مكافحة أمراض ما بعد الحصاد – أمكن استخدامها فى مكافحة الفطر *B. cinerae* على نباتات الطماطم (Saligkarias وآخرون ٢٠٠٢).

المكافحة بالترايكودرما ومستحثات المقاومة

استحث سقى التربة بمحلول benzothiadiazole بتركيز ٠,٠١٪ تمثيل حامض السلسيلك والإثيلين فى نباتات الطماطم، بينما أدت المعاملة بمعلق السلالة T39 من فطر الميكوريزا *Trichoderma harzianum* بتركيز ٠,٤٪ إلى حث تمثيل حامض الجاسمونيك. وأدت معاملة الميكوريزا إلى تحفيز مقاومة الأوراق للفطر *B. cinerea* مسبب مرض العفن الرمادى تناسبت مع تركيز المعلق المستخدم، حيث تراوح الانخفاض فى شدة الإصابة بالفطر بين ٦٢٪ عندما كان تركيز المعلق ٠,٠٤٪، و ٨٤٪ عندما كان التركيز ٠,٤٪. وقد أظهر فحص أوراق النباتات المعاملة بالميكوريزا أنها أدت إلى تمثيل حامض السلسيلك والإثيلين ونشاط الإنزيمات المسئولة عن ذلك، وكذلك حث المقاومة ضد الفطر *B. cinerea* بدرجة تناسبت مع تركيز المعلق المستخدم. أما المعاملة بالـ benzothiadiazole فقد استحثت مقاومة ضد العفن الرمادى بصورة مستقلة عن حامض السلسيلك، وإن كانت قد استحثت نشاطًا قويًّا فى جينين يُعرفان بدورهما فى المقاومة ضد *B. cinerea*، هما Pti5، و PI2 (Harel وآخرون ٢٠١٤).

المعاملة بحامض الهكسانوِّك

تُفيد معاملة الطماطم بحامض الهكسانوِّك hexanoic acid فى الحد من إصابتها بالفطر *B. cinerea*؛ حيث يعمل الحامض كمبيد فطرى مانع للإصابة ومعالج لها (Leyva وآخرون ٢٠٠٨).

الذبول البكتيرى

المكافحة بالتطعيم

تُسبب البكتيريا *Ralstonia solanacearum* مرض الذبول البكتيرى فى الطماطم والباذنجان، وهو المرض الذى ينتشر فى المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية من العالم،

والذى تصعب مكافحة بتعقيم التربة نظرًا لسهولة عودة تلوث التربة بها، أو بزراعة الأصناف المقاومة نظرًا لأن جميعها ذات ثمار صغيرة الحجم. وتعرف عدة سلالات races من البكتيريا تتميز بقدرتها على إصابة عوائل معينة دون غيرها.

عُرفت عدة أصول للطماطم مقاومة للبكتيريا، من أمثلتها: سلالتى الطماطم Hawaii 7998، و Hawawii 7996، والسلالة CRA 66 من *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*، وجميعها أعطت نتائج جيدة فى مكافحة المرض. وعلى الرغم من شدة ثبات مقاومة تلك الأصول، فقد ظهرت بعض السلالات strains التى أمكنها إصابتها. كذلك تستخدم سلالة الباذنجان المقاومة H7996 كأصل للطماطم.

ومن سلالات *Solanum* الأخرى المقاومة التى نجح استعمالها كأصول للطماطم والباذنجان سلالات من كل من: *Solanum toxicarium*، و *Solanum sisymbriffolium*، و *Solanum torvum* (Louws وآخرون ٢٠١٠).

ولقد أعطى تطعيم الطماطم القابلة للإصابة بالذبول البكتيرى على أصول مقاومة (عشرة أصول مختلفة) مقاومة جيدة ومنتظمة للمرض، مع تحسين فى محصول الثمار (McAvoy وآخرون ٢٠١٢، و Rivard وآخرون ٢٠١٢).

المكافحة بفطريات المحيط الجذرى المحفزة للنمو

أمكن عزل ٧٩ سلالة من الفطريات المحفزة للنمو النباتى plant growth-promoting fungi (اختصارًا: PFPFs) من تربة المحيط الجذرى، أظهرت تسع منها قدرة على المعيشة الرمية، واستعمار المحيط الجذرى، وإذابة الفوسفات، وإنتاج إندول حامض الخليك، وتحفيز النمو النباتى. وقد أدت معاملة بذور الطماطم بأربع من تلك العزلات إلى التبكير فى بزوغ البادرات، وتحفيز نمو النباتات فى صنف قابل للإصابة بالذبول البكتيرى، مقارنة بالنمو فى نباتات الكنترول التى لم تتلق تلك المعاملة. ولقد أدت المعاملة بالعزلتين TriH-JSB27، و PenC-JSB41 إلى تحسين دلائل النمو الخضرى والتكاثرى، وحدث أعلى امتصاص للفوسفور فى النباتات التى عُوملت بالعزلة

TriH-JSB27. كما حدث خفض جوهرى بمقدار ٥٧,٣٪ فى الإصابة بالبكتيريا *R. solanacearum* فى النباتات التى عُوملت بتلك السلالة TriH-JSB27، كذلك أدت المعاملة بأى من الـ PGPFs إلى زيادة نشاط الإنزيمات والجينات ذات العلاقة بالدفاع النباتى، وكان أعلى نشاط لإنزيمات: الـ phenylalanine ammonia lyase، والـ peroxidase، والـ β-1,3-glucanase عندما كانت المعاملة بالسلالة TriH-JSB27 (Jogaiah وآخرون ٢٠١٣).

المكافحة بإضافات الأسمدة الحيوانية للتربة

أدت إضافة سبلة الدواجن أو الماشية للتربة إلى تقليل إصابة الطماطم بالذبول البكتيرى الذى تسببه البكتيريا *R. solanacearum*، وصاحب ذلك زيادة فى النشاط الميكروبى (البكتيرى والفطرى) فى التربة المعاملة. وعلى العكس من ذلك تمامًا كان تأثير إضافات كمبوست اللحاء الشجرى وسبلة الخنازير (Islam & Toyota ٢٠٠٤).

المكافحة بالزيوت النباتية

ثبطت زيوت الكراوية والزعتر والنعناع والمردقوش (البردقوش)marjoram نمو البكتيريا *R. solanacearum* — مسببة مرض الذبول البكتيرى فى الطماطم — بدرجات متباينة، وكان أقواها تأثيرًا زيت الزعتر، وتلاه زيت النعناع، وكان أقلها زيت الكراوية والبردقوش. وتحت ظروف الصوبة والحقل أعطت معاملة زيت الزعتر أقوى تأثير فى تقليل الإصابة بالمرض، حيث بلغ الانخفاض فى المرض ٩٥٪– ٩٧٪ فى عامى الدراسة. أما المعاملة بالفطر *Glomus monssease*، فكانت الأقل تأثيرًا على المرض، وإن كانت قد أعطت أعلى زيادة فى المحصول (Abo-Elyousr وآخرون ٢٠١٤).

المكافحة بمستخلصات نباتية

أدت المعاملة بمستخلصات الداتورة والثوم إلى خفض إصابة الطماطم بالذبول البكتيرى الذى تسببه البكتيريا *R. solanacearum* (Abo-Elyousr & Asran ٢٠٠٩).

المكافحة بالثيمول ومستحثات المقاومة

أمكن مكافحة الذبول البكتيرى فى الطماطم فى أحد أصناف الطماطم المتحملة أو متوسطة المقاومة بالمعاملة المشتركة بكل من تبخير التربة بالثيمول thymol (وهو فينول من الـ monoterpenes مستخلص من الزعتر) بمعدل ٩,٤٣ كجم/ هكتار (٣ كجم/ فدان) بعد ٢٤ ساعة من حقن التربة بالبكتيريا المرضة وقبل أسبوع من شتل الطماطم، والرش الورقى بالـ Actigard 50WG (وهو: acibenzolar-S-methyl .. اختصارًا ASM، الذى يعد حاثًّا للمقاومة الجهازية المكتسبة SAR) (Hong وآخرون ٢٠١١).

المكافحة بالكالسيوم

أدت معاملة المحلول المغذى للطماطم بالكالسيوم إلى زيادة نركيز الكالسيوم بسيقان النباتات، وذلك مع زيادة تركيز الكالسيوم من ٠,٤ إلى ٤,٤ ثم إلى ٢٠,٤ مللى مول، وكان ذلك مصاحبًا بخفض لتواجد البكتيريا *Ralstonia solanacearum* (مسببة مرض الذبول البكتيرى) فى السيقان، وهو الأمر الذى حدث — كذلك — بزيادة مستوى المقاومة فى النباتات، إلاّ أن المعاملة بالكالسيوم لم تُخفض شدة الإصابة بالمرض إلاّ فى الصنف المتوسط المقاومة Zuiei (Yamazaki & Hoshina ١٩٩٥).

وقد أدت إضافة الكالسيوم إلى المحلول المغذى للطماطم بتركيز ٠,٥، و ٥,٠، و ٢٥,٠ مللى مول إلى تناقص فى شدة إصابة النباتات بالذبول البكتيرى الذى تُسببه البكتيريا *Ralstonia solanacearum* من ١٠٠٪ إلى ٧٧,١٪ وإلى ٥٦,٨٪، على التوالى. وكان نمو النباتات فى التركيز العالى من الكالسيوم أفضل جوهريًّا عما فى التركيز المنخفض، وذلك فيما يتعلق بالنمو الطولى وقطر الساق والكتلة البيولوجية. وازداد امتصاص النباتات للكالسيوم فى الجذور والسيقان جوهريًّا بزيادة تركيز الكالسيوم فى المحلول المغذى. كذلك ارتفع تركيز الـ H_2O_2 سريعًا فى نباتات معاملة الكالسيوم العالية، ووصل إلى ١٠,٨٦ ميكرومول/جم وزن طازج (أعلى بمقدار ٣١,٣٢٪ عما فى معاملة الكالسيوم المتوسطة). وأيضًا ارتفع نشاط الإنزيمين: بيروكسيديز peroxidase،

وبولى فينول أوكسيديز polyphenol oxidase فى معاملة الكالسيوم العالية. وقد وُجد ارتباط سلبى بين شدة الإصابة بالمرض وكل من تركيز الكالسيوم، ومستوى الـ H_2O_2، ونشاط البيروكسيديز والبولى فينول أوكسيديز؛ مما يدل على قيامها بدور هام فى المقاومة (Jiang وآخرون ٢٠١٣).

البقع البكتيرية والنقط البكتيرية

كانت أكثر الطرق شيوعًا لمكافحة الأمراض التى تسببها البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (النقط البكتيرية)، و *Xanthomonas compestris* *vesicatoria* (البقع البكتيرية) – ولمدة أكثر من ستة عقود – هى الرش بالمبيدات البكتيرية، والتى تتضمن بعض المركبات النحاسية أو العناصر الثقيلة، والتى قد يخلط معها بعض المبيدات الفطرية. كذلك استخدمت المضادات الحيوية بدرجة أقل. هذا إلاّ أن جميع هذه الطرق لم تكن مرضية، وكثيرًا ما صاحبتها ظهور أوبئة شديدة، خاصة وقد ظهرت مؤخرًا كثيرًا من السلالات المقاومة للمركبات النحاسية.

ومن البدائل التى حلت مؤخرًا محل المركبات النحاسية، ما يلى:

١- معاملة البذور بالحرارة منفردة، أو مع المبيدات البكتيرية.

٢- المكافحة الحيوية بالكائنات الدقيقة.

٣- تشميس التربة.

٤- الرش بالمركبات الطبيعية المضادة للبكتيريا (Bashan ١٩٩٧).

المكافحة ببكتيريا المحيط الجذرى

أدت معاملة بذور الطماطم بخليط من البكتيريا المنشطة للنمو *Azospirillum brasilense* والبكتيريا المسببة لمرض النقط البكتيرية *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* إلى انخفاض تواجد البكتيريا الممرضة فى المحيط الجذرى، وزيادة فى تواجد البكتيريا المنشطة للنمو، ومنع تطور مرض النقط البكتيرية، وتحسين النمو النباتى.