

УДК 632.913.1

Возбудители бактериозов растений, включенные в Сигнальный список ЕОКЗР

Е.В. КАРИМОВА,
младший научный сотрудник
ФГБУ «ВНИИКР»

И.Н. АЛЕКСАНДРОВ

Е.Ю. ШНЕЙДЕР,
старший научный сотрудник
e-mail: inalex37@mail.ru

В последней версии (февраль 2012 г.) Сигнального списка ЕОКЗР произошел ряд изменений в группе бактериозов растений: включена ранее не встречавшаяся на злаковых культурах фитоплазма *Maize redness*, уточнены и дополнены характеристики ряда возбудителей заболеваний. Считаем необходимым сообщить обо всех этих изменениях.

В последней версии списка возбудителей бактериальных заболеваний фигурируют 4 вида бактерий и два вида фитоплазм (*Stolbur phytoplasma* и *Spiroplasma kunkelii*). В силу их недавнего обнаружения и недостаточной изученности они включены пока в Сигнальный список ЕОКЗР. Последующее накопление материала об этих патогенах позволит установить их окончательный статус и место как в карантинном перечне ЕОКЗР, так и в Едином перечне Таможенного союза.

***Acidovorax citrulli*.** Впервые о заболевании с симптомами бактериальной пятнистости тыквенных культур сообщалось еще в 1960-е годы. В 1978 г. в США была выделена чистая культура бактерии из зараженных растений арбуза. Первоначально бактерии было дано название *Pseudomonas pseudoalcaligenes* subsp. *citrulli*, в 1992 г. ее реклассифицировали как *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*, а в 2008 г. возвели в ранг вида *Acidovorax citrulli* Schaad et al.

Заболевание зарегистрировано в странах Америки (США – в 17 штатах, Бразилия, Коста-Рика), Азии (Китай,

Таиланд, Тайвань, Япония), Океании (Австралия, Гуам). В 1995 г. и в последующие годы *Acidovorax citrulli* отмечали в отдельных странах региона ЕОКЗР (Венгрия, Израиль, Турция). В 2005 и 2006 гг. бактерия была выявлена в образцах арбузов в двух префектурах Греции, а в 2009 г. патоген был обнаружен на дыне в регионе Эмилия-Романья (Италия). В том же году комиссия ЕОКЗР по бактериальным болезням рекомендовала включить *Acidovorax citrulli* в Сигнальный список ЕОКЗР.

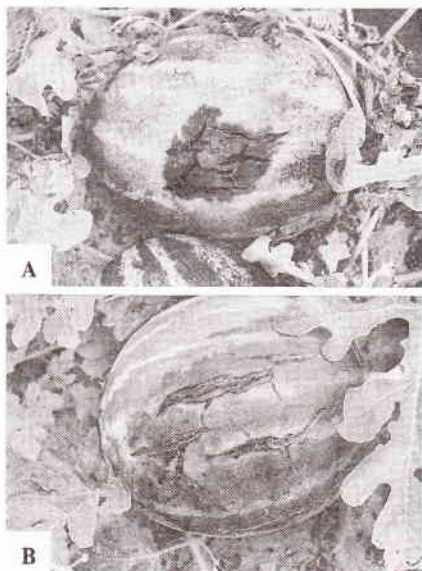
Наиболее поражаемыми бактериальной пятнистостью культурами являются арбуз (*Citrullus lanatus*) и дыня (*Cucumis melo*). Бактерия поражает огурцы (*Cucumis sativus*), разные

виды тыквы (*Cucurbita pepo*, *C. moschata*), патиссоны (*Cucurbita pepo* var. *patisoniana*), кабачки (*Cucurbita pepo* var. *giromontina*), бетель (*Piper betle*) – семейство перечные. В искусственных условиях заражаются растения семейства пасленовых: перец (*Capsicum* spp.), томат (*Lycopersicon esculentum*), баклажан (*Solanum melongena*).

Заболевание проявляется на раскаде, листьях и плодах в виде водянисто-маслянистых пятен. Симптомы на листьях не очень характерны и их легко можно принять за симптомы других заболеваний, например, угловатой бактериальной пятнистости, вызываемой *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*. На плодах вследствие развития пятен наблюдается растрескивание поверхности, загнивание и выделение белой бактериальной массы в виде пенистого экссудата (фото 1). Плоды наиболее чувствительны к возбудителю в возрасте 2–3 недели, до образования воскового слоя.

Виды фитопатогенных вредных организмов и их растений-хозяев
Сигнального списка ЕОКЗР (версия февраля 2012 г.)

Вредный организм	Растения-хозяева	АФР (про-веден +)	Дата включения в список
ГРИБЫ			
<i>Chalara fraxinea</i>	<i>Fraxinus</i>		09.2007
<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lactucae</i>	<i>Lactuca sativa</i> , <i>Valerianella locusta</i>		09.2009
<i>Melampsora euphorbiae</i>	<i>Euphorbiae pulcherrima</i> , дикие <i>Euphorbia</i> spp.		03.2008
<i>Phytophthora kernoviae</i>	<i>Fagus</i> , <i>Rhododendron</i>	+	10.2005
<i>Phytophthora pinifolia</i>	<i>Pinus radiata</i>		01.2009
<i>Phytophthora ramorum</i>	<i>Lithocarpus</i> , <i>Quercus</i> , <i>Rhododendron</i> и другие декоративные виды	+	01.2001
БАКТЕРИИ			
<i>Acidovorax citrulli</i>	<i>Citrullus lanatus</i> , <i>Cucumis melo</i>	+	07.2009
<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	<i>Solanum tuberosum</i> , <i>Lycopersicon esculentum</i> , <i>Capsicum</i> spp.	+	05.2009
<i>Maize redness phytoplasma</i> (<i>Stolbur phytoplasma</i>)	<i>Zea mays</i>		02.2012
<i>Spiroplasma kunkelii</i>	<i>Zea mays</i>		01.2008
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>aesculi</i>	<i>Aesculus hippocastanum</i>		06.2009
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>actinidiae</i>	<i>Actinidia</i> spp. (плоды киви)	+	11.2009
ВИРУСЫ И ВИРОЗЫ			
<i>Pepino mosaic virus</i>	<i>Lycopersicon exculentum</i>		01.2000
<i>Tomato apical stunt pospiviroid</i>	<i>Lycopersicon exculentum</i>		07.2003
<i>Tomato torrado virus</i>	<i>Lycopersicon exculentum</i>		02.2009



1. Симптомы поражения арбуза бактериальной пятнистостью:
А – трещины на коре, В – выделение бактериального экссудата из трещин [7]

Болезнь характеризуется высокой степенью вредоносности как в поле, так и в теплице. При раннем заражении растений потери могут достигать 100 %. При первых вспышках болезни в 1989 г. на полях бахчевых культур в США (штаты Флорида, Южная Каролина, Индиана) потери превысили 90 %.

Источниками инфекции являются зараженные семена, рассада, самосев тыквенных культур, оставшаяся в почве кора плодов, сорняки семейства тыквенных. Высокие температура и влажность – идеальные условия для развития болезни как в открытом, так и в закрытом грунте. Бактерия может разноситься дождем с порывами ветра, загрязненными сельхозорудиями и инвентарем. Распространению заболевания способствует орошение дождеванием.

***Candidatus Liberibacter solanacearum* sp. nov.** Информация о новом заболевании картофеля поступала из разных стран Америки (США, Мексика, Гватемала, Гондурас) с начала 1990-х годов. Оно получило название «зебра чип» (*Zebra chip* – по-английски), или картофель пятнис-

тый (*papa manchada* – по-испански). Помимо картофеля сходные симптомы встречались на томате (*Lycopersicon esculentum*) и перце стручковом, или овощном (*Capsicum annuum*). В Северной Америке нарушения в росте и развитии растений картофеля ассоциируют с заселением его популяцией картофельной (томатной) листоблошки *Bactericera cockerelli* (= *Paratrioza cockerelli*), поэтому первоначально считали, что причиной болезни является токсин, выделяемый этим насекомым (Hemiptera, *Triozidae*). В 1994 г. в Мексике был выявлен возбудитель болезни и отнесен к категории *Candidatus Liberibacter* [1].

В 2008 г. в Окленде (Новая Зеландия) в теплице обнаружено новое для этой страны заболевание на томатах сходное по симптомам с новым заболеванием томатов в США. Этому предшествовало появление в 2006 г. во всех теплицах, где возделывались томаты, листоблошки *B. cockerelli*. В настоящее время предполагаемый переносчик возбудителя болезни обосновался на всем Северном острове и в северной части Южного острова Новой Зеландии.

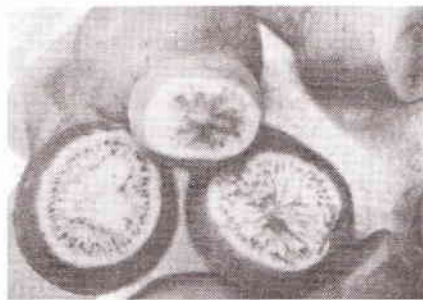
Первоначально возбудитель болезни – флоэмная бактерия – был назван *Candidatus Liberibacter psyllaourous*, а позднее появилось еще одно название патогена *Candidatus Liberibacter solanacearum*. При параллельных исследованиях, выполненных в США и Новой Зеландии, оказалось, что в пораженных растениях пасленовых присутствуют два патогенных организма, названия которых здесь представлены. Эти два новых вида оказались очень близкими, если не идентичными, поскольку при сравнении последовательности ДНК у изолятов, выделенных из пораженного картофеля (штат Техас) и томатов (Новая Зеландия), имелось сходство на 99,7 % [1, 5].

В настоящее время заболевание картофеля «зебра чип» отмечено в Гватемале, Гондурасе, Канаде (Альберта, Британская Колумбия, Квебек, Онтарио, Саскачеван), Мексике (Коауила, Синалоа), США (Айдахо,

Аризона, Вайоминг, Канзас, Калифорния, Колорадо, Миннесота, Монтана, Небраска, Невада, Нью-Мексико, Северная Дакота, Техас, Юта), Новой Зеландии (Северный и Южный острова). Ареал возможного переносчика болезни – *B. cockerelli* – также достаточно широк: Канада (Альберта, Британская Колумбия, Квебек, Онтарио, Саскачеван), США (Айдахо, Аризона, Вайоминг, Канзас, Калифорния, Колорадо, Миннесота, Монтана, Небраска, Невада, Нью-Мексико, Оклахома, Северная Дакота, Техас, Южная Дакота, Юта), Новая Зеландия. Патоген и его переносчик не обнаруживались на пасленовых культурах в регионе ЕОКЗР, однако бактерия была выявлена на моркови в Финляндии, а переносчиком ее оказался другой вид листоблошки – *Trioxa apicalis* (Hemiptera, *Triozidae*).

Основными хозяевами *Candidatus Liberibacter solanacearum* являются картофель, томат и перец овощной. Кроме того, патоген выделен из томарилло, или томатного дерева (*Solanum betaceum*) и физалиса перуанского (*Physalis peruviana*), не имеющих симптомов заболевания. Однако неизвестно, могут ли быть носителями инфекции эти растения и могут ли на них развиваться симптомы болезни. Предполагаемый переносчик бактерии – листоблошка *B. cockerelli* питается на многих видах растений из 20 семейств, но заканчивает цикл развития на растениях семейства пасленовые (*Solanaceae*), вьюнковые (*Convolvulaceae*) и яснотковые (*Lamiaceae*). Предпочтительными хозяевами для листоблошки являются баклажан, перец, томат и картофель.

Бактерия мигрирует по флоэме пораженного растения, провоцируя широкий спектр симптомов. При развитии заболевания на всех видах поражаемых растений первоначально наблюдается отставание в росте и развитие хлороза. На картофеле стебли нередко скручиваются, отмечается укорачивание междоузлий, мелколистность, вздутие узлов стеблей, раздувание пазушных почек и образование воздушных клубней.



2. Зебра чип [5]

Наиболее характерным диагностическим признаком болезни является изменение окраски сосудистого кольца, а в клубнях, в дополнение к этому, изменение окраски сердцевинных лучей (пара *rayada*). В мякоти инфицированных клубней появляются коричневатые полосы, которые темнеют и четко проступают при обжарке (обжарка ломтиков, приготовление картофеля фри и другие операции) и придают им вид шкуры зебры (фото 2). Подобная раскраска ломтиков неприемлема для производителей. Аналогичные симптомы заболевания наблюдались и в Новой Зеландии. Пораженные клубни редко прорастают, иногда они дают слабые ростки или вместо них появляются волосоподобные образования. При прорастании отдельных клубней в дальнейшем наблюдается преждевременное старение растений и резкое снижение продуктивности. Последствиями всех описанных симптомов являются потери урожая до 40 % от планируемого и снижение сухого вещества в клубнях на 6 % [5].

Первые симптомы заболевания на томатах, по наблюдениям в теплице США, появляются приблизительно через 6 недель после заселения первыми листоблошками растений-хозяев. Пораженные растения отстают в росте, приобретают пурпурную окраску листьев, а затем отмечаются общий хлороз, деформация (закручивание) листовых пластинок, образование множества мелких плодов плохого качества. Иногда наблюдается пурпурная окраска жилок листьев, пролиферация и хлороз верхушечных побегов.

У пораженного перца листья блед-

но-зеленые или хлоротичные, деформированные или заостренные к вершине, с укороченными междоузлиями и черешками, отмечается некроз апикальной меристемы, абортирование цветков и общее угнетение растений.

В США и Новой Зеландии возможно массовое развитие заболевания пасленовых культур, что повлечет за собой как прямые потери урожая, так и значительные издержки на экспортных рынках.

При проведении краткого АФР группой экспертов ЕОКЗР особое внимание было уделено пасленовым культурам, подверженным наибольшему риску. Что касается случая выявления *Candidatus Liberibacter solanacearum* в Финляндии на моркови, то переносчик этого патогена – *Trioza apicalis* не питается пасленовыми и неизвестно, есть ли представитель семейства Psyllidae (Triozidae), который бы питался в этой стране как морковью, так и пасленовыми. Первоначальное название бактерии *Candidatus Liberibacter psyllauros*, фигурировавшее при подготовке краткого АФР, в Сигнальном списке ЕОКЗР, куда патоген был включен в 2009 г., номинирован уже под названием *Candidatus Liberibacter solanacearum*. Он является новым объектом для науки, исследования возбудителя болезни продолжаются. На основании предварительных опытов установлено, что переносчиком возбудителя болезни может быть листоблошка *B. cockerelli*, которая несет в себе инфекционное начало, однако вопрос, может ли она передавать постоянно и стабильно инфекцию от растения к растению, требует экспериментального подтверждения. В настоящее время сохраняется неопределенность в вопросах эпидемиологии (способы сохранения, возможность передачи инфекции семенами, посадочным материалом и др.), круга растений-хозяев, наличия других векторов передачи инфекции [1, 5].

Наиболее вероятна интродукция патогена в регион ЕОКЗР с посадочным материалом и плодами растений семейства пасленовых (томат,

перец, баклажан и др.), клубнями картофеля из стран, где распространен возбудитель. Вопрос о возможности передачи инфекции семенами томата или перца остается открытым [3, 7].

Риск интродукции бактерии в регион ЕОКЗР в настоящее время считается низким, потому что большая часть стран запретила импорт пасленовых растений для посадки. Если же зараженная листоблошка будет интродуцирована или другой вектор окажется в зоне АФР, риск проникновения патогена следует признать умеренным. Учитывая широкий спектр повреждаемых листоблошкой *B. cockerelli* растений, возможно проникновение бактерии с посадочным материалом растений других семейств (помимо пасленовых). При наличии вектора в зоне АФР распространение патогена может быть широким в странах с очень разными климатическими условиями, за исключением северных и восточных территорий региона ЕОКЗР при возделывании культур в открытом грунте [5].

Пока еще не накоплен достаточный опыт борьбы с данным заболеванием. Основные усилия должны быть направлены на борьбу с переносчиком, профилактику и поиск устойчивых сортов. Разрабатываются мероприятия по предупреждению интродукции патогена на территорию региона ЕОКЗР.

Maize redness phytoplasma (Stolbur phytoplasma). Новое заболевание кукурузы неизвестной этиологии, названное покраснение кукурузы, появилось в Европе (Сербия, Румыния и Болгария) в 1960-х годах. Оно впервые было обнаружено в Сербии (район Banat) в 1957 г., а затем проявлялось здесь вспышками в конце 1950-х – начале 1960-х годов, в конце 1990-х – начале 2000 г. В промежутке между эпифитотиями отмечались спорадические проявления болезни. Более 50 лет она оставалась локализованной в одной части Сербии. В 2009 г. появились сообщения о ее проявлении на нескольких растениях в Северной Италии. При исследованиях обнаружили в пора-

женных растениях фитоплазму столбура наряду с другими фитоплазмами (16SrI и 16SrII групп). В 2010 г. симптомы покраснения кукурузы были выявлены на отдельных полях в Венгрии, при этом в одном из этих мест было обнаружено присутствие фитоплазмы столбура и ее переносчика – *Reptalus panzer*. Позднее поступили сигналы о проявлении болезни в Болгарии, Хорватии, Румынии [2].

Основным хозяином фитоплазмы является кукуруза. При обследовании зараженных участков этой культуры в Сербии Stolbur phytoplasma была выделена из корней сорного растения гумая (*Sorghum halepense*) и даже пшеницы (*Triticum aestivum*). На корнях этих растений наблюдались питание и зимовка популяции (стадия нимфы) *Reptalus panzer* (Homoptera: Cixiidae), являющегося переносчиком фитоплазмы. По-видимому, эти два растения, а, возможно, и другие виды, могут играть важную роль в эпифитотииологии болезни, выполняя функции накопителей и резерваторов инфекции. Если ранее Stolbur phytoplasma ассоциировалась с растениями семейства пасленовых (томат, картофель и др.), моркови, сахарной свеклы, винограда, плодовыми деревьями, то впервые патоген был выделен из кукурузы. Появление возбудителя болезни на однодольном растении *Zea mays* и других злаках до настоящего времени не нашло объяснения и требует дальнейших исследований.

Симптомы болезни обычно проявляются во второй половине июля: у пораженных растений наблюдается покраснение центральной жилки листовой пластинки, которое распространяется на стебель и затрагивает все растение. Как следствие, отмечается аномальное развитие початков с образованием немногочисленных сморщенных бледных зерновок. Растения увядают, при высыхании листьев исчезает пигмент и наступает их гибель. В эпицентрах эпифитотий в 2002 и 2003 гг. в Сербии симптомы покраснения кукурузы охватывали до 90 % растений, что влекло за

собой снижение урожая до 40–90 % [2].

Для определения переносчика фитоплазмы проводились исследования в Сербии в посевах кукурузы в 2005 и 2006 гг. На зараженных участках культуры наблюдались многочисленные популяции *Reptalus panzer*, при этом Stolbur phytoplasma была выделена как из пораженных растений, так и из переносчиков. В проведенном эксперименте здоровые растения кукурузы были заселены популяцией *Reptalus panzer*, собранной с участков кукурузы с признаками заражения фитоплазмой. Четыре недели спустя симптомы покраснения наблюдались на растениях, из которых и была выделена Candidatus phytoplasma solani, что позволило подтвердить ранее высказанное предположение о *R. panzer* как переносчике заболевания.

Самки *R. panzer* откладывают яйца в почву около растений, и отродившиеся нимфы развиваются на корнях не только растений-хозяев, но и других растений (травянистые, кустарниковые и даже отдельные древесные). Взрослые особи в условиях Сербии появляются с середины июня до начала июля, а затем мигрируют с диких растений на поля кукурузы, где заражают растение-хозяина. Развитию болезни способствуют высокая температура воздуха и засуха. Высказано предположение, что изменение климата может существенно повлиять на эпидемиологию болезни, поскольку наиболее серьезные поражения кукурузы фитоплазмой отмечались в период самого теплого десятилетия (1990-е – начало 2000-х годов). До настоящего времени многие вопросы биологии переносчика, а также эпидемиологии болезни (определение мест резервации фитоплазмы, круг растений-хозяев и переносчиков и др.) изучены недостаточно. Нуждается в выяснении возможность передачи инфекции семенами кукурузы.

На основании предложения группы экспертов ЕОКЗР Candidatus phytoplasma solani включена в 2012 г. в Сигнальный список. Борьба с заболе-

ванием в поле значительно затруднена и практически сводится к реализации мер по снижению риска его появления и распространения. Одними из мер являются ротация культур (3 года и более) с исключением сменной пшеницы кукурузой, борьба с сорной растительностью и с переносчиком фитоплазмы, оптимизация орошения и др. Недостаточна информация о восприимчивости и толерантности гибридов к Stolbur phytoplasma. Известно, что гибриды с коротким периодом вегетации менее подвержены поражению фитоплазмой, чем гибриды с долгим периодом вегетации и поздними сроками сева [2].

Spiroplasma kunkelii Whitcomb et al. Карликовость кукурузы, вызываемая *Spiroplasma kunkelii*, является одной из основных болезней культуры в Северной и Южной Америке. Новое заболевание обнаружено и описано в 1945 г. в штате Техас. Пораженные растения имели чахлый вид и хлоротичные полосы на листьях, укороченные междоузлия с образованием вторичных побегов (пролиферация). Растения отличались низкорослостью (карликовостью) и производили впечатление опушенных. Сначала появлялись хлоротичные полосы у основания молодых листовых пластинок, затем красно-фиолетовая окраска по краям более старых листьев, укорачивание верхних междоузлий и пролиферация початков. Образующиеся початки были мелкими и слабо озерненными. Заболевание стало экономически значимым не только в южной зоне возделывания кукурузы в США, но и в отдельных регионах Центральной и Южной Америки (Аргентина, Перу). В последнее десятилетие вредоносность болезни усилилась, особенно в штате Калифорния [6].

Первоначально считалось, что заболевание носит комплексный характер, поскольку в числе возбудителей назывались три патогена: *Spiroplasma kunkelii*, фитоплазма кустистой карликовости кукурузы и Maize rayado fino virus (Marafivirus). Первый из них отличался большей вредоносностью

и частотой проявления, что и позволило группе экспертов по фитосанитарным мерам рекомендовать этого патогена на включение в Сигнальный список. На момент его включения в список (2008 г.) заболевание уже было зарегистрировано в Северной Америке (США, Мексика), Центральной (Гондурас, Сальвадор, Никарагуа, Ямайка) и Южной Америке (Аргентина, Боливия, Бразилия, Венесуэла, Колумбия, Парагвай, Перу) [6].

По предварительным данным, *Spiroplasma kunkelii* распространяется цикадками (преимущественно *Dalbulus maydis*, Homoptera: Cicadellidae), основным хозяином фитоплазмы является кукуруза, возбудитель болезни выявлен на видах теосинте. Кроме названных растений цикадка может питаться на дикорастущих видах злаков рода *Zea* и в отдельных случаях на близкородственных видах рода *Tripsacum*.

Болезнь причинила значительный экономический ущерб в тропической и субтропической зонах Центральной и Южной Америки. По наблюдениям, проведенным в Аргентине в 1991–2001 гг., заболевание широко распространилось в северной части страны, за пределами «кукурузного пояса». В провинции Туситан распространенность болезни варьировала от 10 до 70 %, а потери урожая кукурузы достигали 50–90 % (в среднем 70 %) и масса зерен пораженных растений снижалась в 3 раза. В США, несмотря на спорадичность ее проявления в штате Калифорния, в отдельные годы (1996 и 2001) потери урожая исчислялись более чем 5 млн долл. [6].

С помощью серологического анализа удалось установить близкое родство между североамериканскими и аргентинскими изолятами патогена. Основным переносчиком фитоплазмы *S. kunkelii* является цикадка *Dalbulus maydis*. Экспериментально установлено, что переносчиками могут быть *D. alimatus* и другие. Этими же исследованиями показано, что инфекция не передается семенами. В связи с тем, что цикадка *S. kunkelii* отсутствует в Европе, возникает воп-

рос, может ли она в случае интродукции с помощью растений или без них адаптироваться здесь, или какой-либо другой вид в будущем станет переносчиком фитоплазмы.

***Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* Takikawa et al.** Одним из наиболее опасных заболеваний киви является бактериальный рак (БРК), вызываемый бактерией *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*. Заболевание впервые описано в Японии в 1980-х годах, где оно причинило серьезный ущерб культуре. Развитие болезни с экономическими потерями урожая отмечено также в Корее. Имеется информация о наличии болезни в Китае. Заболевание выявлено в Чили (2010 г.), на обоих островах Новой Зеландии (2010 г.), а также зарегистрирован один очаг в Австралии (2011 г.). В регионе ЕОКЗР патоген впервые обнаружен в Центральной Италии в 1992 г., однако на протяжении 15 лет заболевание проявлялось здесь спорадически и без ощутимого ущерба. В 2007–2008 гг. резко увеличилась активность возбудителя болезни в ряде регионов Италии, приведшая к заметным экономическим потерям, особенно в регионе Лацио. В Италии, по оценкам специалистов, суммарный экономический ущерб от поражения *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* достиг уже 2 млн евро. В связи с появлением опасного заболевания киви в Средиземноморском регионе Секретариат ЕОКЗР в 2009 г. включил *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* в Сигнальный список. Бактерия выявлена в посадках киви в Турции (2009–2010 гг.), во Франции (2010 г.), в Португалии (2010 г.), Испании (2011 г.) и Швейцарии (2011 г.). Если в Турции, Португалии, Испании и Швейцарии в настоящее время обнаружены лишь отдельные очаги заболевания, то в Италии патоген распространился в 7 регионах, а во Франции – в 6 департаментах [3].

В числе поражаемых бактерией – 4 вида рода *Actinidiae*: *A. deliciosa* (актинидия деликатесная), *A. chinensis* (актинидия китайская), *A. arguta* (актинидия аргута), *A. kolomicta* (ак-

тинидия амурская). По наблюдениям итальянских специалистов, сильнее поражаются плоды киви с желтой мякотью, чем с зеленой. Молодая лоза (до 5 лет) более восприимчива к патогену. Не выявлено различий в поражаемости мужской и женской лозы актинидии.

В Японии и Корее бактериальный рак стал одним из сдерживающих факторов выращивания культуры. *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* вызывает побурение и отмирание почек, образование на листьях темно-коричневых угловатых пятен, окруженных желтым ореолом, возникновение красноватых язв на лозе и ветках с выделением экссудата, загнивание плодов, увядание и гибель всего растения. Наиболее характерным симптомом заболевания является выделение из коры пораженной лозы и веток красно-ржавого экссудата. При удалении пораженной коры обнаруживается сосудистая ткань, окрашенная в коричневый цвет [3].

Возбудитель болезни наиболее активен при температуре 10–20 °С, а при температуре выше 25 °С прекращает свое развитие. Симптомы заболевания чаще всего проявляются весной и осенью (умеренные температуры, постоянные дожди, высокая влажность воздуха), но нельзя исключить развитие латентной инфекции. В Новой Зеландии отмечен случай обнаружения бактерии в пыльце киви, однако возможность передачи инфекции этим способом экспериментально не установлена. Передача патогена, вероятно, осуществляется с помощью дождя, сильного ветра, человеком или животными. Биология возбудителя болезни изучена недостаточно, поэтому борьба с ним сводится к профилактическим мероприятиям, оптимизированной системе удобрений, отказу от полива дождеванием, дезинфекции инструментов, используемых при обрезке, обрезке и уничтожению пораженных частей растения, регулярным обследованиям садов, использованию здорового посадочного материала.

Бактерии могут инфицировать ра-

стения через естественные отверстия (устыца, чечевички) и ранения. Установлено, что единственным путем возможного заноса данного возбудителя из стран распространения являются зараженные саженцы. Нет точных данных о переносе инфекции с плодами. Химический контроль патогена соединениями меди и антибиотиков в Японии привел к появлению устойчивых штаммов.

***Pseudomonas syringae* pv. *aesculi* Young et al.** С начала нового тысячелетия в Европе наблюдался рост числа деревьев конского каштана (*Aesculus hippocastanum*) с признаками угнетения и последующей гибелью. Первые пораженные деревья обнаружены во Франции в 2001 г. в регионе Север-Па-де-Кале. В этот же период болезнь появилась в Бельгии, а с 2003 г. – в Великобритании (Англия, Шотландия и Уэльс), в 2008 г. сообщалось о присутствии *Pseudomonas syringae* pv. *aesculi* в Германии, а в 2007–2008 гг. в Нидерландах уже около 30 % деревьев конского каштана были поражены в различной степени этим заболеванием. В 2010 г. поступило сообщение НОКЗР Ирландии о выявлении патогена в государственном парке г. Дублина.

Симптомы болезни обычно начинаются с истекания: выделения рассеянных капель ржаво-красной, желто-коричневой или почти черной слизистой массы из пятен или трещин на пораженной коре веток или стволов деревьев. Такие симптомы можно наблюдать у основания дерева или на стволе (на высоте до 1 метра). Из инфицированных тканей может выступать довольно обильная слизистая масса, которая в сухих погодных условиях оставляет темные, хрупкие коронки вблизи точки вытекания бактериальной массы. Под корой можно увидеть пестрые и оранжево-коричневые пятна. На протяжении многих лет площади мертвых флоремы и камбия под участками истекания могут соединяться и расширяться, пока не опояжут весь ствол или ветку. Симптомы на кронах деревьев проявляются в виде пожелтения и преждевременного опадения листьев и, в

конечном итоге, гибели деревьев. Например, в Великобритании в 2007 г. от 35000 до 50000 деревьев были поражены и, вероятно, несколько тысяч уже вырублены в результате поражения. Недавние исследования показали, что бактерии способны заражать надземные части растений-хозяев переносом инфекции воздушным путем, что объясняет возникновение крупномасштабных эпидемий.

Предполагали, что заболевание является следствием заражения одним из видов *Phytophthora*, однако исследования показали, что возбудителем является бактерия *Pseudomonas syringae* pv. *aesculi* [4]. Данный патовар *Pseudomonas syringae* первоначально отмечался на *Aesculus indica* в Индии. Однако дальнейшей информации об ареале и вредоносности заболевания из этой и других азиатских стран не поступало. Сравнительное изучение изолятов из Индии и Нидерландов с помощью молекулярных методов показало их идентичность. Инокуляции растений, проведенные в Нидерландах, подтвердили патогенность *Pseudomonas syringae* pv. *aesculi* на *Aesculus hippocastanum*. Учитывая высокую вредоносность бактерии и быстроту ее распространения в Европе, группа экспертов по фитосанитарным мерам рекомендовала включить данную бактерию в Сигнальный список ЕОКЗР.

До сих пор эпидемиология заболевания остается неизвестной. *Pseudomonas syringae* выделяли с поверхности листьев и веток конского каштана, а также с цветков и различных частей плодов. Кроме того, бактерии обнаруживали в дождевой воде в непосредственной близости от больных деревьев. Однако необходимы дальнейшие исследования, чтобы определить возможную роль воды, насекомых и даже человеческой деятельности в передаче болезни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Liefing L.W., Sutherland P.W., Ward L.I., Paice K.L., Weir B.S., and Clover G.R.G. A new *Candidatus Liberibacter* species associated with diseases of solanaceous

crops // *Plant Disease*, 2009, 93, 3, p. 208–214.

2. Maize redness. A disease of maize associated with stolbur phytoplasma. EPPO RS 2012/035.

3. *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*. EPPO RS 2009/215, 2010/144, 188, 216, 2011/033, 054, 055, 056, 130, 131, 168, 188, 2012/001, 002, 061.

4. *Pseudomonas syringae* pv. *aesculi*. EPPO RS 2009/117, 2011/034, 2011/035.

5. Secor G.A., Rivera V.V., Abad J.A., Lee I.-M., Clover G.R. G., Liefing L.W., Li X., and De Boer S.H. Association of *Candidatus Liberibacter solanacearum* with zebra chip disease of potato established by graft and psyllid transmission, electron microscopy, and PCR // *Plant Disease*, 2009, 93, 6, p. 574–583.

6. *Spiroplasma kunkelli*. Corn stunt spiroplasma. EPPO RS 2008/012. Panel review date 2011-04.

7. Nischwitz C., Gitaitis R. Bacterial fruit blotch on watermelon. University of Georgia, Coastal Plain Experiment Station, Department of Plant Pathology. <http://www.apsnet.org/publication/imageresources/Pages/IW000055.aspx>.

Аннотация. Представлены краткие характеристики шести возбудителей бактериозов растений, включенных в последние годы в Сигнальный список (Alert List) ЕОКЗР. Большинство представленных возбудителей болезней пока недостаточно изучены. В связи с высокой степенью вредоносности патогенов и быстротой распространения некоторые из них могут представлять интерес и стать объектами для проведения анализа фитосанитарного риска для территории Российской Федерации.

Ключевые слова. Патоген, симптомы, фитоплазма, столбур, зебра чип, бактериальный рак, карликовость, цикадка.

Abstract. The paper presents brief characteristics of six causal agents of bacterial and phytoplasma diseases of plants, currently listed in the EPPO Alert List. Up to date, most of the described agents are poorly studied. Due to high virulence and distribution rate, some of the pathogens may be of significant phytosanitary concern for the Russian Federation, and Pest Risk Analysis for these pests may be undertaken in future.

Keywords. Pathogen, symptoms, phytoplasma, stolbur, Zebra chip, bacterial canker, stunt, cicada.