

## Устойчивость к фитофторозу некоторых перспективных линий диких *Lycopersicon hirsutum*

Т. И. Уланова<sup>1</sup>, С. Н. Еланский<sup>1</sup>, А. В. Филиппов<sup>1</sup>, Ю. Т. Дьяков<sup>2</sup>,  
В. П. Апрышко<sup>2</sup>, Б. Е. Козловский<sup>1</sup>, А. Н. Смирнов<sup>3</sup>, М. Д. Коффей<sup>4</sup>

1 — ВНИИ Фитопатологии РАСХН, 143050, Московская обл., п/о Б. Вяземы  
E-mail: elansky@yahoo.com

2 — МГУ им. М.В. Ломоносова, Биологический ф-т., каф. микологии и альгологии, 119992,  
Ленинские горы, д.1  
E-mail: diakov@herba.msu.ru

3 — МСХА им. К.А. Тимирязева, каф. фитопатологии, 127550, Москва, Лиственничная аллея

4 — University of California, dep. of plant pathology, Riverside, 92521, USA

Принято в редакцию 02.12.2003.

### ABSTRACT

#### Resistance to Late Blight of Some Promising Lines of *Lycopersicon hirsutum*.

Ulanova, T. I., Elansky, S. N., Filippov, A. V., Dyakov, Yu. T., Apryshko, V.P., Kozlovsky, B. E., Smirnov, A. N., Coffey, M. D.

Several specimens of *Lycopersicon hirsutum* were tested on the resistance to late blight in laboratory and under the field conditions in the Moscow region. Strains of *Phytophthora infestans* were isolated from neighbored potato, tomato and *L. hirsutum* plots of tested field. Blighted samples of *L. hirsutum* leaves were assessed on the presence of oospores.

Comparative analysis of *P. infestans* isolates from field patches of potato, tomato, and *L. hirsutum* did not reveal the significant differences between them. According to the host membership in all groups of isolates both mating types, complex potato races, and predomination of tomato race T1 were detected. Average number of virulence gene was 8.5 for isolates from *L. hirsutum*, and 8.7 for isolates from tomato and potato (virulence to 10 resistance gene were tested). The aggressiveness (tested on the tissue of potato tubers) of mixture of isolates collected from *L. hirsutum* was a little higher than for the mixture from potato, but significantly lower than for mixture of isolates from tomatoes. At inoculation of potato cultivars with mixture of isolates from tomato the differences between cultivars with preliminary reported different levels of field resistance was low. Isolates from tomato were the most aggressive to *L. hirsutum* under the laboratory conditions testing. Oospores were found in blighted leaves of four lines of *L. hirsutum*. The percentage of the samples with oospores was comparative with this in the leaves of potato and tomato.

Tested specimens have a high level of resistance to late blight, but they were strongly delayed in phenophases relatively to the tomato. Thus, these tested specimens can be recommended as donors of resistance to late blight only for indoor tomato because in the greenhouse it is possible to artificially elongate the vegetation season.

Key words: *Phytophthora infestans*, tomato breeding, resistance to late blight, oospores.

### ВВЕДЕНИЕ

Фитофтороз — одно из самых опасных заболеваний картофеля и томата. Потери урожая томата от фитофтороза превышают потери картофеля от этого заболевания. Практически все возделываемые в России сорта томата сильно им поражаются. В настоящее время в России томат возделывается промышленно на площади около 30 тыс. га. В основных зонах выращивания томата в бывшем СССР потери урожая в эпифитотийные годы составляли более 66%. В Белоруссии потери урожая достигают 80%, в Ленинградской области — 60–100%, в Латвии — 50–80%, в Литве — 50% и более, в таежных и лесостепных районах Западной Сибири в эпифитотийные

годы теряется до 100%, в Нечерноземной зоне России — более 60% (Гуркина, личное сообщение). Большие потери от фитофтороза вынуждают производителей томата опрыскивать их фунгицидными химическими препаратами. При высокой степени устойчивости возбудителей фитофтороза к фунгицидам эффективность обработок низка, а передозировка препарата угрожает здоровью потребителей плодов томата. Опасность кроется и в химическом заражении окружающей среды.

Возможность противостоять фитофторозу томата заключается в выращивании устойчивых сортов. К настоящему времени у томата найден ряд генов

вертикальной устойчивости. Существуют и сорта с повышенным уровнем горизонтальной устойчивости. Проблемой является то, что устойчивые сорта либо не вызревают в условиях России, либо не имеют практического значения (декоративные мелкоплодные сорта). Создание районированных фитотроустойчивых сортов томата возможно путем скрещивания выращиваемых сортов с дикими донорами устойчивости. Исследуемые линии высокорослого дикорастущего *Lycopersicon hirsutum* Humb.et Bonpl. из Южной Америки (Перу) показали хорошие результаты при скрещиваниях томатов на устойчивость к фитофторозу в Калифорнии. Настоящая работа выполнялась с целью оценки их использования в России в качестве доноров устойчивости к фитофторозу. Проведена лабораторная оценка устойчивости линий *L. hirsutum* к некоторым изолятам *P. infestans*, выделенным в различных регионах России с картофеля и томата, а также исследована поражаемость фито-

фторозом в полевых условиях в Московской области. Введение в генотип коммерческих сортов томата генов диких поражаемых фитофторозом растений может способствовать селекции особо агрессивных штаммов возбудителя фитофтороза. С этой целью проведено исследование агрессивности штаммов, выделенных на соседних делянках с разных растений-хозяев: томата сорта Талалихин 186 (восприимчив к фитофторозу), картофеля сорта Сантэ (восприимчив к фитофторозу) и исследуемых диких *L. hirsutum*. Ранее была показана возможность образования ооспор в пораженных фитофторозом образцах в Московской области (Смирнов и Еланский, 1999). Ооспоры имеют важное эпидемиологическое значение, позволяя грибу перезимовывать в почве и в семенах томата (Rubin et al., 2001). Поэтому фитофторозные образцы *L. hirsutum*, *L. esculentum* и *Solanum tuberosum* с экспериментального поля были исследованы на наличие ооспор.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе использовали 8 линий диких *L. hirsutum*. Их названия и таксономическая принадлежность приведены в таблице 1.

### Оценка устойчивости к фитофторозу в лабораторных условиях

Лабораторную оценку устойчивости к фитофторозу образцов *L. hirsutum* проводили по методике ВНИИССОК на отделенных долях листа, выращенных в полевых условиях (Методические рекомендации, 1986). Для инокуляции использовали шесть изолятов *P. infestans*, из которых три были выделены с томата и три с картофеля. В обеих группах изолятов, соб-

ранных в разных регионах России, присутствовали штаммы обоих типов спаривания (табл. 2).

Концентрация инокулюма составляла 10–15 конидий в поле зрения микроскопа при 80-ти кратном увеличении. Инфекционные капли наносили пипеткой на нижнюю поверхность доли листа. Опыт проводился в пятикратной повторности. Инокулированные доли листа помещали на сутки во влажную камеру при оптимальной температуре 19–21 °С, после чего остатки суспензии удаляли фильтровальной бумагой, а доли листа переворачивали. На шестой день измеряли диаметр пятна и учитывали интенсивность спороношения (число спор с пятна площадью 1 см<sup>2</sup>). Для определения степени заражения газон листьев *L. hirsutum* в кюветах размером 28 на 39 см опрыскивали суспензией зооспор (5 мл). Через 48 часов подсчитывали число пятен и пересчитывали на 1 см<sup>2</sup> поверхности листа. Площадь поверхности листьев определялась их сканированием. Для теста на степень заражения использованы 2 изолята *P. infestans* — 8 МОДТП 103/1 и ССП.

### Оценка устойчивости к фитофторозу в полевых условиях

В полевых условиях оценку устойчивости диких образцов томатов к фитофторозу проводили на естест-

ТАБЛИЦА 1

#### Название и видовая принадлежность тестируемых линий *L. hirsutum*

№	Название линии	Вид
1	LA 2196	<i>L. hirsutum</i>
2	LA 2321	<i>L. hirsutum</i>
3	LA 1777	<i>L. hirsutum</i>
4	LA 2107	<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i>
5	LA 2098	<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i>
6	LA 2099	<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i>
7	LA 2100	<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i>
8	LA 2864	<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i>

ТАБЛИЦА 2

#### Происхождение и типы спаривания используемых в работе изолятов *P. infestans*

Название изолята	Место и год сбора	Растение-хозяин, орган	Тип спаривания
8 МОДТП 103/1	Московская обл., 1998	Плоды томатов	A1
8 МОБТЛ 18	Московская обл., 1998	Листья томатов	A1
8 БТП 7	Еврейская АО, 1998	Плоды томатов	A2
ССП	Московская обл., 1999	Листья картофеля	A1
ССД	Московская обл., 1999	Листья картофеля	A2
7 СК 41	о. Сахалин, 1997	Листья картофеля	A1

венном инфекционном фоне. Повторность опыта трехкратная, по пять растений на повторность. Рядом с образцами *L. hirsutum* располагались посадки восприимчивого к фитофторозу сорта томата Талалихин 186 и картофеля сортов Санте и Луговской. Степень пораженности растений определяли по приведенной ниже шкале британского фитопатологического общества, используемой для оценки устойчивости ботвы картофеля к фитофторозу (Методические рекомендации, 1990; James, 1971) (табл. 3). После учетов результаты трех повторностей усреднялись.

#### Сравнительный анализ штаммов *P. infestans*, выделенных с разных растений хозяев

Для опыта были собраны фитофторозные образцы с соседствующих делянок восприимчивых к фитофторозу картофеля сорта Сантэ, томата сорта Талалихин 186 и образцов дикого паслена. В августе 2000 года, когда развитие фитофтороза на окружающих полях было достаточно сильным, со всех вышеуказанных культур были выделены изоляты *P. infestans*. Все изоляты были проанализированы на тип спаривания, агрессивность и наличие генов вирулентности к картофелю и томате. Анализ типа спаривания проводился методом сращивания исследуемых штаммов с тестерными на агаризованной овсяной среде. Анализ генов вирулентности к картофелю проводился на наборе сортов-дифференциаторов, полученных из международного картофельного центра (CIP). 702514 (без R-генов), 800986 (R1), 800987 (R2), 800988 (R3), 800989 (R4), 800990 (R5), 800991 (R6), 800992 (R7), 800993 (R8), 800995 (R10), 800996 (R11), 800997 (R1R2), 800998 (R1R3), 800999 (R1R4), 801000 (R2R3), 801001 (R2R4), 801002 (R2R7). Номера приведены в соответствии с каталогом CIP. Листья отбирались из средней части растений в возрасте 6–8 недель. В качестве сортов-дифференциаторов для определения томатных рас использовались Талалихин 186 и Оттава 33 (последний заражают только штаммы расы T1). Оценка агрессивности проводилась на клубнях пяти сортов картофеля с разным уровнем неспецифической устойчивости к фитофторозу (Красная роза, Брянская новинка, Лина, Луговской, Санте) методом, разработанным во ВНИИ Фитопатологии (Filipov et al., 2000). Для инокуляции использовали смеси зооспорангиев штаммов, выделенных с *L. hirsutum*, картофеля и томата. Клубни разрезали на брусочки размером 5 x 7 x 30 мм в десятикратной повторности. Каждый брусочек одним концом на 3–5 с погружали в суспензию зооспорангиев, разлитую слоем 2–3 мм в чашки Петри. Концентрация инокулюма составляла 5–7 конидий

ТАБЛИЦА 3

#### Шкала интенсивности поражения растений фитофторозом

Пораженность растений	Интенсивность поражения
0	Симптомов болезни нет
0,1	На кусте одно-два пятна
1	До 10 пятен на одном растении; общее слабое поражение
5	До одного пятна на каждые 10 долей листьев
25	Почти все листья поражены, но растения сохраняют нормальную форму; поле зеленое
50	Около 50% листовой поверхности отмерло; поле зеленое с коричневыми пятнами
75	Около 75% листовой поверхности отмерло; поле скорее коричневое, чем зеленое
95	На растениях сохранились лишь отдельные листья, но стебли зеленые
100	Все листья отмерли; стебли отмерли или отмирают

в поле зрения микроскопа при 80-ти кратном увеличении. Через 6 суток измеряли длину зоны поражения *P. infestans* и определяли интенсивность спороношения по пятибальной шкале: 0 — спороношение отсутствует, 5 — спороношение по всей поверхности пораженной зоны, 1–4 — промежуточные значения.

Индекс агрессивности патогена вычисляли по формуле:

$$X = \sum (I_i \times D_i) / n, \text{ где:}$$

$I_i$  — длина пораженного участка, мм;

$D_i$  — интенсивность спороношения, балл;

$n$  — количество заражений.

#### Идентификация ооспор в природных пораженных фитофторозом образцах

Листья пораженных фитофторозом растений кипятили около 5 минут в 96%-ном спирте для удаления хлорофилла, после чего выдерживали в 10%-ном водном растворе хлорсодержащего средства «Белизна» для окончательного обесцвечивания. Пораженные плоды томата инкубировали в камерах в течение нескольких недель до их загнивания. После этого ооспоры в образцах искали посредством световой микроскопии. Для каждого образца анализировали 50 полей зрения. Если в них обнаруживали менее 51, от 51 до 250, и более 250 ооспор, то их встречаемость определяли как редкую, умеренную или частую соответственно.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### 1. Поражаемость *L. hirsutum* фитофторозом в полевых и лабораторных условиях

Пораженность исследуемых образцов была сходной при лабораторной и полевой оценке. В обоих случа-

ях сильно поразились образцы 4 и 6, образец 3 не поражался в лабораторных условиях и проявил высокий уровень устойчивости в полевых испытаниях.

**Оценка в полевых условиях.** На восприимчивом сор-

те томата Талалихин 186 первичные симптомы болезни были отмечены на листьях 28 июля, на стеблях и плодах 4 августа; на умеренно-восприимчивом сорте картофеля Санте развитие болезни началось во второй половине июля, немного раньше, чем на томатах. На умеренно устойчивом сорте Луговской первые фитофторозные пятна были найдены 1 августа. Из испытуемых образцов в большей степени поразились образец 4 как по листьям, так и по стеблям (табл. 4). На нем образовались единичные плоды, которые впоследствии тоже поразились. На других испытуемых образцах на конец вегетации плоды не завязались. На образцах 4, 6, 7 фитофтороз на листьях проявился одновременно с его появлением на Талалихине-186, на стеблях позже. Образцы 6 и 7 поразились в меньшей степени: листья на 25% и 15% соответственно, стебли на 6% у обоих. Наибольшей устойчивостью отличались образцы 1, 3, 5, 8. Пораженность листовой по-

верхности составила 5–10%. К концу вегетации на стеблях симптомов заболевания не отмечено. У образца 2 листья и стебли были поражены на 5%.

**Оценка в лабораторных условиях.** В лабораторных условиях образец 3 показал устойчивость ко всем испытуемым изолятам. В опыте по оценке степени заражения при инокуляции изолятами 8МОДТП 103/1 с томата и ССП-99 с картофеля на этом образце отмечено незначительное число некрозов 0,03; 0,003 (Талалихин 186 — 1,62 и 0,72 соответственно) (табл. 5).

Образцы 1, 2, 5, 8 проявили относительную устойчивость. Скорость разрастания пятна, продуктивность спороношения, степень заражения были значительно ниже, чем у Талалихина-186.

Наиболее восприимчивым в лабораторных условиях оказался образец 6. Он поразились всеми изолятами. Существенной разницы между образцом 6 и восприимчивым сортом Талалихин 186 не обнару-

ТАБЛИЦА 4

**Динамика развития фитофтороза на листьях и стеблях образцов *L. hirsutum* в полевых условиях на естественном инфекционном фоне\***

№№ образца	Образец	Дата проявления болезни на листьях	Даты учетов											
			Август										Сентябрь	
			4		11		17		22		12			
Л	С	Л	С	Л	С	Л	С	Л	С	Л	С			
1	LA 2196	11,08	0	0	5	0	10	0	10	0	10	0		
2	LA 2321	17,08	0	0	1	0	5	5	5	5	5	5		
3	LA 1777	11,08	0	0	5	0	5	0	5	0	5	0		
4	LA 2107	28,07	5	1	22	10	50	50	50	50	50	50		
5	LA 2098	11,08	0	0	5	0	5	0	5	0	5	0		
6	LA 2099	28,08	1	0	15	0	22	6	22	6	22	6		
7	LA 2100	28,07	1	0	10	0	15	6	15	6	15	6		
8	LA 2864	11,08	0	0	0,1	0	0,1	0	5	0	5	0		
9	Талалихин 186	28,07	5	1	25	10	50	30	70	40	95	50		
10	Картофель Сантэ	21,07	35	—	60	—	70	—	85	—	—*	—		
11	Картофель Луговской	1,08	1	—	5	—	10	—	15	—	—	—		

\* — Степень заражения в соответствии с таблицей 2, приведены усредненные данные для 3-х повторностей опыта. Л — листья, С — стебли, П — плоды, “—” — плоды не образовались, \* — картофель был убран 6 сентября.

ТАБЛИЦА 5

**Усредненные значения диаметров некроза, продуктивности спороношения и степени заражения (число некрозов на см<sup>2</sup>) при лабораторной оценке образцов *L. hirsutum* изолятами *P. infestans*, выделенными с картофеля и томатов\***

№№ образца	Образец	Томатные изоляты			Картофельные изоляты		
		Диаметр некроза на 6-й день (мм)	Продуктивность спороношения (тыс./см <sup>2</sup> )	Число пятен (шт/см <sup>2</sup> )	Диаметр некроза на 6-й день (мм)	Продуктивность спороношения (тыс./см <sup>2</sup> )	Число пятен (шт/см <sup>2</sup> )
1	LA 2196	13,8	0,76	0,25	5,5	0,25	0,07
2	LA 2321	9,2	3,31	0,11	3,1	1,27	0,005
3	LA 1777	0	0	0,03	0	0	0,003
4	LA 2107	14,4	3,18	0,25	3,9	0,38	0,04
5	LA 2098	11,7	1,4	0,18	4,3	0,38	0,05
6	LA 2099	22,1	9,68	0,21	11,6	0,89	0,06
7	LA 2100	18,2	2,42	0,31	5,5	0,51	0,09
8	LA 2864	10,6	1,4	0,13	2,3	0	0,07
Среднее		12,5	2,77	0,18	4,5	0,46	0,05
9	Талалихин-186	24,5	11,34	1,62	12,0	1,27	0,72

\* — приведены усредненные данные для заражения тремя изолятами в пятикратной повторности.

жено. Некоторые изоляты поражали образец 6 даже сильнее, чем Талалихин 186. Слабой устойчивостью отличались образцы 4 и 7. Все образцы значительно сильнее поражались изолятами *P. infestans*, выделенными с томатов. При заражении «томатными» штаммами значительно больше были диаметр некроза (в среднем 12,5 против 4,5 при заражении «картофельными» изолятами), продуктивность спороношения (2,77 против 0,46) и степень заражения (0,18 против 0,05).

**2. Сравнительный анализ штаммов *P. infestans*, выделенных с разных растений хозяев**

Сравнительный анализ штаммов, выделенных с картофеля, томата и *L. hirsutum* не выявил значительных различий между их группами. Результаты тестирования штаммов приведены в таблице 6. Во всех группах отмечены штаммы обоих типов спаривания со сложными картофельными расами и преобладанием томатной расы Т1. Среднее число картофельных генов вирулентности составило: 8,5 у штаммов с *L. hirsutum*, по 8,7 у штаммов с *L. esculentum* и *S. tuberosum*. Таким образом, существенных отличий в фенотипах исследуемых штаммов не выявлено.

Анализ таблицы 7 и рисунка 1 показывает, что наиболее агрессивной оказалась смесь изолятов с культурного томата — средний уровень агрессивности — 79,8. Этот показатель для изолятов с *L. hirsutum* был почти в 2 раза ниже — 42,3; наименьшим — для изолятов с картофеля — 24,3. Величина индекса агрессивности зависела от уровня горизонтальной устойчивости сорта. Максимальное поражение всеми группами изолятов отмечено у сортов Сантэ и Красная роза, минимальное — у сорта Луговской.

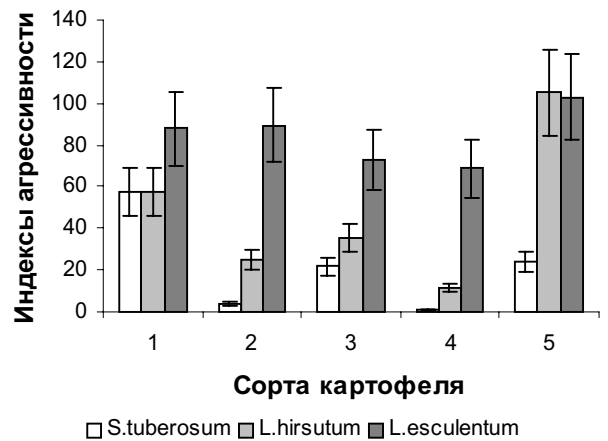
Однако, если поражаемость сортов картофеля смесями изолятов с *S. tuberosum* и *L. hirsutum* совпадает с устойчивостью сортов и демонстрирует высокую разницу между поражением сортов с высоким (Брянская новинка, Луговской, Лина) и низким (Сантэ, Красная роза) уровнями неспецифической устойчивости листьев, то «томатная» смесь достаточно сильно поражает все сорта (табл. 7), разница между сортами с разными уровнями горизонтальной устойчивости сильно снижена и находится в пределах

ТАБЛИЦА 6

**Изоляты *P. infestans*, выделенные с разных растений-хозяев**

Изолят	Тип спаривания	Томатные расы	Картофельные расы*
Выделено с <i>L. hirsutum</i>			
11	A2	T1	1, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 11
4f	A1	T1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11
5l	A2	T1	1, 2, 4, 7, 8, 10, 11
7l	A2	T0	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11
Выделено с <i>L. esculentum</i>			
18	A1	T1	1, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 11
20	A1	T1	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11
21	A1	T1	1, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 11
Tal. St.	A2	T1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11
Выделено с <i>S. tuberosum</i>			
0 IFKLS 5	A2	T1	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11
0 MGRKS 18	A2	T0	1, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 11
0 IFKL 9/2	A1	T1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11
0 MGRKS 21	A1	T1	1, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 11

\* — вирулентность к гену R9 не исследована.



**Рис. 1.** Индексы агрессивности смесей штаммов, выделенных с разных растений-хозяев.

Сорта картофеля: 1 — Красная роза; 2 — Брянская новинка; 3 — Лина; 4 — Луговской; 5 — Сантэ.

ошибки (рис. 1). Например, различающиеся по уровню неспецифической устойчивости листьев сорта Брянская новинка и Красная роза поражаются прак-

ТАБЛИЦА 7

**Сравнение усредненных показателей агрессивности смесей изолятов *P. infestans* к сортам картофеля с разными уровнями неспецифической устойчивости**

Сорта картофеля	Уровень неспецифической устойчивости листьев <sup>1</sup>	Смеси штаммов, выделенных с растений-хозяев					
		<i>L. hirsutum</i>		<i>L. esculentum</i>		<i>S. tuberosum</i>	
		I <sup>4</sup> , балл	D <sup>5</sup> , мм	I, балл	D, мм	I, балл	D, мм
Красная роза	УВ <sup>2</sup>	3,7	15,5	4,7	18,7	3,0	19,3
Брянская новинка	УУ <sup>3</sup>	2,2	11,2	5,0	17,9	0,4	9,5
Лина	УУ	2,7	13,1	4,1	17,7	1,2	18,2
Луговской	УУ	1,0	11,5	3,7	18,6	0,1	9,1
Сантэ	УВ	5,0	21,0	4,6	22,4	4,0	15,6
Средняя		2,9	14,6	4,2	19,0	1,7	14,3

1 — по результатам испытаний ВНИИФ; 2 — УВ — умеренно восприимчив; 3 — УУ — умеренно устойчив; 4 — I — интенсивность спороношения; 5 — D — длина пораженной части.

ТАБЛИЦА 8

**Встречаемость ооспор в листьях картофеля и *L. hirsutum*, а также в листьях и плодах томатов**

Растение-хозяин	Пораженные органы	Число образцов	Процент образцов с редкими ооспорами	Процент образцов с умеренными ооспорами	Процент образцов с частыми ооспорами
<i>L. hirsutum</i> (2) <sup>1</sup>	листья	19	0	0	5,3
<i>L. hirsutum</i> (3)	листья	12	16,7	0	0
<i>L. hirsutum</i> (5, 6)	листья	21	4,8	0	4,8
<i>L. hirsutum</i> (7)	листья	17	0	0	0
<i>L. hirsutum</i> (всего)	листья	77	3,9	0	2,6
Томат	листья	31	6,5	0	0
Томат	плоды	20	10,0	0	15,0
Картофель	листья	67	3,0	0	0

1 — в скобках приводятся номера линий *L. hirsutum*

тически одинаково смесью «томатных» изолятов, но по разному смесями с картофеля и *L. hirsutum*.

**3. Ооспоры в пораженных фитофторозом образцах**

Встречаемость ооспор в исследуемых образцах приводится в таблице 8. Анализ полученных результа-

тов показывает, что ооспоры чаще встречались в плодах томата. В листьях *L. hirsutum*, картофеля и томата ооспоры встречались значительно реже (несколько чаще — в образцах *L. hirsutum* линий 2, 5 и 6) или не были обнаружены.

**ОБСУЖДЕНИЕ**

Погодные условия вегетационного сезона 2000 года (влажное, прохладное лето) были благоприятны для развития заболевания. Первые признаки болезни на картофеле были отмечены в начале июля. К сентябрю на большинстве картофельных посадок поражение достигло 100%. На томате первые признаки заболевания появились во второй половине июля, на опытной делянке — 28 июля. К началу сентября поражение плантаций томата в Подмоскowie достигло 70–100%. На этом фоне поражаемость тестируемых образцов *L. hirsutum* выглядит очень низкой. Практически не поразились к 12 сентября образцы 2, 3, 5 и 8 (поражаемость — 5%). Несколько слабее противостояли фитофторозу образцы 1 (10%), 6 (22%), и 7 (15%). Сильнее других поразился образец 7 (50%). При этом он был единственным, который дал плоды (все плоды поразилась). Возможно, здесь сыграло свою роль запаздывание тестируемых образцов по фазам развития относительно томата и картофеля. На тестируемых растениях репродуктивные побеги появились значительно позже, чем на томате — к середине сентября, а отмирания листвы не было вплоть до первых заморозков.

Ооспоры были обнаружены в листьях четырех линий *L. hirsutum* из пяти исследованных. Встречаемость ооспор была примерно одинаковой, несмотря на некоторые различия в уровне полевой устойчивости образцов. Возможно, это связано с тем, что все исследованные линии *L. hirsutum* отличались довольно высокой устойчивостью к фитофторозу, вследствие чего пораженность листьев была небольшой. На большинстве исследованных образцов было только одно фитофторозное пятно. Для сравнительного анализа отбирались также образцы листьев картофеля и томата с одним фитофторозным пятном. Частота встречаемости ооспор в исследованных образцах была близкой их встречаемости в листьях картофеля и томата. Подобные значения встречаемости образ-

цов, содержащих ооспоры (от 3 до 10% в образцах с одним пятном или с несколькими, но содержащими мицелий одного типа спаривания), были отмечены и в наших исследованиях, проведенных в 1999–2001 (Смирнов и др., 2001). В Мексике ооспоры также были обнаружены как в культурных растениях, так и в некоторых диких пасленовых (Flier et al. 1999).

Агрессивность смеси штаммов, выделенных с *L. hirsutum*, была несколько выше, чем у смеси штаммов с картофеля, но значительно ниже, чем у смеси с томата. При заражении «томатной» смесью штаммов разница между сортами картофеля с разными уровнями горизонтальной устойчивости была сильно снижена. Высокая агрессивность штаммов, выделенных с томата, отмечена и при лабораторном исследовании поражаемости *L. hirsutum* фитофторозом. Сравнительное исследование патогенных свойств штаммов *P. infestans* с картофеля и томата обнаружило также и некоторые не встречавшиеся ранее особенности (Дорожкин, Псарова, 1975, Дьяков и др., 1994): 1) высокая частота расы T1 у штаммов из картофеля, 2) наличие у штаммов из томата сложных картофельных рас с большим числом генов вирулентности, 3) более высокая агрессивность «томатных» штаммов по отношению не только к томату, но и к картофелю. Возможно, высокая агрессивность томатных популяций *P. infestans* как-то связана с ооспорами, обнаруженными во многих полевых популяциях гриба на томате.

Тестируемые образцы диких пасленовых обладают высоким уровнем устойчивости к фитофторозу, но показывают сильное запаздывание фаз развития по сравнению с культурными сортами томата. Поэтому рекомендовать данные образцы в качестве доноров генов устойчивости в селекции томата на фитофтороустойчивость можно только для закрытого грунта, где есть возможность искусственно удлинить вегетационный сезон.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарны за помощь в работе сотрудникам МГУ им. М.В. Ломоносова и ВНИИ фитопатологии М.А. Побединской, А.С. Кравцову, С.А. Кузне-

цову и А.Н. Рогожину. Работа выполнена при поддержке Международного Научно-Технического Центра (грант 1640).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Дорожкин М.А., Псарова В.В.** (1975) Расы *Phytophthora infestans* на томатах в Белоруссии. *Вестник АН БССР, сер. Сельскохозяйственная*, 3: 84–85.
- Дьяков Ю.Т., Долгова А.В., Рыбакова И.Н., Багирова С.Ф.** (1994) Дивергенция популяций фитопатогенного гриба *Phytophthora infestans* в связи со специализацией к растениям-хозяевам. *ЖОБ* 55 (2): 179–188.
- Методические указания по селекции сортов и гибридов томата для открытого и защищенного грунта (1986) Москва.
- Стратегия и тактика защиты картофеля от фитофтороза (1990) Методические рекомендации. Москва.
- Смирнов А.Н., Еланский С.Н.** (1999) Образование ооспор в полевых популяциях *Phytophthora infestans* в Московской области. *Микол. фитопатол.* 33 (6): 421–425.
- Смирнов А.Н., Кузнецов С.А., Кравцов А.С., Апрышко В.П., Еланский С.Н.** (2001) Распространение и возможное происхождение ооспор *Phytophthora infestans* в Московской области. В сб.: *Мат-лы науч.-практич. конф. «Научное обеспечение картофелеводства России: состояние, проблемы»* Москва С. 313–324.
- Elansky, S., Smirnov, A., Dyakov, Y., Dolgova, A., Filippov, A., Kozlovsky, B., Kozlovskaya, I., Russo, P., Smart, C. & Fry, W.** (2001) Genotypic analysis of Russian isolates of *Phytophthora infestans* from the Moscow region, Siberia and Far East. *J. Phytopathol.* 149 (10): 605–611.
- Filippov, A. V., Kuznetzova, M. A., Rogozhin, A. N., Shirokova, E. A. & Kostjashov, V. V.** (2000) Systemic resistance of potatoes to late blight activated by pre-planting treatment of tubers with specially formed low-frequency pulse electric fields. *J. Rus. Phytopathol. Soc.* 1: 69–73.
- Flier, W.G., Grunwald, N.J, Turkensteen, L.J. & Fry, W.E.** (1999) Production and variability of oospores produced by *Phytophthora infestans* isolates collected in the Valley of Toluca, Central Mexico. *14th triennial conference of the European association for potato research.*
- James, C.** (1971) A manual of assessment keys for plant diseases. *Can. Dept. Agric. Publication No. 1458.*
- Rubin, E., Baider, A. & Cohen, Y.** (2001) *Phytophthora infestans* produces oospores in fruits and seeds of tomato. *Phytopathology* 91: 1074–1080.