, томат, картофель и др. (Савздарг, 1940). М.Д.Прутенская и др. (1984) увеличивает этот список до 140 видов за счет тропических и субтропических растений, произрастающих в защищенном грунте ботанических садов. Эти авторы показали, что, несмотря на многоядность, предпочтительность растений белокрылкой различных видов неодинакова. А.Шаймарданов (1979) также отмечает, что белокрылка наибольшее предпочтение отдает растениям, относящимся к семействам пасленовых и тыквенных.

Выбор растения для откладки яиц самкой вредителя производится еще в полете и определяется цветом листьев. Предпочтение отдается более светлым молодым листьям. Сев на лист, самка оценивает его в течение нескольких минут и неблагоприятные растения покидает (Verschoor et al., 1978; Lenteren, Noldus, 1990). Белокрылка привлекается желто-зелеными лучами (520-610 нм) и несколько слабее - ультрафиолетовыми (400 нм), а на фиолетовые и красные лучи насекомые почти не реагируют. Предполагается, что максимальная реакция на желто-зеленые лучи характеризует поисковое поведение насекомых (Vaishampayan et al., 1975). Оказалось, что наиболее привлекательными были светло-желтые ловушки с длиной волны

574.8 нм. Ярко-желтые ловушки (579.8 нм) были достоверно менее уловистыми, а зеленые (520.1 нм) оказались наименее привлекательными. На последние было отловлено в 25 раз меньше особей, чем на светло-желтые. Различия светло- и ярко-желтых ловушек составляют лишь 5 нм, что в 11 раз меньше, чем различия между светло-желтыми и зелеными ловушками (54.7 нм). Ориентация на желтый цвет не всегда выгодна для белокрылки. Так, на желтые листья кротона она садилась в 2 раза чаще, чем на зеленые листья фасоли. Однако, через 15 минут на кротоне осталось лишь 9, а на фасоли - 67 насекомых. При этом незначительное привлекающее действие запаха листьев фасоли в ольфактометре проявилось лишь в том случае, когда они были нагреты на 50°C выше температуры окружающего воздуха (Vaishampayan et al., 1975).

В предыдущей работе было установлено, что ольфакторная реакция оранжерейной белокрылки четко проявляется как в условиях полной темноты, так и при рассеянном искусственном освещении интенсивностью около 200 люкс. Естественное и неравномерное освещение с интенсивностью 500 и более люкс подавляет проявление ольфакторных реакций, вызывая направленный полет к источнику света (Буров и др., 2001).

Целью настоящей работы являлась экспериментальная проверка способности имаго оранжерейной белокрылки реагировать на различные цветовые стимулы. В практическом плане решение этого во-

проса имеет большое значение при разработке методики по изучению ольфакторных реакций оранжерейной белокрылки в лабораторных условиях.

Имаго оранжерейной белокрылки неизвестного возраста и пола получали из лабораторной культуры, содержащейся на растении фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.). Поведенческие реакции насекомых изучали с использованием ольфактометра, представляющего собой круглую (диаметром 100 мм) горизонтальную площадку с гнездами для размещения исследуемого материала, прикрепленную к вершине штатива (высота 20 см), помещаемого в стеклянный сосуд цилиндрической формы емкостью 5 л. Для создания эффекта света с разной длиной волны сосуды снаружи оборачивали бумагой для витражей кремового, фиолетового, белого, черного, розового, желтого и зеленого цветов. Контрольный вариант - прозрачный сосуд, не закрытый бумагой. Всего 8 вариантов. В качестве кормового растения использовали листья герани. В варианте 12 повторностей. Насекомых выпускали без предварительного анестезирования и выдерживания, 30 особей на вариант. Ольфактометры размещали в термостатированных камерах (23-24°C) при постоянном искусственном освещении. Учеты проводили через

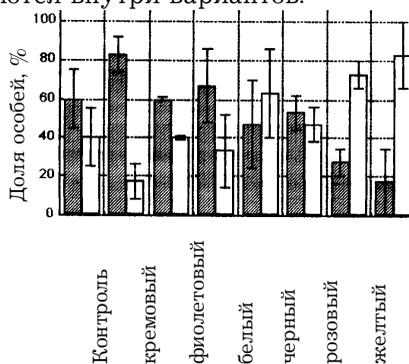
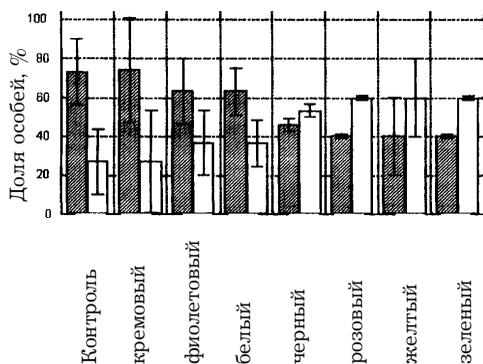


Рис. Реакция оранжерейной белокрылки на визуальный стимул через час (слева) и через сутки (справа) после выпуска  
 ■ герань, □ - бумага

В варианте с использованием черного цвета происходит равномерное распределение особей между поверхностью листьев и стенками ольфактометра. Также отмечается наименьшее перераспределение белокрылки в течение суток, следовательно, чтобы определить наличие дистантной ольфакторной реакции, ре-

час и через сутки, фиксируя количество насекомых на стенках сосуда и листьях. Полученные данные подвергали математической обработке.

Сравнительная оценка влияния различных светофильтров на доминанту ольфакторного или цветового предпочтения выявила, что цвет является одним из основных факторов, определяющих поведение насекомого. Однако, как было установлено предыдущими исследователями, степень предпочтения неодинакова. Так, наиболее привлекательными для белокрылки цветами являются зеленый и желтый как при первичном выборе, так и в последующие сутки, когда происходило перераспределение насекомых с листьев в сторону окрашенных стенок ольфактометра в отличие от остальных вариантов (рис.). Меньшее предпочтение белокрылкой было выявлено для кремового, фиолетового и белого цветов. При первичной реакции насекомые в 2.9 раза активнее привлекались листьями герани, чем стенками ольфактометра, через сутки ситуация не изменялась. Полученные данные статистически достоверно отличаются внутри вариантов.

комендуется проводить опыты в темноте.

Полученные материалы свидетельствуют о целесообразности продолжения изучения ольфакторных реакций белокрылки с учетом особенностей их поведенческих реакций в природных условиях. Кроме того, они свидетельствуют о необходимости стандартизации методов

лабораторного тестирования и разработки методик полевых экспериментов с ис-

пользованием цветковых ловушек с привлекающими веществами.

#### Литература

Буров В.Н., Петрова М.О., Черменская Т.Д. К вопросу об ольфакторной ориентации оранжерейной белокрылки *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). /Энтомолог. обозрение, 80, 2, 2001, с.288-293.

Прутенская М.Д., Крыжановская Т.В., Ромс В.С., Журба Л.Н. Трофические связи белокрылки оранжерейной и возможности биологической борьбы с ней в ботанических садах. /Интродукция и акклиматизация растений, 2, 1984, с.86-91.

Савдарг Э.Э. Вредитель теплично-оранжерейных культур - белокрылка и борьба с ней. /Овощеводство, 7, 1940, с.26-29.

Шаймарданов А. Экология тепличной белокрылки *Trialeurodes vaporariorum*

(Homoptera: Aleyrodidae) и меры борьбы с ней в Узбекистане. Автореф. канд. дисс. Л., 1973, 24 с.

Lenteren J.C., Noldus L.P.J.J. Whitefly - plant relationships: behavioural and ecological aspects. /Whiteflies: their bionomic, pest status and management. Newcastle upon Tyne: Atheneum Press, 1990, p.47-89.

Vaishampayan S.M., Waldbauer G.P., Kogan M. Visual and olfactory responses in orientation to plant by the greenhouse whitefly. /Entomol. exp. et appl., 18, 4, 1975, p.247-257.

Verschoor J., Poel P.J.G., Lenteren J.C. Host-plant selection by the greenhouse whitefly. /Meded. Fac. Landbouwetensch. Rijksuniv. Gent., 43, 2, 1978, p.294-299.

#### GREENHOUSE WHITEFLY REACTIONS TO THE HOST PLANT WITH VARIOUS COLOUR STIMULI

*M.O.Petrova, T.D.Chermenskaya*

The plant host preference of the greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* Westw.) adults depending on colour stimuli was investigated in experiments using the original olfactometer. The yellow and green colours have been shown to be the most, the cream, violet and white - the least attractive for whitefly. Using the black colour was optimal for studying the greenhouse whitefly olfactory reactions in the laboratory.

**Краткие сообщения**

УДК 633.521:632.95

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТА ЭКОСТ В ЛЬНОВОДСТВЕ****Н.А.Кудрявцев***Всероссийский НИИ льна, Торжок*

Среди пестицидов очевидные преимущества имеют препараты естественного происхождения, в частности прошедший обстоятельные экологические испытания защитно-стимулирующий состав ЭКОСТ, разработанный российской научно-производственной компанией "Биор".

Полевые испытания на культуре льна-долгунца в 1995-1998 гг. показали, что обработка экостом семян повышала их полевую всхожесть на 6%; снижала проявление болезней льна (особенно бактериальных) и поврежденность всходов насекомыми не менее эффективно, чем протравливание семян традиционными пестицидами. Урожайность льнопродукции повышалась: соломы в среднем на 9.3 ц/га, семян - 1.6 ц/га при положительном влиянии на их качество.

Порошкообразная препаративная форма экоста для обработки семян льна может применяться при отсутствии протравочного оборудования способом засыпки в мешки из предварительной расфасовки (20 г препарата на 50 кг семян). Через две недели порошок по принципу "твердого раствора" равномерно распределяется и в рекомендованной норме расхода (0.4 кг/т) прочно удерживается на семенах льна. Объем освоения производством этого приема составил в 1998 г. более 1000 га посевов льна.

Для обработки семян жидким составом испытана пастообразная препаративная форма экоста, наиболее эффективная при инкрустации ею семян по технологии, разработанной Центральным научным конструкторским бюро (Москва).

**Хроника****О РАБОТЕ VIII СЕССИИ ГЕНЕРАЛЬНОЙ АССАМБЛЕИ  
ВОСТОЧНО-ПАЛЕАРКТИЧЕСКОЙ РЕГИОНАЛЬНОЙ СЕКЦИИ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ  
БИОЛОГИЧЕСКОЙ БОРЬБЫ (ВПРС МОББ)**

С 3 по 5-е июля 2001 года в г. Познань (Польша) на базе Института защиты растений проходила VIII сессия ВПРС МОББ. На ней были обсуждены результаты развития биологической защиты растений в странах-членах ВПРС МОББ за 1997-2000 годы и намечены планы дальнейшей работы на 2001-2005 гг. Странами-участницами форума и учреждениями, их представляющими, были: Россия (ВНИИ карантин МСХ, Всерос-

сийский НИИ защиты растений (ВИЗР), Всероссийский НИИ биологической защиты растений; Московский государственный университет леса; Всероссийский НИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства; Новосибирский центр защиты леса), Украина (Институт защиты растений, Инженерно-технологический институт "Биотехника"), Белоруссия (Белорусский НИИ защиты растений), Молдавия (Институт защиты растений), Казахстан

(Институт зоологии), Польша (Институт защиты растений, Институт экологии), Венгрия (Министерство сельского хозяйства, Центральная служба защиты растений и почвы, Лаборатория биологической борьбы и карантина), Югославия (Институт кукурузы), а также Болгария (Министерство сельского и лесного хозяйства, Отдел защиты растений и прогноза). Некоторые страны (Чехия, Словакия, Грузия, Румыния, Киргизия и Молдавия), хотя и входят в число участников ВПРС МОББ, ни своих делегатов, ни отчетных материалов на сессию не представили. Другие страны (к примеру, Казахстан) не прислали своих делегатов на сессию, но представили отчеты и тезисы выступлений.

В работе сессии принял участие Президент МОББ профессор Отдела энтомологии Калифорнийского университета Л.Е.Элер (США), а также профессор Д. Шпаар (Институт аграрной техники, Германия). Более 20 государственных учреждений и научно-исследовательских институтов из 9 стран-членов ВПРС МОББ были непосредственными участниками форума.

В рамках сессии работал симпозиум "Биоценотическая регуляция - основа современных систем интегрированной защиты сельскохозяйственных культур". Были опубликованы тезисы докладов симпозиума.

В докладе "О состоянии и перспективах развития биометода в странах-членах ВПРС МОББ", сделанном ее Президентом А.И.Сметником (Россия), отмечалось, что в Секции активно функционируют 6 Постоянных Комиссий и 16 рабочих групп. Более 150 ученых и специалистов из Белоруссии, Болгарии, Венгрии, Грузии, Казахстана, Киргизии, Македонии, Молдавии, Польши, России, Румынии, Словакии, Чехии, Украины и Югославии участвуют в работе ВПРС МОББ. Было отмечено, что большие исследовательские работы проведены в странах-членах Постоянной комиссии по интродукции и акклиматизации энтомофагов. За период деятельности Комиссии было интродуцировано более 120 видов

паразитов и хищников из 25 стран. Большой объем работ проводился по биологической борьбе с вредителями защищенного грунта с использованием энтомо-акарифагов и энтомопатогенных микроорганизмов. В последние годы многое делается в направлении дальнейшего вовлечения новых перспективных видов энтомофагов и отселектированных популяций для регуляции численности фитофагов на овощных, плодовых и других культурах. Разработано 12 новых биопрепаратов, эффективных для борьбы с белокрылками, тлями, трипсами и другими вредными насекомыми. На современном этапе страны-члены ВПРС МОББ уделяют особое внимание разработке приемов управления фитосанитарной деятельностью энтомофагов и почвенной микрофлоры, в том числе микробов-антагонистов, обладающих полифункциональной активностью, за счет увеличения флористического разнообразия агроэкосистем, селекции и интродукции энтомофагов и энтомопатогенов, адаптированных к конкретным природно-климатическим условиям.

Ряд докладов имели отчетно-информационный характер. Они были посвящены результатам исследований и перспективам развития биологического метода защиты растений в конкретных странах-участницах ВПРС МОББ. Такие сообщения сделали: от России - проф. А.И.Сметник, проф. В.А.Павлюшин, проф. В.Д.Надыкта и канд. наук В.Я.Исмаилов и др.; от Украины - проф. М.П.Лесовой, от Белоруссии - канд. наук С.В.Сорока, от Польши - проф. Е.Я.Липа.

Весьма представительная российская делегация представила на симпозиум серию докладов, освещающих современное состояние биометода и пути совершенствования его в России. Так, в докладе проф. В.А.Павлюшина была рассмотрена система микробиологической защиты овощных культур от болезней и вредителей. В выступлении проф. М.В.Штернис и В.Цветковой были проанализированы тенденции развития микробиологической защиты сельскохозяйственных культур в Сибири. Биологическим особенностям ис-

пользования энтомопатогенов в защите леса от вредителей было уделено внимание в докладах Е.В.Орловской и М.Голосовой. Хитозановым препаратам как новым экологически безопасным средствам защиты растений, эффективным для фитосанитарной оптимизации агроэкосистем, был посвящен доклад проф. С.Л.Тютерева. Участники сессии были ознакомлены директором ВИЗР В.А.Павлюшиным с материалами, представленными сотрудниками этого института проф. К.Е.Ворониным, проф. Н.А.Вилковой и канд. наук Л.С.Иващенко. Эти материалы были посвящены перспективам освоения природных ресурсов энтомофагов (К.Е.Воронин) и значению иммунитета растений к вредным организмам в стабилизации функционирования агробиоценозов (Н.А.Вилкова, Л.С.Иващенко).

Результатам многолетней работы по применению бактериальных препаратов в Белоруссии было посвящено сообщение Л.И.Прищепа и С.В.Сороки.

Использованию паразитических нематод в борьбе с вредителями растений был посвящен доклад М. Томляка (Польша). Показано, что паразитические нематоды достаточно широко и эффективно используются в Польше в качестве средства защиты шампиньонов и декоративных культур от вредителей. Сейчас в Польше имеется в продаже 5 нематодных препаратов, которые выпускают три фирмы. В борьбе со сциаридами на овощных и с бороздчатым долгоносиком на декоративных культурах препараты паразитических нематод оказались эффективными и их применение поддерживается растениеводами.

Роли бакуловирусов в регуляции популяций вредителей растений и использовании энтомопатогенных грибов были посвящены сообщения из Польши, Белоруссии и Венгрии.

Сессия уделила внимание методическим вопросам диагностики бактериальных заболеваний при фитосанитарном контроле растений, биологической защите лесов и садов.

Сессия отметила широкое использование биометода в защите лесов России. Так, в Алтайском крае в 2000 г. с помощью отечественного бактериального препарата лепидоцид было защищено около 100 тыс. га пихтовых лесов. Ежегодно этот препарат применяется в лесах России против гусениц непарного шелкопряда, шелкопряда-монашенки, соснового коконопряда и других фитофагов на площади 50-75 тыс. га.

Малотоннажное производство микробиологических средств защиты растений развивается на Украине. На базе института защиты растений (Киев) начато производство ряда новых для этой страны форм биопрепаратов: жидкого вертициллина (на основе гриба *Verticillium lecanii*) и жидкого триходермина (на основе гриба *Trichoderma lignorum*).

В целом, Сессия ВПРС МОББ продемонстрировала наличие определенных достижений в развитии биологической защиты растений, подвела итоги и наметила планы дальнейшей работы. Кроме того, состоялись выборы руководящих и исполнительных органов секции. Президентом ВПРС МОББ на новый срок переизбран проф. А.И.Сметник (Россия), вице-президентами избраны проф. С.Прушински (Польша) и проф. И.Эке (Венгрия), на пост генерального секретаря избран А.Орлинский (Россия).

*В.А.Павлюшин  
С.Л.Тютерев*



### **ПАМЯТИ ВАЛЕНТИНЫ АЛЕКСЕЕВНЫ ШАПИРО**

5 марта 2001 г. на 92-м году жизни скончалась Валентина Алексеевна Шапиро - ветеран ВИЗР и почетный член его коллектива, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник.

Валентина Алексеевна родилась 19 февраля 1910 г. в Твери. Там же она закончила трудовую школу. С той поры на всю свою долгую жизнь она связала свою судьбу с защитой растений, начав ее в качестве секретаря-техника акционерного общества по борьбе с вредителями растений Таджикского Наркомзема в Курган-Тюбе. В 1930 г. Валентина Алексеевна была направлена на учебу в Ленинградский техникум защиты растений, после окончания которого по назначению работала квалифицированным лаборантом в Азербайджанском ИЗР. Вскоре она была приглашена на должность помощника заведующего биологической лабораторией по применению трихограммы против хлопковой совки на хлопчатнике Республиканской центральной лаборатории биометода. Здесь же она возглавила цех по производству трихограммы. В 1937 г. Валентина Алексеевна была направлена на учебу в ИЗИФ, который закончила с ре-

комендацией в аспирантуру. В 1940 г. она стала аспиранткой ВИЗР и проводила исследования по проблемам биологического метода защиты растений. Однако с началом Великой Отечественной войны работа над диссертационной темой была приостановлена. До эвакуации из блокадного Ленинграда Валентина Алексеевна Шапиро принимала участие в оборонительных работах и добровольцем - в госпиталях по уходу за ранеными. Будучи эвакуированной в январе 1942 г. в г. Калинин, она по заданию дирекции ВИЗР и местных органов управления занималась решением проблем фитосанитарии и эпидемиологии в прифронтовых районах Калининской области.

В 1945 г. Валентина Алексеевна вернулась в Ленинград, в ВИЗР и продолжила обучение в аспирантуре. После успешной защиты кандидатской диссертации она стала научным сотрудником института и со всей присущей ей творческой активностью и даром исследователя-биолога включилась в исследовательскую работу по биометоду в рамках многолетней государственной программы интенсивного изучения энтомофагов.

Характерной особенностью исследований Валентины Алексеевны, сформировавшейся под влиянием ее учителей, виднейших отечественных энтомологов, таких как Н.Н.Богданов-Катьков, Н.Ф.Мейер, В.Н.Старк, В.А.Щепетильникова и др., являлось глубокое проникновение в биологическую суть проблемы. Поэтому ее работы интересны как в научно-методическом, так и в практическом отношении. Они всегда - гражданский отклик на актуальную ситуацию, складывающуюся в защите растений. Так, в период создания сети Государственных лесополос Валентина Алексеевна изучила роль энтомофагов в ограничении численности вредителей древесных пород и предложила приемы повышения их активности.

Особенно много и плодотворно потрудились Валентина Алексеевна над изучением энтомофагов вредителей зерновых культур - вредной черепашки в Поволжье и серой зерновой совки на целинных землях Казахстана, а также вредителей хлопчатника в Узбекистане, овощных культур в ряде регионов России. Методологической доминантой во всех этих исследованиях была проблема интеграции эффективной деятельности энтомофагов с мероприятиями фитосанитарного и агротехнического обеспечения агроценозов. Отсюда обращение исследователя к выяснению биоценологических взаимосвязей энтомофагов не только с вредителями, но и с теми растениями, на которых они обитают. В основе этих исследований - трофический режим хозяина и соответствующее поведение энтомофага. Это дало возможность внести свой основополагающий вклад в развитие концепции о триотрофе. Валентина Алексеевна интенсивно разрабатывала проблему сохранения природных энто-

мофагов и повышения их эффективности в условиях применения химических средств защиты растений. Все это способствовало решению практических задач биометода и развитию его фундаментальных основ.

В научно-исследовательской работе Валентина Алексеевна Шапиро проявляла необыкновенное трудолюбие, высочайшую ответственность за выбор методической основы экспериментальных полевых и лабораторных работ и интерпретацию полученных материалов. Этому же она требовала от своих аспирантов и сотрудников, которые с ней работали. Валентина Алексеевна опубликовала более 60 работ, в том числе 4 книги, которые широко используются специалистами по биометоду.

В памяти старшего поколения визровцев осталась ее самоотверженная работа на посту председателя месткома ВИЗР, где ярко проявилась забота о судьбах сотрудников института.

О Валентине Алексеевне Шапиро с полным правом можно говорить, что она всю свою трудовую жизнь, а это более 30 лет, отдала делу развития биологического метода защиты растений. Будучи более 30 лет на пенсии, она также ни на один день не оставалась без работы: написала книгу, несколько статей, работала над обобщающей монографией, принимала участие в форумах по защите растений, в годичных сессиях ВИЗР, консультировала сотрудников и аспирантов.

В нашей памяти Валентина Алексеевна останется как ученый высокой культуры и большого аналитического ума, скромный, обаятельный и очень доброжелательный человек.

*Друзья и коллеги*

## Содержание

РЕЗИСТЕНТНОСТЬ ФИТОФАГОВ К ИНСЕКТОАКАРИЦИДАМ И БИОЦЕНОТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ДОЛГОВРЕМЕННОГО КОНТРОЛЯ ЕЕ РАЗВИТИЯ. <i>В.Г.Коваленков, Н.М.Тюрина</i>	3
УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ МЕТОДИКА МОНИТОРИНГА РЕЗИСТЕНТНОСТИ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ К ПЕСТИЦИДАМ НА ПРИМЕРЕ ВРЕДНОЙ ЧЕРЕПАШКИ. <i>В.И.Долженко, А.Г.Махоткин, А.А.Зверев, Г.И.Сухорученко, Н.Н.Вошедский, М.А.Махоткин</i>	17
РЕЗИСТЕНТНОСТЬ RHUTORNTHORA INFESTANS К ФЕНИЛАМИДАМ В БЕЛОРУССИИ. <i>В.Г.Иванюк, О.В.Авдей</i>	24
ГЕНЕРАЦИЯ РЕЗИСТЕНТНОСТИ У ЖЕЛТОЙ РЖАВЧИНЫ ПШЕНИЦЫ (PUCCINIA STRIIFORMIS WEST.) ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ФУНГИЦИДНОГО ПРЕССА. <i>Г.В.Волкова</i>	29
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ОСНОВНЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР. <i>Л.А.Буркова, Н.А.Боровикова, А.А.Зверев, А.Г.Махоткин</i>	35
РЕЗИСТЕНТНОСТЬ ПОПУЛЯЦИИ ГРИБА FUSARIUM NIVALE К ФУНДАЗОЛУ. <i>С.Ф.Буга, А.А.Радына, В.Е.Боярчук</i>	39
ПУТИ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ИСТОЧНИКОВ УСТОЙЧИВОСТИ КАРТОФЕЛЯ К ФИТОФТОРОЗУ. <i>Е.В.Рогозина, М.В.Патрикеева</i>	43
ФОРМИРОВАНИЕ РЕЗИСТЕНТНОСТИ К ПЕСТИЦИДАМ У ФИТОФАГОВ НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ. <i>А.С.Филипас, Л.Н.Ульяненко, Ф.А.Сучалкин</i>	50
МОНИТОРИНГ ВОЗБУДИТЕЛЯ МУЧНИСТОЙ РОСЫ ТОМАТА В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ И МЕРЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЕГО РЕЗИСТЕНТНОСТИ. <i>Т.Б.Дорофеева, Е.Б.Белых</i>	55
СВОЙСТВА БЕЛКА, ЭКСПРЕССИРУЕМОГО ТРАНСФОРМАНТОМ E.COLI DH5a, НЕСУЩИМ РЕКОМБИНАНТНУЮ ПЛАЗМИДУ pBLUESCRIPT KS(+) СО ВСТАВКОЙ ECOR1 - ФРАГМЕНТА ДНК ИЗ БАКТЕРИИ SERRATIA MARCESCENS. <i>Попова Э.В.</i>	60
РЕАКЦИЯ ОРАНЖЕРЕЙНОЙ БЕЛОКРЫЛКИ НА КОРМОВОЕ РАСТЕНИЕ НА ФОНЕ РАЗЛИЧНЫХ ЦВЕТОВЫХ СТИМУЛОВ. <i>М.О.Петрова, Т.Д.Черменская</i>	63
<b><u>Краткие сообщения</u></b>	
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТА ЭКОСТ В ЛЬНОВОДСТВЕ. <i>Н.А.Кудрявцев</i>	66
<b><u>Хроника</u></b>	
О РАБОТЕ VIII СЕССИИ ГЕНЕРАЛЬНОЙ АССАМБЛЕИ ВОСТОЧНО-ПАЛЕАРКТИЧЕСКОЙ РЕГИОНАЛЬНОЙ СЕКЦИИ МЕЖДУНАРОДНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БОРЬБЫ (ВПРС МОББ)	66
ПАМЯТИ ВАЛЕНТИНЫ АЛЕКСЕЕВНЫ ШАПИРО	69

## CONTENTS

RESISTANCE OF PHYTOPHAGANS TO INSECTICIDES/ACARICIDES AND BIOCENOTIC PRINCIPLES OF LONG-TERM CONTROL OF ITS DEVELOPMENT. <i>V.G.Kovalenkov, N.M.Tiurina</i>	3
AN IMPROVED METHOD FOR MONITORING OF PEST RESISTANCE TO PESTICIDES EXEMPLIFIED FOR THE BUG EURYGASTER. <i>V.I.Dolzhenko, A.G.Makhotkin, A.A.Zverev, G.I.Sukhorutshenko, N.N.Voshedskiy, M.A.Makhotkin</i>	17
PHYTOPHTORA INFESTANS RESISTANCE TO PHENILAMIDES IN BELARUS. <i>V.G.Ivaniuk, O.V.Avdey</i>	24
DEVELOPMENT OF RESISTANCE IN THE YELLOW RUST PATHOGEN ( <i>PUCCINIA STRILIFORMIS</i> WEST) OF WHEAT UNDER FUNGICIDE PRESSURE. <i>G.V.Volkova</i>	29
RECENT TRENDS IN POPULATION DYNAMICS OF MAJOR PESTS OF FRUIT CROPS. <i>L.A.Burkova, N.A.Borovikova, A.A.Zverev, A.G.Makhotkin</i>	35
RESISTANCE OF THE FUNGUS <i>FUSARIUM NIVALE</i> TO FUNDAZOLE. <i>S.F.Buga, A.A.Radyna, V.E.Boyarchuk</i>	39
WAYS OF CREATING NEW SOURCES OF POTATO RESISTANCE TO LATE BLIGHT. <i>E.V.Rogozina, M.V.Patrikeeva</i>	43
DEVELOPMENT OF PESTICIDE RESISTANCE IN PHYTOPHAGANS ON RADIOACTIVELY CONTAMINATED AREAS. <i>A.S.Philipas, L.N.Ulianenko, F.A.Suchalkin</i>	50
MONITORING OF THE PATHOGEN CAUSING POWDERY MILDEW OF TOMATO INDOORS AND MEANS OF PREVENTING THE DEVELOPMENT OF ITS RESISTANCE. <i>T.V.Dorofeeva, E.B.Belykh</i>	55
PROPERTIES OF THE PROTEIN, EXPRESSED BY THE E. COLI DH5a TRANSFORMANT CONTAINING THE RECOMBINANT PLASMID pBLU- ESCRIP T KS (+) WITH AN INSERT OF ECORI, A FRAGMENT OF DNA FROM THE BACTERIUM <i>SERRATIA MARCESCENS</i> . <i>E.V.Popova</i>	60
GREENHOUSE WHITEFLY REACTIONS TO THE HOST PLANT WITH VARIOUS COLOUR STIMULI. <i>M.O.Petrova, T.D.Chermenskaya</i>	63
<b><u>Brief Reports</u></b>	
APPLICATION EFFECTIVENESS OF THE PREPARATION EKOST IN FLAX GROWING. <i>N.A.Kudriavtsev</i>	66
<b><u>Chronicles</u></b>	
INFORMATION ON VIII-th SESSION OF GENERAL ASSEMBLY OF THE EAST PALAEARCTIC REGIONAL SECTION OF THE INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR BIOLOGICAL CONTROL OF NOXIOUS ANIMALS AND PLANTS (EPRS IOBC)	66
TO MEMORY OF V.A.SHAPIRO	69