

НЕКРОЗ СЕРДЦЕВИНЫ СТЕБЛЯ ТОМАТА И ОБОСНОВАНИЕ ПРИЕМОВ ЗАЩИТЫ

К. В. ПОПКОВА, О. Н. НОСОВА

(Кафедра фитопатологии)

Описан бактериоз томата в условиях теплицы — некроз сердцевины стебля: установлены симптомы проявления болезни, морфологические, антигенные и патогенные свойства возбудителя — *Pseudomonas corrugata*. Выявлены источники первичной инфекции — растительные остатки, почва и семена. Проведена оценка устойчивости гибридов томата к *Pseudomonas corrugata*, не выявлено устойчивых форм. Дано обоснование защитных приемов.

Некроз сердцевины стебля томата стал в последние годы одним из вредоносных заболеваний этой культуры. В зарубежной литературе данный вид бактериоза известен как бурый некроз [6], или некроз сердцевины стебля томата [13, 15, 7, 10, 8], или бактериальный некроз стебля томата [12], или пустостебельность томата [2].

Исследований некроза сердцевины стебля томата в СССР крайне мало. В единичных публикациях содержатся неполные сведения о его развитии и диагностике возбудителя. Экспериментальные данные, позволяющие обосновать защитные приемы в наших условиях, полностью отсутствуют. Детально не изучены симптомы поражения растений возбудителем этого заболевания.

Целью нашей работы было изучение биологических свойств возбудителя некроза сердцевины стебля томата (НССТ) и обоснование направлений в защите растений от него.

Методика

Материалом для исследования служили пораженные растения томата, полученные в хозяйствах г. Москвы и Московской области, а также Кемеровской области и

г. Риги. Бактерии из пораженных тканей выделяли общепринятыми методами. Патогенные свойства изолятов изучали путем искусственного заражения растений в условиях теплицы. Бактерии идентифицировали, сравнивая их биологические свойства с приведенными в работах [9, 12, 13]. В этих же целях использовали коллекционные штаммы, полученные из Института защиты растений (ГДР) от доктора К. Науманна.

У выделенных изолятов исследовали морфологические, культуральные, физиологические свойства методами, описанными в работах [1, 3, 18]. Окраску по Граму проводили в прописи Бельтюковой и др. [1] в модификации, предложенной Хукером [по 3]. Фитопатологическую экспертизу семян осуществляли методом Н. Д. Наумовой [4]. Устойчивость сортов и гибридов томата к *Clavibacter michiganense* pv. *michiganense* определяли по шкале СЭВ [5], к *Pseudomonas corrugata* — по скорости увядания.

Распространенность бактериозов томата в теплицах и их вредоносность

При фитопатологическом обследовании теплиц в различных регионах страны выявлены в основном

два типа бактериозов — бактериальный рак томата (БРТ) и некроз сердцевины стеблей томата (НССТ). Установление этиологии болезней сопровождалось выделением возбудителей и их идентификацией. В отдельную группу были выделены растения с симптомами, которые одновременно относились и к БРТ и к НССТ (табл. 1).

Исследования показали, что НССТ достаточно широко распространен в тепличных хозяйствах Москвы и Московской области, а также ряде других областей страны. Снижение урожая в результате преждевременной гибели растений может составлять 50 % и более в зависимости от распространенности заболевания.

В модельных опытах с искусственным заражением растений из-за поражения НССТ урожай томата снижался в некоторых случаях

в 5 раз. В производственных условиях размер потерь зависит от срока появления болезни и факторов внешней среды. Быстрому развитию болезни способствуют перепады дневных и ночных температур, определяющие образование конденсационной влаги, внесение повышенных норм азотных удобрений и другие факторы.

Видовой состав возбудителей бактериозов томата

В процессе исследований были собраны и проанализированы 825 образцов, из которых выделено 445 изолятов бактерий, в том числе 210 патогенных.

На первом месте по встречаемости стоит *P. coagulata*, что свидетельствует о широком распространении этого возбудителя в теплицах нашей страны. Второе место по данному признаку принадлежит *Clavi-*

Таблица 1

Распространенность и видовой состав бактериозов томата в теплицах обследованных хозяйств (1987—1989 гг.)

Хозяйство	Дата обследования	Гибрид	Обследованная площадь, га	Количество увядших растений				
				% к обследованным	в т. ч. пораженных			
					НССТ	БРТ	НССТ+ +БРТ	
Совхоз «Марфино» (г. Москва)	15/V—87	F ₁ Ида	3	12,0	8	3	1	
Колхоз им. Дзержинского (г. Москва)	27/V—87	F ₁ Рианто	4,5	21,5	15	6,5	0	
Совхоз им. Горького (г. Москва)	8/VI—87	F ₁ Рианто	3	28,3	21	4	3,3	
Совхоз «Московский» (Московская обл.)	5/VIII—87	F ₁ Рианто	4,5	35,0	25	5	5	
Совхоз «Рига» (г. Рига)	13/VIII—87	F ₁ Рианто	7	78,0	58	16	12	
Совхоз «Заречье» (Московская обл.)	3/XI—87	F ₁ Рианто	1	15,2	0	0	15,2	
Совхоз им. Горького (г. Москва)	20/IV—88	F ₁ Немата	1	5,4	0	0	5,4	
Совхоз «Белая Дача» (г. Москва)	22/VI—88	F ₁ Рианто	2,5	27,9	19	4	4,9	
Совхоз «Московский» (Московская обл.)	19/V—89	F ₁ Рианто	2,5	42,0	24	8	10	

bacter michiganense pv. *michiganense*. Нередко эти бактерии присутствуют в растении одновременно. Установлено, что *E. saratovoga* subsp. *saratovoga* также вызывает некроз тканей стебля и разрушение покровных тканей.

Характеристика возбудителя НССТ

На КА *P. corrugata* образует округлые с неровным краем, слегка выпуклые, кремовато-коричневые колонии с неровной (сморщенной) поверхностью; на УДС (глюкозно-дрожжевом агаре) колонии имеют желтовато-зеленую окраску и выделяют в среду желтовато-зеленый пигмент, их форма более плоская, чем на КА. На обеих питательных средах эти бактерии характеризуются быстрым ростом — на 4—5-й день диаметр колоний достигает соответственно 2,5—3,0 и 3,5—4,0 мм.

Выделенные из растений томата штаммы *P. corrugata* по культуральным, физиологическим и биохимическим тестам идентичны описанному в литературе [11—13].

Симптомы, вызываемые *P. corrugata*, и особенности

патологического процесса у томатов

В условиях естественного заражения в теплицах первые симптомы болезни появляются в период плодоношения — образование 2—3-й кисти, при искусственном заражении — через 18 дней после заражения в фазу образования 1-го соцветия.

В прикорневой части и на протяжении всего стебля образуются густорасположенные адвентивные корни (рис. 1 и 2). На стебле появляются тонкие полосы и мелкие пятна темно-коричневого цвета. Пятна слегка вдавлены в ткань стебля. Симптомы на листьях очень разнообразны: чаще всего листья теряют тургор, сохраняя темно-зеленую окраску, имеют вид «обваренных» и быстро засыхают. Иногда увядание листьев сопровождается появлением светлого округлого пятна, в некоторых случаях отмечается некроз концевой доли листа.

На продольном разрезе стебля четко просматривается переход некротизированной ткани в «стекловидную», как бы насыщенную водой. На зеленых плодах образуется сетка беловатых жилок. Про-

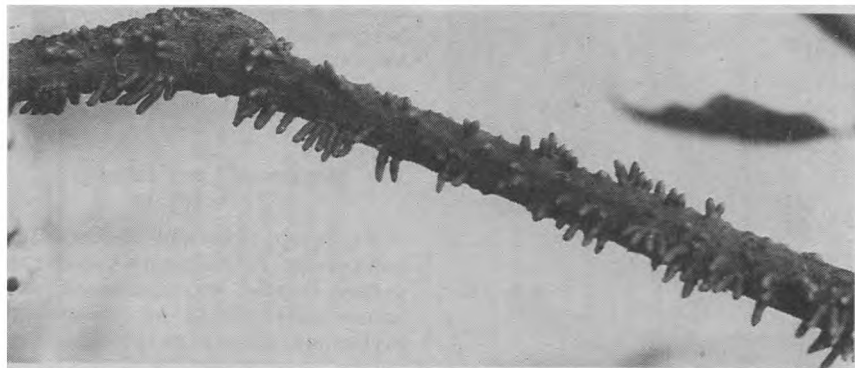


Рис. 1. Образование адвентивных корней при искусственном заражении *P. corrugata*.

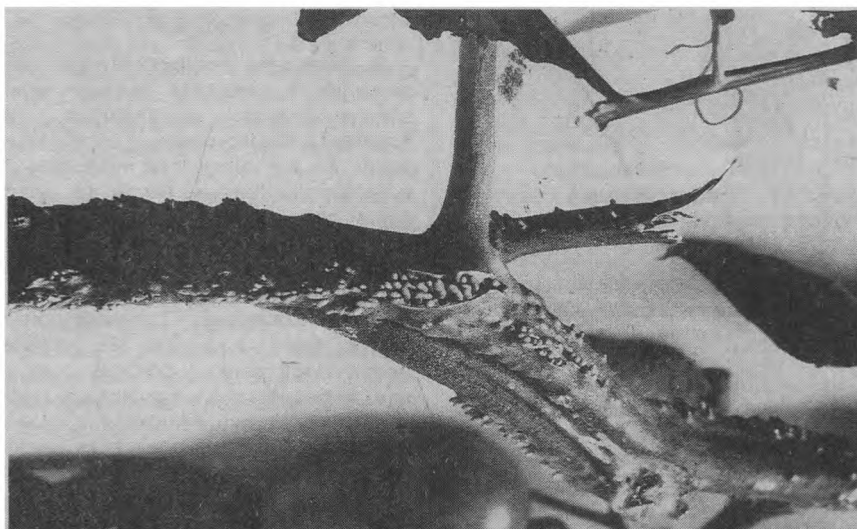


Рис. 2. Обильное образование адвентивных корней у растений, естественно пораженных НССТ (совхоз «Калтанский» Кемеровской обл., 1987).

цесс увядания развивается постепенно, и растение погибает чаще всего в период плодоношения.

Нередко наблюдается совместное поражение растений возбудителями НССТ и БРТ, и тогда гибель растений ускоряется. Во всех слу-

чаях главным диагностическим признаком НССТ при визуальной диагностике на срезе пораженного растения является некроз ткани (рис. 3), для БРТ — потемнение сосудов с выделением бактериальной слизи.

На основании полученных нами данных и сведений по симптоматике бактериозов томата, имеющих в литературе, предложена диагностическая таблица для визуального определения типа бактериозов (табл. 2). Отмеченные звездочкой симптомы впервые выявлены нами.

Механизмы патогенности *P. corrugata*

Характер увядания листьев при поражении *P. corrugata* свидетельствует о том, что причиной увядания является не нарушение поступления воды и питательных веществ вследствие закупорки сосудов, а отмирание тканей листа под воздействием метаболитов возбудителя. Установлено, что при куль-

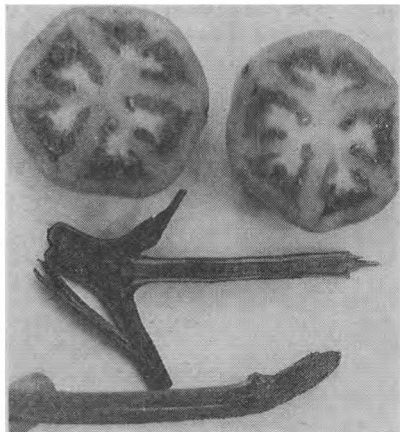


Рис. 3. Разрушение сердцевины стебля, пятна на стебле, семена с некротизированной оболочкой.

Сводная таблица диагностических признаков для визуального разделения типов бактериозов

Семядоли	Листья	Черешки	Плодоножки	Стебли	Плоды
<i>Возбудитель БРТ С. michiganense pv. michiganense</i>					
Мелкие светлые пятна	Одностороннее увядание отдельных долей листа. Пожелтение и закручивание долей. Пораженные листья засыхают, но не опадают. Некроз жилки	Повисание листьев. Желтовато-коричневые тонкие полосы. Трещины, язвочки. При обламывании побурение сосудистых пучков в виде «подковы»	Рыжевато-коричневые мелкие язвочки (при сильном поражении)	Желтовато-коричневые полосы. Трещины с выступающей желтой слизью. На разрезе потемнение сосудисто-волоконистых пучков	Уродливость. На разрезе желтые слизистые тяжи, идущие к семенным камерам. «Птичий глаз» — светлые, округлые пятна с темным центром. Желтые короткие «лучики» в месте прикрепления плода к плодоножке*.
<i>Возбудитель НССТ P. corymbosa</i>					
—	Увядание отдельных долей листа. Хлороз и скручивание листьев. «Обваренные» листья*. Отмирание. Некроз концевой доли листа. Отмирание	Повисание листьев		Формирование адвентивных корней. Некротические от светлых до темных коричневых до темных пятен, полосы, распадающиеся, расположенные на 20—40 см выше субстрата. Выделение кремовато-белого экссудата. На разрезе некроз сердцевинной стембы и сосудистой системы. Образование пустот с опеченными тяжами	«Сетка» беловатых жилок на зеленых плодах*

тивировании бактерий в жидкой картофельной среде происходит накопление метаболитов *P. corrugata*, вызывающих быстрое увядание срезуемых растений томата (рис. 4). Листья погибают, приобретая вид «обваренных», и впоследствии засыхают, не изменяя окраски.

При поливе растений томата культуральной жидкостью происходит такой же процесс увядания растений, что свидетельствует о проникновении токсинов через корневую систему.

Таким образом, установлено, что основным механизмом патогенности *P. corrugata* является воздействие токсинов, в результате которого сначала увядают листья, затем побеги и впоследствии все растение.

Первичные источники инфекции *P. corrugata*

В качестве возможных источников инфекции изучались поражен-

ные растительные остатки, семена и почва. Установлено, что в теплицах в период между летне-осенним и весенне-летним оборотами пораженные растительные остатки томатов и почва являются источником первичной инфекции. В наших опытах возбудитель сохранялся в растительных остатках 5 мес. При посадке растений в вазоны с пораженными растительными остатками и почвой отмечено 100 % их заражение. Из семян (с поверхности и из внутренних тканей), полученных с больных растений, выделен возбудитель НССТ. Такие семена имеют низкую всхожесть, дают ослабленные всходы, которые в большинстве случаев погибают.

Возбудитель болезни *P. corrugata* установлен на поверхности семян, взятых из партии, используемой для посева в тепличных хозяйствах. Таким образом, можно считать уста-

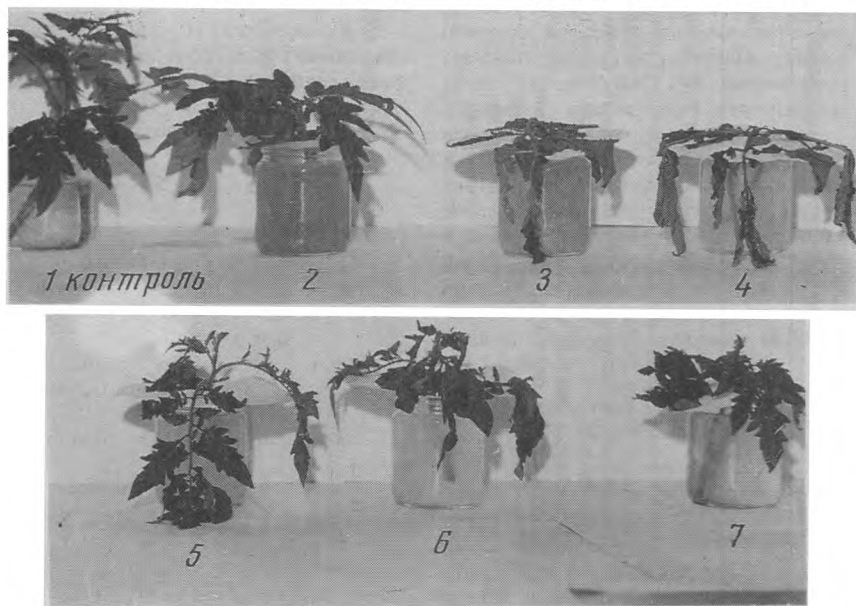


Рис. 4. Увядание растений в стерильной воде (1), стерильной жидкой картофельной среде (2), культуральной жидкости 1:2 (3), 1:5 (4), 1:10 (5), 1:15 (6), 1:20 (7).

новленным, что возможна контаминация семян *P. corrugata*, в результате которой могут создаваться первичные очаги инфекции.

Оценка устойчивости сортов и гибридов к *S. michiganense pv. michiganense* и *P. corrugata*

В опыте с искусственным заражением растений проводили наблюдения за проявлением симптомов заболевания в течение всего вегетационного сезона. Устойчивость томатов оценивали по характеру развития симптомов и скорости увядания.

Установлено, что только стандартный сорт Okitsu Sozai № 1 можно назвать устойчивым к *S. michiganense pv. michiganense*, сорта отечественной селекции — Ракоустойчивый 12 и Ракоустойчивый 69 относятся к среднеустойчивым, все остальные испытываемые сорта и гибриды оказались неустойчивыми. Сорта и гибридов, устойчивых к *P. corrugata*, не было выявлено, но отмечена различная реакция изучаемых сортов на заражение *P. corrugata*, что выразилось в неодинаковом характере поражения сердцевин, распределении пятен на стебле и др. Возможно, эти различия могут иметь отношение к защитным реакциям растения.

Видимо, работа по выведению форм, обладающих устойчивостью к *P. corrugata*, должна быть продолжена. Сопоставив результаты оценки устойчивости одних и тех же образцов к *P. corrugata* и *S. michiganense pv. michiganense*, мы пришли к выводу об отсутствии четкой корреляции между их устойчивостью к этим двум бактериозам.

Таким образом, полученные нами результаты позволяют считать, что некроз сердцевин стебля томата (НССТ) является широко распространенным заболеванием в условиях защищенного грунта в нашей стране

и нередко является причиной гибели большей части растений.

Распространение возбудителя НССТ можно представить следующим образом. *P. corrugata* проникает в растение или через корневую систему, или через места повреждений при пасынковании. Возбудитель передвигается по сосудам ксилемы, о чем свидетельствуют результаты изучения состояния этих сосудов. Из сосудов ксилемы возбудитель проникает в паренхиму — сердцевину стебля, где и происходит его размножение.

В местах скопления бактерий ткань постепенно отмирает, бактерии переходят в соседние прилегающие ткани, приводя к разрушению ткани паренхимы на протяжении большей части стебля.

Бактерии проникают и в сосуды флоэмы, передвигаясь по ним сверху вниз, достигая корневой системы. Из флоэмы бактерии переходят в прилегающую наружную часть паренхимы и вызывают некрозы поверхностных тканей стебля, образуя некрозы в виде пятен и полос.

В трещинах и язвах нередко наблюдается появление экссудата, который, несомненно, играет роль в распространении возбудителя от растения к растению.

Можно предполагать, что бактерия «выходит» из корневой системы растений в почву и может существовать в ризосфере корневой системы. Об этом свидетельствуют работы зарубежных ученых [11, 14].

Вполне вероятно, что ризосфера различных растений, в том числе и сорных, может быть местом обитания этих бактерий. Этот вопрос требует специального изучения, так как речь идет о сохранении бактерий в почве.

В связи с тем, что растительные остатки являются опасным

источником инфекции, вопрос об обеззараживании почвы должен рассматриваться как один из основных приемов в защите растений томата от этой болезни.

Не меньшую опасность в качестве источника инфекции представляют семена, на поверхности которых способен сохраняться возбудитель. Поэтому семенная инфекция может быть причиной распространения возбудителя на территории нашей страны. Возможен и завоз возбудителя с семенами из других стран. В связи с этим необходимо проводить обеззараживание семян.

Селекция на устойчивость к *P. corrugata* пока еще не привела к созданию устойчивых сортов (гибридов), и требуется изучение коллекционного материала с целью выявления форм, обладающих такой устойчивостью.

Корреляции между устойчивостью к возбудителю бактериального рака томата и к возбудителю некроза сердцевины стебля томата не выявлено.

Очевидно, механизм патогенности, связанный с воздействием токсинов и ферментов, специфичен для каждого возбудителя.

Широкое распространение возбудителя в нашей стране требует введения строгого контроля и соблюдения всех профилактических мероприятий с целью уменьшения потерь от этого заболевания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бельтюкова К. И., Матышевская М. С., Куликовская М. Д. и др. Методы исследования возбудителей бактериальных болезней растений.— Киев: Наукова думка, 1968.— 2. Билай В. И., Гвоздяк Р. И., Скрипаль И. Г. Микроорганизмы — возбудители болезней растений / Справочник.— Киев: Наукова думка, 1988.— 3. Герхард Ф. Методы общей бактериологии. Т. I.— М.: Мир, 1983.— 4. Наумова Н. А. Анализ семян на грибную и бактериальную инфекцию / Изд. 3-е, перераб. и доп.— Л.: Колос, 1970.— 5. Методические указания по селекции сортов и гибридов томата для открытого и защищенного грунта.— М.: Колос, 1986.— 6. Флетчер Дж. Т. Борьба с болезнями растений в теплицах.— М.: Агропромиздат, 1987.— 7. Fiori M., Corda P. et al.— Rivista di Patologia Vegetale, 1983, vol. 19, p. 21—27.— 8. Jones J. B., Jones J. P. et al.— Plant Disease, 1983, vol. 67, p. 425—426.— 9. Kleinhempel H., Naumann K., Spaar D. Bakterielle Erkrankungen der Kulturpflanzen.— Jena: Gustav Fischer Verlag, 1989.— 10. Lai M., Oppenorth D. C., White J. B.— Phytopathology, 1979, vol. 69, p. 27—31.— 11. Naumann K.— Nachr. Bl. Pflanzenschutz DDR. Berlin, 1980, Jg. 34, H. 11, S. 227—231.— 12. Scarlett C. M., Fletcher J. T. et al.— Ann. Appl. Biol., 1978, vol. 88, N 1, p. 105—114.— 13. Scortichini M.— Phytopathology, 1989, vol. 125, p. 33—40.— 14. Von Kohn S.— Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz, 1982, Bd. 34, N 6, S. 81—82.

Статья поступила 5 декабря 1991 г.

SUMMARY

Bacteriosis of tomato in greenhouse—necrosis of stem pith—is described. Different symptoms of the disease, morphological, antigenic and pathogenic properties of the agent—*Pseudomonas corrugata*—have been established. The sources of initial infection—plant residues, soil and seed—have been found. Resistance of tomato hybrids to *Pseudomonas corrugata* has been estimated, resistant forms have not been found. Preventive measures have been substantiated.