

УДК 633.491:[632.3+632.4

ИЗМЕНЕНИЕ ФИТОФТОРОУСТОЙЧИВОСТИ КАРТОФЕЛЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ВИРУСОВ

В. А. ШМЫГЛЯ, Ф. С.-У. ДЖАЛИЛОВ
(Кафедра фитопатологии)

В процессе построения интегрированной защиты картофеля принципиально важно учитывать взаимоотношения возбудителей инфекционных болезней [13]. Большой интерес в связи с этим представляет взаимовлияние возбудителя фитофтороза гриба *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary и мозаичных вирусов, которые широко распространены в посадках картофеля.

Изменения, обусловленные вирусной инфекцией, затрагивают все без исключения физиологические процессы в растении, что приводит к нарушениям его нормальной жизнедеятельности и проявлению признаков патологии [1, 9]. Изменения обмена веществ, в свою очередь, не могут не влиять на устойчивость организма к фитофторозу [12, 14].

В настоящее время семеноводство картофеля переводится на безвирусную основу. Можно предположить, что у картофеля, свободного от вирусов, будет изменяться характер проявления сортовой фитофтороустойчивости.

Исходя из изложенного основными задачами наших исследований было определить влияние вирусов на проявление полевой фитофтороустойчивости ботвы и клубней картофеля, а также выявить биохимические механизмы, обуславливающие изменение устойчивости к фитофторозу у вирусных растений.

Материал и методы

Опыты проводили в 1980—1982 гг. на кафедре фитопатологии и Опытной станции защиты растений Тимирязевской академии. Использовали сорта картофеля, различающиеся по уровню полевой устойчивости к фитофторозу: Прикульский ранний — восприимчивый, Гатчинский — со средней устойчивостью, Столовый 19 — с устойчивостью выше средней, Раменский — с высокой устойчивостью.

Безвирусные клубни указанных сортов высаживали на опытном поле. В возрасте 6—8 листьев проводили инокуляцию растений вирусами. В варианте 1 растения были свободны от вирусов (контроль); 2 — зараже-

ны вирусом X; 3 — вирусом Y; 4 — вирусом M; 5 — X+Y+M.

В варианте было по 20 растений каждого сорта. В период цветения и перед уборкой проводили серологический анализ всех растений на зараженность вирусами X, M и S. Вирус Y определяли индикаторным методом на листьях гибрида А-6 (*S. demissum* × *S. tuberosum*).

Фитофтороустойчивость ботвы оценивали по индексу поражения отделенных заражаемых листьев, который рассчитывали по А. А. Бычковой [3]. Устойчивость листьев к проникновению *P. infestans* определяли по методу Умерус [26], устойчивость к его рас-

пространению — по Ю. М. Стройкову [14], спорообразование патогена — методом заражения дисков из листьев.

Поражение фитофторозом сеянцев после их опрыскивания суспензией спор учитывали по А. А. Быченковой [3], а естественную зараженность клубней — стандартным способом. Оценку клубневой устойчивости проводили методами заражения ломтиков [21] и целых клубней [22].

Для испытания устойчивости листьев и клубней использовали расу 1.2.3.4 гриба *P. infestans*. Гриб культивировали на овсяно-агаровой среде.

Сухое вещество определяли после высушивания образцов при 105°, содержание свободных аминокислот — по Б. П. Плешкову [11], аминокислотный состав белка — методом кислотного гидролиза, сахара — жидкостной хроматографией [20], активность пероксидазы — по А. Н. Бояркину [2], фитоалексинную активность клубней — методом диффузатов [10].

Все опыты проводили обычно в 3—4-кратной повторности. Результаты подвергали дисперсионному анализу по Б. А. Доспехову [7].

Влияние вирусной инфекции на устойчивость листьев картофеля к фитофторозу

Безвирусные листья сильнее поражались фитофторозом, чем вирусные (табл. 1). Устойчивость последних в среднем за 3 года повышалась на 60—80 % в зависимости от комбинации «сорт — вирус».

Таблица 1

Поражаемость отдельных листьев картофеля фитофторозом (индекс поражения) в зависимости от вида вирусной инфекции

Вирусы	Прикульский ранний			Гатчинский			Столбовый 19		
	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1981	1982	1983
Контроль	43,0	40,9	43,7	27,7	23,1	25,4	18,4	15,6	16,3
X	24,0	24,6	25,3	17,4	15,6	15,9	13,7	10,3	11,2
Y	28,4	25,1	28,5	17,8	13,1	14,6	13,0	10,5	10,8
M	30,8	28,7	26,1	16,6	14,5	15,2	13,9	9,1	9,5
X+Y+M	29,8	24,8	25,3	13,7	14,2	13,0	10,8	8,8	10,2

По значению индексов поражения все сорта можно разделить на 5 категорий: 0—10 — очень устойчивые, 10—20 — устойчивые, 20—30 — среднеустойчивые, 30—40 — малоустойчивые; свыше 40 — неустойчивые [12]. Придерживаясь этой классификации, мы отнесли растения сорта Столбовый 19, зараженные комплексом вирусов X+Y+M, к очень устойчивым, а растения, свободные от вирусов, к устойчивым. Безвирусные растения сорта Гатчинский попадают в разряд среднеустойчивых, а вирусные можно считать устойчивыми.

Наряду с лабораторными опытами, в которых испытывалась устойчивость к фитофторозу отдельных листьев, в 1980—1982 гг. проводили наблюдения в поле. В 1981 г. сложились условия, крайне неблагоприятные для развития фитофтороза, и заболевания не было отмечено ни в одном из вариантов. Учеты в 1980 и 1982 гг. показали, что ботва безвирусных растений поражалась фитофторозом значительно сильнее, чем ботва вирусных. Полученные нами данные согласуются с результатами других исследователей [21, 23, 24].

Изучение основных механизмов, определяющих полевую устойчивость к фитофторозу, в том числе устойчивость к проникновению, распространению и спорообразованию гриба, позволяет выявить этапы патогенеза фитофтороза, наиболее подверженные действию вирусной инфекции растения-хозяина, на основании чего, в свою очередь, можно прогнозировать стабильность полигенной устойчивости сортов с различными механизмами устойчивости в условиях безвирусного семеноводства.

Наши опыты показали, что зараженность растений картофеля вирусами не влияет на их устойчивость к проникновению *P. infestans* (табл. 2). Можно предположить, что скорость инфицирования фитофторозом растений, зараженных различными вирусами, одинакова.

Т а б л и ц а 2

Устойчивость листьев картофеля к проникновению *P. infestans* (% зараженных листочков) в зависимости от вида вирусной инфекции

Время после нанесения инокулюма на лист, ч	Столовый 19		Гатчинский	
	1980	1981	1980	1981
Без вирусов				
4	12,1	6,8	49,4	56,3
8	29,8	32,1	77,9	79,2
12	77,4	84,2	96,3	100,0
Вирус X				
4	10,1	8,7	46,3	62,7
8	25,0	29,3	74,2	85,3
12	79,1	88,0	100,0	97,5
Вирус Y				
4	16,7	9,2	56,7	59,2
8	34,1	38,7	67,3	73,5
12	77,8	92,8	100,0	92,7
Вирус M				
4	9,6	13,4	56,6	53,4
8	36,4	25,9	65,4	90,3
12	57,2	80,4	98,7	100,0
Вирусы X+Y+M				
4	14,7	11,3	57,2	54,0
8	24,2	37,5	82,3	69,4
12	66,3	79,6	97,5	98,4

Т а б л и ц а 3

Распространение гриба *P. infestans* в тканях листьев (диаметр поражения на 6-й день, мм) в зависимости от вида вирусной инфекции. 1980 г.

Вирусы	Приекульский ранний	Гатчинский	Столовый 19
Контроль	25,4	19,5	19,7
X	16,5	15,0	15,1
Y	17,0	15,1	14,4
M	18,5	13,9	14,8
X+Y+M	17,9	13,4	11,3
НСР ₀₅	4,4	3,5	3,3

Она зависит от сорта картофеля и времени пребывания инокулюма на листовой поверхности.

Об устойчивости к распространению гриба в зависимости от зараженности растений вирусами можно судить по размерам поражения тканей листьев.

Нами установлено, что у вирусных листьев устойчивость к распространению мицелия *P. infestans* больше, чем у безвирусных (табл. 3).

Сопоставление данных табл. 2 и 3 позволяет утверждать, что устойчивость к проникновению гриба является стабильным сортовым признаком,

в то время как устойчивость к его распространению может изменяться под действием различных факторов.

Интенсивность спорообразования патогена зависит от количества инокулюма, участвующего в инфицировании растений; в свою очередь, она влияет на скорость эпифитотийного процесса. Поэтому нами изучалось влияние вирусной инфекции на устойчивость листьев к спорообразованию *P. infestans*.

Гриб обильнее спороносил на безвирусных листьях, чем на вирусных. Причем все показатели, характеризующие спороношение, за 6 суток и за 7-е сутки в контроле были выше. Можно сделать вывод, что под влиянием вирусной инфекции уменьшается не только размер спороносящей поверхности, но и число спор возбудителя на единице пораженной фитофторозом площади листа. Таким образом, вирусная инфекция сдерживает распространение патогена и его спороношение. Нас интересовала также степень связи между этими важными показателями инфекционного процесса. Высокая корреляционная зависимость ($r 0,78 \pm 0,07$) свидетельствует о том, что увеличение интенсивности спороношения гриба возможно только при повышении темпов роста мицелия.

Сведений о влиянии различных штаммов вирусов на восприимчивость картофеля к фитофторозу нами не обнаружено. Вместе с тем выяснение этого вопроса имеет большое практическое значение для разработки метода вакцинации слабопатогенными штаммами вирусов [8].

В наших опытах фитофтороустойчивость листьев практически не зависела от патогенности штаммов вирусов X и M (табл. 4). Небольшие различия между вариантами были недостоверными. На основании этого можно предположить, что патогенность штамма вируса не связана с его способностью индуцировать повышение устойчивости к фитофторозу.

Фитофтороустойчивость листьев сорта Гатчинский (% к контролю)
в зависимости от штамма вирусов. 1982 г.

Штаммы	Диаметр поражения на 6-й день	Средний балл спороношения	Индекс поражения
Некротический вируса X	73,5	72,4	54,9
Ослабленный вируса X	76,3	79,3	60,5
Сильный вируса M	71,9	77,3	60,3
Обычный вируса M	75,1	68,2	52,9

Известно, что вредоносность вируса S невысока. К. Рогуски [25] считает оздоровление картофеля от вируса S бесполезным, так как быстро происходит вторичное заражение. В связи с этим нам представилось целесообразным выяснить, как действует инфекция вируса S на устойчивость картофеля к фитофторозу. Оказалось, что зараженные этим вирусом растения сорта Столовый 19 сильнее противостоят *P. infestans*, чем растения, свободные от вирусов. На вирусных листьях диаметр фитофторозного пятна на 6-й день после заражения был 9,7 мм, а на безвирусных — 14,5 мм.

До сих пор неизвестно действие вируса метельчатости верхушки картофеля (ВМВК) на фитофтороустойчивость картофеля. В наших опытах ВМВК вызывал усиление восприимчивости к *P. infestans* у листьев сорта Столовый 19 на 44—50 %.

Влияние вирусной инфекции на устойчивость клубней картофеля к фитофторозу

Потери урожая от фитофтороза в значительной степени определяются устойчивостью клубней к этой болезни. Известно, что устойчивость ботвы и клубней не совпадает [12]. Вот почему наряду с изучением действия вирусной инфекции на полевую устойчивость ботвы картофеля нам представлялось целесообразным исследовать ее влияние на фитофтороустойчивость клубней.

Учеты поражения клубней на естественном инфекционном фоне, проведенные в 1980 и 1982 гг., показали, что безвирусные клубни сильнее поражаются болезнью, чем вирусные. Так, в 1980 г. пораженность безвирусных клубней составила 19,7 %, зараженных вирусом X — 4,1, Y — 5,9, M — 7,8, X+Y+M — 5,3 %. Такая же картина наблюдалась и в 1982 г. Однако приведенные данные не могут свидетельствовать об истинной устойчивости клубней, так как в поле у них нагрузка инфекцией неодинакова из-за различного поражения ботвы в вариантах опыта. Вместе с тем, как показано в работах [18, 19], концентрация инокулюма определяет не только долю пораженных фитофторозом клубней, но и интенсивность развития болезни.

Для того чтобы получить более точное представление о фитофтороустойчивости клубней, мы проводили их искусственное заражение в период зимнего хранения.

Результаты заражения ломтиков свидетельствуют о том, что вирусная инфекция приводит к повышению сопротивляемости клубневых тканей *P. infestans* (табл. 5). Так, если в 1980 г. 40,2 % площади ломтиков безвирусных клубней сорта Приекульский ранний было покрыто спорами гриба, то на ломтиках клубней, зараженных вирусами X, Y, M и комплексом X+Y+M, эта площадь составляла соответственно 25,8, 20,4, 13,2 и 25,5 %. Достоверное повышение фитофтороустойчивости тканей клубней наблюдалось также у сортов Гатчинский, Столовый 19 и Раменский.

Метод инокуляции ломтиков, отражая устойчивость тканей клубней к распространению *P. infestans*, не учитывает устойчивости кожуры, чечевичек и глазков, которую можно выявить только при зараже-

Пораженность ломтиков клубней фитотрофозом
(% спороносающей поверхности ломтика на 6-й день после заражения)
в зависимости от вида вирусной инфекции

Вирусы	Прикульский ранний		Гатчинский		Столовый 19		Раменский	
	1980	1981	1980	1981	1980	1981	1980	1981
Контроль	40,2	51,3	13,9	25,0	18,7	12,3	21,7	19,7
X	25,8	34,7	9,2	15,6	12,5	4,8	3,0	9,6
Y	20,4	32,5	9,5	6,2	13,4	6,4	19,3	10,3
M	13,2	28,5	8,0	5,1	11,2	7,3	3,9	9,2
X+Y+M	25,5	30,4	7,1	7,9	12,5	6,1	3,2	8,4
НСР ₀₅	7,8	9,1	2,6	5,3	3,9	3,4	5,2	4,9

нии целых клубней. Поскольку для объективной оценки полевой устойчивости необходимо сопоставлять несколько факторов, определяющих ее в целом, наряду с заражением ломтиков проводилось инфицирование целых клубней.

Как показывают данные учетов, проведенных через 20 дней после инокуляции, в безвирусных клубнях глубина проникновения гриба была на 50—64 % больше, чем в клубнях, зараженных мозаичными вирусами (табл. 6).

Таким образом, данные, полученные при использовании двух различных методов оценки фитотроустойчивости клубней картофеля, свидетельствуют о том, что у безвирусных клубней восприимчивость к болезни выше, чем у вирусных, и согласуются с данными, полученными при естественном заражении в поле. Исходя из этого можно предположить, что сниженная поражаемость фитотрофозом клубней вирусных растений определяется не только замедлением развития болезни на ботве, но и повышением устойчивости клубней.

При изучении действия ВМВК на фитотроустойчивость клубней было установлено, что клубни, зараженные этим вирусом, более восприимчивы к *P. infestans*, чем клубни от безвирусных растений. Так,

Таблица 6
Глубина проникновения гриба *P. infestans*
в клубни картофеля
(в среднем за 2 года, мм) в зависимости
от вида вирусной инфекции

Вирусы	Прикуль- ский ранний	Гатчинский	Столовый 19	Раменский
Контроль	15,3	11,4	9,5	6,4
X	9,5	7,6	7,3	4,5
Y	9,8	8,1	5,4	3,4
M	10,6	8,5	6,3	4,3
X+Y+M	10,3	6,3	5,8	3,9

через 15 дней после заражения в клубни сорта Столовый 19, содержащие ВМВК, гриб проникал на 8,1 мм, а в контроле — только на 2,3 мм.

Следовательно, ВМВК в силу своих биологических особенностей (которые изучены еще недостаточно) иначе влияет на устойчивость к фитотрофозу, чем вирусы мозаичной группы. Очевидно, эти различия обусловлены неодинаковым воздействием данного вируса на обмен веществ растения-хозяина.

Биохимические механизмы индуцированной устойчивости

Установленный нами факт повышения фитотроустойчивости листьев и клубней картофеля под действием вирусов может иметь большое практическое значение. В связи с этим представлялось целесообразным выявить те изменения метаболизма у пораженных вирусами растений, которые определяют полевую устойчивость к фитотрофозу.

Изучались следующие показатели: содержание сухого вещества, сахаров, свободных аминокислот, аминокислотный состав белка и ак-

тивность пероксидазы в листьях, а также фитоалексинная активность клубней.

Наличие вирусной инфекции обуславливало некоторое снижение содержания влаги в листьях, что могло оказать отрицательное действие на развитие *P. infestans*. В безвирусных листьях содержание сухого вещества было 16,7 %, а в листьях, зараженных вирусом X, — 17,12, вирусом Y — 17,54, вирусом M — 18,25, комплексом X+Y+M — 18,19 %. Уменьшение оводненности листьев происходило за счет снижения как свободной, так и гигроскопической, влаги.

Состав свободных аминокислот не зависел от вида вирусной инфекции (табл. 7). Количественное их содержание в вирусных листьях

Таблица 7

Содержание свободных аминокислот в листьях картофеля сорта Гатчинский (мг/100 г сухого вещества) в зависимости от вида вирусной инфекции

Аминокислоты	Контроль	X	Y	M	X+Y+M
Аспарагиновая	64,1	53,3	64,4	67,5	57,7
Треонин	10,8	11,4	10,8	11,1	16,4
Серин	32,0	35,0	34,1	32,6	40,2
Глутаминовая	5,1	7,2	6,2	11,2	8,6
Глицин	5,9	6,9	6,1	7,0	8,0
Аланин	22,9	26,2	24,1	25,5	28,5
Валин	13,0	17,2	13,2	23,0	25,0
Цистеин	0,8	1,2	0,9	1,3	1,7
Изолейцин	8,6	9,2	8,1	10,8	11,5
Лейцин	22,5	26,2	20,1	26,2	29,3
Тирозин	5,4	6,8	5,1	7,2	7,5
Фенилаланин	13,2	17,6	13,5	18,2	20,1
γ-аминомасляная	96,9	125,8	96,9	121,2	137,5
Гистидин	2,2	3,0	2,8	4,6	4,1
Аргинин	11,8	15,1	10,5	13,6	17,7
Лизин	22,2	27,3	20,2	26,3	30,5
Метонин	2,1	3,0	2,1	2,7	3,6
α-аминоадипиновая	36,0	35,6	32,5	41,8	46,4
Пролин	6,3	6,7	6,0	6,0	6,7
Сумма	367,8	434,7	377,6	436,8	501,1

было в целом выше, чем в контроле. Исключение составлял вариант с заражением вирусом Y, в котором этот показатель был на уровне контроля.

В белковой фракции листьев нами было идентифицировано 19 аминокислот (табл. 7). Отсутствие триптофана объясняется разрушением его при кислотном гидролизе [11]. Вирусная инфекция не оказывала существенного влияния на содержание отдельных белковых аминокислот.

В вирусных листьях содержание глюкозы, фруктозы и сахарозы было выше, чем в безвирусных (табл. 8), вероятно, вследствие изменений в клетках мезофилла, приводящих к подавлению перемещения углеводов из вирусных листьев [9].

Как показали многочисленные исследования [4, 5, 16], уровень активности пероксидазы может служить показателем фитофтороустойчивости картофеля. В наших опытах вирусные листья картофеля сорта Гатчинский отличались повышенной пероксидазной активностью. Через 25 дней после заражения вирусом X

Таблица 8

Содержание сахаров в листьях картофеля Гатчинский (% от сухого вещества) в зависимости от вида вирусной инфекции. 1982 г.

Вирусы	Фруктоза	Глюкоза	Сахароза	Сумма сахаров
Контроль	1,13	0,99	1,77	3,89
X	1,39	1,24	2,26	4,89
Y	1,58	1,35	2,23	5,16
M	1,68	1,41	2,19	5,28
X+Y+M	1,55	1,41	2,54	5,50

активность фермента была выше, чем в контроле, на 42,9 %, вирусом М — на 33,3, комплексом Х+М — на 53,9 %. На основании этого можно утверждать, что повышенная активность пероксидазы в листьях, зараженных мозаичными вирусами, является одним из факторов, индуцирующих фитофтороустойчивость картофеля.

Фитоалексины синтезируются в растениях в результате контакта с возбудителями болезней и обладают антибиотическими свойствами. Выдвинуто предположение, что полевая устойчивость клубней к фитофторозу коррелирует со способностью продуцировать фитоалексины [6, 15].

В наших опытах вирусная инфекция не приводила к существенному изменению содержания фитоалексинов ришитина и любимиона в диффузатах при заражении клубней совместимой расой *P. infestans*. Подобные результаты получены при заражении клубней несовместимой расой патогена [17].

Таким образом, индуцированная вирусами фитофтороустойчивость картофеля, вероятно, не связана с содержанием фитоалексинов в клубнях.

Выводы

1. Заражение растений картофеля мозаичными вирусами Х, Y, М и S приводит к повышению их относительной фитофтороустойчивости. Вирусная инфекция вызывает повышение устойчивости листьев к распространению и спорообразованию *P. infestans* и не изменяет их устойчивости к проникновению патогена.

2. Различные по патогенности штаммы вирусов Х и М способны в равной степени стимулировать повышение устойчивости листьев к фитофторозу. Все испытанные штаммы вызвали снижение индекса поражаемости листьев на 40—45 % по сравнению с контролем (безвирусные листья).

3. Безвирусные клубни картофеля сильнее поражаются фитофторозом, чем вирусные. Это обусловлено сильным развитием болезни на ботве и низкой устойчивостью клубней безвирусных растений.

4. Заражение картофеля мозаичными вирусами приводит к значительным изменениям метаболизма картофеля, которые могут обуславливать повышение его устойчивости к *P. infestans*. В листьях, зараженных вирусами, активность пероксидазы, содержание сухого вещества, свободных аминокислот и растворимых углеводов больше, чем в листьях без вирусов. Мозаичные вирусы не оказывают влияния на выделение фитоалексинов ришитина и любимиона тканями клубней в ответ на инфицирование *P. infestans*.

5. Заражение растений вирусом метельчатости верхушки картофеля приводит к усилению восприимчивости к фитофторозу ботвы и клубней картофеля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амбросов А. Л., Соколова Л. А. Взаимоотношения вирусов картофеля и растений при смешанных инфекциях. — Тр. VI Всесоюз. совещ. по иммунитету с.-х. растений к болезням и вредителям /Тез. докл. Одесса, 1975, с. 204.— 2. Бояркин А. Н. Быстрый метод определения пероксидазы. — Биохимия, 1951, т. 16, вып. 4, с. 352—357.— 3. Быченко-ва А. А. К вопросу определения полевой устойчивости картофеля к фитофторозу в лабораторных условиях. — Автореф. канд. дис. М., 1968.— 4. Гречушников А. И. Значение пероксидазы в иммунитете к *Phytophthora infestans* de Bary. — Докл. АН СССР, 1939, т. 25, № 8, с. 685—689.— 5. Гречушников А. И., Попкова К. В. Снижение устойчивости к *Phytophthora infestans* окольцованных листьев фитофтороустойчивых сортов картофеля. — Изв. АН СССР, сер. биол., 1958, № 4, с. 456—462.— 6. Дорожкин Н. А., Иванюк В. Г., Псарева В. В., Сергеев В. В. и др. Роль фитоалексинов в устойчивости картофеля к фитофторозу. — Картофель и овощи, 1973, № 12, с. 38—40.— 7. Доспехов Н. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979.— 8. Зейрук В. Н. Изучение штаммов и изолятов Y и M вирусов в растениях-хозяевах. — Автореф. канд. дис. М., 1982.— 9. Матюз Р. Вирусы растений. М.: Мир, 1973.— 10. Озерецковская О. Л., Савельева О. Н., Давыдова М. А., Васюкова Н. И. и др. Определение фитоалексинов картофеля—ришитина и любимиона. — В кн.: Методы совр. биохимии. М.: 1975, с. 74—77.— 11. Плешков В. П. Прак-

- тикум по биохимии растений. М.: Колос, 1976. — 12. Попкова К. В. Фитофтора картофеля. М.: Колос, 1972. — 13. Попкова К. В., Шмыгля В. А. Принципы интегрированной защиты от болезней и вредителей в семеноводстве картофеля. — Изв. ТСХА, 1982, вып. 6, с. 139—146. — 14. Стройков Ю. М. Факторы полевой фитофтороустойчивости картофеля. — Изв. ТСХА, 1976, вып. 1, с. 196—205. — 15. Тюттерев С. Л., Тарлаковский С. А., Мелоян В. В. Влияние некоторых фунгицидов и биологически активных веществ на индуцированный *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary биосинтез фитоалексинов в клубнях картофеля. — Докл. ВАСХНИЛ, 1979, № 9, с. 18—21. — 16. Марков А. Л., Логинова Л. Н., Карпова Л. М. Некоторые биофизические аспекты индуцированной устойчивости растений картофеля к фитофторозу. — В кн.: VII Всесоюз. совещ. по иммунитету с.-х. растений к болезням и вредителям/Тез. докл. (Омск, 4—7 августа 1981 г.). Новосибирск, 1981, с. 322. — 17. Юрганова Л. А., Озе-рецовская О. Л., Комков Д. Я. Индукция фитоалексинов микроорганизмами в клубнях картофеля. — Микология и фитопатология, 1976, т. 10, вып. 4, с. 311—315. — 18. Darsow U., Meinel G. — Arch. Phytopathol. Pflanzschut., 1981, Bd 17, H. 3, S. 183—191. — 19. Davila E. — Amer. potato j., 1964, vol. 41, N 4, p. 103—112. — 20. Dunmire D. L., Otto S. E. — J. assoc. aff. anal. chem., 1979, vol. 62 N 1, p. 176—185. — 21. Lapwood D. H. — Europ potato j., 1961, vol. 4, N 2, p. 117—128. — 22. Mooi J. C. — In: Symposium "Probleme der Resistenz gegenuber *Phytophthora infestans* und anderen Knollen-fäulen". Gross-Lüsewitz, 1964. — 23. Müller K. O., Munro J. — Ann. appl. biol., 1951, vol. 38, N 4, p. 765—773. — 24. Piethiewicz J. — In: Ziemiak. Poznan, 1971, s. 99—108. — 25. Roguski K. — Zeszytu prob. post. Nauk rolnicz. Warszawa, 1978, z. 214, s. 155—162. — 26. Umaerus V. — Sveriges Uträdesförenings Tidskrift, 1960, vol. 70, N 1/2, p. 58—59.

Статья поступила 17 мая 1983 г.

SUMMARY

Mosaic viruses cause increased relative resistance of potato tops to late blight. Virus infection stimulates leaves resistance to fungi spreading and does not change their resistance to fungi penetrating. Virus-free potato tubers are heavier injured by the disease than virus-infected ones. This is supposed to be due to heavy late blight development on the tops and low resistance of virus-free potato tubers.

In the leaves infested by viruses peroxidase activity, dry matter, free amino acids and soluble carbohydrates content are higher than in virus-free leaves.