

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК
ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ



PLANT PROTECTION NEWS

3

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.Щуровенков
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

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА РАЗВИТИЕ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ

**В.И.Танский, М.М.Левитин, Т.И.Ишкова, И.М.Соколов, Т.Ю.Гагкаева,
Г.Н.Дормидонтова, Н.А.Цветкова**

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Приведены результаты изучения влияния удобрений на развитие вредных организмов в агроценозах пшеничных полей в основных зонах возделывания пшеницы. Установлено, что удобрения влияют на вредные организмы не настолько сильно, чтобы вызвать опасное развитие того или иного вредного вида. Высказано предположение, что естественная регуляция системы "агроценоз" позволяет сохранить ее стабильность в условиях применения удобрений.

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур тесно связано с применением удобрений. В связи с этим большой интерес представляет уточнение особенностей влияния удобрений на развитие вредных организмов. Проведенные исследования показали, что удобрения могут сыграть заметную роль в динамике развития вредных насекомых, возбудителей болезней растений и сорняков (Щеголев, 1938; Самерсов, Горювая, 1976; Самерсов и др., 1981; Бичук и др., 1990; Ладонин, Алиев, 1991; Чулкина и др., 2000). Однако влияние удобрений проявляется далеко не однозначно и зависит от таких факторов, как климатические, погодные и почвенные условия, сортовые особенности сельскохозяйственных растений, способность агроценозов к саморегуляции. В этой связи в по-

левых условиях при оценке влияния удобрений на развитие вредных организмов в ряде случаев были получены противоречивые данные. Очевидно, установить истинную роль удобрений в агроценозах, особенно в многолетнем плане, с помощью отдельных опытов трудно. Более надежные результаты могут быть получены в широкомасштабных опытах в разных климатических зонах.

Для решения этой задачи Всероссийским институтом защиты растений в нескольких природных зонах в течение ряда лет было проведено изучение влияния удобрений на развитие вредных организмов в агроценозах пшеничных полей. Основная цель работы - уточнение возможности ухудшения фитосанитарной обстановки на пшеничных полях в случае интенсивного использования удобрений.

Методы исследований

Работа проводилась в 1986-1991 гг. на озимой и яровой пшенице в следующих природных зонах: лесная (Московская обл.), лесостепная (Белгородская обл.), лесостепная - предгорная подзона (Северная Осетия), степная (Краснодарский край), степная - подзона засушливых степей (Кустанайская обл.). Климат этих зон меняется от умеренного до резко континентального, о чем можно судить по разнице среднемесячных температур января и июля и по сумме осадков. Почвы отличаются менее заметно - преобладают разновидности черноземов (табл.1).

Во всех зонах работа проводилась по единому плану. Основной базой исследований послужили многофакторные опыты научно-исследовательских учреждений:

ЦОС ВИУА (Московская область), Белгородского НИИСХ (Белгородская область), Краснодарского филиала ВИУА (Краснодарский край), СКНИИГПСХ (Северная Осетия), Кустанайского НИИСХ (Кустанайская область).

Испытывали сбалансированные минеральные удобрения (в дозировках - оптимальной для зоны и в два раза выше и ниже) и органические удобрения (20-40 т/га). В Кустанайской области испытывали в основном фосфорные удобрения. Во всех опытах контролем служил естественный фон (без внесения удобрений). Повторность каждого опыта 3-4-кратная, размер делянок от 25 до 150 м². Параллельно проводили наблюдения за состоянием агроценозов на производственных посевах пшеницы.

Таблица 1. Почвенно-климатические характеристики природных зон, где проводились исследования

Зоны	Место работы	Климат	Средняя температура		Осадки, мм	Почва
			Январь, °С	Июль, °С		
Лесная	Московская область	Умеренный	-10	+18	500-650	Дерново-подзолистая
Лесо-степная	Белгородская область	Умеренно континентальный	-8.5	+20	450-500	Тучные черноземы
Предгорная подзона	Северная Осетия	Умеренно континентальный	-4	+20	600-800	Карбогатные черноземы
Степная	Краснодарский край	Континентальный	-2	+22	400-500	Карбогатные черноземы
Подзона засушливых степей	Кустанайская область	Резко континентальный	-18	+21	250-300	Южные черноземы

Из вредных организмов учитывали насекомых фитофагов, обитающих в стеблестое пшеницы, основные болезни пшеницы и сорняки. Во всех зонах учеты проводили по единым методикам, которые в общих чертах сводятся к следующему. Насекомых в стеблестое пшеницы учитывали с помощью кошней энтомологическим сачком и на единице площади посева. Для учета внутрестеблевых вредителей в фазы кущения и молочно-восковой спелости на каждой делянке

отбирали по три пробы стеблей с 20 см рядка. Численность сосущих вредителей подсчитывали в фазы колошения и молочно-восковой спелости на 10 колосьях в 10 точках каждой делянки. Распространенность и степень развития болезней устанавливали путем анализа 100 растений с делянки (20 проб по 5 растений). Засоренность делянок определяли в фазы кущения и молочно-восковой спелости количественным методом.

Результаты исследований

Изучение состава основных вредных организмов показало наличие видов, общих для большинства зон, и видов, характерных для отдельных зон.

Распространение по зонам вредных насекомых характеризовалось следующими особенностями.

В лесной зоне численность вредных насекомых была невысокой, поэтому, кроме злаковых тлей, рассматривались не отдельные виды, а комплексы вредителей, характеризующиеся однотипными повреждениями пшеницы. Сосущие вредители были представлены злаковыми тлями (п/сем. Aphidinea), злаковыми цикадками (сем. Cicadellidae), хлебными клопиками (р. *Trigonotylus*) и трипсами (сем. Phlaeothripidae). Комплекс филлофагов включал хлебную полосатую блошку (*Phyllotreta vittula* Redt.), красногрудую пядицу (*Ouleta melanopus* L.),

пшеничного минера (*Agromyza ambigua* Fl.) и пилильщик (сем. Tenthredinidae). Стебли озимой пшеницы повреждали злаковые мухи.

В лесостепной зоне из вредных насекомых наиболее многочисленными оказались большая злаковая тля (*Sitobion avenae* F.), злаковые мухи (шведская (*Oscinella frit* L.), озимая (*Delia coarctata* Fl.), опомиза (*Opomiza florum* F.)) и хлебный пилильщик (*Cephus pygmaeus* L.).

В степной зоне преобладали красногрудая пядица, вредная черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.) и хлебный пилильщик.

На яровой пшенице в подзоне засушливых степей доминировали злаковые тли, пшеничный трипс (*Haplotrips tritici* Kurd.), хлебная полосатая блошка, не-

стадные саранчовые, злаковые мухи и стеблевая блошка (*Chaetocnema aridula* Gyll.).

Из болезней озимой пшеницы в лесной зоне основными были фузариозно-гельминтоспориозная корневая гниль (*Fusarium culmorum* (W.G.Sm.) Sacc., *F.oxysporum* Schleht., *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker), септориоз листьев и колоса (*Septoria tritici* Roberge: Desm.), бурая ржавчина (*Puccinia recondita* Roberge: Desm. f.sp. *tritici* (Erikss) C.O.Johnston), фузариоз колоса (*Fusarium graminearum* Schwabe, *F.culmorum* (W.F.Sm.) Sacc., *F.sporotrichioides* Sherb. var. *sporotrichioides*), церкоспореллез (*Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron.)).

В лесостепной зоне наиболее значимы были корневые гнили (*Fusarium solani* App. et Wr., *F.avenaceum* (Fr.) Sacc., *F.culmorum*, *F.graminearum*), септориоз листьев, бурая ржавчина, мучнистая роса (*Blumeria graminis* (DC.) Speer., син. *Erysiphe graminis* DC. f.sp. *tritici* Marchal), в отдельные годы - снежная плесень (*Fusarium nivale* Ces.). В предгорной подзоне лесостепной зоны наиболее распространены были септориоз листьев, мучнистая роса, бурая ржавчина, фузариоз колоса (*F.graminearum* и *F.avenaceum*) и сапротрофы колоса (грибы рр. *Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum*).

В степной зоне в наиболее заметной степени развивались септориоз листьев, мучнистая роса, фузариоз колоса (*F.graminearum* и др. виды р. *Fusarium*), корневые гнили (р. *Fusarium*), церкоспореллез (*Cercospora herpotrichoides* Fron.). Ржавчина практически отсутствовала. На яровой пшенице в подзоне засушливых степей заслуживали внимания обыкновенная корневая гниль (*B.sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker.), септориоз листьев и, в меньшей степени, бурая ржавчина пшеницы. Остальные болезни проявлялись очень

слабо.

Изучение сорных растений проводили на озимой пшенице в лесостепной и степной зонах и на яровой пшенице в подзоне засушливых степей степной зоны.

На озимой пшенице преобладали однолетние двудольные сорные растения: подмаренники - *Gallium verum* L. и *G.aparine* L., фиалка посевная (*Viola arvensis* Murr.), дискурения Софии (*Descurainia sophia* Webb. ex Prontl.), ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.), гречишка вьюнковая (*Polygonum convolvulus* L.). Из многолетников практически во всех посевах встречались вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), осот желтый (*Sonchus arvensis* L.) и бодяк полевой (*Cirsium arvense* Scop.). Злаковые многолетники были представлены пыреем ползучим (*Elytrigia repens* L.).

На яровой пшенице из однолетних двудольных преобладали щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), марь белая (*Chenopodium album* L.), гречишка вьюнковая и гречиха татарская (*Fagopyrum tataricum* (L) Gaertn), из однодольных - просо куриное (*Echinochloa crus-galli* (L.) K.et Sch.). Из многолетников - осоты, вьюнок полевой и пырей ползучий.

Влияние удобрений на численность вредителей пшеницы по зонам проявилось следующим образом (табл.2).

В лесной зоне отмечено достоверное снижение поврежденности листьев пшеницы на делянках с повышенными дозами удобрений, что связано с большей листовой массой на этих делянках и некоторым снижением численности филофагов. Злаковых тлей на удобренных делянках оказалось меньше, чем на контрольных. По мере увеличения дозы удобрений численность тлей повышалась, но во всех случаях разница не существенна. В отношении как сосущих (суммарно), так и внутривенных вредителей какой-нибудь связи с удобрениями не установлено.

Таблица 2. Влияние удобрений на вредителей пшеницы в разных природных зонах

<u>Озимая пшеница, лесная зона</u>						
Признаки	Контроль	N ₆₀ P ₉₀ K ₁₂₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	N ₁₈₀ P ₉₀ K ₁₂₀	НСР _{.05}	
Злаковые тли, экз/100 колосьев	90.4	66.9	82.6	87.9	30.4	
Всего сосущих, экз/100 колосьев	152.5	195.0	157.7	-	62.8	
Филлофаги, экз/100 растений	60.4	66.5	53.0	49.5	17.3	
Доля растений с поврежденными листьями (%)	21.1	24.8	12.4	11.9	8.4	
Заселено стеблей злаковыми мухами (%)	2.9	5.3	3.2	5.0	3.8	
<u>Озимая пшеница, лесостепная зона</u>						
Признаки	Контроль	Органика (40 т/га)	Органика + N ₆₀ P ₆₀ K ₄₀	Органика + N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₉₀	НСР _{.05}	
Злаковые тли, экз/100 колосьев	25	18	22	18	15	
экз/10 взмахов сачком	56.0	52.7	58.7	60.3	16.1	
Злаковые мухи, заселено стеблей, %	39.8	35.7	37.0	35.7	6.7	
экз/20 см рядка	19.4	16.5	18.3	20.0	5.2	
Хлебный пилильщик, % стеблей	16.7	11.7	11.3	10.7	7.7	
экз/20 см рядка	3.7	2.7	2.7	2.8	2.0	
<u>Озимая пшеница, степная зона</u>						
Признаки	Контроль	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₈₀	N ₂₄₀ P ₂₄₀ K ₁₆₀	НСР _{.05}	
Пьявица имаго экз/0.25 м ²	2.2	2.6	3.6	5.0	1.4	
личинки экз/10 стеблей	4.1	5.3	7.4	10.1	1.5	
Вредная черепашка, личинки, экз/м ²						
предшественник вика-овес	5.6	7.2	4.4	5.6	2.9	
предшественник подсолнечник	1.7	4.4	3.9	6.7	3.3	
Хлебный пилильщик, % стеблей	65.8	63.5	55.2	53.4	6.7	
экз/0.1 м ²	31.8	31.3	33.8	36.5	5.5	
<u>Яровая пшеница, степная зона (подзона засушливых степей)</u>						
	Контроль	P ₂₀	P ₈₀	N ₄₀ P ₂₃₅	Органика (20 т/га)	НСР _{.05}
Злаковые тли, экз/100 взмахов сачком	401.0	359.0	374.0	344.0	-	120.6
Пшеничный трипс,						
имаго экз/100 взмахов сачком	538.3	707.3	766.0	806.3	683.4	214.9
личинки на 1 колос	37.0	39.8	42.7	40.3	35.1	8.7
Полосатая хлебная блошка, экз/м ²	59.0	55.7	65.7	74.0	64.3	17.8
Саранчовые, экз/м ²	10.3	12.0	13.7	15.7	14.5	5.8
Внутристеблевые, заселено стеблей (%)	48.0	56.5	57.5	55.0	60.0	17.3

В лесостепной зоне заметного влияния удобрений на численность вредителей не выявлено.

В степной зоне отмечено повышение численности пьявицы на делянках с высокими дозами удобрений и снижение на них заселенности стеблей пшеницы хлебным пилильщиком. В отношении личинок вредной черепашки установлено, что они не оказывают предпочтения удобренным делянкам с хорошим предшественником. Только на делянках, где в качестве предшественника был подсолнечник, удобрения повышали численность личинок черепашки.

В подзоне засушливых степей степной зоны на яровой пшенице можно было ожидать, что преобладающие фосфорные удобрения окажут отрицательное влияние на численность вредных насекомых. Но этого не произошло: и фосфорные удобрения, и добавление к ним азота, и органические удобрения не оказали существенного влияния на численность вредных насекомых. Только в отношении тлей можно отметить некоторую тенденцию к снижению численности на удобренных делянках.

Влияние удобрений на развитие болезней пшеницы по зонам проявилось следующим образом (табл.3).

Таблица 3. Влияние удобрений на развитие болезней пшеницы в разных природных зонах, %

Удобрения	Корневая гниль	Септориоз	Мучнистая роса	Бурая ржавчина	Фузариоз колоса	Болезни в отдельных зонах
<u>Озимая пшеница</u>						
<u>Лесная зона</u>						Церкоспорелез (погибло раст.)
Контроль	34.8	50.8	-	25.0	10.9	3.5
N ₆₀ P ₉₀ K ₁₂₀	27.2	40.9	-	50.7	11.3	5.5
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	23.3	46.9	-	49.8	12.0	8.9
N ₁₈₀ P ₉₀ K ₁₂₀	19.5	36.3	-	39.7	13.0	12.5
НСР _{.05}	8.0	8.9	-	16.6	6.4	3.6
<u>Лесостепная зона</u>						Снежная плесень (погибло всходов)
Контроль	34.5	9.3	1.3	9.3	-	7.5
Органика (40 т/га)	38.2	7.9	1.2	8.5	-	7.5
Органика + N ₆₀ P ₆₀ K ₄₀	37.0	8.5	2.6	11.8	-	11.0
Органика + N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₉₀	27.2	9.4	3.7	10.4	-	12.0
НСР _{.05}	14.1	2.3	1.1	3.0	-	5.4
<u>Лесостепная зона (предгорная подзона)</u>						
Контроль	-	8.0	1.3	8.1	2.8	-
N ₃₅ P ₆₀ K ₄₀	-	11.9	1.0	10.4	5.3	-
N ₆₅ P ₆₀ K ₄₀	-	13.3	1.8	8.3	8.3	-
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₄₀	-	14.3	2.2	15.6	10.4	-
НСР _{.05}	-	5.4	0.5	5.6	3.3	-
<u>Степная зона</u>						<u>Листовые пятнистости</u>
Контроль	5.2	17.2	7.6	-	8.4	2.0
N ₆₀ P ₆₀ K ₄₀	6.8	15.9	8.0	-	16.5	4.8
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₈₀	5.8	18.3	10.0	-	16.3	6.9
N ₂₄₀ P ₂₄₀ K ₁₆₀	6.6	19.3	11.3	-	10.4	9.8
НСР _{.05}	4.2	4.8	3.0	-	6.1	2.9
<u>Яровая пшеница</u>						
<u>Степная зона (подзона засушливых степей)</u>						
Контроль	33.7	36.3	-	7.5	-	-
P ₂₀	30.8	31.1	-	7.9	-	-
P ₈₀	28.2	34.1	-	7.6	-	-
N ₄₀ P ₂₃₅	33.1	37.5	-	7.3	-	-
Органика (20 т/га)	25.6	33.4	-	7.8	-	-
НСР _{.05}	15.6	13.7	-	-	-	-

В лесной зоне повышение дозировки минеральных удобрений снижало развитие корневой гнили. Подобная тенденция отмечена и для септориоза. Развитие бурой ржавчины на удобренных делянках существенно превышало развитие ее на контрольных. В отношении доз удобрений наблюдается тенденция к снижению развития по мере повышения дозы. На фузариоз колоса удобрения не оказали достоверного влияния, но по мере увеличения дозы удобрений развитие болезни монотонно увеличивалось. Развитие церкоспореллеза и гибель растений от этой

болезни существенно увеличивались на делянках с повышенными нормами удобрений.

В лесостепной зоне корневая гниль и септориоз не реагировали на удобрения, тогда как развитие бурой ржавчины и мучнистой росы, а также гибель всходов от снежной плесени под влиянием минеральных удобрений, немного усиливалось. Органические удобрения такого действия не оказывали. В предгорной подзоне лесостепной зоны на фоне слабого развития болезней по мере увеличения дозы удобрений увеличивалось раз-

витие всех болезней (кроме бурой ржавчины), причем при повышенных дозах это увеличение статистически значимо.

В степной зоне на общем низком фоне развития болезней не отмечена связь развития корневой гнили и септориоза с удобрениями. Мучнистая роса явно положительно связана с дозировками удобрений. Развитие фузариоза колоса повышалось на удобренных участках. Особенно заметно положительное влияние удобрений на развитие листовых пятнистостей.

В подзоне засушливых степей степной зоны на яровой пшенице ни фосфорные удобрения, ни добавление к ним азота, ни органические удобрения не оказали существенного влияния на развитие корневой гнили, септориоза листьев и бурой ржавчины.

Подсчет сорняков на озимой пшенице в лесостепной и степной зонах показал (табл.4), что четкой зависимости численности сорняков от дозы удобрений не наблюдается. На удобренных участках сорняков было либо чуть меньше, либо больше, чем на контрольных.

Таблица 4. Влияние удобрений на численность и биомассу сорняков в разных природных зонах

Удобрения	Озимая пшеница		Удобрения	Яровая пшеница	
	Сорняки, шт/м ²			Сорняки. Засушливые степи	
	лесостепная зона	степная зона		шт/м ²	воздушно-сухая масса, мг/раст.
Контроль	64.0	19.0	Контроль	159.0	205
Органика (40 т/га)	51.0	-	P ₂₀	186.3	246
Органика + N ₆₀ P ₆₀ K ₄₀	66.0	-	P ₈₀	180.7	272
Органика + N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₉₀	59.7	-	N ₄₀ P ₂₃₅	171.0	288
N ₆₀ P ₆₀ K ₄₀	-	27.8	Органика (20 т/га)	174.0	232
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₈₀	-	33.8	-	-	-
N ₂₄₀ P ₂₄₀ K ₁₆₀	-	36.7	-	-	-
HCP ₀₅	18.3	14.9	-	54.2	39.0

На яровой пшенице в подзоне засушливых степей степной зоны также не установлено статистически значимого влияния удобрений на численность сорняков, но фосфорные и органические

удобрения немного повышали их количество. Определение воздушно-сухой массы сорняков показало, что удобрения увеличивают индивидуальную биомассу сорных растений.

Обсуждение результатов

Наличие среди вредных организмов отдельных видов или комплексов близких видов, общих для нескольких зон, позволяет проанализировать реакцию их на удобрения в разных зонах.

Среди насекомых фитофагов общими для нескольких зон были злаковые тли и внутривебные вредители. Численность тлей, вопреки широко распространенному мнению о повышении их численности под влиянием азотных удобрений, в наших опытах на озимой пшенице под влиянием НРК менялась мало. На яровой пшенице фосфорные удобрения вызвали некоторое снижение численности тлей. Добавление азота эту тенденцию не из-

менило. Внутривебные вредители во всех зонах, где они встречались и при относительно высокой и при низкой численности, с удобрениями не были связаны. Из насекомых с колюще-сосущим ротовым аппаратом, встречающихся в отдельных зонах, некоторое увеличение численности под влиянием удобрений, как указано выше, отмечено только для личинок вредной черепашки в степной зоне на посевах пшеницы по подсолнечнику. Произошло это, очевидно, из-за плохого состояния растений на неудобренных участках при плохом предшественнике. В целом наши материалы показывают, что численность насекомых с ко-

люще-сосущим ротовым аппаратом мало меняется под влиянием полного удобрения. Возможно, это связано с видовыми особенностями, с состоянием абиотических факторов среды и с регуляцией со стороны агроценоза. Углубленное изучение перечисленных вопросов на примере двух видов тлей - большой злаковой и розанно-злаковой (*Metopolophium dirhodum* Walk.) показало, что тли не одинаково реагировали на азотные удобрения. Розанно-злаковая тля повышала численность независимо от дозы удобрения. Большая злаковая тля повышала численность только в благоприятные для нее годы. В неблагоприятные - этих тлей было больше на делянках без азотных удобрений, а на удобренных делянках зарегистрирован повышенный уровень заражения тлей энтомофторовыми грибами (Duffield et al.,1997). В наших опытах в лесной зоне также отмечена более высокая численность тлей на контрольных делянках, а вслед за повышением дозы удобрений увеличивалась численность кокциnellид (Дормидонтова и др.,1991). Можно полагать, что большее количество тлей на контрольных делянках связано с еще слабо изученными особенностями биоценотической регуляции агроценозов. В литературе также встречаются указания, что отсутствие четкой зависимости между удобрениями и численностью вредных насекомых связано с тем, что высокие дозы удобрений если и ведут к увеличению плотности популяций фитофагов, то вслед за этим увеличивается количество хищников, например личинок и жуков из сем. Carabidae и Staphylinidae (Алейникова, Утробина,1975; Горбунова,1980; Подлужский,1981; Wolender,1988; Бичук и др.,1990).

Слабо выражена связь сосущих насекомых с фосфорными удобрениями: в подзоне засушливых степей под их влиянием численность тлей уменьшилась незначительно, а численность пшеничного трипса даже немного увеличилась. Очевидно, в засушливых условиях при-

меняемые дозировки фосфорных удобрений - недостаточно сильный фактор, чтобы вызвать существенное изменение численности сосущих насекомых.

Из других вредителей в двух зонах встречался хлебный пилильщик. В лесостепной зоне связь его с удобрениями не установлена. В степной зоне заселенность стеблей пшеницы была явно ниже на делянках с высоким уровнем удобрений. Это объясняется повышенной густотой стеблестоя пшеницы на таких делянках, так как абсолютное количество заселенных стеблей здесь было немного выше, чем в других вариантах (табл.2). В степной зоне на удобрения реагировала красногрудая пьявица. Судя по учетам имаго, можно полагать, что более высокая плотность личинок на хорошо удобренных делянках объясняется не условиями развития личинок, а избирательностью самок во время заселения посевов пшеницы.

Обобщение результатов оценки влияния удобрений на развитие насекомых в разных природных зонах показывает, что при увеличении объемов использования удобрений ожидать заметного повышения численности вредных насекомых нет оснований, поскольку полученные в наших опытах изменения численности вредителей невелики.

Из болезней пшеницы в наших опытах наиболее широко были распространены корневая гниль, септориоз листьев и бурая ржавчина. Все они с удобрениями связаны слабо. Только в предгорной подзоне лесостепной зоны отмечена слабая тенденция к увеличению развития этих болезней по мере увеличения доз удобрений (табл.3).

Мучнистая роса во всех зонах, где она была распространена, развивалась очень слабо, но проявила явную тенденцию к усилению развития под влиянием удобрений. Некоторая тенденция к повышению развития при увеличении дозировок удобрений проявилась и у фузариоза колоса. В подзоне засушливых степей заметной связи болезней яровой пшеницы

с фосфорными удобрениями не отмечено.

Из специфических для отдельных зон болезней заслуживает внимания церкоспореллез в лесной зоне. Развитие его несколько увеличивается под влиянием удобрений, но по мере повышения доз, по-видимому, снижается выносливость растений к болезням, что находит свое выражение в повышении гибели растений. В лесостепной зоне под влиянием минеральных удобрений усиливалась гибель всходов от снежной плесени. Органические удобрения такого влияния не оказывали. В степной зоне на удобренном фоне снижалось развитие листовых пятнистостей по сравнению с контролем, но увеличение доз усилило развитие болезни (табл.3).

При выявлении причин относительно слабого влияния удобрений на развитие болезней пшеницы серьезного внимания заслуживают биоценологические связи возбудителей болезней и антагонистов, изучение которых по существу только начинается (Черняева, Муромцев, 1980; Чулкина, Кузнецова, 1981).

Итак, установить четкие закономерности влияния удобрений на развитие болезней пшеницы и зависимость их от особенностей природных зон не удалось. В отдельных зонах отмечено проявление такого влияния, но единой схемы не получено. Очевидно, что как и в случае с вредными насекомыми широкое применение удобрений не поведет к существенному усилению развития болезней пшеницы.

Во всех зонах, где проводили наблюдения за сорняками, общее изменение их численности под влиянием удобрений и на озимой и на яровой пшенице невелико и не представляет серьезной опасности. Обращает на себя внимание тот факт, что органические удобрения не повышают численность сорняков по сравнению с минеральными удобрениями. Но под влиянием удобрений состояние популяции сорных растений улучшается, о чем свидетельствует более высокая индивидуальная биомасса сорняков на удобренном фоне по сравнению с контролем

(табл.4). Это может повести к постепенному увеличению засоренности хорошо удобренных полей. Поэтому сорняки на удобренных полях заслуживают постоянного контроля.

Таким образом, наблюдения в основных зонах возделывания пшеницы показали, что удобрения влияют на развитие вредных организмов, но не настолько сильно, чтобы существенно изменить взаимосвязи основных компонентов агроценозов пшеничных полей и вызвать опасное увеличение развития того или иного вредного вида. В зависимости от климатических и почвенных условий природных зон изменяется состав вредных организмов, но общие закономерности их связей с удобрениями меняются мало. Можно полагать, что одной из причин этого служит достаточно надежная естественная регуляция системы "агроценоз", позволяющая сохранять ее относительную стабильность даже при воздействии такого, казалось бы, сильного фактора как удобрения.

Полученные нами данные не во всем совпадают с распространенными представлениями о существенном влиянии удобрений на вредные организмы. Такую ситуацию сравнительно легко получить при исключении влияния факторов внешней среды, например в вегетационных опытах (Гапонова, 1991). Однако в полевых условиях воздействие удобрений на вредные организмы корректируется абиотическими и биотическими факторами. В частности, естественной регуляцией агроценозов и, как показали исследования, существенного повышения интенсивности развития вредных организмов ни в одном из наших опытов не наблюдалось.

По-видимому, агроценозы - системы достаточно устойчивые и способны в значительной мере смягчать влияние на них удобрений. Отсюда следует, что нет оснований опасаться массового развития вредных организмов вслед за повышением использования удобрений в растениеводстве при полном сохранении положительного влияния их на урожай.

Литература

Алейникова М.М., Утробина Н.М. Влияние удобрений на почвенную фауну. /8-й Конгресс по защ. раст. Тез. докл. советских участников конгресса. М., 1975, с.107-108.

Бичук Ю.П., Куринный Ф.И., Гуцул Н.И. Токсическое действие удобрений на фауну полевых культур в условиях интенсивных технологий /Сельскохоз. биология, 5, 1990, с.134-144.

Гапонова А.Г. Влияние минеральных удобрений на развитие и вредоносность бурой ржавчины и большой злаковой тли. /Тр. ВИЗР "Проблемы защиты с.-х. культур от вредн. организмов в интенсивном земледелии". Л., 1991, с.142-149.

Горбунова Н.Н. Изменение почвообитающей фауны под влиянием внесенных в почву удобрений./Влияние хоз. деятельности человека на беспозвоночных. Минск, 1980, с.21-38.

Дормидонтова Г.Н., Капитан А.И., Великань В.С., Ганнота Е.Г. Состав и динамика численности фауны стеблестоя зерновых, возделываемых по интенсивным технологиям в Центрально-Нечерноземной зоне. /Тр. ВИЗР "Проблемы защиты с.-х. культур от вредн. организмов в интенсивном земледелии". Л., 1991, с.82-88.

Ладонин В.Ф., Алиев А.М. Комплексное применение гербицидов и удобрений в интенсивном земледелии. М., Агропромиздат, 1991, 270 с.

Подлужский Т.П. Хищные насекомые и удобрения. /Защ. раст., 9, 1981, с.26-27.

Самерсов В.Ф., Горювая С.Л. Влияние минеральных удобрений на насекомых. Минск, Наука и техника, 1976, 134 с.

Самерсов В.Ф., Богдановский А.Ф., Буга С.Ф. Минеральные удобрения и защита растений. ВНИИТЭИ-агропром., М., 1981, 52 с.

Черняева И.И., Муромцев Г.С. Микробиологические аспекты агротехнических мероприятий по борьбе с вилтом хлопчатника. Агротехн. метод. защ. полевых культур. М., Колос, 1981, с.78-82.

Чулкина В.А., Кузнецова Т.Т. Географические закономерности действия минеральных удобрений на развитие обыкновенной (корневой) гнили в Западной Сибири. Борьба с болезнями с.-х. культур в Сибири и на Дальнем Востоке. Новосибирск, 1982, с.25-41.

Чулкина В.А., Торопова У.Ю., Чулкин Ю.И., Стецов Г.Я. Агротехнический метод защиты растений. М., ЮКЭА, 2000, 335 с.

Щеголев В.Н. Агротехнические методы защиты полевых культур от вредных насекомых и болезней. М.-Л., 1938, 265 с.

Duffield S.J., Bryson R.J., Joung J.E.B., Sylvester-Bradley R., Scott R.K. The influence of nitrogen fertiliser on the population development of the cereal aphids *Sitobion avenae* (F.) and *Metopolophium dirhodum* (Wlk.) on field grown winter wheat. /Ann. Appl. Biol., 130, 1, 1997, p.13-26.

Wolender M. Wpływ nawożenia fosfogipsem i gnojwica na entomofaunę glebową. /Wiad entomol., 8, 1-2, 1988, s.61-65.

THE INFLUENCE OF FERTILIZERS ON THE DEVELOPMENT OF PESTS

*V.I.Tansky, M.M.Levitin, T.I.Ishkova, I.M.Sokolov, T.Yu.Gagkaeva,
G.N.Dormidontova, N.A Tsvetkova*

A study of wheat ecosystems in different climatic zones has shown that fertilizer application does not cause a mass increase in abundance of noxious organisms. Apparently natural regulations between beneficial and noxious components of ecosystems may recompense the influence of fertilizers and to preserve a stability of the system.

ВОЗМОЖНОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ "PRECISION FARMING" НА ПРИМЕРЕ БОРЬБЫ С СОРНЯКАМИ

Д.Шпаар*, С.В.Сорока**, Г.Вартенберг***

*Иностраннный член ААНРБ и РАСХН, Берлин, ФРГ

**Белорусский НИИ защиты растений, Минск, Белоруссия

***Институт Аграрной техники, Борним, ФРГ

Обобщение обширного литературного материала показало, что главное направление дальнейшей экологизации борьбы с сорняками - использование экономических порогов вредности в сочетании с учетом гетерогенного распространения сорняков на посевах сельскохозяйственных культур. Дальнейшая рационализация применения гербицидов должна основываться на дифференцированной обработке полей. Расход гербицидов при этом снижается до 40%. Для анализа гетерогенности распространения сорняков рекомендовано использование оптико-электронных датчиков.

Внесение гербицидов - неотделимая часть технологий возделывания полевых культур. По концепции интегрированной защиты их внесение не может быть рутинным мероприятием. По экономическим и экологическим причинам гербициды следует вносить целенаправленно, с учетом действительного засорения посевов. Основой для этого служат экономические пороги вредности (Bartels et al.,1983; Gerowitt et al.,1984; Heitefuss et al.,1984; Gerowitt,Heitefuss,1990; Davies et al.,1993). Экономические пороги рассчитывают по следующей формуле:

$$\text{ЭПВ} = \text{Затраты}/b \times 0.01 \times Y \times \Pi,$$

где: ЭПВ - экономический порог вредности; Затраты - денежные затраты на обработку 1 га посева; b - коэффициент регрессии между сорняками и снижением урожайности (%); Y - ожидаемая урожайность после борьбы с сорняками (ц/га); Π - реализуемая цена 1 ц собранного урожая.

Из формулы расчета экономических порогов видно, что они зависят от многих факторов (стоимость гербицида, цена реализуемой продукции, потенциальная урожайность, соотношение между засорением и снижением урожайности) (рис.1).

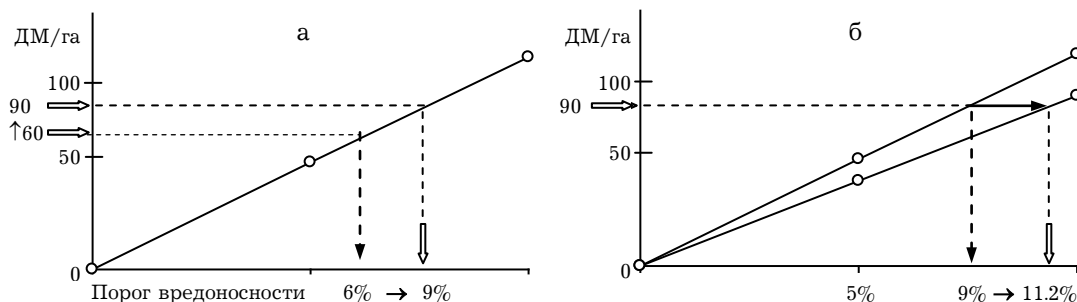


Рис.1. Влияние растущих цен гербицидов (а) и снижения цены зерна (б) на порог вредности (Heitefuss et al.,1984)

Особенно трудно правильно определить соотношение между засорением и снижением урожайности (индекс конкуренции), которое зависит от многих

факторов (почвенно-климатические условия, конкурентоспособность, стеблестой, сорт, степень покрытия и др.). Учитывая многосторонние влияния фак-

торов на данном поле, В.Pallutt и W.Roder (1992) предлагают следующую формулу для определения потерь урожая (ПУ) на данном поле:

$$ПУ = \sum_{x=1}^n \text{Раст}/\text{м}^2_{\text{вид}x} \times \text{ИК}_{\text{вид}x} \times \text{БЭ} \times \text{ФК1} \times \text{ФК2} \times \text{ФК3},$$

где: n - число видов сорняков,
 ИК - индекс конкуренции (потери урожайности, кг/га на 1 растение сорняка/м²) данного вида сорняка;
 БЭ - биологическая эффективность гербицида; ФК1 - фактор коррекции для данной степени покрытия сорняками, например:

Культура	Покрывтие (засоренность) сорняками (шт/м ²)			
	80	160	320	640
Озимый ячмень	0.80	0.65	0.50	0.40
Озимая пшеница	0.90	0.80	0.65	0.40
Озимая рожь	0.90	0.70	0.50	0.40

ФК2 - фактор коррекции для данной почвы (например для делювиальных почв -1.25, для лессовых - 0.75);

ФК3 - фактор коррекции для состояния стеблестоя (хороший стеблестой 0.8, плохое состояние 1.2); ФК4 - фактор коррекции для погодных условий.

На основе многочисленных опытов в Германии В.Pallutt и W.Roder (1992) разработали для некоторых сорняков на полях зерновых культур следующие индексы конкуренции (табл.1).

Таблица 1. Индексы конкуренции (потери урожайности в кг/га на 1 сорняк/м²) при среднем уровне урожайности в регионах со средним количеством осадков ниже 600 мм

Вид сорняков	Озимый ячмень		Озимая пшеница		Озимая рожь	
	Делюви-альные почвы	Лессовые почвы	Делюви-альные почвы	Лессовые почвы	Делюви-альные почвы	Лессовые почвы
Ярутка полевая	4	2	4	2	1	0.8
Василек синий	16	10	12	8	6	4
Марь белая	-	-	4	2	-	-
Бодяк полевой	10	10	10	10	8	5
Дымянка лекарственная	1.5	1	1.5	1	0.5	0.33
Пикульник обыкновенный	20	10	20	10	10	5
Подмаренник цепкий	30	15	20	15	-	-
Виды яснотки	3	2	1.5	1.4	1.5	1
Виды ромашки	8	4	8	4	4	3
Ромашка непахучая	12	6	12	6	6	4.5
Дрема белая	8	6	8	4	4	3
Незабудка полевая	4	2	4	2	2	1.5
Мак-самосейка	8	6	8	4	4	3
Виды горцев	5	3	5	3	3	2
Виды осота	4	3	4	3	1.5	1
Звездчатка средняя	8	6	6	4	2	1
Горчица полевая	-	-	6	4	-	-
Редька дикая	-	-	6	4	-	-
Торица полевая	4	2	3	1.5	4	2
Виды вероники	2	1.4	2	1	0.8	0.5
Виды вики	8	6	8	6	4	3
Фиалка полевая	3	2	3	2	1.5	1
Пастушья сумка	4	2	4	2	1	0.8
Воробейник полевой	4	3	4	3	2	1.5
Лисохвост полевой	-	3	-	3	-	-
Метлица обыкновенная	8	4	8	5	2	1.5
Мятлик однолетний	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.05

Таким образом, целенаправленное применение экономических порогов вредоносности требует знаний о проективном покрытии почвы сорняками, их видовом составе, стадиях развития и распределении по полю. Для определения порогов в литературе рекомендованы разные схемы распределения учетных площадок и их число на единице площади поля. В таблице 2 показаны некоторые примеры оценки засоренности полей зерновых культур.

Бонитировка засоренности очень дорога, так как требует больших затрат труда: до 1 часа на га (Heitefuss et al.,1984). При размере полей в 25-50 га такие затраты на практике не реализуемы. Большую проблему для реализации порогов вредоносности представляет неравномерное распределение сорняков по полю (Thompson et al.,1991; Mortensen et al.,1992; Nordmeyer,Niemann,1992; Nordmeyer et al.,1996; Pluschkel,Pallutt,1996; Wartenberg,1996; Hurle,1998; Zanin et al.,1998; Gerhards et al.,2000). Установлено, что, особенно на делювиальных и аллювиальных почвах, на разных частях поля не только сильно колеблется степень покрытия его сорняками, но меняется и состав преобладающих сорняков.

Таблица 2. Рекомендуемые способы определения засоренности полей зерновых культур

Авторы	Число учетных площадок на га и распределение их по площади
Heitefuss et al., 1984	4-5 Равномерно по полю до 5 га по 0.25 м ²
Bartels et al., 1983	6 То же
Ebert, Poljakow,1981	8 На поле до 50 га 2 линии по 4 площадки по 0.25 м ² через 20 м
Scherf, Rohr, 1997	2-3 Равномерно по полю по 20×30 см
Mullverstedt, 1986	10 Линейное расположение площадок по 0.1 м ²

Факторы, влияющие на гетерогенность засоренности поля, следующие:

- специфические требования сорняков к почвенным условиям (вид и тип почвы,

обеспеченность влагой и питательными веществами, содержание гумуса и др.);

- условия конкуренции в предшествующих культурах;

- ошибки при обработке почвы;

- неравномерное внесение минеральных удобрений;

- наличие остатков соломы;

- неравномерная глубина вспашки и перенос семян сорняков из глубоких слоев почвы в оптимальное для прорастания положение (Biller,1994; Wartenberg,1996).

Представление о гетерогенности поля относительно показателя плодородия почвы дает таблица 3.

Таблица 3. Распределение элементов питания растений на поле

Пробы	pH	P	K	Mg
1	5.7 г	1.8 а	7.0 б	6.5 в
2	5.8 г	0.4 а	04.0 а	5.2 б
3	6.6 д	21.0 д	4.0 д	7.8 г
4	6.6 д	5.7 б	18.0 г	8.4 г
5	6.9 д	4.9 б	11.0 в	5.6 в
6	6.3 д	4.4 б	24.0 д	16.2 д
7	7.0 д	6.4 в	13.0 в	8.2 г
8	6.0 г	5.8 б	48.0 д	8.6 г
9	6.2 д	2.1 а	4.0 а	6.2 в
10	6.5 д	4.2 б	16.0 г	4.4 б
11	6.7 д	6.8 в	17.0 г	5.3 б
Среднее	6.4 д	5.8 б	18.0 г	7.5 в

а - очень низкая обеспеченность, б - низкая обеспеченность, в - средняя обеспеченность, г - высокая обеспеченность, д - очень высокая обеспеченность.

Многочисленные работы в США и Европе (Mortensen et al.,1992; Nordmeyer, Niemann,1992; Wartenberg,1995; Pluschkel,Pallutt,1996; Hurle,1998) показывают, что большинство сорняков реагируют на гетерогенность почвенных условий. Поэтому можно считать, что не только корневищные и корнеотпрысковые сорняки неравномерно распределены по полю. В последние годы и на примере таких сорняков, как марь белая (*Chenopodium album* L.), лисохвост полевой (*Alopecurus myosuroides* Huds.), канатник Теофраста (*Abretilon theophrasti* Medicus), фиалка полевая (*Viola arvensis* Murr.), горец птичий (*Polygonum aviculas* L.) и пырей ползучий (*Elimus repens* (L.) Gould) доказа-

но, что местоположение их на поле является постоянным в течение 3-10 лет (Nordmeyer, Niemann, 1992; Hausler et

al., 1996; Nordmeyer et al., 1996; Gerhards et al., 2000). Пример такого распределения приведен на рисунке 2.

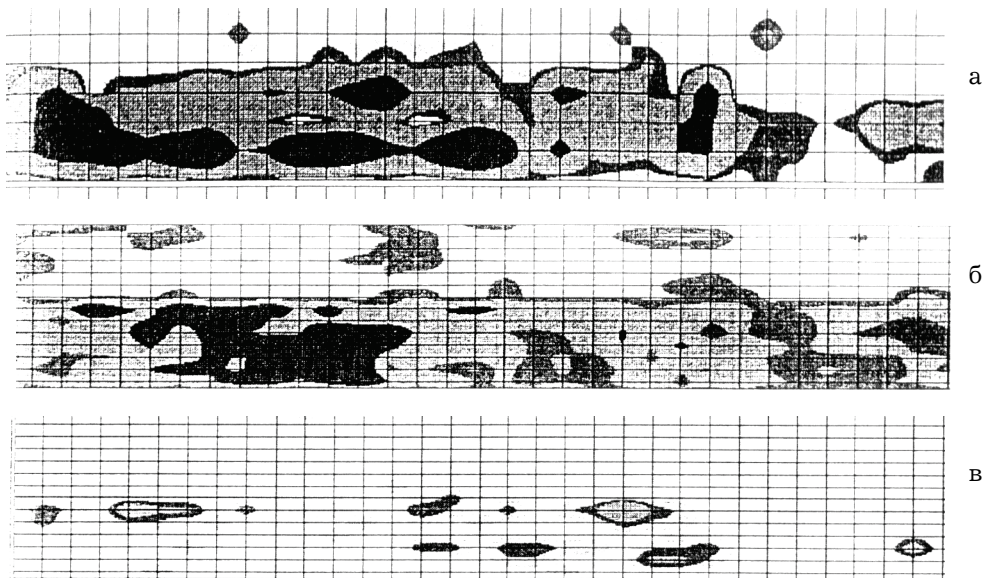


Рис.2. Распределение на одном и том же поле растений мари белой в посеве сахарной свеклы в 1994 (а) и 1998 г. (б) и озимой пшеницы в 1999 г. (в) (Gerhards et al., 2000)

Интенсивность окраски пропорциональна численности сорняков

Из изложенного вытекает ряд проблем при экологически обоснованном внесении гербицидов.

Первая проблема состоит в том, что в настоящее время на практике решение о своевременном внесении гербицидов принимается по средним по полю порогам вредоносности, хотя имеется та или иная гетерогенность засоренности поля, так что внесение гербицидов во многих случаях не окупается. Учитывая названные выше индексы конкурентоспособности, анализы эффективности внесения гербицида на посеве озимой пшеницы на делювиальных почвах в восточной Германии показали (например, при цене гербицида 62 ДМ/га), что на двух третях поля внесение гербицидов экономически не оправдывалось (рис.3).

Анализируя бонитировки сорняков на многих посевах зерновых культур на делювиальных почвах, G.Wartenberg и K.-H.Dammer (2000) показали, что около 90% всех бонитировок выявили наличие

менее чем 50 сорняков на 1 м². Эта доля проб в выборке охватывает части полей с потерями урожая около 160 кг/га, то есть на этих полях внесение гербицидов при затратах в настоящее время на борьбу с сорняками нерентабельно (Wartenberg, Schwarz, 1998).

Из-за этой ситуации уже давно требовалось дифференцированное внесение гербицидов с учетом гетерогенности засоренности поля на основе картирования полей (Niemann, 1986; Hurlle, 1998). Таким путем можно снизить расход гербицидов и более целенаправленно их внести. Так, в опыте на юго-западе Германии при дифференцированном внесении с учетом гетерогенности засорения 42% площади поля не были обработаны, 46% площади были обработаны с полной нормой расхода и 12% - с пониженной нормой расхода (Sokefeld et al., 2000).

В восточной Германии на делювиальных и аллювиальных почвах, с учетом экономии гербицидов, установлена вели-

чина необработанной части полей в 25% (Wartenberg et al.,1998; Schwarz,Wartenberg,1999). При более сильном растровом подразделении полей и управлении отдельными распылителями опрыскивателей можно даже отказаться от внесения гербицидов на 30-70% площадей полей

(Wartenberg et al.,1998; Schwarz,Wartenberg,1999; Wartenberg,1999).

На рисунке 4 приведен пример дифференцированного внесения гербицидов на полях кукурузы и озимой пшеницы хозяйства Гольцов (Wartenberg, 1999).

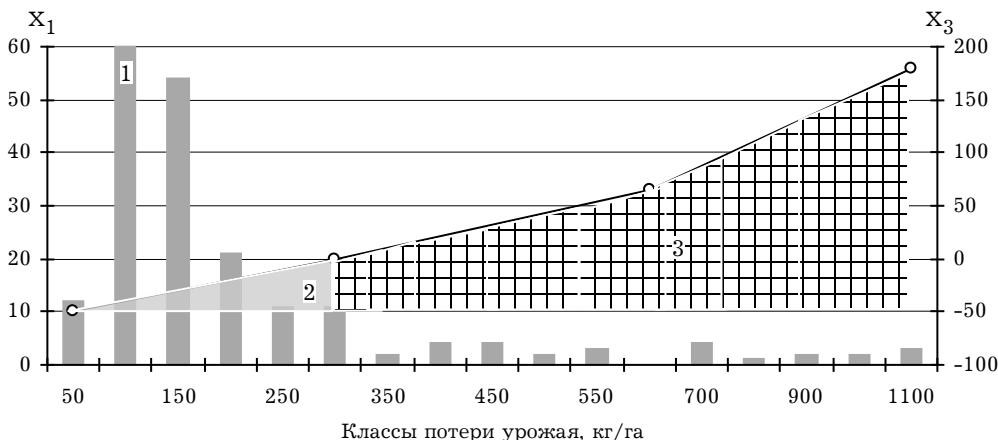


Рис.3. Анализ эффективности сплошного внесения гербицида на поле озимой пшеницы при его цене 62 ДМ/га (Wartenberg, Schwarz, 1998)

1 и X_1 - число частей площади поля, 2 - применение гербицида убыточно,
3 - то же рентабельно, X_3 - потери урожайности - затраты на гербициды, ДМ/га
Экономическая эффективность недифференцированного внесения гербицида - 15 ДМ/га
Размер части площади - 0.18 га

Эффективность внесения гербицида зависит не только от снижения расхода гербицида, но и от прибавки урожая и от затрат на борьбу, в первую очередь - от стоимости гербицида. Пример сравнения возможности получения прибавки урожая в денежном выражении при внесении гербицидов с разной биологической эффективностью и разной цены с затратами при сплошном и дифференцированном внесении приводится на рисунке 5.

Рисунок показывает, что при сплошном внесении гербицидов и реализационных ценах на пшеницу в Германии (23 ДМ/ц) затраты на внесение гербицидов превышают прибавки денежной выручки. Соотношение улучшается при дифференцированном внесении гербицидов. Чем больше дифференциация внесения по частям поля (вариант 2), тем больше экономическая эффективность. Но возможное снижение нормы расхода в зависимости от гетерогенности засорения за-

висит и от других факторов культуры земледелия (Wartenberg et al.,1998; Schwarz,Wartenberg,1999). С возрастающей долей слабо засоренных частей полей или с более сильной гетерогенностью засоренности, как правило, улучшается денежный эффект дифференцированного опрыскивания. Вторая проблема состоит в трудности достижения достаточно точного учета гетерогенности засорения с экономически терпимыми затратами. Точность учета зависит от количества проб в выборке, от их размера и от расстояния между ними. Большая дистанция засорения поля (на расстоянии 10-20 см наблюдаются изменения степени покрытия сорняками до 500%) не позволяет получать достаточную характеристику засорения с помощью растровой бонитировки, что при применении классических методов регрессий ведет к большим ошибкам при оценке засорения (Wartenberg,Dammer,2000).

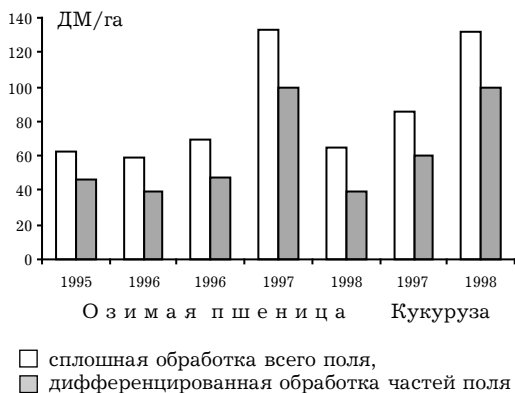
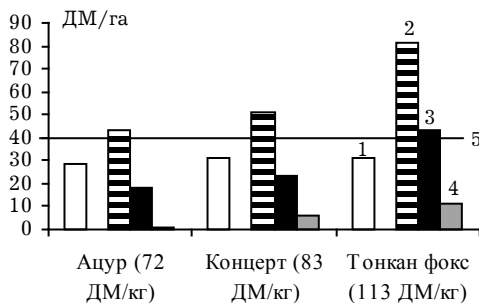


Рис.4. Экономия затрат гербицидов (ДМ/га) при дифференцированной обработке полей озимой пшеницы и кукурузы в хозяйстве Гольцов (Wartenberg, 1999) Дифференциация нормы расхода от 100% до 50%. Размер полей 42-77 га Различия в затратах между двумя видами обработок составили 15-32 ДМ/га

Использование геостатических приемов (вариограм-функций) позволяет осуществлять более четкое моделирование динамики распределения сорняков на площади поля (Wendroth et al.,1996; Wartenberg et al.,1998). Но точное растровое изображение гетерогенности засоренности требует затрат от 0.45 до 4.5 чел.ч/га, которые при сегодняшних условиях экономически не окупаются (Pluschkel,Pallutt,1996; Schmerler et al., 1998; Schwarz et al.,1998). С другой стороны, модельные расчеты и первые опыты показывают, что дифференцированным по полю внесением гербицидов при реализуемых ценах можно получать прибавки выручки только в размерах от 30 до 40 ДМ/га (Schmerler et al.,1998; Schwarz,Wartenberg,1999). Из этого вытекает, что экономически эффективные технологии дифференцированного внесения должны основываться на компромиссе между возможно точным изображением ситуации засорения на поле и затратами (Pluschkel,Pallutt,1996). Практическая реализация такого подхода открывает путь концепции "Precision Farming (Precision Agricultural)" или teilflächenspezifischer Bewirtschaftung, под которой

понимают производственные технологии для целенаправленной дифференцированной обработки отдельных частей полей с учетом мелкомасштабных различий природных условий для роста и развития культурных растений, то есть с учетом гетерогенности поля по плодородию почвы и по пораженности вредителями, болезнями и степени засорения (Ehiert,Grothe,1998; Ehlert,1999; Domsch, Wartenberg, 2000; Ehiert, Hellebrand, 2000; Schmerler et al., 2000).

Технически такая технология стала возможной при точном определении места нахождения сорняков при помощи спутниковой навигационной системы GPS (Global Positioning System), геокодированным сбором данных с помощью наземной коррекции сигналов DGPS (Differential Global Positioning System) и составлением дигитализированных карт с помощью GIS (Geographical Information System) (Ehiert,Grothe,1998).



Потери урожая, кг/га	<100	100...<300	>300
Расход гербицида, %			
вариант 1	50	75	100
вариант 2	0	50	100

Рис.5. Сравнение прибавки урожая озимой пшеницы с затратами при сплошном и дифференцированном внесении гербицидов разной цены и биологической эффективности (Wartenberg, Schwarz, 1998)

- 1- специфическая добавка урожайности, зависящая от данного гербицида,
- 2- затраты при сплошном внесении гербицида, 3- затраты при дифференцированном внесении по варианту 1, 4- то же по варианту 2, 5- средние потенциальные потери урожая

Эти системы позволяют определить место нахождения с точностью около 1 метра (Ehiert,Grothe,1998; Jurschik,1998;

Volk,1998). Фирмы сельскохозяйственно-го машиностроения выпускают больше и больше тракторов, комбайнов, тукоразбрасывателей, сеялок и опрыскивателей, которые оборудованы навигационными приемниками (терминалами, датчиками для приема навигационных и технологических параметров, бортовыми компьютерами и компьютерами, управляющими технологическими процессами машин и соответствующими интерфейсами (Auerhammer, Demmel,1993; Auernhammer, 1998; Ehiert, Grothe, 1998; Jurschik, 1998,1999; Beuche,Hellerbrand,1999; Ehiert, Hellebrand,2000; Nette et al.,2000). Опрыскиватели с системой прямой подачи гербицида в поток воды (агроинжект-системы) и IJ(Air-Jet)-распылители (Rafel, Kleinlagel,1990) позволяют проводить дифференцированное внесение гербицида по площади поля (Gerhards et al., 2000).

Необходимыми условиями целенаправленного дифференцированного внесения гербицидов с учетом гетерогенности засорения поля являются:

- сбор необходимых для принятия решения о внесении гербицидов данных с учетом мелкомасштабной гетерогенности

засорения поля;

- обработка данных и их оценка с точки зрения экологии и экономики;

- управление работой опрыскивателя с учетом гетерогенности засорения поля.

Для решения дифференцированного внесения гербицидов вырисовываются два подхода (Biller,1994).

1. *Концепция картировки (Off-line концепция.)* Геокодированный сбор данных с использованием дифференцированной глобальной позиционной системы (DGPS). Обработка этих данных географической информационной системы (GPS) с помощью геостатистических методов. На основе этих данных осуществляется управление опрыскивателем.

2. *Концепция однофазной обработки (On-line или real time концепция.)* Сбор данных, их обработка и управление опрыскивателем проводится в одном рабочем подходе. Эта концепция не требует DGPS. Необходимы оптические или оптико-электронные счетчики. Пригодность одного или другого подхода зависит от избранной технологии дифференцированного внесения гербицидов (табл.4).

Таблица 4. Предпосылки для дифференцированного внесения гербицидов по площади в зависимости от засорения (Volk, 1998)

Способы применения гербицидов	Необходимые данные		
	Степень сопок-рытия сорняками	Дифференциация видов сорняков	Механический состав, содержание гумуса в почве
Постоянная смесь гербицидов с нормой расхода, соответствующей засорению	X		
Переменная смесь с отдельными нормами, соответствующими засорению	X	X	
Постоянная смесь с нормой расхода, учитывающей засорение и свойства почвы (почвенные гербициды)	X		X
Переменная смесь с отдельными нормами расхода, учитывающими засорение и свойства почвы	X	X	X

Способы учета засорения, основанные на геокодированном ручном картировании площадей и на расшифровке аэрофотоснимков (рис.6) дороги и возможности реализации on-line-концепции пока

не ясны (Jurschik,1994,1999; Jurschik, Flemming-Fischer,1995; Volk,1998). В настоящее время усилия науки в основном направлены на использование цифровой расшифровки снимков CCD -

(Charge Coupled Device) - Shutter- Камеры (Sokefeld et al.,1996; Gerhards et al.,1998,1999,2000), и зеленых (оптико-электронных) счетчиков (Biller,1995,1997; Dohmen,1996; Wartenberg,Schmidt,1998, 1999; Biller,Ihle,2000), которые дают возможность реализации on-line-концепции.

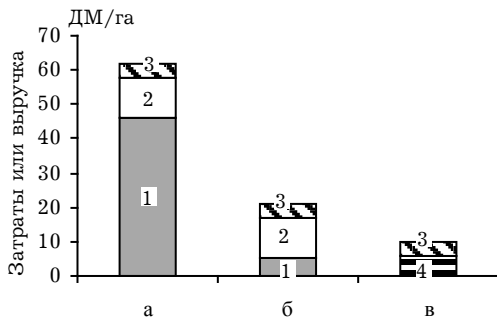


Рис.6. Затраты на менеджмент сорняков и составные части затрат (Wartenberg, Schwarz, 1998)

- а. Геокодированное ручное картирование.
 б. Использование аэроснимков. в. Использование счетчиков (on-line)
 1- сбор данных, 2- расшифровка данных, 3- внесение гербицов, 4- расшифровка и сбор данных

Первый способ имеет преимущество в случаях необходимости дифференциации видов сорняков. Для реализации системы on-line требуется использование больших фотографических камер и более мощных компьютеров. Кроме этого возможно использование и других приемов (Sokefeld et al.,1996).

Исходя из того, что распределение сорняков по площади остается в течение ряда лет устойчивым, при дифференцированном внесении гербицидов можно использовать карты засоренности прошлых лет. Зная состав флоры сорных растений данного поля, можно выбрать соответствующий гербицид или баковую смесь гербицидов.

Кроме того, между покрытием сорняками (раст/м²) и суммой потерь, вызванных специфическими сорняками, существует тесная корреляция. Поэтому можно отказаться от определения видового со-

става флоры сорняков при оценке потерь и порогов борьбы (Wartenberg et al.,1998). Для учета численности используют оптико-электронные (зеленые) датчики, отличающие зеленые растения от почвы в связи с их различной рефлексией в близком инфракрасном и красном диапазоне цвета (Biller,1995, 1997; Dohmen, 1996; Wartenberg, Schmidt, 1998, 1999).

Первые опыты по использованию оптико-электронных счетчиков для детекции сорняков в пропашных культурах и при детекции сорняков в технологических колеех в посевах зерновых дали положительные результаты. Это подтвердилось при сравнении результатов учета сорняков ручным способом и оптико-электронной детекцией в междурядьях кукурузы и в технологических колеех посева ржи (рис.7) (Wartenberg, Dammer, 1999, 2000).

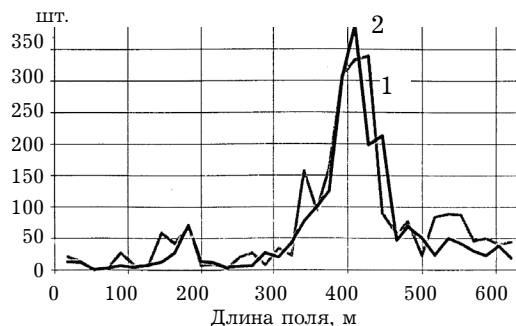


Рис.7. Плотность сорняков (шт.) при учете счетчиком (1) и при ручном учете (2) в междурядьях кукурузы (Wartenberg, Dammer, 2000)

Сигналы для корректировки нормы расхода гербицидов даются с достаточной скоростью (2-3 м/с) при скорости движения опрыскивателя от 8 до 10 км/ч. Но и этот способ требует дополнительных исследований в области гербологии и механизации.

В заключение можно дать следующие оценки разным способам учета засоренности посевов и возможности их использования в on-line системах дифференцированного внесения гербицидов (табл.5).

Таблица 5. Характеристика разных способов учета засоренности

Способ	Содержание информации	Качество	Затраты	On-line	Область применения	Литература
Картирование полей	Степень покрытия с дифференцированием видов сорняков	Зависит от пользователя	Очень высокие	Невозможно	Только в области исследований	Wartenberg,1995; Volk,1998; Beuche, Hellebrand,1999
Сателлитарная съемка и аэрофото-снимки	Степень покрытия сорняками	Достаточно точно	Низкие	Невозможно	В качестве дополнительной основы для принятия решения о способах борьбы	Wartenberg, Heisig, 1997; Volk,1998; Wartenberg et al.,1998
Зеленые датчики	То же	Достаточно точно	Низкие	Возможно	На площадях без культурных растений (пар, до всходов), в пропашных культурах, в технологических колеях	Biller,1994,1995,1997, 1998; Volk,1998; Wartenberg,Schmidt, 1998,1999; Wartenberg, Dammer,1999,2000; Biller,Ihle,2000
Дигитальная расшифровка снимков	Степень покрытия с дифференцированием видов сорняков	Теоретически оптимально	Пока очень высокие	Пока невозможно	Пока только в пропашных культурах	Biller,1994; Sokefeld et al.,1996,1999,2000; Volk,1998; Gerhards et al., 1999,2000
Зеленые датчики плюс картирование полей	То же	Компромисс между затратами		Невозможно	В дискуссиях о возможности практического применения	Biller,1994; Wartenberg,1995,1999; Volk, 1998; Wartenberg, Dammer,1999

Выводы

1. Дифференцированное внесение гербицидов с учетом гетерогенности засорения - путь дальнейшей экологизации земледелия. При этом достигается снижение расхода гербицидов до 40%.

2. Система "Precision Agriculture" с использованием возможностей современных информационных систем (GPS, DGPS, GIS) и электронного управления открывает путь к реализации этой концепции.

3. Опыты показывают, что по экономическим соображениям более реальны однофазные системы (on-line real time системы), у которых детекция сорняков и управление работой опрыскивателей происходит в одном рабочем процессе.

4. Для таких систем пригодны оптико-электронные (зеленые) счетчики, действие которых основано на различиях рефлексии почвы и растений в ближнем инфракрасном и красном цвете.

5. Детекцию сорняков оптико-электронными счетчиками можно проводить не только в пропашных, но и в зерновых культурах при наличии технологической колеи.

6. Учитывая динамику развития информатики, путь к дифференцированному внесению гербицидов реален и перспективен. Но требуются серьезные гербологические, технологические и технические исследования.

Литература

Audenaert J.A.R. Selektive Herbizidapplikation mit dem Select - Spray - System. /KTBL Arbeitspapier, 236, 1996, s.95-100.

Auernhammer H. Einsatzmöglichkeiten von GPS- und LBS-Systemen im landwirtschaftlichen Betrieb. /Zuckerrube, 47, 1, 1998, s.42-43.

Auernhammer H., Demmel M. Lokale Ertragsermittlung beim Mähdrusch. /Land-technik, 48, 6, 1993, s.315-319.

Bartels J., Wahmhoff W., Heiteffuß R. So kann der Praktiker Schadensschwellen feststellen. DLG-Mitteilungen, 5, 1983, s.270-274.

Beuche H., Hellebrand H.J. DGPS-Stützung

mit ortsrelevanten Informationen aus der Feldbewirtschaftung. /Zeitschrift für Agrar-informatik, 7, 3, 1999, s.3-9.

Biller R.H. Verfahren zur Reduzierung des Aufwandes an chemischen Pflanzenschutzmitteln in der Pflanzenproduktion - eine betriebstechnische Analyse. /Landbauforschung Völkernode, 44, 2, 1994, s.205-215.

Biller R.H. Optoelektronik zur Einsparung von Herbiziden in der Pflanzenproduktion. /Landtechnik, 50, 2, 1995, s.68-69.

Biller R.H. Die intelligente Feldspritze. DLG-Mitteilungen, 12, 1997, s.38-39.

Biller R. Reduced Input of Herbicide by Use of Optoelectronic Sensors. /J. agric. Engin. Res., 71, 1998, p.357-362.

Biller R.H., Ihle W. Pflanzenunterscheidung mit optischen Sensoren. /Landtechnik, 55, 2, 2000, s.148-149.

Dammer K.- J., Schweigert T., Wittmann C. Probability Maps for Risk Assessment in a Patchy Weed Control. /Precision Agriculture. Kluwer Academic Publishers, 1, 1999, p.185-198.

Davies D.H.K., Proven M.J., Courtney A.D., Lawson H.M. Comparison of the use of weed thresholds and routine herbicide use to reduce rate on the economics of cereal production in the rotation. Proceedings of eighth EWRS-Symposium, Braunschweig, 1993, p.747-754.

Dohmen B. Optoelektronisch gesteuerte Applikation von Herbiziden - Erfahrungen mit dem amerikanischen System WEEDSEEKER bei der Unkrautbekämpfung auf Bahngleisen. KTBL-Arbeitspapier, 236, 1996, s.86-94.

Domsch H., Wartenberg G. Teilflächenspezifische Bewirtschaftung mit GPS. Teil 3. /Getreide-Magazin, 6, 3, 2000, s.136-141.

Ebert W., Poljakow I.J. Überwachung und Prognose-Grundlagen eines gezielten Pflanzenschutzes. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, Berlin, 1981, 235 s.

Ehiert D., Grothe K. (Red.). Beiträge zur teilflächenspezifischen Bewirtschaftung. Bornimer Agrartechnische Berichte, Potsdam-Bornim, Heft 20, 1998, 235 s.

Ehiert D., Hellebrand H.J. Teilflächenspezifische Bewirtschaftung mit GPS. Teil 2. /Getreide-Magazin, 6, 1, 2000, s.68-72.

Ehlert D. Teilflächenspezifische Bewirtschaftung mit GPS. Teil 1. /Getreide-Magazin, 5, 4, 1999, s.206-209.

Gerhards R., Sökefeld M., Kühbauch W. Einsatz der digitalen Bildverarbeitung bei der teilchlagspezifischen Unkrautkontrolle. /Zeitschr. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz, Sonderheft XVI, 1998, s.273-278.

Gerhards R., Sökefeld M., Timmermann C., Reichart S., Kühbauch W., Williams M.M. Results of a Four-Year-Study on Site-Specific Herbicide Application. Papers of second European Conference on Precision Agriculture, Odense, Denmark, Part 2, 1999, p.689-697.

Gerhards R., Sökefeld M., Timmermann C., Krohmann P., Kühbauch W. Precision weed control - more than just saving herbicides. /Zeitschr. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz, Sonderheft XVII, 2000, s.179-186.

Gerowitt B., Bodendörfer R., Heitefu R. Zur Wirtschaftlichkeit des Herbizideinsatzes im Getreide-Auswertung Versuchen des Pflanzenschutzdienstes aus den Jahren 1977-1981. /Zeitschr. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz, Sonderheft, X, 1984, s.127- 135.

Gerowitt B., Heitefuss R. Weed economic thresholds in cereals in the Federal Republic of

Germany. /Crop Protection, 9, 1990, p.323-331.

Häusler H., Nordmeyer H., Niemann P. Zur Ortsstabilität von Acker-Kratzdistelnestern auf landwirtschaftlichen Nutzflächen. Mitt. Biologische Bundesanstalt, 321, 1996, 215 s.

Häusler A., Nordmeyer H., Niemann P., Wittmann C., Hintzsche E. Möglichkeiten der Unkrauterkenennung mittels Luftbild. KTBL-Arbeitspapier, 236, 1996, s.101-112.

Heitefuss R., Ibenenthal W.-D., Wahmhoff W. Unkrautbekämpfung nach Schadschwellen im Getreidebau. Aid-Heft, 138, Bonn, 1984, 16 s.

Hurle K. Aktuelle und zukünftige Entwicklungen in der Unkrautbekämpfung aus der Sicht der Herbologie. /Pflanzenschutz - Nachrichten Bayer, 51, 2, 1998, s.109-128.

Jürschik P. Luftbilder-wertvoll und bezahlbar. /Landtechnik, 49, 1994, s.373.

Jürschik P. Mit dem Computer auf dem Feld. /Landtechnik, 3, 1998, s.142-143.

Jürschik P. Grundlagen der Anwendung von Fernerkundungsmethoden für die teilflächenspezifische Bewirtschaftung. KTBL-Arbeitspapier, 264, 1999, s.82-92.

Jürschik P., Flemming-Fischer E. Fliegend Ackerflächen erfassen. /Landtechnik, 50, 2, 1995, s.70-72.

Mortensen D.A., Johnson G.A., Young L.J. Weed distributions in agricultural fields. Proceedings of the International Weed Science Meeting, Minneapolis St. Paul, 1992, p.113-124.

Müllverstedt R. Regionale Einflüsse spielen mit. DLG-Mitteilungen, 3, 1986, s.118-121.

Nette T., Götz K., Resch H.-N., Schneider W. Systemanalyse zur Entwicklung praxisrelevanter Strategien im Bereich Precision Farming und Qualitätsmanagement mittels Integration von GIS, GPS und Fernerkundung. /Zeitschr. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz, Sonderheft XVII, 2000, s.217-225.

Niemann P. Vom Schadensschwellenkonzept zur Unkrautkartierung. DLG -Mitteilungen, 3, 1986, s.125.

Nordmeyer H., Niemann P. Möglichkeiten der gezielten Teilflächenbehandlung mit Herbiziden auf der Grundlage von Unkrautverteilung und Bodenvariabilität. /Zeitschr. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz, Sonderheft XIII, 1992, s.539-547.

Nordmeyer H., Häusler A., Niemann P. Weed mapping as a tool for patchy weed control. Proceedings Second International Weed Control Congress, Copenhagen, 1996, p.119-124.

Pallutt B., Roder W. Zur Verbesserung der Vorhersagegenauigkeit von unkrautbedingten Kornertragsverlusten bei Wintergetreide. /Zeitschr. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz, Sonderheft XIII, 1992, s.129-137.

Pluschkel U., Pallutt B. Zur Verteilung von Unkräutern auf Getreidefeldern und deren Auswirkung auf die Nutzung von Schadensschwellen. /Zeitschr. Pflanzenkrankh. Pflanz-

zenschutz, Sonderheft XV, 1996, s.141-147.

Raffel H., Kleinlagel B. Agrojunkt-ein neues Direkteinspeisungssystem zur umweltschonenden Applikation von Pflanzenschutzpräparaten. Mitt. BBA Braunschweig, 266, 1990, s.423-424.

Scherf H.W., Rohr H. Den Aurwand begrenzen. DLG-Mitteilungen, 3, 1997, s.46-47.

Schmerler J., Wartenberg G., Ehlert D., Heisig M. Wissenschaft testet in der Praxis. /Bauzeitung, Sonderheft Wissen kompakt, 3, 1998, s.12-22.

Schwarz J., Ackermann I., Wartenberg G. Ökonomische Bewertung ausgewählter Verfahren der Unkrauterfassung. /Zeitschr. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz, Sonderheft XVI, 1998, s.325-332.

Schwarz J., Wartenberg G. Wirtschaftlichkeit teilflächenspezifischer Herbizidanwendung. /Landtechnik, 54, 6, 1999, s.334-335.

Schwarz J., Wartenberg G., Ackermann I. Process-Engineering Investigations for Site Specific Weed Control. Proceedings of the second European Conference on Precision Agriculture, Odense. Denmark, 2, 1999, p.699-708.

Sökefeld M., Kühbauch W. Verfahren zur automatischen Bestimmung des Unkrautbesatzes auf Ackerflächen. /Mitt. Ges. Pflanzbauwissenschaften, 12, 1999, s.273-274.

Sökefeld M., Gerhards R., Kühbauch W. Automatische Erkennung von Unkräutern im Keimblattstadium mit digitaler Bildverarbeitung. KTBL-Arbeitspapier, 236, 1996, s.47-58.

Sökefeld M., Gerhards R., Kühbauch W. Teilschlagspezifische Unkrautkontrolle - von der Unkrauterfassung bis zur Herbizidapplikation. /Zeitschr. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz, Sonderheft XVII, 2000, s.227-233.

Thompson J.F., Stafford J.V., Miller P.C.H. Potential for automatic weed detection and selective herbicide application. /Crop Protection, 10, 1991, p.254-259.

Volk T. Teilflächenspezifischerpflanzenschutz: Aktueller Stand und zukünftige Möglichkeiten. /Gesunde Pflanzen, 50, 7, 1998, s.203-208.

Wartenberg G. GPS: Ein Baustein des Pflanzenschutzes. DLG-Mitteilungen, 1, 1995, s.36-39.

Wartenberg G. Heterogene Verteilung von

Unkräutern auf Ackerflächen-umweltverträgliches Anwenden von Herbiziden. /Gesunde Pflanzen, 48, 1, 1996, s.3-10.

Wartenberg G. Perspektiven des teilflächenspezifischen Pflanzenschutzes-Unkrautbekämpfung und Fotosensortechnik. /Getreide-Magazin, 4, 1996, s.154-156.

Wartenberg G. Untersuchungen zur teilflächenspezifischen Herbizidanwendung in der Betriebs-GmbH Golzow./Oderbruch. Vortragsmanuskript, 1999, 10 s.

Wartenberg G., Dammer K.-H. Teilflächenspezifische Unkrautregulierung im Echtzeitbetrieb. VDI Berichte, 1999, s.281-287.

Wartenberg G., Dammer K.-H. Unkrauterkenntnis im Echtzeitbetrieb-Möglichkeiten und Probleme. /Zeitschr. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz, Sonderheft XVII, 2000, s.187-194.

Wartenberg G., Heisig M. Erkennen von Feldverunkrautungen durch Luftbildtechnik. /Landtechnik, 52, 1, 1997, s.14-15.

Wartenberg G., Heisig M., Fischer-Flemming E. Unkrauterfassung durch Luftbildtechnik - Methoden zur Bewertung der Bildinformation. VDI-Berichte, 1998, s.229-232.

Wartenberg G., Pallutt B., Giebel A. Unkrautregulierung durch Teilflächenmanagement - Aufwand und Nutzen. /Zeitschr. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz, Sonderheft XVI, 1998, s.317-324.

Wartenberg G., Schmidt H. Untersuchungen zur Unkrauterfassung mit Fotosensoren. VDI-Berichte, 1998, s.229-234.

Wartenberg G., Schmidt H. Fotooptische Sensoren - eine Alternative für die Unkrauterkenntnis. /Landtechnik, 54, 6, 1999, s.340-341.

Wartenberg G., Schwarz J. Betriebswirtschaftliche Effekte des teilflächenspezifischen Herbizideinsatzes. /Bornimer Agrar-technische Berichte, 20, 1998, s.221-228.

Wendroth G., Jürschik P., Nielsen D.R. Beiträge geostatistischer Methoden für die Planung und Auswertung teilflächenspezifischer Felduntersuchungen unter Praxisbedingungen. VDI -Berichte, 1297, 1996, s.171-175.

Zanin G., Berti A., Riello L. Incorporation of weed spatial variability into the weed control decisions - making progress. /Weed Research, 38, 1998, p.107-118.

PROBLEMS OF ENVIRONMENTALLY SAFE PLANT PROTECTION WITHIN THE AMBIT OF THE PROGRAMME "PRECISION FARMING" ON THE EXAMPLE OF WEED CONTROL

D.Shpaar, S.V.Soroka, G.Vartenberg

The main line of environmentally safe weed control consists in using economic damage thresholds along with the regard for heterogeneous distribution pattern of weeds on crop fields. Optimization of herbicide applications must be based on differential treatment of fields. On-line real time systems are the most feasible in this respect. Application rate of herbicides is reduced by up to 40%. The analysis of heterogeneity in weed distribution is recommended to be carried out using optico-electronic sensors.

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ НЕМАТОД СЕМЕЙСТВА STEINERNEMATIDAE (NEMATODA: RHABDITIDA)

В.С.Турицин, Л.Г.Данилов

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Изучено поведение нематод *Steinernema carpocapsae* и *S.feltiae* в зависимости от присутствия в почве различных видов насекомых-хозяев, температуры и гранулометрического состава почвы. Поведение двух видов нематод в суглинистой почве определяется температурой (82% от всех учетных влияний), на супесчаной почве преобладает роль взаимодействия двух факторов - температуры и вида насекомого-хозяина. Полученные данные свидетельствуют о дискуссионности вопроса о делении видов нематод по поведению в почве на "круизные" и "засадные". При одновременном нахождении в почве двух видов нематод гусениц большой воцинной моли инвазируют исключительно *S.feltiae*, а личинок большого мучного хрущака - *S.carpocapsae*. Результаты исследований могут быть использованы при разработке технологий применения и методов учета численности нематод в почве.

Одним из приоритетных направлений в области защиты растений в современных условиях является использование естественных врагов вредных насекомых и, в частности, энтомопатогенных нематод из семейства Steinernematidae как перспективных биологических агентов.

В последние годы накоплено большое количество фактического материала по успешному применению энтомопатогенных нематод против насекомых, связанных с почвой. В то же время в литературе имеются лишь единичные сведения об

особенностях экологии этих паразитов и о взаимоотношениях между популяциями отдельных видов в естественной среде их обитания, что становится весьма актуальным в связи с широким применением биологических препаратов на основе энтомопатогенных нематод.

В статье приведены результаты изучения особенностей поведения в почве видов энтомопатогенных нематод, используемых в защите растений для ограничения численности насекомых-вредителей.

Материалы и методы

В опытах использованы нематоды вида *Steinernema carpocapsae* штамм "agriotos", выделенные из личинок жуков щелкунов в Ленинградской области (Пойнар, Веремчук, 1970) и *Steinernema feltiae* штамм SRP18-91, выделенные из почв садов Псковской области. На основе нематод *S.carpocapsae* в Российской Федерации создан и зарегистрирован биологический препарат немабакт, а по виду *S.feltiae* ВИЗР подготовлена заявка на регистрацию этих нематод в качестве действующего начала нового биологического препарата энтонем-Ф.

Исходные культуры нематод получены путем культивирования их на насекомых - гусеницах большой воцинной моли (*Galleria mellonella* L.) (Dutky et al., 1964) и на искусственных питательных средах (Bedding, 1981, 1984; Wouts, 1981) в

модификации китайских исследователей (Xu Jie Lian et al., 1989).

Поведение энтомопатогенных нематод изучалось в зависимости от абиотических (тип почвы по механическому составу, температура) и биотических факторов (совместное, либо раздельное нахождение в почве инвазионных личинок нескольких видов нематод, вид насекомого - хозяина и глубина его нахождения в почве). В опытах использовали два типа почвы по гранулометрическому составу - средний суглинок и супесь, как наиболее распространенные типы почв в Северо-Западном регионе России. Во всех экспериментах влажность почвы поддерживали на уровне 20% от полной влагоемкости, как наиболее благоприятной для жизнедеятельности нематод (Glaser, 1931; Данилов и др., 1997). Увлажненной почвой наполняли полиэтиленовые сосуды высо-

той 20 см и диаметром 7 см. Нематод вносили в виде водной суспензии инвазионных личинок из расчета 10 особей на 1 см² поверхности почвы в сосуде. Влияние температуры на поведение энтомопатогенных нематод оценивали в пределах 10-30°C, то есть в условиях проявления активной жизнедеятельности этих паразитов.

Поведение нематод в почве в зависимости от места локализации насекомого-хозяина оценивали по количеству нематод, проникающих в тест-насекомых - гусениц большой воцинной моли и личинок большого мучного хрущака (*Tenebrio molitor*), которых помещали в контейнеры из мелкоячеистой металлической сетки (Данилов, 1976; Данилов, Карпова, 1989; Tomalak, 1991). С учетом наибольшей встречаемости насекомых по почвенному горизонту контейнеры с насекомыми размещали в сосуды с почвой на глубине

Результаты исследований

Поведение энтомопатогенных нематод в почве в присутствии гусениц большой воцинной моли. Статистический анализ данных по сравнительной оценке влияния температурного фактора, типа почвы и глубины нахождения тест-насекомых в почве на степень заражения их разными видами нематод проводили поэтапно. На первом этапе по исходным данным проводили разведочный анализ изучаемых процессов. Методом квантильного анализа выясняли влияние температурного режима и глубины нахождения гусениц насекомых в почве на степень заражения их нематодами, то есть интенсивность инвазии - среднее количество нематод, проникших в одну гусеницу.

Интенсивность зараженности насекомых нематодами в зависимости от роста температуры, представленная на рисунке 1, показывает существенное увеличение интенсивности инвазии с повышением температуры.

В супесчаной почве, как следует из приведенных данных, степень инвазии с повышением температуры с 12°C до 25°C и интенсивность заражения насекомых

Вестник защиты растений. 3, 2001
5, 10 и 15 см от поверхности.

Экспозицию опытов определяли по срокам появления половозрелых особей нематод в поколении гигантских форм, по которым проводили учет количества инвазионных личинок, проникших в тест-насекомое, то есть спустя 2, 3 и 6 дней при +25°C, +20°C и +12°C соответственно (Данилов и др., 1997).

При проведении учетов насекомых извлекали из контейнеров и вскрывали. Вскрытия проводили на часовом стекле в физиологическом растворе. Обнаруженных в теле насекомых нематод подсчитывали и в дальнейшем при необходимости идентифицировали по морфологическим признакам (Poinar, 1990).

Статистическую оценку экспериментальных данных и моделирование изучаемых процессов проводили на основе методов дисперсионного анализа.

нематодами возрастает в 2.3-15 раз.

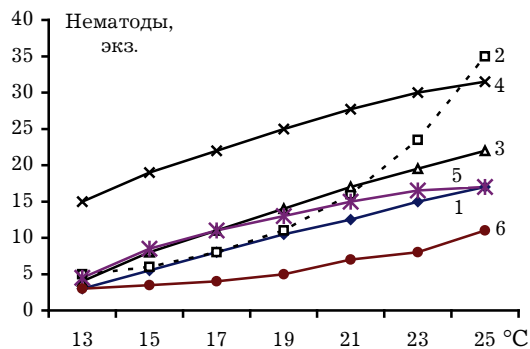


Рис.1. Интенсивность инвазии насекомых-хозяев двумя видами нематод на различных по механическому составу почвах в зависимости от температуры

1 - *S. carpocapsae* на суглинке, 2 - *S. carpocapsae* на супеси, 3 - *S. feltiae* на суглинке, 4 - *S. feltiae* на супеси, 5 - *S. feltiae* на суглинке в присутствии *S. carpocapsae*, 6 - *S. feltiae* на супеси в присутствии *S. carpocapsae*)

Максимальная интенсивность заражения насекомых нематодами *S.feltiae* на супесчаной почве наблюдается во всем диапазоне изученных температур и существенно возрастает с повышением

температуры. Однако по мере приближения к верхнему температурному порогу жизнедеятельности нематод интенсивность заражения заметно снижается и уже при 25°C не превышает 35 особей на 1 тест-насекомое.

Для *S.carpocapsae* на супесчаной почве также характерен высокий уровень интенсивности инвазии, особенно при температуре выше 20°C. Установлено, что интенсивность инвазии на суглинистой почве у нематод *S.feltiae* во всем диапазоне температур выше, чем у *S.carpocapsae*, и с ростом температур этот показатель увеличивается. Интенсивность инвазии насекомых нематодами *S.carpocapsae* на суглинистых почвах в зависимости от температуры и глубины нахождения насекомого-хозяина в почве показана на рисунке 2.

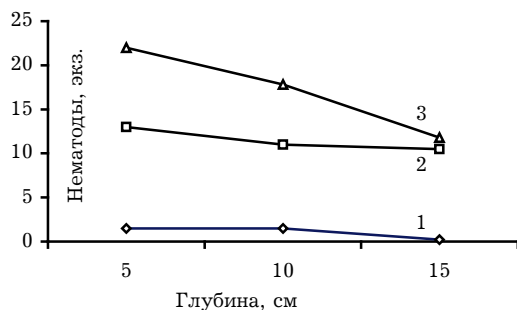


Рис.2. Интенсивность инвазии *G. mellonella* нематодами *S. carpocapsae* на суглинистой почве в зависимости от температуры и глубины нахождения хозяина
1 - 12°C, 2 - 20°C, 3 - 25°C

При температуре 12°C у 75% особей тест-насекомых интенсивность заражения не превышала двух экземпляров нематод на одно насекомое с медианным значением этого показателя, равным 1 нематоды на 1 гусеницу. При 20°C у 75% особей хозяев в насекомое проникало в среднем от 9 до 13 нематод при медианном значении этого показателя 12, а при 25°C квантильный размах включал в себя диапазон от 12 до 21 инвазионной личинки на 1 гусеницу при медианном значении 18 экземпляров.

Таким образом, при изменении температуры от 12°C до 25°C интенсивность инвазии (по медианной оценке) гусениц вошинной моли нематодами *S.carpocapsae* на суглинистой почве возрастает в 18 раз.

Максимальная интенсивность заражения хозяина для обоих видов нематод по всему почвенному профилю отмечается на супесчаной почве.

На суглинистой почве у нематод *S.carpocapsae* заметно снижается интенсивность заражения с увеличением глубины локализации хозяина. Максимальная интенсивность инвазии гусениц наблюдается на глубине 5 см, минимальная на глубине 15 см (рис.2). В супесчаной почве с повышением температуры от 20°C до 25°C нематоды *S.carpocapsae* в основном инвазируют насекомых, находящихся у поверхности почвы, тогда как при снижении температуры с 20°C до 12°C нематоды этого вида заражают в одинаковой степени насекомых по всему почвенному профилю (рис.3).

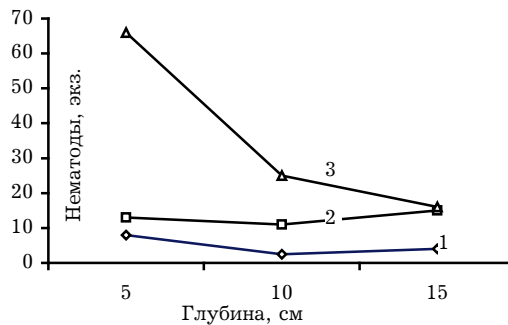


Рис.3. Интенсивность инвазии *G. mellonella* нематодами *S. carpocapsae* на супесчаной почве в зависимости от температуры и глубины нахождения хозяина
1 - 12°C, 2 - 20°C, 3 - 25°C

Поведение нематод вида *S.feltiae* характеризуется некоторыми особенностями в зависимости от условий окружающей среды. На суглинистой почве при температуре от 12°C до 20°C отмечается равномерное распределение и инвазирование нематодами насекомых по всему почвенному профилю с незначительным преобладанием на большей глубине. Рост

температуры выше 20°C сопровождается увеличением интенсивности нематодной инвазии насекомых, расположенных у поверхности почвы (рис.4).

На легкой почве только при температуре 12°C нематоды этого вида в одинаковой степени заражают насекомых, расположенных в почве на глубине от 5 до 15 см (рис.5).

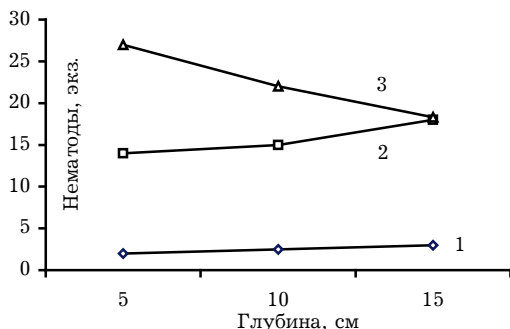


Рис.4. Интенсивность инвазии *G. mellonella* нематодами *S. feltiae* на суглинистой почве в зависимости от температуры и глубины нахождения хозяина
1 - 12°C, 2 - 20°C, 3 - 25°C

С повышением температуры почвы до 20°C практически все нематоды остаются у поверхности почвы и интенсивно инвазируют находящихся здесь насекомых. Повышение температуры почвы выше 20°C сопровождается интенсивной миграцией нематод вглубь почвы.

При одновременном нахождении в супесчаной и суглинистой почвах двух видов нематод гусениц большой вошинной моли инвазируют исключительно нематоды *S. feltiae* (рис.6,7). Однако на легкой почве интенсивность проникновения инвазионных личинок этих нематод в хозяина в 5-6 раз снижается по сравнению с тем, когда в почве находится 1 вид нематод *S. feltiae* (рис.5). Общие закономерности инвазионной активности *S. feltiae* на легкой почве как в присутствии *S. carpocapsae*, так и в отсутствие последнего вида существенно не изменяются при заданных параметрах температуры и глубины расположения тест-насекомых по почвенному профилю.

На основании полученных экспериментальных данных установлено, что на суглинистых почвах основная роль в определении интенсивности заражения насекомых-хозяев изучаемыми видами энтомопатогенных нематод принадлежит температурному фактору, на долю которого приходится 82-85% всех учетных влияний.

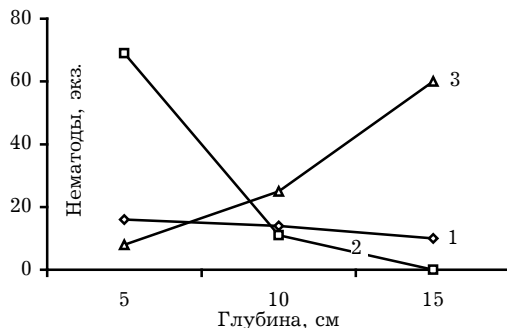


Рис.5. Интенсивность инвазии *G. mellonella* нематодами *S. feltiae* на супесчаной почве в зависимости от температуры и глубины нахождения хозяина
1 - 12°C, 2 - 20°C, 3 - 25°C

В этом отношении изучаемые виды нематод ведут себя одинаково, а на супесчаных почвах возрастает роль взаимодействия факторов, особенно для *S. feltiae*.

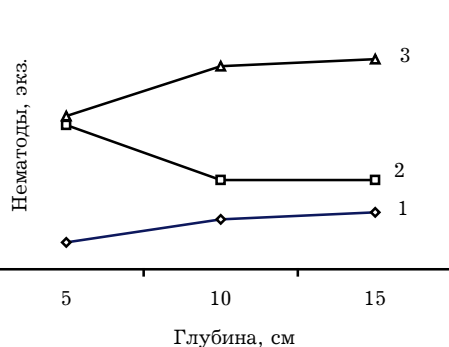


Рис.6. Интенсивность инвазии *G. mellonella* нематодами *S. feltiae* на суглинистой почве в зависимости от температуры и глубины нахождения хозяина в присутствии *S. carpocapsae*: 1 - 12°C, 2 - 20°C, 3 - 25°C

Как следует из приведенных данных, на супесчаной почве в варианте со сме-

сью видов нематод существенное влияние на интенсивность инвазии оказывает, по-видимому, взаимодействие этих двух видов, на долю которого приходится не менее 50% влияния.

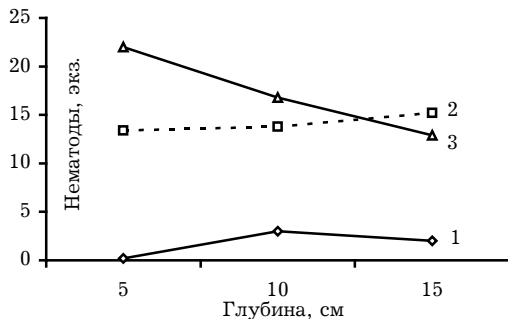


Рис. 7. Интенсивность инвазии *G. mellonella* нематодами *S. feltiae* на супесчаной почве в зависимости от температуры и глубины нахождения хозяина в присутствии *S. carpocapsae*: 1 - 12°C, 2 - 20°C, 3 - 25°C

Поведение энтомопатогенных нематод в почве в присутствии личинок большого мучного хрущака. Установлено, что нематоды вида *S. carpocapsae* при температурах 20°C и 25°C максимально инвазировали личинок хрущака на глубине 5 см. На большей глубине количество нематод, проникающих в насекомых, уменьшается. При 20°C нематоды *S. feltiae* не заражали личинок мучного хрущака, а при 25°C отмечались лишь единичные особи нематод, инвазировавших насекомых. Зараженность тест-объектов при этом составила 20-60% (табл.1).

Таблица 1. Интенсивность проникновения инвазионных личинок нематод видов *S. carpocapsae* и *S. feltiae* в личинок большого мучного хрущака на супесчаной почве, экз/тест-насекомое

Вид нематод	Температура, °C	Глубина нахождения насекомых в почве, см		
		5	10	15
<i>S. carpocapsae</i>	20	32.4	13.0	2.4
	25	53.2	35.0	10.0
<i>S. feltiae</i>	20	0	0	0
	25	0.6	0.2	0.6
<i>S. carpocapsae</i> в смеси с <i>S. feltiae</i>	20	46.4	22.2	4.0
	25	62.6	37.6	16.6

При одновременном нахождении в почве двух видов нематод в насекомых проникали только инвазионные личинки *S. carpocapsae*, а у *S. feltiae* отмечались только единичные особи. Данные по интенсивности заражения личинок мучного хрущака нематодами на разной глубине, представленные в таблице 1, свидетельствуют о том, что с глубиной число проникших нематод уменьшается. Следует отметить и увеличение интенсивности инвазии хозяина нематодами *S. carpocapsae* при их одновременном нахождении в почве с видом *S. feltiae*.

Таким образом, поведение нематод двух видов при одновременном их нахождении в супесчаной почве существенно различается в зависимости от вида насекомого-хозяина.

Установлено, что поведение двух видов нематод на суглинистой почве определяется прежде всего температурой, на легкой почве возрастает роль взаимодействия двух факторов - температуры и присутствия в почве насекомого хозяина. В связи с полученными экспериментальными данными, вероятно, деление видов нематод по характеру их поведения в почве на "круизные" и "засадные" (Кауа, Gaugler, 1993) остается дискуссионным.

По нашим данным, у вида *S. carpocapsae* засадный тип поведения проявлялся только при 25°C как на суглинистой, так и на супесчаной почве. При этом число инвазионных личинок, проникших в тест-насекомых на глубине до 5 см, составило в среднем 22 экз. в одной гусенице на суглинке и 65 экз. на супесчаной почве, тогда как на глубине 15 см - 12 экз. и 15 экз. соответственно. При температуре ниже 20°C эта разница нивелировалась и, таким образом, поведение нематод при более низких температурах нельзя характеризовать, как засадное.

Поведение нематод *S. feltiae* в почве при заданных абиотических и биотических факторах значительно отличается от поведения нематод *S. carpocapsae*. На суглинистой почве при 25°C инвазионные личинки этого вида также заражали тест-насекомых (гусениц большой вощинной

моли) преимущественно на глубине 5 см (в среднем 27 экз. на 1 гусеницу). На глубине 15 см этот показатель соответствовал 18 экз. Но при понижении температуры до 20°C большее число нематод было обнаружено в насекомых на глубине 15 см (18 экз. в среднем на одну гусеницу). На глубине 5 см этот показатель соответствовал 14 экз. При 12°C на фоне очень низкого уровня заражения насекомых разность в количестве инвазионных личинок нематод, заразивших хозяина на различных глубинах, не превышает пределов доверительного интервала.

На супесчаной почве при 20°C нематоды *S.feltiae* показали себя как типично засадный вид (поверхностный пятисантиметровый слой оказывается явно предпочтительным для них), но уже при 25°C поведение нематод меняется на противоположное - предпочитается глубина 15 см. Исходя из полученных данных не представляется возможным дать определенную характеристику нематод этого вида по характеру поведения их в почве.

Присутствие в почве одновременно двух видов нематод и гусениц большой вощинной моли не оказывает существенного влияния на поведение инвазионных личинок *S.feltiae*. При 20°C, например, указанный вид предпочитает глубину до 5 см, а при 25°C - слой почвы от 10 до 15 см.

Следует отметить, что гусеницы галлерии в варианте с совместным использованием двух видов нематод заражались видом *S.feltiae*, тогда как личинки хрущача только видом *S.carposarsae*.

В работах ряда исследователей нематоды *S.carposarsae* по поведению в почве отнесены к видам, ведущим засадный образ жизни (Gaugler et al.,1989; Grewal et al.,1997). Ошибочность подобных суждений вызвана методическими подходами к процессу изучения особенностей поведения энтомопатогенных нематод в почве. Зачастую в опытах поведение нематод изучается с учетом одного-двух факторов. Так, Е.В.Рид и П.Б.Карн (Reed,Carne,1967) в лабораторном опыте инвазионных личинок *Neoapectana carposarsae* (DD-136) вносили внутрь

почвенных блоков (высота 2.45 см, диаметр 1.6 см) и отмечали стремление нематод мигрировать на поверхность почвы. Влияние температуры, влажности почвы и других факторов авторами не учитывалось.

По данным американских исследователей, нематоды *S.carposarsae* не проявляют миграционной активности в почве из мест их выпуска (Georgis,Poinar,1983). Опыты указанными авторами проведены так же при одном уровне температуры (23-25°C) на почвах, различающихся по гранулометрическому составу, но без учета ее влажности и градиции температурного фактора. Об отсутствии миграционной активности нематод из мест выпуска сообщают и другие авторы (Ishibashi, Kondo,1986).

В наших ранних экспериментах даже в отсутствие в почве насекомого-хозяина также наблюдалась концентрация инвазионных личинок указанного вида нематод у поверхности почвы при температуре 25°C (Данилов,1978). Однако с понижением температуры до 20°C характер поведения нематод изменялся и наблюдалась миграция их в нижележащие слои почвенного профиля.

Особенности поведения энтомопатогенных нематод в чашках Петри на агаровой поверхности не в полной мере характеризуют поисковые способности и миграционную активность инвазионных личинок в отношении насекомых-хозяев и всегда будут отличаться от поведения нематод в почве - естественной среде их обитания (Gaugler et al.,1989).

Вскрытые закономерности указывают на ошибочность классификации видов энтомопатогенных нематод по характеру их поведения в почве на "крузиные" и "засадные", так как поведение нематод в почве определяется комплексом биотических и абиотических факторов окружающей среды. Использование полученных знаний приобретает особую значимость при изучении особенностей экологии отдельных видов нематод, а также при разработке технологий использования этих паразитов против вредных насекомых.

Литература

- Данилов Л.Г. Влияние температурного фактора на заражение гусениц воцинной моли (*Galleria mellonella* L.) и развития в них энтомопатогенных нематод (*Neoaeplectana carpocapsae* Weiser, 1955, штамм "agriotos"). /Бюлл. ВИЗР, Л., 37, 1976, с.17-20.
- Данилов Л.Г. Влияние биотических и абиотических факторов на миграционную активность энтомопатогенных нематод (*Neoaeplectana carpocapsae* Weiser, 1955 штамм "agriotos") в почве. /Бюлл. ВИЗР, Л., 43, 1978, с.21-27.
- Данилов Л.Г., Карпова Е.В. Испытания энтомопатогенных нематод против саранчовых. /Защита растений, 7, 1989, с.34.
- Данилов Л.Г., Карпова Е.В., Сергеев Г.С. Влияние абиотических и биотических факторов на эффективность отлова штейнернематид и гетерорабдитид в почве. /Сб. научных трудов БелНИИЗР. Минск, 20, 1997, с.85-95.
- Пойнар Дж. О., Веремчук Г.В. Новый штамм энтомопатогенных нематод и географическое распространение *Neoaeplectana carpocapsae* Weiser (Rhabditida: Steinernematidae). /Зоол. журнал, 49, 7, 1970, с.966-969.
- Bedding R.A. Low cost in vitro mass production of *Neoaeplectana* and *Heterorhabditis* species (Nematoda) for field control of insect pests. /Nematologica, 27, 1981, p. 109-114.
- Bedding R.A. Large scale production, storage and transport of the insectparasitic nematodes *Neoaeplectana* spp. and *Heterorhabditis* spp. /Ann. appl. Biol., 104, 1984, p.117-120.
- Dutky S.R., Thompson J.V., Cantwell G.E. A technique for the mass propagation of the DD-136 nematode. /J. Insect. Pathol., 6, 4, 1964, p.417-422.
- Gaugler R.L., McGuire T., Campbell J.F. Genetic variability among steins of the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae*. /Nematologica, 21, 1989, p.247-253.
- Georgis R., Poinar G.O. Effect of soil texture on the distribution and Infectiviti of *Neoaeplectana glaseri* (Nematoda: Steinernematidae). /J. Nematol., 15, 3, 1983, p.329-332.
- Glaser R.W. The cultivation of a nematode parasite of an insect. /Science, 73, 1931, p.614-615.
- Greval P.S., Martin W.R., Miller R.W., Lewis E.E. Suppression of plant-parasitic nematode populations in turfgrass by application of entomopathogenic nematodes. /Biocontr. Sci. and Technol., 7, 3, 1997, p.393-399.
- Ishibashi N., Kondo E. *Steinernema feltiae* (DD-136) and *S. glaseri*: Persistence in soil and bark compost and their influence on native nematodes. /J. Nematol., 18, 3, 1986, p.310-316.
- Kaya H., Gaugler R.L. Entomopathogenic nematodes. /Ann. Rev. Entomol., 26, 11, 1993, p.181-206.
- Poinar G.O. Taxonomy and biology of Steinernematidae and Heterorhabditidae. /Entomopathogenic nematodes in biological control. Eds: Gaugler R., Kaya H. Boca Ration, FL: CSR Press., 1990, p.23-61.
- Reed E.W., Carne P.B. The sustability of a nematode (DD-136) for the control of some pasture insects. /J. Invertebr. Pathol., 9, 2, 1967, p.196-204.
- Tomalak M. Selective Breeding of *Steinernema feltiae* Filipjev (Nematoda: Steinernematidae) for Improved Efficacy in Control of a Mushroom Fly, *Licoriella solani* Winnertz (Diptera: Sciaridae). /Biocont. Sci. and Technol., 4, 1991, p. 187-198.
- Wouts W.M. Mass production of the entomogenous nematode *Heterorhabditis heliothidis* on artificial media. /Nematologica, 13, 1981, p.467-469.
- Xu Jie Lian, Yang Ping, Lu Xiu Ling. Effect on the productivity and virulence of the insecticidal nematode *Steinernema glaseri* in different media. /Acta Entomol. Sinica, 32, 3, 1989, p.317-321.

ECOLOGICAL FEATURES OF ENTOMOPATHOGEN NEMATODES OF THE FAMILY STEINERNEMATIDAE (NEMATODA: RHABDITIDA)

V.S.Turitsin, L.G.Danilov

The behaviour of entomopathogen nematodes in the soil is determined by the presence of certain host insects, temperature, and granulometric composition of soil. In process of studying the nematodes' behaviour in the soil, their specific relations with certain species of host insects have been revealed. In the species *S.carpocapsae*, the ambush type of behaviour was observed only at 25°C in both loam and clay sand soils. At temperatures less than 20° C, this type of behaviour was not recorded. The invasive larvae of *S.feltiae* are also characterized by the ambush type of behaviour at temperature 25°C. If temperature went down to 20°C, their type of behaviour reversed. On clay sand soils at a temperature of 25°C, the nematodes behave as cruise species while at lower temperatures – as typical ambush species. When working out new technologies for application and sampling methods, one should take into account the revealed peculiarities of the host seeking behaviour of the nematodes of the family Steinernematidae.

ДЕФОРМИРУЮЩАЯ МОЗАИКА РЕДИСА

Л.И.Моисеенко*, А.В.Крылов**

**Горнотаежная станция ДВО РАН, Владивосток*

***Амурский ботанический сад ДВО РАН, Благовещенск*

При проведении модельных экспериментов получены дополнительные данные, подтверждающие, что заболевание, известное как деформирующая мозаика редиса, на Дальнем Востоке России вызывается смешанной инфекцией вирусами мозаики турнепса и мозаики редиса. На растениях, зараженных двумя патогенами, наблюдалась типичная картина заболевания. Электронной микроскопией выявлено наличие частиц двух типов с модальными размерами 760-780x11 нм, что соответствует морфологии вируса мозаики турнепса (потивирус) и полиэдрических 28-30 нм, что типично для вируса мозаики редиса (комовирус). Анализ суммарной РНК, выделенной из препарата, показал наличие трех типов молекул с массами 3.5 MD (РНК вируса мозаики турнепса) и две зоны 2.1 и 1.3 MD (РНК вируса мозаики редиса).

В 1975 году при обследовании овощных культур в южных районах Приморского края на лобе (*Raphanus sativus* subsp. *sinensis* (Mill.) Sazon convar. *loba* Sazon) сорта "Октябрьская" (сем. Brassicaceae) были обнаружены растения с признаками морщинистой мозаики. Электронно-микроскопическим анализом, реакцией кольцепреципитации и по кругу растений-хозяев А.В.Крыловым с соавторами (1981) было показано, что растения, обнаруженные в Приморье, заражены вирусами мозаики редиса (группа комовирусов, японо-американский штамм) и мозаики турнепса (группа потивирусов). Вирус мозаики турнепса из смешанной инфекции был выделен переносом перисиковой тлей (*Myzus persicae* Sulz). Как отмечено А.В.Крыловым (1992), вирус

мозаики турнепса отличается более высокой точкой температурной инактивации, меньшее время сохраняет инфекционность при комнатной температуре и имеет более узкий круг растений-хозяев.

На основании результатов, полученных В.Ф.Толкач (1995), дальневосточный штамм вируса мозаики турнепса отнесен к группе обычных.

В Японии подобное заболевание известно под названием деформирующей мозаики редиса - radish enation mosaic. Х.Точихара (1968) предположил, что заболевание является смешанной инфекцией вирусами мозаики турнепса и мозаики редиса. С целью детализации предыдущих результатов нами были проведены дополнительные исследования комплексного заболевания.

Материал и методы

Заражение растений и накопление материала проводили в вегетационном домике и теплице с нерегулируемым режимом. Накопление материала осуществляли в растениях лобы сорта "Октябрьская", последовательно заражая их вирусами мозаики турнепса и мозаики редиса.

Механическую передачу проводили традиционными методами (Шоймоши, 1974). Инокулом готовили из листьев больных растений, растирая их в 0.01M фосфатном буфере, содержащем 0.5% 2-меркаптоэтанола (рН 7.6). Инокулировали от 10 до 20 растений в фазе семядолей или 4-5 листьев. Листья собирали на

12-17 день после заражения. Накопление вирусов в растениях контролировали с помощью электронного микроскопа.

Для выделения патогенов использовали модификацию методики В.К.Новикова с соавторами (1984) для получения препаратов вирусов картофеля. Свежесрезанные листья гомогенизировали в калий - фосфатном буфере с умеренной ионной силой (0.1M), содержащем 0.2% 2-меркаптоэтанола, рН 7.6. Экстракт осветляли центрифугированием (7000 g, 15 мин), а затем эмульгировали с хлороформом (1/8 от объема) и бутанолом (8%). Смесь интенсивно перемешивали в тече-

ние 15 мин при 4°C. Эмульсию разделяли центрифугированием. Вирусы, находящиеся в водной фазе, осаждали 6% полиэтиленгликолем (М.м. 6000) в присутствии 0.1М хлористого натрия. Сформировавшийся осадок собирали центрифугированием, ресуспендировали его в 0.05 боратном буфере (рН 7.6). От нерастворившихся частиц освобождались центрифугированием при 10000 g в течение 10 мин. Дальнейшую очистку проводили с помощью дифференциального центрифугирования (40000 g 90 мин и 10000 g 10 мин) или ультрацентрифугирования через слой 30% раствора сахарозы в течение 2 часов при 78000 g в бакет-роторе.

Образцы для электронного микроскопа готовили, используя модифицированный метод разбавленных суспензий (Развязкина и др., 1968). Для негативного контрастирования использовали растворы солей тяжелых металлов - 2% раствор фосфорновольфрамовой кислоты (рН 6.5-7.0) или 2% водный раствор уранилацетата (рН 4.2). Поддерживающей пленкой служил 0.5-2% или 0.1-0.2% раствор коллодия в амилацетате или поливинилформальдегиде соответственно. Препараты исследовали в электронных микроскопах ЭВМ-100 и Hitachi 7В. Электронно-оптическое увеличение составляло 20000-40000. Модальные размеры частиц определялись в Институте биохимии им. А.И.Баха РАН.

Для выделения РНК возбудителей заболевания из полученного препарата использовали модифицированный метод фенольной депротенинизации в присутствии додецилсульфата натрия. Все стадии очистки РНК производили при 4°C, рН буферов поддерживалась не менее 9.0. К вирусной суспензии (концентрация вируса не превышала 5 мг/мл) в 0.1М трис-

буфере рН 9.0 добавляли додецилсульфат натрия до 2% и 2 - меркаптоэтанол до 0.5% и прогревали 5 мин при 50°C. После этого к раствору, содержащему патогены, добавляли равный объем смеси водонасыщенный фенол:хлороформ:изоамиловый спирт (25:24:1) и встряхивали в течение 20 мин до образования гомогенной эмульсии. Фазы разделяли центрифугированием при 8000 g в течение 10 мин. и отбирали водную (верхнюю) зону. Экстракцию повторяли 2-3 раза, пока в интерфазе не переставал обнаруживаться денатурированный белок. Нуклеиновую кислоту из водной фазы осаждали, добавляя 2.5 объема охлажденного абсолютного этанола, 1/20 объема 3М ацетата натрия рН 6.0 и оставляя пробирку на 2 часа при -70°C.

Количество различных типов нуклеиновых кислот в препарате, выделенном из листьев лобы, пораженных деформирующей мозаикой редиса, определяли методом электрофореза (Rickwood, Nemes, 1992). Препарат анализировали в 3% полиакриламидном геле, содержащем 7М мочевины, 0.05М трис-боратный буфер и 0.008М ЭДТА (рН 8.3).

Электрофорез проводили при постоянном напряжении 200 В в течение 2 часов. В ячейку геля наносили 2-4 мкг РНК в 0.01М трис-боратном буфере, содержащем 8М мочевины, 0.002% бромфенолового синего и 0.002% ксиленцианола. В качестве маркеров использовали РНК вируса табачной мозаики, обычный и некротический штаммы Y-вируса картофеля.

После окончания электрофореза гель окрашивали 0.2% раствором метиленового синего в 0.4М ацетатном буфере, рН 5.0.

Результаты и обсуждение

После последовательного заражения растений лобы дальневосточными изолятами вирусов мозаики турнепса и мозаики редиса симптомы заболевания появлялись на 12-17 день в виде мозаики и посветления жилок. Позднее развивались локальные поражения в виде хлоротичных колец и рисунка с последующей де-

формацией листовой пластины (рис.1). На нижней поверхности листовой пластины иногда появлялись пластинчатые выросы ино-энации. Таким образом, наблюдалась картина заболевания, типичного для деформирующей мозаики редиса.

При просмотре полученного препарата в электронном микроскопе было вы-

явлено наличие частиц двух типов: извитых нитевидных и полиэдрических. Модальные размеры нитевидных частиц составляли $(760-780) \times 11$ нм, что соответствует морфологии вируса мозаики турнепса (потивирус). Диаметр полиэдрических частиц был равен 28-30 нм, что типично для вируса мозаики редиса (комовирус).

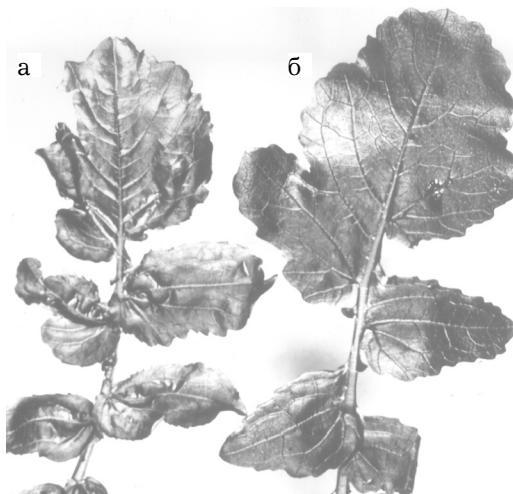


Рис. 1. Листья лобы

а - с симптомами заболевания, вызванного комплексной инфекцией вирусами мозаики турнепса и мозаики редиса, б - здорового растения

На рисунке 2 представлена электронно-микроскопическая фотография препарата, выделенного из растений со смешанной инфекцией. Частицы вируса мозаики турнепса характеризуются небольшой степенью агрегации (рис.2а). Вирионы вируса мозаики редиса на фотографии отмечены буквой б (рис.2б). Количество частиц каждого возбудителя в поле зрения микроскопа приблизительно одинаково. Примеси в препарате отсутствуют.

Из полученного препарата возбудителей болезни вирусов мозаики турнепса и редиса была выделена суммарная РНК. Выделение проводили методом фенольной депротенинизации в присутствии додецилсульфата натрия при щелочных значениях рН. Полученный препарат анализировали в 3% полиакриламидном

геле. Электрофорезом выявлено наличие трех типов молекул (рис.3). Зона с молекулярной массой 3.5 MD (рис.3а) соответствует молекулярной массе РНК потивирусов и идентифицируется нами как РНК вируса мозаики турнепса. Две молекулы с массами 2.1 и 1.3 MD (рис.3б,в) - компоненты РНК вируса мозаики редиса - типичного представителя группы

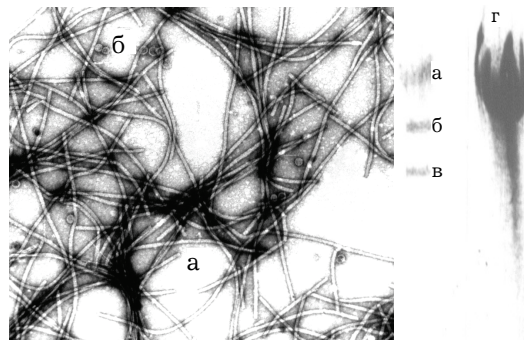


Рис. 2

Рис. 3

Рис. 2. Электронно-микроскопическая фотография возбудителей деформирующей мозаики редиса: а - нитевидные вирионы вируса мозаики турнепса, б - полиэдрические частицы вируса мозаики редиса

Рис. 3. Электрофореграммы РНК вирусов мозаики турнепса (а) и редиса (б, в), г - РНК вируса табачной мозаики (М.м. 2.0 MD)

комовирусов. Вирусы этой группы обладают двухкомпонентным геномом, содержание нуклеиновой кислоты в частицах составляет около 34% (Гиббс, Харрисон, 1978). Наши результаты также совпадают с данными, полученными для РНК вируса мозаики редиса. Для патогена характерно наличие двух типов раздельно инкапсулированных молекул РНК с молекулярными массами 2.1 и 1.3 MD (Сапоцкий, 1990).

Итак, наши исследования показали, что симптомы болезни, включая выросты-энации на нижней поверхности листовых пластин, были подобны описанным для деформирующей мозаики редиса. Электронной микроскопией препарата обнаружено присутствие частиц двух типов (рис.1). Анализ РНК, выделенной

из полученного препарата, выявил наличие трех типов молекул, соответствующих РНК вируса мозаики турнепса и двум инкапсулированным молекулам РНК вируса мозаики редиса (рис.2).

Таким образом, нами в модельных экс-

периментах получены дополнительные данные, подтверждающие, что заболевание, известное как деформирующая мозаика редиса, является смешанной инфекцией вирусами мозаики турнепса и редиса.

Литература

Гиббс А., Харрисон Б. Основы вирусологии растений. М., Мир, 1978, 430 с.

Крылов А.В., Малевич В.М., Сапоцкий М.В., ГнUTOва Р.В., Рублева Н.В. Вирус мозаики редиса - новый для СССР комовирус. /Биологические науки, 3, 1981, с.24-30.

Крылов А.В. Вирусы растений Дальнего Востока. М., Наука, 1992, 110 с.

Новиков В.К., Николаева О.В., Варицев Ю.А., Гатаулина И.А., Рампян А.Х. Выделение очищенных препаратов вирусов картофеля для приготовления диагностических анти-вирусных сывороток. /Теория и практика использования иммунитета сельскохозяйственных культур к вирусным болезням. Тез. докл. VIII всеюзн. совещ. Вильнюс, 1984, с.250-251.

Развязкина Г.М., Полякова Г.П., Штейн-Марголина В.А. Упрощенный метод обнаружения в электронном микроскопе частиц из

сока больных растений. /Вопросы вирусологии, 5, 1968, с.633-634.

Сапоцкий М.В. Дальневосточный изолят вируса мозаики редиса. Идентификация и структура генома. Автореф. канд. дисс., М., 1990, 24 с.

Толкач В.Ф. Идентификация и биологическая характеристика поти- и тобамовирусов (дальневосточные изоляты). Автореф. канд. дисс., Владивосток, 1995, 24 с.

Шоймоши Ф. Вирусология. Кирай З., Клемент З., Шоймоши Ф., Вереш И. Методы фитопатологии, М., Колос, 1974, с 6-80.

Rickwood D., Hames B.D. Gel electrophoresis of nucleic acid: A practical approach. IRL Press Ltd., Oxford and Washington, D.C., 1982, 145 p.

Tochihara H. Radish enation mosaic virus. /Ann. Phytopathol. Soc. Japan, 34, 1968, p.129.

DISTORTING MOSAIC OF RADISH

L.I.Moiseenko, A.V.Krylov

Model studies have been carried out with the plants of the family Brassicaceae to corroborate the complex nature of distorting radish mosaic, a disease found in the South of Primorsky Krai (Russian Far East). Symptoms on leaves are similar to those shown for radish mosaic. Using electronic microscopy has allowed finding the presence of both comoviruses (radish mosaic virus) and potyviruses (turnip mosaic virus) in a sample preparation. An analysis of RNA extracted from the preparation obtained has shown the presence of three molecular types, one of which corresponds to RNA of turnip mosaic virus, and two others - to two encapsulated RNA molecules of radish mosaic virus. Some supplementary data have been obtained confirming that a disease known as distorting radish mosaic in the Russian Far East is caused by mixed infection by both radish and turnip mosaic viruses.

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ИЗОЛЯТОВ *FUSARIUM GRAMINEARUM* РАЗЛИЧНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ К ФУНГИЦИДАМ

Т.Ю.Гагкаева

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Оценена чувствительность изолятов *Fusarium graminearum* различного географического происхождения к фунгицидам. Показана более высокая чувствительность к фунгицидам штаммов европейского происхождения по сравнению с азиатскими.

Фузариоз колоса (ФК) - заболевание, широко распространенное по всему миру, существенно снижающее качество и количество получаемого зерна. Вид *F.graminearum* является одним из наиболее значимых в комплексе патогенов из рода *Fusarium*, вызывающих ФК.

Обработки фунгицидами против ФК ведутся на огромных территориях во всем мире. Однако ассортимент используемых в настоящее время препаратов невелик и, к сожалению, эффективность их невысока (Milus,Parsons,1994; Mesterhazy,Bartok,1996; Hart,Ward,1997; Draper et al.,2000).

Известно, что любой вид гриба представлен изолятами с различной степенью чувствительности к фунгицидам (Georgopoulos,1987). Увеличение доли изолятов с относительно высокой устойчивостью к препарату снижает эффективность его применения. Кроме того, часть изолятов способна адаптироваться и становиться менее чувствительной к обработкам фунгицидами. Такие изоляты способны расти при более высоких концентрациях препарата. Уровень устойчивости патогена - один из факторов, который влияет на эпидемиологию заболевания.

Использованные в наших исследованиях фунгицидные препараты беномил (бензимидазол), спортак (прохлораз), фолликур (тебуконазол) рекомендуются и широко применяются для борьбы с фузариозными заболеваниями. Беномил представляет группу бензимидазоловых фунгицидов, широко используемых и высокоэффективных против многих патогенов. Механизм действия этих препаратов основан на подавлении синтеза ДНК. Резистентность к нему наблюдается у многих грибов и осно-

вана на точечной мутации в β -тубулин гене (Davidse,1995; Georgopoulos, 1995).

Что касается резистентности грибов из рода *Fusarium* к этой группе фунгицидов, то, например, известно существование серьезной проблемы для картофелеводства США, связанной с резистентностью гриба *F.sambucinum* к тиабендазолу (ТБЗ), в последнее десятилетие активно используемому для борьбы с болезнями клубней картофеля (Nolte,1993).

Показателен анализ устойчивости 42 изолятов этого гриба, выделенных из сухой гнили клубней картофеля в Северной Америке: из 25 изолятов, собранных в 1990 и 1991 годах, 24 были устойчивы к фунгициду ТБЗ, а 17 изолятов, собранных между 1963 и 1986 годами, были высокочувствительны к ТБЗ (Desjardians et al., 1993).

Имеются работы, указывающие на повышение устойчивости *F.culmorum* и *F.avenaceum* к бензимидазоловым препаратам после опрыскивания зерновых против комплекса возбудителей болезней (Bateman,1989,1993).

В лабораторных условиях были получены высоко устойчивые к беномилу изоляты *F.oxysporum* (Hornok et al.,1988), у которых резистентность обусловлена двумя мутациями в геноме, а также устойчивые изоляты *F.oxysporum* f.sp *lycopersici* (Gessler et al.,1980) и *Gibberella fujikuroi* [анаморф - *F.moniliforme*] (Ishii,Takeda,1989).

Фунгициды прохлораз (спортак) и тебуконазол (фолликур) относятся к препаратам, подавляющим биосинтез стерола у грибов. Относительно видов рода *Fusarium*

исследователями отмечается варьирование чувствительности к этим препаратам. Например, значительное варьирование чувствительности *F.monili-forme* к ипконазолу, используемому для протравливания семян риса, выявлено японскими исследователями (Tateishi, Chida,2000).

В лабораторных условиях на примере изолятов *F.avenaceum*, *F.graminearum* и *F.sporotrichiella* var. *roae* было показано

снижение чувствительности грибов к фолликуру при выращивании их длительное время на среде с фунгицидом (Kislykh et al.,2000).

Целью данной работы было изучение чувствительности моноклоновых изолятов гриба *F.graminearum* к фунгицидам и установление уровня чувствительности для популяций патогена различного географического происхождения.

Материал и методы исследований

Были использованы 52 моноспоровых изолята *F.graminearum*: 9 изолятов из северо-восточной части Китая (провинция Хейлуцзян), 5 и 6 - из Приморского и Хабаровского краев, 6 и 10 - из Краснодарского края и Северной Осетии, 12 - из Германии и 4 - из Финляндии.

С учетом географического происхождения, используемые в исследованиях изоляты можно подразделить на азиатскую (20 изолятов) и европейскую (32 изолята) популяции патогена.

Чувствительность штаммов оценивали к беномилу (methyl 1-(butylcarbamoyl)-2-benzimidazolecarbamate, 95%, Aldrich), спортаку (prochloraz, Sportak-Delta 45% КЭ) и фолликуру (tebuconazole, Folicur 25% КЭ), для чего в среду Чапека, доведенную до температуры 50-60°C, добавляли соответствующие концентрации фунгицида.

В центр каждой пластиковой чашки Петри помещался диск (5 мм в диаметре) семидневной культуры гриба, выросшей

на 1.5% водном агаре в темноте при 25°C. В дальнейшем чашки Петри содержались при аналогичных условиях. Диаметр колонии гриба обозначался как среднее из двух перпендикулярных измерений размеров колонии. В качестве контроля использовалась среда Чапека без фунгицида.

Использование концентраций фунгицидов было основано на результатах предварительных исследований и составило для фолликура 0.01, 0.1, 0.5, 1 ppm, спортака 0.001, 0.01, 0.1, 0.5 ppm и беномила 0.001, 0.01, 0.1 и 1 ppm.

Для оценки чувствительности к препаратам использовались два показателя: - размеры колонии в варианте по отношению к размерам колонии в контроле; - скорость роста изолята, рассчитанная по изменению размеров колонии в первые и седьмые сутки роста. Как минимум три повторности были использованы в опыте для каждого изолята и для каждой концентрации препарата.

Результаты исследований

При добавлении фунгицида в среду рост изолятов гриба замедлялся, и размеры колонии редуцировались по отношению к контролю. В среднем, значительное снижение роста для всех используемых изолятов отмечено при концентрации 0.01 ppm спортака, 0.2 ppm фолликура и 0.5 ppm беномила (рис.1). Чувствительность изолятов к препаратам существенно варьировала. Через двое суток роста размер колонии европейских штаммов (в процентах к контролю) был заметно меньше, чем штаммов азиатского происхождения на среде с фолликуром и беномилом.

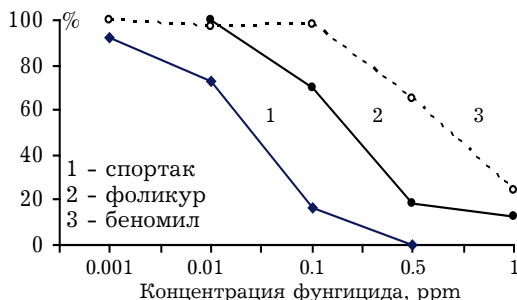


Рис.1. Влияние фунгицидов на рост диаметра колоний гриба *F.graminearum* (среда Чапека, 3 суток роста), % к контролю

На среде со спортаксом относительные значения размера колоний для групп патогена несущественно отличались друг от друга (рис.2).

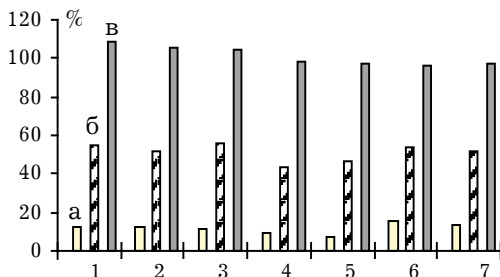
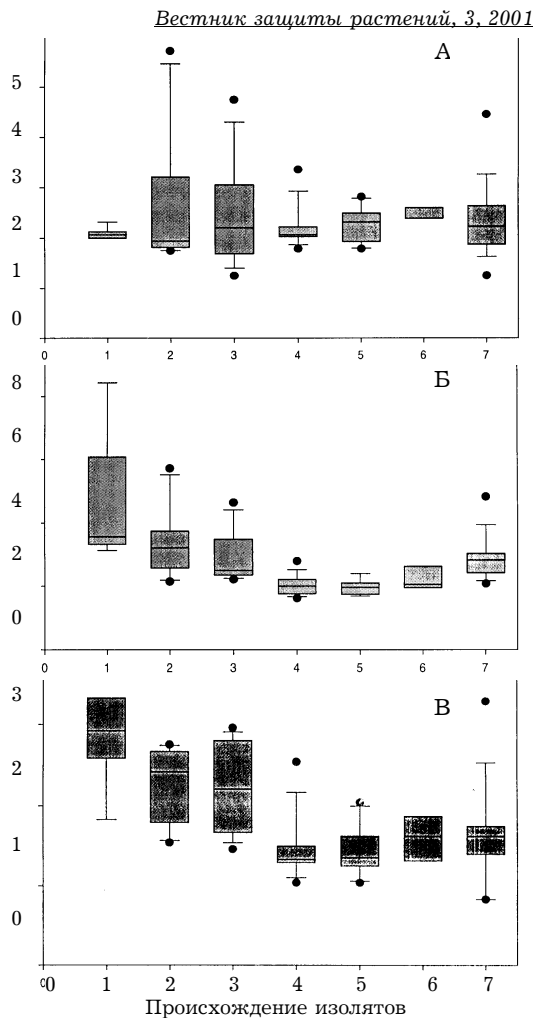


Рис.2. Влияние фунгицидов на диаметр колоний изолятов *F.graminearum* различного географического происхождения (концентрация фунгицидов 0.1 ppm, 2 суток роста на среде Чапека), в % к контролю а - спартак, б - фоликур, в - беномил
Происхождение: 1 - Приморский край, 2 - Хабаровский край, 3 - Китай, 4 - Северная Осетия, 5 - Краснодарский край, 6 - Финляндия, 7 - Германия

Оценка средней скорости роста показала, что азиатские штаммы более чувствительны к фунгицидам, чем европейские, и скорость роста их существенно выше (таблица). Для фоликура достоверные различия между европейскими и азиатскими изолятами наблюдались при концентрации 1 ppm и не установлено существенных различий при более низкой концентрации 0.5 ppm.

Коэффициенты вариации средней скорости роста штаммов на среде с фунгицидами также заметно различаются. По нашим данным, в азиатской популяции патогена вариации признака чувствительности значительно выше, чем в европейской популяции (рис.3).



А - фоликур (0.5 ppm), Б - спартак (0.1 ppm), В - беномил (1 ppm)

Рис.3. Влияние фунгицидов на вариабельность индекса роста изолятов *F.graminearum* различного географического происхождения 1 - Приморский край, 2 - Хабаровский край, 3 - Китай, 4 - Северная Осетия, 5 - Краснодарский край, 6 - Финляндия, 7 - Германия

Обсуждение

Исследования показали существенные различия как между фунгицидами по отношению к патогену, так и в чувствительности патогена к используемым препаратам.

По данным большинства исследователей (Mesterhazy, Bartok, 1996; Hordork et al., 2000), наибольшую эффективность

среди существующих фунгицидов при обработке зерновых в поле демонстрирует тебуконазол (фоликур). Однако в наших экспериментах препарат спартак в значительно меньших концентрациях существенно снижал рост патогена, чем другие фунгициды. Это подтверждает наблюдение, что эффективность фунги-

цидных соединений *in vivo* и *in vitro* может различаться (Staub, Sozyl, 1984). Интересен также факт, что различия по чувствительности к фоликуру между по-

пуляциями патогена наблюдались при более высокой концентрации фунгицида и отсутствовали при более низких значениях.

Таблица. Скорость радиального роста штаммов *F.graminearum* на среде Чапека с фунгицидами (мм/сутки)

Происхождение штаммов	Фунгицид / концентрация			
	Спортак, 0.1 ppm	Фоликур, 0.5 ppm 1 ppm		Беномил, 1 ppm
Приморский край	4.45	2.63	2.07	2.85
Хабаровский край	3.43	2.73	2.18	2.25
Китай	3.0	2.55	1.93	2.27
Азиатские	3.63 a	2.64 a	2.06 a	2.47 a
Северная Осетия	2.02	2.22	1.81	1.45
Краснодарский край	1.96	2.28	1.74	1.44
Финляндия	2.29	2.51	1.75	1.59
Германия	2.89	2.36	1.98	1.65
-----	-----	-----	-----	-----
Европейские	2.29 b	2.34 a	1.82 b	1.53 b
-----	-----	-----	-----	-----
В общем	2.91 c	2.47a	1.94ab	1.94c

Значения в колонке, отмеченные одинаковыми буквами, существенно различаются при $P \leq 0.05$

Относительно высокая эффективность бензидазола в экспериментах объясняется использованием препарата с 95% действующим веществом, в то время как в сельскохозяйственной практике фунгицид используется в форме 50% СП.

По данным R.J.Сook (1981), а также со слов коллег из Хейлунцзянской сельскохозяйственной академии, фунгициды из бензидазоловой группы - наиболее широко распространенные препараты, используемые для борьбы с болезнями пшеницы в Китае. Наши данные демонстрируют большую среднюю устойчивость к бензидазолу азиатских изолятов и их более высокую гетерогенность по этому признаку, чем изолятов европейского происхождения.

Современная практика выращивания зерновых культур в европейской части России, Германии и Финляндии предполагает более высокий прессинг фунгицидов, чем, например, в Дальневосточном регионе России, и, априори, предполагалось снижение чувствительности к фунгицидам европейских изолятов по сравнению с изолятами азиатского происхождения. Однако, европейские изоляты имеют относительно более высокую чувствительность к фунгицидам, чем азиат-

ские. Следовательно, можно предположить опосредованное происхождение различий в чувствительности к препаратам, когда на фоне высокой адаптивности к имеющимся агроэкологическим условиям отбираются клоны с определенными характеристиками.

На территории России существуют две локальные, территориально разобщенные популяции гриба *F.graminearum* - европейская (Северо-Кавказский регион) и азиатская (Дальневосточный регион), различающиеся по комплексу признаков (Gagkaeva, Levitin, 1997). Американские исследователи, основываясь на молекулярно-генетических маркерах, а также признаках патогенности и токсигенности изолятов *F.graminearum*, собранных в разных странах, предположили существование как минимум 7 линий патогена, локализованных в определенных географических рамках (O'Donnell et al., 2000).

Расхождения могут быть обоснованы различиями в экологических условиях существования популяций патогена, сортового ассортимента растений-хозяев и приемов их выращивания, географической изоляцией. Показанные различия демонстрируют необходимость проведе-

ния оценки эффективности фунгицидов на большом наборе изолятов грибов широкого географического происхождения. Оценка устойчивости патогенов на внутривидовом уровне позволит проводить мониторинг за изменениями, происходя-

Вестник защиты растений. 3, 2001
щими под влиянием современных условий.

Работа частично выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (00-04-49406а).

Литература

Bateman G.L. Sensitivity to carbendazi and prochloraz of *Fusarium* species on wheat straw after repeated use of sprays to control eyespot. /ISPI Chemical Control Newsletter, 12, 1989, p.28-29.

Bateman G.L. Development of disease symptoms and fungal pathogens on spot bases in continuous winter wheat, and effects of fungicides. /Plant Pathology, 42, 1993, p.595-608.

Cook R.J. Fusarium disease in the People's Republic of China. /Fusarium: disease, biology, and taxonomy. Edit. by P.E.Nelson, T.A.Toussoun. R.J.Cook. 1981, p.53-55.

Davidse L.C. Benzimidazole compounds: selectivity and resistance. /Modern selective fungicides: properties, applications, mechanisms of action. 1995, p.60-70.

Desjardians A.E., Christ-Harned E.A., McCormick S.P., Secor G.A. Population structure and genetic analysis of field resistance to thiabendazole in *Gibberella purpurascens* from potato tubers. /Phytopathology, 83, 1993, p.164-170.

Draper M.A., Rudd J., Casper H.H., Ruden K.R., Lammers G. Performance of various fungicides for suppression of *Fusarium* head blight (scab) in South Dakota - 2000. /In proceedings of 2000 National of *Fusarium* Head Blight Forum, p.85-88.

Gagkaeva T.Yu., Levitin M.M. Composition of *Fusarium graminearum* Schwabe populations collected from different regions of Russia. Cereal Research Communications, 25, 3/2, 1997, p.591-593.

Gallenberg D. Effect of foliar fungicides on reducing scab (FHB) in hard red spring wheat. /Phytopathology, 85, 10, 1995, p.1169.

Georgopoulos S.G. The development of fungicide resistance. /Populations of Plant Pathogens: their Dynamics and Genetics. Ed. Wolff M.S., Caten C.E., 1987, p.239-251.

Georgopoulos S.G. The genetics of fungicide resistance. /Modern selective fungicides: properties, applications, mechanisms of action, 1995, p.40-51.

Gessler C., Sozzi D., Kern H. Benzimidazol-fungicide: Wirkungsweise and Probleme. /Ber. Schweizer. Bot. Ges., 90, 1980, p.45-54.

Hart P., Ward R. Efficacy of fungicides on *Fu-*

sarium head blight severity and levels of vomitoxin. /In proceedings of National *Fusarium* Head Blight Forum. 10-12 Nov. 1997, St.Paul. Minn., 1997, p.40-41.

Hordork S., Fermann H., Beck R. Effect of field application of tebuconazole on yield, yield components and the mycotoxin content of *Fusarium*-infected wheat grain. /Phytopathology, 148, 2000, p.1-6.

Hornok L., Molnar A., Oros G. Variations in sensitivity to benzimidazole and non-benzimidazole fungicides of genetically different benomyl resistant *Fusarium oxysporum* strains. /Acta Phyt. et Entom. Hungarica, 23, 1988, p.3-10.

Ishii H., Takeda H. Differential binding of a N-phenylformamidoxime compound in cell free extracts of benzimidazole - resistant and - sensitive isolates of *Venturia nashicola*, *Botrytis cinera* and *Gibberella fujikuroi*. /Neth.J. Plant Pathology, 95, 1, 1989, p.99-108.

Kislykh T., Voloshchuk S. Folicur BT influence on monosporous isolates of *Fusarium* spp. in vitro. /In book of abstracts: 6-th *Fusarium* Seminar. Edit.by H.I.Nirenberg. 2000, p.103.

Mesterhazy A., Bartok T. Control of *Fusarium* head blight of wheat by fungicides and its effect on the toxin contamination of the grains. /Pflanzenschutz-Nachrichten, Bayer. 49, 2, 1996, p.187-206.

Mielke V.H., Weinert J. Untersuchungen zur Wirkung verschiedener Fungizide gegenüber dem Erreger der Partiellen Taubahrigkeit (*Fusarium culmorum* (W.G.Sm.)Sacc.). /Nachrichtenbl. Deut.Pflanzenschut, 48, 5, 1996, s.93-95.

Milus E.A., Parsons C.E. Evaluation of foliar fungicides for controlling *Fusarium* head blight of wheat. /Plant Disease, 78, 1994, p.697-699.

Nolte P. Detection of benzimidazole-resistant *Fusarium sambutininum* using a modification of the „BAG TEST“. /Phytopathologia, 83, 8, 1993, p.885.

O'Donnell K., Kistler H.C., Tacke B.K., Casper H.H. Gene genealogies reveal global phylogeographic structure and reproductive isolation among lineages of *Fusarium graminearum*, the fungus causing wheat scab. /PNAS, 97,14, 2000, p.7905-7910.

Staub T., Sozzl D. Fungicide resistance: a continuing challenge. /Plant Disease, 68, 12, 1984, p.1026-1031.

Suty A., Mauler-Machinik A. Fusarium ear blight on wheat - epidemiology and control of *Gibberella zeae*, the teleomorph of *Fusarium*

graminearum with Folicur. /Diagnosis and identification of Plant Pathogens. Edit.by H.-W-Dehne et al. 1997, p.243-246.

Tateishi H., Chida T. Sensitivity of *Fusarium moniliforme* isolates to ipconazole. /J. of General Plant Pathology, 66, 4, 2000, p.353.

SUSCEPTIBILITY TO FUNGICIDES IN *FUSARIUM GRAMINEARUM* ISOLATES OF DIFFERENT GEOGRAPHICAL ORIGIN

T.Yu.Gagkaeva

In vitro, the susceptibility to the fungicides Folicur, Sportak and Benomyl was determined in 52 single-spore isolates of *Fusarium graminearum* (11 isolates from the Russian Far East, 16 isolates from the South European part of Russia, 9 isolates from the Northeast of China, 12 isolates from Germany, 4 isolates from Finland).

A treatment by fungicides depressed the mycelium growth. The isolate groups were distinct in their susceptibility to fungicides applied at different concentrations. Isolates were tested on media containing fungicides. With respect to the size of colonies and growth rate, the Asian isolates have been shown to be the best adapted to fungicide exposure than European ones.

ВИРУС МОЗАИКИ АРБУЗА - НОВЫЙ ПАТОГЕН ДЛЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА РОССИИ, ПОРАЖАЮЩИЙ ТЫКВУ

В.Ф.Толкач, Н.М.Чернявская, Р.В.Гнутова

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток

На юге Дальнего Востока России впервые идентифицирован на тыкве вирус мозаики арбуза-1 (ВМА 1) *Watermelon mosaic virus-1*. Изучен круг растений-хозяев вируса - 55 видов и сортов растений из сем. Amaranthaceae, Chenopodiaceae, Cucurbitaceae, Fabaceae, Solanaceae. ВМА-1 поражает тыкву сортов Витаминная, Зеленая японская, Зеленая сладкая, Грибовская кустовая и Стофунтовая. Наиболее чувствительна к заражению тыква сорта Грибовская кустовая. Тыква сортов Крошка и Лечебная, арбузы сортов Тюльпан и Огонек и огурцы сорта Миг изученным вирусом не поражались. Все использованные в эксперименте кабачки сортов Аэронавт, Грибовские, Зебра, Куанд, Негритенок, Цукеша и Черный красавец реагировали на инфицирование. Из трех сортов патиссонов (Диск, Солнышко и Белый) устойчивым к вирусу оказался сорт Диск. Невосприимчивым к патогену оказалось большинство искусственно заражаемых сортов фасоли за исключением Michelite и Norwegian. Определены физические свойства вируса (ТТИ >60°C, но <65°C, ПСИ - 4 сут, ПРС - 10⁻⁵). При просмотре вирусных препаратов в электронном микроскопе обнаружены нитевидные частицы. Вирус передавался тлями *Myzus persicae*.

Вирус мозаики арбуза (ВМА) (*Watermelon mosaic virus*) - один из наиболее распространенных патогенов на растениях сем. Тыквенные (Cucurbitaceae) наряду с вирусами огуречной мозаики, мозаики тыквы и желтой мозаики цуккини. Он широко распространен на Северо-Американском континенте, в Южной Африке, в Европе, в Австралии (Anderson, 1954; Webb, 1971; Horvath et al., 1975; Greber, 1978; Sammons, Barnett, 1984; Van der Meer, Garnett, 1987). Эпифитотии ВМА описаны и в странах азиатско-тихоокеанского региона. В Китае природными хозяевами вируса являются тыква, дыня, арбуз, горох, фасоль (Гнутова и др., 1996). В Японии ВМА обнаружен на посадках огурца, арбуза, тыквы, гороха (Horvath et al., 1975; Yamamoto et al., 1984). Известен вирус также в Таиланде и Корее (Ji Liang, 1998; Kameya, 1998). Заболевания, вызванные ВМА, выявлены на Украине, в Молдавии и Казахстане (Московец, Фегла, 1972; Власов, 1992).

Снижение урожая арбуза и тыквы в случае эпифитотии ВМА достигает, по данным различных авторов, от 9-43 до 19-73% и зависит от сроков инфицирования растений (Московец, Фегла, 1972; Demsky, Chalkley, 1972; Fisher, Lockhart,

1974). Если заражение всходов вирусом происходит в первые 10 дней, плоды не образуются, а потеря урожая составляет 100%.

Наиболее характерными симптомами инфекции у растений рода *Cucurbita* (тыква, патиссон, кабачок) являются хлороз ткани листа, его деформация, карликовость. Начинается заболевание с посветления жилок. В последующем развивается крапчатость, а также темно-зеленые вздутия, деформирующие лист. Верхушки листьев сужаются и нитевидно вытягиваются. В результате форма листа существенно изменяется. Возможны измельчение и деформация плодов, изменение их окраски. На огурце инфекция проявляется в виде яркой мозаики, на арбузе - в виде мозаики, нитевидности листьев и пестрой расцветки плодов (Anderson, 1954; Horvath et al., 1975).

Передается ВМА в природе, в основном, с помощью насекомых-переносчиков, главные из которых - тли *Aphis gossypii* и *Myzus persicae* (Anderson, 1954).

По литературным данным известно, что изоляты вируса существенно различаются по биологическим свойствам. Это позволило выделить 2 вида вируса - ВМА-1 и ВМА-2, которые сейчас рассматриваются как два самостоятельных

вируса. ВМА-1 имеет узкий круг хозяев, ограниченный растениями сем. Тыквенные. ВМА-2 способен поражать растения из различных ботанических семейств: Fabaceae, Aizoaceae, Malvaceae, Chenopodiaceae, Umbelliferae) (Andersen, 1954; Webb, Scott, 1965; Horvath, 1979).

Физические и антигенные свойства, а также морфология вирусных частиц схожи для обоих вирусов. Точка термической инактивации (ТТИ) составляет 55–60°C (Van Regenmortel et al., 1962; Kameya, 1998). Предельное разведение сока (ПРС),

при котором сохраняется инфекционность, 10^{-4} – 10^{-5} , период сохранения инфекционности (ПСИ) сока при комнатной температуре составляет 9–28 дней (Greber, 1978; Mansour, Al-Musa, 1982).

Вирусные частицы представляют собой гибкие палочки длиной около 750 нм (Van Regenmortel et al., 1962).

На основании вышеуказанных признаков ВМА-1 и ВМА-2 были отнесены к самому многочисленному семейству Potyviridae, включающему фитопатогенные вирусы рода потивирусов.

Методика работы

Круг растений-хозяев и симптоматику заболевания изучали на 55 видах и сортах растений из сем. Amaranthaceae, Chenopodiaceae, Cucurbitaceae, Fabaceae, Solanaceae. Для механической инокуляции использовали ткань листьев растений, зараженных исследуемым вирусом, которую растирали в ступке с 0.01М раствором фосфатного буфера, рН 7.2. Полученной суспензией обрабатывали поверхность листьев тест-растений. Фиксировали дату появления первых признаков поражения и описывали симптомы заболевания. При отсутствии симптомов заражения на инокулированных растениях проводили проверку на инфекционность путем обратной инокуляции растений, четко реагирующих на исследуемый вирус.

Определение ТТИ, ПРС и ПСИ проводили по методу А.Гиббса и А.Харрисона (1978). Для определения ТТИ препараты сока в тонкостенных стеклянных пробирках помещали на 10 минут в ультратермостат, отрегулированный на определенную температуру. Интервал между температурами обычно составлял 5°C. Затем прогретым соком инокулировали растения-индикаторы. В качестве индикаторов использовали наиболее чувствительные к изучаемому изоляту тест-растения - кабачок или тыква. ПСИ определяли путем инкубации инфекционного сока в закрытых бьюксах при комнатной температуре (20–23°C) и последующего исследования инфекционности образца, периодически проверяя его ин-

фекционность инокуляцией тест-растений через различные интервалы времени. Величину ПРС определяли титрованием инфекционного сока в пределах 10^{-4} – 10^{-8} , используя для установления границы инфекционности вируса сок зараженного кабачка сорта Черный красавец.

Препараты для электронно-микроскопического исследования готовили из листьев пораженных растений методом погружения (Развязкина и др., 1968). Пленкой-подложкой служил формвар (0.2% раствор поливинилформаль в дихлорэтане). Кусочек листа нарезали в капле фосфорно-вольфрамовой кислоты. Через 8–10 минут на каплю помещали сеточку подложкой вниз. Контрастировали 3 минуты, затем сеточку снимали, подсушивали и просматривали в электронном микроскопе. Для определения размеров вирусных частиц их фотографировали при различном увеличении.

В качестве переносчика вируса использовали персиковую тлю (*M. persicae*). Размножали ее на молодых растениях дурмана вонючего (*Datura stramonium*) и бобов конских (*Faba bona*). Для того чтобы убедиться в стерильности тлей, их переносили на здоровые растения дурмана и бобов, которые затем проверяли на наличие вирусной инфекции на индикаторных растениях. Тлей собирали в стеклянные бьюксы и держали в темноте без пищи около трех часов. Затем их осторожно мягкой кисточкой помещали на зараженное растение. В течение часа тли питались, а потом насекомых переносили

на здоровое тест-растение на одни сутки, после чего уничтожали. О передаче вируса тлями судили визуально по появлению симптомов, а затем проверяли на индикаторных растениях и в электрон-

ном микроскопе.

Как контрольный тест на присутствие вируса огуречной мозаики (ВОМ) в испытуемых растениях использовали метод реакции двойной диффузии (РДД).

Результаты и обсуждение

При обследовании овощных культур в ОПХ «Пуциловское» (Уссурийский район Приморского края) была выявлена тыква с симптомами хлоротичной мозаики. Для подтверждения вирусной патологии па-

тогена изучили круг растений-хозяев. Инокулировали 55 видов и сортов растений. Вирусом удалось инфицировать виды и сорта растений из сем. Тыквенные и Бобовые (табл.).

Таблица. Реакция тест-растений на заражение вирусом, выявленным на тыкве

Тест-растения	Симптомы поражения	Тест-растения	Симптомы поражения
<i>Amaranthus caudatus</i> L.	-	Цукеша	S:CIMot, CIVE
<i>Atropa belladonna</i> L.	-	Черный красавец	S:CIVE, VC
<i>Cassia occidentalis</i> L.	-	<i>C. pepo</i> var. <i>patisson</i> Duch	
<i>Chenopodium giganteum</i> L.	-	сорта Диск	S:CIMot
<i>Ch. murate</i> L.	-	Белый	CIVE
<i>Ch. quinoa</i> Willd.	-	Солнышко	S:CIVE
<i>Cucumis sativus</i> L.		<i>Faba bona</i> Medic.	
сорта ДВ-6	S-CIM	<i>Gomphrena globosa</i> L.	-
ДВ-27	S:CIM, Dis	<i>Hyoscyamus niger</i> L.	-
Миг	-	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	
Кит	CIVE, RM	сорта Голубка	-
<i>Citrullus vulgaris</i> Schrad.		Флорида	-
сорта Тюльпан	-	Черная спаржевая	-
Огонек	-	Bountiful	-
<i>Cucurbita ficifolia</i> Bouche	S:CIVE	Norwegian	S:Dis, CIM
<i>C. melo</i> L.		Michelite	S:CIMot
сорт Дубовка	S:CIVE, Dis	Periicka	-
<i>C. maxima</i> Duch.		Red Kedney	-
сорта Волжская серая	-	Top crop	-
Витаминная	S:M, Dis	<i>Ph. mungo</i> L.	-
Зеленая японская	S:Dis Mot	<i>Pisum sativum</i> L.	
Зеленая сладкая	S:CIMot	сорт Конек-Горбунок	-
Крошка	-	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	
Лечебная	-	сорта Samsun	-
Грибовская кустовая	S: CISp, Dis,	Xanthi	-
Стофунтовая	S:CIVE	<i>N. fruticosa</i> L.	-
<i>C. pepo</i> L.		<i>N. rustica</i> L.	-
сорта Аэронавт	S:CIMot, CIVE	<i>N. glutinosa</i> L.	-
Грибовский	S:CIVE	<i>Nicandra physaloides</i> (L.)	
Зебра	S:CIMot, CIVE	Gaerth.	-
Куанд	S:Dis, CIMot, CIVE	<i>Trifolium hybridum</i> L.	-
Негритенок	S:CIMot, CIVE	<i>Zinnia etegans</i> Jacq.	-

Примечание: - - не заражается, CIVE - хлороз жилок, Dis - деформация, RM - кольцевая мозаика, CISp - хлоротичная пятнистость, S - системная реакция, CIM - хлоротичная мозаика, Mot - крапчатость, VC - окаймление жилок

Из 8 сортов тыквы крупноплодной (*Cucurbita maxima*) вирусом удалось заразить 5: Витаминную, Зеленую японскую, Зеленую сладкую, Кустовую Грибовскую и Стофунтовую. Очень четко реагировала на инфицирование тыква сорта Грибовская кустовая: спустя 5-7 дней на листьях появлялась хлоротичная пятнистость с последующей деформацией листа (рис.1). Деформация листа наблюдалась и у пораженных растений сортов Зеленая японская и Витаминная. Растения сортов Крошка и Лечебная оказались невосприимчивыми при многократном заражении их изучаемым вирусом.



Рис.1. Тыква сорта Грибовская кустовая с симптомами хлоротичной пятнистости листа

На заражение реагировали 7 испытанных сортов кабачка С. перо (из них цуккини - Куанд, Аэронавт, Зебра, Негритенок и Цукеша). На молодых листьях сортов Аэронавт, Зебра, Негритенок через 8-10 дней появлялась сначала хлоротичная крапчатость, а на более поздних стадиях заболевания - хлороз мелких и средних жилок. На кабачке сорта Цукеша вирус вызывал уродливость листовой пластинки, вплоть до вытягивания ее в нить (рис.2). По нашим данным, лучшим индикатором для исследуемого вируса является кабачок сорта Черный красавец. На 4-6 день после заражения наблюдается на молодых листьях хлороз мелких и средних жилок, позднее - темно-зеленое их окаймление

Из всех изученных сортов огурца посевого (*Cucumis sativus*) (Дальневосточ-

ные - 6, Дальневосточные - 27, Миг и Кит) невосприимчивым к заражению ВМА-1 оказался только сорт Миг. Поэтому можно считать этот сорт устойчивым к изучаемому вирусу.

Исследуя экспериментальный круг растений-хозяев, мы инокулировали 9 сортов фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris*): Флорида, Черная спаржевая, Perlicka, Bountiful, Top crop, Michelite, Red Kedney, Norvegina. Большинство сортов фасоли оказались невосприимчивыми к заражению, за исключением сортов Michelite и Norvegina, которые заражались вирусом крайне редко, проявляя на листьях хлоротичную мозаику, крапчатость и деформацию.

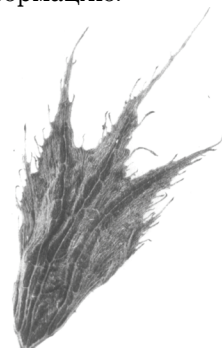


Рис.2. Кабачок сорта Цукеша с симптомами уродливости листовой пластинки

В нашем эксперименте многократные попытки заразить арбуз обыкновенный (*Citrullus vulgaris*) заканчивались неудачей.

Изучены физические свойства патогена: ТТИ >60°C, но <65°C, ПСИ - 4 сут, ПРС - 10⁻⁵. При просмотре вирусных препаратов в электронном микроскопе обнаружены нитевидные частицы. Реакция изучаемого вируса с антисывороткой, специфичной к ВОМ, была отрицательной. Вирус передавался персиковой тлей (*M.persicae*).

Анализируя литературные данные и полученные нами результаты, свидетельствующие о том, что круг растений-хозяев вируса ограничен только видами растений сем. Тыквенные, ТТИ между 60-65°C, ПСИ - 4 сут., ПРС - 10⁻⁵, отрицательные результаты в РДД исследуе-

мого вируса с антисывороткой к ВОМ, наличие нитевидных частиц в препаратах, приготовленных из пораженных растений тыквы и просмотренных в электронном микроскопе, неперсистентная передача вируса тлями *M.persicae*, считаем, что патоген, поражающий тыкву, имеет вирусную этиологию и является новым для дальневосточного региона России видом вируса мозаики арбуза-1 *Watermelon mosaic virus 1* рода *Potyvirus* сем. *Potyviridae*.

Полученные нами данные показывают, что вирус мозаики арбуза, не описанный ранее на юге Дальнего Востока России, экспериментально поражает тыкву сортов Витаминная, Зеленая японская, Зеленая сладкая, Грибовская кустовая и Стофунтовая. Наиболее восприимчива к вирусу тыква сорта Грибовская кустовая. Тыквы сортов Крошка и Ле-

Вестник защиты растений. 3, 2001
чебная, а также арбузы сортов Тюльпан и Огонек и огурцы сорта Миг вирусом мозаики арбуза-1 не поражались. Все использованные в эксперименте кабачки сортов Аэронавт, Грибовские, Зебра, Куанд, Негритенок, Цукеша и Черный красавец были подвержены заражению вирусом. На кабачке сорта Черный красавец быстро и ярко проявлялась инфекция. Из трех сортов патиссонов (Диск, Белый и Солнышко) устойчивым к вирусу оказался только Диск.

Невосприимчивыми к патогену были инфицированные нами сорта фасоли, за исключением *Michelite* и *Norwegian*.

Таким образом, выделен и изучен новый для дальневосточного региона России патоген - вирус мозаики арбуза, поражающий растения сем. Тыквенные (тыква, кабачок, патиссон, огурец). Выявлены устойчивые к вирусу сорта.

Литература

- Власов Ю.И. Вирусные и микоплазменные болезни растений. М., 1992, 206 с.
- Гиббс А., Харрисон Б. Основы вирусологии растений. М., Мир, 1978, 429 с.
- Гнутова Р.В., Волков Ю.Г., Люй Вэньцин. Фитовирусы Дальнего Востока России и Китая. /Проблемы фитовирусологии на Дальнем Востоке. Владивосток, 1996, с.5-20.
- Московец С.М., Фегла Г.И. Влияние вируса мозаики арбуза на развитие тыквенных культур. /Микробиол. журнал, 2, 1972, с.240-244.
- Развязкина Г.Т., Полякова Г.П., Штейн-Марголина В.А. Упрощенный метод обнаружения в электронном микроскопе вирусных частиц из сока больных растений. /Вопросы вирусологии, 5, 1968 с.633-635.
- Anderson C.W. Two watermelon mosaic virus strains from Central Florida. /Phytopathology, 44, 1, 1954, p.198-202.
- Demski J., Chalkley J. Effect of watermelon mosaic virus on yield and marketability of summer squash. /Plant Dis. Repor., 56, 2, 1972, p.147-150.
- Fischer H., Lockhart B. Serious losses in cucurbits caused by watermelon mosaic virus in Morocco. /Plant Dis. Repor., 58, 1, 1974, p.143-146.
- Greber R. Watermelon mosaic virus-1 and virus-2 in Queensland cucurbit crops. /Australian J. agricult. research, 29, 6, 1978, p.1235-1245.
- Horvath J. New artificial host and non-hosts of plant Potyvirus group: potato virus Y, turnip mosaic virus and watermelon mosaic virus. /Acta pnytopathol. Acad. Sci. Hung. 14, 1-2, 1979, p.157-173.
- Horvath J., Juretic N., Besada W., Kuroli G. Two viruses isolated from patisson, a new vegetable natural host in Hungary 1 Watermelon mosaic virus (general). /Acta pnytopathol. Acad. Sci. Hung., 10, 1-2, 1975, p.93-111.
- Ji Liang. Watermelon mosaic virus (Potyvirus). /Plant Viruses in Asia, Yogyakarta Indonesia, 1998, p.157-159.
- Kameya M. Watermelon mosaic virus (Potyvirus). /Plant Viruses in Asia, Yogyakarta Indonesia, 1998, p.864-866.
- Mansour A., Al-Musa A. Incidence and prevention of watermelon mosaic virus-2 in squash (*Cucurbita pepo*) fields in Jourdan. /Phytopathol. Z., 103, 3, 1982, p.35-40.
- Milne K., Grogan R. Characterization of watermelon mosaic virus strains by serology and other properties. /Phytopathology, 59, 9, 1969, p.809-818.
- Sammons B., Barnett O.W. Viruses infected yellow summer squash (*Cucurbita pepo*) in South Carolina. /Phytopathology, 75, 5, 1984, p.632.
- Van der Meer F., Garnett H. Purification and of South African isolate of watermelon mosaic virus - Morocco. /Phytopathol. Z., 120, 3, 1987, p.132-135.
- Van Regenmortel M., Brandes J., Bercks R.

Investigations on the properties of watermelon mosaic virus. /Phytopathol. Z., 45, 1962, p.205-216.

Webb R.E. Watermelon mosaic viruses I and II in squash on the Atlantic seaboard. /Plant Dis. Repor., 55, 2, 1971, p.132-135.

Webb R., Scott H. Isolation and identifica-

tion of watermelon mosaic viruses 1 and 2. /Phytopathology, 55, 8, 1965, p.895-900.

Yamamoto T., Masayoshi Ishii, Toshihiro Katsube, Kanichi Ohata. Epidemiological studies of watermelon mosaic virus. /Bull. Shikoku NatI. Agric. Exp. Stn., 44, 1984, p.124-136.

WATERMELON MOSAIC VIRUS, A NEW PATHOGEN INFECTING PUMPKIN IN THE RUSSIAN FAR EAST REGION

V.F.Tolkatsh, N.M.Tsherniavskaya, R.V.Gnutova

The watermelon mosaic virus-1 (WMV 1) was first identified on pumpkin (*Cucurbita maxima*) in the South of the Russian Far East. A circle of host plants was revealed containing 55 species and cultivars from the families Amaranthaceae, Chenopodiaceae, Cucurbitaceae, Fabaceae, and Solanaceae. WMV 1 affected the following varieties of pumpkin: Vitaminnaya, Zelenaya japonskaya, Zelenaya sladkaya, Kustovaya Gribovskaya and Stofuntovaya. The pumpkin variety Kustovaya Gribovskaya turned out to be the most susceptible to the virus. On the contrary, the pumpkin cultivars Kroshka and Letshebnaya, watermelon cultivars Tiulpan and Ogoniek as well as the cucumber cultivar Mig were not infected by the virus considered. All tested varieties of marrows (Aeronavt, Gribovskie, Zebra, Kuand, Negritenok, Tsukesha and Tshernyi Krasavets) reacted upon the infection by the virus. Of three patisson cultivars (Disk, Solnyshko, and Belyi), only one, Disk, was found to be resistant to the virus. Except for Michelite and Norwegian, the most of artificially infected haricot cultivars were immune to the pathogen. Some morphological and physical characteristics of the virus were determined: TIP - 60-65°C, DEP - 10⁻⁵, LIV - 4 days. Thread-like particles were found when observing the virus preparations under electron microscope. The virus was transmitted by the aphid *Myzus persicae*.

**ПАТОГЕНЕЗ ТКАНЕЙ КЛУБНЯ КАРТОФЕЛЯ
ПРИ ПОВРЕЖДЕНИИ КАРТОФЕЛЬНОЙ МОЛЬЮ
(*PHTORIMAEA OPERCULELLA ZELL.*, LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)**

Т.М.Юсупов

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

В лабораторных условиях проведена сравнительная оценка патологических процессов, протекающих в тканях клубня у двух сортов картофеля, при повреждении их картофельной молью. Сорта картофеля (Свитанок киевский и Никола) отличались по морфологическим параметрам клубня (количество глазков, глубина их залегания, морфометрический состав крахмальных зерен) и степени их повреждения картофельной молью. На менее повреждаемом этим вредителем сорте Свитанок киевский, отличающимся меньшим количеством глазков, преимущественным содержанием крупных крахмальных зерен в клетках паренхимы и повышенной сопротивляемостью к деструкции тканей, наблюдается интенсивное развитие защитных реакций. Скорость формирования раневой перидермы у этого сорта в 3 и более раз опережает таковую у сильно повреждаемого сорта Никола, отличающегося меньшей выраженностью перечисленных признаков.

Картофельная моль (*Phthorimaea operculella* Zell.) - новый для энтомофауны России вредитель пасленовых культур. Впервые этот вид зарегистрирован в 1981 году и является в настоящее время объектом внешнего и внутреннего карантина растений РФ. Этот вид - исключительно опасный вредитель картофеля как в хранилищах, так и в полевых условиях. Кроме того картофельная моль причиняет значительный вред табаку и овощным пасленовым культурам (Маркосян,1988; Сикура,Симчук,1989). В России картофельная моль распространена в Краснодарском крае, но может быть весьма опасной и в тех районах, где нет условий для ее перезимовки и обитания в природе, поскольку способна развиваться и наносить вред в картофелехранилищах и теплицах с пасленовыми культурами (Власова,Петропавловская, 1984).

При высокой плотности вредителя ранний урожай картофеля, временно хранящийся в поле или под навесом, может быть полностью уничтожен за 2-3 недели (Инструкция...,1999). Гусеницы переносят резкие колебания температуры и даже при промерзании клубней остаются жизнеспособными (Справочник...,1995). Отсутствие в онтогенезе картофельной моли диапаузы позволяет ей непрерывно развиваться в нескольких поколениях при соответствующих темпе-

ратурных условиях и наличии корма (в хранилищах картофеля).

В связи с расширением ареала картофельной моли разрабатывалась система мероприятий, направленная на выявление, локализацию и ликвидацию очагов этого вредителя и на снижение его численности в местах резервации и хранения картофеля (Сикура и др.,1983; Шиняева,1987; Сикура,Симчук,1989; Перера,1992; Харченко, 1996). Эта система включала помимо карантинных мероприятий применение инсектицидов в очагах заражения. Однако проводимые истребительные и карантинные мероприятия не обеспечили снижения численности и вредоносности вредителя (Перера,1992; Харченко,1996).

По данным Госкарантина РФ, в последнее время отмечено расширение ареала картофельной моли на Северном Кавказе (Харченко,1996). В связи с этим представляется необходимой разработка специальных мероприятий для подавления численности и ограничения вредоносности картофельной моли на юге России.

К числу важнейших факторов сдерживания нарастания численности картофельной моли, локализации ее очагов и снижения вредоносности следует отнести возделывание устойчивых к вредителю сортов картофеля и других пасленовых культур. Использование устойчивых сор-

тов должно рассматриваться, как важнейший элемент современных систем интегрированной защиты растений.

Анализ публикаций, посвященных вредителю в мировой литературе, показывает, что сведения об устойчивости к картофельной моли ее кормовых растений и их сортов фрагментарны и не дают целостного представления о природе иммунитета пасленовых культур к данному вредителю, что затрудняет селекцию устойчивых форм растений и их отбор для совершенствования систем защиты растений от вредителей.

Известно, что иммунологическая система растений имеет комплексную природу и включает в себя разнообразные конституциональные и индуцированные барьеры, в основе которых лежат различные генетически обусловленные свойства растений - морфологические, физиологические, биохимические, ростовые, органообразовательные и др., обеспечивающие их устойчивость к вредным организмам (Вилкова, 1980; Шапиро, Вилкова, 1981; Шапиро, 1985; Шапиро и др., 1989). Исследование факторов и выявление механизмов, ограничивающих жизнедеятельность такого опасного вре-

дителя, как картофельная моль, в настоящее время является особенно своевременным и актуальным.

В современной литературе, посвященной картофельной моли, имеются сведения о значении морфологии картофеля в заселении растений вредителем.

Основная задача наших исследований состояла в выявлении механизмов морфологического, атрептического, репарационного и др. барьеров в устойчивости картофеля к картофельной моли и, главным образом, таких особенностей клубня, как количество глазков, глубина их залегания, строение и структура покровных тканей, морфометрические параметры крахмальных зерен и их способность противостоять гидролизу при повреждении, репарационные свойства тканей и их иммунологическая значимость в патогенезе.

Детальное изучение иммунологических процессов и их интенсификация в ответ на повреждение имеет большое значение в устойчивости растений не только к вредителям, но и к другим вредным организмам, в том числе к возбудителям заболеваний - так называемым раневым патогенам.

Материалы и методы

Все работы с картофельной молью проводились с разрешения Росгоскарантина и при соблюдении карантинных требований, предъявляемых при проведении научно-исследовательских работ с карантинными объектами.

Исследования осуществлялись в лабораторных условиях с применением морфо-анатомических, гистологических и др. методов, с использованием световой микроскопии. При определении типов повреждения и реактивности тканей клубня на воздействие картофельной моли учитывались общие закономерности развития патологических явлений.

Объектами исследования служили клубни двух сортов картофеля - Николая и Свитанок киевский, отличающиеся по морфологическим параметрам, и гусеницы картофельной моли второго-третьего возрастов.

Разведение гусениц в лабораторных условиях проводилось по модифицированной нами методике.

В каждый садок размещали по одному клубню и 30-40 яиц картофельной моли. Повторность опыта 4-кратная. Питание отродившихся гусениц на клубнях осуществлялось в течение 7 суток.

В процессе исследований определяли особенности заселения картофеля различных генотипов гусеницами, продолжительность развития гусениц, их смертность, массу куколок, строение ходов гусениц в клубнях, патологические изменения тканей по мере движения гусениц в клубнях.

После окончания питания гусениц на гистологических препаратах поперечных и продольных срезов клубня проводили сравнительный анализ топографии ходов гусениц и характера патологических на-

рушений в поврежденных тканях разных генотипов картофеля.

Изготовление гистологических препаратов проводилось по общепринятым и адаптированным нами применительно к объектам методикам (Прошина, 1960; Фурст, 1979). В качестве контроля анализировали ткани, не имеющие повреждений. По каждому варианту опыта изготавливали по 20 препаратов.

Результаты и обсуждение

Сформировавшийся клубень картофеля снаружи покрыт естественной перидермой, сменившей эпидермис молодого клубня. Перидерма состоит из феллемы - нескольких слоев опробковевших клеток; феллогена - меристематических клеток, образующих эту ткань, и феллодермы - живой паренхимы, откладываемой меристемой внутрь клубня. Феллодерма обычно представлена одним слоем клеток, оставшихся на внутренней стороне перидермы. Перидерма эффективно защищает клубень от потери влаги и неблагоприятных воздействий различного рода, в том числе и от повреждения вредными организмами. Под перидермой располагается кора, состоящая из крупных тонкостенных клеток паренхимы, заполненных крахмальными зернами, и проводящих элементов флоэмы - ситовидных трубок. Далее располагается слой клеток образовательной ткани - камбия, за которым следует кольцо сосудов ксилемы.

В заселении клубней картофеля гусеницами картофельной моли большую роль играет строение перидермы. Естественная перидерма представляет своего рода барьер для проникновения гусениц в клубень. Механическое ее повреждение увеличивает заселенность клубней гусеницами картофельной моли.

Морфометрический анализ крахмальных зерен в клетках паренхимы клубня проводили на основе методики, разработанной в лаборатории энтомологии и имунитета растений к вредителям (Вилкова и др., 1990). Крахмальные зерна по их размеру распределяли на три фракции: размер крупных крахмальных зерен составлял более 60 мкм, средних 40-60 мкм и мелких менее 40 мкм.

При питании в клубне гусеницы оставляют длинные, туннелеобразные ходы, идущие от периферии клубня к центру, заполненные экскрементами. Большая часть ходов расположена в зоне проводящих пучков клубня, наиболее богатой крахмальными зернами. Распространение гусениц в паренхиме клубня (образование ходов) зависит от многих причин, в том числе от особенностей морфоанатомического строения коры, паренхимы, особенностей мозаики эргастических структур, в том числе фракционного состава и морфометрических параметров крахмальных зерен, способности клеточных структур противостоять воздействию гидролитических процессов, скорости образования раневой перидермы и др.

Наши наблюдения показывают, что способность гусениц проникать в клубни и образовывать ходы в нем у анализируемых генотипов разная (табл.) Площадь, занятая ходовыми отверстиями, на сорте Николая составляет 60.1 мм², что 1.9 раза превышает таковую на сорте Свитанок киевский. Кроме того, продолжительность развития гусениц до стадии куколки при питании в клубнях сорта Николая составляла 11-12 дней, а при питании в клубнях сорта Свитанок киевский - 14-16 дней.

Патологические нарушения клеток

и клеточных компонентов в зоне повреждения

Известно, что совокупность патологических реакций и процессов при внешнем воздействии зависит от многих причин и, в частности, от физиолого-биохимических особенностей, обмена веществ, морфоанатомического строения,

иммунологических свойств растения-хозяина.

В результате гистологического анализа тканей клубня в зоне питания вредителя выделено несколько зон с различным повреждением клеточных слоев (рис.1): зона

ства, активизирующие деятельность феллогена (Озерецковская и др., 1969). Раневая перидерма по характеру возникновения и росту сходна с естественной и содержит те же самые клеточные компоненты: феллоген - меристему, образующую эту ткань; феллему (пробку) - защитную ткань, откладываемую феллогеном по направлению к периферии клубня, и феллодерму - живую паренхиму, откладываемую меристемой

Особенности патогенеза на разных генотипах картофеля

Сравнительный анализ патогенеза показал, что у сорта Николая (рис.2) образование рубцовой ткани и раневой перидермы подавлено. Клетки, прилегающие к зоне некроза, гипертрофированы, их оболочки подвергаются сильному расщеплению, клетки заполнены гранулированным содержимым остатков протопласта. На раневой поверхности интенсивно идут гидролитические процессы.

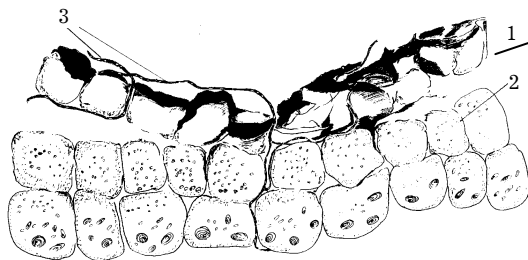


Рис. 2. Патологические нарушения в тканях клубня картофеля сорта Николая в зоне питания гусениц картофельной моли
1 - зона некроза, 2 - клетки, прилегающие к зоне некроза, 3 - гифы грибов

Продукты распада полимерных соединений клеток и клеточных структур, образующиеся в результате аутолиза, выделяются наружу и повышают вязкость деградированных тканей в зоне питания. Крахмальные зерна, освобожденные из разрушенных клеток, подвергаются деструкции, не распадаются на отдельные гранулы, а слипаются между собой вязким содержимым. Сопровождающим моментом описанных патологических нарушений является обильное

внутри клубня. Отмирание тканей происходит в результате образования прокладки из неживой пробки между тканями, лежащими снаружи от перидермы и живыми внутренними тканями.

Таким образом, в процессе патогенеза в тканях клубня картофеля при их повреждении гусеницами картофельной моли возникают структурные и функциональные нарушения клеток и клеточных комплексов.

развитие грибной инфекции и бактерий, усиливающих процесс распада тканей.

У сорта Свитанок киевский (рис.3) за этот же период питания гусениц в поврежденных тканях происходит образование рубцовой ткани и наблюдается формирование раневой перидермы.

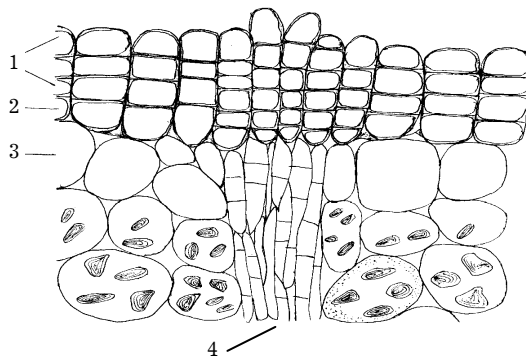


Рис. 3. Формирование раневой перидермы в тканях клубня картофеля Свитанок киевский в зоне питания гусениц
1 - клетки феллемы, 2 - клетки феллогена, 3 - клетки феллодермы, 4 - зона проводящих пучков

Начало формирования раневой перидермы отмечено в зоне расположения проводящих пучков. Вероятно, здесь быстрее подключаются репарационные механизмы, обусловленные более интенсивно идущими метаболическими процессами. Количество сформировавшихся слоев раневой перидермы составляет 2-3; ее толщина 39 мкм (табл.). Развитие грибной микрофлоры и бактерий в зоне питания гусениц не отмечено.

Сравнительное изучение патологии

клубней при повреждении гусеницами картофельной моли показало, что патологические процессы, возникающие в клубне картофеля, складываются из нескольких взаимосвязанных последовательно протекающих этапов.

1. Механическое разрушение клеток и клеточных структур гусеницами, имеющими грызущий ротовой аппарат и продельвающими в тканях клубня ходы различной конфигурации, сопровождается нарушением естественного метаболизма клубня, что проявляется в изменении окраски окружающих поврежденных участков. Это приводит к освобождению из поврежденных клеток веществ фенольной природы, гликоалкалоидов и др., которые окисляются и конденсируются до меланинов, вызывая потемнение мякоти клубня в месте питания. Эти видимые изменения в зоне поврежденных тканей свидетельствуют о глубоком дезинтегрирующем нормальные метаболические процессы воздействии гусениц картофельной моли на клубни.

2. В процессе патогенеза принимают участие и эндогенные, лизосомальные ферменты растения, высвобождающиеся в результате повреждения клеточных комплексов. Есть свидетельства о большом значении аутолитических процессов при утилизации нутриногенов животными организмами (Уголев, 1985). О наличии аутолитических процессов свидетельствуют особенности протекания патологических клеточных реакций и изменение рН в зоне повреждения по мере продвижения гусениц.

3. У анализируемых образцов картофеля обнаружен эффект компенсаторно-восстановительной реакции паренхимы клубня в ответ на повреждение - заживление раны, наиболее интенсивно проявляющееся у устойчивых сортов. При этом клетки, прилегающие к раневой поверхности, активируются и дают начало образованию раневой меристемы, которая, в свою очередь, приводит к формированию раневой перидермы.

Заключение

Иммунологические и патологические явления взаимосвязаны и взаимообусловлены. Они направлены на дезактивацию повреждающего агента и восстановление нарушенных структур клеток, тканей и органов в ходе патогенеза. Морфофункциональное единство иммуногенетических барьеров и механизмов обеспечивает эффективность иммунитета в целом.

Наши исследования показывают, что в зависимости от выраженности механизмов морфологического, атрептического и репарационного барьеров по-разному проявляются глубина и скорость патогенеза при повреждении картофельной молью у разных генотипов картофеля. Так, на менее повреждаемом этим вредителем сорте Свитанок киевский с меньшим количеством глазков, преимущественным содержанием крупных крахмальных зерен в клетках паренхимы, повышенной сопротивляемостью к

деструкции тканей наблюдается интенсивное развитие защитных реакций. Скорость формирования раневой перидермы у этого сорта в 3 и более раз опережает таковую у сильно повреждаемого сорта Николая, отличающегося меньшей выраженностью перечисленных признаков. Во взаимодействиях тканей клубня и повреждающего их агента, возможно, имеют значение процессы, связанные не только с собственным пищеварением, но и с аутолизом повреждаемых клеток. Предположительно в этом процессе участвуют ферменты, локализованные в лизосомах. На этот важный в теоретическом и практическом значении вопрос указывают проведенные ранее в лаборатории энтомологии и иммунитета растений к насекомым ВИЗР экспериментальные исследования пищеварительно-транспортного конвейера насекомых различных видов.

Литература

- Букасов С.М. К вопросу об использовании запасных веществ материнского клубня у картофеля. /Известия Гос. института опытной агрохимии, 3, Л., 1925, 10 с.
- Вилкова Н.А. Физиологические основы теории устойчивости растений к вредителям. - Автореф. докт. дисс. Л., ВИЗР, ВАСХНИЛ, 1980, 48 с.
- Вилкова Н.А., Шапиро И.Д., Нефедова Л.И. Техника и использование анатомического анализа зерновок при изучении устойчивости злаков к вредителям. Методические указания. Л., ВИЗР, 1990, 20 с.
- Власова В.А., Петропавловская Т.П. Картофельная моль: зона возможного распространения. /Защита раст., 11, 1984, с.41-42.
- Инструкция по выявлению, локализации и ликвидации очагов картофельной моли *Phthorimaea operculella* Zell. (Lepidoptera, Gelechiidae). М., 1999, 14 с.
- Маркосян А.Ф. Картофельная моль на табачной плантации. /Технические культуры, 5, 1988, с.46-47.
- Метлицкий Л.В. Биохимия плодов и овощей. М., Экономика, 1970, 271 с.
- Насонов Д.Н., Александров В.Я. Реакция живого вещества на внешнее воздействие. Денатурализационная теория повреждения и раздражения. М.-Л., 1940, 252 с.
- Озерецковская О.Л., Чаленко Г.И. Сравнительное изучение раневой и естественной перидермы клубня картофеля. /Биохимия иммунитета и покоя растений, М., Наука, 1969, с.70-82.
- Перера М.Р. Особенности формирования очагов и вредоносности картофельной моли (*Phthorimaea operculella* Zell.) при осуществлении системы мероприятий по борьбе с ней в Краснодарском крае. Автореф. канд. дисс. М., 1992, 23 с.
- Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. М., Высшая школа, 1960, 206 с.
- Сикура А.И., Жимеринкин В.Н., Симчук П.А., Симчук Г.В. Для борьбы с картофельной молью. /Защита растений, 12, 1983, с.22.
- Сикура А.И., Симчук П.А. Картофельная моль (Приложение к журналу "Защита растений"), М., 1989, с.65.
- Справочник по вредителям, болезням растений и сорнякам, имеющим карантинное значение для территории Российской Федерации. Нижний Новгород, Арника, 1995, 231 с.
- Уголев А.М. Эволюция пищеварения и принципы эволюции функций. Л., Наука, 1985, 269 с.
- Фурст Г.Г. Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей. М., Наука, 1979, 155 с.
- Харченко В.Н. Биоэкологические особенности картофельной моли в Краснодарском крае и меры борьбы с ней. Автореф. канд. дисс., М., 1996, 21 с.
- Шапиро И.Д. Иммунитет полевых культур к насекомым и клещам. Л., ЗИН АН СССР, 1985, 321 с.
- Шапиро И.Д., Вилкова Н.А. Самозащита растений от вредителей. Новая глава иммунологии. /Будущее науки: Международный ежегодник, М., Знание, 14, 1981, с.244-261.
- Шапиро И.Д., Вилкова Н.А., Нефедова Л.И., Иващенко Л.С., Васильев С.В. Практикум по иммунитету растений к вредителям. Л., ЛСХИ, 1989, 182 с.
- Шиняева Л.И. Влияние димилина на картофельную моль *Phthorimaea operculella* Zeller. /IX съезд Всесоюзного энтомологического общества. Тез. докл., Киев, Наукова думка, 2, 1984, с.296.

PATHOGENESIS OF POTATO TUBE TISSUES DAMAGED
BY THE POTATO TUBEWORM
(*PHTHORIMAEA OPERCULELLA* ZELL., LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)

T.M.Yusupov

Under laboratory conditions, a comparative study of tuber tissue pathogenesis was carried out in two potato varieties damaged by potato tubeworm. The varieties Svitanok Kievskiy and Nicola differed in some tuber morphological characters (quantity of eyes, their bedding depth, morphometric structure of starch grains) and degree of their damage by potato tubeworm. The variety Svitanok Kievskiy was distinct in having a smaller quantity of eyes, prevalence of large starch grains in parenchyma cells and increased resistibility to destruction of tissues. In this variety, immune reactions were observed to be amplified and, as a consequence, the pest less damaged it. Thus, the rate of wound periderm formation was at least 3 times as high as in the variety Nicolas that did not reveal such a performance of the above characters and was strongly damaged by the pest.

STUDY ON EVALUATION OF BAKANAE DISEASE RESISTANCE OF RICE CULTIVARS IN HEILONGJIANG PROVINCE

Ji Hongping*, **Lin Peili***, **Li Yong***, **Li Jing***, **Zhen Hongjie***, **Wu Bingzhi***,
Li Shuxian**, **Zhang Jingbin****, **Zhang Xianfang****

**Plant Protection Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin*

***Plant Protection Station of Jiamusi City, Jiamusi*

The bakanae disease resistance of 40 rice cultivars and breeding lines in Heilongjiang province were evaluated by inoculation at germinative and anthesis periods. The result showed that 6 cultivars including Ha 80-4-1, Songjing No 2 etc were resistant to the disease. 6 accessions including Dongnong 415, Hejiang 21 etc were susceptible or moderate susceptible to the disease. While 15 accessions including Dong 8613, Longhua 046 etc were resistant or moderate resistant to the disease in both of the two inoculation periods.

Bankanae is one of common diseases in rice production. The disease resistance is different among the varieties. In this

study, we evaluated the disease resistance of rice cultivars and breeding lines adapted in Heilongjiang.

Materials and Method

1. Pathogen. The pathogen of rice bakanae disease (*Fusarium moniliforme*) was isolated and purified from a rice cultivar Dongnong 415. The isolate was cultured at 26-28°C in PDA media for ten days before stored in refrigerator.

2. The Method of Inoculation. Inoculation Method in Germinative Period. Seeds of cultivars and breeding lines were soaked with 50% Carbendazim at the concentration of 0.5% for 3 days. And then washed with tap water before accelerating germination. Blend the germinating seeds with the pathogen spore suspension and its media, as soon as the seed just start the germination. A bevel media in 15 cm long tube was used to blend with 10 g seeds.

The inoculated seeds were sown on the prenursery tray and kept them at the temperature of 26-30°C before emergence and kept soil moisture before three-leaf stage.

Inoculation Method in Anthesis Period. The procedure of seed treating, accelerating germination and sowing as mentioned above. After a month of raising seedlings, transplant the seedlings into big plastic

pots. 3 pots were needed for each cultivar. When 4/5 of the main spike emerged from the flag leaf sheath, the spike was soaked with spore suspension at the concentration of 200 spores per 8×15 visual field, and kept moisture of the inoculated spike with vegetable parchment bag for 36 hours.

3. Investigation Standard. The percentage of excessive plants was investigated at three-leaf stage in the inoculation method of germinative period and disease index was obtained at the stage of yellow ripeness in the inoculation method of anthesis period.

The standards are as follow:

Grade 0: no disease spot on main spike.

Grade I: disease spot area on main spike is less than 1/4.

Grade II: disease spot area on main spike is 1/4 - 1/2.

Grade III: disease spot area on main spike is 1/2 - 3/4.

Grade IV: disease spot area on main spike is more than 3/4.

The evaluation standard of the disease resistance is presented in table 1.

Table 1. Investigation standard of the disease resistance of rice cultivars inoculated in germination and anthesis periods

Disease Resistance	Grade	Percentage of excessive plants inoculated in germination period	Disease index of cultivars inoculated in anthesis
R	1	<5	<15
MR	2	5.1-10	15.1-25
MS	3	10.1-15	25.1-35
S	4	>15	>35

Result and Analysis

40 rice cultivars and breeding lines were inoculated to evaluate the disease resistance within two years. In the experiment, no immune cultivar was found (table 2). 15% of the tested accessions including Ha 80-4-1, Songjing No.2, Nejiao 90-038, Song 88-12, Tengxi 140, Huinian were resistant to the disease in both inoculation periods. 37.5% of the tested accessions including Dong 8613, Longhua 046, B639, Longjing No.2 etc. performed resistance or moderate resistance. And 15% of the tested accessions

including Dongnong 415, Dongnong 417, Longhua 83-79, Hejiang 21, Nenjiang 90-47. Ha 80-4 showed susceptible or moderate susceptible, meanwhile 13 varieties demonstrated different resistance with the inoculations at germinative and anthesis periods. The result of disease resistance evaluation could support the rice production with useful information of variety resistant resources. The data is also valuable for breeder resistant varieties to use as crossing parents.

Table 2. The resistance evaluation result of bakanae disease of rice

Cultivars	Disease Resistance		Cultivars	Disease Resistance	
	germination	anthesis		Germination	anthesis
Ha 80-4-1	R	R	Hejiang 23	MR	MR
Songjing No.2	R	R	Songxuan No.5	MR	R
Nenjiao 90-038	R	R	Songnian 88-1	R	MR
Song 88-12	R	R	Tong 24-1	MR	R
Tengxil 40	R	R	Xiuling	R	MR
Huinian	R	R	Ha 81-8-2-3	K	MR
Dongnong 415	S	S	Longhua 106	MR	MS
Dongnong 417	S	S	Longza 891	MS	R
Longhua 83-79	MS-	MS	Longza 8305-3	MS	R
Hejiang 21	MS	MS	Longza 8304	MS	MR
Nenjiao 90-47	MS	S	Ha 88-14	MR	S
Ha 80-4	MS	MS	Mu 541	K	MS
Dong 8613	MR	MR	Mudanjiang 17	MS	MR
Longhua 046	R	MR	Mujiaoll 8195-12	S	MR
B 639	MR	R	Mujiao 81-1078	MR	MS
Longjing No.2	R	MR	Hejiang 19	MR	MS
Ha 647-4	MR	R	Nenjiao 90-042	MR	MS
Mudanjiang 18	MR	MR	Nenjiao 85-15	R	S
Hejiang 14	MR	R	Nenjiao 90-37	MR	MS
Hejiang 20	R	MR	Ha 88-20	MR	MS

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ РИСА К ФУЗАРИОЗУ В ПРОВИНЦИИ ХЕЙЛОНГДЖАНГ

*Ji Hongping, Lin Peili, Li Yong, Li Jing, Zhen Hongjie, Wu Bingzhi,
Li Shuxian, Zhang Jingbin, Zhang Xianfang*

Изучена устойчивость 40 сортов и селекционных линий риса к фузариозу (возбудитель *Fusarium moniliforme*). Инокуляцию растений проводили в период прорастания семян и в фазу колошения. Выявлено 6 сортов устойчивых и 6 сортов восприимчивых к болезни. 15 образцов были устойчивы или средне устойчивы в зависимости от периода, когда проводилась инокуляция растений риса.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ РЖАВЧИНЫ ПШЕНИЦЫ К ФУНГИЦИДАМ

Г.В.Волкова

Всероссийский НИИ биологической защиты растений, Краснодар

Описан метод определения устойчивости к фунгицидам ржавчинных грибов. Метод основан на выявлении реакции урединиоспор на серию концентраций изучаемых фунгицидов. Описаны необходимые оборудование и материалы, методы сбора биоматериала с помощью технических устройств и вручную, особенности закладки опытов и инкубирования проб.

Возбудители ржавчинных болезней пшеницы распространены практически повсеместно и занимают из года в год доминирующее положение в составе патогенных комплексов, лимитирующих урожайность культуры в сельскохозяйственных регионах России. Инфекционное начало (урединиоспоры) ржавчинных грибов распространяется воздушными потоками на десятки и сотни километров. При благоприятных для развития болезни погодных условиях массовое поражение посевов зерновых культур может охватывать значительные площади, принимая характер разрушительных эпифитотий: потери урожая могут достигать 30-50% (Санин, 1998). Радикальным приемом защиты от ржавчины является применение фунгицидов. Однако в ряде случаев отмечено возникновение устойчивости у ржавчинных грибов к применяемым препаратам. Так, установлено развитие резистентности возбудителей ржавчинных болезней в полевых или лабораторных условиях у *Puccinia graminis* Pers. к каптану (Поляков, Менде, 1965), у *P. striiformis* West. к байлетону (Волкова, 1997) и др. В связи с этим остро стоит вопрос о своевременном выявлении резистентности ржавчинных грибов к применяемым препаратам. Для этого необходима разработка методов определения резистентности. Предлагаемый метод базируется на оценке реакции урединиоспор ржавчинных грибов на серию концентраций изучаемых фунгицидов.

Для проведения исследований требуется следующее оборудование и материалы: стерильный бокс, камера искусственного климата, холодильник, термостат, камера для обработки растений

фунгицидом, компрессор, лабораторная распылительная установка, весы, микроскоп, лупа, кюветы, изоляторы стеклянные, эксикаторы, скальпель, пульверизатор, прибор для отбора проб воздуха, химическая посуда. Химические реактивы: гидрозид малеиновой кислоты, аденин, глутатион, метионин, этанол-реактиват, раствор Кнопса, фунгициды.

Сбор биоматериала может проводиться с помощью технических средств или вручную.

Отбор проб спор ржавчины с помощью технических средств осуществляют из воздушной среды при переносе инфекции либо непосредственно с пораженных растений с помощью технических устройств. Так, дистанционный мониторинг ржавчинной инфекции можно вести с помощью приборов ПАЗР-1АМ (прибор авиационной разведки засоренности атмосферы) или МАП (малогабаритный авиационный прибор). Приборы оснащены устройствами, позволяющими осаждать выделенные из воздушной среды споры ржавчины на изолированные листья пшеницы (рис.1).

Отбор проб спор ржавчины из воздуха вблизи пораженных посевов можно проводить также с помощью автомобильного пробоотборника ПВА-3 (прибор устанавливается на автомашине типа УАЗ-452). Отбор ведут во время движения автомобиля со скоростью 30-70 км/ч. Рекомендуется отбирать пробы с подветренной стороны контролируемого поля. Продолжительность отбора устанавливается при помощи реле времени с пульта управления прибором (Соколов и др., 1994). После завершения работы образцы доставляют в лабораторию.

С пораженных растений отбор проб спор ржавчины проводят с помощью портативных устройств (рис.2) и ловушек (рис.3). Устройства снабжены встроенным аспиратором и портативным источником

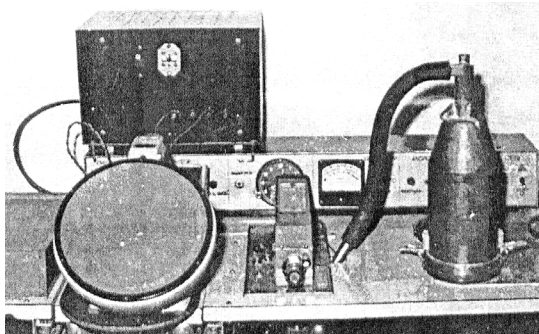


Рис. 1. Устройство для осаждения спор фитопатогенных грибов на изолированные листья растений в приборе ПАЗР-1АМ

Вручную сбор биоматериала осуществляют на производственных посевах, где обнаружено развитие ржавчины. Пробы берут рендомизированно в 10 точках зараженного массива. Удаление точек друг от друга 50 м. Каждая проба состоит не менее чем из 10 инфицированных патогеном листьев. Отобранные пробы помещают в бумажные мешки и доставляют в лабораторию.

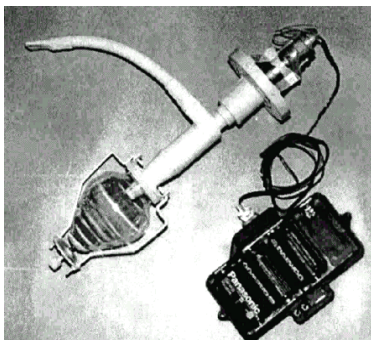


Рис. 3. Устройство для сбора биоматериала в стеклянный контейнер

Для проведения дальнейших исследований спорую суспензию готовят за 30 мин до начала опыта. В пробирку или чашку Петри стряхивают с листа споры ржавчины, наливают небольшое количество

электропитания. Перед отбором проб входные элементы и контейнеры для биоматериала протирают спиртом. Собранный биоматериал доставляют в лабораторию.

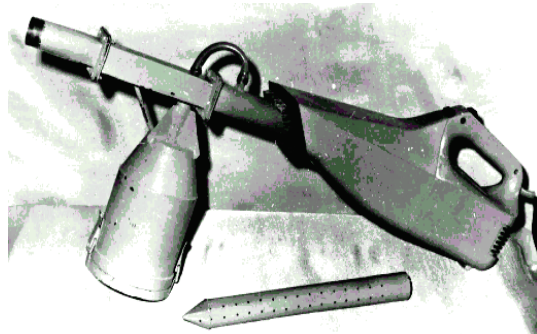


Рис. 2. Переносной пробоотборник ЛСИ-2

ство стерильной дистиллированной воды с твином 21 (0.01%) и тщательно взбалтывают. Для инокуляции можно также использовать смесь спор с тальком (1:20). Инфекционная нагрузка - 50 тыс. жизнеспособных спор в 1 мл воды. Для этого сначала определяют с помощью камеры Горяева исходную концентрацию споровой суспензии, а затем разбавляют водой для получения нужной концентрации и снова контролируют с помощью камеры Горяева.

Раствор фунгицида готовят следующим образом: к отвшенному количеству препарата добавляют воду небольшими порциями и тщательно все перемешивают до получения однородной массы. Затем при постоянном помешивании доливают недостающее количество воды. Для расчета приготовления самого концентрированного из нужных растворов используют формулу:

$$x = a \cdot v/p,$$

где v - необходимый для опыта объем раствора, мл; a - содержание действующего вещества в заданном растворе, %; p - содержание действующего вещества в исходном препарате, %.

Растворы разных концентраций готовят методом разбавления. Опыт должен

включать не менее 5-6 концентраций фунгицида.

Опыты можно проводить на изолированных листьях или на целых растениях.

Для выращивания растений используют 0.5 л вазоны, их наполняют почвенным субстратом (2/3 почвы и 1/3 перегноя с добавлением 5% речного песка). После увлажнения проводят посев наклюнувшимися семенами из расчета 10-15 растений на 1 вазон. Затем вазоны помещают в теплицу или камеру искусственного климата с температурой 18-25°C и освещенностью не менее 10 тыс. лк. Когда высота проростков достигает 2 см, в почву вводят 1% раствор гидразида малеиновой кислоты (50 мл на 1 вазон). Растения выращивают до полного раскрытия листа. Затем часть вазонов с растениями обрабатывают фунгицидом в различных концентрациях (для одной концентрации используется 30-50 растений). Необработанные растения служат контролем. Через 2 суток листья срезают и раскладывают на питательную среду, которая включает 5-10% раствор кинетина - 1 мл/л, 5-10% растворы аденина, глутатиона, метионина по 10 мл/л каждого, агар-агар - 10 г/л. Агаризованные среды готовят на выщелоченном агаре. Кинетин, аденин, глутатион, метионин вводят в среду после охлаждения ее до 50°C. Готовые среды в стерильных условиях разливают в чашки Петри слоем 0.8-1 см. Листья раскладывают горизонтально, нижней стороной к питательной среде. Концы листьев помещают в агаризованную среду. В одни чашки помещают листья, обработанные фунгицидом, в другие - необработанные. Повторность опыта - 3-5-кратная. Одна повторность - чашка Петри с 10 листьями.

Поскольку ржавчины являются облигатными паразитами, оценку чувствительности к фунгицидам можно проводить на целых растениях. Для этого растения выращивают до фазы настоящих листьев. Далее одну партию обраба-

тывают фунгицидом в различных концентрациях, другая - контрольная, без обработки.

Повторность опыта - 3-5-кратная. Одна повторность - 10 растений.

Помещенные в чашки Петри листья растений или целые растения инокулируют, опрыскивая инфекционной взвесью из расчета 0.5 мл на 1 растение. После инокуляции чашки Петри или целые растения на 20-24 ч ставят во влажную камеру при 20-22°C, затем переносят в теплицу или в камеру искусственного климата, где поддерживают условия: освещенность 10-12 тыс. лк., относительная влажность 70-80%, температура - для бурой ржавчины 18-20°C, для желтой ржавчины 16-18°C, для стеблевой ржавчины 20-22°C.

В случае, когда отбор проб осуществляют с помощью технических средств, доставленные в лабораторию чашки Петри с листьями опрыскивают водой, после чего их переносят в камеру искусственного климата, крышки на чашках слегка приоткрывают. В камере поддерживают необходимые условия (см. выше).

Оценку пораженности листьев ржавчиной проводят на 5-7 сутки после проявления болезни. Тип реакции устанавливают с помощью модифицированной шкалы: Стекмана и Левина - для стеблевой; Майнса и Джексона - для бурой; Гасснера и Штрайба - для желтой ржавчины (Stakman, Levine, 1922; Mains, Jackson, 1926; Gassner, Streib, 1932). Для определения интенсивности поражения растений бурой, стеблевой, желтой ржавчинами используют шкалу Петерсона и др. (Peterson et al, 1948). Для оценки параметров устойчивости используют графический метод «пробит-анализа» Миллера-Тейнтера (Беленький, 1963). Фактор резистентности вычисляют путем отношения $СК_{50}$ и $СК_{95}$ чувствительной к $СК_{50}$ и $СК_{95}$ исследуемой популяции. Чем выше фактор резистентности, тем устойчивее популяция к фунгицидам.

Литература

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

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

Поляков И.М., Менде В.Н. Адаптация грибов рода *Puccinia* к фунгицидам. /Химия в сельском хозяйстве, 1, 1965, с.34-37.

Санин С.С. Эпифитотиология ржавчин зерновых культур: моделирование, мониторинг, контроль. Автореф. докт. дисс. М., 1998, 95 с.

Соколов Ю.Г., Евсюков Н.А., Садковский В.Т. Рекомендации по применению средств контроля инфекции и параметров среды при защите растений от болезней. М., 1994, 34 с.

Gassner G., Straib W. /Arb. Biol. Reichsanst. Land u. Forstw, 20, 1932, p.141-163.

Mains E.B., Jackson H.C. /Phytopathol., 16, 1, 1926, p.89-120.

Peterson R.E., Campbell A.B., Hannah E.E. /Canad. J.Rev., 26, 1948, p.496-500.

Stakman E.C., Levine M.N. /Minnes. Agric. Exp. Stat. Tech. Bull. S., 1922, p.3-10.

METHOD FOR ESTIMATING THE RESISTANCE
OF THE WHEAT RUST PATHOGEN TO FUNGICIDES

G.V.Volkova

A method for estimating the resistance of cereals' rust pathogens to fungicides has been proposed. The method is based on the reaction of rust fungi spores to a series of fungicide concentrations. Ways of collecting spores in field conditions, peculiarities of the establishment of trials and incubation of samples have been described.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОМПЛЕКСА ГЕТЕРОТРОФНЫХ БАКТЕРИЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И АЗОБЕНЗОЛА

Н.Д.Конева

Всероссийский НИИ сельскохозяйственной микробиологии, Санкт-Петербург

Трансформация и деградация синтетических органических соединений, поступающих в почву, происходит, в основном, под воздействием микроорганизмов. Объектом наших исследований служил нерастворимый в воде пестицид азобензол. Установлено, что при внесении азобензола в почву не происходит изменения качественного состава гетеротрофных бактерий, но при этом наблюдается пространственное перераспределение микроорганизмов относительно частиц соединения в почве. Были выделены бактерии *Azotobacter* sp., *Beijerinckia* sp., *Bacillus polytuxa* и *Vac.cereus*. Показана их способность к трансформации азобензола в условиях кометаболизма в жидкой питательной среде.

Развитие сельского хозяйства и промышленности во всем мире отрицательно сказывается на состоянии биосферы. Попадая в окружающую среду, химические соединения способны вызывать нарушения нормальных циклов биологического круговорота веществ, включаться в цепи питания и, вследствие этого, аккумулироваться живыми организмами. Риск аккумуляции живыми системами особенно велик для гидрофобных соединений, которые, как правило, устойчивы к деградации и сохраняются длительный период в окружающей среде. Среди таких веществ одно из ведущих мест занимают азосоединения, включающие обширную группу азокрасителей для текстильной, пищевой, фармацевтической, косметической и лакокрасочной промышленности, а также пестициды и продукты трансформации ряда гербицидов - производных ароматических аминов. Некоторые из них обладают канцерогенными свойствами и представляют определенную опасность для экосистемы и здоровья человека. Вместе с тем, исследования взаимодействия азосоединений и микрофлоры почвы имеют эпизодический характер.

Ранее в модельных опытах нами было показано, что азобензол в концентрации 50 мг/кг не оказывает существенного влияния на численность и качественный состав гетеротрофных бактерий в почве (Конева, 1998, 1999). На протяжении двух месяцев разнообразие бактериального

комплекса почвы, которое оценивали по изменению индекса видового богатства и индекса Шеннона, увеличивалось. Однако спустя 4 месяца инкубации в варианте с азобензолом индекс Шеннона был ниже, чем в контроле, что говорит об изменении в структуре бактериального комплекса и снижении его разнообразия.

Поскольку азобензол нерастворим в воде, а распределение его в почве имеет дискретный характер, было изучено влияние азобензола на топографию распределения микроорганизмов в почве (Конева, Kruglov, 2000). Пространственное распределение микроорганизмов изучали методом стекол обрастания Н.Г.Холодного в модификации А.В.Рыбалкиной и Е.В.Кононенко. Установлено, что азобензол оказывает существенное влияние на пространственное перераспределение микроорганизмов, которое проявляется в концентрации вокруг частиц азобензола специфической микрофлоры, устойчивой к этому соединению. При этом преимущественное развитие получают различные бактериальные виды микроорганизмов. Постепенно происходит массовое обрастание частиц азобензола бактериальными клетками, постепенное расслоение и исчезновение частиц.

Цель настоящей работы - изучить влияние азобензола на комплекс гетеротрофных бактерий почвы и оценить возможность микробной деградации азобензола.

Объекты и методы исследования

Оценка воздействия азобензола на выделенные штаммы микроорганизмов была произведена с использованием металлического репликатора. Разложение азобензола изучали в жидкой культуре бактерий на минеральной среде Александра для бацилл и Эшби для азотфиксирующих бактерий, в которые вносили 1% спиртовой раствор азобензола из расчета 200 мг/л среды. Культивировали в стеклянных колбах емкостью 250 мл на качалках при 100 об/мин и температуре +28°C. Периодически из культуральной

жидкости отбирали пробы для анализа.

Азобензол экстрагировали из культуральной жидкости двойным объемом бензола. Определение азобензола и возможных продуктов его трансформации - анилина, фенола, гидрохинона, хингидрона, р-оксибензойной кислоты и резорцина в пробе проводили методом тонкослойной хроматографии на пластинах с селикагелем Silufol. Концентрацию азобензола определяли путем прямой колориметрии бензольного экстракта на фотоэлектроколориметре при 440 нм.

Результаты исследований и обсуждение

В процессе работы из почвы были выделены штаммы гетеротрофных бактерий *Arthrobacter globiformis*, *Arth. uratoxydans*, *Bacillus megaterium*, *Bac. cereus*, *Bac. polymyxa*, *Bac. licheniformis*, *Curtobacterium* sp., *Micrococcus varians*, *Pseudomonas facilis*, *Ps. stutzeri* и *Xanthomonas campestris*. Со стеклов обрастания были выделены бактерии pp. *Beijerinckia*, *Azotobacter*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Flavobacterium* и *Arthrobacter*.

Была исследована реакция чистых культур гетеротрофных бактерий в ответ на внесение в питательную среду азобензола. С этой целью использовали метод репликаций. Отмечено, что азобензол в дозе 10 мг ингибировал рост *Arth. globiformis*, *Mic. varians*, *X. campestris* и *Arth. uratoxydans*. Рост *Bac. polymyxa*, напротив, усиливался в присутствии азобензола. При этом при росте на среде с азобензолом наблюдалось окрашивание колоний некоторых видов бактерий, выделенных из почвы, в желто-оранжевый цвет.

При дозе азобензола 15 мг на чашках Петри наблюдали рост 11 из 25 штаммов, относящихся, главным образом, к роду *Bacillus*. Все они, за исключением *Bac. polymyxa*, обнаруживали изменение цвета колоний до ярко-оранжевого, в ряде случаев усиливалось выделение слизи. Окрашивание наблюдалось даже тогда, когда азобензол располагался на

дисках фильтровальной бумаги под слоем агара и не имел прямого контакта с микроорганизмами. С помощью качественной реакции с хлоридом олова было показано наличие азобензола в колониях бактерий. Последнее показывает, что азобензол способен диффундировать через гель и аккумулироваться в культуре микроорганизмов.

Ввиду того, что это соединение имеет метастабильные свойства и может переходить в газообразное состояние, нами была оценена способность бактерий к поглощению азобензола из газообразной фазы. С этой целью после посева бактериальных культур методом репликаций 100 мг порошка азобензола насыпали на дно крышки чашки Петри, после чего чашки инкубировали в перевернутом виде. Установлено, что азобензол, как фуригант, может передвигаться в воздушной среде, выпадать в виде кристаллов на стенках чашки Петри и адсорбироваться бактериальными колониями, что имеет существенное значение при анализе транслокации азобензола в такой гетерогенной среде как почва и роли микроорганизмов в этом процессе.

В связи с полученными результатами встает вопрос относительно способности микроорганизмов к трансформации азобензола. Для исследования было отобрано 2 штамма споровых бактерий *Bac. cereus* и *Bac. polymyxa*, выделенные при

изучении сукцессии, а также изолированные со стеклов обрастания *Azotobacter* sp. и *Beijerinckia* sp. Разложение азобензола изучали в жидкой культуре бактерий на минеральной среде Александера для бацилл и Эшби для азотфиксирующих бактерий, содержащих 200 мг азобензола/л среды. В отсутствие энергетического материала рост бактерий на этих средах не осуществлялся.

В жидкой культуре на полноценной среде с глюкозой с добавлением азобензола наблюдался интенсивный рост спорообразующих бактерий, который не отличался от контрольного варианта опыта. Последнее также доказывает, что азобензол не токсичен для этих микроорганизмов. Результаты анализа азобензола в культуральной жидкости представлены на рисунке, из которого видно, что в процессе роста бактерий происходит интенсивное разложение азобензола. Содержание его в культурах *Vac.cereus* и *Vac.polymyxa* на 14 сутки снижается на 47% и 33%.

При выращивании *Azotobacter* sp. и *Beijerinckia* sp. в жидкой культуре на среде с маннитом в присутствии азобензола значительного влияния на рост бактерий отмечено также не было. Происходило снижение концентрации азобензола, соответственно, на 30% и 25% (рис.).

Полученные данные свидетельствуют о том, что выделенные почвенные бактерии при наличии энергетического материала способны разлагать азобензол. По имеющимся источникам можно предположить, что ключевым моментом деградации азобензола является разрыв двойной связи между двумя атомами азота в молекуле с образованием моноароматических производных, что было показано в целой серии работ, посвященных анаэробной де-

градации (Pesti-Grigsby et al.,1992).

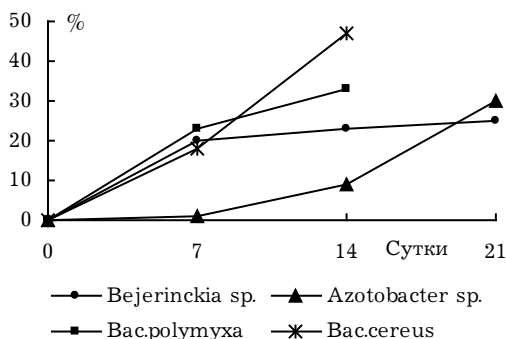


Рис. Разложение азобензола (%) в культуре бактерий

Нами были проанализированы экстракты бактериальных культур на содержание возможных продуктов трансформации азобензола на наличие анилина, фенола, хингидрона, резорцина, р-оксибензойной кислоты и гидрохинона с использованием метода тонкослойной хроматографии на силикагеле. На хроматограммах в экстрактах *Azotobacter* sp. и *Vac.polymyxa* после инкубации культур в течение недели было обнаружено пятно, по Rf и окраске наиболее близкое к свидетелю-гидрохинону. Других возможных продуктов разложения азобензола не наблюдали ни в одном из экстрактов.

Из проведенного исследования можно сделать вывод, что почвенные бактерии способны к деградации азобензола. Важно подчеркнуть участие в этом процессе азотфиксирующих микроорганизмов. При этом разрушается хромофорная группа этого соединения, что говорит о разрыве двойной связи между атомами азота в молекуле.

Литература

Конева Н.Д. Влияние азобензола на структуру бактериального комплекса дерново-подзолистой почвы. /Микробиология почв и земледелие. Тез. докл. Всерос. конференции, Санкт-Петербург, 13-17 апреля 1998 г. СПб., 1998, с.89.

Конева Н.Д. Взаимодействие азобензола и микрофлоры почвы. /Материалы ежегодной рабочей сессии Учебно-научного центра "Экологический мониторинг природной среды". СПб., 1999, с.34-35.

Koneva N., Kruglov Yu. Azobenzene and

Soil Microflora Interaction. /The 3 International Symposium on Environmental Aspects of Pesticide Microbiology: Monheim, 22-27 July 2000. Monheim, 2000, p.28.

Pasti-Grigsby M.B., Paszczynski A., Goszc-

Вестник защиты растений. 3, 2001
zynski S., Grawford D.L., Grawford R.L. Influence of aromatic substitution patterns on azo dye degradability by *Streptomyces* spp. and *Phanaerochaete chrysosporium*. /Appl. and Environment. Microbiol., 5, 1992, p.3605-3613.

INTERACTION BETWEEN THE COMPLEX OF HETEROTROPHIC BACTERIA OF THE SOD-PODZOL SOIL AND AZOBENZENE

N.D.Koneva

The transformation and degradation of synthetic organic compounds coming into the soil depend largely on microbial activity. Most pesticides used in agriculture are hydrophobic and, consequently, often resist microbial decomposition. For this reason, they may persist in nature for a disturbingly long time.

Azobenzene, a water insoluble pesticide, was the subject of our study. Azobenzene is an orange-coloured crystalline substance that has both acaricide and insecticide effects.

Having analysed the azobenzene and soil microflora interactions, it can be concluded that the spatial distribution of microorganisms was strongly affected by azobenzene. As a result, a specific microflora was formed that concentrated around and on the surface of the azobenzene particles.

From the soil and glass slides, the following bacteria were isolated: *Azotobacter* sp., *Bejerinckia* sp., *Bac. polyxyma* and *Bac. cereus* that have been shown to be able to transform azobenzene in liquid culture with the presence of a degradable carbon source (glucose, mannitol). It was demonstrated that bacteria germinating on the surface of azobenzene crystals in the soil, degrade these in co-metabolism conditions.

УДК 633.16:632.38

ИЗУЧЕНИЕ ШТАММОВОГО СОСТАВА ВИРУСА ЖЕЛТОЙ КАРЛИКОВОСТИ ЯЧМЕНЯ

Т.Б.Кастальева, К.А.Можаева, Т.Я.Васильева

Всероссийский НИИ фитопатологии, Большие Вяземы Московской области

Определение штаммового состава вируса желтой карликовости ячменя (ВЖКЯ) проводили с использованием разработанных совместно с ИБХ им. М.М.Шемякина и Ю.А.Овчинникова диагностикумов для иммуноферментного анализа (ИФА) (Ерохина, 1995; Кастальева и др., 1996). Диагностикумы получены на основе моноклональных антител при использовании гибридомной технологии и позволяют выявлять PAV и RPV штаммы, относящиеся к разным серологическим подгруппам ВЖКЯ. Для определения MAV, SGV, RMV и частично PAV и RPV штаммов ВЖКЯ были использованы диагностикумы фирмы AGDIA Inc. Состав штаммов определяли в препаратах ВЖКЯ, выделенных в 1992-1998 гг. из естественно инфицированного материала (листья овса и ячменя), а также в растениях злаков (зерновые культуры, травы, сорняки). Образцы злаков были собраны во время обследований или получены со станций защиты растений и НИИ России. Методика проведения ИФА опубликована в сборнике ВИЗР (Васильева и др., 1998).

В таблице 1 отражены результаты работы, проведенной в основном в 1998-1999 гг. и частично - в 1993-1995 гг.

Представленные данные позволяют сделать следующие выводы о штаммовом составе ВЖКЯ в Европейской части РФ.

- Во всех регионах наиболее распространены PAV и RPV штаммы ВЖКЯ, переносчиками которых являются тли *Macrosiphum avenae* и *Rhopalosiphum padi*.

- MAV штамм ВЖКЯ отмечен в центральных регионах России. В более северных регионах и в Краснодарском крае этот штамм также может присутствовать, поскольку его переносчик тля *M.avenae* имеется в этих регионах.

- SGV штамм ВЖКЯ нами обнаружен почти во всех обследованных регионах. В Северо-Кавказском регионе выявление его не проводилось, но наличие его можно предполагать, так как здесь есть его переносчик тля *Schizaphis graminum*.

- RMV штамм ВЖКЯ выявлен в более южных регионах РФ, в Поволжье и Краснодарском крае, где встречается его переносчик тля *Rhopalosiphum maidis*. Этот штамм вероятно встречается и в Центрально-Черноземной зоне.

Таблица 1. Штаммовый состав ВЖКЯ в основных регионах Европейской части России

Регион	Область	Штаммы
Северный	Архангельская, Вологодская	PAV, RPV*
Северо-Западный	Ленинградская	PAV, RPV, SGV
Центральный	Брянская, Владимирская, Московская, Смоленская, Тверская	PAV, RPV, MAV, SGV
Волго-Вятский	Кировская	PAV, RPV, SGV
Центрально-Черноземный	Тамбовская	PAV, RPV, MAV, SGV
Поволжский	Пензенская, Саратовская	PAV, RPV, MAV, SGV, RMV
Северо-Кавказский	Краснодарский край	PAV, RPV, RMV

*Определялись только PAV и RPV штаммы.

Достоверные данные по частоте встречаемости того или иного штамма ВЖКЯ можно получить только при анализе значительного количества образцов в течение нескольких лет. Такая работа была проведена нами в Московской области по наиболее распространенным штаммам ВЖКЯ: PAV и RPV. В других

регионах ежегодные обследования не проводились, образцы на анализ поступали нерегулярно. ИФА позволил выявить здесь наличие того или иного штамма, но образцов было недостаточно, чтобы получить объективные данные по частоте встречаемости.

В таблицах 2 и 3 представлен штаммовый состав ВЖКЯ и его изменения во время вегетационных сезонов. В Московской области, как, вероятно, и во всем Центральном регионе, наиболее распро-

странен PAV штамм ВЖКЯ. В среднем за 4 года выявлено 62.4% образцов серых хлебов, пораженных этим штаммом, и 39.9% RPV штаммом. Аналогичные данные были нами получены и в 1994 году при анализе большого количества образцов овса и ячменя в НПО "Подмосковье" Одинцовского района: PAV штамм ВЖКЯ был обнаружен в 59.5%, а RPV - в 32.6% образцов. Следует отметить, что RPV штаммом больше поражается овес, чем ячмень.

Таблица 2. Частота встречаемости PAV и RPV штаммов ВЖКЯ
Московская область, 1996-1999

Штамм, уровень поражения	1996	1997	1998	1999	1996-1998	1996-1999
Проанализировано образцов, шт.	46	72	52	164	170	334
В т.ч. инфицировано ВЖКЯ, шт.	26	28	33	126	87	213
%	56.5	38.9	63.4	76.8	51.2	64.7
Инфицировано PAV штаммом, шт.	21	26	23	63	70	133
%	80.1	92.8	69.7	50.0	80.4	62.4
Инфицировано RPV штаммом, шт.	17	14	21	33	52	85
%	65.4	50.0	63.4	26.2	59.7	39.9

Таблица 3. Пораженность образцов овса и ячменя разными штаммами ВЖКЯ
Московская область, 1999

Культура, способ использования	Проанализировано образцов				Штаммовый состав, %			
	всего	наличие ВЖКЯ		MAV	SgV	PAV	RPV	
		шт.	%					
Овес на зерно	56	29	51.8	44.8	41.4	62.1	41.4	
Овес на зеленый корм	14	12	85.4	66.6	75.0	58.3	50.0	
Ячмень на зерно	80	60	75.0	61.2	80.0	63.3	18.3	
Ячмень на зеленый корм	4	4	100	50.0	75.0	100	75.0	
Итого	154	105	68.2	57.1	68.6	63.8	30.4	

По сравнению с 1996-1998 годами в 1999 г. произошло значительное снижение пораженности зерновых культур PAV и RPV штаммами ВЖКЯ - на 30% и 33% соответственно. Объяснить это можно качественными изменениями в видовом составе тлей-переносчиков, что подтверждается значительной пораженностью в 1999 году яровых зерновых культур MAV и SGV штаммами. Изменения в численности и видовом составе тли были вызваны жаркой и сухой погодой. С третьей декады мая до 1 августа температура была выше на 4°C (20° и 16.2°C соответственно), а осадков выпало в 2 раза меньше (81.8 и 178 мм) по сравне-

нию со средними многолетними данными.

Известно, что штаммовый состав ВЖКЯ может отличаться не только в разные вегетационные сезоны, но и в течение одного сезона в результате изменения численности и видового состава тлей-переносчиков, их вирофорности, состояния очагов инфекции.

Данные Ротамстедской станции 1984-1991 гг. свидетельствовали о том, что здесь в среднем за эти годы весной-летом преобладал MAV штамм (62%), RPV штамма было меньше - 9.5%. Осенью, наоборот, на долю RPV штамма приходилось 50%, а MAV штамма - всего 9.1%. PAV штаммом ВЖКЯ весной-летом

было поражено 28% образцов, а осенью - 40.9% (Plumb,1995).

В 1999 году в Московской области нам также удалось наблюдать изменение штаммового состава ВЖКЯ во время вегетационного сезона. Как уже отмечалось, в целом ячмень и овес на зерно были меньше инфицированы ВЖКЯ, чем эти же культуры в посевах на зеленый корм. Помимо этого, наблюдались различия и в штаммовом составе. Овес в посевах на зерно (образцы собраны в июне-июле) был меньше инфицирован MAV и SGV штаммами, соответственно, на 44.8 и 41.4%, чем он же в посевах на зеленый корм (образцы собраны в сентябре-октябре), соответственно, на 66.6 и 75%. Пораженность овса PAV и RPV штаммами ВЖКЯ весной-летом и осенью была на уровне 50-60%. В эти же сроки ячмень на зерно был меньше инфицирован PAV и RPV штаммами (соответственно, на

63.3% и 18.3%), чем на зеленый корм (100 и 75%). Пораженность ячменя на зерно и зеленый корм MAV штаммом была на уровне 50-60%, а SGV - 75-80% (табл.3).

Как правило, овес и ячмень обычно поражаются не одним, а несколькими штаммами этого вируса. Например, в 1999 г. в Московской области одним штаммом было инфицировано 19.9% образцов ячменя и 36.2% овса, двумя штаммами - 30.1 и 45%, соответственно, тремя - 47.4 и 13.2%, а всеми четырьмя штаммами - не более 4.5% образцов этих культур.

Таким образом, уровень поражения серых хлебов тем или иным штаммом ВЖКЯ зависит от численности и состава популяции тлей-переносчиков, их вирусофорности, что определяется агроклиматическими условиями года, влияющими как на выживаемость тлей, так и на сохранение очагов инфекции, возможности ее распространения и накопления.

Литература

Ерохина Т.Н. Моноклональные антитела к вирусу желтой карликовости ячменя. Иммуноферментная тест-система для диагностики вируса. /Биоорганическая химия, 21, 4, 1995, с.35.

Васильева Т.Я., Ерохина Т.Н., Кастальева Т.Б., Можаяева К.А. Определение вируса желтой карликовости ячменя при помощи иммуноферментного анализа на основе моноклональных антител. /Сборник методических рекомендаций по защите растений. СПб., 1998,

с.242-245.

Кастальева Т.Б., Ерохина Т.Н., Васильева Т.Я., Можаяева К.А. Диагностика вируса желтой карликовости ячменя с помощью иммуноферментной тест-системы на основе моноклональных антител. /Докл. РАСХН, 5, 1996, с.19-21.

Plumb R.T. Epidemiology of barley yellow dwarf in Europe. /Barley Yellow Dwarf. 40 Years of Progress. APS Press, St. Paul, Minnesota, U.S.A., 1995, p.107-127.

НОВАЯ РАЗНОВИДНОСТЬ *APHANOMYCES EUTEICHES* DRECHS.

В.В.Котова

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

При исследовании болезней гороха в ряде зон России и ближнего зарубежья было установлено значительное распространение в посевах этой культуры опасного патогена - возбудителя корневой гнили *Aphanomyces euteiches* Drechs. (1925).

Изучение морфологии и биологии 400 изолятов гриба, выделенных из больных растений гороха в различных географических районах, выявило две формы: типичную для вида и новую, отличающуюся от исходной строением и биологическими особенностями. Эта форма многократно выделялась из пораженных растений гороха в Орловской, Нижегородской, Ульяновской областях РФ и в Винницкой области Украины. Стойкость признаков, сохраняющихся во многих генерациях, дает основание для описания ее в качестве новой разновидности *Aphanomyces euteiches* Drechs. var. *ramosum* Kot. var. *nova*.

Мицелий этой формы гриба на питательных средах субстратный и воздушный, шерстистый, представлен редко ветвящимися осевыми гифами, 9-12 мкм толщиной. Ветвление гиф боковое и дихотомическое. В отличие от типовой формы *A.euteiches*, у которой молодые конечные гифы прямые или слегка извилистые, достигающие в длину от 150 до 230 мкм, преобразующиеся в зооспорангии (рис.1), у новой разновидности гриба молодые конечные гифы сильно ветвятся, ветви отходят по прямому углом через каждые 45-80 мкм длины. Вторичные ветви 3-4 мкм толщиной преимущественно короткие. Концы их напоминают апрессории (рис.2). На мицелии нередко возникают большей частью интеркалярные хламидоспоры, достигающие в диаметре 18-25 мкм, способные прорасти сразу после формирования в росток мицелия. Зооспорангии не образуются, зооспоры отсутствуют.

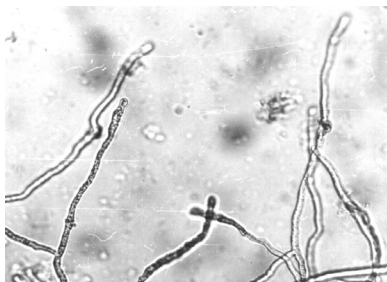


Рис.1. Конечные ветви - зооспорангии *A.euteiches*

Тип (Нижегородская область, областная опытная станция. 20.VIII 1978, В.В.Котова; Ульяновская область, ОПХ УСХИ, Н.А.Цветкова, 10.VIII 1982). Хранится во Всероссийском НИИ защиты растений в Санкт-Петербурге (образцы пораженных растений гороха с ооспорами).

Характер развития мицелия и наличие ооспор с двумя оболочками (собственной оболочки ооспоры и толстой, волнистой изнутри, оболочки оогония) указывает на принадлежность разновидности



Рис.2. Конечные ветви гиф *A.euteiches* var. *ramosum* v. *nova*

сти к *A.euteiches*.

От типового вида новая форма отличается редукцией бесполого спороношения и обильным ветвлением конечных гиф. Установлено, что азооспоровая разновидность чаще встречается на границе ареала вида *A.euteiches* при переходе его в засушливые зоны.

Литература

Jones F.R., Drechsler C. Root rot of peas in the United States caused by *Aphanomyces euteiches* (N.sp.). / J. Agric. Res., 30, 4, 1925, p.293-325.

РОССИЙСКО-ФИНСКИЙ СЕМИНАР ПО ПРОБЛЕМАМ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

В соответствии с протоколом о научно-техническом сотрудничестве между Всероссийским научно-исследовательским институтом защиты растений (ВИЗР) и Центром сельскохозяйственных исследований Финляндии (Agricultural Research Center of Finland (МТТ) 11-12 сентября 2001 г. на базе ВИЗР был проведен семинар по программе совместных исследований.

На семинаре было заслушано и обсуждено 12 научных докладов сотрудников ВИЗР и сотрудников МТТ.

С финской стороны были представлены доклады: мониторинг с использованием феромонов вредителей яблони, смородины, малины; разработка сетевого мониторинга и базы данных интегрированной защиты растений в закрытом грунте; мониторинг и прогноз развития фитофтороза в Северной Европе; генетическое картирование и оценка устойчивости ячменя к сетчатой пятнистости.

Специалистами ВИЗР были сделаны доклады: совместное использование биологически активных веществ и энтомофагов для защиты культур закрытого грунта от основных вредителей; мониторинг садовых вредителей с использованием феромонных ловушек; система интегрированной защиты овощных культур в закрытом грунте на северо-востоке России; оптимизация биоконтроля овощных культур в закрытом грунте; адаптивная изменчивость и территориальное распространение колорадского жука, генетика взаимодействия хозяина и патогена в патосистеме *Hordeum vulgare* (*Pyrenophora teres*).

В результате обсуждения докладов были определены направления совместных исследований на период до 2003 года.

По предложенной финскими коллегами теме "Разработка ИСЗ с использованием биологически активных веществ в защищенном грунте" планируется проведение следующих работ:

- тестирование степени привлекательности альтернативных источников пищи для хищного клопа *Orius laevigatus*,

- оформление совместного проекта на получение гранта ИНТАС.

По теме "Изучение молекулярно-генетических механизмов взаимодействия в системе *Hordeum vulgare* (*Pyrenophora teres*) исследования были начаты в 2001 г. после обсуждения планов на семинаре в МТТ (в 2000 г.).

В результате совместных оценок в условиях ВИЗР и МТТ были выделены образцы, перспективные для генетической детерминации устойчивости к сетчатой пятнистости и картирования генов на хромосомах ячменя. Эффективность выявленных доноров устойчивости в 2002 г. будет охарактеризована к различным популяциям *P.teres*.

Параллельно в ВИЗР и МТТ была проведена работа по скрещиванию изолятов *P.teres* и получены гибридные популяции гриба (коллекция моноаскоспоровых изолятов), которые будут использоваться для картирования хромосом гриба.

Планом совместных работ в области мониторинга и прогноза предусматривается решение следующих задач:

- создание компьютерной программы информационной карты мониторинга фитофтороза картофеля и передачи информации в Северо-Балтийскую систему Web-Blight,

- стандартизация методов отлова и технологии использования феромонов для мониторинга главнейших видов вредных чешуекрылых,

- работа над созданием совместных проектов в рамках Европейского сообщества (EU).

В сентябре 2002 г. запланировано проведение совместного семинара в Финляндии в Центре МТТ.

А.К.Лысов, О.С.Афанасенко



СВЕТЛОЙ ПАМЯТИ НАТАЛЬИ СЕРГЕЕВНЫ НОВОТЕЛЬНОЙ (1909-2001)

14 августа 2001 г. на 92-м году жизни скончалась авторитетный ученый в области микологии и фитопатологии, крупный специалист по низшим грибам, доктор биологических наук Наталья Сергеевна Новотельнова.

Н.С.Новотельнова родилась 30 сентября 1909 г. в г.Никольск Вологодской губернии в семье врачей. В 1926 г. она поступила в Ленинградский Государственный университет на физико-математический факультет (биологическое отделение), который закончила в 1932 г., получив профессию фитопатолога. В ВИЗР в лабораторию микологии и фитопатологии (тогда сектор общей фитопатологии) Н.С.Новотельнова пришла студенткой в 1930-1931 гг., когда еще работал профессор А.А.Ячевский. С 1932 по 1933 г. Н.С.Новотельнова работала в ВИЗР лаборанткой в секции экологии под руководством Н.А.Наумовой. Результаты ее исследований в те годы впоследствии вошли в монографию "Фитофторовые грибы".

В 1933 г. Н.С.Новотельнова становится аспиранткой Государственного рентгенологического, радиологического и ракового института, а затем до 1941 г. работает там же научным сотрудником в ботанико-микробиологической лаборатории. В 1944 г. научная деятельность Н.С.Ново-

тельновой возобновилась в Ленинградском научно-исследовательском санитарно-гигиеническом институте в отделе гигиены почв. В 1947 г. Н.С.Новотельновой была присвоена ученая степень кандидата биологических наук за монографию "Микрофлора сточных вод". С 1954 г. она работает ассистентом на кафедре общей фитопатологии Института прикладной зоологии и фитопатологии (ИЗИФ), где наряду с педагогической деятельностью выполняла обязанности ученого секретаря Ученого совета института.

В 1956 г. Н.С.Новотельнова возвратилась в ВИЗР и работала старшим научным сотрудником в лаборатории микологии им. проф. А.А.Ячевского по карантинной тематике, а затем становится руководителем группы по этой теме.

Решая поставленные задачи на высоком научном и методическом уровне, она достигла значительных результатов и внесла большой вклад в развитие теории возникновения и распространения новых болезней. Н.С.Новотельнова подвергла всестороннему исследованию новое опасное заболевание - ложную мучнистую росу подсолнечника. Ею был установлен возбудитель болезни - *Plasmopara helianthi* f. *helianthi*, изучены его таксономия и биология, что позволило обосновать сис-

тему мер борьбы с этим заболеванием.

В 1964 году Н.С.Новотельнова перешла на работу в лабораторию микологии Отдела низших растений Ботанического института АН СССР, где сохраняла интерес к защите растений, считая себя ученицей профессора Н.А.Наумова и глубоко почитая классиков отечественной микологии и фитопатологии - М.С.Воронина и А.А.Ячевского. Воспитанная на их трудах, она через всю жизнь пронесла любовь к своей профессии и к своим учителям, пропагандируя и развивая их идеи. Подтверждением тому являются ее труды, не потерявшие своей актуальности и в наши дни. Среди них монографии "Ложная мучнистая роса подсолнечника" (1966) и "Фитофторовые грибы" (1974) являются наиболее важными трудами Н.С.Новотельновой, которыми она внесла значительный вклад в науку.

Ею были написаны также книги совместно с коллегами БИН, такие как "Корневая и прикорневая гнили культурных растений, вызываемые низшими грибами" (1978) и "Пероноспорные грибы - патогены культурных растений. Справочник по диагностике и методам исследования" (1979), оказавшие большим подспорьем в работе для фитопатологов. Под руководством Н.С.Новотельновой и при ее активном участии был подготовлен значительный по объему и по разнообразию вошедших материалов труд "Порядок Peronosporales" для серии "Флора споровых растений СССР" (1985). Вместе с коллегами ВИЗР Н.С.Новотельнова активно участвовала в подготовке "Указателя возбудителей болезней сельскохозяйственных растений", который выдержал издания в 1966 и 1971 гг.

Работы Н.С.Новотельновой являются настольными книгами для фитопатологов, особенно подрастающего поколения исследователей, примером талантливого единения теории и практики и не менее талантливого изложения научного материала. Среди опубликованных Н.С.Ново-

тельновой работ имеются не только научные, но и научно-исторические труды. В 1994 г. была издана книга "Николай Александрович Наумов. Миколог, фитопатолог, педагог", написанная в соавторстве. В 2000 г. при непосредственном участии Н.С.Новотельновой вышла из печати книга - сборник научных трудов - "Профессор М.К.Хохряков. 1905-1990". В этом же году была переиздана издательством "Наука" значительно переработанная ею и дополненная книга, посвященная учителю - профессору Н.А.Наумову.

Н.С.Новотельнова - автор 17 новых таксонов грибов. У нее много достойных учеников и последователей. Широта взглядов и энтузиазм привлекали к ней молодежь. Она была принципиальным и одновременно терпеливым и благожелательным ученым - интеллигентом. Знание трех иностранных языков и высокий профессионализм позволяли Наталье Сергеевне легко налаживать деловые научные и дружеские контакты с учеными микологами и фитопатологами не только нашей страны, но и многих зарубежных стран.

Наталью Сергеевну отличало доброе и внимательное отношение к людям. Для всех у нее находились нужные слова поддержки и полезные советы. Последние полтора года жизни Наталья Сергеевна была прикована к постели, но она не бросила перо, мужественно продолжала работать до последних своих дней. "Ни дня без строчки!" - таков был ее девиз. Будучи тяжело больной, она нашла в себе силы и правила корректуру второго издания книги о Н.А.Наумове.

Кончина Натальи Сергеевны Новотельновой - большая утрата для отечественных ботаников и работников в области защиты растений. Светлая память о Наталье Сергеевне Новотельновой сохранится надолго в сердцах людей, кто ее знал и с кем она работала.

Друзья и коллеги

Содержание

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА РАЗВИТИЕ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ. <i>В.И.Танский, М.М.Левитин, Т.И.Ишкова, И.М.Соколов, Т.Ю.Гагжаева, Г.Н.Дормидонтова, Н.А.Цветкова</i>	3
ВОЗМОЖНОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ "PRECISION FARMING" НА ПРИМЕРЕ БОРЬБЫ С СОРНЯКАМИ. <i>Д.Шпаар, С.В.Сорока, Г.Вартенберг</i>	12
ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ НЕМАТОД СЕМЕЙСТВА STEINERNEMATIDAE (NEMATODA: RHABDITIDA). <i>В.С.Турицин, Л.Г.Данилов</i>	23
ДЕФОРМИРУЮЩАЯ МОЗАИКА РЕДИСА. <i>Л.И.Моисеенко, А.В.Крылов</i>	30
ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ИЗОЛЯТОВ FUSARIUM GRAMINEARUM РАЗЛИЧНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ К ФУНГИЦИДАМ. <i>Т.Ю.Гагжаева</i>	34
ВИРУС МОЗАИКИ АРБУЗА - НОВЫЙ ПАТОГЕН ДЛЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА РОССИИ, ПОРАЖАЮЩИЙ ТЫКВУ. <i>В.Ф.Толкач, Н.М.Чернявская, Р.В.Гнутова</i>	40
ПАТОГЕНЕЗ ТКАНЕЙ КЛУБНЯ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ПОВРЕЖДЕНИИ КАРТОФЕЛЬНОЙ МОЛЬЮ (PHOTORIMAEA OPERCULELLA ZELL., LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE). <i>Т.М.Юсупов</i>	46
STUDY ON EVALUATION OF BAKANAE DISEASE RESISTANCE OF RICE CULTIVARS IN HEILONGJIANG PROVINCE. <i>Ji Hongping, Lin Peili, Li Yong, Li Jing, Zhen Hongjie, Wu Bingzhi, Li Shuxian, Zhang Jingbin, Zhang Xianfang</i>	53
МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ РЖАВЧИНЫ ПШЕНИЦЫ К ФУНГИЦИДАМ. <i>Г.В.Волкова</i>	55
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОМПЛЕКСА ГЕТЕРОТРОФНЫХ БАКТЕРИЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И АЗОБЕНЗОЛА. <i>Н.Д.Конева</i>	59
<u>Краткие сообщения</u>	
ИЗУЧЕНИЕ ШТАММОВОГО СОСТАВА ВИРУСА ЖЕЛТОЙ КАРЛИКОВОСТИ ЯЧМЕНЯ. <i>Т.Б.Кастальева, К.А.Можжаева, Т.Я.Васильева</i>	63
НОВАЯ РАЗНОВИДНОСТЬ ARHANOMYCES EUTEICHES DRECHS. <i>В.В.Котова</i>	66
<u>Хроника</u>	
РОССИЙСКО-ФИНСКИЙ СЕМИНАР ПО ПРОБЛЕМАМ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ	67
СВЕТЛОЙ ПАМЯТИ НАТАЛЬИ СЕРГЕЕВНЫ НОВОТЕЛЬНОВОЙ (1909-2001)	68

CONTENTS

THE INFLUENCE OF FERTILIZERS ON THE DEVELOPMENT OF PESTS. <i>V.I.Tansky, M.M.Levitin, T.I.Ishkova, I.M.Sokolov, T.Yu.Gagkaeva, G.N.Dormidontova, N.A.Tsvetkova</i>	3
PROBLEMS OF ENVIRONMENTALLY SAFE PLANT PROTECTION WITHIN THE AMBIT OF THE PROGRAMME "PRECISION FARMING" ON THE EXAMPLE OF WEED CONTROL. <i>D.Shpaa, S.V.Soroka, G.Vartenberg</i>	12
ECOLOGICAL FEATURES OF ENTOMOPATHOGEN NEMATODES OF THE FAMILY STEINERNEMATIDAE (NEMATODA: RHABDITIDA). <i>V.S.Turitsin, L.G.Danilov</i>	23
DISTORTING MOSAIC OF RADISH. <i>L.I.Moiseenko, A.V.Krylov</i>	30
SUSCEPTIBILITY TO FUNGICIDES IN <i>FUSARIUM GRAMINEARUM</i> ISOLATES OF DIFFERENT GEOGRAPHICAL ORIGIN. <i>T.Yu.Gagkaeva</i>	34
WATERMELON MOSAIC VIRUS, A NEW PAOGEN INFECTING PUMPKIN IN THE RUSSIAN FAR EAST REGION. <i>V.F.Tolkatsh, N.M.Tsherniavskaya, R.V.Gnutova</i>	40
PATHOGENESIS OF POTATO TUBE TISSUES DAMAGED BY THE POTATO TUBEWORM (<i>PHTORIMAEA OPERCULELLA</i> ZELL., LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE). <i>T.M.Yusupov</i>	46
STUDY ON EVALUATION OF BAKANAE DISEASE RESISTANCE OF RICE CULTIVARS IN HEILONGJIANG PROVINCE <i>Ji Hongping, Lin Peili, Li Yong, Li Jing, Zhen Hongjie, Wu Bingzhi, Li Shuxian, Zhang Jingbin, Zhang Xianfang</i>	53
METHOD FOR ESTIMATING THE RESISTANCE OF THE WHEAT RUST PATHOGEN TO FUNGICIDES. <i>G.V.Volkova</i>	55
INTERACTION BETWEEN THE COMPLEX OF HETEROTROPHIC BACTERIA OF THE SOD-PODZOL SOIL AND AZOBENZENE. <i>N.D.Koneva</i>	59
<u>Brief Reports</u>	
STUDY OF THE STRAIN COMPOSITION OF BARLEY YELLOW DWARF VIRUS. <i>T.B.Kasatalieva, K.A.Mozhaeva, T.Ya.Vasilieva</i>	63
NEW FORM OF APHANOMYCES EUTEICHES DRECHS. <i>V.V.Kotova</i>	66
<u>Chronicles</u>	
RUSSIAN-FINNISH SEMINAR ON THE PROBLEMS OF PLANT PROTECTION	67
IN MEMORY OF NATALIA SERGEEVNA NOVOTELNOVA (1909-2001)	68