

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК
ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ



PLANT PROTECTION NEWS

1

Санкт-Петербург - Пушкин
2002

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),	<u>А.И.Сметник</u> ,
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,	
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 (секретарь), Н.Н.Семенова,
Л.А.Гуськова, А.П.Дмитриев,	Г.И.Сухорученко, С.Л.Тютюрев

Редакция

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

ОЦЕНКА СОВМЕСТИМОСТИ ЮВЕНОИДОВ СО СРЕДСТВАМИ БИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ОРАНЖЕРЕЙНОЙ БЕЛОКРЫЛКИ

В.Н.Буров*, О.И.Колодяжный**, Е.П.Мокроусова*,
Е.А.Степаньчева*, Т.Д.Черменская*

*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург,

**Институт Биоорганической химии и нефтехимии АН Украины, Киев, Украина

В лабораторных и мелкоделяночных испытаниях ювеноиды адмирал (пирипроксифен) и ОК-84 (2-пропокси-пиридиноксид) показали высокую активность против оранжерейной белокрылки. Оба препарата в эффективных против белокрылки концентрациях не оказывали существенного отрицательного действия на развитие паразитоида *Encarsia formosa* Gahon и хищного клопа *Orius laevigatus* Fieb.

Оранжерейная белокрылка *Trialeurodes vaporariorum* West. (Aleyrodidae) хорошо известна как вредитель ряда культур защищенного грунта, способный существенно снижать их урожаи. Высокая скорость размножения вредителя вызывает необходимость проведения многократных обработок в течение сезона, что создает опасность быстрого развития резистентности к используемым химическим средствам защиты растений. Это требует расширения их ассортимента. Кроме того, новые пестициды должны обладать достаточно высокой селективностью действия, обеспечивающей возможность их совместного применения с биологическими агентами. К числу препаратов, наиболее полно отвечающих этим требованиям, относятся регуляторы роста насекомых. Некоторые из них уже успешно используются в системах борьбы с белокрылками в Израиле и ряде других стран (Ishaaye, Horowitz, 1992; Horowitz, Ishaaya, 1994). В частности, широкое применение получил ингибитор синтеза хитина бупрофезин, эффективный против *Bemisia tabaci* Gen. (Homoptera, Aleyrodidae) и совершенно безвредный для ее паразитоида *Encarsia luteola* How. (Gerling, Sinai, 1994). Высокоэффективен для оранжерейной белокрылки аналог ювенильного гормона пи-

рипроксифен, безопасный для многих энтомофагов, в том числе для таких хищников, как *Anthocoris antevolens* White, *A.nemoralis* (F) и *Chrysopa* spp. (McMullen, 1990). Вместе с тем, имеются данные, что этот препарат может оказывать отрицательное действие на некоторых энтомофагов - мух *Cryptochaetum iceryae* Will., паразитирующих на желобчатом австралийском червце *Icerya purchasi* Mask. (Mendel et al., 1994), на некоторые виды кокцинеллид, используемых в качестве агентов биологической борьбы (Hattingh, Tate, 1995). В последнее время появились ювеноиды новых химических групп, не уступающие по активности пирипроксифену, спектр действия которых на энтомофагов изучен недостаточно. К их числу, в частности, относятся, диарилалкены синтезированные в институте Биоорганической химии АН Украины (г. Киев) и проявляющие высокую активность для оранжерейной белокрылки в лабораторных условиях (Мокроусова и др., 2000).

Целью настоящих исследований являлось сравнительное изучение воздействия новых ювеноидов на оранжерейную белокрылку и некоторых ее энтомофагов для предварительной оценки возможности их совместного использования против оранжерейной белокрылки.

Материалы и методы

В качестве ювеноидов использовали препараты ОК-18 и ОК-84, показавшие

высокую эффективность против оранжерейной белокрылки при предварительном

скрининге в лабораторных условиях (Мокроусова и др., 2000), а также коммерческий препарат адмирал 25 КЭ фирмы Сумитомо (д.в. - пирипроксифен), ранее отмечавшийся в качестве эффективного против белокрылок (Ishaaya, Horowitz, 1992; Horowitz, Isaaya, 1994).

Обработки проводили путем опрыскивания растений водными эмульсиями препаратов в концентрациях 0.001, 0.0001 и 0.00001% по д.в., наименьшая из которых при лабораторных испытаниях соответствует ЛК₅₀ для белокрылки (Мокроусова и др., 2000).

Сравнительную оценку активности ювеноидов для оранжерейной белокрылки проводили в условиях тепличного эксперимента. Имаго насекомых, собранных в производственных теплицах фирмы "Лето", выпускали в теплице ВИЗР на растения фасоли (фаза 3-4 настоящих листа) из расчета 100 особей на растение. Через 3 дня после заселения, в период массовой откладки яиц, деланки с растениями (30 растений на деланке в трех повторностях) обрабатывали водными эмульсиями ювеноидов. Контроль - обработка растений водой. Учеты смертности вредителя на отдельных фазах развития проводили в лаборатории на листьях среднего и верхнего ярусов, периодически (еженедельно) срезаемых с заселенных растений. Эффективность препаратов оценивали по проценту отрождения личинок из отложенных яиц и проценту имаго, выходящих из пупариев, в сравнении с контролем.

Действие ювеноидов на энтомофагов изучали в условиях лабораторного эксперимента. Лабораторные культуры белокрылки, ее паразитоида - энкарзии (*Encarsia formosa* Gahan) и хищного клопа ориуса (*Orius laevigatus* Fieb.) содержали в термофотокамерах при постоянной температуре 25°C, относительной

влажности воздуха 55±5% и фоторежиме 16С:8Т. В качестве корма для ориуса использовали яйца зерновой моли ситотроги (*Sitotroga cerealella* Ol) и черемуховую тлю (*Rhopalosiphum padi* L.).

Оценку действия ювеноидов на энкарзию проводили на предварительно синхронизированных по возрастному составу насекомых. При этом самкам энкарзии для заражения предлагались личинки белокрылки 2-возраста, а обработки зараженных особей приурочивали к периодам нахождения паразитоида в фазе яйца (через сутки), на стадии личинки (через 6 суток) и на стадии куколки (через 11 суток после заражения хозяина) (Liu, Stansly, 1997). Результаты оценивали по проценту вылетающих имаго в сравнении с контролем.

Контактное действие ювеноидов на ориусов оценивали, выпуская личинок 4-возраста или имаго на обработанные поверхности. При этом морфогенетический эффект оценивали по проценту особей, нормально завершивших метаморфоз, а стерилизующее действие - по количеству яиц, отложенных за 10 дней и проценту отродившихся из них личинок. Кишечное действие препаратов на клопов оценивали по наличию морфогенетических эффектов у окрыляющихся имаго после постоянного выкармливания личинок обработанными ювеноидами яйцами и личинками белокрылки.

Все полученные материалы подвергнуты статистическому анализу по общепринятым методикам. Достоверность различий определена на уровне $P \geq 0.95$ и $P \geq 0.99$ по методу ANOVA. Цифры, имеющие одинаковые с контролем индексы, свидетельствуют об отсутствии различий, и, соответственно, имеющие различные индексы, - достоверно отличаются от контроля.

Результаты и обсуждение

Сравнительная оценка эффективности действия на оранжерейную белокрылку испытываемых ювеноидов показала, что в условиях тепличного эксперимента наиболее активными препаратами явля-

ются ОК-84 и пирипроксифен, биологическая эффективность которых приближается к 100% при концентрации 0.001% по д.в. (рис.1).

Значительно меньшая активность

ОК-18, не уступавшего этим препаратам в условиях лабораторного скрининга, может быть связана с несовершенством его препаративной формы и, в частности, - с недостаточной стабильностью.

Общая эффективность обработок пре-

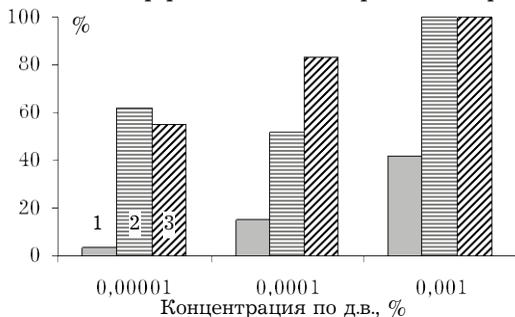


Рис.1. Биологическая эффективность (%) обработок ювеноидами оранжевой белокрылки в условиях тепличного эксперимента 1 - ОК-18, 2 - ОК-84, 3 - пирипроксифен

паратами ОК-84 и пирипроксифеном обеспечивалась как значительным снижением отрождаемости личинок, так и высокой последующей смертностью вредителя в период завершения метаморфо-

за. Особенно четко это проявлялось при средней концентрации (0.0001%), когда гибель на эмбриональной фазе не превышала 50% (табл.1) и около 50% отродившихся личинок погибло позднее, в период метаморфоза (рис.2).

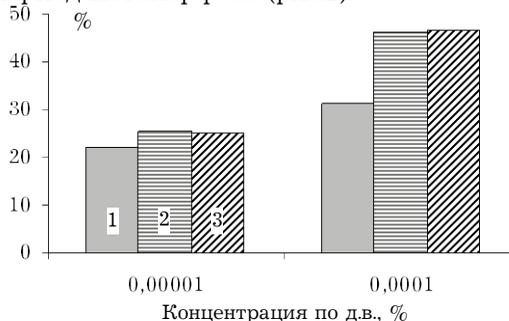


Рис.2. Проявление морфогенетического эффекта у оранжевой белокрылки под влиянием обработок ювеноидами (% промежуточных форм) 1 - ОК-18, 2 - ОК-84, 3 - пирипроксифен

При повышении концентрации до 0.001% практически 100% гибель вредителя отмечалась еще в период прохождения эмбрионального развития.

Таблица 1. Динамика отрождения личинок оранжевой белокрылки под влиянием обработок ювеноидами в период массовой откладки яиц

Препарат	Концентрация, %	Количество личинок в дни после обработок (%)		
		7-й	11-й	15-й
ОК-18	0.00001	95.8 ± 3.4	100	100
	0.0001	85.0 ± 1.2	55.5 ± 5.2	100
	0.001	32.2 ± 8.0	99.6 ± 1.4	100
ОК-84	0.00001	1.0 ± 0.02	39.0	55.8
	0.0001	23.2 ± 0.1	51.5	61.4
	0.001	0.1	1.8	0.0
Пирипроксифен	0.00001	3.3 ± 1.1	38.2 ± 7.7	84.4 ± 9.8
	0.0001	0.7 ± 0.2	4.6 ± 0.9	52.0 ± 1.7
	0.001	2.0 ± 0.2	1.2 ± 0.01	0.0
Контроль	0.0	59.4 ± 14.1	100	100

Оценка действия ювеноидов на паразитоида *E.formosa*, проведенная в лабораторных условиях, показала, что наиболее активные для белокрылки препараты - ОК-84 и адмирал, могут оказывать определенное отрицательное действие и на энтомофага. Особенно четко это проявляется при обработке паразитированных личинок белокрылки высокими дозировками ювеноида ОК-84 в период находже-

ния энтомофага в эмбриональной фазе. В этом случае снижение показателя вылета имаго паразитоида может достигать 60%. Однако обработки, проведенные этим же препаратом в период нахождения энкарзии на более поздних этапах онтогенеза, равно как и обработки пирипроксифеном или ОК-18 на любой стадии развития паразитоида, оказывают на него значительно меньшее влияние, снижая вылет има-

го лишь на 17-36% по сравнению с 14% в контроле (рис.3). По этим показателям препараты могут быть отнесены к экологически безопасным в соответствии с классификацией инсектицидов по степени токсичности для энтомофагов (Habu, Samsae-Petersen,1987).

Еще меньшее отрицательное действие испытанные ювеноиды оказывали на хищного клопа *O.laevigatus*. Так, постоянное содержание личинок или имаго клопов как на обработанных ювеноидами растениях, так и на фильтровальной бумаге практически не нарушало нормального метаморфоза личинок и не влияло на репродуктивные функции имаго. В частности, ни в одном из вариантов гибель особей к моменту завершения метаморфоза не превышала 15% по сравнению с контролем, а плодовитость самок и процент отрождения личинок были на уровне контроля.

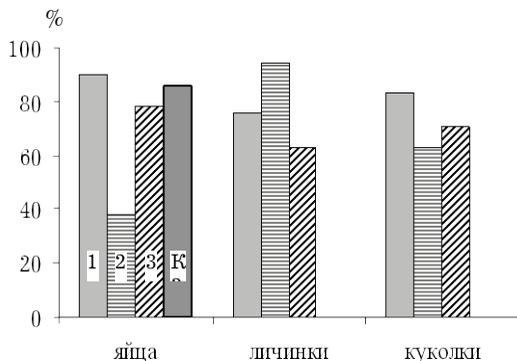


Рис.3. Влияние ювеноидов на развитие *E.formosa* (концентрация препаратов - 0.0001%). Вылет имаго энкарзии при обработке яиц, личинок и куколок препаратами 1 - ОК-18, 2 - ОК-84, 3 - пирипроксифен, К - контроль,

Возможность питания клопов рода ориус белокрылкой изучена недостаточ

но. Известно, что *O.sauteri* способен атаковать белокрылку, удерживаясь на теле насекомого от 33 до 460 секунд (Kajita, Hiroshi, 1982). В процессе лабораторного эксперимента было показано, что *O.laevigatus* способен нормально заканчивать развитие, питаясь белокрылкой. При этом максимальное количество белокрылок может быть уничтожено в стадии яйца. Ранее (Мокроусова, 2001) было показано, что одна личинка ориуса 3-возраста способна за сутки уничтожить более 20 яиц и 3 личинок 3-возраста оранжерейной белокрылки. Специальными экспериментами удалось показать, что постоянное питание ориуса белокрылкой, предварительно обработанной ювеноидами, не оказывает отрицательного воздействия на развитие энтомофага (табл.2).

Таблица 2. Выживаемость личинок ориуса при постоянном питании яйцами и личинками белокрылки, обработанными ювеноидами

Наименование препарата	Выживаемость ориуса, (% окрыления)
ОК-18	88.0 ± 4.1
Контроль	88.0 ± 4.0
Пирипроксифен	79.8 ± 13.4
Контроль	80.0 ± 6.3
ОК-84	64.0 ± 2.4
Контроль	80.0 ± 6.3

Сопоставление полученных в результате проведенной работы данных свидетельствуют о высокой эффективности действия испытанных ювеноидов на оранжерейную белокрылку при достаточно высокой степени селективности их действия на ее энтомофагов. Это дает основания сделать заключение о возможности их совместного использования при разработке системы интегрированной борьбы с этим вредителем.

Литература

Мокроусова Е.П. Способность хищного клопа *Orius laevigatus* Fieber питаться оранжерейной белокрылкой *Trialeurodes vaporariorum* Westwood. /Вестник защиты растений, 1, 2001, с.76.

Мокроусова Е.П., Степаньчева Е.А., Щеникова А.В., Колодяжный О.И. Эффективность ювеноидных препаратов-аналогов бакухинона и ювоцимена в отношении калифорнийского трипса *Francliniella occidentalis* Pergande и

тепличной белокрылки *Trialeurodes vaporariorum* Westwood. /Агрехимия, 3, 2000, с.60-63.

Gerling D., Sinai P. Buprofezin effects on two parasitoids species of whitefly. /J.Econ. Entomol., 87, 1994, p.842-846.

Habtu F.F., Samsae-Petersen L. Standart methods to test the side-effects of pesticides on natural enemies of insect and mites. /J.Appl.Entomol., 104, 5, 1987, p.473-479.

Hattingh V., Tate B. Effects of field weathered residues of insect growth regulators on some Coccinellidae (Coleoptera) of economic importance as biocontrol agents. /Bull.Entomol. Res., 85, 1995, p.489-493.

Horowitz A.R., Ishaaya I. Managing resistance to insect growth regulators in the sweetpotato whitefly (Homoptera, Aleyrodidae). /J.Econ.Entomol., 87, 1994, p.866-871.

Ishaaya I., Horowitz A.R. Novel phenoxy juvenile hormone analog (pyriproxyfen) suppresses embryogenesis and adult emergence of sweetpotato whitefly (Homoptera, Aleyrodidae). /J.Econ.Entomol., 85, 1992, p.2113-2117.

Ishaaya I., De Cock A. Pyriproxyfen a

potent suppressor of egg hatch and adult formation of the greenhouse whitefly (Homoptera, Aleyrodidae). /J. Econ. Entomol., 87, 1994, p.1185-1189.

Kajita, Hirishi. Predation by adult *Orius santeri* Poppius (Hemiptera, Anthocoridae) on the greenhouse Whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera, Aleyrodidae). /Appl.Entomol. and Food, 17, 5, 1982, p.424-425.

Liu T-X., Stansly P.A. Effects of Pyriproxyfen on three species of *Encarsia* (Hymenoptera, Aphelinidae), Endoparasitoids of *Bemisia argentifolii* (Homoptera, Aleyrodidae). /J.Econ.Entomol., 90, 2, 1997, p.404-411.

McMullen R.D. A report on pyriproxyfen and fenoxycarb for control of pear psylla *Psylla pyricola* Forester. /M.Hoshi and O.Yamashita, (eds.) Advances in invertebrate reproduction, 1990, 5, Elsevier, Amsterdam, p.399-404.

Mendel Z., Brumberg D., Ishaaya I. Effects of some insect growth regulators on natural enemies of scale insects. (Hom. (Coccoidea). /Entomophaga, 39, p.199-209.

Работа выполнена при поддержке гранта INTAS №97-2120.

ESTIMATION OF COMPATIBILITY OF JUVENIDS WITH ENTOMOPHAGA FOR WHITEFLY CONTROL

V.N.Burov, O.L.Kolodiazniy, E.P.Mokrousova, E.A.Stepanycheva, T.D.Chermenskaya

The juvenoids pyriproxyfen (Admiral) and OK-84 (2-propoxypiridinoxide) demonstrate the same high level of activity against the whitefly *Trialeurodes vaporariorum* in laboratory and greenhouse experiments. Both juvenoids have not shown any undesirable side-effect on the parasitoid *Encarsia formosa* and predatory bug *Orius laevigatus* when used in concentrations effective against the whitefly.

ПРОБЛЕМА ВИРУСНЫХ БОЛЕЗНЕЙ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ЕВРОПЕ

Д.Шпаар*, Д.Хут,** Ф.Рабенштейн***

*Иностраннный член РАСХН, Berlin, Germany

**Institut fur Pflanzenvirologie, Mikrobiologie und biologische Sicherheit, Braunschweig, Germany

***Institut fur Resistenzforschung und Pathogendiagnostik Aschersleben, Germany

Рассмотрены тенденции распространения вирусных болезней зерновых культур в Германии и в целом в странах Европейского Союза. В Европе зарегистрированы 58 видов вирусов, принадлежащих к 8 семействам и к 23 родам, поражающих зерновые и злаковые кормовые культуры. Указаны причины увеличения распространенности вирусов - интенсификация земледелия, более активный обмен посевным материалом и т.д. Дан анализ вредоносности и потерь от вирусных заболеваний зерновых культур. Особо сделан акцент на росте распространенности и вредоносности почвообитающих вирусов, переносчиком которых является гриб *Polymyxa graminis*. Подчеркнута роль в борьбе с этими заболеваниями селекции и выращивания устойчивых к вирусам сортов зерновых культур.

В последние тридцать лет в Европе значительно возросло распространение и экономическое значение вирусных болезней зерновых культур. Некоторые из них стали серьезной угрозой для сельского хозяйства. Если в первом издании книги "Pflanzliche Virologie" (Klinkowski, 1958) не было описано ни одного вируса, поражающего зерновые и кормовые злаки в Европе, то во втором издании этой книги в 1968 г. проф. М.Клиновский уже описал 19 вирусов, из которых 7 были обнаружены в Германии. В третьем издании этой книги (Spaar, Schumann, 1977) описано 33 вируса, встречающихся в Европе, из которых 9 были распространены в Германии. В настоящее время известны по крайней мере 88 вирусов (Brunt et al., 1996; Fauquet, Mayo, 1999), в том числе в Европе - 58, которые принадлежат к 8 семействам и к 23 родам (табл.1).

Причинами увеличения распространения вирусов и вызванных ими болезней являются интенсификация земледелия, более активный обмен посевным материалом, рост международного туризма, а также более четкая регистрация вирусов, связанная с новыми возможностями современной диагностики. Симптомы вирусов, поражающих зерновые и кормовые злаковые культуры, мало отличаются от симптомов, вызванных различными неинфекционными стрессовыми факторами, как, например, засуха, холод, переувлажнение, недостаток питательных веществ и др.

Таблица 1. Таксономия распространенных в Европе вирусов

Семейство	Род	Число вирусов
Potyviridae		17
	Potyvirus	5
	Ymovirus	5
	Tritimovirus	3
	Rymovirus	3
	Spartimovirus (?)	1
Luteoviridae		5
	Polerovirus	1
	Luteovirus	2
	Не классифицированы	2
Closteroviridae		1
	Closterovirus	1
Bromoviridae		2
	Bromovirus	1
	Cucumovirus	1
Rhabdoviridae		5
	Nukleorhabdovirus	3
	Cytorhabdovirus	2
Reoviridae		4
	Fijivirus	3
	Phytoreovirus	1
Geminiviridae		1
	Mastrevirus	1
Tombusviridae		2
	Panicovirus	1(2)?
-	Marafivirus	1
-	Tenuivirus	3
-	Sobemovirus	4
-	Hordeivirus	3
-	Potexvirus	2
-	Tobravirus	1
-	Furovirus	2
-	Не классифицированы	4

Точная диагностика их стала возмож-

ной только при использовании современных иммунологических и молекулярно-генетических методов. Распространение вирусов, их эпидемиология и кономическое значение в большой мере определяется способом их переноса и распространением переносчиков. По способу передачи распространенные в Европе на зерновых и кормовых злаках вирусы принадлежат к следующим группам (табл.2).

Таблица 2. Способ передачи вирусов, поражающих злаковые культуры в Европе

Способ передачи	Число вирусов
Клещами неперсисентным способом	6
Тлями неперсисентным способом	7
Тлями полуперсисентным способом	1
Тлями персисентным (циркулятивным) способом	5
Цикадками персисентным (циркулятивным) способом	13
Жуками	4
Почвообитающими грибами	9
Неизвестными переносчиками	8
Пыльцой и семенами	3
Нематодами	2

Ущерб, который могут причинять вирусы, зависит от снижения продуктивности зараженных растений, от компенсационной способности соседних здоровых растений, от накопления вируса в растениях - резерваторах среди культурных растений и в дикой флоре, обеспечивающих перезимовку вирусов, а также от развития популяций переносчиков. От взаимодействия этих факторов зависит сохранение инфекционной цепи и причиняемый экономический ущерб. При узкорядном посеве и большой густоте стояния у зерновых и кормовых злаков, более чем у других культур, до определенного уровня поражения выражен эффект компенсации. С учетом этого эффекта по влиянию на урожайность зерновых и кормовых злаков можно различать три типа вирусов (Rabenstein, 1981; Proeseler, Spaar, 1987a, 1987b).

1. Вирусы, оказывающие летальное действие на поражаемые ими злаковые культуры. При этом инфицированные растения быстро отмирают или меньше

кустятся и отстают в росте. До определенной степени поражения причиняемый ущерб может быть компенсирован соседними здоровыми растениями. Но при массовой инфекции наносится большой ущерб, когда недоразвитые растения занимают большие площади или/и культурные растения вытесняются из травостоя лугов и пастбищ менее ценными травами и/или сорняками. К таким вирусам относятся, например, вирус крапчатости ежи сборной (*Cocksfoot mottle virus*), вирус полосчатой мозаики пшеницы (*Wheat streak mosaic virus*), слабые штаммы вируса мозаики райграса (*Ryegrass mosaic virus*), вирус желтой карликовости ячменя (*Barley yellow dwarf virus*) а также группа почвообитающих вирусов.

2. Вирусы, ослабляющие кущение злаковых, но не влияющие на их рост. Благодаря компенсационному эффекту ущерб незначителен. К таким вирусам принадлежат, например, вирус слабой мозаики ежи сборной (*Cocksfoot mild mosaic virus*), вирус полосчатости листьев овсяницы (*Festuca leaf streak virus*), вирус мозаики ковра (*Brome mosaic virus*) и вирус мозаики пырея (*Agropyron mosaic virus*).

3. Вирусы, задерживающие рост и усиливающие кущение. Здоровые растения не вытесняют больные и, следовательно, нет компенсационного эффекта. Ущерб от поражения посевов может быть существенен. К таким вирусам принадлежат, например, вирус карликовости пшеницы (*Wheat dwarf virus*) и вирус стерильной карликовости овса (*Oat sterile dwarf virus*) (Spaar, Schumann, 1977; Proeseler, Spaar, 1987a, 1987b; Huth, Lesemann, 1994; Huth, 2001b).

Вирусы на многолетних кормовых растениях на лугах и пастбищах вызывают определенный ущерб, который выражается в ухудшении качества состава травостоя. Но не всегда устанавливаются вирусы как причина вырождения травостоя. Непосредственный экономический ущерб вызывают некоторые из этих вирусов на посевах селекционных станций в первичном семеноводстве, особенно у видов злаков, размножающихся клонами,

как виды плевела (*Lolium* spp.). Более значимы в последние годы стали потери от вирусных болезней зерновых. В Герма-

нии в настоящее время экономически наиболее важными считаются следующие вирусы (табл.3).

Таблица 3. Экономически значимые вирусы зерновых в Германии

Вирус	Поражаемые культуры	Переносчики
Вирус желтой мозаики ячменя 1 и 2 (Barley yellow mosaic virus 1 and 2)	Озимый ячмень	Почвенный гриб <i>Polymyxa graminis</i>
Вирус слабой мозаики ячменя (Barley mild mosaic virus)	Озимый ячмень	
Вирусы желтой карликовости ячменя (Barley yellow dwarf virus)	Озимый ячмень и яровой ячмень	Более 25 видов тлей
Вирус желтой карликовости злаковых: (Cereal yellow dwarf virus)	Озимая пшеница и озимая тритикале	
Вирус карликовости пшеницы (Wheat dwarf virus)	Озимые ячмень, рожь, тритикале, пшеница	Цикадки <i>Psammotettix striatus</i> , <i>P. alienus</i>
Почвообитающий вирус мозаики злаковых (Soil-borne cereal mosaic virus)	Озимые рожь, тритикале, пшеница	Почвенный гриб <i>Polymyxa graminis</i>
Вирус веретеновидной полосчатой мозаики пшеницы (Wheat spindle streak mosaic virus)	То же	Почвенный гриб <i>Polymyxa graminis</i>

Вирусы группы желтой карликовости ячменя в отдельные годы могут вызывать потери озимых зерновых до 70% и более, когда при раннем севе озимых большая популяция инфицированных вирусами тлей заражает посевы или когда мягкая и длинная осень обеспечивает длительный лет тлей - переносчиков (Proeseler, Spaar, 1987a, 1987b). У яровых зерновых они могут вызвать большие потери, когда мягкие зимы приводят к анхолоциклическому развитию инфицированных вирусами тлей - переносчиков, и они могут рано весной заражать молодые посевы. Но такие условия складываются не каждый год. Обычно в посевах встречается менее 10% зараженных растений, что не имеет практического значения. Кроме этого многие сорта озимого ячменя и большинство сортов озимой пшеницы обладают довольно высокой толерантностью к поражению вирусами. Озимая пшеница при нормальных сроках сева меньше поражается вирусами, чем озимый ячмень, который раньше высевается. Но при тенденции к раннему севу озимой пшеницы в Западной Европе растет и инфекционное давление на нее. Зараженные вирусами растения озимых зерновых хуже перезимовывают и посевы изреживаются, что не всегда выявляется как следствие проявления вирусной инфекции. Кроме того зараженные вирусами растения часто поражаются

вторично грибными заболеваниями, что может приводить к большим потерям. Такая ситуация была в Германии в 1989 г. Погодные условия способствовали в мае сильному заражению посевов озимой пшеницы этими вирусами и впоследствии грибами *Fusarium* spp., что вызвало потери до 70%. Из-за сложных взаимосвязей между растениями-хозяевами, вирусами, тлями-переносчиками (рис.1) и их зависимости от погодных условий очень трудно прогнозировать развитие вирусных болезней и принимать решение о проведении мер по борьбе с тлями-переносчиками. Так, не каждый год окупаются протравливание семян препаратом гаучо (имидаклоприд) или обработка посевов

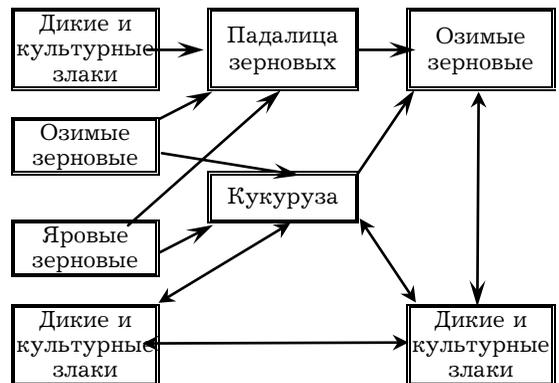


Рис.1. Инфекционная цепь переносимых насекомыми вирусами

инсектицидами, например пиретроидами. Для эффективной борьбы с тлями - переносчиками важно правильно определить срок борьбы. Первичное заражение посевов прилетающими тлями - переносчиками, из которых в среднем не больше 4% инфицированы, обработкой посевов инсектицидами не приостанавливается, но возможно предотвратить распространение вирусов в посевах.

Поражение вирусами, переносимыми тлями, (вирусы группы желтой мозаики ячменя) или цикадками (вирус карликовости пшеницы), в зависимости от погодных условий сильно колеблется по годам.

Почвообитающие вирусы на пораженной площади каждый год вызывают снижение урожайности. Они отличаются тем, что переносятся почвенным грибом *Polymyxa graminis* Ledingham, который служит и резерватом инфекции в почве. К этой группе принадлежат следующие выявленные в Европе вирусы:

- Вирус желтой мозаики ячменя Barley yellow mosaic virus - сем. Potyviridae, р. *Bymovirus*,
- Вирус слабой мозаики ячменя Barley mild mosaic virus - сем. Potyviridae, р. *Bymovirus*,
- Вирус веретеновидной полосчатой мозаики пшеницы Wheat spindle streak mosaic virus - сем. Potyviridae, р. *Bymovirus*,
- Вирус мозаики овса Oat mosaic virus - сем. Potyviridae, р. *Bymovirus*,
- Почвообитающий вирус мозаики злаковых Soil-borne cereal mosaic virus - р. *Furovirus*,
- Почвообитающий вирус мозаики пшениц Soil-borne wheat mosaic virus - р. *Furovirus*,
- Вирус золотистой штриховатости овса Oat golden stripe virus - р. *Furovirus*,
- Вирус мозаики "Aubian" Aubian mosaic virus - р. *Peacluvirus* (?)

С семидесятых годов вирусы желтой и слабой мозаики ячменя быстро распространились на площадях выращивания озимого ячменя (рис.2), и сегодня они практически распространены во всех основных регионах выращивания озимого ячменя в Германии.

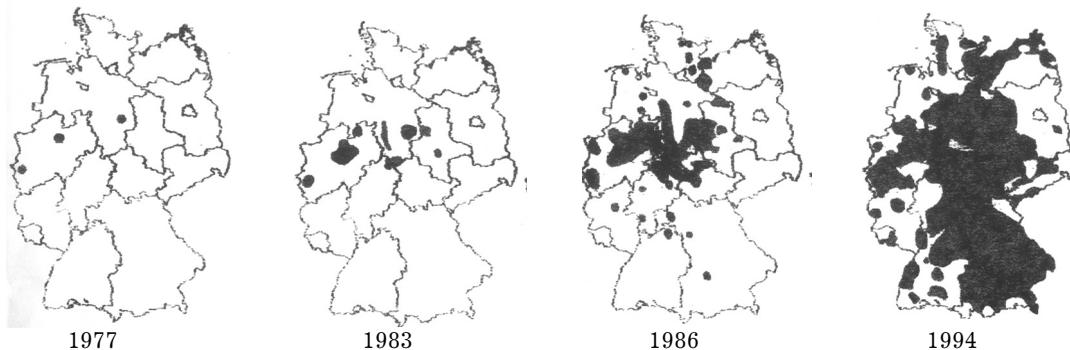


Рис.2. Распространение вирусов желтой и слабой мозаики ячменя в Германии

В девяностые годы в посевах озимой ржи и тритикале в Германии начали распространяться почвообитающий вирус мозаики злаковых и вирус веретеновидной полосчатой мозаики, которые до этого уже были обнаружены на посевах озимой пшеницы во Франции и Италии. Зараженные этими вирусами растения сильно отстают в росте, обычно не колосятся, а снижение урожая достигает 80% и более. Типичным для этой группы вирусов является тот факт, что при низких температурах их концентрация в растениях выше, симптомы более проявлены и

пораженные растения хуже перезимовывают. Поэтому озимые культуры сильно страдают от этих вирусов, а яровые весной уходят от заражения. Возрастающему распространению почвообитающих вирусов способствуют происходящие в последние годы изменения в агротехнике, такие как насыщение севооборота зерновыми культурами, укорочение ротации севооборотов (например озимая пшеница - озимый ячмень - сахарная свекла или озимый рапс), бесплужная обработка почвы, а у озимой пшеницы и у озимого ячменя - очень ранние сроки сева.

Эпидемиологическая особенность этих вирусов состоит в том, что переносчик вирусов гриб *Polymyxa graminis* является и основным вирусным резерватом. Они имеют относительно узкий круг растений-хозяев, которые не играют существенной роли в выживании вирусов. Основной вирусный резерват - покоящиеся споры гриба *P.graminis*. Первичные зараженные вирусом зооспоры внедряются в корневые клетки растения - хозяина. При образовании плазмодиума частицы вируса передаются в клетки растений и в этой же фазе происходит и инфицирование гриба. После образования зооспорангиев и вторичных зооспор, которые могут перенести вирус на новые растения, при неблагоприятных условиях опять образуются покоящиеся споры и инфекционная цепь замыкается. Покоящиеся споры сохраняются в почве более 20 лет, с ними сохраняются и вирусы. Поэтому паузы выращивания растений-хозяев в рамках севооборота не дают очистительного эффекта. На более легких почвах опасность вирусной инфекции ниже, так как гриб - переносчик к ним меньше приурочен. Зараженные покоящиеся споры распространяются с рабочими органами сельскохозяйственных машин по полю и переносятся с частицами земли на другие поля, а также на дальние расстояния в новые районы. Опыты по выращиванию озимой ржи в зараженной почвообитающим вирусом мозаики злаковых почве в стабильных условиях показали, что в течение десяти недель после посева происходило стопроцентное заражение растений (Proeseler et al.,1991). Покоящиеся споры гриба-переносчика очень устойчивы к низким зимним температурам и зимой не отмирают. Они также очень устойчивы к повышенным температурам. Термическая борьба с грибом -переносчиком, как и химическая борьба, на практике не только неэффективна, но и экологически вредна (Huth,1984,1991,2000,2001a,2001b; Proeseler et al.,1991; Huth,Lesemann,1996; Koenig,Huth,2000). Из изложенного вытекает, что кроме мероприятий фитосанитарного характера по предупреждению

распространения вирусов единственная эффективная мера борьбы с этими вирусами состоит в селекции и выращивании устойчивых к вирусам и/или к грибам-переносчикам сортов зерновых культур (Kegler, Friedt,1993; Huth,1997).

Селекция озимого ячменя на устойчивость к вирусам желтой и слабой мозаики ячменя в Германии быстро увенчалась успехом, так как в старом дальматинском сорте - двуручке Ragusa, который по другим причинам уже использовался в селекции озимого ячменя, выявлен ген устойчивости гум 4. Районированный в 1976 г. сорт озимого ячменя Birgit и районированный в 1980 г. сорт Franka были первыми устойчивыми сортами в сорimente озимого ячменя. В настоящее время уже 50% районированных сортов озимого ячменя в Германии устойчивы к этим вирусам (табл.4).

Таблица 4. Число устойчивых сортов озимого ячменя к вирусам желтой и слабой мозаики ячменя в сорimente, 2000 г.

Форма	Число сортов	в т.ч. устойчивых к вирусам	
		слабой и желтой мозаики	желтой мозаики-2
Многорядная	37	24 (65%)	-
Двухрядная	31	10 (32%)	1
Всего	68	34 (50%)	1

Проблема состоит в том, что устойчивость всех районированных сортов основана только на одном гене, и существует опасность ее преодоления. Так, почти все сорта восприимчивы к штамму вируса желтой мозаики, именуемому вирус желтой мозаики - 2 (Barley yellow mosaic virus - 2), который был обнаружен сразу после начала выращивания устойчивых к вирусам желтой и слабой мозаики сортов ячменя. Этот штамм отличается от вируса желтой мозаики ячменя способностью поражать устойчивые сорта, устойчивость которых связана с наличием гена гум 4. В настоящее время уже найдено большое число генов (гум 2 ... гум 11), которые можно использовать в селекции, и уже районирован первый сорт, устойчивый к вирусу желтой мозаики - 2 (сорт Токуо).

При скрининге 2000 генотипов озимого ячменя мировой коллекции института генетики растений и исследований культурных растений 250 генотипов проявили различную устойчивость к комплексу вирусов мозаики ячменя (табл.5).

Таблица 5. Реакции генотипов озимого ячменя на заражение вирусами желтой мозаики, желтой мозаики-2 и слабой мозаики (Proeseler et al.,1999)

Вирусы	Типы устойчивости					
	1	2	3	4	5	6
Вирус слабой мозаики ячменя	в	У	у	у	в	В
Вирус желтой мозаики ячменя	в	У	у	в	у	В
Вирус желтой мозаики ячменя - 2	в	У	в	в	у	У
Число форм по типам	1700	35	51	169	6	12

*в - восприимчивые, у - устойчивые формы

Видно, что 35 генотипов оказались устойчивыми ко всем трем вирусам этого комплекса, причем большинство из них происходило из восточной Азии, некоторые - из Киргизии и России. Генетический анализ этого материала еще проводится, но можно ожидать, что он содержит неизвестные гены устойчивости, с помощью которых в будущем можно расширить генетическую основу устойчивости.

Устойчивые к вирусам желтой и слабой мозаики ячменя формы были установлены у ячменя луковичного (*Hordeum bulbosum* L.), гайнальдии реснитчатой (*Haynaldia villosa* Schur.) и эгилоса (*Aegilops ventricosa* Tausch.). Были обнаружены и устойчивые формы к грибу-переносчику (табл.6).

К сожалению, ситуация относительно почвообитающего вируса мозаики и вируса веретеновидной полосчатой мозаики пшеницы сложнее.

После того как эти вирусы распространились в 90-е годы во Франции и в Италии в посевах озимой пшеницы, во второй по-

ловине девяностых годов очаги этих вирусов были обнаружены в средней и восточной Германии, в Польше и в Финляндии в посевах озимой ржи и тритикале. На последних двух культурах вирусы вызывают значительные потери урожая. На пшенице они в этих странах пока редко встречаются.

Таблица 6. Различия в восприимчивости разных видов ячменя к грибу-переносчику *Polymyxa graminis* (Proeseler et al.,1999)

Виды ячменя	Число образцов		Степень зараженности*
	гено-типов	рас-тений	
<i>Hordeum bulbosum</i>	41	54	0.02
<i>H.vulgare</i> + <i>H.bulbosum</i>	5	17	1.44
<i>H. vulgare</i>	45	569	2.47
<i>H.spontaneum</i>	18	90	0.69

*Степень зараженности покоящимися спорами: 1 - 25%, 2 - 25-75%, 3 - >75% корней содержат покоящиеся споры

Это, возможно, связано с тем, что пшеница высевается поздно, когда активность гриба-переносчика уже низкая.

Вопрос о том, существуют ли у гриба-переносчика разные расы, специализированные к пшенице и ржи, пока остается открытым. Так как у зараженных этими вирусами растений сильно снижается зимостойкость, при дальнейшем распространении этих вирусов в восточных и северных регионах можно ожидать большие потери, чем на западе и юге Европы. Опасность тем больше, что ни у ржи, ни у тритикале пока не выявлены устойчивые к этим вирусам сорта. Во Франции обнаружен источник качественной устойчивости (иммунитет) к вирусу веретеновидной полосчатости пшеницы, которую уже удалось перенести на культурный сорт озимой пшеницы. В настоящее время проводятся работы по выявлению генотипов с качественной и/или количественной устойчивостью (толерантностью) у озимой пшеницы, озимой ржи и тритикале к этим вирусам.

Заключение

Значение вирусных болезней зерновых в Германии и в Европейском Союзе в

последние годы сильно возросло. Особенно опасными для посевов озимых зерно-

вых стали вирусы, переносимые почвенным грибом *P.graminis*. Они могут много лет сохраняться в покоящихся спорах гриба-переносчика. Агротехнические мероприятия не освобождают зараженные поля от инфекции. Единственными надежными способами борьбы являются карантинные мероприятия и создание и выращивание устойчивых сортов.

К комплексу вирусов мозаики ячменя уже создан широкий сортимент устойчивых форм озимого ячменя. Относительно вируса веретеновидной полосчатой мозаики пшеницы и почвообитающей мозаики злаковых, которые представляют в Европе большую угрозу для выращивания озимой ржи, озимой пшеницы и триitikале, работы только начались.

Литература

Brunt A., Cabtree K., Dallwitz M., Gibbs A., Watson L. Viruses of Plants. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, 1996.

Fauquet M.C., Mayo M. A. Abbreviations for plant virus names. /Arch. Virology, 144, 6, 1999, p.1249-1273.

Huth W. Die Gelbmosaikvirose der Gerste in der Bundesrepublik Deutschland - Beobachtungen seit 1978. /Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., 36, 4, 1984, s.49-54.

Huth W. Verbreitung der Gelbmosaikviren BaYMV, BaMMV und BaYMV-2 und Screening von Gerstensorten auf Resistenz gegenüber BaYMV-2. /Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., 43, 11, 1991, s.233-237.

Huth W. Virusresistenz bei Grasern. Tagungsband 37. Fachtagung des DLG - Ausschusses Gräser, Klee und Zwischenfruchte am 6. Und 7. Dezember 1995 in Fulda, 1997, s.25-36.

Huth W. Im Getreidebau in Deutschland und in Europa wird eines der größten phytopathologischen Probleme erwartet: die bodenbürtigen Viren des Weizens und Roggens. /Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., 52, 8, 2000, s.196-198.

Huth W. Bodenbürtige Getreideviren. Verbreitung und Auswirkung in Gerste - Weizen - Roggen - Triticale. /Getreide, 7, 1, 2001a, s.39-41.

Huth W. Gefahr von Virusbefall bei Weizen - Frühsaaten. /Getreide, 7, 4, 2001b, s.180-183.

Huth W., Lesemann D.-E. Nachweis des wheat dwarf virus in Deutschland. /Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., 46, 5, 1994, s.105-106.

Huth W., Lesemann D.-E. Fungus - transmitted soil - borne viruses on rye in Germany. /J. of Plant Diseases and Protection. 103, 2, 1996, p.120-124.

Kegler H., Friedt W. (Hrsg.) Resistenz von Kulturpflanzen gegen pflanzenpathogene Viren. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, New York, 1993, 408 s.

Klinkowski M. Pflanzliche Virologie. Akademie - Verlag, Berlin, 1958, 368 s.

Klinkowski M. Getreidearten und Gräser. In: Klinkowski, M (Hrsg.): Pflanzliche Virologie, 2. Aufl., 2, 1.; Die Virosen des europäischen Raumes. Akademie - Verlag Berlin, 1968, s.1-30.

Koenig R., Huth W. Soil-borne rye mosaic and European wheat mosaic virus: two names for a furavirus with variable genome properties which is widely distributed in several cereal crops in Europe. Archives of Virology, 145, 2000, p.689-697.

Proeseler G., Spaar D. Getreideproduktion. In Spaar D., Kleinhempel H. (Hrsg.) Bekämpfung von Viruskrankheiten. 2. Aufl. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 1987a, s.119-133.

Proeseler G., Spaar D. Futterpflanzenproduktion. In Spaar D., Kleinhempel H. (Hrsg.) Bekämpfung von Viruskrankheiten. 2. Aufl. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin 1987b, s.206-220.

Proeseler G., Stanarius A., Szigat G., Herold H. Verbreitung von barley mild mosaic virus (BaMMV) und barley yellow mosaic virus (BaYMV) in der ehemaligen DDR sowie Gegenmaßnahmen. /Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., 43, 4, 1991, s.65-68.

Proeseler G., Habekuss A., Kastirr U., Graner A., Hammer K. Resistance evaluation of winter barley to the barley mosaic virus complex and other pathogens - experiences of 15 years. /J. Plant Diseases and Protection, 106, 4, 1999, p.425-435.

Rabenstein F. Die Viruskrankheiten der Futtergräser in der DDR. /Nachrichtenbl. Pflanzenschutz in der DDR., 35, 9, 1981, s.1973-1975.

Spaar D., Schumann K. Getreidearten und Gräser. In Schmelzer K. und Spaar D. (Hrsg.) Pflanzliche Virologie, 3. Aufl., 2, Die Virosen an landwirtschaftlichen Kulturen, Sonderkulturen und Sporenpflanzen in Europa. Akademie - Verlag Berlin, 1977, s.1-62.

PROBLEM OF VIRUS DISEASES OF CEREAL CROPS IN EUROPE

D.Spaar, D.Huth, F.Rabenstein

Main trends in spreading virus diseases of cereal crops in Germany and other countries of the European Union are analysed. Data on species composition, harmfulness and diagnostics of virus pathogens are given. Factors are considered that facilitate the expansion of viruses' ranges. The most effective methods for controlling virus diseases are shown. Particular attention is paid to an increase in damage of soil-borne viruses. Aetiology, diagnostics and methods for their suppression are presented.

СКОРОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗИСТЕНТНОСТИ И ЕЕ РЕВЕРСИИ В ПОПУЛЯЦИЯХ ВРЕДИТЕЛЕЙ ТЕПЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

Г.П.Иванова,* В.С.Великань,* В.Г.Корнилов,* Н.Л.Маммаева**

*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

**Дагестанская республиканская СТАЗР, Махачкала

Многолетний токсикологический мониторинг вредителей тепличных культур свидетельствует, что за последние 30 лет практически у всех основных фитофагов (обыкновенный паутинный клещ, бахчевая и персиковая тли, табачный и западный цветочный трипсы, тепличная белокрылка) в различных регионах сформировались устойчивые к фосфорорганическим, пиретроидным и некоторым другим препаратам популяции. Потеря чувствительности может быть достаточно быстрой - через год после начала применения токсиканта. Отмечается и возможность длительного сохранения высоких показателей резистентности после прекращения химического пресса. Основой системы борьбы с резистентными популяциями комплексов видов является рациональное сочетание химического, микробиологического и биологического методов с максимальным ограничением использования фосфорорганических и пиретроидных препаратов.

Формирование резистентных популяций вредителей тепличных культур на территории бывшего СССР датируется началом 60-х годов прошлого столетия. Впервые резистентность была отмечена у обыкновенного паутинного клеща *Tetranychus urticae* Koch. - основного вредителя наиболее распространенной культуры - огурца и, следовательно, объекта интенсивной защиты (Корнилов, 1967). Впоследствии площади защищенного грунта постоянно расширялись, увеличивалось разнообразие культур и сортов и, естественно, видов вредителей, в основном полифагов (тли, трипсы, белокрылки) как местной фауны, так и завозимых их других регионов. В настоящее время эти процессы заметно усилились.

В 60-70 годах основной ассортимент химических средств защиты тепличных культур состоял из соединений широкого спектра действия трех химических классов - вначале хлор- и фосфорорганические, затем к ним добавились и заняли главенствующее положение пиретроиды. Многократное использование столь ограниченного ассортимента привело к развитию резистентности практически у всех основных видов фитофагов, и динамика ее проявления потенциально одинакова в разных регионах выращивания овощных и декоративных культур в теплицах (Войтенко, 1972; Корнилов, Зыкина, 1979; Корнилов, Атанов, 1980; Зильбер-

минц, Абрамова, 1983; Леквейшвили, 1984; Даниелян, Манукян, 1984; Корнилов, Иванова, 1991, 1992; Маммаева, 1992; Коваленков, Тюрина, 1994). При этом нередко отмечалась групповая, перекрестная и даже множественная устойчивость. Это затрудняло использование на практике разрабатываемых ВИЗР и ВНИИФ схем ротаций и приводило к кратковременному их эффекту из-за ограниченного ассортимента и позволяло только затормозить в разной степени дальнейшее развитие этого негативного явления. В 80-е годы заметный прогресс в снижении развития резистентности обыкновенного паутинного клеща в ряде тепличных комбинатов был достигнут благодаря появлению в арсенале средств защиты акарифага фитосейулюса *Phytoseiulus persimilis* A.H. и особенно его линий, отселектированных на устойчивость к фосфорорганическим и пиретроидным препаратам (Журавлева и др., 1972; Головкина, 1984; Головкина и др., 1988). Это повышало эффективность использования фитосейулюса в промышленных теплицах против данного вредителя на фоне применения этих препаратов в борьбе с другими объектами. Однако это способствовало как сохранению определенных уровней устойчивости самого клеща, так и дальнейшему развитию резистентных популяций других вредителей. Так, в 1980 г. уровень перекрестной устойчиво-

сти обыкновенного паутинного клеща к фосфор- и хлорорганическим акарицидам оставался в пределах 194-х, и продолжалось формирование резистентных популяций персиковой *Myzus persicae* Sulz. и бахчевой *Aphis gossypii* Glov. тлей - их уровни составляли в среднем 220-х (Корнилов, Атанов, 1980). В начале 90-х годов на фоне высокой кратности обработок в тепличных хозяйствах Прикаспийского региона были выявлены популяции бахчевой тли с групповой устойчивостью к ФОС, максимальные значения которой составляли 1041-х, и отмечены высокие уровни (212-кратные) перекрестной резистентности к пиретроиду децису (Маммаева, 1992).

Появление первых сведений о резистентности тепличной белокрылки *Trialeurodes vaporariorum* West. относится к середине семидесятых годов. При обследовании теплиц Московской области, в которых длительное время применяли карбофос против тлей и паутинного клеща, были обнаружены популяции белокрылки, резистентность которых превышала лабораторную чувствительную популяцию в 56-127 раз к этому токсиканту и в 15-20 раз - к актеллику, используемому только в течение года (Абрамова и др., 1980). В этот же период формируются устойчивые популяции вредителя к тиодану (Абрамова, Яковлева, 1984) и затем достаточно быстро в ряде случаев через два года после применения) - и к пиретроидам (Корнилов, Давыденко, 1984). При 237-кратном уровне устойчивости прикаспийской популяции тепличной белокрылки к актеллику в 1994 г. был отмечен 11-кратный уровень ее развития к ингибитору синтеза хитина ашплауду и 4-кратная толерантность к пегасу (Маммаева, 1995). При этом последние два инсектицида только в отмеченном году начали использовать в хозяйстве. Однако к ювеноиду адмиралу вредитель сохранял высокую чувствительность. Резистентность тепличной белокрылки к ашплауду на фоне высоких уровней устойчивости к фосфорорганическим препаратам была выявлена также в тепличных хозяйствах Северного Кавказа (Коваленков, Тюрина, 1994).

В середине 80-х годов зафиксировано

снижение эффективности используемых препаратов и развитие резистентности у трипсов, повреждающих тепличные культуры (Корнилов, Иванова, 1988). Впоследствии уровни устойчивости, в частности табачного трипса *Thrips tabaci* Lind., в отдельных хозяйствах Северо-Западного региона были наиболее высокими (до 250× ПР) к пиретроиду цимбушу, аналоги которого наиболее активно использовались для целевых обработок против данного вредителя. Устойчивость к фосфорорганическим соединениям характеризовалась средними значениями - в пределах 40-кратных уровней.

Особо должна быть отмечена резистентность западного цветочного (калифорнийского) трипса *Frankliniella occidentalis* Perg. - в настоящее время карантинного объекта несмотря на его широкий ареал в стране (Ижевский, 1996; Левченко, Совершенова, 1999). Исследования чувствительности ряда популяций вредителя в очагах распространения на протяжении последних 10 лет выявили высокие уровни резистентности как к фосфорорганическим препаратам (до 300× ПР), так и, особенно, к пиретроидным (до 1500× ПР) в хозяйствах, где защита строится на использовании данных токсикантов, и интенсивность их применения в связи с низким эффектом высокая (Иванова, Великань, 2000). Полученные нами материалы по высоким уровням резистентности именно к пиретроидным инсектицидам подтверждаются и публикациями зарубежных исследователей, когда по этой причине пиретроиды не включаются в схемы защитных мероприятий (Brodsgaard, 1994).

Изучение биологических и популяционно-генетических особенностей резистентных популяций, достаточно активно проводимая в 90-х годах, показало в ряде случаев более высокий темп размножения особей, формирующих резистентные популяции тлей (Зильберминц и др., 1980), а также неоднозначные процессы реверсии, стабильность и длительное сохранение показателей резистентности у тепличной белокрылки (Зильберминц и

др.,1988). Учитывая ограниченный набор препаратов из неродственных групп для построения эффективных схем их чередования против основных вредителей культур защищенного грунта, наиболее оптимальным решением этой проблемы было максимальное ограничение использования химических средств в ряде случаев до полной их замены на биологический метод. Например, трехлетнее ограничение использования фосфорорганических препаратов в ряде тепличных хозяйств Дагестана привело к снижению уровней устойчивости паутинного клеща, бахчевой тли и тепличной белокрылки с высоких (80-700× ПР) до толерантных (23.3-39× ПР) и низких (3.8-6.9× ПР). В этой связи создание при тепличных комбинатах биологических лабораторий по массовому разведению фитосейулюса и различных видов энтомофагов и их выпуск в борьбе с паутинным клещом, тлями и тепличной белокрылкой благоприятно отразилось на общей фитосанитарной ситуации в теплицах благодаря снижению пестицидной нагрузки на тепличные экосистемы в целом. Сочетание выпуска полезных членистоногих с применением новых инсектоа-

карицидов (пегаса, авермектинов) способствовало в последние годы реверсии резистентности у комплекса фитофагов. В таблице 1 представлены результаты тестирования популяций двух видов тлей из хозяйств с традиционной химической (популяция из экспериментальных теплиц Ленинградского областного педагогического университета ЛОПУ) и биологизированной системой защиты (популяция АОЗТ "ЛЕТО"), а также из теплиц ВИР, где химические обработки не проводились. Полученные материалы свидетельствуют о высокой чувствительности тлей с минимальным использованием химических средств - их реакция на токсиканты была на уровне стандартной чувствительной популяции. В то же время в популяциях персиковой и бахчевой тлей из теплиц ЛОПУ, где уровень использования химических средств был высок, наблюдается множественная резистентность к фосфорорганическим, пиретроидным и карбаматным инсектицидам, и на этом фоне впервые получены высокие уровни резистентности (39-295× ПР) к хостаквику - наиболее активно используемому афициду.

Таблица 1. Токсичность инсектицидов для тлей в теплицах Ленинградской области (1999)

Вид	Культура	Популяция	Инсектицид	СК ₅₀ , % д.в.		Показатель резистентности (ПР)
				чувствительная популяция*	исследуемая популяция	
Персиковая тля	Перец	ЛОПУ	Пиримор	0.000595	0.0294	49.5
		ВИР	250 ВРГ		0.0015	2.5
		ЛОПУ	Цимбуш	0.000025	0.015	600
		ВИР	250 КЭ		0.000041	1.6
		ЛОПУ	Актеллик	0.000066	0.0825	1250
		ВИР	500 КЭ		0.00025	3.8
		ЛОПУ	Рогор 400	0.002	0.14	70
		ВИР	КЭ		0.0018	0.9
		ЛОПУ	Хостаквик	0.000169	0.0499	295
ВИР	500 КЭ	0.00039	2.3			
Бахчевая тля	Роза	ЛОПУ	Пиримор	0.0002	0.029	145
	Огурец	ЛЕТО	250 ВРГ		0.0001	0.5
	Роза	ЛОПУ	Цимбуш	0.000075	0.0187	250
	Огурец	ЛЕТО	250 КЭ		0.000048	0.6
	Роза	ЛОПУ	Актеллик	0.000012	0.00295	245.8
	Огурец	ЛЕТО	500 КЭ		0.00009	7.5
	Роза	ЛОПУ	Хостаквик	0.0001	0.0039	39
Огурец	ЛЕТО	500 КЭ	0.00021		2.1	

Примечание: *эталонная лабораторная чувствительная популяция, ЛОПУ - популяция из экспериментальных теплиц Ленинградского областного педагогического университета, ВИР - популяция из экспериментальных теплиц ВИР, ЛЕТО - популяция из теплиц АОЗТ "Лето".

В таблице 2 представлены данные по реверсии устойчивости ленинградской (из теплиц АОЗТ "Лето") популяции табачного трипса на фоне замены фосфорорганических и пиретроидных инсектицидов на производное тиомочевины пегас и авермектин фитоверм в общей биологизированной системе защиты огурца от комплекса фитофагов.

Уровни резистентности вредителя были наиболее высокими (250× ПР) к пиретроиду цимбушу и достаточно низкими (9.2-11.7× ПР) к фосфорорганическим инсектицидам. Измерение этих показателей на протяжении 4 лет показало постепенное их снижение, и в 1999 г. практически восстановилась чувствительность к ФОС и значительно (до уровня толерантности - 29× ПР) снизилась устойчивость к цимбушу. Однако, при этом, хотя и незначительно, изменились в сторону толерантности показатели токсичности пегаса и фитоверма.

Таблица 2. Токсичность инсектицидов для ленинградской популяции табачного трипса на огурце в теплицах (АОЗТ "ЛЕТО")

Инсектицид	СК ₅₀ , % д.в.			Показатель резистентности (ПР)	
	чувств. популяция	исследуемая популяция		1995	1999
		1995	1999		
Актеллик 500 КЭ	0.0009	0.0105	0.00098	11.7	1.1
Карбофос 500 КЭ	0.00024	0.0022	0.00015	9.2	0.6
Цимбуш 250 КЭ	0.00001	0.0025	0.00029	250.0	29.0
Пегас 250 ВЭ	0.000675	0.000675	0.0029	1.0	4.3
Фитоверм 2 КЭ	0.00005	0.00005	0.00012	1.0	2.4

В последние годы выявлена высокая активность против тлей и табачного трипса препаратов новой химической группы - неоникотиноидов актары и конфидора. На наш взгляд, включение этих препаратов в интегрированные программы защиты тепличных культур - еще один резерв снижения явления резистентности у популяций вредителей

тепличных экосистем. Однако наиболее рациональным способом борьбы не только с резистентными популяциями, но и общей защиты тепличных культур от комплекса вредителей является сочетание двух основных методов - химического и биологического (Сухорученко и др., 1998, 2000). Этот путь, как показывают результаты наших исследований, эффективен даже для резистентных популяций карантинных вредителей, по ряду причин получивших достаточно широкое распространение, когда жесткие карантинные меры ликвидации очагов уже неоправданны. Так, замена фосфорорганических и пиретроидных инсектицидов на тиоциклам эвисект и авермектин вертимек на протяжении 5 лет в сочетании с ежегодным внесением в грунт энтомопатогенных нематод (Данилов, Иванова, 1998) против нимфальных стадий западного цветочного трипса привела к реверсии резистентности в его популяции на многолетней тепличной культуре розы (табл.3). В то же время показатели резистентности популяции трипса на этой культуре из экспериментальных теплиц ЛОПУ, которая продолжала подвергаться интенсивному химическому прессу, возросли ко всем тестируемым препаратам, в том числе в достаточно высокой за весь период исследований степени (19.3× ПР) к тиоцикламу эвисекту. Таким образом, анализ наших данных и материалов других исследователей позволяет сделать заключение, что основой защиты тепличных культур от резистентных популяций комплекса вредителей является формирование современного ассортимента химических и биологических инсектоакарицидов, изучение их влияния на полезные компоненты защищенного грунта с целью оптимального их сочетания, что позволяет максимально снижать токсическую нагрузку на экосистемы.

Немаловажное значение в этом плане будет иметь и восстановление исследований по селекции полезных членистоногих на резистентность к наиболее часто применяемым препаратам.

Таблица 3. Токсичность инсектицидов для западного цветочного трипса в теплицах Ленинградской области

Популяция	Инсектицид	СК ₅₀ , % д.в.			Показатель	
		чувствительная популяция	исследуемая популяция		резистентности (ПР)	
			1996	1999	1996	1999
ЛЕТО	Актеллик	0.0009	0.25	0.0058	277.7	6.4
ЛОПУ	500 КЭ		0.06	0.27	66.7	300
ЛЕТО	Цимбуш	0.00001	0.015	0.00012	1500	12
ЛОПУ	250 КЭ		0.008	0.012	800	1200
ЛЕТО	Эвисект	0.0015	0.0125	0.0056	8.3	3.7
ЛОПУ	500 РП		0.0105	0.029	7.0	19.3

Это касается не только хищных клещей фитосейулюса (Журавлева и др., 1972; Головкина, 1984) и амблисейуса (Петрушов, 1992), но и комплекса афидофагов и паразита тепличной белокрылки энкарзии. Возможность селекции последнего объекта определена в исследованиях

В.Г.Коваленкова и Н.М.Тюриной (2000). Несомненно, использование резистентных рас комплекса энтомофагов будет способствовать росту эффективности их полезной деятельности и еще большему снижению токсического пресса в тепличных экосистемах.

Литература

Абрамова Т.Л., Зильберминц И.В., Яковлева И.Н. Химическая борьба с оранжерейной белокрылкой и причины снижения ее эффективности в связи с формированием резистентных популяций вредителя. /Тез. докл. Пятого Всесоюз. совещ. "Состояние и перспективы развития научных исследований по предотвращению резистентности у вредителей, возбудителей болезней и сорняков к пестицидам и разработка эффективных мер борьбы с бактериальными болезнями растений". Л., 1980, с.77-79.

Абрамова Т.Л., Яковлева И.Н. Сравнительная характеристика биологических показателей чувствительной и резистентной к ФОС и тиодану популяций оранжерейной белокрылки. /Тез. докл. Шестого совещ. "Генетические последствия использования химических средств защиты растений и пути преодоления резистентности вредных организмов с учетом задач охраны окружающей среды". Рига, 1984, с.75-77.

Войтенко А.Н. Устойчивость клеща *Tetranychus telarius* L., повреждающего тепличную культуру огурцов в Киевской области, к фосфоорганическим акарицидам. /Крат. тез. докл. III совещ. по резистентности вредителей к химическим средствам защиты растений. Л., 1972, с.27-29.

Головкина Л.С. Возможность совместного применения устойчивого фитосейулюса с инсектицидными и фунгицидными препаратами. /Тез. докл. Шестого совещ. "Генетические последствия использования химических средств защиты растений и пути преодоления рези-

стентности вредных организмов с учетом задач охраны окружающей среды". Рига, 1984, с.100-102.

Головкина Л.С., Зверева Ю.Ф., Аксюткова Л.Н., Петров В.М., Фридрихсоне Р.Г., Зеньковская Г.И. Регламенты применения устойчивых форм фитосейулюса при химических обработках огурца в теплицах. /Тез. докл. Седьмого совещ. "Состояние проблемы резистентности вредителей и возбудителей болезней растений к химическим средствам защиты и ее преодоление". Рига, 1988, с.79-81.

Даниелян С.Т., Мануян З.С. Характеристика тепличных популяций обыкновенного паутинного клеща по устойчивости к различным акарицидам. /Тез. докл. Шестого совещ. "Генетические последствия использования химических средств защиты растений и пути преодоления резистентности вредных организмов с учетом задач охраны окружающей среды". Рига, 1984, с.53-54.

Данилов Л.Г., Иванова Г.П. Эффективность энтомопатогенных нематод *Steinernema feltiae* против западного цветочного трипса на розах в закрытом грунте. /Гавриш, 5, 1998, с.15-17.

Журавлева Л.М., Зильберминц И.В., Фадеев Ю.Н. Селекция хищного клеща (*Phytoseiulus persimilis* Ath.-H.) на устойчивость к акарицидам. /Крат. тез. докл. III совещ. по резистентности вредителей к химическим средствам защиты растений. Л., 1972, с.32-34.

Зильберминц И.В., Журавлева Л.М., Абрамова Т.Н. Биологическая характеристика и демографические показатели чувствительной

и резистентной к фосфорорганическим инсектицидам популяций оранжерейной тли. /Тез. докл. Пятого Всесоюз. совещ. "Состояние и перспективы развития научных исследований по предотвращению резистентности у вредителей, возбудителей болезней и сорняков к пестицидам и разработка эффективных мер борьбы с бактериальными болезнями растений". Л., 1980, с.13-17.

Зильберминц И.В., Абрамова Т.Л. Резистентность основных вредителей культур защищенного грунта к пестицидам и принципы ее преодоления. /Докл. ВАСХНИЛ, 2, 1983, с.16-19.

Зильберминц И.В., Журавлева Л.М., Яковлева И.Н. Реверсия резистентности тлей и белокрылки после прекращения химических обработок. /Тез. докл. Седьмого совещ. "Состояние проблемы резистентности вредителей и возбудителей болезней растений к химическим средствам защиты и ее преодоление". Рига, 1988, с.13-15.

Ижевский С.С. Западный цветочный трипс. /Защита растений, 2, 1996, с.34-35.

Иванова Г.П., Великань В.С. Резистентность трипса калифорнийского к инсектицидам и биоценотические подходы к ограничению ее развития на культурах закрытого грунта. /Мат. конф. "Состояние проблемы резистентности к пестицидам вредных организмов и пути перехода к биоценоческому контролю ее развития в условиях Северо-Кавказского региона". Краснодар, 2000, с.47-48.

Коваленков В.Г., Тюрина Н.М. Мониторинг резистентности оранжерейной белокрылки и энкарзии к инсектицидам. /Мат. Всероссийско-научно-произв. совещ. "Экологически безопасные и пестицидные технологии получения растениеводческой продукции", ч.1. Пушино, 1994, с.52-55.

Коваленков В.Г., Тюрина Н.М. Изменение чувствительности оранжерейной белокрылки и энкарзии к инсектицидам под влиянием биологических агентов. /Мат. конф. "Состояние проблемы резистентности к пестицидам вредных организмов и пути перехода к биоценоческому контролю ее развития в условиях Северо-Кавказского региона". Краснодар, 2000, с.45-47.

Корнилов В.Г. Устойчивость ленинградской популяции паутиного клеща (*T. urticae* Koch.) в защищенном грунте к препаратам различных химических групп. /Мат. научн. конф. молодых ученых, Л., 1967.

Корнилов В.Г., Зыкина А.В. Развитие устойчивости к применяемым пестицидам у вредителей защищенного грунта. /Научн. тр. ВАСХНИЛ "Устойчивость вредителей к хи-

Вестник защиты растений, 1, 2002 мическим средствам защиты растений". М., 1979, с.44-47.

Корнилов В.Г., Атанов Н.М. Изменение чувствительности у ряда вредителей закрытого грунта к пестицидам. /Тез. докл. Пятого Всесоюз. совещ. "Состояние и перспективы развития научных исследований по предотвращению резистентности у вредителей, возбудителей болезней и сорняков к пестицидам и разработка эффективных мер борьбы с бактериальными болезнями растений". Л., 1980, с.74-76.

Корнилов В.Г., Давыденко В.А. Изменение чувствительности тепличной белокрылки к химическим препаратам при их практическом использовании. /Тез. докл. Шестого совещ. "Генетические последствия использования химических средств защиты растений и пути преодоления резистентности вредных организмов с учетом задач охраны окружающей среды". Рига, 1984, с.69-71.

Корнилов В.Г., Иванова Г.П. Устойчивость табачного и оранжерейного трипсов к инсектицидам. /Тез. докл. Седьмого совещ. "Состояние проблемы резистентности вредителей и возбудителей болезней растений к химическим средствам защиты и ее преодоление". Рига, 1988, с.48-49.

Корнилов В.Г., Иванова Г.П. Практика современной защиты культур защищенного грунта от резистентных популяций вредителей. /Тр. ВАСХНИЛ "Резистентность вредителей сельскохозяйственных культур к пестицидам и ее преодоление". М., 1991, с.177-188.

Корнилов В.Г., Иванова Г.П. Современное состояние проблемы резистентности вредителей овощных культур закрытого грунта к пестицидам. /Тез. докл. Восьмого совещ. "Современное положение с резистентностью вредителей, возбудителей болезней растений и сорняков к пестицидам". Уфа, 1992, с.49-50.

Левченко В.И., Совершенова В.А. Западный цветочный трипс. /Защита растений и карантин, 10, 1999, с.28.

Леквейшвили Н.И. Резистентность оранжерейной белокрылки к фосфорорганическим препаратам и пути ее преодоления в СССР. /Тез. докл. Шестого совещ. "Генетические последствия использования химических средств защиты растений и пути преодоления резистентности вредных организмов с учетом задач охраны окружающей среды". Рига, 1984, с.73-75.

Маммаева Н.Л. Резистентность вредителей закрытого грунта к применяемым пестицидам в Дагестане. /Тез. докл. Восьмого совещ. "Современное положение с резистентностью вредителей, возбудителей болезней растений и сорняков к пестицидам". Уфа, 1992, с.19-20.

Маммаева Н.Л. Оптимизация защиты овощных культур от вредителей в тепличных хозяйствах Прикаспийской низменности. Автореф. канд. дисс., Л., 1995, 16 с.

Петрушов А.З. Резистентность хищного клеща амблисейуса (*A. Barkeri*) к пиретроидам. /Тез. докл. Восьмого совещ. "Современное положение с резистентностью вредителей, возбудителей болезней растений и сорняков к пестицидам". Уфа, 1992, с.65-67.

Сухорученко Г.И., Иванова Г.П., Маммаева Н. Л. Защита овощных культур от вредных организмов в тепличных хозяйствах Прикаспийской низменности. /Агро XXI, 7, 1998, с.6-7.

Сухорученко Г.И., Иванова Г.П., Буркова Л.А. Совместное применение современных инсектицидов и акарицидов с энтомофагами в защищенном грунте. /Мат. докл. междунар. научно-практ. конф. "Биологизация защиты растений: состояние и перспективы". Краснодар, 2000, с.99-100.

Brodsgaard H.F. Insecticide resistance in European and African strains of western flower thrips (*Thysanoptera*, *Thripidae*) tested in a new residue-on-glass test. /*J. Econ. Entomol.*, 87, 5, 1994, p.1141-1146.

RATE OF DEVELOPMENT AND REVERSION OF RESISTANCE IN POPULATIONS OF GREENHOUSE CROP PESTS

G.P.Ivanova, V.S.Velikan, V.G.Kornilov, N.L.Mammaeva

Long-term toxicological monitoring of greenhouse crop pests shows evidence that, over the last 30 years, some geographic populations of almost all major phytophagous species (*Tetranychus urticae* Koch., *Aphis gossypii* Glov., *Myzus persicae* Sulz., *Thrips tabaci* Lind., *Frankliniella occidentalis* Perg., *Trialetrodes vaporariorum* Westw.) have developed resistance to organophosphorus, pyrethroid and some other chemical pesticides. The loss of susceptibility may occur rather rapidly, within a year after the application of the toxicant has been started. The ability of pest populations to preserve for a long time a high index of resistance to chemicals after the cessation of their application is also registered. Rational combinations of microbiological, biological and chemical measures with the maximum limitation of organophosphorus and pyrethroid pesticides should be used on the basis of the resistant populations control system to prevent the development of pest resistance.

ВИРУСОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МИРОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ КАРТОФЕЛЯ

Э.В.Трускинов, Д.В.Фролова

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

В статье приведены многолетние данные по зараженности картофеля мировой коллекции ВИР вирусами. Проведена сравнительная оценка поражения его разными вирусами в зависимости от ботанико-систематического происхождения коллекционных образцов и числа лет их клубневой репродукции. Изучены интенсивность и характер вирусной инфекции на интродуцированном из-за рубежа материале в условиях карантина. Прослежена динамика повторного заражения вирусами в полевой коллекции меристемного оздоровленного картофеля. Сделано сравнение данных по визуальной оценке вирусной инфекции и диагностике вирусов методом иммуноферментного анализа (ИФА).

Мировой генофонд картофеля представлен в крупнейшей в мире коллекции растительных ресурсов ВИР почти 10000 образцов. Из них около 2500 селекционных сортов и гибридов *Solanum tuberosum* L., более 3000 образцов культурных видов *S.andigenum* Juz.&Buk. и *S.tuberosum* ssp. *chiloense* Kostina, свыше 600 образцов примитивных и около 3000 образцов диких видов, остальное - селекционно-генетический материал (дигаплоиды, дифференциаторы рас фитотторы и патотипов нематоды и т.п.).

Ботаническое и генетическое разнообразие клубеносных видов и форм рода *Solanum* не может не являться богатой средой и фоном для всевозможных болезней и вредителей. Разнообразие генов предполагает соответствующее многообразие патогенов. И они действительно присутствуют в обилии в коллекции. Среди них вирусы играют не последнюю роль, являясь постоянным фактором заражения и вырождения коллекционного материала.

Вирусологическое обследование коллекционного картофеля проводилось в течение многих лет рядом исследователей, и все они выявляли высокую степень пораженности его различными вирусными или вирусоподобными болезнями, от мозаик до желтух (Чесноков,1961; Камераз,Иванова,1965; Трускинов,1970, 1972; Букасов,Камераз,1972; Зыкин,1976). Самые ранние сведения об этом приведены в работе А.А.Ячевского, где было обследовано 76 сортов картофеля из коллекции ВИР (Ячевский,1925). При этом

только 15% сортов были внешне здоровыми.

Результаты нашего обследования 1969-1971 гг. показали, что по данным серологии были заражены вирусами от 45 до 90% селекционных сортов, от 80 до 90% чилийских форм *S.tuberosum*, от 76 до 98% образцов *S.andigenum*, от 46 до 87% примитивных видов (табл.1).

Таблица 1. Поражение коллекции селекционных сортов и культурных видов картофеля мозаичными вирусами ХВК, СВК и МВК по данным серодиагностики (1969-1971)

Год	Число проверенных растений	% поражения вирусами			
		всеми	ХВК	СВК	МВК
<u>Селекционные сорта</u>					
1969	457	45	23	23	15
1970	620	77	31	47	45
1971	1809	90	48	44	62
<u><i>S.tuberosum</i> ssp. <i>chiloense</i></u>					
1970	192	80	22	45	52
1971	260	89	26	39	59
<u><i>S.andigenum</i></u>					
1969	49	78	5	45	40
1970	42	77	5	26	52
1971	56	98	7	41	98
<u>Примитивные виды</u>					
1970	142	87	0,7	40	77
1971	134	46	0,7	9	46

Зараженность диких видов исследовалась в зависимости от числа лет клубневой репродукции. Было показано значительное возрастание вирусной инфекции - от 10% у семянцев до 90% и выше в четвертой и более высокой репродукции (табл.2). Примерно такая же закономерность наблюдалась и на гибридном се-

лекционным материале, а также при дальнейшем обследовании коллекции примитивных видов (Бавыко, 1987). В по-

следнем случае 100% зараженность вирусами наблюдалась в пятой или шестой клубневой репродукции.

Таблица 2. Поражение коллекции диких видов картофеля мозаичными вирусами ХВК, SBK, MBK в зависимости от числа лет клубневой репродукции по данным серодиагностики

Год	Число проверенных растений	% поражения вирусами				Число лет репродукции
		всеми	ХВК	SBK	MBK	
1969	42	10	0	7	2	сеянцы
	125	34	4	14	23	1
	125	73	9	13	68	2 и более
1970	145	28	3	20	21	1
	141	67	12	21	58	2
	172	71	19	24	57	3 и более
	40	20	0	5	20	сеянцы
1971	56	41	14	5	30	1
	250	40	2	14	34	2-3
	92	96	13	18	93	4 и более

Из серологически определяемых вирусов наибольшее распространение в коллекции картофеля имел MBK (до 98% зараженных растений *S.andigenum*), меньшее - SBK (до 67% растений межвидовых гибридов) и заметно менее распространенный был ХВК (до 48% проверенных растений селекционных сортов). Наименьшее заражение ХВК было отмечено у примитивных видов и *S.andigenum* (0.7-7%), несколько больше - у диких видов (до 19%). Такая низкая степень зараженности этим вирусом части коллекции имеет определенное селекционное значение. Это подтверждается тем, что многие сорта картофеля, устойчивые к ХВК, получены на основе или с участием *S.andigenum* (например, из отечественных - сорт Детскосельский). Показательно также, что нематодоустойчивые сорта и гибриды, полученные на основе *S.andigenum*, также, как правило, устойчивы к ХВК. Это вытекает и из наших данных проверки 1971 г. Данные по УВК тех лет не приводятся из-за неудовлетворительного качества антисывороток к этому вирусу, выпускаемых в то время.

Также обращает на себя внимание довольно заметное поражение в отдельные годы сеянцев MBK, а также SBK, особенно у межвидовых гибридов (41% и 32% соответственно). У диких видов MBK также поражал до 20% сеянцев. Это дает

основание для предположений в ряде случаев и о семенной передаче мозаичных вирусов картофеля, что было экспериментально подтверждено рядом исследователей, в том числе и на коллекционном материале (Щербакова, Смородина, 1978). Так или иначе, необходимость использования при гибридизации здорового безвирусного родительского материала не требует в настоящее время каких-либо специальных доказательств.

Более позднее обследование нами коллекционного материала в 1984 г. показало примерно ту же закономерность, что и десятилетие назад, хотя степень поражения вирусами была в поле несколько ниже: дикие виды - 16%, примитивные виды - 48%, *S.andigenum* - 46%. Однако при серологическом тестировании по клубневым индексам вирусы показали 95% образцов примитивных видов и 80% образцов *S.andigenum*. Наибольшее распространение, как и прежде, имел MBK (до 45% растений в поле и до 81% растений при индексации). Наименьшее распространение, как и ожидалось, имел ХВК (1.8% растений *S.andigenum* в поле и 0% при индексации). Зато к этому времени стала давать достоверные результаты серодиагностика к УВК: до 15% растений диких видов, 12% - *S.andigenum*, 3% - примитивных видов в поле. Индексация также неплохо выявляла

этот вирус: 17% - *S.andigenum*, 4% - примитивные виды. Данные по проверке селекционных межвидовых гибридов показали, что там, где проводилась систематическая оздоровительная работа, растений с вирусом было не более 12%, тогда как старая не оздоравливаемая коллекция гибридов была поражена вирусными болезнями на 55%.

Наряду с нечастым обследованием коллекционного материала в поле нами проводилось на протяжении ряда лет (1972-1992 гг.) регулярное вирусологическое испытание интродуцируемого картофеля из-за рубежа в условиях карантинной оранжереи интродукционно-карантинного питомника (ИКП) Павловской опытной станции ВИР. Значительная часть испытанных на вирусы образцов представляла экспедиционный материал из стран Южной и Центральной Америки, то есть непосредственно из центров происхождения культуры картофеля. Таким образом, полученные нами многолетние данные по первому году карантинного испытания характеризуют

фактически не только степень зараженности интродуцированного картофеля, поступающего в коллекцию, но и те вирусы, которые завозились из-за рубежа, в том числе с исторической родины картофеля (табл.3).

В разные годы степень зараженности вирусами колебалась от 11 до 78%, из них по данным серологической оценки ХВК - от 4 до 62%, СВК - от 3 до 61%, МВК - от 2 до 56%, УВК - от 2 до 18%. Симптомы вируса скручивания листьев картофеля (ВСЛК) отмечены в разные годы у 1-26% образцов. Кроме того, была установлена всевозможная аномальная пигментация фитоплазмopodobного типа (до 20% образцов). У некоторых явно больных образцов с симптомами вирусных болезней серология не выявила мозаичных вирусов, что можно было отнести не столько за счет недостатков метода диагностики, сколько за счет наличия каких-то еще не диагностируемых вирусов, которых значительно больше, чем те 4 или 5, на которые обычно проверяют растения картофеля.

Таблица 3. Зараженность вирусами интродуцированных зарубежных образцов картофеля в первый год карантина (ИКП Павловской опытной станции ВИР, 1971-1992)

Год	Всего испытано образцов	Вирусных образцов(%)	Визуально (%)		Серологически (%)			
			симптомы мозаики	скручивание листьев	X	S	M	Y
1971	550	49	3	2	30	31	16	2
1972	652	47	14	6	28	33	28	6
1973	110	77	12	25	62	36	40	15
1974	352	63	19	3	30	51	11	9
1975	1225	59	7	1	42	33	10	2
1976	952	63	3	4	15	36	20	2
1977	58	48	25	7	24	21	9	10
1978	121	66	22	26	16	15	9	13
1979	139	60	24	8	35	37	37	7
1980	227	41	6	3	27	27	7	2
1981	120	78	26	12	33	61	49	4
1982	154	75	24	12	44	26	56	10
1983	45	60	29	2	15	42	47	15
1984	105	27	13	3	8	15	21	7
1985	196	11	12	5	6	6	7	6
1986	102	45	16	10	13	18	9	6
1987	218	57	21	7	13	18	22	15
1988	31	61	17	22	28	37	27	3
1989	302	31	16	9	7	13	8	2
1990	280	44	29	8	4	23	7	3
1991	142	58	50	18	11	13	9	0
1992	56	32	15	21	7	3	2	2

В связи с тем, что в 80-е годы возможности иммунодиагностики значительно увеличились за счет применения в фитовирусологии иммуноферментного анализа (ИФА), данный метод стал также использоваться в нашей работе. Благодаря ему мы выявили в условиях карантина андийский латентный вирус картофеля (АЛВК) на нескольких образцах из Боливии, а также впервые у высокогорного клубненоносного растения уллюкус из Колумбии и Эквадора (Трускинов, Костерева, 1995).

Не во всех случаях при наличии симптомов того или иного заболевания удается выявить патоген как таковой. Иногда не удается доказать даже инфекционную природу вызываемого им заболевания, примером чего может служить описанная нами в карантинных условиях так называемая оранжерейная болезнь картофеля или функциональный некроз жилок (ФНЖ). В некоторые годы замечено от 1 до 23% образцов в оранжерее с симптомами этого, по всей вероятности, функционального заболевания, не проявляющегося в полевых условиях.

Последнее обширное вирусологическое обследование коллекционного материала в поле было проведено в 1999 году и приурочено в основном к коллекции меристемного картофеля, оздоровленного нами в предыдущие годы. Полученные данные характеризуют не только степень подверженности оздоровленного методом культуры меристемной ткани картофеля повторному вирусному перезаражению, но и по сути имеющийся в данное время инфекционный фон по вирусам во всей полевой коллекции. Согласно им, нарастание вирусной инфекции на меристемных образцах в поле происходит достаточно быстро и достигает 80% уже во 2-3 клубневой репродукции (табл.4).

Из диагностированных вирусов наибольшее распространение имеют SBK, MBK, а также YBK. Возрастание в коллекции доли поражения последним вирусом до 37,5% можно отнести за счет существенного повышения результативности диагностики методом ИФА. Несколько ниже были показатели зараженности ХБК и ВСЛК (табл.5).

Таблица 4. Пораженность вирусами меристемного картофеля (по данным капельной серодиагностики и ИФА)

Тестируемый материал	Число образцов			
	здоровых		пораженных	
	шт.	%	шт.	%
Меристемный картофель в теплице	103	93	8	7
Меристемный картофель 1-й клубневой репродукции в поле	18	50	18	50
Меристемный картофель 2-3-летней репродукции в поле	30	19	125	81

Таблица 5. Распространенность вирусов X, S, M, Y и ВСЛК в посадках меристемного картофеля

Название патогена	Количество пораженных образцов		%
	Количество пораженных образцов	Количество пораженных образцов	
ХБК	42		21.9
SBK	70		36.5
MBK	62		32.3
YBK	72		37.5
ВСЛК	38		19.8

Попытка соотнести наличие симптомов с данными по диагностике ИФА показала, что совпадение результатов по обеим оценкам у мозаичных вирусов достигала 65.5%, а у ВСЛК - 67% (табл.6).

Таблица 6. Сравнительная оценка симптомов мозаичных вирусов картофеля (X, S, M, YBK) и ВСЛК в посадках меристемного картофеля и результатов теста ИФА

Тестируемые вирусы	Наличие симптомов	Реакция в тесте ИФА	% случаев с данным результатом
X, S, M,	+	-	23.5
YBK	-	+	11.0
	+	+	61.8
	-	-	3.7
ВСЛК	+	-	23.0
	-	+	10.0
	+	+	8.9
	-	-	58.1

Довольно существенное несовпадение (до 34.5%), очевидно, вызвано как латентным, скрытым состоянием инфекции, так, возможно, и наличием иных патогенов. В случае наличия симптомов скручивания листьев не исключается и

не инфекционный их характер, не вирусное, а физиолого-экологическое их происхождение, связанное с абиотиче-

скими факторами среды, а также с генотипическими особенностями тех или иных образцов.

Выводы

В мировой коллекции картофеля ВИР в течение многих лет отмечается высокий инфекционный и, прежде всего, вирусный фон. К нему добавляются еще недостаточно выявленные в коллекции виroidные и фитоплазменные инфекции.

Из диагностируемых вирусов наибольшее распространение в коллекции имели SBK и MBK, а в меристемном картофеле также и YBK. XBK распространен главным образом на сортовом материале *S.tuberosum* и практически не распространен на *S.andigenum* и родственных ему примитивных видах. Факти-

чески еще не выявлены в полевой коллекции андийские карантинные вирусы.

Поддержание и сохранение коллекции должно быть нацелено на полностью здоровый или оздоровленный материал с интегрированной системой его защиты от всевозможных патогенов и их переносчиков. Изучение, селекционная оценка на устойчивость к патогенам и, прежде всего, к вирусам, должны осуществляться изолированно от питомников поддержания здоровой коллекции в условиях как естественного, так и специально созданного регулярного инфекционного фона.

Литература

Бавыко И.Ф. Толерантность и устойчивость к отдельным вирусам примитивных культурных видов картофеля. /Тр. по приклад. бот., ген. и селекции, 115, 1987, с.49-53.

Букасов С.М., Камераз А.Я. Селекция и семеноводство картофеля. М., 1972, 359 с.

Зыкин А.Г. Вирусные болезни картофеля. М., 1976, 152 с.

Камераз А.Я., Иванова В.Н. Исходный материал для селекции картофеля на устойчивость к фитофторозу. /Тр. по приклад. бот., ген. и селекции, 115, 1987, с.18-22.

Трускинов Э.В. Распространение вируса М в коллекции картофеля. /Сб. тр. аспирантов и молодых научных сотрудников ВИР, 16, 1970, с.432-439.

Трускинов Э.В. Поражение сеянцев карто-

феля мозаичными вирусами М и S. /Бюлл. ВИР, 21, 1972, с.86-89.

Трускинов Э.В., Костерева Н.А. Оздоровление коллекционных образцов картофеля в карантине. /Тез. докл. Всеросс. съезда защиты растений, СПб, 1995, с.26-27.

Чесноков П.Г. Болезни вырождения картофеля в СССР и борьба с ними. М.-Л., 1961, 320 с.

Щербакова Н.М., Смородина М.М. Передача вирусов мозаичной группы S, M, Y настоящими семенами картофеля. /Вирусные болезни с.-х. растений и меры борьбы с ними, 1978, с.70-71.

Ячевский А.А. Болезни вырождения картофеля по данным обследования 1924 г. М., 1925, 65 с.

VIRUS ESTIMATION OF THE WORLD POTATO COLLECTION

E.V.Truskinov, D.V.Frolova

The world potato collection of the Vavilov's All-Russian institute of plant industry have been preserved for many long years under conditions of strong infections, mostly viral in nature. Viroid and phytoplasma infections have not been yet enough revealed to be taken into consideration. Among determined viruses, PVS and PVM are the most widespread in the collection as well as PVY in meristem potato. PVX has been recorded only for cultivars of the *Solanum tuberosum* material and is practically lacking in *S. andigenum* and primitive species. At present, quarantine Andean viruses are not yet found in the field collection. The maintenance of the collection should be aimed at the preservation of completely healthy and improved material and carried out under the ambit of integrated system against all possible pathogens and their vectors. Studies on estimation of susceptibility to pathogens and first of all to viruses, should be spatially isolated from nurseries of healthy material and conducted under conditions of natural or artificial infection.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ТАБАКА ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ

О.Д.Филипчук

Всероссийский НИИ табака, махорки и табачных изделий, Краснодар

Разработанная система экологизированной защиты табака совместима с ресурсосберегающей технологией его производства. По экономическим и энергетическим критериям система является высокоэффективной и низкозатратной. Ее применение повышает рентабельность технологии в 3 раза, при этом в 1.5 раза снижается себестоимость продукции и в 1.3 раза - уровень общих энергозатрат. Экоотоксикологическая оценка апробированных биорациональных средств свидетельствует о том, что их использование значительно (в 2-12 раз) уменьшает степень экологической опасности и уровень "токсической нагрузки" на компоненты табачного агроценоза.

Экологизация защиты растений в условиях адаптивно-ландшафтного земледелия должна проводиться по трем взаимосвязанным стратегическим направлениям: долгосрочная агроценотическая регуляция (с целью оптимизации соотношения, численности полезных и вредных видов); самозащита растения и агроценоза в целом; оперативное сдерживание инвазий, эпифитотий и засоренности. концепция экологизированной защиты табака базируется на принципах управления фитосанитарным состоянием всего агроценоза культуры. Оптимизация фитосанитарного состояния табачного агроценоза может быть достигнута, когда в действие вводятся (порознь или совместно) главные стратегические составляющие экологизированной защиты. В частности, осуществляется рациональное обустройство агроландшафта (стратегия долгосрочной агроценотической регуляции), реализуется природная и индуцированная устойчивость табака (стратегия самозащиты), применяются рациональные технологии, экологически безопасные биологические и малоопасные химические средства защиты табака (стратегия оперативного сдерживания). Этим достигается подавление вредных видов до экономически приемлемого уровня.

Анализ работ, опубликованных в 80-е годы, показал, что многие нарушения в технологии защиты табака от вредных организмов объясняются отсутствием оптимальной системы защиты в период выращивания и хранения урожая культуры. Современная экологически обосно-

ванная защита табака должна базироваться на использовании фитосанитарных средств, обеспечивающих эффективность, экономичность и экологическую безопасность мероприятий с максимальным учетом результатов комплексного агроэкологического мониторинга. К началу исследований (1986 г) научно обоснованная система агроэкологического мониторинга (применительно к табачному агроценозу) отсутствовала. В отечественных публикациях и рекомендациях сохранились лишь ее фрагментарные элементы (Добровольский, 1939; Рекомендации ..., 1986; 1988; Система ..., 1989). Агроэкологический мониторинг обеспечивает непрерывность и системность наблюдений, а также определяет наиболее актуальные прикладные задачи. Их решение дает возможность прогнозировать последствия воздействий загрязняющих веществ и вредных организмов на величину и качество урожая. На основании результатов агроэкологического прогноза принимаются решения по защите табака, сохранению урожая и обеспечению его качества.

Главной целью экологизированной защиты табака является сохранение урожая, гарантированное производство высококачественного табачного сырья и предотвращение негативного влияния агрохимикатов и других средств на полезные компоненты агроценоза (рис.1). Она предполагает разработку оперативных и долгосрочных прогнозов распространения и вредоносности биотических стрессоров, а также знание фактических урожайных за-

грязнения элементов табачного агроценоза ксенобиотическими и природными токсикантами. Экологизированная защита базируется на дифференцированных (биологических, экономических и др.) критериях вредоносности сорняков, фитофагов и фитопатогенов, биотических

индексах и экотоксикологических нормативах (ПДК, МДУ, ОДК). При этом актуально использование современных методов оценки эффективности препаратов, способов и технологий комплексной защиты, включая профилактические и карантинные мероприятия.

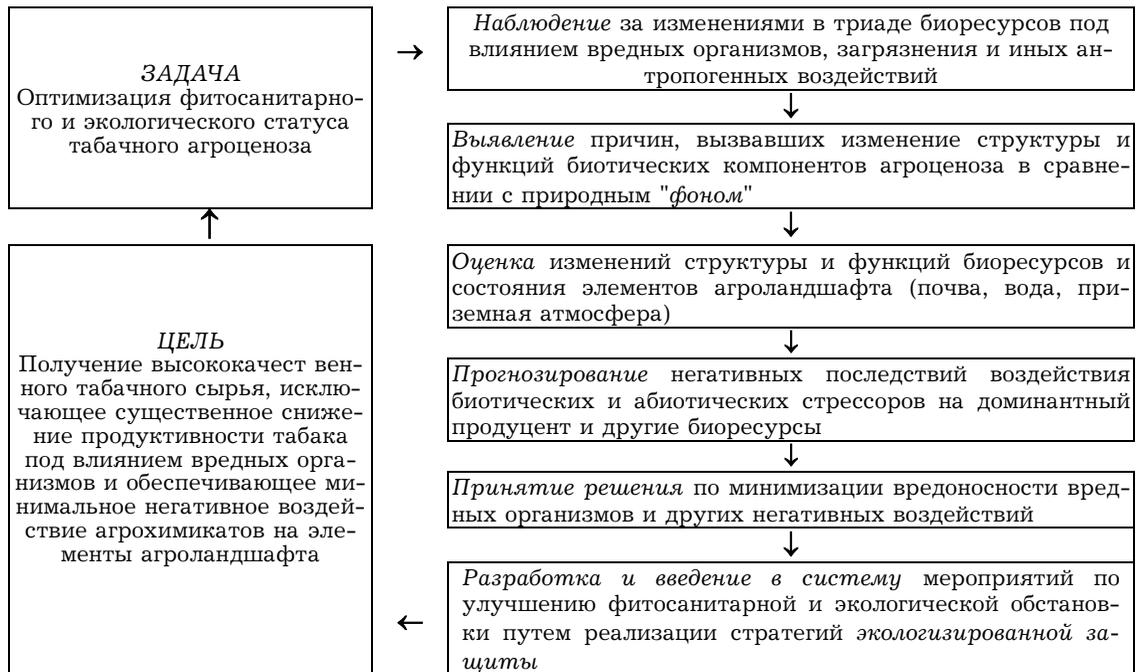


Рис.1. Реализация экологизированной защиты табака

В существовавшую до настоящего времени технологию возделывания табака нами внесен ряд значительных изменений и дополнений. Арсенал химических и биологических средств дополнен современными препаратами. Применение включенных в систему беспестицидных методов, позволяет в некоторой степени регулировать соотношение вредной и полезной биоты в табачном агроценозе. По результатам исследований включены в систему защиты табака и некоторые традиционные агротехнические методы.

Разработанные блоки защитных мероприятий, по группам вредных объектов, позволили сформировать комплексную экологизированную систему защиты табака при выращивании и хранении урожая. Реализация этой системы позволяет

избежать значительных потерь при выращивании и хранении урожая и получить в условиях современного агропроизводства юга России высококачественное табачное сырье.

Изменение подхода к принципам защиты табака (отказ от предпочтительного использования химических средств, учет фитосанитарной обстановки табачного агроценоза), а также современные экономические условия хозяйствования предполагают совершенствование разработанных ранее методов оценки защитных мероприятий. Одновременно с определением биологической эффективности препаратов и средств оценка защитных мероприятий должна включать многосторонний анализ по экологическим и экономическим критериям. Для комплексной

оценки различных вариантов разработанной экологизированной системы защиты табака от вредных организмов нами определен ряд экотоксикологических, энергетических и экономических обобщенных критериев и показателей.

При экотоксикологической оценке защитных мероприятий оценочный экотоксикологический балл рассчитан по методам, предложенным М.С.Соколовым с соавторами (1994). Количество полудетальных доз д.в. пестицида на 1 га или уровень токсической нагрузки - по методическим указаниям (1995). Используются отдельные критерии и нормативы из справочной литературы (Мельников и др., 1995; Farharu, 1997; Государственный каталог..., 2000). Энергетическая оценка выполнена по соответствующей методике (1983) с использованием методических рекомендаций Н.Р.Гончарова с соавторами (1999). Расчет экономической эффективности предлагаемой системы проведен по методике 1983 г. с использованием рекомендаций для табаководов Ю.Г.Крашенинникова с соавторами (1987). Экономическая оценка защитных мероприятий получена на основе методических рекомендаций Н.Р.Гончарова с соавторами (1999) с учетом экологического аспекта оценки по методическим рекомендациям В.А.Захаренко с соавторами (2000).

Оценка уровня негативного воздействия пестицидов на компоненты агроценоза и человека является одним из самых сложных вопросов в защите растений, так как еще полностью не определены единые методические подходы для оценки возможных побочных эффектов их применения. В наших исследованиях расширен круг использовавшихся ранее критериев степени экологической опасности предлагаемых приемов и способов защиты табака. При этом исходили из общности показателей для всех групп пестицидов (инсектициды, гербициды и фунгициды). С целью наиболее полного выявления уровня возможной опасности защитных мероприятий для полезной биоты был выбран комплекс интегральных показателей, учитывающих поступление пестицидов в окружающую среду

по различным количественным и качественным параметрам.

Экотоксикологическая оценка системы защитных мероприятий проведена по обобщенным токсиколого-гигиеническим и эколого-агрохимическим критериям. Применение этих критериев позволяет рассчитать различные экотоксикологические параметры, такие как оценочный балл для каждого пестицида и суммарный экотоксикологический балл системы защиты табака. Также при расчете учитывалась и кратность применения препаратов в системе. Таким образом, по принятой нами классификации определено, что в интенсивной системе защиты табака используются в основном особо- и среднеопасные препараты. Предлагаемые варианты экологизированной системы содержат средне- и малоопасные соединения. Максимальный оценочный балл получен для интенсивной системы - 569, что свидетельствует о ее потенциальной опасности для компонентов агроценоза. Предполагаемый уровень пестицидной нагрузки не исключает возможности попадания остатков пестицидов в продукцию, почву, воду и другие объекты окружающей среды. При использовании экологизированной системы защиты суммарный экотоксикологический балл снижается в 2-12 раз (в зависимости от выбранного варианта), соответственно уменьшается и степень ее экологической опасности.

Для всесторонней экотоксикологической оценки нами также был использован и другой интегральный показатель опасности различных пестицидов - количество полудетальных доз (ЛД₅₀) действующего вещества препарата на 1 га или "токсическая (экотоксикологическая) нагрузка".

Показатель определяют как частное от деления рекомендуемой дозировки пестицида (мг/га д.в.) на ЛД₅₀. Он одновременно учитывает степень токсичности пестицида и количество токсического материала, вносимого в почву. С его помощью легко устанавливается количество внесенных полудетальных дозировок для позвоночных в процессе однократной об-

работки (или за сезон). Меньшее значение этого показателя характеризует пестицид, как более предпочтительный.

Уровень "токсической нагрузки" существующих и предлагаемых мероприятий по защите табака от вредных организмов мы рассчитывали как для отдельных пестицидов, так и для всей системы в целом с учетом кратности применения препаратов. Принималось во внимание, что в условиях производства более токсичный пестицид, внесенный в малых дозах, представляет меньшую опасность в сравнении с препаратом, токсичность которого ниже, а рекомендованные нормы расхода выше. Такой подход в сравнительной оценке безопасности включенных в систему пестицидов обеспечивает большую объективность и дает необходимую дополнительную информацию.

Условно по уровню "токсической нагрузки" препараты делятся на четыре группы. Из 20 препаратов, применяемых в интенсивной системе защиты табака, 5 являются особо опасными, 7 - опасными, 6 - умеренно опасными и только 2 - малоопасными для полезной биоты. Для I варианта предлагаемой экологизированной системы количество особо опасных препаратов снижено до 3, опасных - до 4, остальные 9 относятся к мало- и умеренно опасным соединениям. Другие варианты экологизированной системы защиты помимо снижения уровня потенциальной токсичности также характеризуются и уменьшением общего количества используемых пестицидов. Максимальная суммарная "токсическая нагрузка" интенсивной системы защиты табака составляет более 240 тыс. полуплетальных доз. Использование различных вариантов экологизированной системы снижает этот показатель в 2-11 раз, что представляет гораздо меньшую опасность для табачного агроценоза.

Сравнительный анализ интенсивной и экологизированной систем защиты по различным критериям экотоксикологической оценки показал достаточно сопоставимые результаты. Предлагаемая система защиты табака и по суммарному экотоксикологическому баллу, и по суммар-

ному количеству полуплетальных доз на единицу площади обладает меньшей потенциальной опасностью. Уровень экологической нагрузки на агроценоз снижается в 2-12 раз (в зависимости от используемого варианта). Рекомендованные к использованию препараты менее токсичны, у них ниже нормы расхода и кратность применения. Такой подход к оценке экологической опасности различных систем защиты табака от вредителей, болезней и сорняков позволяет более корректно и обоснованно применять препараты подавления вредных видов в зависимости от фитосанитарной обстановки и состояния агроландшафта конкретного региона.

В условиях перехода сельскохозяйственного производства России к рыночным отношениям, диспаритета цен на табачное сырье и материально-технические ресурсы большое значение приобретает оценка защитных мероприятий с точки зрения энергетической эффективности. Энергетический анализ позволяет с помощью соответствующих энергетических эквивалентов определить эффективность систем защиты табака во взаимосвязи с уровнем использования энергетических ресурсов. Он дает возможность получить объективную информацию для энергетического обоснования потребности в средствах защиты растений при разработке и внедрении ресурсосберегающих технологий возделывания табака взамен существующих энергоемких. Энергетическая оценка подразумевает определение соотношения количества энергии, накопленной в урожае культуры в процессе фотосинтеза, и совокупных затрат энергии, вкладываемых в производство продукции.

Энергетическая оценка различных систем защиты табака проведена на основе отраслевых нормативов (энергетических эквивалентов) на оборотные средства производства, к которым относятся пестициды. При этом использовались коэффициенты совокупной энергии, соответствующие определенной группе пестицидов (фунгициды, инсектициды, гербициды) и их препаративной форме (ЧП, Г, КЭ и др.) с обязательным учетом кратности применения препаратов. В ре-

зультате сравнительной оценки установлено, что энергозатраты для традиционной интенсивной системы защиты табака от вредных организмов составляют 7058 МДж/га. По суммарному энергетическому эквиваленту на пестициды экологизированная система защиты табака менее энергоемка, что связано с уменьшением количества и кратности применения используемых препаратов. Так, при применении различных вариантов системы экозащиты энергозатраты соответственно снижаются с 2.3 до 11.5 раз.

Энергетическая оценка защитных мероприятий позволяет более эффективно проводить разработку энергосберегающих технологий возделывания табака и мероприятий по рациональному использованию ресурсов. Однако для поиска наиболее оптимальных энергоэкономичных решений не корректно ограничиваться оценкой только одного технологи-

ческого процесса. В данном случае более целесообразно проводить расчет энергетических эквивалентов нескольких технологий производства табачного сырья, различающихся по номенклатуре основных и оборотных средств. Оценка каждой из них по эффективности энергетического выхода позволяет провести анализ основных составных частей совокупной энергии, затрачиваемой на производство культуры.

В процессе исследований использовались следующие основные энергетические показатели: совокупная энергия на основные и оборотные средства, на трудовые ресурсы, на выращивание, уборку и послеуборочную обработку (то есть на производство табачного сырья); энергия, накопленная хозяйственно-ценной частью урожая и всей биомассой табака, а также соответствующие им энергетические коэффициенты (табл.1).

Таблица 1. Энергетическая оценка технологии возделывания табака с использованием различных систем защиты от вредных организмов, тыс. МДж/га

Показатель	Система	
	интенсивная	экологизированная I
Энергетические затраты на использование машин и оборудование, всего	22.3	21.1
в т.ч.: выращивание рассады	2.0	2.0
обработка почвы и внесение удобрений	12.0	10.7
посадка рассады в поле	3.4	3.7
уход за табаком в поле	1.0	1.0
уборка, сушка и первичная обработка	4.0	3.7
Энергетические затраты на оборотные средства, всего	152.0	102.9
в т.ч.: удобрения	8.4	6.8
жидкое топливо	136.2	92.8
электроэнергия	.3	.3
пестициды	7.0	3.0
Энергетические затраты на использование трудовых ресурсов, всего	92.0	85.0
в т.ч.: механизированные работы	12.3	12.7
полевые работы	61.3	57.3
инженерно-технические работы	18.4	15.1
Совокупные энергетические затраты на выращивание, уборку и послеуборочную обработку табака, всего	266.4	209.0
Энергия, накопленная хозяйственно-ценной частью урожая	66.8	61.8
Энергетический коэффициент хозяйственно-ценной части урожая табака	0.23	0.34
Энергия, накопленная всей биомассой табака	329.0	304.4
Энергетический коэффициент всей биомассы табака	1.2	1.7

Наиболее значительные различия в энергозатратах наблюдаются в статьях затрат на оборотные средства и произ-

водство табачного сырья. Снижение в 1.5 раза уровня затрат на оборотные средства в системе экологизированной защиты

связано с применением биорациональных агротехнологий, то есть введением научно обоснованных севооборотов, сбалансированной системы органо-минерального питания растений, уменьшением пестицидной нагрузки и т.д. Экономия совокупной энергии на производство табачного сырья в 1.3 раза выше в сравнении с интенсивной системой, что связано не только с различным уровнем урожайности культуры, но и со снижением затрат на послеуборочную обработку. Полученные значения энергетических коэффициентов всей биомассы табака для различных систем защиты (1.2 и 1.7 соответственно) показывают, что энергия, накапливаемая биомассой табака, больше затраченной на производство культуры. Величина энергетических коэффициентов хозяйственно ценной части урожая табака меньше единицы (0.23 и 0.34 соответственно), что свидетельствует о превышении совокупной энергии на выращивание, уборку и послеуборочную обработку табака над энергией, накопленной в листьях культуры. Однако наибольшие значения этих коэффициентов получены для технологии с использованием экологизированной системы защиты табака от вредных организмов.

Энергетическая оценка подтвердила более высокую эффективность предлагаемой экологизированной системы защиты табака в сравнении с традиционной интенсивной. Суммарные энергозатраты на применение пестицидов при использовании различных вариантов экологизированной защиты снижаются в 2-12 раз.

Преимущества такой защиты очевидны и при включении ее в общую агротехнологию возделывания культуры. При этом затраты совокупной энергии на оборотные средства и производство сырья снижаются почти на 50%, а значения коэффициентов энергетической эффективности значительно выше. Таким образом, при разработке оптимального варианта ресурсосберегающей технологии возделывания табака необходимо учитывать анализ затрат энергии на оборотные средства, в частности на защитные мероприятия. Экологизированная защита та-

бака является энергосберегающим приемом и позволяет рационально использовать энергоресурсы в табаководстве.

Внедрение новой системы защиты табака предполагает помимо высокого уровня научного и производственного обеспечения обязательное экономическое обоснование. Гарантированным успехом любой технологии сельскохозяйственного производства является ее экономическая целесообразность для конкретных производственных условий. Важнейшим показателем, определяющим возможность практического использования защитных мероприятий, является экономическая эффективность. В настоящих экономических условиях табаководству необходимы не только экологические безопасные, но и рентабельные технологии. Экологизированная система защиты табака ориентирована на рациональное использование материальных и трудовых ресурсов.

Экономический анализ рекомендованных защитных мероприятий выполнен традиционно, путем сопоставления затрат и полученного эффекта от применяемых приемов и способов защиты табака (табл.2). При расчете использовался весь комплекс рекомендуемых для культуры показателей (основные и дополнительные). Полученные результаты показывают, что как существующая (интенсивная) так и предлагаемая (экологизированная) системы защиты табака от вредных организмов обеспечивают достаточный прирост производства продукции (в пределах 0.5-0.7 тыс.т. табачного сырья). Однако, при внедрении экологизированной системы в 1.7-2.2 раза снижаются затраты на проведение защитных мероприятий и в 1.4-1.7 раза - общие производственные затраты. Благодаря существенному снижению денежных затрат (для всех вариантов экологизированной защиты) наблюдается увеличение уровня рентабельности в 2.7-3.4 раза и рост прибыли на 43-46% для ресурсосберегающей технологии производства табака. Также отмечается значительное снижение себестоимости табачного сырья (в 1.4-1.5 раза). Меньший прирост урожайности табака при применении экологизированной системы защиты при-

водит к незначительному уменьшению объема продаж и годового экономического эффекта. Сравнительный анализ уровня эффективности выполнен на основании

результатов производственной апробации различных вариантов экологизированной защиты табака в АФ "Суздальская", г.Горячий Ключ Краснодарского края.

Таблица 2. Экономическая эффективность технологии возделывания табака с использованием различных систем защиты от вредных организмов*

Показатель	Система			
	интенсивная	экологизированная		
		I	II	III
Площадь внедрения, тыс. га	1.0	1.0	1.0	1.0
Валовый сбор, тыс. т.	2.00	1.90	1.85	1.80
в т.ч. прирост (при применении системы защитных мероприятий), тыс. т.	0.70	0.60	0.55	0.50
Урожайность табака, ц/га	20.0	19.0	18.5	18.0
Объем продаж, млн. руб.	45.0	42.7	41.6	40.5
в т.ч. прирост продаж, млн. руб.	15.7	13.5	12.3	11.2
Прибыль всего, млн. руб.	11.0	19.3	19.5	20.5
в т.ч. на 1 га, тыс. руб.	11.0	19.3	19.5	20.5
Уровень рентабельности, %	30.6	82.1	88.6	103.1
Экономический эффект, млн. руб.	15.7	13.5	12.3	11.2
в т.ч. отнесенный на научные исследования, млн. руб.	3.9	3.4	3.1	2.8
Производственные затраты, тыс. руб/га	34.0	24.5	22.1	20.0
в т.ч. на проведение защитных мероприятий, тыс.руб/га	18.3	10.9	9.9	8.4
Себестоимость, 1 ц/руб.	1698	1235	1193	1108

*Расчет произведен в ценах 2000 г.

Экономическая оценка предлагаемой экологизированной защиты табака от вредных организмов показала ее определенные преимущества в сравнении с интенсивной. Уровень затрат и себестоимость производства табачного сырья в зависимости от конкретных хозяйственных условий снижаются практически в 2 раза, значительно возрастает прибыль (на 50%) и уровень рентабельности (в среднем в 3 раза). Стоимостные показатели также подтверждают высокую экономическую эффективность вложений в защитные мероприятия. Внедрение экологизированной системы защиты табака служит значительным резервом снижения затрат в ресурсосберегающей технологии производства табачного сырья.

Широкое внедрение в практику экологизированной защиты табака от вредителей, болезней и сорняков предусматривает всестороннюю оценку ее эффективности и безопасности. Комплексная оценка разработанной системы защиты табака по экотоксикологическим, энергетическим и экономическим критериям показывает, что предложенные производству различ-

ные варианты экологизированной системы превосходят традиционную интенсивную систему защиты табака по всем оценочным параметрам (рис.2).

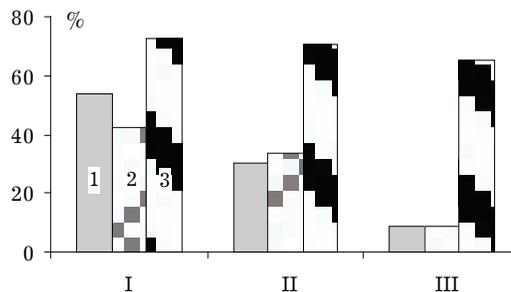


Рис.2. Сравнительная характеристика различных вариантов (I, II, III) систем экологизированной защиты табака от вредных организмов в % от интенсивной системы
1 - экотоксикологическая оценка, 2 - энергетическая оценка, 3 - экономическая оценка

Так, уровень пестицидной нагрузки в системе экологизированной защиты по экотоксикологическим и энергетическим показателям снижается в 2-12 раз, а преимущества экономической эффектив-

ности отмечаются как в снижении себестоимости табачного сырья в 1.4-1.5 раза, так и в увеличении уровня рентабельности производства в 2.7-3.4 раза.

Таким образом, разработанная система экологизированной защиты от вредных организмов совместима с ресурсосберегающей технологией производства табака. По экономическим и энергетическим критериям она высокоэффективна и

низкозатратна. Экотоксикологическая оценка апробированных биорациональных средств свидетельствует о том, что предлагаемая система защиты табака построена на основе экологического подхода, позволяющего сохранить динамическое равновесие табачного агроценоза. Внедрение этой системы в конечном итоге ведет к экономии ресурсов и оздоровлению окружающей среды.

Литература

Гончаров Н.Р., Долженко В.И., Каширский О.П. Нормативы энергетических затрат на пестициды при обработке наземными машинами. СПб., 1999, 68 с.

Гончаров Н.Р., Каширский О.П., Долженко В.И. Экономическая оценка мероприятий по защите растений в условиях переходного периода. Метод. рекомендации. СПб., 1999, 10 с.

Гончаров Н.Р., Каширский О.П., Долженко В.И. Энергетическая оценка мероприятий по защите растений. Методические рекомендации. СПб., 1999, 6 с.

Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ. М., 2000, 265 с.

Добровольский Н.А. Насекомые, повреждающие табак в Краснодарском крае и меры борьбы с ними. Краснодар, ВНИИ табачной и махорочной промышленности, 1939, 52 с.

Захаренко В.А., Гончаров Н.Р., Каширский О.П. и др. Эколого-экономическая оценка применения технических средств, технологий и мероприятий по защите растений в системе фитосанитарной оптимизации растениеводства в условиях переходного периода. СПб., 2000, 12 с.

Мельников Н.Н., Новожилов К.В., Белан С.Р. Пестициды и регуляторы роста растений. М., 1995, 576 с.

Методика биоэнергетической оценки тех-

нологий производства продукции растениеводства. (Ред. Е.И.Базаров и Е.В.Глинка). М., МСХ СССР, 1983, 45 с.

Методика определения экономической эффективности использования в с.-х. результатов НИ и ОКР, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. М., ВНИИПИ, 1983, 147 с.

Методы оценки экологической безопасности пестицидов при использовании их в интегрированной защите растений. Методические указания. СПб., 1995, 14 с.

Примерная технологическая карта возделывания, уборки и послеуборочной обработки табака в Краснодарском крае (Рекомендации для табаководов). Краснодар, 1987, 22 с.

Рекомендации по интенсивной технологии возделывания и послеуборочной обработке табака. Кишинев, 1988, 56 с.

Рекомендации по применению гербицидов при возделывании табака в Краснодарском крае. Краснодар, ВИТИМ, 1986, 28 с.

Система защиты табака от вредителей, болезней и сорняков (Рекомендации). М., 1989, 32 с.

Соколов М.С., Монастырский О.А., Пикушова Э.А. Экологизация защиты растений. Пушино, ОНТИ ПНЦ РАН, 1994, 462 с.

Farharu U.K. A World compendium. The Pesticide Manuel. /Eleventh Ed. Editor C.D.S. Tomlin. BCPC, 1997, 1606 p.

A MODERN ECOLOGICALLY SAFE AND EFFECTIVE SYSTEM OF TOBACCO PROTECTION FROM HARMFUL ORGANISMS

O.D.Philipchuk

The proposed ecological protection system of tobacco is compatible with resource-conserving technology for its production. Judging from both economic and energy criteria, the system is highly productive and low expensive. Its implementation results in a 3-fold increase of the profitability of the technology, a 1.5-fold decrease in cost price and 1.3-fold decrease in energy consumption. Ecotoxicological assessment testifies that the system's usage diminishes significantly (2-12-fold) environmental risks and toxic pressure on components of the tobacco agroecosystem.

ТРАХЕОМИКОЗЫ ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ СТРАН СНГ

В.И.Потлайчук, Л.Б.Хлопунова

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Микозное увядание (трахеомикоз) деревьев и кустарников является наиболее вредоносным заболеванием плодовых, ягодных, субтропических культур, парковых и лесных пород. Пораженные растения внезапно усыхают или в течение ряда лет постепенно отмирают, чем наносится значительный ущерб многолетним насаждениям. Патогены трахеомикоза строго приурочены к жизни в древесине и сосудистой системе. Видовой состав возбудителей весьма разнообразен и в зависимости от их видовой принадлежности вызывает различные формы болезни. К ним относятся вертициллез плодовых, цитрусовых, ягодных и лесных культур (виды *Verticillium*), инфекционное усыхание цитрусовых культур (*Dendrophoma traheiphila*), фузариозное увядание яблони, вишни, смородины, крыжовника (виды *Fusarium*), голландская болезнь (*Graphium ulmi*), сосудистый микоз дуба (*Ceratocystis roboris*, *C.kubanicum*), бахромчатый цератостоз платана (*Ceratocystis fimbriato* f. *platani*) и др.

Вертициллезное увядание

Распространение и ущерб. Критическая обработка собственных и литературных материалов показывает, что вертициллезная форма сосудистого увядания имеет весьма широкий ареал в Европе и Азии и поражает большой круг растений, представленный ниже с указанием места и времени обнаружения.

Плодовые культуры

Абрикос (*Armeniaca vulgaris* Lam.) - Армения (1970), Болгария (1972), Дальний Восток (1956), Молдавия (1968), Польша (1956), Северный Кавказ (1936), Средняя Азия (1936), Ставропольский край (1966), Таджикистан (1971), Узбекистан (1966), Франция (1952), Чехословакия (1965), Югославия (1958), Грузия (1964), Италия (1930), Крым (1968), Литва (1974);

айва обыкновенная (*Cydonia oblonga* Mill.) - Грузия (1965), Молдавия (1971);

алыча (*Prunus divaricata* Lad.) - Молдавия (1970), Таджикистан (1967), Украина, Крым (1977);

вишня обыкновенная (*Cerasus vulgaris* Mill.) - Голландия (1925), Дания (1965), Литва (1972), Молдавия (1964), Украина (1973);

груша обыкновенная (*Pyrus communis* L.) - Грузия (1968), Таджикистан (1967);

домашняя слива (*Prunus domestica* L.) - Азербайджан (1967), Болгария (1972),

Грузия (1964), Казахстан (1970), Литва (1971), Молдавия (1964), Ленинградская обл. (1970), Северный Кавказ (1973), Украина (1973), Дальний Восток (1956);

персик обыкновенный (*Persica vulgaris* L.) - Грузия (1966), Ставропольский край (1965), Таджикистан (1966);

черешня (*Cerasus avium* (L.) Moench.) - Литва (1972), Молдавия (1964), Ставропольский край (1973), Таджикистан (1967);

яблоня домашняя (*Malus domestica* Borkh.) - Азербайджан (1973), Грузия (1963), Молдавия (1970), Украина (Одесская обл.) (1966), Узбекистан (1963).

Ягодные культуры

Крыжовник обыкновенный (*Grossularia reclinata* (L.) Mill.) - Ленинградская, Московская, Пензенская, Саратовская и Тамбовская области (1953);

малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.) - Литва (1970), Молдавия (1972);

облепиха крушиновидная (*Hipporhae rhamnoides* L.) - Московская обл. (1982), Калининградская обл. (1984);

черная смородина (*Ribes nigrum* L.) - Московская, Пензенская, Саратовская, Тамбовская области, Дальний Восток (1978), Ленинградская обл. (1988), Украина (1968);

земляника лесная (*Fragaria vesca* L.) - Ленинградская обл. (1988).

Субтропические культуры

Апельсин (*Citrus aurantium* L.) - Грузия (1984);

бигарадия (*Citrus bigaradia* Ris.) - Грузия (1952), Узбекистан (1963);

удино дерево (*Cercis siliquastrum* L.) - Грузия (1952), Краснодарский край (Дагомыс) (1974);

кинкан японский (*Fortunella japonica* (Thunb.) Swig.) - Грузия (1952);

лавр благородный (*Laurus nobilis* L.) - Грузия (1963);

лавровишня аптечная (*L.officinalis* L.) - Грузия (1952);

лимон (*Citrus limon* (L.) Burm.) - Грузия (1952), Таджикистан (1976), Узбекистан (1981);

мандарин (*Citrus reticulata* Blenco) - Грузия (1964), Таджикистан (1981), Украина (Херсон) (1928);

маслина европейская (*Olea europaeae* L.) - Грузия (1965);

миндаль обыкновенный (*Amygdalis communis* L.) - Грузия (1974), Молдавия (1964), Таджикистан (1966);

михелия буроватая (*Michelia fuscota* Ell.) - Абхазия (1963), Таджикистан (1967);

мыльное дерево (*Koelreuteria paniculata* L.) - Грузия (1952);

орех грецкий (*Juglans regia* L.) - Азербайджан (1967), Грузия (1972), Краснодарский край (1960), Молдавия (1970), Ростовская обл. (1957);

трифолиата (*Poncirus trifoliata* L.) - Грузия (1984);

фисташковое дерево (*Pistacia vera* L.) - Таджикистан (1967);

церцис китайский (*Cercis chinensis* Bre.) - Краснодарский край (1974);

шелковица белая (*Morus alba* L.) - Узбекистан (Ферганская долина) (1984) (1979).

Лесные породы

Айлант высочайший (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swing.) - Ростовская обл.(1957);

багряник (*Cercis* sp.) - Краснодарский край (Дагомыс) (1974);

белая акация (*Robinia pseudoacacia* L.) - Таджикистан (1967);

береза повислая (*Betula verrucosa*

Ehrh.) - Европейская часть России (1970);

дуб черешчатый (*Quercus rubra* L.) - Грузия (1963), Европейская часть России (1972), Узбекистан (1971);

каштан съедобный (*Castanea sativa* Mill.) - Краснодарский край (Сочи) (1956), Ростовская обл. (1957);

клен (*Acer* sp.) - Грузия (1953), Самарская обл. (1957), Московская обл. (1952), Ростовская обл. (1957), Ставропольский край (1960), Украина (1960);

осина (*Populus tremula* L.) - Европейская часть России (1970);

ольха серая (*Alnus incana* Wild.) - Европейская часть России (1970);

липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.) - Европейская часть России (1970);

ясень американский (*Fraxinus americana* L.) - Европейская часть России (1970);

саксаул белый (*Haloxylon persicae* Vge.) - Узбекистан (1963);

скумпия (*Cotinus coggygria* Scop.) - Ростовская обл. (1957), Узбекистан (1963), Украина (1967);

шиповник (*Rosa rugosa* Thunb.) - Литва (1972), Московская обл. (1998);

роза (*Rosa* sp.) - Московская обл. (1998).

Ареал вертициллеза плодовых находится между 30-50° с.ш. в обоих полушариях в умеренном и тропическом поясах. В наибольшей степени от вилта страдают косточковые породы (Летов,1932; Онофраш,Попушой,1971). Эта форма болезни отмечается в Европейской части России, Закавказья, Средней Азии и зарубежных странах - Новой Зеландии, Италии, Канаде, Югославии, Австрии, Франции, Сирии, Венгрии, Чехия, Словакия, США (штаты Джорджия, Северная Каролина, Алабама, Вашингтон) и др.

На пораженных деревьях снижается урожай. Плоды на засыхающих растениях не вызревают и теряют вкусовые качества. Прирост побегов и штамба уменьшается. Так, пораженность сливы от 1 до 4 баллов вызывает нестандартность плодов и снижение урожая до 50%. Снижается прирост побегов, содержание хлорофилла в листьях, интенсивность транспирации, концентрация клеточного сока, изменяется водный режим, что в

конечном итоге приводит к снижению продуктивности деревьев (Дерновская, Исин, 1970). Большой экономический ущерб причиняет полная гибель деревьев. Особенно значительная в питомниках (однолетние сеянцы и саженцы).

Степень развития болезни различается в зависимости от вида растений и зоны их возделывания. Например, в Молдавии в наибольшей степени поражается слива, а в Грузии - абрикос. При одинаковых условиях возделывания косточковых пород в наибольшей степени поражается слива и абрикос (72%), в наименьшей - черешня и вишня (4%) (Онофраш, Попушой, 1971). Из семечковых слабо поражаются айва и яблоня (Курбанов, 1985).

Чрезвычайно опасным заболеванием признается вертициллез субтропических культур (лимон, мандарин, апельсин, хурма и др.) в Краснодарском крае и Западной Грузии, где все усилия, затраченные на воспроизводство их в условиях открытого грунта, сводятся на нет.

С 1980 г. в Таджикистане внедряется траншейный способ культивирования

лимона, и уже в 1981г. вертициллез был обнаружен в Вахшской долине. Обследованиями траншейных плантаций лимона выявлена различная степень поражения деревьев. Отмечено, что при поражении деревьев снижается количество плодов до 50%, размер и стандартность плодов (Ураков, 1981).

Имеются малочисленные сведения о поражении ягодников и декоративных кустарников (базилик, церцис и др.). Отмечается увядание кустов черной смородины в Приморском крае, где гибель их достигала 25%. На производственных сортоучастках (посадки 1967 г.) в 1975 г. погибло 23% кустов, в последующие годы поражение увеличилось до 56% (Коноплева, 1978). Отмечено поражение базилика (100%) в открытых парниках Абхазии (Кварцхава, 1957). В 1962 г. на Черноморском побережье Краснодарского края впервые зарегистрировано поражение церциса китайского вертициллезом (Кулибаба, Черепкова, 1974), а в настоящее время эта болезнь проявилась на этом же виде растений в Абхазии.

Вертициллез плодовых и ягодных культур

Болезнь проявляется во внезапном пожелтении, поникании и опадении листьев с потемнением тканей в древесине и с последующим усыханием всей кроны. Изменение окраски древесины связано с отмиранием клеток сосудистой системы. На поперечном срезе ветвей видны непрерывные или точечные кольца темно-коричневого цвета. Вначале поражается живая древесина, расположенная ближе к коре. У однолетних веточек видны светло-коричневые пятна, сердцевина сохраняет нормальную окраску, но иногда она темнеет. На продольном срезе наблюдается потемнение цилиндра, идущего от корней до однолетних побегов. По видимому, это послужило основанием назвать заболевание "чернь сердцевины" ("Black heart"). Чаще поражаются хорошо развитые деревья в возрасте от 3 до 10 лет, но в отдельных случаях - 20-летние деревья.

Болезнь проявляется в двух формах -

скоротечно-апоплексической и хронической. В первом случае растения усыхают в течение нескольких дней. Проявляется эта форма, как правило, на сливе, реже на персике, черешне и вишне. При хронической форме процесс усыхания происходит в течение ряда лет.

Вертициллез вызывают различные виды грибов р. *Verticillium*. Симптомы и видовая принадлежность патогена в зависимости от вида культуры имеют специфику. Грибам р. *Verticillium* присуще бесполое размножение при помощи конидий и покоящихся структур (хламидоспоры, микросклероций, дауэрмецелий) (рис.1). Микросклероции - резко обособленные от мицелия темноокрашенные клетки, собранные в разнообразной формы группы микроскопической величины, 38.5-81.2 × 21-35 мкм. Формирование микросклероций происходит за счет увеличения перегородок конидий и вздутия отдельных клеток.

Дауэрмицелий представляет собой темноокрашенные гифы с увеличенным количеством перегородок, клетки в которых становятся короче, вздуваются и принимают овальную форму.

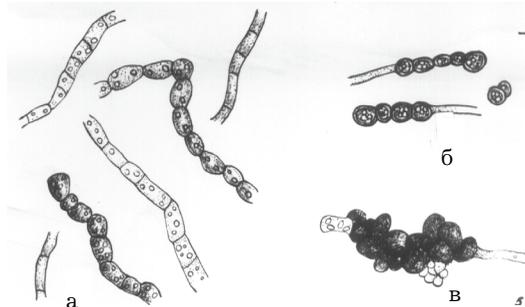


Рис.1. Типы спороношений видов *Verticillium*
а - дауэрмицелий, б - хламидоспоры,
в - микросклероции

Хламидоспоры - хорошо обособленные овальные или шаровидные клетки, расположенные в гифе по 2-5 или цепочкой до 25 и более штук. Обычно они темноокрашенные, с более темной утолщенной оболочкой. При благоприятных условиях покоящаяся стадия гриба прорастает мицелием, на котором образуются конидии и конидиеносцы. Мицелий бесцветный или светлоокрашенный. Конидиеносцы многоклеточные, прямостоячие, типа *Cephalosporium*, мутовчаторазветвленные, с хорошо развитой главной осью. Веточка первого порядка расположена мутовчато-супротивно, нижние иногда очередные, к верхушке суженные, у основания слегка вздутые. Конидии эллиптически-яйцевидные или шаровидные, бесцветные или яркоокрашенные, образуются по одной на конце стеригм и сразу отпадают или образуют головки, склеиваясь слизью.

Для установления видовой принадлежности патогена вертициллеза пользуются влажными камерами, выделением возбудителя в чистую культуру на искусственные питательные среды и инокуляцией соответствующим изолятом. Наиболее простым способом получить спороношение гриба является помещение исследуемого объекта во влажную камеру. Для анализа выбирают свежие образцы, промывают водой, высушивают и

снимают кору. После поверхностной стерилизации веточку стерильным скальпелем разрезают небольшими кусочками, которые проводят через пламя и раскладывают в чашки Петри на различные питательные среды (картофельный агар, песто-агар, агар Чапека). На 4-5 день обычно наблюдают рост колонии гриба, которую пересевают в пробирку и ведут наблюдения с помощью оптических приборов. Позднее фиксируют морфологические признаки патогена и приступают к определению его. Данная методика используется для определения возбудителей различных форм увядания.

В процессе развития гриба характеризуют структуру колонии и морфологию конидиального спороношения. Описание культурально-морфологических признаков основных патогенов болезни на сусло-агаре приводятся в литературе. Полученные изоляты могут быть использованы в дальнейших фитопатологических работах для изучения специализации, патогенности, степени поражения культур и др. Для проведения дальнейших исследований рекомендуются специальные методики (Хохряков, 1969).

При анализе усыхающих яблонь выделялись такие виды как, например, *V.nigriscens* (Одесская обл., 1960; Ленинградская обл., 1970), *V.tenerum* (Карельская АССР, 1969), но их патогенность экспериментально не подтверждена. Не исключено, что они могут быть патогенами увядания не только яблони, но и многих других видов древесных растений (см. список поражаемых культур).

Имеется малочисленная информация о проявлении вилта на черной смородине и крыжовнике. Болезнь описывают в общих чертах - кусты черной смородины поражаются в молодом возрасте, а через 1-2 года погибают. Плодоносящие кусты сильно поникают, а затем засыхают. В июле опадают нижние листья и побеги оголяются, сохраняя верхушечные розетки. В южных районах заболевание проявляется в мае. Развитию его способствует повышенная влажность. Наблюдается засыхание побегов и листьев, с последующим их опаданием в верхней час-

ти куста. На поперечном срезе четко виден некроз (рис.2).

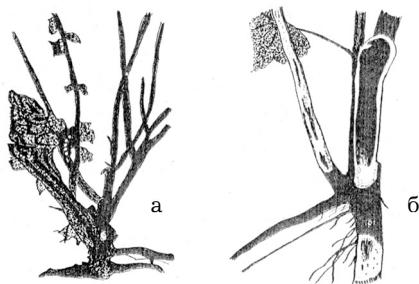


Рис.2. Поражение кустов черной смородины вилтом

а - усыхающий куст, б - некроз древесины

По данным В.Ф.Коноплевой (1978), черная смородина на Дальнем Востоке интенсивнее поражается в культуре маточников и в питомниках. На молодых проростках, еще плохо окореневших, начинают опадать листья. В июне и начале июля появляется перехват в основании побега. После перезимовки на однолетних побегах образуется темная некротиче-

Вертициллез субтропических, лесных и садово-парковых культур

Первые сведения о вилте лимона появились в Грузии, позднее он был зарегистрирован на лавровишне, лавре, маслине, хурме и др. (Кварцхава, 1953; Канчавели и др., 1965; Мжаванадзе, 1966), а в 1959 г. обнаружен вилт апельсина и мандарина в Гагре. Поражение культур проявляется во внезапном усыхании листьев, но плоды долго не опадают. На продольных срезах штамба, маточных и верхушечных ветвей видны некротические ткани, располагающиеся прерывистыми полосами. На поперечных срезах отмершие участки ткани захватывают годовые кольца древесины. Исследованиями К.Г.Гикашвили (1984) доказано, что вилт апельсина и мандарина вызывают два вида возбудителей, морфология которых описана на сусло-агаре в двухнедельном возрасте.

1) *Verticillium heterocladium* Pens. Структура колонии складчатая с concentрическими кругами, с окраской от коричневого до грязно-серого цвета. Конидиеносцы собраны группами, 13-17.5 × 2 мкм. На вершине конидии в головках.

ская полоса, углубленная до древесины. Двух-четырёх-летние ветви засыхают в течение всего вегетационного периода. Кора растрескивается и отмирает, листья увядают, побеги и ягоды засыхают. Загущенные посадки поражаются чаще и особенно по пласту с посадками земляники и картофеля.

При поражении крыжовника в середине лета листья бледнеют и постепенно увядают, долго оставаясь прикрепленными к ветке, но затем опадают и куст полностью погибает. На ветках в нижней части куста видно побурение сосудов. Вначале они располагаются прерывистым кольцом или штрихами, а позднее сливаются. Кусты становятся плохо облиственными, прирост их слабый, урожай резко падает. Заражение растений происходит при черенковании. Усыхание наблюдается через 2-3 года после посадки. Наибольшая степень поражения кустов отмечается на тех участках, где ранее были загущенные посадки картофеля.

Конидии бесцветные, овальные, продолговатые, с двумя каплями масла, 3.5-6 × 1.5-2 мкм. Склероции округлые темно-коричневые, 45.5 × 73 мкм. Хламидоспоры бесцветные, затем бурые. Хламидоспоры часто прорастают с образованием спороношения типа *Cephalosporium*.

2) *Verticillium tubercularioides* Spegazini. Мицелий фиолетовый с оттенком винного цвета. Отмечаются тяжёлые коралловидно-разветвленные. Конидиеносцы развиваются поочередно, 17-32 × 3-5 мкм. Конидии одиночные или в головках, одноклеточные, продолговатые, слегка согнутые, бесцветные, 4-8 × 1.5 × 2.7 мкм. Склероции собраны в кольцо. Хламидоспоры овальные, зернистые, 17-20 × 17-28 мкм. Отмечается спороношение типа *Cephalosporium*.

В восточной Грузии (Сигнахский район, село Тобаани) впервые было обнаружено поражение вилтом хурмы (Кибисаури, 1966), а затем он появился и в западной Грузии. Для симптомов болезни характерно усыхание верхушек, угнете-

ние деревьев с последующим отмиранием. Кора утолщается, деформируется и покрывается трещинами в различных направлениях. Древесина темного цвета, часто рыхлая до сердцевины ствола. Изменение окраски древесины наблюдается на побеге, и оно простирается от корневой шейки до верхних ветвей. Патоген выделен из древесины и сердцевины. По B.S.Grandall (1945) возбудитель вилта хурмы был отнесен к р. *Cephalosporium*, но В.Д.Кибишаури (1966), на основании изучения морфологии этого же возбудителя, относит его к роду *Verticillium* и описывает, как новый вид *Verticillium diospyri* Kibisch.

Мицелий белый, пушистый, затем черно-сероватый. Гифы многоклеточные, утолщенные, 1,5-3,4 мкм. Конидиеносцы мутовчатые, 1,3-2 мкм. Конидии одноклеточные, удлинненно-цилиндрические, 3-6 × 1,5-2 мкм, одиночные, редко в головках. При высокой температуре (300С), повышенном количестве азота и углерода развивается цефалоспориозное спороношение. Автором установлено две формы развития патогена - А и В. При инокуляции хурмы формой А наблюдается увеличение числа сосудов, заполненных тиллами - гуммиобразным веществом, а формой В - сосуды заполнены тиллами и образуется сплошной некроз древесины темно-бурого цвета.

С 1980-х годов вилт лимона значительно расширяет свой ареал. Если он раньше встречался в республиках Закавказья, то позднее - распространился в закрытом грунте хозяйств Таджикистана (Вахшская долина). В отдельные годы этим заболеванием поражалось до 50% растений. Одновременно поступили сведения о распространении вилта поражающего шелковицу в Азербайджане и в Узбекистане (Азимджанов,1972).

Исследования по вилту лимона и шелковицы велись в лаборатории микологии и фитопатологии им. А.А.Ячевского под руководством профессора М.К.Хохрякова. Экспериментально доказано, что возбудителем является *V.dahliae*. Этот

вид значительный вред наносит также клену и другим культурам.

Вилт остролистного клена был отмечен в искусственных садово-парковых и уличных насаждениях, а затем в искусственных лесах (Кварцхава,1953; Крангауз,1960). Значительный вред наносился в питомниках молодым посадкам (дубово-кленовым, дубово-ясеневым, кленовым). В чистых культурах растения погибают полностью (Журавлев,1979).

Не меньший вред вилт наносит садово-парковым хозяйствам Краснодарского края. В частности, было обнаружено поражение церциса китайского, с последующей массовой гибелью декоративного кустарника в парках курортной зоны (Кулибаба,Черепкова,1974). Болезнь проявляется в мае-июне на 2-7-летних кустах, листья становятся светло-зелеными, затем коричневеют и осыпаются. Взрослые кусты выглядят оголенными - отдельные ветви подсыхают с частичным опадением листьев, большинство из которых имеют уменьшенный размер. Кора и луб остаются без изменений. На поперечном разрезе видны потемневшие ткани в виде точек, расположенных кольцом. На 5-7-летних побегах появляется некроз, охватывающий многолетний прирост древесины (рис.3). Из пораженных ветвей выделены грибы из рода *Cephalosporium*, а из усыхающих 7-летних побегов, расположенных ближе к корневой шейке, - грибы из р.*Verticillium*.



Рис.3. Некроз древесины церциса китайского, инокулированного *Verticillium nigrescens* (а), б - контроль

Последующие исследования (Осташова, 1982) по перекрестному перезаражению различных растений (абрикос, груша, яблоня, персик) показали способность вилта их заражать и развивать в чистых культурах различные типы спороношений (полиморфность). Результаты, полученные экспериментальным методом, по изучению морфологии различных типов спороношений и их связь в условиях чистой культуры, предоставили возможность использовать эти базовые данные

для определения видовой принадлежности патогена. Н.А.Осташева (1982) считает, что к возбудителю вилта церциса относится *Verticillium nigrescens* Peth. Важно и то, что она высказывает соображение, что церцис является резерваторм инфекции вертициллеза для многих культур, культивируемых в садовых и парковых насаждениях. Этот вывод имеет практическое значение и может быть использован в защите древесных растений.

Фузариозное увядание

Фузариозом поражаются плодовые культуры, облепиха, дуб, тунг, базилик и саксаул. Поражение фузариозом яблони, груши, вишни и абрикоса отмечено лишь в отдельных регионах южной зоны плодводства. Так, в 1973 г. в Грузии была обнаружена гибель сеянцев и саженцев яблони и груши (Дзагнидзе, 1973), а также абрикосов в Армении (Кечек, Арутюнян, 1973).

Фузариозное увядание дуба появились недавно и распространено это заболевание очагами в юго-восточных регионах европейской части России (Кузмичев, 1982). Пораженные деревья имеют деформированную крону с изреженной, особенно в верхней части, листвой. Часто образуется суховершинность. Иногда бывает бессимптомное течение болезни. К патогенам относятся три вида *Fusarium*: *F.sporotrichiella* Bilai, *F.moniliforme v.subglutinans* Wr. & Rg. (сумчатая стадия - *Giberella fujkaroi*), *F.javanicum* Koord.

В 1979 г. выявлена массовая гибель вишни в Алма-Атинской области Казахстана (Дерновская и др., 1984), которая проявлялась в двух формах:

Острая форма - внезапное увядание деревьев, листья теряют тургор и обвисают.

При хронической форме происходит отмирание ветвей. В течение вегетации на листьях виден некроз, охватывающий всю их поверхность. На срезах ветвей - темно-синие полосы. Ветви становятся хрупкими и легко ломаются. При микологическом анализе выделены виды *Fusarium*, которые автором не идентифи-

цированы.

Культура облепихи в настоящее время привлекает к себе особое внимание в связи с лекарственными свойствами. Она широко возделывается в Сибири, Алтайском крае и сейчас внедряется во многие районы России (Орловская, Московская, Ленинградская области и др.). По данным В.Т.Кондрашова (1987) гибель этой культуры достигала 60% в возрасте двух лет. В июле-августе (иногда в начале лета) листья в верхней части ветвей желтеют и опадают. Пораженные безлиственные деревца с яркими плодами полностью или частично усыхают. За 7-8 суток они погибают. На коре появляются многочисленные мелкие малиновые или оранжевые бугорки (спороношение гриба *F.late-ritum*) и вдавленные черные полосы. На поперечных срезах корней и ветвей видны кольцевые и точечные черные точки - некроз древесины. В ряде случаев пробуждаются спящие почки и образуют слабые бледно-зеленые побеги. На корнях погибших деревьев развивается поросль, которая вскоре засыхает.

В сухие годы (лето 1981 г.) поражаемость облепихи фузариозом резко снижалась, а во влажные и прохладные (1982 г.) или сезоны с неблагоприятной переменной погодой (1983 г.) - возрастает. В условиях Сибири болезнь заканчивается засыханием деревьев, а в Европейской части России наблюдается нередкое их выздоровление. Фузариозное увядание облепихи в Сибири вызывают *F.solani*, *F.sporotrichiella* и *F.javanicum* (Жуков, 1979).

В Грузии в 1967 г. было обнаружено фузариозное увядание тунга, что стало угрозой его возделывания. По описанию В.З.Донадзе (1967) болезнь проявляется в частичном и полном усыхании растений. В результате проведенной им инокуляции 1-2 -летних саженцев через 60-75 дней наблюдалось пожелтение листьев с последующим отмиранием побегов. Древесина штамба и корней окрашивалась в коричневый цвет, виден некроз тканей древесины и образование гуммиобразных веществ в проводящих сосудах.

В 1956 г. в Абхазии были обнаружены очаги поражения евгенольского базилика (Кварцхава, 1957; Семенова, Дзидзария, 1985). Увядание проявляется во внезапном засыхании листьев и побегов, которые скручиваются. Увядавшие листья осыпаются, а побеги оголяются, буреют и отмирают начиная с верхушки (скоротечная форма).

При медленном течении болезни растения имеют угнетенный вид листья хлоротичные, или на них образуются некро-

тизированные пятна, которые особенно заметны на краях. Затем листья вянут и постепенно осыпаются. На поперечном срезе хлоротичных побегов видны коричневые точечные пятнышки, а на продольном - нитевидные пигментированные полосы. Появившаяся поросль преждевременно погибает. В сосудах побегов, стеблей и корней развивается мицелий, характерный для грибов рода *Fusarium*.

В Прикаспии и Волгоградской области зарегистрировано фузариозное увядание сеянцев саксаула. По данным Е.А.Крюковой (1980) это заболевание распространено в Астраханской области (в Харабалинском лесхозе заражение саженцев достигало 4%), в Калмыкии (Башхитинский лесхоз - 6.5%) и в Дагестане (Каспийский лесхоз - 33% и Нагайский лесхоз - 40%). Зараженность саксаула в Волгоградской области в различных питомниках достигала 4.6-16%. Также имеются упоминания о фузариозе на культуре саксаула в Узбекистане (Рамазанова, Идессис, 1965).

Инфекционное усыхание цитрусовых культур

Усыхание лимонов впервые обнаружено в 1940 г. в Аджарии (Гикашвили, 1984) и Абхазии (Кварцхава, 1953), а теперь в насаждениях Грузии оно распространено повсеместно. Изначально это заболевание именовалось инфекционным усыханием лимонов - мальсекко (*mal-secco*) (Petri, 1927).

Проведенные исследования по специализации патогена (Хохряков, 1952) показали, что он представляет большую опасность для многих видов цитрусовых и других культур. В связи со способностью возбудителя поражать широкий круг растений, М.К.Хохряков считает правильным назвать это заболевание - инфекционное усыхание цитрусовых культур.

По литературным данным, потери урожая цитрусовых культур от мальсекко значительны. В южной части Черноморского побережья на протяжении 20 лет от увядания погибло 1.5 млн. плодоносящих деревьев.

Первоначально признаки болезни проявляются в хлоротичности и опадении

единичных листьев с развитием жировых побегов, на которых в начале весны или лета происходит полное опадение листьев. На зеленом побеге вначале видны хлоротичные разбросанные полосы, которые затем сливаются. При более сильной степени развития болезни наблюдается поражение многолетних маточных ветвей штамба с последующей гибелью кроны. Древесина ветвей и корней пигментирована. Поражаются молодые 1-2-летние саженцы в питомниках, а также плоды, черешки листьев и плодоножки.

Возбудитель этого заболевания - *Deuterophoma trachiephilla* Petri. Описано пикнидиальное спороношение. В пикнидах размером 30 мкм образуются конидии (2.7-4 × 0.8-1.5 мкм). Исследования возбудителя мальсекко Грузинскими учеными (Гикашвили, 1984) показали, что в онтогенезе патогена имеется три стадии спороношения - дрожжеподобное, конидиальное типа *Cephalosporium* и пикнидиальное. Согласно данным Н.А.Наумова (1972) и М.К.Хохрякова (1952), кониди-

альное спороношение отнесено к роду *Phialophora* (рис.4).

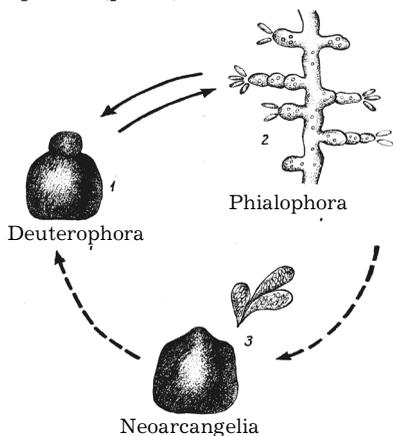


Рис.4. Типы спороношений возбудителя мальсекко (Наумов, 1948)

Н.А.Наумов на торце усыхающих лимонов обнаружил перитеции с аскоспорами и идентифицировал как *Neorganelia citrophthora* со следующим диагнозом: перитеции по форме имеют сходство с пикнидами, сумки многочисленные, цилиндрические, прямые или изогнутые, 7×60 мкм, аскоспоры прямые, 1×4 мкм. В соответствии с введениями 55-го Международного кодекса ботанической номенклатуры признано, что возбудитель мальсекко относится к *Phoma trachephilla* (Petri) Kahch. & Gik. с диагнозом: пикниды одиночные или собраны группами без строматического основания, вначале погруженные, затем выступающие, 54-140 мкм, шаровидные или эллипсоидальные с сосочком и заметным порусом 5.4-10.8 мкм. Конидии бактеревидные, цилиндрические и слабо согнутые с тупым концом, бесцветные, 2.8-4.2 × 1.5 мкм. Конидиальные и дрожжеподобные формы спороношения развиваются в чистой культуре. На пивном сусле розоватый, слегка серовато-белый, слабо пушистый мицелий, затем приобретает черновато-сливовый цвет, иногда местами красновато-коричневая окраска мицелия, затем образуются тяжи светлобурого оливкового цвета, на отдельных гифах заметно развитие конидий. На 8-10 день закладываются

пикниды.

Сосудистый микоз ильмовых пород (голландская болезнь)

Сосудистый микоз ильмовых пород впервые был обнаружен в 1917 г. в Голландии, а начиная с 1919 г. эта болезнь распространилась почти во всех странах Европы и США. К 1928 г. появились сведения о голландской болезни в СССР. Карантинной инспекцией были проведены обследования территорий, граничащих с Польшей и Румынией (Дудина, 1938). Болезнь была обнаружена в пригородах Одессы, Киева и др.

На распространенность и вредоносность болезни в лесах влияет возраст деревьев, состав пород, плотность лесонасаждений, а также почвенно-грунтовые условия, почвенная и атмосферная влажность, температура почвы и воздуха. Повышенная влажность предрасполагает ильмовые породы к более интенсивному поражению. Постоянно высокая влажность воздуха в пойменных насаждениях способствует заражению растений, а течение болезни здесь по сравнению с суходольными насаждениями более растянуто. Чистые ильмовые леса сильнее поражаются, чем смешанные, особенно в сочетании с ясенем (Зудин, 1971).

Е.А.Крюковой (1973) установлено, что в лесных полосах Саратов-Астрахань и Камышин-Волгоград в засушливых зонах со светло каштановыми почвами поражение вяза достигало 1-2%, а на участках с хорошо увлажненными почвами - 10-15%. В привражных полосах поражение деревьев вяза приближалось к 20%, а в пойменных лесах по Волге - к 82%. Ареал голландской болезни особенно расширился после Великой Отечественной войны. Практически насаждения вяза как в лесах, так и городских массивах были поражены повсеместно. В ряде случаев поражение достигало 70-90%, а в отдельных очагах эта культура полностью погибла (рис.5).

Развитие болезни наблюдалось в горных районах на высоте 1300-1500 м над уровнем моря (Минкевич, 1972). В Крыму

погибло до 70% ильмовых деревьев в возрасте 20 лет. В 1978 г. на Черноморском побережье на площади 11 тыс.га было поражено до 20% деревьев вяза.

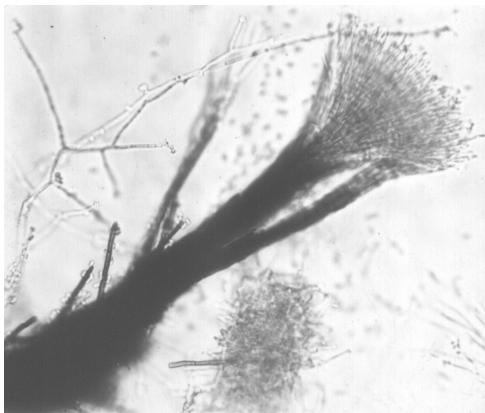


Рис.5. Коремияльное спороношение возбудителя голландской болезни

Ильмовые деревья поражаются в любом возрасте, и болезнь протекает в течение всего вегетационного периода. При поражении деревьев наблюдается внезапное пожелтение листьев с последующим усыханием ветвей. Интенсивнее поражаются молодые насаждения, крона становится ажурной, усыхают водяные побеги на стволе, а усохшие молодые ветви принимают форму крючка. Увядавшие листья некоторое время остаются зелеными или красно-буроватыми различных оттенков, скручиваются и постепенно опадают. Часто поражаются семена, они становятся щуплыми и теряют всхожесть (Квашнина,1941).

На поперечных срезах ветвей или ствола в наружных годичных кольцах видны темно-коричневые узкие, короткие полосы, штрихи или замкнутые линии, опоясывающие всю окружность ствола и ветвей (Попушой,1962). Болезнь проявляется в двух формах: острой и хронической. В первом случае растения внезапно усыхают и быстро гибнут, а во втором - находятся в ослабленном состоянии на протяжении ряда лет. Гистологические исследования показали, что распространение патогена внутри дерева происходит путем расселения конидий по сосу-

дам, и скорость их развития связана с интенсивностью сокодвижения (Зудилин,1971). Гриб образует эндогенное и экзогенное спороношение, что определяет инфекционную способность патогена. Переход гриба в соседние сосуды и проникновение в паренхимные клетки осуществляется гифами через поры. Внутренние признаки поражения вызываются паразитированием гриба в живых элементах древесины. Потемнение древесины обусловлено патологическими изменениями. Увядание растений вызывается закупоркой сосудов ветвей и листьев спорами, гифами и глубокими нарушениями физиологических процессов обмена веществ в дереве.

Размножение гриба в сосудах ксилемы начинается через 20 часов после инокуляции вяза споровой суспензией. Размножение гриба происходит почкованием конидий, через 7-10 дней конидии поднимаются по сосудам, мицелиальный рост гриба ничтожен. Внутренние признаки - потемнения (кольца) появляются при проникновении гифов гриба в паренхиму и сердцевинные лучи. Наибольшее количество конидий образуется в первой половине вегетационного периода и почти не отмечаются они в конце вегетации. В связи с этим поражение деревьев в наибольшей степени наблюдается в начале лета. Итак, в заболевшем дереве происходят глубокие физиологические нарушения, то есть действуют продукты метаболизма гриба. Полная закупорка сосудов конидиями и продуктами распада клеток вызывает быстрое усыхание листьев и последующее отмирание дерева.

Возбудитель болезни обладает способностью поражать широкий круг растений (Дудина,1938; Щербин-Парфененко,1953; Жуклис,1970).

Возбудитель этого заболевания - *Ceratocystis ulmi* (Buism.) S.Moreau. Перитеции округлые, черные, 100-135 мкм с хоботком до 400 мкм длиной, толщиной у основания до 24-38 мкм и у вершины 10-16 мкм с пучком ресничек на конце, сумка быстро раскрывающаяся. Аскоспоры бесцветные, одноклеточные, удлинённые, 4,8-6 × 1,8 мкм. Конидиальная стадия ти-

па *Cephalosporium*, конидии бесцветные, продолговато-эллипсоидальные, 4,5-14 × 2-3 мкм. Коремии темные, 1000 × 20-40 мкм с бесцветными слизистыми головками конидий, диаметром 200 мкм. Конидии бесцветные, эллипсоидальные, 4,5-5,5 × 1-1,5 мкм.

Голландская болезнь ранее была известна под названием графиоз, который впервые был исследован М.В.Шварц (1922) и к возбудителю отнесен гриб с коремияльным спороношением - *Graphium ulmi* Schw. Теперь экспериментально доказана связь различных типов спороношений (дрожжеподобное, конидиальное, коремияльное и сумчатое).

Онтогенетическое изучение связи коремияльного типа спороношения и конидиального (*Cephalosporium*) показало, что конидиогенные клетки последнего типа образуются симподиально пролиферацией, поэтому *Gr.ulmi* следует отнести к гифомицетам.

Новые данные о конидиогенезе этих форм спороношений были также подтверждены методом электронной микроскопии (Crane, Schoknecht, 1973), что послужило обоснованием для иного представления о систематическом положении *Gr.ulmi*, включающем различные способы спорообразования, и описания нового таксона - *Pesotum*. Авторы считают, что номенклатура конидиальной стадии *Ceratocystis ulmi* должна быть изменена

и приведена как *Pesotum ulmi* (Schwartz) Crane & Schoknecht comb. nov. Bas. *Graphium ulmi* Schw.

В ряде случаев утверждается, что популяции гриба различаются не только морфологическими показателями, но имеют биологические отличия (Зудилин, 1971; Озолин, Крюкова, 1973). Так, выделенные штаммы различаются патогенностью и вирулентностью. Эти штаммы могут различаться и по симптомам болезни - одни вызывают острую форму, другие - постепенное продолжительное опадение листьев и усыхание растений. Г.П.Озолин и Е.А.Крюкова (1973) считают, что это свойство может быть полезно для практических целей, то есть выделенные семенные участки будут предназначены для отбора более специализированных и агрессивных штаммов, которые могут быть использованы в селекционный процесс для выведения устойчивых форм вяза.

Распространению болезни способствуют насекомые, в частности короеды, которые разносят на себе споры, и, прогрызая кору деревьев, вносят их в древесину вяза. Известно, что деревья заражаются грибом в том случае, если споры попадают в сосуды, где они передвигаются с токами жидкости. Возбудитель болезни способен поражать широкий круг растений (Дудина, 1938; Щербин-Парфененко, 1938).

Сосудистый микоз дуба

Многими исследователями это заболевание именуется по-разному: офиостомоз, микозное увядание, цератоцистиоз, трахеомикоз, инфекционное увядание дуба, усыхание дуба, сосудистое увядание, микотическое усыхание и сосудистый микоз.

Сосудистый микоз дуба широко распространен в России (Краснодарский край, Ставропольский край, Северный Кавказ, Ростовская область (1952 г.), Татарстан (1959 г.), Воронежская область (1966 г.), юго-восток Европейской части России (1976 г.), в Азербайджане (1973 г.), на Украине (1986 г.).

При поражении деревьев микозом наблюдается внезапное увядание отдельных ветвей или всей кроны. Вслед за усыханием листьев отмирают отдельные ветви и крона становится изреженной. На усохших ветвях кора отслаивается и отпадает, происходит полная гибель растений, в том числе и корневой системы.

В начальной стадии болезни наблюдается побурение заболони стволов и сучьев, включая самые тонкие ветви. Побурение охватывает всю заболонь или только годичные слои в виде прерывистого, а иногда сплошного бурого кольца. У молодых деревьев побурение нередко выра-

жается в рассеянных коричневых пятнах по всему сечению ствола. Эти признаки хорошо заметны при поперечном срезе. Из сосудов побуревших участков ткани как бы выливаются капельки темно-бурой жидкости. На сухостойных и, нередко, на живых водопроводящих тканях сосуды пораженной заболони имеют оливково-черную окраску. Иногда видно пенообразное, со слегка перламутровым блеском гуммиобразное вещество, которым забиты сосуды. В сосудах часто обнаруживается скопление гиф и даже плодоносие гриба. Внешние признаки поражения имеют большое сходство с поражением различных лиственных пород (вяз, берест, береза, липа, осина, тополь, яблоня) (Потлайчук, 1970; Минкевич, 1972).

К возбудителям микоза относятся два вида *Ceratocystis*.

1) *Ceratocystis roboris* (C.Georg & J.I.Teod.) Potl. comb.nov.* *Ophiostoma roboris* C.Georg.et Teod. (рис.6). Перитеции свободные, одиночные, рассеянные, с погруженным основанием, почти поверхностные, шаровидные, $95 \times 135-160$ мкм, с длинными шиловидным или нитевидным хоботком, $476-2000 \times 6-30$ мкм.

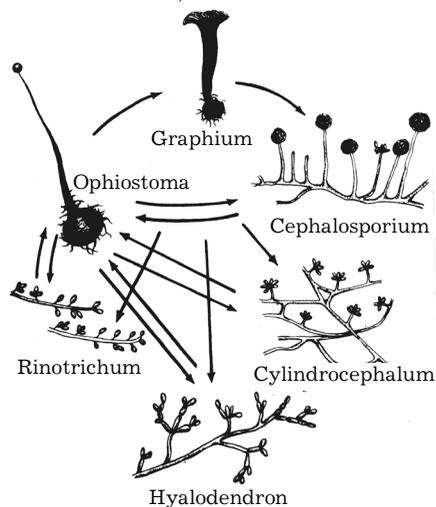


Рис.6. Типы спороношений видов *Ceratocystis*

Хоботок заканчивается кисточкой, состоящей из бесцветных и крупных рес-

ничек. Ткань перитеция черная, от кожистой до деревянистой, углистой консистенции, паренхиматического строения. Сумки мешковидно-эллиптические с очень короткой ножкой, быстро исчезающие, видны только на ранних стадиях развития плодового тела. Аскоспоры выделяются на вершине хоботка в слизистую массу, напоминающую капельку, одноклеточные, почкообразные, бесцветные, $1-3$ мкм.

Конидиальное спороношение типа *Hyalodendron* с неравными конидиями. Конидиеносцы мутовчатые. У основания мутовки конидии бывают двуклеточные, но в основном одноклеточные, $2.5-14.8 \times 4.6$ мкм. Коремии на удлинённой ножке, $336-1000 \times 7.6-75$ мкм, часто разветвленные, на вершине образуется головка с конидиями размером $3.7-5.6 \times 1.9-3.7$ мкм, одноклеточные, овально-вытянутые. Распространение: Краснодарский и Ставропольский края, Воронежская и Ростовская области (Щербин-Парфененко, 1953), Украина, Белоруссия, Грузия (Потлайчук, 1957), Азербайджан (Ибрагимов, 1973; Ахундов, 1979).

2) *Ceratocystis kubanicum* (Scherbin-Parfenenko) Potl. comb.nov. - *Ophiostoma kubanicum* Scherbin-Parfenenko.

Перитеции черные, округлые, $180-228$ мкм в диаметре с удлинённым, жестким, прямым, реже слегка согнутым хоботком, $12-720$ мкм. Толщина хоботка у основания $18-36$ мкм, у вершины - $9-18$ мкм. На вершине хоботка пучок из $16-20$ свободных бесцветных гиф в виде ресничек, $54-105$ мкм длиной и 3 мкм толщиной. Сумки округлые или овальные с тупо закругленными концами, заметные лишь в самом начале образования спор, а впоследствии быстро расплывающиеся, бесцветные или светло-бурые, $9-12 \times 7.3-10$ мкм. Аскоспоры овальные или продолговато-овальные, бесцветные, одноклеточные, $2.8-3.5 \times 2-3$ мкм, вытекающие из отверстия хоботка в слизистой массе. На вершине хоботка они скапливаются и образуют каплю молочного цвета. Распространение: Краснодарский край (Щербин-Парфененко, 1953); Волгоградская,

Конидиальное спороношение - *Verticillium kubanicum* Scherbin-Parfenenko. Конидиеносцы мутовчато-разветвленные, ветви отходят под острым углом, обычно по четыре, двойной или тройной вилки. Ответвления бесцветные, слегка заостренные к концу, 12-24 мкм длиной, у основания 3 мкм толщиной, у вершины 2.5 мкм. Конидии на концах конидиеносцев в слизистых капельках, увеличиваясь в объеме, сливаются с соседними капельками, образуя большую каплю. Конидии одноклеточные, бесцветные, продолговато-эллипсоидальные, часто неравнобокие, 6-9 × 3-4 мкм. Нередко конидиеносцы отходят от гиф одиночно и не образуют мутовки, приближаясь в этом случае к спороношению типа *Cephalosporium*. Копемии буровато-черного цвета (*Graphium kubanicum*), на питательной среде 90-120 мкм высотой. Ножка цилиндрическая или немного расширяющаяся кверху, гладкая, у основания 6-9 мкм толщиной, оканчивающаяся кисточкой гиф, неразветвленных, расходящихся веером, 30-50 мкм длиной. Конидии одиночные, одноклеточные, бесцветные, продолговато-цилиндрические, иногда чуть согнутые, 2.5-3.5 × 1.5-2 мкм, склеенные слизью в правильную шаровидную головку светло-зеленовато-оливкового цвета.

В чистой культуре вначале образуется конидиальное спороношение типа *Verticillium*. Затем появляется спороно-

Бахромчатый цератоцистоз

Заболевание напоминает голландскую болезнь, наносит особый вред дубовым насаждениям США, Франции и южной части Италии. В Армении, около Еревана эта болезнь была обнаружена в посадках платана (Симонян, Мамиконян, 1982). При поражении деревьев происходило внезапное опадение почек и наблюдалась хлоротичность листьев. На стволах и ветвях развивались некротические пятна и раковые наплывы. Из пораженных частей платана был выделен гриб *Ceratocystis fimbriata* (Ell. & Halst.) Davidson f. *platani* Walter.

шение типа *Graphium* и перитеции. При старении культуры появляются микросклероции, светло-коричневого или буровато-коричневого цвета. Перитеции развиваются в большом количестве на естественном субстрате и особенно обильно - на торцевом срезе ствола дуба.

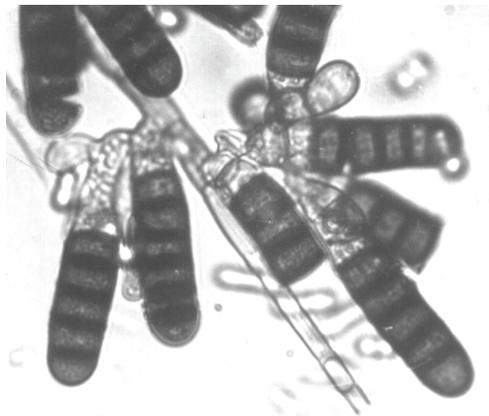
Поражение дуба *G.kubanicum* обнаружено в Краснодарском крае вблизи реки Кубани (Тихорецкий и Майкопский лесхозы). В этих насаждениях гриб выделялся из заболонной части отмирающих деревьев, а также из коры возле раковых ран (Щербин-Парфененко, 1953). Автор считает, что дуб заражается спорами (аскоспоры и конидии). Слизистые капельки в сырую погоду растекаются по стволу, и сумкоспоры попадают на чечевички или в разрывы трещин коры и прорастают. Грибница вначале развивается в лубе, а затем по сердцевинным лучам проникает в заболонь. Конидии, заключенные в слизистых капельках, во время дождя также расплываются по ветвям, а при ветре разбрызгиваются на соседние ветви и деревья. Попавшие в трещины коры и чечевички конидии тоже прорастают и проникают в ткань дерева.

В распространении инфекции большое значение имеют вредители (короеды, усачи, златки, гусеницы бабочек), которые на своем теле переносят липкие конидии и аскоспоры. Последние, прорастая, также заражают растения. Не меньшую роль в расселении инфекции играют воздушные течения.

Единичные упоминания о трахеомикозе платана в Армении нами рассматриваются как появление нового заболевания, развитие которого при соответствующих условиях может приобрести массовый характер в прилежащих посадках этого вида растений. Для болезни характерно внезапное усыхание деревьев и развитие некроза в древесине. Сосуды заполнены гуммиобразным веществом и мицелием гриба. Конидиальная стадия патогена типов *Chalaria* и *Thielaviopsis* (рис.7). Инокуляция апельсина, мандарина, грейпфрута и лимона этим объектом

показала, что первые два вида не поразились, а у последующих проявилось отмирание коры и потемнение древесины.

По данным H.Zalasky (1965) известно, что *C.fimbriata* вызывает две формы болезни тополя. В первом случае образуются пятна, а в другом - гниль ветвей. Поражается флоэма, камбий и происходит каллюсообразование. Гифы гриба проникают через эпидермис листьев и молодых стеблей. Мицелий концентрируется во



флоэме.

Рис.7. Конициальное спороношение возбудителя бахромчатого цератоцистоза

В штате Колорадо было выявлено поражение осины как нового хозяина и описан новый вид патогена - *Ceratocystis populina* Hinds & Davidson.

Следует особо подчеркнуть, что патогены увядания тополя, платана и осины авторами приведены без диагнозов, однако их морфология имеет большое сходство с *C.fimbriata*. В целях облегчения дальнейших работ по идентификации возбудителей этой формы трахеомикоза у других растений мы сочли необходимым привести описание *C.fimbriata* (Ell. & Halst.) Davidson.

Перитеции шаровидные, буро-черные, верхняя часть немного вытянутая, 130-200 мкм, хоботок до 800 мкм длиной, у

основания 20-35 мкм толщиной, у вершины - 20 мкм, реснички бесцветные склеенные, толщиной до 8-15 мкм, размером 50-90 × 2-3 мкм. Сумки не видны, аскоспоры в слизи шляпковидные, 4-8 × 2.5-5.5 мкм. Конидиеносцы бледно-бурые, на вершине бесцветные, септированные, 25-123 × 4.6 мкм. Эндоконидии двух типов: одни - бесцветные, цилиндрические, обрубленные на концах, 11-16 × 4-5 мкм, другие - от бледно-бурых до темно-оливковых, боченковидные или сферические, 9-16 × 6-10 мкм.

В 1960 г. в очаге сосудистого микоза дуба (Майкопский лесхоз Краснодарского края) из увядшей малины В.И.Потлайчук был выделен гриб *Sphaeronema* sp. Известно так же, что Б.Д.Хэлстэдом (Halsted, 1896) на малине упомянут *Ceratostomella fimbriata* (ныне *Ceratocystis fimbriata*).

В монографии по роду *Ceratocystis* (Hunt, 1966) имеются указания, что грибы рода *Sphaeronema* относятся к роду *Ceratocystis*. Грибы этих родов морфологически почти тождественные, но различаются развитием сумок. В перитециях рода *Ceratocystis* сумки часто лизируются и нередко трудно фиксируются, поэтому эти плодовые тела могут быть приняты за пикниды, которые характерны для рода *Sphaeronema*. Следовательно, поставленный диагноз гриба, выделенного из увядшей малины, возможно был ошибочным и фактически может быть отнесен к роду *Ceratocystis*. Можно предположить, что малина была поражена цератоцистозом, но это требует экспериментального подтверждения.

Из этого следует, что грибы рода *Ceratocystis* крайне нуждаются в углубленном изучении в связи с присущей им полиморфностью и потенциальной опасностью проявления паразитических свойств в новых условиях.

Литература

Азимджанов И.М. Вертициллезное увядание плодовых культур в Узбекистане. /Автореф. канд. дисс., Ташкент, 1972, 24 с.

Ахундов Т.М. Новые виды паразитических грибов из Азербайджана. /Новости систематики низших растений, 16, Л., 1979, с.31-33.

Билай В.И. Фузариоз. Киев, 1977, 441 с.

Гикашвили К.Г. Усыхание цитрусовых культур в Грузии. Тбилиси, 1984, 236 с.

Дерновская Л.И. Вертициллезное и цитоспорозное усыхание сливы и других косточковых культур в Алма-Атинской области. /Автореф. канд. дисс., Л., 1976, 25 с.

Дерновская Л.И., Исин М.М. Инфекционное усыхание сливы в Алма-Атинской области. /Вестник с.-х. науки, Алма-Ата, 12, 1970, с.65-68.

Дерновская Л.И., Исин М.М., Шевченко М.М. Усыхание вишни на юго-востоке Казахстана. /Вестник с.-х. науки Казахстана, 10, 1984, с.41-43.

Дзагнидзе П.И. Фузариозное увядание сеянцев и саженцев яблони и груши в Грузии. /Тез. докл. совещ. о причинах усыхания плодовых деревьев в Закавказских республиках. 17-19 июля 1973 г., Ереван, 1973, с.9.

Донадзе В.З. К изучению причины усыхания тунга в Грузинской ССР. /Тр. ИЗР, Тбилиси, 19, 1967, с.175-180.

Дудина В.С. Голландская болезнь ильмовых пород (*Grahium ulmi* Schw.). М., 1938, 47 с.

Жуклис Л.Т. О специализации и адаптации возбудителя трахеомикозного заболевания ильмовых *Ophiostoma ulmi* Nannf. /Болезни с.-х. растений и меры борьбы с ними, 2, Елгава, 1970, с.56-58.

Жуков А.М. Патогенные грибы облелиховых ценозов Сибири. Новосибирск, 1979, 240 с.

Журавлев И.И. Определитель грибных болезней деревьев и кустарников. М., 1979, 247 с.

Зудилин В.А. Голландская болезнь ильмовых, биология, ее возбудитель и особенности мер борьбы. Автореф. канд. дисс., М., 1971, 21 с.

Ибрагимов Г.Р. Усыхание яблони в Куба-Хачмасской зоне Азербайджана. /Тез. докл. совещ. о причинах усыхания плодовых деревьев в Закавказских республиках. 17-19 июля 1973 г., Ереван, 1973, с.11-13.

Канчавели Л.А., Гикашвили К.Г. Материалы к изучению мальсекко или усыхания лимонных деревьев в Грузинской ССР. /Тр. ИЗР, Тбилиси, 5 1948, с.1-43.

Канчавели Л.А., Цакадзе Т.А., Кикачейшвили З.Н., Мшвидобаде Л.В. Материалы к изучению сосудистых микозов многолетних культур в Грузии. /Тр. ИЗР, Тбилиси, 17, 1965, с.153-170.

Кварцхава П.А. Об инфекционном усыхании лимонов в Абхазии. /Бюлл. Всесоюзного НИИ чая и субтропических культур, Махарадзе, 4, 1953, с.58-62.

Кварцхава П.А. К изучению инфекционного увядания (фузариоза) егенольского базилика. /Тр. Сухумской зональной опытно-станц. эфиромасличных культур, 1957, с.101-113.

Квашнина Е.С. Поражение голландской болезнью ильмовых. /Лесное хозяйство, М., 4, 1941, с.45-49.

Кечек Н.А., Арутюнян М.Н. О причинах усыхания абрикосовых деревьев в предгорной зоне Армянской ССР. /Тез. докл. совещ. о причинах усыхания плодовых деревьев в Закавказских республиках. 17-19 июля 1973 г., Ереван, 1973, с.16-17.

Кибисаури В.Д. Новые заболевания хурмы в Грузии. /IV научная конференция аспирантов и молодых научных работников, Тбилиси, 1966, с.13-14.

Кондрашов В.Т. Об устойчивости к увяданию и новых вилтоустойчивых формах облелихи. /Биология, селекция и агротехника плодовых и ягодных культур, Горький, 1987, с.42-51.

Коноплева В.Ф. Вертициллезное увядание черной смородины. /Земля Сибирского Дальневосточья, 9, 1978, с.58.

Крангауз Р.А. Усыхание клена остролистного от болезней и меры их предупреждения. /Сборник работ по лесному хозяйству, М., 43, 1960, с. 108-133.

Крюкова Е.А. Защита ильмовых от голландской болезни. /Защита растений, 7, 1973, с.36.

Крюкова Е.А. Болезни саксаула черного в питомниках и пастбищезащитных насаждениях. /Лесное хозяйство, 6, 1980, с.53-56.

Крюкова Е.А., Терехова Н.А. Переносчики трахеомикоза дуба на юго-востоке Европейской части РСФСР. /Материалы седьмого съезда ВЭО, Л., 2, 1974, с.225.

Кузьмичев Е.П. Некоторые вопросы учета и диагностики сосудистого микоза дуба. /Экология и защита леса. Межвузовский сборник научных трудов, Л., 7, 1982, с.117-122.

Кулибаба Ю.Ф., Черепкова Н.А. Трахеомикозное усыхание церциса китайского в субтропиках Краснодарского края. /Бюлл. Главного ботанического сада, 92, 1974, с.91-94.

Курбанов М.М. Усыхание семечковых культур. /Защита растений, 11, 1985, с.28-29.

Летов А. Болезни увядания. /Инструкция от секции болезней увядания Сектора общей фитопатологии. Сборник, 1932, с.109-110.

Мжаванадзе А.В. Материалы к изучению биологии гриба (*Verticillium albo-atrum* Reinke et Berthold), вызывающего вертициллезное усыхание благородного лавра. /Тр. ИЗР, Тбилиси, 18, 1966, с.227-234.

Минкевич И.И. Эпифитотология инфекционного усыхания древесных пород и меры ограничения вредности болезни. /Автореф. докт. дисс., М., 1972, 41 с.

Наумов Н.А. К вопросу об эволюции паразитизма деутерофомоподобных грибов. Отчетные

материалы, 1948-1953. /Тр. ВИЗР, 1972, с.33.

Озолин Г.П., Крюкова Е.А. Новое о голландской болезни вязов. /Докл. ВАСХНИЛ, 11, 1973, с.20.

Онофраш Л.Ф., Попушой И.С. Вертициллез косточковых плодовых деревьев в Молдавии. Кишинев, 1971, 246 с.

Осташова Н.А. Церцис китайский - потенциальный носитель инфекции трахеомикоза для плодовых культур. /Бюлл. Главного ботанического сада, 123, 1982, с.92-95.

Попушой И.С. Преждевременное усыхание косточковых. /Инфекционные заболевания культурных растений Молдавии, Кишинев, 1, 1962, с.5-25.

Попушой И.С. Болезни усыхания косточковых плодовых деревьев в СССР. /АН Молдавской ССР, Кишинев, 1970, 268 с.

Потлайчук В.И. К биологии возбудителя, вызывающего усыхание дуба. /Тр. ВИЗР, 8, 1957, с.227-237.

Потлайчук В.И. Усыхание плодовых и некоторых субтропических культур. /Инфекционное усыхание (увядание) плодовых и лесных культур, М., 1970, 46 с.

Рамазанова С.С., Идессис В.Ф. К вопросу о биологии возбудителя вертициллезного увядания в условиях Узбекистана. /Материалы Закавказской конференции по спорным растениям, Баку, 1965, с.153-155.

Семенова О.В., Дзидзария О.М. К методике ранней диагностики устойчивости селекционного материала базилика к фузариозному увяданию. /Основные направления научных исследований по интенсификации эфиромасличного производства, Симферополь, 1985, с.65.

Симонян С.А., Мамиконян И.О. Заболевания платана. /Защита растений, 11, 1982, с.28-29.

Ураков Б.Э. Вертициллезное увядание ли-

монов в Таджикской ССР и обоснование мер борьбы с ним. /Автореф. канд. дисс., 1981, с.20.

Хохряков М.К. Специализация возбудителя инфекционного усыхания лимонов (*Deuterophoma tracheiphila* Petri). /Микробиология, 21, 2, 1952, с.210-218.

Хохряков М.К. Методические указания по экспериментальному изучению фитопатогенных грибов. Л., 1969, 68 с.

Щербин-Парфененко А.Л. Голландская болезнь и меры борьбы с нею. /В защиту леса, М., 5, 1938, с.41-46.

Щербин-Парфененко А.Л. Раковые и сосудистые болезни лиственных пород. М.-Л., 1953, 89 с.

Crane J.L., Schoknecht J.D. Conidiogenes in *Ceratocystis ulmi*, *Ceratocystis piceae* and *graphium penicillioides*. /American J. of Botany, 60, 4, 1973, p.346-353.

Grandall B.S. A new species of *Cephalosporium* causing persimmon wilt. /Mycologia, 37, 1945, p.495-498.

Halsted B.D. Fungous diseases ornamental plants. Boston, 1896, 14 p.

Hinds T.E., Davidson R.W. New species *Ceratocystis* on aspen. /Mycologia, 59, 6, 1967, p.1102-1106.

Hunt I. Taxonomy of *Ceratocystis*. Lloydia, 19, 1966, p.

Petri L. Ricerche sulle cause del "Mal-secco" der limoni in provincia di Messine e sul merric per combatterlo. /Boll. Della R. stazione di patologia vegetale, 1927, p.229.

Schwarz M.B. Das Zweigsterben der Ulmen. Tranezweiden und Ptirsichbaume. /Meded. Phytopath. Zalor Willie. Commelin Scholtenn, 5, 1922, p.23.

Zalasky H. Process of *Ceratocystis fimbriata* infection in aspen. /Can. J. Bot., 43, 10, 1965, p.1157-1162.

TRACHEOMYCOSES OF TREES AND SHRUBS IN CIS COUNTRIES

V.I.Potlaitshuk, L.B.Khlopunova

Fungal wilts are reviewed according to the pathogens. Data on their damage and distribution are given for forestry, fruit and subtropical crops. Historical information on diseases is provided, diagnoses of their pathogens as well as diagnostic features of mycoses are described. Particular attention is paid to such important diseases as mal-secco, Holland disease of Elms, tracheomycosis of oak and fringed ceratocystiose.

ВИРУС МОЗАИКИ ЦВЕТНОЙ КАПУСТЫ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

В.Ф.Толкач, Ю.В.Богунов, Р.В.Гнутова

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток

Изучены некоторые свойства вируса мозаики цветной капусты (ВМЦК), изолированного из цветной капусты на Дальнем Востоке России. Описаны биологические и физико-химические свойства вируса. Изолят поражает растения только сем. Крестоцветных. ТТИ - 80°C, ПСИ - 1 день, ПРС - 10-4. Вирус легко передается тлей *Myzus persicae*. Получена специфическая крысиная антисыворотка против ВМЦК. На основании полученных данных считаем изученный изолят самостоятельным штаммом вируса мозаики цветной капусты.

Многие растения семейства Крестоцветных (Brassicaceae) поражаются довольно большим количеством различных заболеваний, в том числе и вирусной этиологии. По литературным данным на культурных и дикорастущих видах растений сем. Крестоцветных выявлены вирусы мозаики редиса (*Radish mosaic virus*), мозаики турнепса (*Turnip mosaic virus*), огуречной мозаики (*Cucumber mosaic virus*), розеточности турнепса (*Turnip rosette virus*), морщинистости турнепса (*Turnip crinkle virus*), желтой мозаики турнепса (*Turnip yellow mosaic virus*), мозаики цветной капусты (*Cauliflower mosaic virus*), некротической желтухи брокколи (*Broccoli necrotic yellow virus*) (Shukla, Schmelzer,1972; Juretic et al.,1973; Tomlinson,Walker,1973). Во многих странах мира наиболее распространенными и вредоносными являются вирусы мозаики турнепса и мозаики цветной капусты.

О вирусах, поражающих растения сем. крестоцветных на юге дальневосточного региона, известно крайне мало. На Дальнем Востоке России ранее были выявлены и идентифицированы вирусы мозаики турнепса и мозаики редиса (Крылов и др.,1981; Гнутова,1993; Толкач,1995). Идентификация и изучение особенностей дальневосточного изолята вируса мозаики цветной капусты проводятся впервые.

Вирус мозаики цветной капусты - один из наиболее серьезных патогенов культурных видов растений сем. Крестоцветных. Он широко распространен во многих странах мира (Natti,1956;

Garrett,1982; Shababi, Schoelz,1994). Свойства этого вируса первоначально были изучены С.Томпкинсом (Tompkins, 1937). Первое детальное описание биологических свойств ВМЦК сделано А. Бродбентом (Broadbent,1957). На территории бывшего СССР болезни цветной, кочанной и других видов капусты, вызываемые ВМЦК, известны в Краснодарском крае, Закавказье, Средней Азии и Азербайджане (Аббасов,1974; Геворкян, 1978).

Авторами многочисленных работ показана высокая восприимчивость растений-хозяев к вирусной инфекции. Характерной особенностью ВМЦК является то, что это специализированный вирус. В естественных условиях он заражает многочисленные виды только сем. Крестоцветных: различные виды капусты - брюссельская, цветная, кольраби, китайская, кочанная (Shukla,Schmelzer,1972; Schoelz et al.,1986; Alkaff,Covey,1995; Raybould et al.,1999), редисы, турнепсы, дайконы, рапсы, а также некоторые виды сорных растений (Власов и др.,1973). На листьях зараженных растений вначале наблюдается посветление жилок, затем появляется темно-зеленое окаймление вокруг них. Листья могут приобретать уродливую форму. По мере роста растения симптомы проявляются в виде хлоротичной пятнистости (Shukla, Schmelzer,1972; Власов,1992). Экспериментально ВМЦК (в зависимости от штамма), кроме растений сем. Крестоцветных, поражает отдельные виды сем. Пасленовых (Solanaceae) и Реседовых (Resedaceae) (Garrett,1982; Saunders et al.,1990; Shababi, Schoelz,

1994). Наиболее чувствительными к механической инокуляции являются молодые растения, у которых не полностью сформировались листья. Распустившиеся листья невосприимчивы к инокуляции вирусом (Melcher, 1989).

Изучены физические свойства вируса. Точка термической инактивации (ТТИ) инфекционного сока составляет 75–80°C, инфекционность вируса в комнатных условиях (ПСИ) сохраняется 4 суток, предельное разведение (ПРС) инфекционного сока - 10^{-3} - 10^{-4} (Pirone et al., 1961; Garrett, 1982).

Частицы вируса мозаики цветной капусты имеют сферическую форму диаметром 50 нм (Day, Venables, 1961; Shepherd, Wakeman, 1971; Garrett, 1982).

В клетках эпидермиса пораженных растений обнаружены вирусные включения ВМЦК в виде некристаллических Х-тел, которые обычно сконцентрированы в ядре и видны под световым микроскопом в клетках в период развития ярких симптомов (Garrett, 1982).

Первоначально предполагалось, что ВМЦК содержит РНК, как и большинство фитопатогенных вирусов. Однако было обнаружено, что ВМЦК является первым ДНК-геномным вирусом растений (Shepherd et al., 1968).

Распространение вируса в полевых условиях происходит с помощью тлей полуперсистентно. Показана способность передавать ВМЦК по крайней мере 27 видами (Kennedy et al., 1962). Среди них особо отмечается капустная тля (*Brevicoryne brassicae* L.). Наиболее изученный переносчик этого вируса - тля персиковая (*Myzus persicae* Sulz) (Day, Venables, 1961; Namba, Sylvester, 1981). Однако, не все изоляты ВМЦК способны передаваться тлями. М.Лунг и Т.Пироне при изучении 5 изолятов вируса показали, что изоляты Cabbage В, NY 8153 легко передавались тлями, изолят КК передавался тлями хуже, а изоляты Campbell, SM4-184 не переносятся переносчиками (Lung, Pirone, 1974).

ВМЦК влияет в большинстве случаев на качество семян, снижая их всхожесть до 100%, возможно за счет повреждения зародыша. Больные растения производят мелкие семена с тонкой морщинистой

оболочкой. Редко оболочка семени имеет полосчатость. Такие семена плохо хранятся и имеют низкую устойчивость к химическим факторам, а если рассада все-таки получена из пораженных семян, она никогда не вырастает в фертильные растения (Melcher, 1989).

Источниками инфекции в естественных ценозах являются сорные растения из сем. Крестоцветных. Вирус также сохраняется в зараженных маточниках культурных видов, оставленных на семена. В условиях Средней Азии вирус может сохраняться в кочерыгах кочанной капусты, остающихся неубранными на поле (Власов и др., 1973).

ВМЦК не передается через семена, несмотря на то что вирус обнаруживается в тканях семян пастушьей сумки обыкновенной (*Capsella bursa pastoris*) и дайкона (*Raphanus raphanistrum*) (Tomlinson, Walker, 1973).

ВМЦК способен вызывать потери урожая экономически важных сельскохозяйственных культур, особенно капусты. Так, урожай капусты, инокулированной ВМЦК на ранней стадии роста растений, снижается на 50–75% (Natti, 1956). В течение 1992 г. в Англии 14% возделываемых сортов масличного рапса были поражены ВМЦК (всего около 5% растений). Уже в следующем году вирусом было поражено 25% сортов (7% растений). Общие потери за двухлетний период составили 70–79%. Такие потери урожая представляют серьезную угрозу для производства рапсового масла (Hardwick et al., 1994). В 1999 г. 60% капусты огородной (*Brassica oleracea*) в Великобритании было поражено ВМЦК (Raybould et al., 1999).

ВМЦК - типовой представитель ДНК-содержащих вирусов рода каулимовирусов (Краев, 2000). Вирус интенсивно изучается, так как наносит существенный вред урожаю культурным растениям сем. Крестоцветных. Кроме того, вирус используется как модельная система в биотехнологии растений.

В данной статье приводятся данные об особенностях изолята вируса мозаики цветной капусты, идентифицированного в Приморском крае.

Методика работы

Круг растений-хозяев и симптоматологию заболевания изучали на 51 виде и сорте растений из сем. *Amaranthaceae*, *Brassicaceae*, *Chenopodiaceae*, *Cucurbitaceae*, *Fabaceae*, *Resedaceae*, *Scrophulariaceae*, *Solanaceae*.

Определение ТТИ, ПРС и ПСИ и изучение искусственной передачи тлями проводили по методу А.Гиббса и А.Харрисона (1978).

Препараты для электронномикроскопического исследования готовили из листьев пораженных растений методом погружения.

Для обнаружения вирусных включений срезы нижнего эпидермиса инфицированных листьев редиса посевного окрашивали толуидиновым синим и просматривали при увеличении 300× в световом микроскопе (Гольдин, 1963).

В качестве переносчика вируса использовали персиковую тлю. 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 бюксы и держали в темноте без пищи около 3 ч. Затем их осторожно мягкой кисточкой помещали на зараженное растение. В течение часа тли питались, а затем 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 на электронном микроскопе.

Для контрольного тестирования на присутствии вируса огуречной мозаики (ВОМ) в испытуемых растениях использовали метод реакции двойной диффузии (РДД).

Для получения препарата вируса использовали методику Морриса в нашей модификации. Вирус накапливали на растениях редиса посевного (*Raphanus sativus*). Использовали листья растений с хорошо выраженными симптомами заболевания на 30-35 день после инокуляции. Гомогенизацию материала проводили в 0.5М калий-фосфатном буфере, pH 7.5 с добавлением 0.2% 2-меркаптоэтанола и 0.005% ЭДТА. Первичное осветление осуществляли с помощью смеси хлороформа и бутанола (27% и 7% соответственно) с последующим центрифугированием при 4000 g. Концентрировали вирус полиэтиленгликолем (м.м. 6000) в присутствии 0.1 NaCl (в течение ночи при 4°C). Дальнейшую очистку проводили одним циклом дифференциального центрифугирования (осаждение - 95000 g, последующие экстракции - 3000 g). На последующем этапе в препарат добавляли хлороформ до 1% и через сутки осветляли низкоскоростным центрифугированием. Концентрацию вируса и качество полученных вирусных препаратов определяли спектрофотометрически.

Результаты и обсуждение

При обследовании посадок цветной капусты в пригороде г.Артем (Приморский край) были выявлены растения с симптомами хлоротичной мозаики и линейного узора на листьях. У отдельных растений не образовывался цветонос.

Для идентификации патогена изучали экспериментальный круг растений-хозяев. Механически вирусом удалось заразить только растения сем. Крестоцветных (табл.).

На цветной капусте (*Br. cauliflora*) сортов МОВИР и Снежный шар наблюдали симптомы заражения в виде хлоротичной

крапчатости, хлороза жилок и дубовидного узора вдоль главной и средней жилок, которые появлялись на 25-30 день (в зависимости от времени года, температурных условий и освещенности) (рис.1а).

Редис посевной (*R. sativus*) сортов Родос, Красный великан, Жара, Илка и Рубин реагировал на инфицирование хлоротичной крапчатостью или хлорозом жилок листа (рис.1б). Редис сортов Базис, Французский завтрак, Саратовский и Розово-красный с белым кончиком оказался устойчивым к заражению.

Таблица. Реакция тест-растений на заражение изолятом из цветной капусты с симптомами хлоротичной крапчатости и линейного узора на листьях

Тест-растения	Симптомы поражения*	Тест-растения	Симптомы поражения*
<i>Alyssum saxatile</i> L. cv.Citrinum	-	<i>Matthiola incana</i> R. Br.	S:ClMot, Dis
<i>Amaranthus blitum</i> L.	-	<i>Nicotiana glutinosa</i> L.	-
<i>Am. caudatus</i> L.	-	<i>N. rustica</i> L.	-
<i>Am. cruentus</i> L.	-	<i>N. sylvestris</i> Speg. & Comes	-
<i>Antirrhinum majus</i> L.	-	<i>Ocimum basilicum</i> L.	-
<i>Brassica cauliflora</i> (Mill.) Litz сорт МОВИР	S:ClMot, ClVe, BdVe	<i>Petunia hybrida</i> Vilm.	-
Снежный шар	S:ClMot, ClVe, BdVe	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	-
<i>Br. juncea</i> (L.) Czern.	S:ClVe, Dis	<i>Reseda odorata</i> L.	-
<i>Br. nigra</i> Koch.	-	<i>Raphanus raphanistrroides</i> (Makino) Sinsk.	-
<i>Br. oleracea</i> L. сорт Июньская	-	сорт Белый клык	S:ClVe
Лосиноостровская	-	Зеленый	S:Mot, ClVe
Московская	-	Миясиге	-
Слава	-	Розовый блеск	-
<i>Br. rapa</i> L. сорт Петровская	S:ClVe, Dis	Шогоин	S:ClVe
<i>Chenopodium amaranticolor</i> Coste & Reyn.	-	<i>R.sativus</i> L. сорт Базис	-
<i>Ch.ambrosoides</i> L.	-	Жара	S:ClMot
<i>Ch.murale</i> L.	-	Илка	S:ClMot
<i>Cucumis sativus</i> L. сорт ДВ-6	-	Красный великан	S:ClMot
ДВ-27	-	Родос	S:ClMot
Миг	-	Розово-красный с белым кончиком	-
<i>Cucurbita pepo</i> var. patisson Duch.	-	Саратовский	-
<i>Hesperis matronalis</i> L.	-	Французский завтрак	-
<i>Gomphrena globosa</i> L.	-	<i>Sinapis alba</i> L.	S:ClVe, ClM
<i>Iberis amara</i> L.	-	<i>S.arvensis</i> L.	S:ClVe, ClM
<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. сорт Невский	-	<i>Sisymbrium officinalis</i>	-
Хабаровский	-	<i>Spinacia oleracea</i> L.	-

*"- " - не заражается, S - системное поражение, ClVe - хлороз жилок, ClM - хлоротичная мозаика, Dis - деформация, Mot - крапчатость, M - мозаика, BdVe - окаймление жилок.

Не все испытанные сорта дайкона одинаково реагировали на заражение. Невосприимчивыми к патогену оказались Розовый блеск и Японский ранний. Остальные сорта отвечали на инфицирование крапчатостью, хлорозом жилок листа Репа (*Br.rapa*) сорта Петровская реагировала на заражение ярким хлорозом жилок, деформацией листа, который, как правило, закручивался вниз.

Маттиола седая (*Matthiola incana*) заражалась не всегда. Но если заражение происходило, то это растение реагировало проявлением на листьях хлоротичной крапчатости и деформации (Шогоин, Зеленый), посветлением жилок (Белый клык, Миясиге).

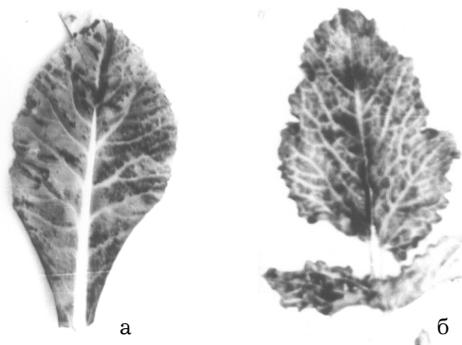


Рис.1. Листья цветной капусты (сорт Снежный шар) с симптомами хлороза жилок и дубовидного узора вдоль главной и средних жилок (а) и лист редиса посевного (сорт Жара) с симптомами хлороза жилок (б)

У капусты огородной (*Br.oleracea*) все используемые в эксперименте сорта (Июньская, Лосиноостровская, Московская и Слава) оказались устойчивыми к изучаемому вирусу. Из дикорастущих растений сем. Крестоцветных вирусом смогли заразить только 3 вида горчицы – полевую (*Sinapis arvensis*), белую (*S.alba*) и сарептскую (*Br.juncea*).

Некоторые растения сем. Крестоцветных не поражались изучаемым изолятом: чесночница лекарственная (*Sisymbrium officinalis*), черная французская горчица (*Brassica nigra*), стенник зонтичный (*Iberis amara*), вечерница матроны (*Hesperis matronalis*), бурачок скальный (*Alyssum saxatile* cv. *Citrinum*). Из других семейств: амарант голубой (*Amaranthus cruentus*), марь амброзиевая (*Chenopodium ambrosioides*), марь амарантоцветная (*Ch.amaranticolor*), базилик (*Ocimum basilicum*), гомфрена головчатая (*Gomphrena globosa*), дурман вонючий (*Datura stramonium*), львиный зев (*Antirrhinum majus*), огурец полевой (*Cucumis sativus*) сортов ДВ-6, ДВ-27, патиссон (*Cucurbita pepo* var. *patisson*), петуния гибридная (*Petunia hybrida*), резеда (*Reseda* sp.), табак настоящий (*Nicotiana tabacum* cvs. *Samsun*, *Xanthi*), табак лесной (*N.sylvestris*), табак клейкий (*N.glutinosa*), томат съедобный сортов Невский, Хабаровский (*Lycopersicon esculentum*), шпинат огородный (*Spinacia oleracea*).

Изучение физических свойств вируса показало, что в соке пораженных растений в комнатных условиях вирус сохраняется 1 сутки, предельное разведение инфекционного сока, способного заразить растения-индикаторы, составляет 10-4, точка термической инактивации равна 80°C.

В электронном микроскопе обнаружены сферические частицы размером около 50 нм.

Вирус передается персиковой тлей.

В цитоплазме инфицированных клеток редиса полевая вирус образует округлые внутриклеточные включения, характерные для рода каулимовирусов.

Включения обнаруживаются практически в каждой исследуемой клетке. Причем количество включений может варьировать от 6 до 12, располагающихся, главным образом, околоядерно (рис.2). Внутриядерных включений не обнаружено.

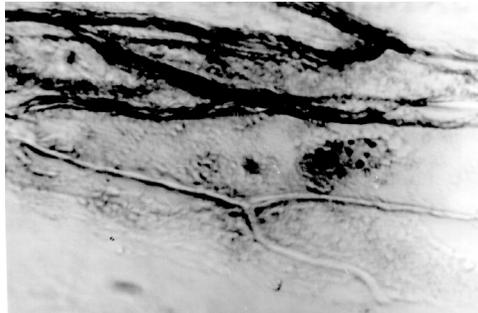


Рис.2. Вирусные включения, обнаруженные в цитоплазме инфицированных клеток редиса полевой (увеличение 300х)

Очищенные препараты вируса характеризовались типичным нуклеопротеидным спектром поглощения с максимумом при 260 нм и минимумом при 240 нм. $A_{260}/A_{280}=1.3$.

РДД инфекционного сока с антисывороткой против ВОМ была отрицательной.

Получена пробная партия специфической крысиной антисыворотки против изучаемого вируса. Антиген вводили внутрибрюшинно по следующей схеме иммунизации: 1 день - 150 мкг антигена с полным адъювантом Фрейнда; 7-й, 14-й дни - по 200 мкг; 21 день - первое взятие крови. Антисыворотка была специфичной и имела титр в реакции капельной агглютинации 1:65536.

Таким образом, результаты изучения экспериментального круга растений-хозяев дальневосточного изолята, симптоматики естественно и механически поражаемых растений, физических свойств вируса, формы и размеров вирусных частиц, возможности передачи вируса тлями, наличие в клетках инфицированных растений округлых внутриклеточных включений, характерных для рода каулимовирусов, а также исследованные некоторые физико-химические и антигенные свойства позволяют нам выделенный из цветной капусты вирус от-

нести к виду вируса мозаики цветной капусты рода каулимовирусов семейства Caulimoviridae.

Отличительной особенностью дальневосточного изолята ВМЦК (ВМЦКдв) от изолятов этого вируса, описанных в литературе, является то, что ВМЦКдв имеет довольно узкий круг экспериментально поражаемых растений, причем ограниченный только видами растений сем. Крестоцветных. По литературным данным, большинство штаммов этого вируса кроме растений сем. Крестоцветных заражает растения сем. Пасленовых: дурман вонючий, табак клевленский, махорку, табак настоящий сортов Ксанти и Самсун и сем. Резедовых, вызывая на этих растениях различные виды симптомов (Garrett, 1982; Schoelz et al., 1986). В наших экспериментах неоднократные попытки заразить эти виды растений заканчивались неудачей. ВМЦКдв менее стабилен по сравнению с известными штаммами этого вируса. ПСИ - 1 сутки, тогда как многие другие штаммы сохраняют инфекционность в комнатных условиях до 2 недель (Garrett, 1982).

Учитывая существенные отличия био-

Вестник защиты растений, 1, 2002
логических свойств ВМЦКдв от многочисленных штаммов этого вируса, известных по литературным источникам, считаем дальневосточный изолят самостоятельным штаммом вируса мозаики цветной капусты.

Итак, вирус мозаики цветной капусты, выявленный нами на цветной капусте, из культурных видов растений сем. Крестоцветных экспериментально заражает цветную капусту сортов МОВИР и Снежный шар; редис посевной сортов Родос, Красный великан, Жара, Илка и Рубин; дайкон сортов Шогоин, Зеленый, Белый клык и Миясиге; репу сорта Петровская. Устойчивыми оказались редис сортов Базис, Французский завтрак, Розово-красный с белым кончиком и дайкон сортов Розовый блеск и Японский ранний, а также все использованные в эксперименте сорта капусты огородной - Июньская, Лосиноостровская, Московская и Слава.

Таким образом, на юге Дальнего Востока России впервые идентифицирован вирус мозаики цветной капусты - представитель рода каулимовирусов сем. Caulimoviridae.

Литература

Аббасов Н.М. Мозаика капусты в Азербайджане. /Тр. ВНИИЗР, 41, 1974, с.78-79.
Власов Ю.И. Вирусные и микоплазменные болезни растений. М. 1992 208 с.
Власов Ю.И., Редько Т.А., Лытаева Г.К. Вирусные болезни овощных и бахчевых культур. Л., 1973, 72 с.
Геворкян З.Г. Вирусные болезни сельскохозяйственных культур в Армении. /Вирусные болезни с.-х. растений и меры борьбы с ними. Л., 1978, с.5-7.
Гиббс А., Харрисон Б. Основы вирусологии растений. М., 1978, 429 с.
Гнутова Р.В. Серология и иммунохимия вирусов растений. М., 1993, 301 с.
Гольдин М. Вирусные включения в растительной клетке и природа вирусов. М., 1963, 204 с.
Краев В.Г. Современная классификация и номенклатура вирусов растений (По материалам Международного Комитета по таксономии вирусов), ч.1. /Микробиол. журн., 62, 5, 2000, с.45-71.
Крылов А.В., Малевич В.М., Сапоцкий М.В., Гнутова Р.В., Рублева Н.В. Вирус мозаики

ки редиса - новый для СССР комовирус. /Биол. наук., 3, 1981, с.24-30.
Толкач В.Ф. Биологическая характеристика поти- и тобамовирусов (дальне-восточные изоляты). /Автореф. канд. дисс., Владивосток, 1995, 24 с.
Alkaff N.S., Covey S.N. Biological diversity of cauliflower mosaic-virus isolates expressed in 2 brassica species. /Plant Pathol., 44, 3, 1995, p.516-526.
Broadbent L. Investigation of virus diseases of Brassica crops. /Agric. Res. Council. Rep. Ser., 14, 1957, New York.
Day M.F., Venables D.G. The transmission of cauliflower mosaic virus by aphids. /Australian J. Biol. Sci., 14, 1, 1961, p.187-197.
Garrett R. Cauliflower mosaic virus. /C.M.I./A.A.B. Description of Plant Viruses. 1982. 7 p.
Hardwick N.V., Davies J.L., Wright D.M. The incidence of 3 virus diseases of winter oilseed rape in England and Wales in the 1991/92 and 1992/93 growing seasons. /Plant Pathol., 43, 6, 1994, p.1045-1049.
Juretic N., Horvath J., Mamula D., Milicic D.

Natural occurrence of turnip yellow mosaic virus in Hungary. /Acta phytopath., Acad. Sci. Hung., 8, 1-2, 1973, p.175-183.

Kennedy J., Day M., Eastop V. A conspectus of aphids as vectors of plant viruses. /London, Commonwealth Institute of Entomol., 1962, 32 c.

Lung M.S., Pirone T.P. Acquisition factor required for aphid transmission of purified Cauliflower mosaic virus. /Virology, 60, 1, 1974, p.260-264.

Melcher U. Symptoms of cauliflower mosaic virus infection in arabis thaliana and turnip. /Botanical gazette, 150, 2, 1989, p.139-147.

Namba R., Sylvester E. Transmission of cauliflower mosaic virus by the green peach, turnip, cabbage, and pea aphids (Homoptera, Aphididae). /J. Econ. Entomol., 74, 5, 1981, p.546-551.

Natti J.J. Influence of cauliflower mosaic and turnip mosaic viruses on yields of cabbage in New York state. /Plant Dis. Repr., 40, 2, 1956 p.591-595.

Pirone T., Paund G., Shepherd R. Properties and serology of purified cauliflower mosaic virus. /Phytopathol., 51, 8, 1961, p.541-546.

Raybould A.F., Maskell L.C., Edwards M.L., Cooper J.I., Gray A.J. The prevalence and spatial distribution of viruses in natural populations of Brassica oleracea. /New Phytologist. 141, 2, 1999, p.265-275.

Saunders K., Lucy A.P., Covey S.N.

Susceptibility of Brassica species to cauliflower mosaic virus infection is related to a specific stage in the virus multiplication cycle. /J. gen Virol. 1990. 71, 8, 1990, p.1641-1647.

Shababi M., Schoelz J. Characterization of the Solanaceous host range of five strains of cauliflower mosaic virus. /Phytopathol., 84, 10, 1994, p.1133.

Shepherd R., Wakeman R., Romanko R. DNA in cauliflower mosaic virus. /Virology, 1, 1968, p.150-152.

Shepherd R., Wakeman R. Observation on the size and morphology of cauliflower mosaic virus. /Phytopathol., 61, 2, 1971, p.188-193.

Schoelz J.E., Shepherd R.J., Richins R.D. Properties of unusual strain of cauliflower mosaic virus. /Phytopathol., 76, 4, 1986, p.451-454.

Shukla D.D., Schmelzer K. Studies on viruses and virus diseases of cruciferous plants. VII. Occurrence and effects of cabbage black ring and cauliflower mosaic viruses on brassica crops. /Acta Phytopathol., Acad. Sci. Hung., 7, 4, 1972, p.325-342.

Tomlinson J.A., Walker V.M. Further studies on seed transmission in the ecology of some aphidtransmitted viruses. /Ann. Appl. Biol. 1973. 73, 1, 1973, p.293-298.

Tompkins C.H. A transmissible mosaic disease of cauliflower. /J. Agric. Research, 55, 1, 1937, p.33-46.

CAULIFLOWER MOSAIC VIRUS IN THE RUSSIAN FAR EAST

V.F.Tolkatsh, Yu.V.Bogunov, R.V.Gnutova

Some properties of the cauliflower mosaic virus (CaMV) isolated from cauliflower in the South of the Russian Far East were studied. Biological and physicochemical characteristics of CaMV are presented. The isolate infects members of the plant family *Brassicaceae*. TTP – 80°C, LIV – 1 day, DEP – 10⁻⁴. The virus is efficiently transmitted by the aphid *Myzus persicae*. A rat antiserum was prepared against CaMV. On the basis of our findings, the isolate appears to be an independent strain of CaMV.

ПЛАНИРОВАНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ СИМПЛЕКСНЫМ МЕТОДОМ

Т.Ю.Мукамолова, С.В.Васильев

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

В работе показаны преимущества и недостатки симплексного планирования эксперимента. Проиллюстрированы алгоритмы последовательного симплекс-планирования как при поиске целевой функции, так и с учетом веса функции в вершинах симплекса. Приведен пример стратегии поиска оптимума целевой функции на примере оптимизации режимов получения биопрепарата энтокса.

Планирование эксперимента - это постановка опытов по заранее составленной схеме, обладающей какими-то оптимальными свойствами. Разработка подобных схем представляет собой математическую задачу. Процесс исследования обычно разбивается на отдельные этапы. После каждого этапа исследователь получает информацию, позволяющую ему изменить стратегию проведения экспериментов. Становится возможным говорить о математических методах оптимального управления экспериментом (Грачев, 1979).

Цель планирования экспериментов - получить большее количество информации при меньших затратах средств и времени, чем это можно сделать традиционными методами (Хикс, 1967). Логика и элементарный опыт показывают, что неразумно стремиться к неоправданно большому числу наблюдений, если убедительный результат может быть получен и при минимально допустимом их числе.

Известно, что возможности экспериментирования на действующих биоустановках или в лабораторных условиях, как правило, ограничены. Поэтому для экспериментальных условий разработаны специальные приемы исследования, требующие небольшого числа опытов и связанные с незначительными отклонениями от номинальных режимов ведения процессов.

Решение экстремальных задач осложняется при нестационарных, неустойчивых условиях, когда изучаемый процесс на биоустановках может "дрейфовать".

Полученные на отдельном отрезке времени оптимальные режимы ведения процесса перестают быть таковыми через некоторое время, так как неуправляемые факторы постоянно меняют свои значения.

В реальных условиях исследователь обычно сталкивается с малыми возможностями изменения управляемых факторов на фоне высокого "шума" (Менчер, Земшман, 1986). Возникает необходимость непрерывного оптимального управления процессом при постоянном "дрейфе" оптимумов, то есть его мониторинга.

Для надзора за оптимумами используются различные адаптационные методы (методы поиска экстремума), к которым предъявляются следующие требования, гарантирующие эффективность поиска оптимумов.

- Экономичность (минимизация количества экспериментов).

- Помехоустойчивость, то есть алгоритм поиска может работать в условиях "шума".

- Минимальное блуждание в факторном пространстве. Идеальным считается движение в пространстве по непрерывной линии, задаваемой градиентом функции. Отклонение от плавного движения означает "дерганье" процесса и, естественно, нежелательно.

- Непрерывность. Система непрерывно, плавно переходит из одного состояния в другое, ее поведение полностью формализовано.

- Работоспособность алгоритма при сложной конфигурации поверхности отклика.

- Работоспособность системы вдали и вблизи экстремальной области.

- Глобальность. Работоспособность в условиях мультимодальной функции, умение преодолевать локальные экстремумы ("ловушки").

Естественно, нельзя говорить об одном методе поиска, который бы удовлетворял всем перечисленным выше требованиям (Менчер, Колесникова, 1974).

Как показали наши экспериментальные работы по оптимизации биотехнологических процессов (подбор условий культивирования патогенов, оптимизация состава питательных сред и оптимизация процессов выделения токсических веществ из биомассы или культуральной жидкости), в качестве экспериментального плана удобно использовать симплексный метод, предложенный в 1962 г. (Spendley et al., 1962), как наиболее удовлетворяющий вышеизложенным требованиям, хотя и имеющий как положительные, так и отрицательные черты.

Преимущество симплексного метода состоит из следующих его свойств.

1. При использовании симплекс-планирования параметр оптимизации может измеряться приближенно (достаточно иметь возможность проранжировать эти величины), что особенно ценно при исследовании процессов токсинообразования энтомофторовых грибов, так как практически все характеристики, описывающие токсинообразование и эффективность токсических веществ этих грибов, - косвенные (опосредованные). Это связано с тем, что до настоящего времени не определен химический состав действующих веществ получаемых препаратов - микоафидина Т и энтокса.

2. Имеется возможность учитывать несколько параметров оптимизации. Так, например, это особенно необходимо при оптимизации условий ферментации гриба *Entomophthora thaxteriana* (Petch.), когда учитывается выход биомассы и токсинов с единицы объема культуральной жидкости, определяется содержание токсинов в биомассе и их биологическая эффективность.

3. Параметр оптимизации может из-

меряться не только количественно, но и качественно.

4. Метод не предъявляет жестких требований к аппроксимации поверхности отклика плоскостью.

5. Симплекс-план может быть применен как алгоритм при оптимизации процесса с использованием управляющей машины.

6. Число опытов при определении направления движения мало. Каждый дополнительный эксперимент требует только одной пробы.

7. Метод прост с точки зрения объема вычислений.

8. Легко включать или исключать те или иные переменные в ходе экспериментов, тогда как при обычном факторном методе введение еще одного параметра приводит к необходимости увеличения числа экспериментов в 2 раза, а при симплекс-планировании этого не происходит.

9. Ограничения на область изменения факторов легко учитываются при движении симплекса.

10. Чем больше число изменяющихся факторов, тем выше эффективность метода.

11. Направление движения определяется только соотношением величин целевой функции в вершинах симплекса, а не их абсолютными значениями.

12. Направление движения может лишь в незначительной степени отличаться от направления крутого восхождения.

13. Метод может быть использован в условиях "дрейфа" характеристик объекта, что часто случается в биологических исследованиях.

Недостатки симплексного метода состоят в следующем.

1. Реализация метода не дает информации о влиянии каждого фактора на целевую функцию. Однако при обработке данных, полученных в результате серии экспериментов, проведенных по симплексному плану, методом множественной корреляции можно получить информацию о влиянии как каждого отдельного фактора, так и их комплекса, на целевую

функцию.

2. Движение по правилам симплекса дает ограниченное представление о характере поверхности отклика. Хотя более полное представление о поверхности отклика может быть получено в результате множественного корреляционно-регрессионного анализа результатов симплекса.

3. Симплексные планы - планы ротатбельные, и основным их недостатком

Метод последовательного симплекс-планирования

Последовательный симплексный метод относится к методам поиска экстремума целевой функции, применение которого требует проведения минимально возможного числа опытов при определении направления движения и связано с весьма незначительными по объему вычислениями. Метод может использоваться как при проведении научных исследований, так и в управлении технологическими процессами.

Симплексом в n -мерном пространстве называют выпуклый многогранник, имеющий $n+1$ вершину, каждая из которых определяется пересечением n -гиперплоскостей данного пространства (Ахназарова, Кафаров, 1978).

Примером симплекса в двумерном пространстве, то есть на плоскости, служит треугольник. В трехмерном - любая четырехгранная пирамида, имеющая 4 вершины, каждая из которых образована пересечением трех плоскостей (граней пирамиды).

Симплекс называют регулярным, если расстояния между всеми его вершинами равны. При планировании экспериментов обычно используют именно такие симплексы.

Однако регулярность симплекса, как и направление градиента в методе крутого восхождения и свойство ротатбельности планов не будут инвариантными к масштабу координат факторного пространства. При изменении масштаба регулярный симплекс может стать нерегулярным. С другой стороны, всегда можно подобрать соответствующие преобразова-

считалось отсутствие D-оптимальности (Ахназарова, Кафаров, 1978). Однако в последнее время найдены методы построения D-оптимальных симплексных планов (Касаткин, 1974; Зедгинидзе, 1976).

Разные авторы предлагают свои варианты планирования экспериментов с помощью симплексного метода, в связи с этим разберем наиболее характерные из них.

ния системы координат, делающие нерегулярный симплекс регулярным (Горский, Бродский, 1965).

В экспериментальной практике симплексные планы наиболее широко используются для решения задач оптимизации на стадии движения к почти стационарной области поиска.

При этом, чтобы сделать симплекс регулярным, используется линейное преобразование:

$$X_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{j0}}{dx_j}, \quad (1)$$

где X_{ji} - данные матрицы симплекса; x_{ji} - практически данные опыта по симплекс-плану; x_{j0} - j -координата центра плана; dx_j - интервал варьирования по j -фактору (шаг эксперимента).

План эксперимента в безразмерном масштабе для n факторов состоит из n столбцов и $n+1$ строк матрицы, следовательно число исходных опытов N в симплексной матрице для n независимых факторов равно:

$$N = n + 1. \quad (2)$$

Построить насыщенные планы с элементами ± 1 удается только для числа факторов, равного $4a-1$, где a - целое положительное число. Например, для 3, 7, 11, 15 и т.д. факторов.

Высота такого симплекса h_n (расстояние от вершины симплекса до противоположной грани) выражается формулой:

$$h_n = \frac{n+1}{\sqrt{2n(n+1)}}, \quad (3)$$

где n - размерность симплекса.

3. Далее строится новый симплекс, для чего наихудшая точка исходного симплекса заменяется новой, расположенной симметрично относительно центра грани симплекса, находящейся против наихудшей точки.

4. Новая точка вместе с оставшимися снова образует регулярный симплекс, центр тяжести которого смещен по сравнению с исходным в направлении худшая точка → центр тяжести остальных точек. Это направление в общем случае не является наиболее крутым, однако оно обращено в сторону повышения качества процесса.

5. После реализации опыта в дополнительной точке опять производится сопоставление результатов, снова выявляется наихудшая точка, которая так же заменяется ее зеркальным отражением, и т.д. (Ахназарова, Кафаров, 1978).

Таким образом, пошаговое восхождение с последовательным отбрасыванием наихудших точек повторяется до области, близкой к экстремуму.

Однако при достижении оптимума при применении симплексного метода может возникнуть заикливание, так как, достигнув области оптимальных значений, симплекс начинает вращение вокруг вершины с максимальным значением отклика.

Если симплекс располагается относительно поверхности отклика таким образом, что значение отклика в новой точке опять получается самым плохим, необходимо вернуться к предыдущему симплексу и попробовать следующее благоприятное направление. Наличие ошибок в определении отклика снижает скорость движения к экстремуму.

Исходный симплекс может быть поразному ориентирован в факторном пространстве. Опишем два способа расчета координат вершин начального симплекса.

1. Если центр симплекса совпадает с началом координат, одна из вершин лежит на координатной оси, а остальные располагаются симметрично относительно координатных осей (рис.1), плоскостей и гиперплоскостей (в многомерном случае), то координаты симплекса задаются матрицами А (вершина симплекса направле-

на вверх) (табл.1) или А1 (вершина обращена вниз) (табл.2) (Хартман и др., 1977).

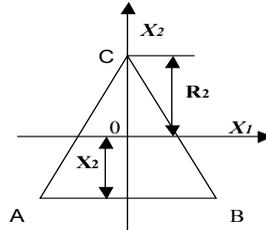


Рис.1. Начальный симплекс с центром в начале координат

Таблица 1. Матрица симплекса А

№вер- шины	X_1	X_2	...	X_j	...	X_{n-1}	X_n
1	x_1	x_2	...	x_j	...	x_{n-1}	x_n
2	$-R_1$	x_2	...	x_j	...	x_n	x_n
3	0	$-2R_2$	...	x_j	...	x_n	x_n
.
0	0	0	...	$-jR_j$	...	x_{n-1}	x_n
.
n	0	0	...	0	...	$-(n-1)R_{n-1}$	x_n
n+1	0	0	...	0	...	0	$-nR_n$

Таблица 2. Матрица симплекса А1

№вер- шины	X_1	X_2	X_3	...	X_{n-1}	X_n
1	$-x_1$	$-x_2$	$-x_3$	...	$-x_{n-1}$	$-x_n$
2	R_1	$-x_2$	$-x_3$	...	$-x_n$	$-x_n$
3	0	$2R_2$	$-x_3$	...	$-x_n$	$-x_n$
.
n	0	0	0	...	R_{n-1}	$-x_n$
n+1	0	0	0	...	0	R_n

Для практического использования симплексной матрицы с длиной стороны симплекса, равной 1, величины X_{ji} и R_{ji} выражаются формулами (9) и (10), а числовые значения представлены в таблицах 3 и 4.

$$X_j = \sqrt{1/(2i(i+1))}; \quad i = j = 1, 2, \dots, n; \quad (9)$$

$$R_j = i\sqrt{1/(2i(i+1))} = iX_j; \quad (10)$$

$$X_j = \sqrt{1/(2i(i+1))} = \sqrt{1/(2 \times 1(1+1))} = 0,5; \quad i = 1;$$

$$R_j = i\sqrt{1/(2i(i+1))} = iX_j = 1 \times 0,5 = 0,5; \quad i = 1.$$

$$X_j = \sqrt{1/(2i(i+1))} = \sqrt{1/(2 \times 2(2+1))} = 0,289; \quad i = 2;$$

$$R_j = i\sqrt{1/(2i(i+1))} = iX_j = 2 \times 0,289 = 0,578; \quad i = 2.$$

Таблица 3. Матрица координат вершин

начального симплекса, построенного для $n = 6$ ($l=1$) по схеме матрицы A

N	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X _{n+1}
1	0.5	0.289	0.204	0.158	0.129	0.109	...
2	-0.5	0.289	0.204	0.158	0.129	0.109	...
3	0	-0.578	0.204	0.158	0.129	0.109	...
4	0	0	-0.612	0.158	0.129	0.109	...
5	0	0	0	-0.632	0.129	0.109	...
6	0	0	0	0	-0.645	0.109	...
n	0	0	0	0	0	-0.655	...

Таблица 4. Матрица координат вершин начального симплекса, построенного для $n = 5$ ($l=1$) по схеме матрицы A1

N	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
1	-0.5	-0.289	-0.204	-0.158	-0.129
2	0.5	-0.289	-0.204	-0.158	-0.129
3	0	0.578	-0.204	-0.158	-0.129
4	0	0	0.612	-0.158	-0.129
5	0	0	0	0.632	-0.129
6	0	0	0	0	0.645

2. Одна из вершин симплекса помещается в начало координат, а остальные располагаются так, чтобы ребра, исходящие из первой вершины, образовывали одинаковые углы с соответствующими координатными осями (рис.2). Координаты вершин симплекса в этом случае могут быть представлены матрицей (табл.5) (Хартман и др.,1977).

Таблица 5. Матрица симплекса

Номер вершины	x ₁	x ₂	x ₃	..	x _k
1	0	0	0	..	0
2	p	q	q	..	q
3	q	p	q	..	q
4	q	q	p	..	q
..
k+1	q	q	q	..	p

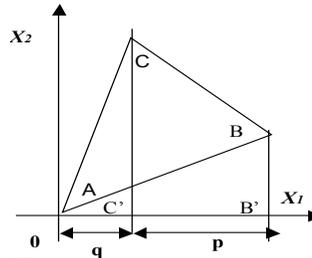


Рис.2. Начальный симплекс с вершиной в начале координат, где $[AB'] = q$, $[AC'] = p$.

Для прикладного использования матрицы (табл.5) величины p и q рассчитываются по формулам (11) и (12), а числовые значения представлены в таблице 6.

$$p = \frac{1}{n\sqrt{2}}(n-1+\sqrt{n+1}); \quad (11)$$

$$q = \frac{1}{n\sqrt{2}}(\sqrt{n+1}-1). \quad (12)$$

Длина симплекса l (то есть расстояние между вершинами симплекса) принята равной 1 ($l = 1$).

Таблица 6. Матрица координат вершин начального симплекса, построенного для $k = 3$ ($l = 1$)

N	x ₁	x ₂	x ₃
1	0	0	0
2	0.944	0.236	0.236
3	0.236	0.944	0.236
4	0.236	0.236	0.944

$$p = \frac{1}{n\sqrt{2}}(n-1+\sqrt{n+1}) = \frac{1}{3\sqrt{2}}(3-1+\sqrt{3+1}) = 0,943;$$

$$q = \frac{1}{n\sqrt{2}}(\sqrt{n+1}-1) = \frac{1}{3\sqrt{2}}(\sqrt{3+1}-1) = 0,236.$$

Алгоритм последовательного симплексного планирования при поиске оптимума целевой функции

Экспериментальное определение оптимума целевой функции осуществляется с помощью следующей процедуры.

1. Преобразование исходных факторов с таким расчетом, чтобы изменение каждого фактора на единицу приводило примерно к одинаковому изменению целевой величины.

2. Расчет координат начального сим-

плекса по первому или второму способу и реализация соответствующих опытов.

3. Отбрасывание точки плана с минимальным значением целевой величины и построение нового симплекса. Новый симплекс образуется оставшимися вершинами исходного симплекса и новой, получаемой путем зеркального отражения отброшенной величины относительно

противоположной ей $(n-1)$ -мерной грани исходного симплекса. Координаты новой точки X_{ij} рассчитываются по формуле:

$$X_{ij} = \frac{2}{n}(x_1 + x_2 + \dots + x_{n+1}) - x_j = \frac{2}{n} \sum_{i=1}^N x_i - \left[\frac{2}{n} + 1 \right] x_j, \quad (13)$$

где j - номер вершины исходного симплекса с минимальным значением целевой функции.

Y_n (прогнозируемое значение целевой функции в новой точке) рассчитывается по формуле: $Y_{ij} = \frac{2}{n} \sum_{i=1}^N y_i - \left(\frac{2}{n} + 1 \right) y_j$. (14)

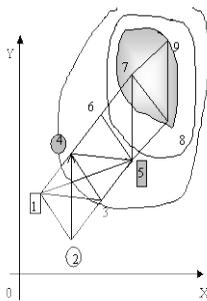


Рис.3. Стратегия поиска оптимума целевой функции симплексным методом

4. Проведение эксперимента в новой точке X_{ij} и получение соответствующего значения Y_{ij} целевой величины.

5. Последовательное перемещение симплекса, в процессе которого на каждом шаге происходит отбрасывание вершины симплекса с наихудшим значением целевой величины и реализация опыта в новой вершине. Такое восхождение повторяется до области, близкой к экстремуму.

Пример: Имеем план эксперимента 1 - 2 - 3, где точка 2 оказалась с минимальным значением, рассчитываем новый симплекс 1 - 3 - 4, где 4 точка отражение 2, в новом варианте точка 1 имеет минимальные значения; получив отражение точки 1, получаем новый симплекс 3 - 4 - 5. В результате перемещений был получен оптимальный симплекс 7 - 8 - 9 (рис.3).

6. Если при перемещении симплекса на протяжении $n+1$ шагов та или иная вершина сохраняет свое положение, то симплекс совершает оборот вокруг своей

вершины. Это значит, что в данной точке находится оптимум целевой функции или ее значение определено неверно. Чтобы уточнить, какая ситуация имеет место, в этой точке вновь проводят эксперимент и в дальнейшем работают с новым значением целевой величины.

7. Если оказывается, что целевая величина в новой вершине симплекса меньше, чем в остальных вершинах, в соответствии с логикой следует вернуться к предыдущему симплексу, чтобы предотвратить "зацикливание", для этого в качестве отбрасываемой выбирают вершину, следующую по порядку за наименьшей вершиной симплекса. Далее эксперименты продолжают, используя новые данные.

8. Если новая вершина выходит за пределы допустимой области планирования, следует поступить так же, как написано в пункте 7.

9. При достижении области оптимума размер симплекса уменьшают, как правило, на $1/4$ начальной величины.

10. Оптимум считается достигнутым, если одна и та же точка входит в последовательные симплексы N раз, где $N = 1.65n + 0.05n$ $2 < n < 30$ (получено эмпирически).

Другое условие достижения оптимума может быть определено по формуле:

$$\sqrt{\sum_{i=1}^{n+1} (y_i - y_x)^2 / n} \leq E, \quad (15)$$

где E - малая величина; y_x - среднее значение целевых величин в вершинах симплекса.

11. Если ошибка эксперимента относительно велика, имеет смысл в каждой вершине симплекса ставить несколько опытов и использовать усредненные значения наблюдений целевой функции.

Пример. Задача эксперимента: оптимизировать режимы и составы химических обработок биомассы гриба *E.thaxteriana*, позволяющие максимально выделять токсические вещества из биомассы.

Ранее проведенные разведочные эксперименты позволили нам предложить в качестве исходной точки для расчета симплекса соотношения условий обработки биомассы, представленные в таблице 7.

Таблица 7. Исходные значения для построения симплексного плана эксперимента

Исходный вариант	Концентрация щелочи, %	Время обработки биомассы, мин.	Соотношение объема экстрагента к весу биомассы
x_0	x_1	x_2	x_3
x_j	10	60	1:10
Шаг эксперимента	5.0	15	2.0

Матрица исходного симплекса рассчитывается по формуле:

$$X_{ij} = x_j + dx_j X_m,$$

где X_m - коэффициенты из основной матрицы (табл.3). В результате расчетов получаем:

$x_{11}=10+5 \times 0.5=12.5$	$x_{23}=60+15 \times (-0.578)=51$
$x_{12}=10+5 \times (-0.5)=7.5$	$x_{24}=60+15 \times 0=60$
$x_{13}=10+5 \times 0=10$	$x_{31}=10+2 \times 0.204=10.4$
$x_{14}=10+5 \times 0=10$	$x_{32}=10+2 \times 0.204=10.4$
$x_{21}=60+15 \times 0.289=64$	$x_{33}=10+2 \times 0.204=10.4$
$x_{22}=60+15 \times 0.289=64$	$x_{34}=10+2 \times (-0.612)=8.8$

Данные симплексной матрицы, полученной в результате расчетов, удобнее представить в виде таблицы 8.

Таблица 8. Симплексный план проведения эксперимента

Номер вершины симплекса	Концентрация щелочи, %	Время обработки биомассы, мин.	Соотношение объема экстрагента к весу биомассы
x_0	x_1	x_2	x_3
Исходная точка	10.0	60	10
1	12.5	64	10.4
2	7.50	64	10.4
3	10.0	51	10.4
4	10.0	60	8.8

После проведения экспериментов по полученному симплекс-плану проводится анализ результатов, выбирается точка с наилучшими показателями и рассчитывается ее отражение.

Координаты новой точки определяют по формуле:

$$X_{j^*} = \left[\frac{2}{n} \left(\sum_{j=1}^n x_{ij} - x_{i^*} \right) - x_{i^*} \right], \quad (16)$$

где x_{i^*} - наихудший показатель.

Для сравнения предлагаем расчет экспериментального плана по методу, обычно применяемому при планировании подобных экспериментов (табл.9).

Таблица 9. План проведения эксперимента по стандартной схеме

Номер эксперимента	Концентрация щелочи, %	Время обработки биомассы, мин.	Соотношение объема экстрагента к весу биомассы
x_0	x_1	x_2	x_3
1	1.00	60	10
1	5.00	60	10
2	10.0	60	10
3	15.0	60	10
4	...	...	...
5	x_1	60	10
6	...	...	...
1	10	15	10
9	10	30	10
10	10	45	10
11	10	60	10
12	...	...	...
13	10	x_2	10
14	...	...	...
15	10	60	2.00
16	10	60	4.00
17	10	60	6.00
18	10	60	8.00
20	10	60	10
21	...	...	...
22	10	60	x_3
23	...	...	...

Как видно, изменению подвергается только один из изучаемых показателей при стабилизации двух других. Вследствие этого число экспериментов неоправданно увеличивается, а в результате исследование не приближается к оптимуму, так как изменение одного показателя приводит к его оптимизации именно в предложенной системе, а нахождение оптимумов во всех предложенных системах опытов при их объединении в одну систему может не дать искомым результат.

Последовательный симплексный метод с учетом веса функции в вершинах симплекса

Основная идея метода заключается в том, что после проведения первой серии опытов по последовательному симплексному плану и выявления точки, дающей наихудший результат, эта точка заменяется новой, представляющей собой ее "зеркальное" отражение относительно противоположной грани симплекса, и так далее. Однако, при "зеркальном" отражении худшей точки обычно не учитываются значения функции в вершинах симплекса, что несколько снижает эффективность метода (Орехов, Корнилова, 1969).

Ниже описан алгоритм симплекс-планирования с учетом веса функции в вершинах симплекса.

При отражении худшей точки теперь нарушается правильность симплекса, но сохраняется его объем.

1. Поиск в n -мерном пространстве начинается с правильного n -мерного симплекса с радиусом сферы d , описанной вокруг него. Центр симплекса выбирается исследователем по предварительным экспериментам; n -мерные правильные симплексы задаются матрицей A (18) и рассчитываются по формуле:

$$A = d\sqrt{2(n+1)/n}. \quad (17)$$

$$A = \begin{pmatrix} l_1 & l_2 & \bullet\bullet\bullet & l_{k-1} & l_k \\ -p_1 & l_2 & \bullet\bullet\bullet & l_{k-1} & l_k \\ 0 & -p_2 & \bullet\bullet\bullet & l_{k-1} & l_k \\ \bullet & \bullet & \bullet\bullet\bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet\bullet\bullet & \bullet & \bullet \\ 0 & 0 & \bullet\bullet\bullet & l_{k-1} & l_k \\ 0 & 0 & \bullet\bullet\bullet & -p_{k-1} & l_k \\ 0 & 0 & \bullet\bullet\bullet & 0 & -p_k \end{pmatrix} \quad (18)$$

Допустим, $d=1$, $n=3$, следовательно,

$$A = 1\sqrt{2(3+1)/3} = 1.63.$$

Для практического использования матрицы A (18) расчет значений проводится по формулам (19) и (20), а полученные значения приведены в таблице 10.

$$p_i = \sqrt{\frac{i}{2}(i+1)} \quad (19); \quad l_i = \sqrt{\frac{1}{2}i(i+1)},$$

где $I = 1, 2, 3, \dots, n$. (20)

Допустим, $i=1$, следовательно

$$p_1 = \sqrt{\frac{1}{2}(1+1)} = 0.5; l_1 = \sqrt{\frac{1}{2}1 \times (1+1)} = 0.5; i=2, \text{ тогда}$$

$$p_2 = \sqrt{\frac{2}{2}(2+1)} = 0.577; l_2 = \sqrt{\frac{1}{2}2 \times (2+1)} = 0.289;$$

$$A \times p_i = 1.732 \times 0.5 = 0.866; A \times p_2 =$$

$$= 1.732 \times 0.577 = 0.999 \approx 1;$$

$$A \times l_i = 1.732 \times 0.5 = 0.866; A \times l_2 =$$

$$= 1.732 \times 0.289 = 0.5.$$

В таблице 10 приведены матрицы правильных симплексов для $N = 2-6$, где $n+1$ - строки матрицы, A - план исходной серии опытов, составляющий n -мерный симплекс (Косенков, Митрофанов, 1998).

Таблица 10. Матрицы правильных симплексов с учетом веса функции в его вершинах

№	X_1	X_2	
1	0.866	0.5	Для $n=2$
2	-0.866	0.5	
3	0	-1.0	

№	X_1	X_2	X_3	
1	0.8165	0.4714	0.3333	Для $n=3$
2	-0.8165	0.4714	0.3333	
3	0	-0.9428	0.3333	
4	0	0	-1.0000	

№	X_1	X_2	X_3	X_4	
1	0.7906	0.4564	0.3228	0.25	Для $n=4$
2	-0.7906	0.4564	0.3228	0.25	
3	0	-0.9129	0.3228	0.25	
4	0	0	-0.9683	0.25	
5	0	0	0	-1.0	

№	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	
1	0.7746	0.4472	0.3162	0.2449	0.2	Для $n=5$
2	-0.7746	0.4472	0.3162	0.2449	0.2	
3	0	-0.8945	0.3162	0.2449	0.2	
4	0	0	-0.9487	0.2449	0.2	
5	0	0	0	-0.9798	0.2	
6	0	0	0	0	-1.0	

№	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	
1	0.7638	0.4410	0.3118	0.2415	0.1972	0.1667	Для $n=6$
2	-0.7638	0.4410	0.3118	0.2415	0.1972	0.1667	
3	0	-0.8819	0.3118	0.2415	0.1972	0.1667	
4	0	0	-0.9354	0.2415	0.1972	0.1667	
5	0	0	0	-0.9660	0.1972	0.1667	
6	0	0	0	0	0	-1.0000	

2. После проведения первой серии опытов выявляется точка, давшая наилучший результат, она заменяется новой в результате ее отражения относительно противоположной грани симплекса с учетом веса функции в вершинах симплекса.

Отражение при движении в сторону максимума функции отклика ($y \rightarrow \max$) проводится по формуле:

$$X_{ij}' = \left[2 \sum_{i=1}^N x_{ij} y_{ij} - \left(\sum_{i=1}^N y_j + y_{\min} \right) x_{\min} \right] / \sum_{i=1}^N y_i - y_{\min}, \quad (21)$$

а при движении в сторону минимума функции отклика ($y \rightarrow \min$) - по формуле (22):

$$X_{ij}' = \left[\sum_{i=1}^N (x_{ij} - x_{\max}) - \left[2 \sum_{i=1}^N x_{ij} y_j + \left(\sum_{i=1}^N y_i - 3y_{\max} \right) x_{\max} \right] / \sum_{i=1}^N (y_j - y_{\max}) \right]$$

Здесь x_{ij} , y_j - координаты вершин исходного n -мерного симплекса и соответствующие этим вершинам значения функции; x_{\min} , y_{\min} - координаты вершины симплекса, которому соответствует минимальное значение функции; $i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, n+1$.

Стратегия поиска оптимума целевой функции симплексным методом на примере оптимизации режимов получения энтокса

Расчет экспериментальных точек по симплексному методу позволил нам провести эксперименты по заданному плану (табл.8).

Результаты опытов представлены в таблице 11. Видно, что лучшим режимом обработки биомассы был 4, а худшим - 1. Расчетный режим 5 был хуже, чем 4 в 1.5 раза по условным единицам. Следовательно, режим 4 в нашем поиске был наиболее оптимален. Однако, необходимо отметить, что режим 5 так же имел позитивные показатели по выходу вещества и биологической эффективности полученного препарата. В связи с этим важно

В случае, если новая точка не худшая в новом симплексе, произведенное отражение считается окончательным, и система переходит от одного симплекса ко второму. Далее процедура отражения повторяется.

Перевод значений факторов от кодированного вида к натуральному масштабу выполняют по формуле

$$X_{ij} = x_{ij} d_{xi} + X_{i0}, \quad (23):$$

где d_{xi} - шаг эксперимента; X_{i0} - исходная точка.

3. Если при очередном отражении новая точка оказывается худшей в новом симплексе, то следует вернуться к старому и отразить точку, показавшую второе наихудшее значение функции.

При повторении неудач такой прием продолжают до отражения всех $(n+1)$ точек. Если все отражения оказались неудачными, то можно допустить, что в центре последнего симплекса имеется локальный экстремум и следует продолжить поиск нового центра.

было исследовать, возможно ли снижение концентрации щелочи и объема экстрагента при гидролизе без снижения качества препаративной формы. С этой целью был рассчитан новый симплекс, в качестве исходной точки которого были взяты минимально возможные при проведении эксперимента показатели: концентрация щелочи - 3%, время экстракции - 30 минут, объем экстрагента - 1:3, при шаге эксперимента $d_1=5$, $d_2=15$, $d_3=2$. Таким образом, были рассчитаны новые исходные режимы экспериментов, по которым и были проведены исследования. Результаты представлены в таблице 12.

Таблица 11. Обработка биомассы гриба *E.thaxteriana* по рассчитанному симплексу

№вершины симплекса	Концентрация щелочи, %	Время обработки биомассы, мин.	Объем экстрагента на 1 г биомассы, мл	Выход энтокса со 100 г биомассы, г	Биологическая эффективность, %	Условная единица
1	12.5	60	10.0	49.9±0.21	81.9±5.4	4086.8
2	7.50	64	10.4	68.6±0.14	65.0±1.6	4459.0
3	10.0	64	10.4	60.0±0.30	90.7±2.4	5820.0
4	10.0	51	10.4	89.8±0.30	89.7±4.6	8064.0
5	5.90	60	8.80	60.5±0.50	92.5±2.5	5596.3

Таблица 12. Обработка биомассы гриба *E.thaxteriana* по рассчитанному симплексу - 2

№вершины симплекса	Концентрация щелочи, %	Время обработки биомассы, мин.	Объем экстрагента на 1 г биомассы, мл	Выход экстракта со 100 г биомассы, г	Биологическая эффективность, %	Условная единица
1	5.5	34	3.41	15.5±5.00	77.9±1.7	1207.6
2	0.5	34	3.41	4.6±1.00	92.4±0.6	425.0
3	3.0	21	3.41	8.5±2.00	98.2±0.3	834.7
4	3.0	30	1.78	14.8±1.00	89.8±5.3	1329.0

Как видно из таблицы 12, режим 4 был лучшим, однако при этом режиме получены показатели в 4 раза ниже, чем при режиме 5 из первого симплекса (табл.11). Следовательно, снижение концентрации щелочи, объема экстрагента и времени обработки биомассы ухудшает показатели по выходу и эффективности технического вещества, в связи с чем невыполняется условие по наработке максимально возможного выхода токсинов из биомассы гриба *E.thaxteriana*.

Таким образом, на основании полученных данных, считаем лучшим режимом для обработки биомассы концентрацию щелочи - 10%, время экстракции 60 минут и объем экстрагента 1:8.8 (биомасса: экстрагент).

В заключение отметим, что симплексный метод планирования удобен и прост при работе с оптимизационными опытами, позволил предвидеть конечный результат и сократил затраты на проведение экспериментов.

Литература

Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Оптимизация эксперимента в химии и химические технологии. М., 1978, с.249-270.

Бадина Н.Г., Масленников А.И. Методич. указания по выполн. контр. работы по разделу дисциплины "Математ. программир." курса "Математ. программир." Л., 1986, 12 с.

Горский Б.Г., Бродский Б.З. Симплексный метод планирования экстремальных экспериментов. /Заводская лабор., 31, 7, 1965, с.831-836.

Грачев Ю.П. Математические методы планирования эксперимента. М., 1979, с.92-99.

Зедгинидзе И.Г. Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем. М., 1976, с.232-252. 1980, 390 с.

Касаткин О.Г. К вопросу о построении D-оптимальных планов на симплексе. /Прим. математических методов для исследования многокомпонентных систем. М., 1974, с.43-51.

Косенков И.И., Митрофанов В.Б. Экспресс-метод планирования экстремального эксперимента в микробиологических исследованиях.

/Сб. методических рекомендаций. ВИЗР, 1998, с.288-298.

Менчер Э.М., Земшман А.Я. Основы планирования эксперимента с элементами математической статистики в исследованиях по виноградарству. Кишинев, 1986, 238 с.

Менчер Э.М., Колесникова Т.Ф. Сравнительная оценка некоторых методов поиска. /Применение методов моделир. с целью совершенствования технологии производства строительных материалов, Тольятти, 1974, 53 с.

Орехов А.А., Корнилова С.И. Оптимизация процесса с помощью случайного симплекса с учетом веса функции отклика в его вершинах. /Заводская лаборатория, 35, 3, 1969, с.326-329.

Хартман К., Лецкий Э.К., Шефер В. Планирование экспериментов в исследованиях технологических процессов. М., 1977, с.430-438.

Хикс Ч. Основные принципы планирования эксперимента. 1967, с.4-9.

Spendley B.R., Hext G.R., Himsforth F.R. /Technometrics, 4, 1962, p.441-461.

USE OF THE SIMPLEX PROCEDURE FOR PLANNING BIOTECHNOLOGICAL EXPERIMENTS

T.Yu.Mukamolova, G.V.Vasiliev

In the paper, algorithms of sequential simplex planning intended to find a criterion function as well as to estimate weight of the function at vertexes of the Simplex have been shown. A strategy for finding an optimum of criterion function is exemplified by the optimization of production regime of entox. A sequence of calculations for a simplex design of experiments along with calculated matrices of regular Simplexes are given. Advantages and disadvantages of the simplex procedure for planning experiments are illustrated.

УДК635.655:631.531.1

НОВЫЙ МЕТОД ВЫБРАКОВКИ СЕМЯН СОИ, ЗАРАЖЕННЫХ ВИРУСОМ МОЗАИКИ**А.В.Крылов*, В.А.Тильба**, В.Д.Ермак*****

*Амурский научный центр ДВО РАН, Благовещенск

**Всероссийский институт сои РАСХН, Благовещенск

***Научно-техническая фирма "Эжмос", Владивосток

Во многих странах мира (США, Бразилия, Аргентина, Китай), соя имеет большое значение в производстве продуктов питания. В России по площади посевов и по роли в экономике растениеводства эта культура играет доминирующую роль в южных и центральных районах Дальнего Востока. Урожайность сои довольно низкая, что в значительной мере объясняется недостатками семеноводства и пораженностью семян различными патогенами. Существенный урон посевам сои наносят вирусные болезни, особенно вирус мозаики сои (ВМС), зараженность которым достигает 50-60%.

Биология и вредоносность возбудителя этого заболевания в этом регионе изучены В.Г.Рейфманом и Т.А.Поливановой (1969) и В.Г.Рейфманом, Т.А.Поливановой, Ю.В.Смирновым (1971). Анализ состава переносчиков ВМС на Дальнем Востоке России и сопредельных территориях Азии показал, что эпифитотийная ситуация здесь значительно сложнее, чем, например, в Северной Америке (Крылов, 1995).

Для анализа был взят наибольший из опубликованных список переносчиков ВМС из 18 видов насекомых (Schmidt, 1977). По материалам картотеки Н.Ф.Пашенко и при ее консультации изучено распространение всех 18 видов в России (Дальний Восток), Китае, Японии и США. Многие виды являются космополитами, и различия в видовом составе кажутся не слишком большими. Из всего списка в США отсутствует соевая тля *Aphis glycines* Mats. Ранее было показано, что на сое доминируют тли соевая и картофельная *Aulacorthum solani* Kalt., на долю которых приходится 97-99% от всех

отлавливаемых на сое тлей (Дьяконов, Голаюда, 1971). Особи картофельной тли обычно составляют 51%, но при жаркой и сухой погоде численность соевой тли достигает 58%. В 1982 г. с жарким и сухим летом на сое отмечено размножение лишь соевой тли (Арефин, Ивлиев, 1984). По данным В.С.Арефина и С.К.Холина (1992), решающим фактором при этом является малое количество осадков:

Год	Количество особей соевой тли на растение	Осадки (мм) за май - июнь
1981	100	225
1983	300	170
1982	700	95
1985	1700	89

Мы считаем, что существенные различия в зараженности сои ВМС в Северной Америке и Восточной Азии определяются наличием или отсутствием массового переносчика соевой тли.

Применяемый при возделывании сои химический метод борьбы с вирусными болезнями и их переносчиками (обработка семян и посевов химическими препаратами) опасен в экологическом аспекте.

Один из перспективных и безопасных способов борьбы с вирусными заболеваниями растений - получение здорового посадочного материала, в том числе безвирусных семян растений. В семеноводстве сои этот прием имеет большое значение, так как вирус мозаики сои передается от поколения к поколению только через семена. Поэтому усилия вирусологов и семеноводов были направлены на попытки прервать циркуляцию вируса мозаики сои именно в семенах - самом узком месте цепи. Были испытаны приемы отбора семян сои по крупности и пигментации (Поливанова, 1971). К сожалению

нию, оба приема оказались недостаточно эффективными. В зависимости от сорта зараженность семян при посеве составляет от 5 до 20%. В летнее время тли накапливаются на полях в очень больших количествах. Поэтому снижение зараженности семян в 5 раз, то есть до 1-4% недостаточно. Скорость распространения вируса лишь замедляется, а зараженность оказывается к концу вегетации близкой к 100%. Поэтому и используемые химические методы не дают 100% результата и требуют многократного применения во время вегетации дорогих и токсичных препаратов.

Так как вирус мозаики сои передается от поколения к поколению только через зараженные семена, которые и являются источником первичного заражения, наиболее эффективным способом борьбы с ним должно быть применение для посева здоровых, безвирусных семян сои. Однако применяемые в настоящее время для диагностики методы анализа вирусных и других заболеваний сои, как правило, требуют значительного времени на их проведение и позволяют получить лишь общую оценку степени зараженности семян.

При изучении физических свойств ВМС А.Г.Трубицын (1984) установил, что наличие вируса в семенах сои прекрасно диагностируется методами флюоресцентного анализа. Это связано с различным соотношением аминокислот (триптофана и тирозина) и полифенолов во внешней оболочке бобов сои. В отличие от применявшихся ранее, этот метод позволяет с высокой достоверностью и без повреждения семян проводить поштучный анализ и разделение семян на здоровые, предназначенные для посева, и зараженные вирусом или механически поврежденные. Высокая эффективность метода подтверждена 3-летними опытными посевами в хозяйствах Приморского края здоровых семян сои, отобранных на лабораторной установке, использующей разработанный метод анализа и отбора (Трубицын и др., 1989). Повышение урожайности сои при посеве безвирусных семян составило от 12 до 56%.

Новым отличительным качеством ме-

года является возможность в промышленных условиях физически отделить зараженные вирусом мозаики семена сои от здоровых, тем самым исключить источник инфекции и значительно улучшить качество посевного материала и в перспективе перейти к безвирусному производству сои. В настоящее время метод не имеет аналогов в мировой практике.

В результате проведенных исследований и опытно-конструкторских работ независимой научно-технической фирмой "Экмос" (г.Владивосток) изготовлен опытный экземпляр высокопроизводительного промышленного варианта установки для разделения семян сои УРС-1.

Максимальная производительность установки УРС-1 - до 320 кг/час или 6.5 т/сутки (по исходному продукту) позволяет обеспечить безвирусными семенами в течение года несколько крупных соеопроизводящих хозяйств.

Габаритные размеры не превышают - 900×1200×1800 мм. Вес - не более 120 кг. Возможен передвижной вариант установки в автофургоне. Потребляемая мощность - до 1 кВт. Режим работы - длительный непрерывный. Обслуживание - 1 оператор. Точность отбора семян - не менее 95%. Планируемый срок службы - не менее 5 лет. Имеется цифровая индикация количества здоровых и зараженных семян и индикация режимов работы основных узлов.

Конструктивно установка УРС-1 состоит из механического блока подачи семян, оптического блока, состоящего из ультрафиолетового облучателя и двухполосного оптического анализатора флюоресценции, высокоскоростного механизма разделения семян и блока электронной обработки и управления. Установка снабжена загрузочным бункером на 100 кг семян и двумя отводящими желобами для фасовки непосредственно в мешки.

Из подающего бункера семена сои ссыпаются в механизм поштучной подачи, который подает ("выстреливает") семена поштучно с большой скоростью (до 400 шт/сек) в направлении приемного бункера здоровых семян. При пролете каждого из семян через оптический блок

они поочередно облучаются ультрафиолетовым светом, что вызывает собственную люминисценцию оболочки семян в видимом диапазоне спектра. Излучение люминисценции через соответствующие интерференционные узкополосные светофильтры поступает на фотодатчики, сигналы с которых анализируются и сравниваются блоком электронной обработки, вырабатывающим сигнал на механизм разделения семян. При наличии сигнала о зараженном или поврежденном зерне оно направляется в бункер отбракованных зараженных семян и из него фасуется в мешки для дальнейшей переработки. При пролете здорового зерна оно беспрепятственно попадает в бункер здоровых незараженных семян, далее фасуется в отдельные мешки как элитный семенной материал.

Кроме семян сои зараженных ВМС можно отделять семена, зараженные другими вирусными и грибковыми заболеваниями, поврежденные соевой плодо-

жоркой, и травмированные семена.

Установка УРС-1 позволяет также решить проблему отделения семян сои от семян гороха. Засоренность семенного материала сои горохом в Амурской области и в других районах производства сои Дальнего Востока в настоящее время приобретает угрожающие масштабы, так как семена этих культур невозможно разделить другим методом.

Метод получения высококачественных семян на установке УРС-1 применим не только на сое, но и на других зерновых и крупяных культурах. Широкое применение предлагаемая установка может найти и в селекционном процессе для отбора или исключения гибридов или сортообразцов с определенным содержанием белковых соединений.

Широкомасштабное внедрение установки УРС-1 будет способствовать получению высококачественного материала не только сои, но и других сельскохозяйственных культур.

Литература

Арефин В.С., Ивлиев Л.А. Сезонная динамика тлей *Aulacorthum solani* Kalt., *Aphis glycines* Mats. (Homoptera, Aphidinea) и хищных кокциnellид (Coleoptera, Coccinellidae) на сое в Приморье. /Фауна и экология беспозвоночных Дальнего Востока (вредители и энтомофаги). Владивосток, ДВНЦ АН СССР, 1984, с.3-12.

Арефин В.С., Холин С.К. Насекомые в агроэкосистемах: структура и динамика сообщества монокультуры сои *Glycine max.* Владивосток, 1992, 182 с.

Дьяконов К.П., Голаяуда Е.П. Вирусные болезни сои и их переносчики в условиях Приморского края. /Вирусные болезни сельскохозяйственных растений Дальнего Востока. Владивосток, 3, 1971, с.171-178.

Крылов А.В. Влияние состава переносчиков на зараженность вирусом мозаики сои. /Защита растений в условиях реформирования агропромышленного комплекса: экономика, эффективность, экологичность. СПб, 1995,

с.59-60.

Поливанова Т.А. Вирусные болезни сои. /Болезни и вредители сои на юге Дальнего Востока и меры борьбы с ними. Владивосток, 1971, с.104-144.

Рейфман В.Г., Поливанова Т.А. Вирусные болезни сои на Дальнем Востоке СССР. /Вирусные болезни сельскохозяйственных растений Дальнего Востока, 1, 1969, с.83-104.

Рейфман В.Г., Поливанова Т.А. Смирнов Ю.В. Вирусные болезни сои на Дальнем Востоке и меры борьбы с ними. /Биология и возделывание сои, 1971, с.184-190.

Трубицын А.Г. Патент РФ по а.с. №205330, кл. А01 С1/02, "Способ выделения здоровых семян сои", 1984.

Трубицын А.Г. и др. Патент РФ по а.с. №695840, кл. А01 С1/00 "Устройство для отбора здоровых семян", 1989.

Schmidt H.E. Leguminosen. /Klinkowski M. Pflanzliche Virologie. Berlin: Akademie - Verlag, 2, 1977, s.144-293.

ДЛИТЕЛЬНОСТЬ СОХРАНЕНИЯ ВИРОИДОВ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ

Н.В.Гирсова, К.А.Можаева

Всероссийский НИИ фитопатологии, Большие Вяземы, Московская область

Вироиды - класс патогенов растений, состоящих только из низкомолекулярной РНК. Вироид веретеновидности клубней картофеля (ВВКК) представляет собой одноцепочечную, кольцевую, ковалентно замкнутую РНК, которая автономно реплицируется, не кодирует белков и состоит из 359 нуклеотидов (Diener,1979).

Вироид легко передается механически соком от больных растений к здоровым (Diener,1979), при черенковании и прививке (Salazar,1996), насекомыми (Diener, 1979, Salazar,1996), нематодами (Salazar, 1996), семенами и пылью (Fernow et al., 1970, Mink, 1993, Salazar,1996), а также с некоторыми вирусами, в частности ВСЛК, в который, вероятно, виroid инкапсулируется (Querci et al.,1997). Основным источником инфекции в полевых условиях являются пораженные ВВКК клубни картофеля. В первый год после инфицирования в растениях картофеля может накапливаться незначительное количество ВВКК без проявления симптомов на ботве и клубнях. Использование такого картофеля в семенных целях и особенно при продаже приводит к распространению виroidа.

Благодаря стабильной структуре (наличие до 70% спаренных оснований), виroidная РНК способна сохранять инфекционность при температурах до 100°C. В соке инфекционность сохраняется при комнатной температуре в течение 3-4 суток, а при +4°C - до 10 суток (Можаева, Васильева,1985).

Вироид способен сохраняться в воде и питательном растворе, что было показано при совместном выращивании больных и здоровых растений в гидропонной культуре (Можаева и др.,1996). В 30-х годах XX века появилось сообщение о возможности сохранения

ВВКК в почве (Goss,1931). Однако в последующие годы работ, подтверждающих или опровергающих это сообщение, не было.

Было отмечено, что виroid ВКК сохранял свою инфекционность в составе суммарной РНК при -20°C в течение 4 лет (Васильева,Можаева,1984). Поскольку данные о более продолжительном сроке сохранения инфекционности виroidа не известны, нами были продолжены эти исследования. Была проверена инфекционность образцов суммарной низкомолекулярной РНК, содержащей виroid веретеновидности клубней картофеля и виroid экзокортиса цитрусовых (ВЭЦ), после хранения в течение 18-22 лет при температуре -20°C, а также инфекционность ВВКК в лиофильно высушенных листьях томата.

Инфекционность раствора суммарной низкомолекулярной РНК проверяли на растениях томата сорта Rutgers. В каждом варианте инокулировали по 3 растения в фазе четырех-пяти настоящих листьев, затем эти растения выращивали в теплице в течение месяца. Хотя по истечении этого срока симптомов поражения виroidом растений томата не наблюдалось, из листьев удавалось выделить суммарную низкомолекулярную РНК, обогащенную фракцией ВВКК (Методические указания, 1999). Наличие виroidной РНК определяли с помощью электрофореза в ПААГ (Маурер,1971). Выделенной суммарной РНК вновь заражали томаты. Через месяц на растениях были отмечены симптомы разной степени проявления. С помощью электрофореза в ПААГ виroid был обнаружен в листьях томата всех вариантов опыта.

Для того чтобы установить, может ли виroidная РНК длительное время сохраняться в лиофильно высушенном материале, из лиофилизированных листьев томатов, инфицированных ВВКК и хранившихся в течение тринадцати лет при -20°C, была выделена суммарная низкомолеку-

лярная РНК, которой инокулировали растения томата сорта Rutgers. Через месяц после инокуляции проводили выделение суммарной РНК, в которой методом электрофореза в ПААГ

деляли наличие виroidной РНК. Все зараженные растения имели симптомы ВВКК, кроме того положительным был и результат электрофоретического выявления виroidной РНК (табл.).

Таблица. Сохранение инфекционности виroidов при длительном хранении при -20°C

Название виroidа, изолята	Хранение		1998		1999	
	Форма	Число лет	Симптомы на томате*	Электрофорез в ПААГ**	Симптомы на томате*	Электрофорез в ПААГ**
ВВКК:	РНК					
поволжский	Листья***	22	нет	+	Сильные	+
поволжский	РНК	13		+	Средние	+
канадский	РНК	20		+	Слабые	+
армянский		18			Средние	+
Экзокортис цитрусовых американский	РНК	18	нет	+	Сильные	+

*Симптомы на томате сорта Rutgers: нет - растения внешне здоровые, слабые - отставание в росте, слабая морщинистость листьев, средние - слабая карликовость, эпинастия листьев, сильные - карликовость, эпинастия и морщинистость листьев, некрозы на стебле и жилках листа, мелкоплодность.

Электрофорез в ПААГ, наличие виroidной РНК в геле: +? - неявное, + - хорошо выраженное. *Лиофильно высушенные листья.

Таким образом, проведенные опыты показали, что виroid веретеновидности клубней картофеля (ВВКК) и виroid экзокортиса цитрусовых (ВЭЦ) способны длительное время сохранять свою инфекционность при низких температурах в составе суммарной низкомолекулярной РНК, а ВВКК также и в лиофильно высушенных листьях.

Известно, что виroidы могут сохраняться в настоящих семенах. Так, было показано, что ВВКК способен сохраняться 21 год в семенах, хранящихся в бумажных пакетах при комнатной температуре (Singh et al., 1991). Мы также проверяли возможность сохранения виroidов веретеновидности клубней картофеля и экзокортиса цитрусовых в семенах томата, хранящихся при комнатной температуре в течение нескольких лет. Образцы семян, полученные с зараженных ВВКК и ВЭЦ растений томата сорта Rutgers, хранились от 1 до 23 лет. Семена сохранили всхожесть не во всех вари-

антах. Дольше всего (в течение 20 лет) сохранили всхожесть семена, собранные с томата, зараженного американским изолятом ВВКК. Семена томата, зараженные поволжским изолятом ВВКК и хранившиеся 22 и 19 лет, утратили всхожесть. Также были невсхожими и семена томата, инокулированные ВЭЦ. Во всех образцах семян, сохранивших всхожесть, был обнаружен виroid. Мы считаем, что виroid, вероятно, способен сохраняться и в семенах, утративших всхожесть.

Семенная передача виroidа имеет важное значение в распространении виroidных заболеваний, особенно при проведении селекционно-генетических работ. Обладая высокой контагиозностью и устойчивостью к действию физических факторов, а также имея огромные возможности сохранения и распространения с семенным материалом, виroidы являются важными карантинными объектами в ряде стран, например в странах ОЕПР.

Литература

Васильева Т.Я., Можаяева К.А. Устойчивость виroidа веретеновидности клубней картофеля к некоторым физическим факторам. /Биологические науки, 3, 1984, с.15-21.

Маурер Г. Диск-электрофорез. М., 1971, 247 с.

Методические указания по диагностике виroidа веретеновидности клубней картофе-

ля. М., РАСХН, 1999, 24 с.

Можаева К.А., Васильева Т.Я. Вироидные болезни растений. М., ВНИИТЭИСХ, 1985, 60 с.

Можаева К.А., Васильева Т.Я., Кастальева Т.Б. Заражение томатов вириодом веретеновидности. /Вестник РАСХН, 3, 1996, с.57-58.

Diener T.O. Viroids and Viroid Diseases. Wiley Interscience, N.Y., 1979, 252 p.

Fernow K.H., Peterson L.C., Plaisted R.L. Spindle tuber virus in seeds and pollen of infected potato plants. /Am. Potato J., 47, 1, 1970, p.75-80.

Goss R.W. Infection experiments with spindle tuber and unmottled curly dwarf of the potato. /Univ. Nebraska Agr. Exp. Sta. Res.

Bull., 53, 1931, 196 p.

Mink, G.L. Pollen- and seed- transmitted viruses and viroids. /Annu. Rev. Phytopathol., 31, 1993, p.375-402.

Querci M., Owens R.A., Bartolini I., Lazarte V., Salazar L.F. Evidence for heterologous encapsidation of potato spindle tuber viroid in particles of potato leafroll virus. /J. General Virology, 78, 1997, p.1207-1211.

Salazar L.F. Potato Viruses and Their Control. Peru, CIP, 1996, 214 p.

Singh R.P., Boucher A., Wang R.G. Detection, distribution and long-term persistence of PSTV in true potato seed from China. /Am. Potato J., 68, 1, 1991, p.65-74.

ХАРАКТЕРИСТИКА АРАНЕОФАУНЫ АГРОБИОЦЕНОЗОВ В КАМЕННОЙ СТЕПИ

С.В.Голубев

Костромской государственной университет, Кострома

Пауки являются постоянными представителями агроэкосистем. Пауки - исключительно хищные виды и участвуют в регулировании численности других видов беспозвоночных, включая вредных насекомых. К полевым и луговым ценозам тяготеют виды семейств Lycosidae, Thomisidae, а также Araneidae и Tetragnathidae. Однако пауки в агроэкосистемах остаются недостаточно изученной.

Методика работы. Сбор пауков проводился на полях сельскохозяйственных культур НИИСХ ЦЧП им.В.В.Докучаева в Каменной Степи (Воронежская область) в июне 2001. Были обследованы посевы яровой и озимой пшеницы, ячменя и гороха посевного. Также были проведены

сборы пауков на экотонах и в прилегающих к полям лесополосах. Сбор пауков на полях проведен энтомологическим сачком диаметром 38 см. Стандартная проба кошения составляла 10 взмахов сачка, количество проб на поле колебалось от 24 до 32. В лесополосах дополнительно применялся метод скрадывания.

Весь собранный материал замаривался в этиловом эфире, далее определялся по определителю пауков европейской части СССР (Тыщенко, 1971), оставлен на хранение в 75% этиловом спирте.

Результаты и обсуждение. Видовой состав и численность пауков в посевах указанных культур приведены в таблице 1.

Таблица 1. Видовой состав и численность пауков в посевах культур полевого севооборота
Каменная Степь, 2001

Таксон	Горох посевной		Ячмень		Яровая пшеница		Озимая пшеница	
	Встр. в пробах,	Относ. обилие,	Встр. в пробах,	Относ. обилие,	Встр. в пробах,	Относ. обилие,	Встр. в пробах,	Относ. обилие,
	%	%	%	%	%	%	%	%
<i>Meioneta rurestris</i> C.L.Koch	12	44			6	20		
<i>Chiracanthium erraticum</i> (Walck.)	4	14	8	33			9	15
<i>Hyposinga pygmaea</i> (Sund.)	4	14			3	10	9	15
<i>Entelecara flavipes</i> (Blackw.)	4	14						
<i>Thanatus striatus</i> C.L.Koch	4	14						
<i>Thanatus</i> sp.					6	20	21	37
Linyphiidae					6	20		
Xysticus sp.					3	10		
<i>Tibellus macellus</i> Sim.			4	17	3	10		
<i>Tibellus oblongus</i>							4	8
<i>Philodromus histrio</i> (Latr.)					3	10		
<i>Tetragnatha</i> sp.							4	8
<i>Mangora acalypha</i> (Walck.)							4	8
<i>Araneus</i> sp.							4	8

В посеве гороха посевного доминировал *Meioneta rurestris*. На поле ячменя он делил первенство с другими видами пауков. Самая бедная аранеофауна в посеве яровой пшеницы. В агроценозе озимой пшеницы встречено семь видов пауков,

как и на поле ячменя (рис.).

Относительно низкие значения изучаемых показателей связаны, отчасти, с неблагоприятными для сборов пауков метеорологическими условиями - в период учетов стояла дождливая погода. Основ-

ная причина - в сроках проведения учетов. Сборы пауков проведены в период начала отрождения молоди, и популяции представлены в основном неполовозрелыми формами пауков-хортобионтов из сем. Thomisidae, Tetragnathidae, Clubionidae, Araneidae, Linyphiidae, что доказывалось присутствием значительной доли неполовозрелых особей в пробах. Максимум численности этих видов наступает позже.

Для выявления различий в видовом составе пауков, являющемся качественной характеристикой, между ценозами полей обследованных культур подходящим показателем может служить качественный коэффициент (индекс) попарного различия Серенсена, который является своеобразным аналогом критериев дисперсии, применяемым в случаях малых выборок.

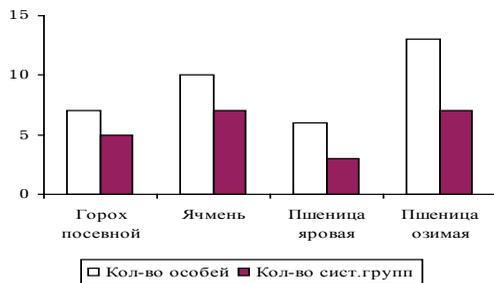


Рис. Численность (экз/кошение) и количество видов пауков в агроценозах

В целом коэффициент Серенсена характеризует степень различия биологического разнообразия (количества выделяемых по тем или иным признакам групп организмов) между двумя сообществами (ценозами). Он рассчитывается по формуле:

$$C_s = 2j/(a+b),$$

где j - число общих для обоих сообществ (ценозов) групп; a - число групп в сообществе А; b - то же в сообществе В.

Данный коэффициент по своей сути не требует подсчета количества организмов в сообществе (ценозе), для его вычисления достаточно лишь знать, сколько групп организмов было в сообществе (це-

нозе). Однако его недостатком является то, что он дает возможность сравнивать между собой только два сообщества. Он демонстрирует во сколько раз различается значение биоразнообразия между сообществами (ценозами), но не показывает, в каком из них оно выше.

Выберем в качестве групп пауков систематические группы (виды, роды), а в качестве сообществ - агроценозы обследованных полевых культур, а также прилегающие к ним лесополосы и экотонны. Результаты расчетов представим в виде следующей матрицы значений коэффициента (табл.2).

Наибольшее сходство в видовом составе пауков имеют агроценозы озимой и яровой пшеницы, также довольно высокие коэффициенты Серенсена в парах горох-ячмень и озимая пшеница-ячмень.

Таблица 2. Значения коэффициентов различия Серенсена аранеофауны агроценозов полевых культур НИИСХ ЦЧП им.

В.В.Докучаева

Категории сообществ (ценозов)	Горох посевной	Ячмень	Пшеница озимая	Пшеница яровая	Лесополосы
Горох посевной	-	0.33	0.16	0	0
Ячмень		-	0.28	0.2	0.09
Пшеница озимая			-	0.4	0.18
Пшеница яровая				-	0
Лесополосы					-

Очень низок этот коэффициент в парах всех изученных агробиоценозов с лесополосами.

Что касается лесополос, то можно было ожидать большую связь видового состава лесополос и полевых ценозов.

Лесополосы и прилегающие к полям экотонны служат местами зимовки пауков (подстилка, кора деревьев и пр.), где происходит их концентрация осенью и расселение на поля весной. Расселение происходит с помощью ветра (молодь) или по поверхности почвы и растений (активные охотники). После расселения пауки пополняют трофическую структу-

ру агроценозов в качестве облигатных энтомофагов и оказывают определенное влияние на численность фитофагов, в том числе вредителей культурных растений. Таким образом, происходит развитие и усложнение функциональной структуры элементарных единиц агробиоценоза – агроценоконсорций, в пределах которых наблюдается непосредственное взаимодействие между особями видов (Зубков, 2000). Пауки в этой структуре занимают верхние ступени трофической пирамиды. Роль их как энтомофагов на агроценокон-

сорционном уровне слабо изучена.

Заключение. Описан видовой состав и численность пауков агроценозов полевых культур на базе регионального НИИСХ ЦЧП им.В.В. Докучаева. Наибольшее сходство в видовом составе по значению коэффициента Серенсена в рамках исследованной выборки обнаружили пары полевых ценозов: пшеница озимая – пшеница яровая (0.4), горох посевной – ячмень (0.33) и пшеница озимая – ячмень (0.28).

Литература

Зубков А.Ф. Агробиоценология, СПб., 2000, 208 с.

Тыщенко В.П. Определитель пауков европейской части СССР. Л., Наука, 1971.

Работа выполнена при поддержке гранта лаборатории агробиоценологии ВИЗР (ФЦП "Интеграция", рег. №0144-0326.01).

ВРЕДНОСТЬ СТЕБЛЕВОГО МОТЫЛЬКА НА ПРОСЕ В КАМЕННОЙ СТЕПИ

А.М.Шпанев

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Стеблевой мотылек (*Ostrinia nubilalis*) - постоянный вредитель проса в Каменной степи Воронежской области. Учеты повреждения стеблевым мотыльком посева проса сорта Колоритное 15 проведены на стационаре НИИСХ ЦЧП им. В.В.Докучаева в 2001 г. на 32 постоянных площадках 0.1 м², установленные в фазу выхода в трубку.

Стеблевой мотылек повредил в среднем 55.7% стеблей, из них 13.7% в ранний срок - в фазу цветения. Эти повреждения самые опасные, снижают продуктивность отдельного стебля до 100%.

Для откладки яиц стеблевой мотылек предпочитал более развитые растения на

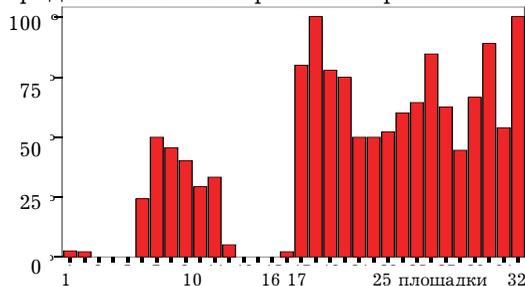


Рис.1. Поврежденность (%) стеблей проса стеблевым мотыльком на постоянных учетных площадках без удобрений (1-16, $\bar{x} = 14.6\%$) и с внесением удобрений (17-32, $\bar{x} = 69.4\%$)

Для оценки вредности стеблевого мотылька воспользуемся уравнением множественной регрессии урожайности культуры, в которое наряду с признаками вредных объектов X_k входят и признаки X_L , не зависящие от них (Зубков, Агробиоценология, 2000), в данном случае 1) ранняя густота проса, чтобы избавиться от избирательности вредителями площадок по густоте и устранить гетерогенность поля по этому признаку; 2) общая фитомасса в конце сезона как признак, характеризующий условия произрастания культуры и уравнивающий эти условия; 3) длина метелки - признак, уравни-

площадках, установленных на варианте внесения удобрений (рис.1). Коэффициент корреляции поврежденности растений на площадках этим вредителем со средней длиной метелки у растений равен 0.61, с высотой стебля 0.47 (при $P \geq 0.95$). Кроме того, стеблевой мотылек при заселении выбирал менее густые площадки ($r = -0.51^*$), на которых растения также были более развиты.

Простое сравнение урожайности на постоянных учетных площадках с процентом поврежденных вредителем стеблей еще не позволяет выявить его вредность (рис.2).

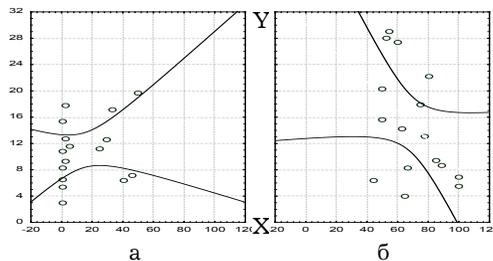


Рис.2. Корреляционная связь процента (X) поврежденных стеблей стеблевым мотыльком с массой зерна (Y, г/0.1 м²) на участках без удобрений (а) и с внесением удобрений (б)

вающий все растения по продуктивности. Таким путем будет элиминировано искажающее оценки вредности влияние избирательности стеблевого мотылька в отношении площадок с разной густотой стояния проса и растений с разной степенью развития.

В результате вредоспособность стеблевого мотылька оказалась равной 0.09 г/0.1 м² (или 0.53% от потенциальной урожайности зерна) на 1% поврежденных стеблей проса. Потери зерна на поле от стеблевого мотылька составили 1.2 ц/га или 7.3% от средней потенциальной урожайности 17 ц/га.

КООРДИНАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВИЗР

С декабря 2000 г. во Всероссийском НИИ защиты растений РАСХН после восьмилетнего перерыва возобновлена традиция проведения координационных совещаний для обсуждения наболевших вопросов как по теоретическим, так и по прикладным аспектам защиты растений.

К настоящему времени проведены два таких совещания (в декабре 2000 г. и 2001 г.), в работе которых приняли участие руководители службы защиты растений и Госкарантина России, сотрудники более 40 научных учреждений системы РАСХН, РАН, Минздрава РФ и других ведомств, представители ряда аграрных ВУЗов и МГУ, работники краевых и областных станций защиты растений.

В процессе подготовки к совещаниям были разосланы письма в 110 научных организаций с предложением принять участие в работе координационного совещания и включиться в программу фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по защите растений на 2001-2005 гг. Официальное согласие на участие в этой программе выразили более 50 научных организаций. Обобщенные материалы по этой информации представлены в таблице.

Анализ полученных материалов позволяет сделать вывод о том, что в России исследования по защите растений проводятся достаточно широко и охватывают большинство регионов страны.

Так, исследования по фитосанитарному мониторингу проводятся в 35 научных учреждениях и касаются оценки фитосанитарного состояния большинства сельскохозяйственных культур.

Более 20 институтов России работают по проблеме иммунитета растений к болезням и вредителям. В основном эти исследования связаны с оценкой сортов основных сельскохозяйственных культур на устойчивость к болезням, гораздо реже - к вредителям, а также с поиском источников и доноров устойчивости.

Широкие исследования по биологическому методу защиты растений прово-

дятся только в нескольких институтах: ЗИН РАН, ВИЗР, ВНИИБЗР, НИЦ ТВП, на биологическом факультете МГУ. В ряде институтов разрабатываются проблемы использования энтомофагов в интегрированной защите растений.

Исследования по химическому методу защиты растений проводят более 20 научных учреждений. Работа по этому заданию связана преимущественно с испытаниями и изучением экологически малоопасных пестицидов нового поколения, биологически активных веществ и препаратов, получаемых из растений.

В исследованиях по заданию, связанному с конструированием агроэкосистем, участвуют 20 институтов. Как правило, это работы по созданию комплексных систем защиты основных сельскохозяйственных культур от вредных организмов в разных регионах России. Основная задача этих исследований - максимальная экологизация систем с минимальными экономическими затратами.

В работе координационного совещания, которое проходило в декабре 2001 г., приняли участие заместитель начальника Управления химизации и защиты растений Минсельхоза РФ П.Г.Фоменко, начальник Российской лаборатории диагностики и прогнозов В.И.Черкашин, руководители краевых и областных станций защиты растений, объединений и фирм, связанных с производством средств защиты растений.

В качестве гостей присутствовали директор Белорусского НИИ защиты растений С.В.Сорока и заместитель директора Института защиты растений Украинской академии аграрных наук А.В.Манько.

С одним из основных докладов на пленарном заседании выступил академик-секретарь Отделения защиты растений РАСХН В.А.Захаренко, который подробно осветил деятельность Отделения и входящих в его состав институтов по научному обеспечению и координации научных исследований в институтах РАСХН и других ведомств.

Кадровый состав институтов, участвующих в программе фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по защите растений "Фитосанитарная устойчивость агроэкосистем"

№ п/п	Название учреждения	Наличие подразделения по защите растений	Кадровый состав			Участие в заданиях программы
			всего	в т.ч. докторов наук	канд. наук	
<u>Учреждения системы РАСХН</u>						
1	Алтайский НИИ земледелия и селекции с.-х. культур	группа	8			02, 04
2	ВНИИ гельминтологии	лаборатория	5	2	3	01, 02, 04
3	ВИЛАР					01, 04, 05
4	ВНИИ генетики и селекции плодовых культур	лаборатория	8	1	3	01, 02
5	ВНИИЗБК	лаборатория	3	-	2	01, 04
6	ВНИИКХ	отдел	10	1	6	04
7	ВНИИМЗ	лаборатория	4	-	1	05
8	ВНИИООиБ	отдел	9	1	1	01, 04
9	ВНИПТИХИМ	лаборатория	5	1	2	05
10	НИИСХ ЦЧП	лаборатория	10	-	3	02, 05
11	НИИСХ Северо-Востока	2 группы	9	-	3	02
12	НИИСХ Юго-Востока	отдел	13	1	4	05
13	Краснодарский НИИСХ	отдел	13	-	4	03, 05
		группы	14	-	7	02
14	Нижеволжский НИИСХ	группа	4	1	-	01, 05
15	НПО "Экология"	сектор	10	-	4	01, 03, 04, 05
16	Приморский НИИСХ	группа	3	-	1	02
17	Ставропольский НИИСХ	группа	4	-	1	04, 05
18	Уральский НИИСХ	лаборатория	5	-	4	02, 04
19	ЦИНАО	отдел	8	-	5	03, 04
20	ВНИИСХРАЭ	лаборатория	12	1	3	01, 05
21	ВНИИ табака и табачных изделий	лаборатория	11	1	2	01, 04, 05
22	Курганский НИИ зернового хозяйства	2 лаборатории ООО "Биомед"	6	1	2	04, 05 03
23	ВНИИ риса	лаборатория	12	-	5	01, 02, 04, 05
24	Сиб.НИИСХ	группа	5	-	2	01, 02
25	ВНИИ люпина	2 лаборатории	13	-	3	02, 05
26	ВНИИ кормов	лаборатория	6	-	4	01, 02
27	Башкирский НИИСХ	лаборатория	6	2	2	05
		4 биолаборатории				03
<u>Институты Российской академии наук</u>						
28	Главный ботанический сад	лаборатория	8			02
		отдел	11			01, 03
29	Зоологический институт	3 лаборатории	71	24	20	03
30	Институт биохимии и генетики УНЦ		20			02
31	Институт органической химии УНЦ		40	8		04
32	Институт паразитологии	3 лаборатории	15	5	7	01, 02, 03
33	ИНЭОС	группа	3-5	1		04
<u>Минсельхоз РФ</u>						
34	ВНИИ защиты растений	7 лабораторий	41	-	15	01, 03, 04, 05
35	Кубанский ГАУ					04, 05
36	Воронежский ГАУ					04
37	Санкт-Петербургский ГАУ					
<u>Минвуз РФ</u>						
38	МГУ (Чернышев В.Б.)		5	1		03, 05
<u>Министерство экономики РФ</u>						
39	ВНИИХСЗР		163			04
<u>Министерство здравоохранения РФ</u>						
40	НИЦ ТБП					03, 04
<u>Государственная служба гражданской авиации</u>						
41	ВНИИПАНХГА (ОАО НПЦ "ПАНХ")	лаборатория	10			04

О проблемах в деятельности Государственной службы защиты растений на примере южного региона в докладе сообщила заместитель начальника Краснодарской краевой станции защиты растений Г.И.Наливайко.

В.И.Черкашин доложил о фитосанитарной ситуации, которая сложилась в растениеводстве в 2001 г. и о прогнозе на 2002 год.

Серия докладов была посвящена проблемам борьбы с наиболее опасными вредителями и болезнями основных сельскохозяйственных культур, причем три доклада были представлены совместно со специалистами службы защиты растений: доклад по современным средствам и технологиям борьбы с вредными саранчовыми подготовлен сотрудниками ВИЗР совместно с начальником Волгоградской СТАЗР Р.А.Липчанской, по вредной черепашке - с начальником Ростовской СТАЗР Н.Н.Вошедским, по луговому мотыльку- с главным специалистом Российской лаборатории диагностики и прогнозов М.П.Смирновой.

Сотрудниками ВИЗР (Ф.А.Карлик, А.А.Яковлев, Н.В.Бабич) был представлен доклад по вредности мышевидных грызунов в различных агроэкономических регионах России и средствам борьбы с ними, сотрудниками ВНИИФ (А.В.Филиппов и Л.И.Назарова) - доклад об основных фитопатологических проблемах в защите зерновых культур и картофеля.

В совместном докладе А.И.Силаева (Саратовская лаборатория ВИЗР) и В.Б.Лебедева (НИИСХ Юго-Востока) были показаны возможности интегрированной защиты зерновых культур на примере Среднего Поволжья.

Второй день был посвящен работе проблемных советов по основным заданиям программы. В частности, на заседании проблемного совета по заданию 01 было представлено 9 докладов по наиболее важным вопросам фитосанитарного мониторинга.

На заседании проблемного совета по заданию 02 заслушано 12 докладов, посвященных современным проблемам им-

мунитета растений к вредителям и болезням. Обсуждены, детализированы и утверждены три научные программы: "Создание устойчивых сортов и оздоровление семенного картофеля", "Создание источников групповой и комплексной устойчивости и гетерозисных гибридов кукурузы для стабилизации фитосанитарного состояния агроэкосистем" и "Обоснование использования генов устойчивости зерновых культур к болезням на территории России для стабилизации фитосанитарного состояния агроэкосистем".

На заседании проблемного совета по заданию 03, которое проводилось совместно с секцией биологических методов Отделения защиты растений РАСХН, было заслушано 16 докладов. В докладах представлены новые материалы по изучению и внедрению в сельскохозяйственную практику новых энтомофагов и энтомопатогенов, что позволяет значительно расширить ассортимент микробиологических препаратов, том числе на основе штаммов микробов-антагонистов.

Участниками совещания была выражена большая тревога по поводу состояния исследований по систематике энтомофагов. Единственное учреждение в России, где этой проблемой традиционно занимались - это Зоологический институт. Очень важно не только сохранить это направление исследований в ЗИНе, но и организовать подготовку специалистов-систематиков по практически ценным группам паразитических энтомофагов. Признано также целесообразным создать лабораторию систематики энтомофагов во Всероссийском НИИ биологической защиты растений.

На заседании проблемного совета по заданию 04 "Химический метод" были заслушаны 16 докладов, посвященных вопросам совершенствования ассортимента химических препаратов для защиты растений, в том числе и за счет включения в него пестицидов нового поколения. В обсуждении актуальных вопросов развития и совершенствования химического метода защиты растений наряду с учеными приняли участие представители производственной службы защиты рас-

тений. Совещание с сожалением констатировало прекращение исследований по теоретическим аспектам поиска, изучения механизма действия и создания новых препаратов для защиты растений в системе РАН.

Достаточно насыщенной и интересной по содержанию была работа проблемного совета по заданию 05. Было отмечено, что практическая служба защиты растений чрезвычайно нуждается в обновленных порогах и критериях вредоносности вредителей, болезней и сорняков. Научно-исследовательская работа на экспериментальных стационарах показала их эффективность при конструировании устойчивых продуктивных агроэкосистем с благоприятной фитосанитарной обстановкой. Показано, что имитационное математическое моделирование играет важную роль в прогнозировании агроэкосистемных процессов.

В принятом координационном совещании решении отмечается, что, несмотря на предпринимаемые Минсельхозом РФ и РАСХН меры по стабилизации фитосанитарной обстановки и достигнутые положительные результаты в ограничении вредоносности вредных объектов, остается напряженная ситуация с вредными саранчовыми, луговым мотыльком, клопом вредной черепашкой, мышевидными грызунами, фомопсисом подсолнечника, листовыми пятнистостями, корневыми гнилями зерновых, засоренностью посевов.

Координационное совещание постановило одобрить результаты НИР и внедренческих работ по программе фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по защите растений за 2001 год, утвердить научно-производственные программы по разработке мер борьбы с особо опасными вредными объектами (вредными саранчовыми, клопом вредной черепашкой, мышевидными гры-

зунами, луговым мотыльком), по использованию устойчивых сортов и оздоровлению картофеля, использованию генов устойчивости зерновых культур к болезням, отбору высокогетерозисных гибридов и линий кукурузы с комплексной устойчивостью к патогенам и фитофагам.

Отмечена настоятельная необходимость совместно с МСХ РФ продолжить работу по подготовке закона "О защите растений".

С целью повышения квалификации работников службы защиты растений предложено ввести в ежегодную практику проведение школ-семинаров по защите растений с обеспечением их справочной и методической литературой.

Признано целесообразным обратиться в Президиум РАН с просьбой о возобновлении в НИИ РАН химического профиля поисковых исследований по созданию и изучению отечественных пестицидов нового поколения, в том числе с биорегуляторной активностью.

Принимая во внимание сроки начала и проведения полевых работ в большинстве регионов страны и условия подготовки материалов для "Государственного каталога пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ", просить МСХ РФ решить вопрос об установлении периода годового действия каталога с 1 апреля текущего года по 1 апреля последующего года.

Одобрена работа экспериментальных стационаров и рекомендовано расширить исследования в агроэкологических стационарах с целью создания технологий фитосанитарной оптимизации агроэкосистем с использованием дистанционных средств мониторинга и способов компьютерного прогнозирования, мероприятий интегрированной защиты зерновых, картофеля, овощных и технических культур, сортов с комплексной и групповой устойчивостью, адаптеров машинных технологий.

Содержание

ОЦЕНКА СОВМЕСТИМОСТИ ЮВЕНОИДОВ СО СРЕДСТВАМИ БИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ОРАНЖЕРЕЙНОЙ БЕЛОКРЫЛКИ. <i>В.Н.Буров, О.И.Колодяжский, Е.П.Мокроусова, Е.А.Степаньчева, Т.Д.Черменская</i>	3
ПРОБЛЕМА ВИРУСНЫХ БОЛЕЗНЕЙ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ЕВРОПЕ. <i>Д.Шнаар, Д.Хут, Ф.Рабенштейн</i>	8
СКОРОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗИСТЕНТНОСТИ И ЕЕ РЕВЕРСИИ В ПОПУЛЯЦИЯХ ВРЕДИТЕЛЕЙ ТЕПЛИЧНЫХ КУЛЬТУР. <i>Г.П.Иванова, В.С.Великань, В.Г.Корнилов, Н.Л.Маммаева</i>	15
ВИРУСОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МИРОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ КАРТОФЕЛЯ <i>Э.В.Трускинов, Д.В.Фролова</i>	22
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ТАБАКА ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ. <i>О.Д.Филлипчук</i>	27
ТРАХЕОМИКОЗЫ ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ СТРАН СНГ. <i>В.И.Потлайчук, Л.Б.Хлопунова</i>	35
ВИРУС МОЗАИКИ ЦВЕТНОЙ КАПУСТЫ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ. <i>В.Ф.Толкач, Ю.В.Богун, Р.В.Гнутова</i>	51
ПЛАНИРОВАНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ СИМПЛЕКСНЫМ МЕТОДОМ. <i>Т.Ю.Мукамолова, С.В.Васильев</i>	58
<i>Краткие сообщения</i>	
НОВЫЙ МЕТОД ВЫБРАКОВКИ СЕМЯН СОИ, ЗАРАЖЕННЫХ ВИРУСОМ МОЗАИКИ. <i>А.В.Крылов, В.А.Тильба, В.Д.Ермак</i>	69
ДЛИТЕЛЬНОСТЬ СОХРАНЕНИЯ ВИРОИДОВ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ. <i>Н.В.Гирсова, К.А.Можяева</i>	72
ХАРАКТЕРИСТИКА АРАНЕОФАУНЫ АГРОБИОЦЕНОЗОВ В КАМЕННОЙ СТЕПИ. <i>С.В.Голубев</i>	75
ВРЕДНОСТЬ СТЕБЛЕВОГО МОТЫЛЬКА НА ПРОСЕ В КАМЕННОЙ СТЕПИ. <i>А.М.Шпанев</i>	78
<i>Хроника</i>	
КООРДИНАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВИЗР. <i>Г.А.Наседкина</i>	79

CONTENTS

ESTIMATION OF COMPATIBILITY OF JUVENOIDS WITH ENTOMOPHAGA FOR WHITEFLY CONTROL. <i>V.N.Burov, O.L.Kolodiazniy, E.P.Mokrousova, E.A.Stepanycheva, T.D.Chermenskaya</i>	3
PROBLEM OF VIRUS DISEASES OF CEREAL CROPS IN EUROPE. <i>D.Spaar, D.Huth, F.Rabenstein</i>	8
RATE OF DEVELOPMENT AND REVERSION OF RESISTANCE IN POPULATIONSOFGREENHOUSE CROP PESTS <i>G.P.Ivanova, V.S.Velikan, V.G.Kornilov, N.L.Mammaeva</i>	15
VIRUS ESTIMATION OF THE WORLD POTATO COLLECTION. <i>E.V.Truskinov, D.V.Frolova</i>	22
A MODERN ECOLOGICALLY SAFE AND EFFECTIVE SYSTEM OF TOBACCO PROTECTION FROM HARMFUL ORGANISMS. <i>O.D.Philipchuk</i>	27
TRACHEOMYCOSES OF TREES AND SHRUBS IN CIS COUNTRIES. <i>V.I.Potlaitshuk, L.B.Khlopunova</i>	35
CAULIFLOWER MOSAIC VIRUS IN THE RUSSIAN FAR EAST. <i>V.F.Tolkatsh, Yu.V.Bogunov, R.V.Gnutova</i>	51
USE OF THE SIMPLEX PROCEDURE FOR PLANNING BIOTECHNOLOGICAL EXPERIMENTS. <i>T.Yu.Mukamolova, G.V.Vasiliev</i>	58
<i>Brief Reports</i>	
A NEW METHOD FOR CULLING SOY BEAN SEEDS INFECTED BY MOSAIC VIRUS. <i>A.V.Krylov, V.A.Tilba, V.D.Ermak</i>	69
PECULIARITIES OF THE POTATO SPINDLE TUBER VIROID IN PERSISTING AND SPREADING. <i>N.V.Girsova, K.A.Mozhaeva</i>	72
ARANEID FAUNA OF AGROBIOCENOSES IN THE KAMENNAYA STEPPE. <i>S.V.Golubev</i>	75
HARMFULNESS OF THE EUROPEAN CORN BORER ON MILLET CROPS IN THE KAMENNAYA STEPPE. <i>A.N.Shpanev</i>	78
<i>Chronicles</i>	
ORGANIZING ACTIVITIES OF VIZR. <i>G.A.Nasedkina</i>	79