

УДК 633.491:630*443

ИСТОЧНИКИ ИНФЕКЦИИ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ В ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ

К. В. ПОПКОВА, Г. Л. ФЕДОРЧЕНКО

(Кафедра фитопатологии)

При изучении основных источников инфекции клубней картофеля установлено, что почва относится к ее источникам. Количественный запас инфекции возрастает при насыщении севооборота картофелем. Для защиты клубней от возбудителей, вызывающих гнили, необходимо использовать приемы, способствующие накоплению в почве антагонистов — обработку клубней биопрепаратами и биоагентами, а также внесение в почву субстратов (навоза, зеленой массы и т. д.), благоприятных для размножения таких антагонистов.

В последние годы наблюдается тенденция к увеличению потерь клубней картофеля от грибных и бактериальных гнилей, что в большинстве случаев связано с усилением развития болезней растений в период вегетации [8]. Среди болезней клубней при хранении особое значение имеют сухая фузариозная гниль, фомозная гниль, антракноз, ризоктониоз и другие грибные гнили. Увеличение потерь клубней связано с технологией возделывания, развитием болезней в период вегетации и рядом других причин. Так, индустриальная технология, концентрация и специализация производства создают условия, благоприятные для накопления и распространения возбудителей в почве и вследствие этого последующего за-

ражения клубней в период вегетации.

Для обоснования приемов защиты клубней от гнилей в период хранения необходимо располагать точными сведениями об источниках инфекции. Многие авторы выяснили влияние почвы на заражение клубней [13]. При этом установлено, что возбудители, вызывающие сухую гниль клубней картофеля — *Fusarium* sp., *Phoma echuca* var *echuca*, сохраняются и размножаются в почве [18]. В частности, в почвах юго-восточного района Польши выявлены патогенные для клубней картофеля виды *Fusarium* [14]. Основными источниками инфекции ризоктониоза, по мнению ряда зарубежных и советских авторов, являются склеротии и мице-

лий гриба на клубнях, в почве и на растительных остатках [12, 17, 19]. Среди возбудителей, обитающих в почве, особенно опасны возбудители фомоза картофеля, потери от которого достигают 25 и более процентов. Считается, что главным источником инфекции являются почва и посадочные клубни [9, 13]. Даже при посадке здоровых клубней можно получить урожай, в сильной степени пораженный фомозом.

В последние годы большой ущерб картофелю причиняет такое заболевание, как антракноз (возбудитель *Colletotrichum* sp.) Основными источниками инфекции являются склероции на растительных остатках и в почве, а также больные посадочные клубни [5, 10, 16].

Обладая значительным фактическим материалом, исследователи тем не менее не пришли к единому мнению относительно роли почвы и посадочного материала в заражении клубней картофеля. По-разному судят и о видовом составе возбудителей, находящихся в почве и способных переходить к паразитированию на клубни картофеля. Основное внимание в изучении источников инфекции уделяется посадочному материалу. Вместе с тем одной клубневой инфекцией трудно объяснить массовое заражение клубней. Сведения о роли почвы и растительных остатков как источников инфекции имеют большое значение, поскольку помогают установить пределы насыщения севооборота картофелем и усовершенствовать имеющиеся системы его защиты.

Целью нашей работы являлось изучение роли почвы (как источника инфекции) в развитии гнилей клубней картофеля, вызываемых грибами. При этом ставились следующие вопросы:

изучение видового состава грибов, вызывающих гнили клубней

картофеля в различных зонах страны;

анализ видового состава почво-обитающих патогенов, вызывающих заражение клубней в процессе вегетации;

сравнительная оценка роли клубневой и почвенной инфекции в развитии гнилей клубней картофеля; установление влияния предпосадочной обработки клубней на процесс заражения их в период вегетации;

обоснование приемов защиты картофеля от заражения клубней почвенными патогенами.

Методика

Исследования проводили на кафедре фитопатологии и в лаборатории защиты растений Тимирязевской академии в 1988—1990 гг. Видовой состав грибов, вызывающих гнили клубней картофеля, изучали путем выделения возбудителя в чистую культуру и последующего таксономического определения на основании исследования культурально-морфологических и биохимических свойств. При этом использовали клубни с симптомами и без симптомов поражения, выращенные в Московской области (сорта Невский, Лорх, Заворовский), в Приморском крае (сорта Невский, Пионер, Филатовский) и в Хабаровском крае (сорт Фаленский). Изоляты грибов выделяли из перидермы клубня.

Для определения видового состава почвенных патогенов, вызывающих заражение клубней в процессе вегетации, был заложен полевой опыт. Посадочным материалом служили внешне здоровые клубни, ростки, сеянцы и меристемные растения картофеля, выращенные в пробах.

Клубни сорта Невский, от кото-

рых получали ростки, обеззараживали путем обработки в суспензии текто (тиабендазол) в дозе 0,5 мг + 100 мл воды на 5 кг. Затем их проращивали в перлите в течение 30 дней, после чего отдельные укорененные ростки пересаживали в торфоперегнойные горшочки и высаживали в поле.

Для получения сеянцев семена картофеля обрабатывали в течение 2—3 мин в растворе $KMnO_4$ с последующей промывкой в дистиллированной воде. Их проращивали в стерильной почве, пикировали в горшочки и высаживали в поле. В опыте также использовали 20-дневные меристемные растения картофеля сорта Невский, полученные в пробирках при черенковании. Контролем служили клубни, обработанные и не обработанные текто. Повторность опыта 4-кратная, по 10 растений в каждом варианте. Определение микофлоры клубня проводили по общепринятой методике Д. П. Звягинцева [6]. Грибы выделяли из почвы методом разведения по М. А. Литвинову [7]. Патогенность выделенных изолятов изучали на ломтиках картофеля по методике В. И. Билай [2]. По симптомам поражения выделяли слабо- и сильнопатогенные изоляты, а также непатогенные. Антагонистические их свойства изучали на твердых питательных средах методом агаровых блоков [1], который заключается в следующем. Чистую культуру гриба выращивают на картофельно-сахарном агаре (КСА) в течение 6—8 дней. После того как гриб хорошо развился и образовал антибиотическое вещество, которое диффундирует в толщу агара, стерильным сверлом вырезают агаровые блочки 0,8 см и переносят по 2 диска разных грибов в чашку Петри с питательной средой КСА. По диаметру разделительной зоны между коло-

ниями судят об антагонизме между изолятами.

В опыте использовали 15 выделенных изолятов в 120 вариантах. Лабораторные испытания фунгицидного действия биопрепарата бацифита на возбудителей грибных гнилей картофеля проводили в чашках Петри с питательной средой КСА, в которую после охлаждения до 45 °С добавляли навески бацифита 125, 250 и 500 мг, получив таким образом три разных концентрации препарата — 0,05, 0,1, 0,2 %. После застывания среды в 4 точках высевали исследуемый гриб. О фунгицидном действии препарата судили по радиусу колонии и характеру роста мицелия. Контролем служил посев гриба на питательную среду без добавления бацифита. При изучении влияния биопрепаратов на биоценоз почвы использовали триходермин (10 г на 1 л), бацифит (1 %), ризоплан (титр 10^8 кл/мл), биоагент *Bacillus subtilis*. Изучали также влияние внесенного в лунки навоза, зеленой массы растений и торфа.

Полевой опыт закладывали по следующей схеме: 1 — контроль — клубни необработанные; 2 — контроль — клубни, обработанные чистой водой; 3 — обработка клубней текто; 4 — фундазолом; 5 — бацифитом; 6 — *Bacillus subtilis*; 7 — ризопланом; 8 — триходермином; 9 — внесение в лунки сухого триходермина; 10 — зеленой массы; 11 — навоза; 12 — торфа.

Повторность в опыте 4-кратная. Схема посадки 70×35 см.

Видовой состав патогенов клубней

Видовой состав грибов, выделенных из клубней, выращенных в различных зонах страны, различался в незначительной степени, но

Таблица 1

Видовой состав патогенов, изолированных из перидермы клубней картофеля, выращенного в разных зонах страны в 1989 и 1990 гг. (n=20 по каждому сорту)

Место выращивания и сорт картофеля	Число выделенных изолятов грибов					
	<i>Alternaria solani</i>	<i>Colletotrichum coccodes</i>	<i>Phoma exuqua</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Streptomyces scabies</i>
Приморский край:						
Невский	1	—	—	—	8	3
Филатовский	1	—	—	3	9	—
Пионер	2	—	—	3	8	—
Хабаровский край:						
Фаленский	4	—	—	—	7	—
Московская обл.:						
Невский	6	9	3	1	8	4
Заворовский	4	7	1	2	10	1

наибольшее число видов было у клубней из Московской области (табл. 1). Прежде всего это патогенные виды *Fusarium sp.*, *Phoma sp.*, *Alternaria sp.*, *Colletotrichum sp.*, *Rhizoctonia sp.*, а также некоторые непатогенные виды *Penicillium sp.*, *Fusarium sp.* и *Trichoderma*. В перидерме клубней из Приморского и Хабаровского краев встречались в основном грибы — возбудители сухой фузариозной гнили, альтернариоза и некоторых видов парши. Наибольшее количество выделенных изолятов относится к роду

Fusarium. Из клубней Дальневосточной зоны нами не было выделено возбудителей антракноза и фомоза. Это, очевидно, объясняется особыми климатическими условиями зоны, резко отличающимися от условий, например, в Московской области. Кроме того, по-видимому, имеет значение и меньшая насыщенность севооборотов картофелем на Дальнем Востоке, в то время как в Московской области во многих хозяйствах он является основной культурой и из-за этого часто возвращается на прежнее место, что

Таблица 2

Наличие патогенов в клубнях, полученных с использованием разного посадочного материала в 1989 г. (в числителе n=80) и в 1990 г. (в знаменателе n=20)

Посадочный материал	Число клубней с патогенами	Количество изолятов по видам					
		<i>Alternaria solani</i>	<i>Colletotrichum coccodes</i>	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Phoma exuqua var. exuqua</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Streptomyces scabies</i>
Ростки	75	7	14	28	2	—	50
	20	3	6	10	—	—	10
Сеянцы	60	—	17	25	7	—	—
	15	—	8	9	1	—	—
Меристемные растения	80	12	24	40	8	5	4
	20	4	9	13	2	2	1
Клубни	75	24	36	39	—	18	—
	20	2	15	10	—	6	—

способствует накоплению в почве источников инфекции.

Видовой состав патогенов в почве

Поскольку посадка ростками, семенами и меристемными пробирочными растениями полностью исключала роль посадочных клубней как источника инфекции, можно считать, что грибы в молодые клубни попадали из почвы.

Из клубней, полученных из ростков, семян и меристемных растений, были изолированы *Alternaria solani*, *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum coccodes*, *Fusarium sp.*, *Phoma sp.* (табл. 2). В отдельных случаях обнаружен возбудитель резинной гнили *Geotrichum candidum*. При этом наибольшее число грибов было выделено из клубней от меристемных растений. Это дает основание предполагать, что последние являются более восприимчивыми к поражению гнилями, чем растения клубневой репродукции. При анализе молодых клубней, выращенных из ростков, отмечалось сильное поражение их паршой обыкновенной. Все изолированные

грибы проникали в ткани клубня на глубину до 0,5—1 см, т. е. находились в поверхностной зоне.

При изучении культурально-морфологических признаков выделенных изолятов не отмечалось существенных различий между изолятами одного вида. Все выделенные грибы были оценены по признаку сравнительной патогенности на ломтиках картофеля (табл. 3).

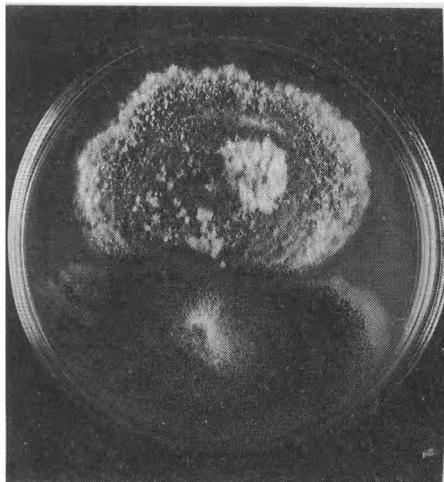
Установлено, что разрушение клубней происходит быстрее всего под воздействием грибов рода *Fusarium sp.* и *Phoma exuqua*. Отмечено также довольно сильное действие *Alternaria solani*. Таким образом, основные патогены, обитающие в почве, способны вызывать гнили клубней картофеля.

В условиях чистых культур выявлено антагонистическое действие *Trichoderma lignorum* на все патогены, вызывающие гнили клубней картофеля. Эта культура сильно подавляла рост всех перечисленных выше изолятов. В слабой степени антагонизм проявляли изоляты *Phoma exuqua var exuqua* в отношении к *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum coccodes*, *Alternaria solani*. Разделительная зона между

Т а б л и ц а 3

Сравнительная оценка патогенов на ломтиках картофеля
(на 10-й день заражения)

Патоген	Симптомы поражения
<i>Fusarium culmorum</i>	Ломтик полностью сгнил, сверху покрыт ярко-малиновым мицелием
<i>Fusarium coeruleum</i>	Язва 20×25 мм, глубокая (5 мм), ткань темно-коричневая, сверху мицелий белого цвета
<i>Phoma exuqua var exuqua</i>	Язва 27×29 мм, поражение сильное, ткань почти сгнившая, мицелий плотный, серого цвета, сверху видны пикниды
<i>Alternaria solani</i>	Язва неглубокая — 3 мм, сверху на ломтике войлочный грязно-серого цвета мицелий
<i>Rhizoctonia solani</i>	Пятно 10×15 мм, внутренняя язва 1 мм, ткань темно-коричневая
<i>Streptomyces scabies</i>	Потемнение и некроз ткани, язв нет, ткань в месте поражения светло-коричневая



а

б

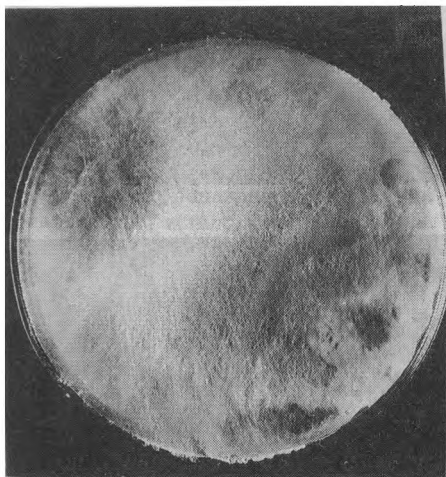


Рис. 1. Совместное развитие колоний *Phoma exiguua* и *Colletotrichum coccodes* (а) и *Fusarium culmorum* и *Alternaria solani* (б).

колониями грибов составляла 2—6 мм (рис. 1, а). Между изолятами *Phoma exiguua* и *Fusarium sp.* ее не было, и грибы совместно развивались хорошо. Такие же результаты получены в лабораторных условиях

Н. А. Дорожкиным при изучении взаимоотношений между возбудителями фомозной и фузариозной гнилей (*Phoma sp.*, *Fusarium sp.*), т. е. установлено отсутствие антагонизма между ними [4]. В нашем опыте не выявлено антагонизма между патогенами *Fusarium sp.*, *Alternaria solani*, *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum coccodes* (рис. 1, б). Очевидно, это свидетельствует о длительном совместном паразитировании данных грибов в покровных тканях клубня.

В формировании почвенных биоценозов большое значение имеет севооборот и монокультура. Так, от чередования культур в севообороте зависит степень поражения картофеля ризоктониозом и другими болезнями [11, 15].

Изучая видовой состав микрофлоры клубней и почвы с опытного участка НИОКХ «Коренево» в 1989 г. в зависимости от предшественника, мы установили, что насыщение севооборота картофелем увеличивало запас почвенной инфекции (табл. 4). Патогенность выделенных из почвы изолятов *Alternaria sp.* и *Fusarium sp.*, как и клубневых изолятов, была высокой (при оценке на ломтиках клубней картофеля).

Обоснование приемов защиты клубней от болезней

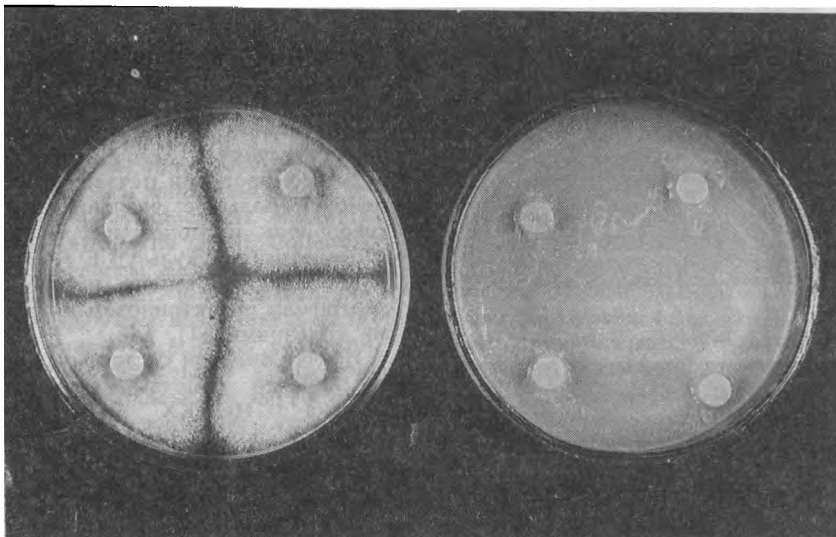
Поскольку и посадочные клубни, и почва являются источниками инфекции для клубней нового урожая, нами были проведены опыты с целью разработки приемов обеззараживания клубней и способов снижения источников инфекции в почве.

Для обеззараживания посадочных клубней мы использовали биопрепараты: триходермин, бацифит, ризоплан и биоагент *Bacillus subtilis*. Антибиотический препарат бацифит

получен во ВНИИ прикладной микробиологии на основе штамма ИПМ-215 бактерии *Bacillus subtilis* [3]. В условиях чистых культур

биопрепарат бацифит в наших опытах показал сильное фунгицидное действие на возбудителей болезней клубней картофеля (рис. 2, а, б).

Рис. 2. Влияние бацифита (0,1 %) на рост и развитие гриба *Fusarium* sp. (а) и *Colletotrichum coccodes* (б); контроль — чистая дреда (слева).



а

б

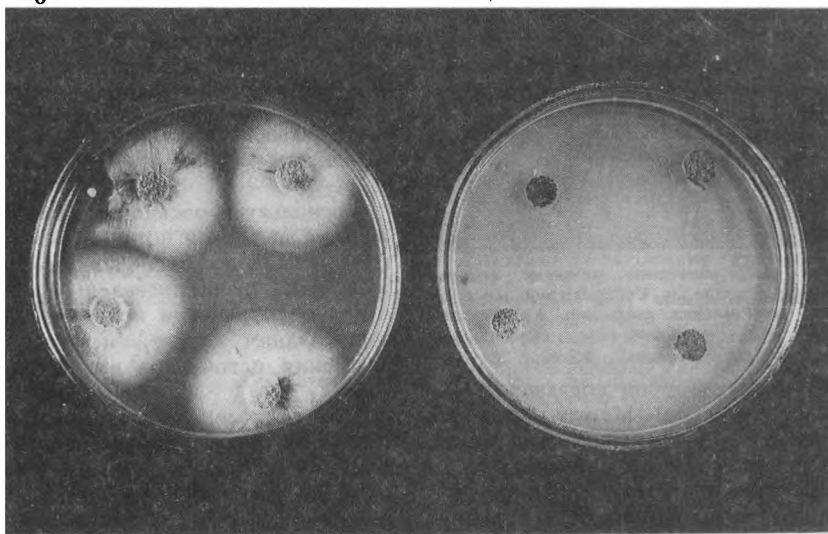


Таблица 4

Видовой состав патогенов клубней (К) и почвы (П) в зависимости от предшественника (1989 г.)

Севооборот	Alternaria solani		Fusarium sp.		Colletotrichum coccodes		Rhizoctonia solani	
	К	П	К	П	К	П	К	П
Ячень — картофель — карто- фель	+	+	+	+				
Ячень — картофель — овес + + горох	+		+		+			
Ячень — картофель — овес	+		+	+				
Картофель — картофель — кар- тофель	+	+	+	+		+	+	+
Картофель — овес + горох — картофель		+	+		+			

Обработка клубней перед посадкой биопрепаратами снижала количество патогенных грибов. Так, в лабораторных условиях из клубней, обработанных триходермином, ризопланом, бацифитом, через 1, 5 и 7 дней мы смогли выделить в чистую культуру грибы рода *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Rhizoctonia*, однако количество образовавшихся колоний по сравнению с контролем было меньше.

С целью подавления почвенной инфекции использовали приемы, направленные на увеличение микробиологической активности почв —

внесение навоза, торфа, зеленой массы злаков. Эти приемы способствуют увеличению антагонистов в почве [20].

Анализ видового состава патогенов в клубнях нового урожая показал (табл. 5), что наибольшее число патогенов выделено в контроле (обработка чистой водой и без обработки), в других вариантах (обработка *Vacillus subtilis*, бацифитом, ризопланом, триходермином) оно было ниже и зависело от препарата. В основном в клубнях нового урожая присутствовали грибы рода *Colletotrichum* и *Fusarium*.

Таблица 5

Наличие в клубнях нового урожая патогенов в зависимости от обработки посадочных клубней (1990 г., n=20 в каждом варианте)

Вариант обработки клубней	Число клубней с патогенами						
	всего	<i>Colletotrichum coccodes</i>	<i>Alternaria solani</i>	<i>Fusarium culmorum</i>	<i>Fusarium coeruleum</i>	<i>Phoma exuqua</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>
Без обработки	18	14	1	1	4	—	—
Вода	12	10	2	—	2	2	—
Текто	9	5	1	—	1	—	—
Фундазол	9	4	—	2	—	2	—
Бацифит	2	2	—	—	—	—	—
<i>Vacillus subtilis</i>	4	3	—	1	—	—	—
Ризоплан	6	4	—	1	1	—	—
Триходермин	5	4	—	—	1	—	—
В лунки сухой триходермин	9	8	—	1	—	—	2
В лунки зеленая масса злаков		1	1	4	—	—	—
В лунки навоз	9	6	—	—	—	—	3
В лунки торф	6	5	—	—	—	2	2

Использование органических удобрений снижало проникновение возбудителей болезней в клубни, т. е. наблюдалось сокращение источников инфекции в почве.

Следует отметить, что обработка клубней биологическими препаратами и использование органики значительно снижали патогенность выделенных изолятов на ломтиках картофеля.

Закключение

Установлено, что почва является источником инфекции для клубней картофеля. В первую очередь следует отметить вредоносность таких патогенов, как *Phoma echuca*, *Fusarium* sp., *Alternaria* sp., *Rhizoctonia* sp., *Colletotrichum* sp. Количественный запас инфекции возрастает при насыщении севооборота картофелем. Поэтому для защиты клубней от возбудителей, вызывающих гнили, необходимо проводить обработку посадочных клубней био-препаратами и биоагентами, а также использовать приемы, способствующие накоплению в почве антагонистов — внесение в почву навоза, зеленой массы и т. д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабьева И. П., Зенова Т. М. Биология почв / Учебник, 2-е изд.— М.: МГУ, 1989.— 2. Билай В. И. Методы экспериментальной микологии.— Киев: Наукова думка, 1982.— 3. Всесоюзная конференция «Проблемы создания и применения микробиол. средств защиты растений».— Оболенск, 1989, с. 293.— 4. Дорожкин Н. А., Бельская С. Н. Новые методы оценки клубней картофеля при селекции на устойчивость к мокрой и сухой гнилям: Экспресс-информ. БелНИИТИ.— Минск, 1983.— 5. Дорож-

кин Н. А., Бельская С. И., Попов Ф. А. Антракноз — малоизвестное заболевание картофеля в Белоруссии.— В сб.: Защита растений, вып. VIII, Минск: Ураджай, 1983.— 6. Звягинцев Д. Г., Асеева И. В., Бабьева И. П., Мирничик Т. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии.— М.: МГУ, 1980, с. 224.— 7. Литвинов М. А. Методы изучения почвенных микроскопических грибов.— Л.: Наука, 1969.— 8. Попкова К. В., Воловик А. С., Шнейдер Ю. И., Шмыгля В. А. Защита картофеля в условиях индустриальной технологии.— М.: Россельхозиздат, 1986.— 9. Попов Ф. А. Изучение фомоза картофеля в условиях БССР и меры борьбы с ним.— Автореф. канд. дис. Минск, 1978.— 10. Редькина Л. В., Рандиамарулахий Ф. Симптом развития антракноза картофеля и биологические особенности и его возбудителя в Московской области.— Изв. ТСХА, 1986, вып. 1, с. 139—143.— 11. Хомяков М. Г. Латентная форма микозных патогенов клубней картофеля.— Микол. и фитопатол., 1985, вып. 19, № 1, с. 70—72.— 12. Шалдяева Е. М. Вредоносность ризоктониоза картофеля при разном уровне заселенности почвы патогеном.— Науч.-техн. бюл. СО ВАСХНИЛ, 1987, № 2, с. 44—48.— 13. Dwiyed R., Singh D. S., Srivastava D. S. e. a.— Ann. Sci. Rept. Cent. Potato Res. Inst., 1984, p. 102—200.— 14. Elzlieta Kiszczak.— Kortowo, 1987, N 26, S. 10—19.— 15. Frank I. A., Murphy H. I.— Ann. Potato Inst., 1977, vol. 54, N 7, p. 315—322.— 16. Read P. S., Hide G. A.— Potato Res., 1988, vol. 31, p. 493—500.— 17. Specht L. P., Leach S. S.— Plant Disease, vol. 71, N 5, p. 433—437.— 18. Tivoli B., Tika Nagia, Zemarchand E.— Agronomist, 1987, vol. 7, N 7, p. 531—538.— 19. Trujillo E. E., Cavin C. A., Agara K.— Plant Disease, 1987, vol. 71, N 12, p. 35—38.— 20. Wilkins D. E., Kraft J. M.— St. Joseph, 1987, vol. 74, N 87, p. 23—32.

Статья поступила 10 января 1991 г.