

الفصل التاسع

المكافحة الحيوية للأمراض

تحظى المقاومة الحيوية للأمراض باهتمام بالغ من قبل المشتغلين بالمكافحة، وخاصة فى الإنتاج العضوى. ويفيد فى هذا الشأن الزراعة فى التربة المثبطة للأمراض suppressive soil (وهو أمر خارج اهتمامات هذا الكتاب)، والمعاملة بالـ EM (وقد أسلفنا الإشارة إليها)، والمعاملة بالكمبوست وبمستخلصات الكمبوست، وكذلك المعاملة بتحضيرات نقية لكائنات دقيقة معينة، وهما موضوع هذا الفصل.

وتجدر الإشارة إلى أن المادة العضوية فى الاسفاجنم بيت لا تحفز نشاط الكائنات الدقيقة لأن البيت يقاوم التحلل. ويعد البيت الداكن المتحلل فقيراً فى النشاط الميكروبى ويعتبر محفزاً للإصابة بعفن جذور بثيم، بينما يعد البيت الأفتح لوناً أقل تحللاً ويكون النشاط الميكروبى فيه أعلى.

وبعد تواجدهم الكائنات المضادة لمصباتهم الأمراض فى التربة أو فى بيئة الزراعة. ولتحسينها لا تعمل بقطعة، فإنه قد يمكن تحسينها بطريقتين أو أكثر من الطرق التالية:

- ١- الدورة الزراعية.
- ٢- إضافة محسنات للتربة لتحفيز نشاط الكائنات المضادة.
- ٣- تعديل pH التربة ليكون أكثر مناسبة للكائنات المضادة.
- ٤- اختيار موعد للزراعة غير مناسب للإصابة المرضية.
- ٥- جعل الرطوبة الأرضية مناسبة للكائنات المضادة (الرطوبة العالية للبكتيريا والمتخفضة للأكتينومييسيتات) (Zinati ٢٠٠٥).

دور الكمبوست فى مكافحة الحيوية

إضافات الكمبوست للتربة

(التأثيرات الإيجابية لإضافة الكمبوست)

إن إضافة الكمبوست إلى التربة قد تزيد من أعداد الكائنات الدقيقة التى تعيش فى المحيط الجذرى، والتى تكون مضادة للكائنات المعرّضة التى تصيب النبات عن طريق الجذور، وقد وجد أن ذلك يرتبط إيجابياً بزيادة إنتاج الـ siderophores - بواسطة كائنات المحيط الجذرى - فى التربة (Alvarez وآخرون ١٩٩٥).

ولقد أمكن عزل ٤٩٣ عزلة (٢٤٥ من البكتيريا، و ٧٣ من الأكتينوميسيتات، و ١٧٥ من الفطريات) من عينات كمبوست فى درجات مختلفة من التحلل، وأظهرت الدراسة الأولية المختبرية أن ١٧٩ عزلة منها تثبطت نمو الفطر *Fusarium oxysporum* sp. *melonis* فى البيئة الصناعية، كما تبين أن راسح ١٠ عزلات فطرية منها - الخالى من الخلايا - كان مضاداً لفطر الفيوزاريوم، وتبين - كذلك - أن التهوية الجيدة خلال عملية كمر الكمبوست كانت مناسبة لعزل الكائنات المضادة لفطر الفيوزاريوم. وقد حصل على أكثر العزلات فاعلية كمضادات للفيوزاريوم من الكمبوست المكتمل التحلل، وكانت غالبيتها من الـ *Aspergillus* spp. (Suarez-Estrella ٢٠٠٧).

وأفاد استعمال مختلف أنواع الكمبوست فى التسميد العضوى للطمائض فى تقليل إصابتها بالذبول الفيوزارى (Raj & Kapoor ١٩٩٧).

كذلك أدت إضافة الكمبوست إلى الأراضى الزراعية إل تثبيط بعض الأمراض التى تظهر طبيعياً فى كل من الخيار والكوسة، ومنها: الذبول الطرى ولفحة بثيم، وتقع الأوراق الزاوى فى الخيار، والبقع البنية، وأعفان الجذور، والأنثراكنوز فى الفاصوليا (Stone وآخرون ٢٠٠٣).

وتفيد إضافة الكمبوست فى مكافحة الحيوية للذبول الطرى الذى يسببه الفطر *Pythium ultimum* فى كل من الخيار والبسلة. وقد أدى تعقيم الكمبوست إلى فقد ذلك

الفصل التاسع: مكافحة الحيوية للأمراض

التأثير؛ بما يفيد أهمية محتوى الكمبوست من الكائنات الدقيقة فى هذا الشأن (Chen & Nelson ٢٠٠٨).

وبينما لم يكن لاستعمال أنواع مختلفة للكمبوست كإضافات للتربة سوى تأثير ضئيل على الحد من إصابة الكنتالوب بالفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* والباذنجان بالفطر *Verticillium dahliae*، فإن إضافة بكتيريا المحيط الجذرى *Paenibacillus alvei* (السلالة K16S) للكمبوست أسهمت بشكل فعال فى الحد من شدة الإصابة بالمرضين (Markakis وآخرون ٢٠٠٨).

وأوضحت الدراسات أن معاملة التربة بأى من الميكوريزا *Trichoderma viride* أو بكمبوست مخلفات البصل أدت إلى خفض حيوية الأجسام الحجرية للفطر *Sclerotium cepivorum* مسبب مرض العفن الأبيض فى البصل، وإلى مكافحة المرض بصورة جيدة. كانت - فى حالة استعمال كمبوست مخلفات البصل - مساوية لدرجة مكافحة المرض عندما استعمل المبيد *tebuconazole* (فى صورة Folicur). أما إضافة كمبوست مخلفات مزارع الشروم فلم يكن لها تأثير فى مكافحة المرض إلا عندما استعمل معه فطر الميكوريزا، حيث ساعد الكمبوست الفطر على التغلغل فى التربة، ومن ثم زيادة فاعليته فى مكافحة المرض (Coventry وآخرون ٢٠٠٦).

ولقد أظهرت دراسة تم فيها فصل جذور الخيار إلى مجموعتين - كل منها فى وعاء مستقل عن الأخرى - أن إضافة الكمبوست إلى بيئة نمو جذور إحدى المجموعتين أدى إلى الحد من إصابة جذور المجموعة الأخرى بعفن الجذور الذى يسببه الفطر *Pythium ultimum*، وهى الجذور التى كانت تتواجد فى بيئة ملوثة بالفطر الممرض (Lievens وآخرون ٢٠٠١).

وفى دراسة مماثلة .. أدت إضافة السلالة 382 من الميكوريزا *Trichoderma hamatum* إلى كمبوست بيئة نمو إحدى مجموعتي جذور الخيار إلى تقليل إصابة المجموعة الأخرى بالفطر *Phytophthora capsici* مسبب مرض عفن الجذور والتاج

الفيتوفثوري، وهي الجذور التي كانت تتواجد في بيئة ملوثة بالفطر، وهذا التأثير لم يختلف جوهرياً عن التأثير الذي أحدثته معاملة السقي بأى من البيد *benzothiadiazole* أو *mefenoxam* (Khan وآخرون ٢٠٠٤).

يثبط معظم أنواع الكمبوست مدى واسع من فطريات التربة الممرضة للنباتات؛ وجد ذلك - على سبيل المثال - بالنسبة لمسببات أمراض الطماطم *Fusarium oxysporum* f. *sp. lycopersici*، و *F. oxysporum* f. *sp. radicle-lycopersici*، أو *Pyrenocheta lycopersici*. ويقوم بعملية التثبيط هذه مجموعة من البكتيريا والفطريات التي تتواجد في الكمبوست. ونجد في كثير من الأحيان أن تعقيم الكمبوست يقلل أو يلغى تأثيره المثبط؛ مما يعنى أن آلية تثبيط الأمراض هي بيولوجية بصفة أساسية. وفي كثير من الأحيان وجد أن الكمبوست المعقم استعاد خاصيته المثبطة للأمراض بعد التعقيم بعد سرعة استعماره بعشائر ميكروبية متنوعة؛ مما يدعم دور الكائنات الدقيقة في خاصية التثبيط. هذا .. إلا أنه يعتقد بأن جزءاً من تلك الخاصية يعود إلى عوامل غير حيوية.

كذلك وجد أن إضافة الكمبوست للتربة تثبط النيماطودا المسببة للأمراض في الطماطم (عن Yogeve وآخرون ٢٠٠٩).

كما وجد أن زراعة الطماطم في الكمبوست يحميها من الإصابة بالبكتيريا *Clavibacter michiganense* subsp. *michiganensis*، حيث كان استعمار البكتيريا للطماطم النامية في الكمبوست صفر٪ - ٢٠٪، مقارنة بنسبة استعمار بلغت ٥٣٪ - ٩٠٪ في حالة الزراعة في البيت موس، و ٣٠٪ - ٩٠٪ عندما كانت الزراعة في البرليت. وقد تبين أن البكتيريا الممرضة اختفت - تقريباً - من الكمبوست بعد ١٥ - ٢٠ يوماً من تلوئته بها، بينما استمر تواجدها بأعداد كبير في البيت لمدة ٣٥ - ٤٠ يوماً (Yogeve وآخرون ٢٠٠٩).

أهمية كمبوست قلف الأشجار

يعرف تأثير كمبوست قلف الأشجار في مكافحة فطريات التربة - وخاصة في

المشائل — منذ عام ١٩٦٢. وازداد الاعتماد على كمبوست قلف الأشجار فى هذا الشأن خلال سبعينيات وثمانينيات القرن الماضى. كذلك عُرف تأثير كمبوست مخلفات المجارى فى مكافحة عديد من فطريات التربة خلال حقبة تسعينيات القرن العشرين. وأعقب ذلك استخدام مختلف أنواع الكمبوست فى مكافحة فطريات التربة، مثل:

Rhizoctonia solani

Sclerotinia sclerotiorum

Fusarium oxysporum

Phytophthora capsici

Pythium aphanidermatum

وقد أصبح من المعروف أن معظم أنواع الكمبوست تثبط الإصابة بكل من عفن جذور فيتوفثورا وعفن جذور وبثيم، ولكن بعضها فقط هو الذى يشبط عفن الجذور الرايزكتونى، بينما القليل جداً منها هو الذى يستحث مقاومة جهازية فى النباتات.

هذا .. وتسهم الكائنات الدقيقة التى تزدهر فى الكمبوست فى تثبيط الإصابات المرضية فى الأراضى الملوثة بمسببات الأمراض التى تعيش فى التربة من خلال أربعة آليات، هى:

١- التضادية الحيوية.

٢- التنافس competition.

٣- التطفل الافتراسى predation hyperparasitism.

٤- حث مقاومة جهازية مكتسبة فى النباتات.

تنتج عديد من الكائنات الدقيقة، مثل الفطريات والأكتينوميسيتات مضادات حيوية، ولقد عُرفت عديد من المسببات المرضية التى أمكن مكافحتها بالمضادات الحيوية، مثل *Armillaria mella* مسبب مرض عفن جذور أرميلاريا (بواسطة *Trichoderma viride*)، والذبول الطرى وأعفان الجذور التى يسببها فطر الرايزكتونيا، وبثيم (بواسطة

Agrobacterium tumefaciens مسببه مرض عفن الجذور التاجي بواسطة Agrobacterium radiobacter.

أما التنافس فيحدث عندما تتنافس الكائنات الدقيقة على الغذاء (وخاصة المواد الكربوهيدراتية الغنية بالطاقة، والنيتروجين، والحديد)، وعلى مواقع الإصابة، وربما - كذلك - على الأكسجين.

أما الفطريات المتطفلة والمفترسة فإنها تتطفل على مسببات الأمراض النباتية، وتؤدي إلى تحليلها وموتها، ومن أمثلتها تطفل ما يلي:

١- Rhizoctonia solani على أنواع من الـ Pythium.

٢- Trichoderma viride على Armillaria mella.

٣- Tuberculina maxima، و Fusarium roseum على فطر الصدأ Cornartium ribicola.

هذا .. وتعد الترايكودرما، وخاصة Trichoderma hamatum، و T. harzianum أكثر المتطفلات الفطرية تواجداً في الكمبوست المجهز من المخلفات الغنية باللجنين والسيليلوز مثل قلف الأشجار، ويمكنهما القضاء على الفطر Rhizoctonia solani. وفي المقابل يُستعمر الكمبوست المجهز من لب العنب الغني في السكريات بكل من الـ Pencillum، والـ Asparagillus اللذان يكافحان الأجسام الحجرية للفطر Sclerotium rolfsii.

كفاءة الكمبوست في مكافحة (المبيضة)

كلما ازدادت نسبة المادة العضوية في الكمبوست كلما ازدادت كفاءته في مكافحة الحيوية؛ ذلك لأن الكائنات الدقيقة المفيدة في مكافحة تكون أقدر على منافسة الكائنات الممرضة ما بقيت نسبة اللجنين والجنوسيليلوز عالية، وبعد أن تتحلل تلك المكونات تستعيد الكائنات الممرضة قدرتها على استعمار الكمبوست.

ويمكن تقدير كفاءة التثبيط المرضي في الكمبوست بقياس النشاط الميكروبي فيه.

الفصل التاسع: مكافحة الحيوية للأمراض

ويمكن إجراء ذلك من خلال اختبار إنزيمى يعتمد على معدل تحليل الـ fluorescein diacetate (اختصاراً: FDA) بإنزيمات الـ lipases، والـ esterases، والـ proteases. ويعتقد أن معدل تحليل الـ FDA بواسطة الكائنات الدقيقة يرتبط بتثبيت أعفان الجذور التى تسببها فطريات الـ *Pythium*، والـ *Phytophthora* (Zinati ٢٠٠٥).

ويبحث في كفاءة الكمبوست في مكافحة الحيوية لمسببات الأمراض العوامل التالية:

١- المواد الأولية التى تدخل فى إنتاج الكمبوست:

يتأثر محتوى الكمبوست من الفطريات بكيمياء المواد التى تدخل فى إنتاجه. فكما أسلفنا بيانه .. نجد أن الكمبوست المحضر من مخلفات تحتوى على اللجنوسيليلوز lignocellulose مثل قلف الأشجار تستعمره أساساً أنواع الترايكودرما *Trichoderma* التى يمكنها القضاء على الفطر *Rhizoctonia solani*، وبالمقارنة فإن الكمبوست الذى يجهز من لب العنب المتخلف عن عصر الثمار - وهو الذى يكون فقيراً فى السيليلوز وغنياً فى السكريات تستعمره أساساً أنواع الـ *Penicillium*، والـ *Aspergillus* التى يمكنها القضاء على الأجسام الحجرية للفطر *Sclerotium rolfsii*.

٢- مدى نضج الكمبوست:

تتباين بيئات الزراعة المزودة بالكمبوست فى كفاءتها فى القضاء على الذبول الطرى الذى يسببه فطر الرايزكتونيا والذبول الفيوزارى؛ بسبب عشوائية إعادة استعمار الكمبوست بالكائنات الدقيقة المفيدة فى مكافحة الحيوية بعد وصوله إلى أقصى درجة حرارة له أثناء عملية التحلل. ويعد الفطر *Rhizoctonia solani* المتروك منافساً قوياً، إذ يمكنه استخدام السيليلوز واستعمار القلف غير المتحلل، ولكنه لا يمكنه استعمار القلف المكتمل التحلل بسبب انخفاض محتواه من السيليلوز. هذا بينما يمكن لأنواع الترايكودرما النمو كمترومات فى الكمبوست الطازج (غير المكتمل التحلل)، والعمل كمتطفل على فطر *R. solani* فى الكمبوست المكتمل التحلل (الناضج).

٣- المحتوى الرطوبي وال pH:

يؤثر المحتوى الرطوبي للكمبوست على قدرة البكتيريا على استعمارها بعد بلوغه أقصى حرارة له أثناء تحلله. فالكمبوست الذى يحتوى على أقل من ٣٤٪ رطوبة (وزن/وزن) يمكن أن يُستعمر بواسطة بعض الفطريات. ويعد محفزاً على الإصابة بأمراض البثيم. ويمكن الحد من الإصابة بالبثيم بزيادة الرطوبة إلى ما لا يقل عن ٤٠٪-٥٠٪ (وزن/وزن)، ويمكن للبكتيريا والفطريات المفيدة استعمار الكمبوست بعد بلوغه أقصى حرارة له.

هذا .. بينما يُثبط ال pH (رقم الحموضة) الأقل من ٥,٠ نمو البكتيريا المفيدة فى مكافحة الحيوية.

٤- الأملاح:

تزداد الأملاح فى الكمبوست المعجز من سبلة حيوانات المزرعة، وتزداد مع ذلك فرصة الإصابة بعفن جذور فيتوفثورا؛ ولذا .. يجب إضافة هذه النوعية من الكمبوست قبل الزراعة بوقت كافٍ مع توفير الماء لأجل غسيل الأملاح منه. وبالمقارنة فإن كمبوست قلف الأشجار يُعد قليل الأملاح.

٥- وقت إضافة الكمبوست للحقل:

كلما بكرنا بإضافة الكمبوست — وما قد يضاف معه من مخلفات عضوية أخرى — كلما ازداد النشاط الميكروبي، وازدادت كفاءة مكافحة مسببات مرضية مثل الـ *Pythium*، و *Phytophthora*، والـ *Fusarium*، والـ *Rhizoctonia solani* (Zinati ٢٠١٥).

ومن بين أهم الكائنات الدقيقة التى تفيد فى مكافحة الحيوية والتى وجدت فى الكمبوست ما يلى:

<i>Bacillus</i> spp.	<i>Entrobacter</i> spp.
<i>Flavobacterium balustinum</i>	<i>Pseudomonas</i> spp.
<i>Streptomyces</i> spp.	<i>Gliocladium virens</i>

وتعد رطوبة الكمبوست أكثر العوامل تأثيراً في استعمار البكتيريا له بعد انخفاض حرارته؛ ذلك لأن الكمبوست الجاف نسبياً الذي تنخفض رطوبته عن ٣٤٪ (وزناً بوزن) يُستعمر بواسطة الفطريات، ويكون محفزاً لأمراض البثيم. وللحد من الإصابة بالبثيم يجب أن تكون رطوبة الكمبوست عالية بالقدر الكافي (٤٠٪-٥٠٪ وزناً بوزن) حتى يُستعمر بواسطة البكتيريا - إلى جانب الفطريات - بعد انخفاض حرارته. ولذا.. يتعين إضافة الماء دائماً خلال مراحل الكمر لتجنب جفاف الكمبوست. كذلك يقل استعمار البكتيريا للكمبوست إذا انخفض رقم الـ pH فيه عن ٥,٥.

وأحياناً.. تُلاحظ إصابة بالرايزكتونيا وبأمراض أخرى بعد إضافة الكمبوست للتربة، ويمكن تجنب ذلك إما بإطالة فترة تحضير الكمبوست إلى أربعة شهور، وإما بإضافة الكمبوست إلى حقل الزراعة قبل الزراعة بعدة شهور، وإما بتلقيح الكمبوست بالكائنات المستخدمة في مكافحة الحيوية للرايزكتونيا وغيره من مسببات المرضية التي قد تظهر (Hoitink وآخرون ١٩٩٧).

استعمال مستخلصات الكمبوست رشاً على النموات الخضرية

تستخدم مستخلصات الكمبوست compost tea في رش النموات الخضرية النباتية لمكافحة بعض الأمراض.

وتحضر تلك المستخلصات - غالباً - بنقع الكمبوست التام التجهيز mature compost في الماء بنسبة ١:١ (وزناً بوزن) لمدة ٧-١٠ أيام، وقد يضاف إليه مواد تزيد من الأعداد الميكروبية فيه مثل المولاس، ويلقى ذلك ترشيح المستخلص المائي للكمبوست. وتتأثر كفاءة استعمال الكمبوست لهذا الغرض حسب الكمبوست ذاته، والمحصول، والأمراض المستهدفة بالمكافحة. هذا مع العلم بأن تلك المستخلصات تحتوي على عديد من الأنواع البكتيرية والفطرية المستخدمة بالفعل في مكافحة الحيوية.

كذلك يُنسب للكائنات الميكروبية الدقيقة الموجودة في مستخلصات الكمبوست قدرتها

على حث تكوين مقاومة جهازية فى النباتات التى تعامل بها (Hoitink وآخرون ١٩٩٧).

يستعمل مستخلص الكمبوست رشاً فى مكافحة عديد من الأمراض، كما يستعمل سقياً للتربة لأجل مكافحة الذبول الطرى الذى يسببه الفطر *Pythium ultimum* (Scheuerell & Manaffee ٢٠٠٤)، ولزيادة النشاط البيولوجى للتربة.

ونظراً لأن مستخلصات الكمبوست يمكن أن تفقد فاعليتها سريعاً عند استخدامها رشاً بسبب تعرضها لأشعة الشمس، وخاصة الأشعة فوق البنفسجية؛ لذا تفضل إضافتها إلى سطح التربة، حيث تزيد من خصوبتها، وتُسرع من تحليل ما فيها من مادة عضوية.

ويكون نقع الكمبوست فى ماء غير مكلور بنسبة ١:٤ على التوالى، مع دفع تيار من الهواء فى المعلق لكى تستمر الظروف هوائية؛ بما يسمح باستمرار نمو وتكاثر البكتيريا المفيدة والفطريات والبروتوزوا وتستمر تهوية النقع لمدة ١٢-٤٨ ساعة حسب نوع الكائنات الدقيقة التى يرغب فيها بالمستخلص. فالتهوية والنقع لمدة ١٢ ساعة فقط يكون مناسباً لنمو الفطريات، بينما يناسب النقع لمدة ٢٤ ساعة نمو البكتيريا، ويناسب النقع لمدة ٣٦-٤٨ ساعة نمو البروتوزوا.

وتفيد إضافة المولاس فى تحفيز نمو البكتيريا، بينما تحفز إضافة حامض الهيوميك نمو الفطريات. ويضاف أحياناً الاسفاجنم بيت موس أو القش كمصدر للبروتوزوا.

وتجب المعاملة بمستخلصات الكمبوست بمجرد الحصول عليه لضمان أن يكون محتواه من الكائنات الدقيقة مازال بحالة نشطة.

ومن أمثلة حالات استخدام مستخلص الكمبوست فى مقاومة الأمراض، ما يلى:

● ويجد أن المستخلص المائى لخلوط السماد العضوى + القش المتخمرين يحتوى على أعداد كبيرة ومتنوعة من الأكتينومييسيتات، والبكتيريا، والفطريات، والخمائر، وكان

الفصل التاسع: مكافحة الحيوية للأمراض

المستخلص شديد الفاعلية في مكافحة الفطر *B. cinerea* في كل من الفاصوليا والخس. وقد أدى تعقيم المستخلص بالترشيح أو بالأوتوكليف إلى فقدته لفاعليته (McQuilken وآخرون ١٩٩٤).

● أدى رش نباتات الخس بالمستخلص المائي لمنقوع كمبوست السيلة مع القش إلى خفض شدة الإصابة بالفطر *Botrytis cinerea*. وبفحص هذا المستخلص تبين احتواءه على أعداد كبيرة وأنواع عديدة من كل من الأكتينومييسيتات (١,٣-٢,٤ × ١٠ لكل مل)، والبكتيريا (١,٥-٥,٦ × ١٠ لكل مل)، والفطريات الخيطية (٢٥-٤٥,٥ لكل مل)، والخمائر (٢٦,١-٦٢,٦ لكل مل) (McQuilken وآخرون ١٩٩٤).

● أمكن خفض معدل إصابة نباتات البامية بعفن كوانيفورا المائي *choanephora rot* بنسبة ٧٦٪ - مقارنة بالعفن في نباتات الكنترول - عندما عوملت النباتات بمستخلص كمبوست قش الأرز المزود بالميكوريزا *Trichoderma harzianum* (Siddiqui وآخرون ٢٠٠٨).

● أمكن مكافحة الندوة المبكرة في الطماطم (التي يسببها الفطر *Alternaria solani*) برش النباتات بمستخلص كمبوست أثناء تجهيزه وهو بعمر ١٤ يوماً (Tsrer ١٩٩٩).

مجموعات الكائنات المستخدمة في مكافحة الحيوية

إن من أهم الكائنات الدقيقة المستخدمة في مكافحة الحيوية، مايلي (عن Sharma وآخرين ٢٠٠٤).

● الفطريات:

Trichoderma spp.

Aspergillus niger

A. flavus

Pythium nannum

Trichothecium spp.

Paecilomyces lilacinus
Penicillium spp.
Myrothecium spp.
Corticium spp.
Pythium oligandrum
Peniophora gigantea
Candida oleophila
Sporidesmium sclerotivorum
Coniothyrium minitans
Ampelomyces quisqualis
Chaetomium spp.
Cladosporium spp.
Fusarium semitectum
Tuberculina spp.
Phialophora spp.
Catenaria spp.
Verticillium spp.

● البكتيريا:

Pseudomonas spp.
Agrobacterium radiobactor
Bacillus spp.

● الأكتينومييسيتات:

Streptomyces griseus
S. rimosum

ونقدم - فيما يلي - أمثلة لبعض أمراض الخضر التي أمكن مكافحتها حيويًا
بنوعيات مختلفة من الكائنات الدقيقة.

بكتيريا المحيط الجذري (أمثلة متنوعة)

إن الأنواع البكتيرية التي تتواجد في المحيط الجذري كثيرة ومتنوعة ، ولا يقتصر دور بكتيريا المحيط الجذري على حماية النباتات من الإصابة ببعض مسببات الأمراض الفطرية والبكتيرية فقط، وإنما ينعدها إلى حمايتها - كذلك - من الإصابة ببعض الفيروسات وبعض الأنواع النيماتودية والحشرية ، وذلك كما يتبين من جدول (٩-١).

جدول (٩-١) أمثلة على المكافحة الحيوية لمسببات الأمراض والحشرات في عدد من المحاصيل الزراعية باستعمال بكتيريا المحيط الجذري النشطة للنمو (عن Zahir وآخرين ٢٠٠٤).

المحصول	المرض أو الآفة	بكتيريا المحيط الجذري
الشعير	البياض الدقيقى	<i>B. subtilis</i>
الفاصوليا	الثلثة الهائبة	<i>Ps. fluorescens</i> strain 97
	<i>Sclerotium rolfsii</i>	<i>Ps. cepacia</i>
القرنفل	<i>Fusarium wilt</i>	<i>Pseudomonas</i> sp. (WCS417r)
القطن	الذبول الطرى	<i>Ps. fluorescens</i>
	<i>Meloidogyne incognita</i>	<i>B. subtilis</i>
	<i>M. arenaria</i>	
	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Ps. cepacia</i>
	<i>Helicoverpa armigera</i>	<i>Ps. gladioli</i>
الخيار	الأنثراكنوز	<i>Ps. putida</i> 89B-27)
		<i>Serratia marcescens</i> (90-166)
	<i>Pythium ultimum</i>	<i>Ps. cepacia</i>
	الذبول البكتيرى	<i>Ps. putida</i> (89B-27)
		<i>S. marcescens</i> (90-166)
	تبقع الأوراق الزاوى البكتيرى	<i>Ps. Putida</i> (89B-27)
		<i>Flavomonas oryzae</i> INR-5

تابع جدول (٩-١).

المحصول	المرض أو الآفة	بكتيريا المحيط الجذري
		<i>S. marcescens</i> (90-166)
		<i>Bacillus pumilus</i> (NR7)
	الذبول الفيوزاري	<i>Ps. Putida</i> (89B-27)
		<i>S. marcescens</i> (90-166)
	فيروس موزايك الخيار	<i>Ps. putida</i> (89B-27)
		<i>S. marcescens</i> (99-166)
	خنافس الخيار المخططة	<i>Ps. putida</i> (89B-27)
		<i>Flavomonas oryzae</i> INR-5
	خنافس الخيار المبقعة	<i>S. marcescens</i> (90-166)
		<i>B. pumilus</i> (INR-7)
	الذبول الفيوزاري	Mixture of <i>Paenibacillus</i> sp. 300 and <i>Streptomyces</i> sp. 385
		<i>Pseudomonas</i> sp.
Green gram	<i>Aspergillus</i> sp.	
	<i>Curvularia</i> sp.	
	<i>Fusarium oxysporum</i>	
	<i>Rhizoctonia solani</i>	
الذرة	دودة كيزان الذرة	<i>Ps. maltophilia</i>
		<i>Ps. cepacia</i> strains 526 and 406, <i>Fusarium moniliformae</i>
		<i>Enterobacter agglomerans</i> strain 621
فاصوليا المنج	عفن الجذور ونيماتودا تعقد الجذور	<i>Ps. aeruginosa</i>
		<i>B. subtilis</i>
الأرز	لفحة أعماق الأرز	<i>Streptomyces</i> spp. and <i>Bacillus cereus</i> in combination with <i>Ps. fluorescens</i> and <i>Burkholderia</i>
	مسبب لفحة أعماق الأرز	Combination of <i>Ps. fluorescens</i> strains Pfl and Fp7

تابع جدول (٩-١).

المحصول	المرض أو الآفة	بكتيريا المحيط الجذري
بنجر السكر	نيماتودا جذور الأرض	PGPR
	نيماتودا التحوصل	<i>Ps. fluorescens</i>
	<i>Pythium ultimum</i> , <i>Phoma betae</i> , <i>Rhizopus stolonifer</i> , <i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Pseudomonas</i> sp. strain F113
قمب السكر التبغ	الجذر الأحمر	PGPR
	فيروس تحلل التبغ	<i>Ps. fluorescens</i>
	اللفحة النارية	PGPR
الطماطم	العفن الأزرق	<i>S. marcescens</i> 90-116, <i>B. pumilus</i> SE 34, <i>Ps. fluorescens</i> 89B-61, <i>B. pumilus</i> T4, <i>B. pasteurii</i> C-9
	دودة التبغ القرنية	Transgenic <i>Ps. cepacia</i> strain 526
	نيماتودا تعقد الجذور	<i>Ps. chitinolytica</i>
	فيروس موزايك الخبار	<i>B. pumilus</i> , <i>Kluyvera cryocrescens</i> , <i>B. amyloliquifaciens</i> strain IN 937a, <i>B. subtilis</i> strain IN 937b
	فيروس تبرقش الطماطم	<i>B. amyloliquifaciens</i> strain IN 937a, <i>B. subtilis</i> strain IN 937b
	Take all disease	<i>Bacillus</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Beauveria</i> , <i>Rhodococcus</i>
		Mixture of <i>Pseudomonas</i> sp.
	<i>Septoria tritici</i>	<i>Ps. aeruginosa</i> strain Leci
		<i>Ps. putida</i> strain BK8661

ولقد وجد أن المعاملة بمخاليط من عزلات مختلفة لبعض الأنواع البكتيرية التي تعيش في محيط الجذور والتي تنشط النمو النباتي plant growth promoting rhizobacteria (اختصاراً):

PGPR) تفيد أفضل من المعاملة بالعزلات المفردة في حث المقاومة ضد بعض الأمراض، مثل: الذبول البكتيري في الطماطم (الذى تسببه البكتيريا *Ralstonia solanacearum*)، وفيرس موزايك الخيار في الخيار، والأنثراكنوز في القلقل (الذى يسببه الفطر *Colletotrichum gloeosporioides*)، والذبول الطرى (الذى يسببه الفطر *Rhizoctonia solani*)، هذا علماً بأن جميع العزلات لم تكن مؤثرة على أى من المسببات المرضية المذكورة أعلاه في البيئات الصناعية (Jetiyanon & Kloepper ٢٠٠٢).

(النوع البكتيري) *Bacillus subtilis* والأنواع القريبة منه

تنتشر البكتيريا *Bacillus subtilis* في مختلف أنواع الأراضي وفي البقايا النباتية المتحللة، ولكنها تتواجد غالباً في صورة جراثيم ولا تكون نشطة بيولوجياً. ويتوفر من سلالات هذه البكتيريا طرازان يستعمل أحدهما رشحاً على النموات الخضرية (مثل: QST713)، بينما يُضاف الآخر إلى التربة أو تعامل به البذور (مثل: GB03) كما في التحضير التجاري (Kodiak).

تُنتج البكتيريا طرازاً من المضادات الحيوية (ببتيدات دهنية lipopeptides يتضمن ال inurins، مما يجعلها منافساً قوياً للكائنات الدقيقة الأخرى بقتلها أو خفض معدلات نموها).

عند معاملة البذور بالبكتيريا فإنها تقوم — مباشرة — باستعمار المجموع الجذرى النامي وتكون منافساً قوياً لما قد تتعرض له الجذور من كائنات أخرى ممرضة. كذلك تثبط البكتيريا إنبات جراثيم المسببات المرضية وتعطل أنابيبها الجرثومية، وتقف حائلاً أمام تعلق المسبب المرضى بالنبات، كذلك فإنها تستحث تطوير مقاومة جهازية مكتسبة.

ومن بين أهم ملامح هذه البكتيريا ما يلي،

١- السلالة QST713: تستخدم رشحاً لمكافحة البياض الدقيقى.

الفصل التاسع: مكافحة الحيوية للأمراض

٢- السلالة GB03: تستخدم فى معاملة البذور لمكافحة الفطريات التى تصيب الجذور.

٣- السلالة MB1600: تستخدم فى معاملة البذور أو التربة.

٤- السلالة FZB24 من *B. subtilis* var. *amyloliquefaciens* تعامل بها التربة.

ومن التحضيرات التجارية المعروفة للبكتيريا: Serenade، و Kodiak (Resource Guide for Organic Insect and Disease Management - كورنل - الإنترنت - ٢٠٠٦).

تتوفر البكتيريا *Bacillus subtilis* تجاريًا - محليًا - فى مركبين، هما: ريزو إن، وكلين روت، وهما يستعملان إما بمعاملة البذرة بمعدل ١٠ جم/كجم بذرة إن لم تكن البذور قابلة للنقع، مثل الفاصوليا، وإما بنقع البذور - التى يمكن نقعها كالقرعيات فى معلق يحتوى على ٥ جم من المركب/لتر ماء، ويحتاج كل كيلوجرام من البذور لنحو لترين من المعلق، ويستمر النقع لمدة ١٢ ساعة قبل الزراعة. كذلك يمكن رى صوانى الشتلات بمعلق للمركب (كلين روت مثلاً) يحتوى على ١٠ جم من المركب/لتر ماء، وذلك قبل نقل الشتلات إلى الحقل بنحو ١٢ ساعة. ويمكن كذلك غمر بعض الشتلات كالفراولة والطماطم، وكذلك درنات البطاطس المستعملة كتقاوى لمدة ثلاث دقائق فى معلق من كلين روت يحتوى على كيلوجرام واحد منه لكل ١٠٠ لتر ماء.

وتفيد هذه البكتيريا فى الحماية من الإصابة بسقوط البادرات وأمراض أعفان الجذور.

وقد أوضحت الدراسات فاعلية معاملة البذور أو سقى التربة بمعلق لثلاثة أنواع من الجنس *Bacillus* (هى: *B. subtilis*، و *B. thuringiensis*، و *B. cereus*) فى مكافحة مسببات الأمراض الفطرية *Macrophomona phaseolina*، و *Rhizoctonia solani*، و *Fusarium spp.* فى اللوبيا (Dawar وآخرون ٢٠١٠).

ووجد أن معاملة بذور البطيخ ببعض الكائنات الدقيقة المستخدمة فى المقاومة الحيوية حفزت زيادة فى نشاط إنزيمات الـ phenylalanine ammonia lyase، والـ

peroxidase، والـ polyphenol oxidase، والـ β -1-3-glucanase، كما حفزت تراكم تراكم الفينولات، وذلك بعد عدوى النباتات بالفطر *Alternaria alternata* مسبب مرض لفحة ألترناريا، وبلغت قمة نشاط الإنزيمات - التى تعبر عن المقاومة الجهازية المستحثة - بعد ستة أيام من العدوى بالفطر. وقد كانت السلالة BSW1 من البكتيريا *Bacillus subtilis* أعلى كائنات مكافحة الحيوية تأثيراً فى النشاط الإنزيمى وتراكم الفينولات (Umamaheswari وآخرون ٢٠٠٩).

وتبين أن أربع عزلات من البكتيريا *Bacillus spp.* - من بين ١٥ عزلة - حُصل عليها من تربة مثبطة لنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* - كانت مثبطة لفقس بيض النيماتودا، وأكثر قدرة عن غيرها فى استعمار جذور الطماطم، وفى تحفيز أو زيادة النمو النباتى، وتقليل تآكل الجذور وتكاثر النيماتودا، كما كانت تلك العزلات (B1، و B4، و B5، و B11) أكثر العزلات إنتاجاً لإندول حامض الخليك (Singh & Siddiqui ٢٠١٠).

كذلك أظهرت السلالة YMF3.25 من البكتيريا *Bacillus megaterium* كفاءة عالية فى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *M. incognita*، وتبين أن تلك البكتيريا تُطلق مركبات متطايرة هى التى تؤثر على النيماتودا، منها: 2-nonanone، و decanal، و 2-undecanone، و dimethyl disulphide، وقد أظهرت جميعها فاعلية ضد كل من اليرقات والبيض عند تركيز ٥،٠ مللى مول، هذا بالإضافة إلى إنتاج البكتيريا لمركبات متطايرة أخرى كانت أقل تأثيراً (Huang وآخرون ٢٠١٠).

الزيدومونادز الفلورية

تلعب عديد من الزيدومونادز الفلورية fluorescent pseudomonads البكتيرية - وهى بكتيريا تعيش فى المحيط الجذرى للنباتات - دوراً فى مكافحة عديد من مسببات الأمراض فى عديد من المحاصيل الحقلية والخضر والفاكهة، وهى التى يمكن الرجوع إلى تفاصيلها فى Anjaiah (٢٠٠٤).

الفصل التاسع: مكافحة الحيوية للأمراض

ولقد أدت معاملة بيئة نمو جذور الفاصوليا بأى من السلالات WM35 من البكتيريا *Pseudomonas fluorescens*، أو MW09 من البكتيريا *P. aureofaciens*، أو WM06 من البكتيريا *P. putida* إلى حث مقاومة جوهرية ضد الفطر *Uromyces appendiculatus* مسبب مرض الصدأ لمدة ٣٠ يوماً من زراعة البذور، إلا أن السلالتين WM35، و WM06 - فقط - هما اللتان وفرتا حماية للنباتات من الإصابة بالصدأ طوال مدة الدراسة (Abeysinghe ٢٠٠٩).

كما وجد لدى اختبار تأثير عدد من السلالات البكتيرية من كل من *Pseudomonas* و *Bacillus* على نمو البسلة وإصابتها بنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* أن سلالات الـ *Pseudomonas* - وخاصة السلالة Pf1 كانت أقواها تأثيراً فى تثبيط فقس بيض النيماتودا واختراقها للجذور، وكذلك فى تحفيز نمو بادرات البسلة. وقد تبين أن تلك السلالة (Pf1) كانت أكثر السلالات إنتاجاً للـ siderophores وأكثرها إنتاجاً لإندول حامض الخليك (Siddiqui وآخرون ٢٠٠٩).

أنواع الاستربتوميسيتات

تنتج الاستربتوميسيتات streptomycetes مضادات حيوية تفيد فى مكافحة بعض المسببات المرضية، كما يتبين من الأمثلة التالية:

● أمكن حماية البطاطس من الإصابة بالجرب الذى تسببه *Streptomyces scabies* بمعاملة التربة بأى من سلالتين من الـ *Streptomyces* مثبطتين لـ *S. scabies*، هما: السلالة PonSSII من *S. diastatochromogenes* والسلالة PonR من *S. scabies* (Liu وآخرون ١٩٩٥).

● أدت معاملة جذور الطماطم بالاستربتوميسيت *streptomyces plicatus* - الذى ينتج إنزيم الشيتينيز chitinase - بوفرة إلى حماية النباتات من الإصابة بكل من الفطريات *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* مسبب مرض الذبول الفيوزارى، و *Alternaria alternata* مسبب مرض تفرج الساق، و *Verticillium albo-atrum* مسبب مرض ذبول فيرتسليم (Abd-Allah ٢٠٠١).

البكتيريا المتطفلة على المسببات المرضية

تتطفل بعض الأنواع البكتيرية على بعض مسببات الأمراض الفطرية التي تعيش في التربة، كما يتبين من جدول (٩-٢).

جدول (٩-٢): أمثلة لبكتيريا تتطفل على بعض مسببات الأمراض الفطرية التي تعيش في التربة (عن Whipps ١٩٩٧).

المسبب المرضي	البكتيريا
<i>Phytophthora megasperma</i>	<i>Actinoplanes</i> spp.
<i>Pythium</i> spp.	
<i>Pythium debaryanum</i>	<i>Arthrobacter</i> spp.
<i>Sclerotium cepivorum</i>	<i>Bacillus</i> spp.
<i>Sclerotium cepivorum</i>	<i>Coryneforms</i>
<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Enterobacter agglomerans</i>
<i>Pythium ultimum</i>	<i>Pseudomonas cepacia</i>
<i>Rhizoctonia solani</i>	
<i>Sclerotium rolfsii</i>	
<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Serratia marcescens</i>
<i>Sclerotium rolfsii</i>	
<i>Alternaria brassicola</i>	<i>Streptomyces griseoviridis</i>
<i>Botrytis cinerea</i>	
<i>Phomopsis sclerotoides</i>	
<i>Mycocentrospora acerina</i>	
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	

البكتيريا المثبتة لآزوت الهواء الجوي

تلعب البكتيريا المثبتة لآزوت الهواء الجوي دوراً في الحد من بعض المسببات المرضية كما يتبين من الأمثلة التالية:

الفصل التاسع: مكافحة الحيوية للأمراض

● يؤدي تلقيح جذور الطماطم بالبكتيريا المنشطة للنمو النباتي *Azospirillum brasilense* إلى حماية البادرات من الإصابة بالبكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* مسبب مرض النقط البكتيرية (Bashan & Bashan ٢٠٠٢).

● تفيد البكتيريا المثبتة لآزوت الهواء الجوى *Alcaligenes faecalis* فى الحد - جوهرياً - من إصابة الطماطم بالذبول الطرى الذى يسببه الفطر *Rhizoctonia solani*، ويعتقد أن مرد ذلك التأثير إلى ما تنتجه البكتيريا من الهيدروكسيل أمين hydroxylamine، علماً بأن هذه البكتيريا تثبط نمو ١٣ نوعاً من الفطريات فى البيئات الصناعية (Honda وآخرون ١٩٩٩).

● أفادت معاملة بذور انفاصوليا بأى من البكتيريا *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* (السلالتين R12، و R21) أو *R. leguminosarum* bv. *phaseoli* (السلالة BR)، أو *Pantoea agglomerans* (السلالة PA) إلى مكافحة الذبول البكتيرى الذى تسببه البكتيريا *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* بصورة جوهريّة، سواء أكانت البذور مصابة طبيعياً بالبكتيريا الممرضة، أم تم عدواها بها (Huang وآخرون ٢٠٠٧).

الميكوريزا

عرفت فائدة بعض فطريات الميكوريزا mycorrhizae التابعة للجنس *Trichoderma* فى مجال مكافحة الحيوية لمسببات الأمراض النباتية منذ عشرينيات القرن العشرين. ولقد كان الاعتقاد السائد - حتى وقت قريب - أنها تعمل - أساساً - من خلال قدرتها على التطفل على الفطريات mycoparasitism، والتضادية الحيوية antibiosis، وقدرتها التنافسية competition على مصادر الغذاء والحيز المكانى، إلا أن التقدمات الحديثة أظهرت - كذلك - أهمية الترايكودرما فى حث تطوير كلا من المقاومة الجهازية والموضعية.

وتظهر أهمية الميكوريزا فى مكافحة أمراض الجذور من الأمثلة التالية (عن Palti ١٩٨١ ، و White ١٩٨٧).

المحصول	المسبب المرضي	تأثير الميكوريزا
الفراولة	<i>Cylindrocarpum destructans</i>	تقليل الإصابة كثيراً
فول الصويا	<i>Phytophthora megasperma</i>	يقل عدد النباتات الميتة
	<i>Meloidogyne incognita</i>	تقل أعداد الثآليل ويزداد المحصول
القطن	<i>Thielaviopsis basicola</i>	يقل التقزم النباتي
	<i>Meloidogyne incognita</i>	يقل التقزم
	<i>Pratylenchus brachyurus</i>	تقل أعداد النيماتودا
الطماطم	<i>Fusarium oxysporum</i>	يقل التقزم وتقل الإصابة
	<i>Meloidogyne incognita</i>	تقل أعداد النيماتودا
الخيار	<i>Fusarium oxysporum</i>	يقل التقزم وتقل الإصابة
	<i>Meloidogyne incognita</i>	تقل أعداد النيماتودا ويزداد النمو النباتي
الموالح	<i>Phytophthora parasitica</i>	يقل الضرر
البصل	<i>Pyrenochaeta terrestris</i>	تقل الإصابة
الجزر	<i>Meloidogyne hapla</i>	تقل الإصابة

هذا .. وربما تحدث الحماية لجذور النباتات من الإصابة بالمسببات المرضية بسبب وجود الغطاء الكثيف لفطريات الميكوريزا التي تحيط بالجذور وتشكل عائقاً فيزيائياً أمام الإصابات المرضية. ولا تتوفر هذه الحماية إلا فى أجزاء الجذور التي تكون على صلة بفطر الميكوريزا.

ومن المعروف أن فطريات الميكوريزا تغير من فسيولوجيا النبات؛ فالجذور التي تتصل بها تكون أكثر (لجننة) من الجذور غير المتصلة بها، وربما يكون لذلك صلة مباشرة بتقليل حدوث الإصابات المرضية.

وتحتوى النباتات على إنزيمات شيتينية Chitinolytic Enzymes تقوم بتحليل الـ

Arbuscules المسنة. ويمكن أن تكون هذه الإنزيمات مؤثرة على الفطريات الممرضة كذلك.

ويكون للتغيرات في فسيولوجيا الجذور المتصلة بفطريات الميكوريزا تأثيرات أخرى على الكائنات الممرضة؛ فمثلاً.. يزداد الأرجنين الذي يقلل من تجرثم الفطر *Thielaviopsis basicola*، كما يزداد تركيز السكريات المختزلة التي قد تثبط نمو الفطر *Pyrenochaeta terrestris*.

كما أن تواجد فطريات الميكوريزا يؤدي إلى زيادة في النمو النباتي؛ الأمر الذي يزيد من مقاومة النباتات للإصابات المرضية (عن Miller وآخرين ١٩٨٦).

تستعمل فطريات الميكوريزا خلايا البشرة والطبقات الخارجية من القشرة في الجذور، وتفرز جزيئات كيميائية تتسبب في إحاطة ميسيليوم الترايكودرما المتقدم بجدر عازلة. وإلى جانب إرسال الميكوديروما لإشارة البدء، في حث تطوير المقاومة الجهازية فإنها تسهم - بشدة - في زيادة معدل النمو وإمتصاص العناصر.

وتفرز فطريات الترايكودرما خليطاً من الإنزيمات المضادة للفطريات تتضمن: β -1,3-glucanases، ولهذه الإنزيمات خاصية تداؤبية synergistic مع بعضها البعض، ومع مواد أخرى (Harman ٢٠٠٦).

وتفيد المعاملة بالـ arbuscular mycorrhizal fungi (فطريات الميكوريزا) في الوقاية من العديد من مسببات المرضية، كذلك التي تتبع الأجناس.

Phytophthora

Gaeumannomyces

Fusarium

Chalara (Thielaviopsis)

Pythium

Rhizoctonia

Sclerotium

Verticillium

Aphanomyces

هذا.. إلا أن تلك الحماية لا تكون ضد جميع مسببات المرضية الفطرية، كما أن

مستوى الحماية التي توفرها الميكوريزا يختلف باختلاف كل من نوع الميكوريزا المستعمل والنوع النباتي المُعامل بها.

ولا تقتصر الحماية التي توفرها الميكوريزا على الأمراض التي تعيش مسبباتها في التربة وتحدث الإصابة بها عن طريق الجذور، بل تتعداها - أحياناً - إلى تلك التي تصيب النموات الخضرية كذلك.

كما أن الميكوريزا يمكن أن تغير من شدة قابلية النباتات للإصابات الحشرية، حيث تؤثر في قدرتها على التغذية والتكاثر على النبات العائل وخاصة الحشرات القارضة (Harrier & Watson ٢٠٠٣).

تعد السلالة T-22 من *Trichoderma harzianum* من أكثر سلالات الترايكودرما استعمالاً في مكافحة الحبيوية، وكانت قد أنتجت بطريقة دمج البروتوبلاست، بهدف الحصول على سلالة على درجة عالية من القدرة على المنافسة في المحيط الجذري rhizosphere النباتي، مع قدرة عالية - أيضاً - على المنافسة مع البكتيريا التي تعرف باسم spermosphere bacteria. وكانت السلالتان اللتان أدمجتا من *T. harzianum* هما السلالة T-95، وهي طفرة ذات قدرة عالية على المنافسة في المحيط الجذري كانت قد أنتجت في كولومبيا من سلالة عزلت من تربة مثبطة للرايزكتونيا، والسلالة T-12، وهي التي كانت بدورها أكثر قدرة على المنافسة مع الـ spermosphere bacteria عن T-95 تحت ظروف نقص الحديد، وكانت كلتاها قويتين في مكافحة الحبيوية.

وعلى الرغم من ظهور سلالات كانت أكثر قدرة على التنافس في المحيط الجذري أو أكثر قدرة على التنافس مع الـ spermosphere bacteria، فإن السلالة T-22 كانت أكثرها فاعلية وجمعت الخاصيتين معاً (Harman ٢٠٠٠).

ويبين جدول (٩-٣) أهمية الميكوريزا في مكافحة عدد من مسببات المرضية للخضر.

الفصل التاسع: مكافحة الحيوية للأمراض

جدول (٩-٣): تأثير الميكوريزا arbuscular mycorrhizae على الإصابات المرضية في محاصيل الخضر (عن Sharma وآخرين ٢٠٠٤).

الإصابة المرضية ^(١)	العائل	الفطر المرض
—	Rhizoctonia solani	البطاطس
—	Aphanomyces euteiches	البسلة
—	Sclerotium cepivorum	البصل
—	F. oxysporum f. sp. cepa	
+	F. oxysporum f. sp. cumini	الكمون
—	F. oxysporum f. sp. lycopersici	الطماطم
—	F. oxysporum f. sp. lycopersici	
—	F. oxysporum f. sp. radicle-lycopersici	
—	Phytophthora nicotianae f. sp. parasitica	
—	Phytophthora parasitica	
—	F. oxysporum f. sp. asparagi	الأسبرجس
+	Colletotrichum lindemuthianum	الفاصوليا
....	Phoma terrestris	البصل
—	Pyrenochaeta terrestris	
—	Pyrenochaeta lycopersici	الطماطم
—	Pythium aphanidermatum	
—	Sclerotium rolfsii	الفلل
....	Sclerotium cepivorum	الثوم
—	Rhizoctonia solani	الطماطم

(١): (-) غير موجودة، (+) موجودة، (....) لم تحدد

وتوفر المبيضة التعاونية الكاملة بين جذور البسلة وفطر الميكوريزا حماية للبسلة من الإصابة بالفطر Aphanomyces euteiches مسبب مرض عفن جذور أفانومييسس، ولذلك

علاقة بالإنزيمات الشيتينوليتية chitinolytic enzymes التى تحدثها الميكوريزا (Slezack وآخرون ٢٠٠٠).

كذلك أدت المعاملة بالميكوريزا (AMF) إلى مكافحة عدة أنواع نيماتودية فى عدد كبير من محاصيل الخضر، وكان من الأنواع النيماتودية المختبرة، ما يلى (عن Sharma وآخرين ٢٠٠٤).

Meloidogyne arenaria

M. hapla

M. incognita

Pratylenchus penetrans

Rorylenchus reniformis

الخمائر

نجحت المعاملة ببعض أنواع الخمائر فى مكافحة بعض أمراض الخضر، كما يتبين من الأمثلة التالية:

● أمكن الحصول على نتائج جيدة عند محاولة مكافحة اثنين من الفطريات المسببة لمرض العفن الجاف الفيوزارى فى البطاطس — هما: *Gibberella* *F. sambucinum* و *F. solani* var. *coruleum* — باستعمال عدة سلالات من الخميرة، ولكن البكتيريا *Pseudomonas fluorescens* أعطت نتائج إيجابية (Schisler وآخرون ١٩٩٥). كذلك أمكن مكافحة الفطر *F. sambucinum* بواسطة البكتيريا *P. cepacia* (سلالة B37w) فى بيئة صناعية (Burkhead وآخرون ١٩٩٤).

● أدت المعاملة ببعض العزلات من الخمائر *Rhodotorula glutinis*، و *Cryptococcus albidus* إلى مكافحة الفطر *Botrytis cinerea* فى الفاصوليا (Elad وآخرون ١٩٩٤).

● أدى رش نباتات الخيار ثلاث مرات على فترات أسبوعية بمعلق لبعض طفرات الخميرة *Tilletiopsis washingtonensis* إلى حمايتها من الإصابة بالفطر *Sphaerotheca fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى، وقد ظهرت هيفات *S. fuliginea* وهى منكمشة ومنهارة فى النباتات المعاملة بالخميرة (Abd El-Hafiz ١٩٩٩).

● أدت معاملة بذور الفول بمعلق من خميرة الخبز يحتوى على 10^6 وحدة مكونة للمستعمرات CFU/مل إلى إحداث خفض جوهري في الإصابة بالذبول الطرى السابق للإنبات والتالى له الذى تسببه مجموعة من الفطريات، منها *F. solani*، و *R. solani*، و *V. dahliae*، كما أدت المعاملة إلى إحداث زيادة جوهريّة في دلائل النمو الخضرى، وفى المحصول ومكوناته، كما أدت إلى زيادة محتوى الأوراق من الكلوروفيل والفينولات الكلية (Elwakil وآخرون ٢٠٠٩).

السلالات غير الممرضة من فطريات ممرضة

نجحت - أحياناً - المعاملة بسلالات غير ممرضة من بعض المسببات المرضية فى حماية النباتات من الإصابة بنفس المسبب المرضى أو غيره، كما يتبين من الأمثلة التالية:

● أدت المعاملة بالسلالة غير الممرضة Fo47 من *F. oxysporum* إلى حماية نباتات الطماطم من الإصابة بالذبول الفيوزارى، وذلك فى كل من المزارع المائية والأرضية. وقد أدت المعاملة إلى زيادة نشاط إنزيمات الـ *chitinase*، و β -1,3-*glucanase*، والـ β -1,4-*glucosidase* فى النباتات المعاملة بالسلالة غير الممرضة (Fuchs وآخرون ١٩٩٧).

● أمكن بإضافة أى من ١٣ سلالة غير ممرضة من *Fusarium oxysporum* (سبق عزلها من التربة أو من المحيط الجذرى لنباتات أسبرجس) إلى تربة لوثت - كذلك - بالفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* إلى خفض إصابة نباتات الأسبرجس بعفن الجذور الذى يسببه هذا الفطر بأكثر من ٥٠% (Blok وآخرون ١٩٩٧).

● وجد أن بعض عزلات الفيوزاريم غير الممرضة كانت عالية الفاعلية فى الحماية من الإصابة بالذبول الفيوزارى فى عديد من النباتات، منها: الطماطم، والبطيخ، والكنترولوب، وذلك من خلال إكساب النباتات مقاومة جهازية مستحقة (Larkin & Fravel ١٩٩٨).

● أمكن الحصول على مجموعة كبيرة من عزلات الفطر *Rhizoctonia* sp. لم تكن قادرة على إصابة الخيار، ولكن المعاملة ببعضها أكسبت الخيار مقاومة جيدة لكل من المسببات المرضية التالية:

١- الفطر *Rhizoctonia* مسبب مرض الذبول الطرى.

٢- الفطر *Pythium aphanidermatum* مسبب مرض الذبول الطرى.

٣- البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* مسبب مرض تبقع الأوراق البكتيري (Sneh & Ichielevich-Auster ١٩٩٨).

● أظهرت ثلاث عزلات من *Fusarium* spp. غير ممرضة قدرة على الحد من إصابة الطماطم والبطيخ بالذبول الفيوزاى، وكانت أعلامهم كفاءة السلالة CS-20، وذلك مقارنة بالسلالتين الأخرتين، وهما: CS-1، و Fo47 (Larkin & Fravel ١٩٩٩).

● أدى حقن الخيار بعزلات غير ممرضة من أى من الفطرين *Alternaria cucumarina* أو *Cladosporium fulvum* إلى حث تكوين مقاومة جهازية بالنبات وفرت له حماية من الإصابة بالفطر *Sphaerotheca fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى (Reuveni & Reuveni ٢٠٠٠).

● أمكن عزل سلالة غير ممرضة من الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* كانت قادرة على استعمار جذور عدد من أصناف الكنتالوب والبطيخ دون أن تظهر عليها أى أعراض مرضية. ويعدوى النباتات بتلك السلالة - التى أعطيت الرمز 4/4 - فإنها أكسبت الكنتالوب مقاومة ضد السلالة 1.2 من الفطر ذاته، كما أكسبت البطيخ مقاومة ضد السلالة رقم ٢ من الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* (Freeman وآخرون ٢٠٠٢).

الحيوانات التى تعيش على المسببات المرضية

يُستفاد من بعض الأنواع الحيوانية من الأميبا، والنيماتودا، والحشرات، والعناكب، وديدان الأرض فى التخلص من بعض المسببات المرضية كما يتضح من جدول (٩-٤).

الفصل التاسع: مكافحة الحيوية للأمراض

وقد أمكن مكافحة فطر الرايزكتونيا *Rhizoctonia solani* في الفجل بإطلاق العنكبوت *Scleribates azumaensis* الذي وجد أنه يتعيش على ميسيليوم الفطر (Enaml & Nakamura ١٩٩٦).

جدول (٩-٤): أمثلة لمسببات مرضية لهاجمها أو تلتهمها حيوانات تعيش في التربة soil fauna (عن Whipps ١٩٩٧).

حيوانات التربة	المسببات المرضية التي تهاجم أو تلتهم
أميبا	<i>Cochliobolus sativus</i>
	<i>Fusarium oxysporum</i>
	<i>Fusarium solani</i>
	<i>Gaeumannomyces graminis</i>
	<i>Phytophthora cinammomi</i>
	<i>Thielaviopsis basicola</i>
	<i>Verticillium dahliae</i>
فيما تودا	<i>Fusarium culmorum</i>
	<i>Fusarium oxysporum</i>
	<i>Fusarium solani</i>
	<i>Pythium arrhenomanes</i>
	<i>Rhizoctonia solani</i>
حشرات	<i>Botrytis cinerea</i>
	<i>Fusarium oxysporum</i>
	<i>Gnomonia leptostyla</i>
	<i>Macrophomina phaseolina</i>
	<i>Pythium ultimum</i>
	<i>Rhizoctonia solani</i>
	<i>Verticillium dahliae</i>
	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
ديدان الأرض	<i>Aspergillus spp.</i>
	<i>Fusarium oxysporum</i>

الطرق المستخدمة في معاملات مكافحة الحيوية

معاملات مكافحة الحيوية عن طريق البذور وأعضاء التخزين المستخدمة في التكاثر
إن أكثر الممارسات الدقيقة المستعملة في المعاملة البيولوجية للبذور هي ما يلي،

Pseudomonas

Entrobacter

Erwinia

Bacillus

Trichoderma

Gliocladium

Streptomyces

وتأثير حماية معاملة البذور بالبكتيريا والفطريات المستخدمة في المكافحة الحيوية يعتمد من العوامل منها،

١- pH التربة.

٢- تركيز الحديد بالتربة.

٣- حرارة ورطوبة التربة.

٤- شدة تواجد المسبب المرضي في التربة.

٥- شدة تواجد الكائن المستخدم في مكافحة الحيوية على سطح البذور.

٦- المعاملات الأخرى التي تعطاها البذور.

هذا .. مع العلم أنه في كل من الذرة السكرية وبنجر السكر يجب أن يعلق بسطح كل بذرة حوالي ٧,٥ بليون خلية بكتيرية (*Pseudomonas aureofacies* في حالة الذرة السكرية و *P. putida* في حالة بنجر السكر) لكي تكون المعاملة فعالة ضد الفطر *Pythium ultimum* Callan وآخرون (١٩٩٧).

ويعطى جدول (٩-٥) قائمة بحالات عوملت فيها البذور وأعضاء التخزين من الأبصال والدرنات بكائنات دقيقة بهدف مكافحة الحيوية للكائنات الدقيقة التي تعيش في التربة.

الفصل التاسع: مكافحة الحبيوية للأمراض

جدول (٩-٥): أمثلة لحالات عوملت فيها البذور والأبصال والدرنات بكائنات دقيقة بهدف مكافحة الحبيوية للمسيبات المرضية التي تعيش في التربة (Whipps ١٩٩٧)

الكائن المستخدم في مكافحة الحبيوية	المسبب المرضي أو المرض	المائل
بكتيريا		
f. <i>Bacillus cereus</i> UW85	<i>Phytophthora megasperma</i>	البرسيم الحجازي
	<i>medicaginis</i>	
<i>B. subtilis</i> AP183	<i>Rhizoctonia solani</i>	الفاصوليا
f. <i>B. subtilis</i> GB03	<i>Fusarium oxysporum</i>	القطن
	<i>vasinfectum</i>	
	<i>Rhizoctonia solani</i>	
<i>B. subtilis</i> 205	<i>Rhizoctonia solani</i>	لفت الزيت
<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	<i>Fusarium</i> spp.	الباميا
	<i>Macrophomina</i>	فاصوليا المنج
	<i>Phaseoli</i>	فول الصويا
	<i>Rhizoctonia solani</i>	دوار الشمس
	<i>Pythium</i> spp.	الخيار
<i>Enterobacter cloacae</i>	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	القمح
var. <i>Pseudomonas</i> spp.	<i>tritici</i>	
<i>Pseudomonas</i> spp.	<i>Fusarium oxysporum</i>	Douglas fir
	<i>Pythium ultimum</i>	القطن
	<i>Rhizoctonia solani</i>	
f. sp. <i>P. aeruginosa</i> S-7	<i>Fusarium oxysporum</i>	فاصوليا أدزوكي
	<i>azukicola</i>	
<i>P. aeruginosa</i> TNSK2	<i>Pythium</i> spp.	الطماطم
var. <i>P. aureofaciens</i> 30-84 (= <i>P. chlororaphis</i> 30-84)	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	القمح
	<i>tritici</i>	
<i>P. aureofaciens</i> AB254 (= <i>P. fluorescens</i> AB254)	<i>Pythium ultimum</i>	الذرة
<i>P. cepacia</i> AMMD	<i>Aphanomyces euteiches</i> f. sp. <i>pisii</i>	البسلة
	<i>Pythium</i> spp.	البسلة
<i>P. cepacia</i> B-17	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>adzukiicola</i>	فاصوليا أدزوكي

تابع جدول (٩-٥).

العائل	المسبب المرضي أو المرض	الكائن المستخدم في مكافحة الحبيوية
دوار الشمس	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>P. cepacia</i> J82rif
دوار الشمس	<i>Sclerotium rolfsii</i>	<i>P. cepacia</i> N24
الفاصوليا	<i>Macrophomina phaseolina</i>	<i>P. cepacia</i> UPR5C (= <i>Burkholderia cepacia</i> UPR5C)
القمح	<i>Gaeumannomyces graminis</i> var. <i>tritici</i>	<i>P. chlororaphis</i> 30-84
البنجر	<i>Pythium debaryanum</i> <i>P. ultimum</i>	<i>P. fluorescens</i> (+ <i>Penicillium</i> spp.)
الخيار	<i>P. ultimum</i> , <i>Rhizoctonia solani</i>	<i>P. flourescens</i>
نفت الزيتون	<i>R. solani</i>	
دوار الشمس	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	
الذرة	<i>P. ultimum</i>	<i>P. fluorescens</i> AB254
الخيار	<i>P. ultimum</i>	<i>P. fluorescens</i> Pf-5
البسلة	<i>Aphanomyces euteiches</i> f. sp. <i>pisi</i>	<i>P. fluorescens</i> PRA25
القمح	<i>G. graminis</i> var. <i>tritici</i>	<i>P. fluorescens</i> Q2-87
الحمص	<i>Pythium</i> spp.	<i>P. fluorescens</i> Q292-80
فاصوليا أذروكي	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>adzukiola</i>	<i>P. fluorescens</i> S-2
القمح	<i>G. graminis</i> var. <i>tritici</i>	<i>P. fluorescens</i> 2-79
القمح	<i>G. graminis</i> var. <i>tritici</i>	<i>P. fluorescens</i> 13-79
دوار الشمس	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>P. putida</i>
الخيار	<i>Pythium ultimum</i>	<i>P. putida</i> NIR
البسلة		
فول الصويا		
القمح	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>P. putida</i> R104
البامية	<i>Fusarium</i> spp.	Root rot complex present in soil
فاصوليا المنج	<i>Macrophomina</i>	
فول الصويا	<i>phaseolina</i>	
دوار الشمس	<i>Rhizoctonia</i>	
	<i>solani</i>	
فاصوليا المنج	<i>Macrophomina phaseolina</i>	<i>Streptomyces</i> sp.
دوار الشمس		

الفصل التاسع: مكافحة الحبيوة للأمراض

تابع جدول (٩-٥).

الممرض	المسبب المرضي أو المرض	الكائن المستخدم في مكافحة الحبيوة
الطماطم	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> <i>Verticillium albo-atrum</i>	<i>Streptomyces</i> sp.
الفاصوليا	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i>	
فاصوليا أذوكى	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>adzukiicola</i>	<i>Streptomyces flaveus</i> Y-1
القمح	<i>Alternaria brassicicola</i>	<i>Streptomyces griseoviridis</i>
الفلل	Damping-off	
الرجس	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>narcissi</i>	
الفطريات		
الشعير	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Gliocladium roseum</i>
القمح	<i>Fusarium culmorum</i>	
الذرة	<i>Fusarium moniliforme</i>	
فاصوليا المنج	<i>Macrophomina phaseolina</i>	<i>G. virens</i>
دوار الشمس		
القطن	<i>Pythium ultimum</i>	
القمح	<i>Fusarium culmorum</i>	<i>Idriella bolleyi</i>
البطاطس	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Laetisaria arvalis</i>
الرجس	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>narcissi</i>	<i>Minimedusa polyspora</i>
فاصوليا المنج	<i>Macrophomina phaseolina</i>	<i>Paecilomyces lilacinus</i>
دوار الشمس		
البنجر	<i>Pythium debaryanum</i> <i>P. ultimum</i>	<i>Penicillium</i> spp. (+ <i>P. fluorescens</i>)
الحمص	<i>Pythium</i> spp.	<i>Penicillium oxalicum</i>
بنجر السكر	<i>Aphanomyces cochlioides</i>	<i>Pythium oligandrum</i>
الحمص	<i>Pythium</i> spp.	
الخيار	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Rhizoctonia (binucleate)</i>
البطاطس		
فاصوليا المنج	<i>Macrophomina phaseolina</i>	<i>Trichoderma harzianum</i>
دوار الشمس		
الخيار	<i>Pythium</i> spp.	
الخيار	<i>Pythium ultimum</i>	<i>T. harzianum</i> 1295-22

تابع جدول (٩-٥).

الكائن المستخدم في مكافحة الحيوية	المسبب المرضي أو المرض	العائل
<i>T. viride</i>	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>sesame</i>	السهم
	<i>Rhizoctonia solani</i>	

معاملات مكافحة الحيوية عن طريق العقل والجذور

إن من بين الطرق الناجحة المستخدمة في مكافحة الحيوية معاملة العقل cuttings المستخدمة في التكاثر والجذور بالكائنات الدقيقة، كما يتضح من الأمثلة المبينة في جدول (٩-٦).

جدول (٩-٦): أمثلة لحالات عوملت فيها العقل cuttings (المستخدمة في التكاثر) والجذور بكائنات دقيقة بهدف مكافحة الحيوية للمسببات المرضية التي تعيش في التربة (عن Whipps ١٩٩٧).

الكائن المستخدم في مكافحة الحيوية	المسبب المرضي أو المرض	العائل
بكتيريا		
<i>Agrobacterium radiobacter</i> K84, K1026	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	الخوخ
<i>Bacillus</i> spp.	<i>Rhizoctonia solani</i> <i>Sclerotium rolfsii</i>	القطن
<i>Bacillus subtilis</i> EBW4	Replant disease	التفاح
<i>Pseudomonas</i> sp. WCS417r	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>dianthi</i>	القرنفل
<i>Pseudomonas</i> spp.	<i>Rhizoctonia solani</i>	البونسيتة
	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	الطماطم
	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>vasinfectum</i>	القطن
	<i>Sclerotium rolfsii</i>	الفاصوليا
<i>P. cepacia</i>	<i>Phytophthora cinnamomi</i>	البروطية protea
<i>P. cepacia</i> 5.5B	<i>Rhizoctonia solani</i>	البونسيتة
<i>P. putida</i> WCS 358r	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>dianthi</i>	القرنفل

الفصل التاسع: مكافحة الحبيوية للأمراض

تابع جدول (٩-٦).

الكائن المستخدم في مكافحة الحبيوية	المسبب المرضي أو المرض	العائل
<i>P. putida</i> WCS 89B-27	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>	الخيار
<i>Serratia marcescens</i> 90-166	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>	الخيار
<i>Streptomyces griseoviridis</i>	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>dianthi</i>	القرنفل
فطريات		
<i>Fusarium</i> spp.	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cyclaminis</i>	بحور مريم Cyclamen
<i>Fusarium</i> spp. (non-pathogenic)	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>rdicis-lycopersici</i>	الطماطم
<i>F. oxysporum</i> (non-pathogenic)	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>dianthi</i>	القرنفل
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>dianthi</i>	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	الطماطم
<i>Paecilomyces lilacinus</i> 6.2F	<i>Rhizoctonia solani</i>	البونسية
<i>Verticillium chlamydosporium</i>	<i>Phytophthora capsici</i>	اللفل

معاملات مكافحة الحبيوية عن طريق التربة أو وسط الزراعات

إن من أكثر طرق المعاملة الحبيوية استخدامًا معاملة التربة ذاتها أو وسط الزراعة بالكائنات الدقيقة، كما يتضح في جدول (٩-٧)

جدول (٩-٧): أمثلة حالات عوملت فيها التربة أو وسط الزراعة بكائنات دقيقة بهدف مكافحة الحبيوية للمسببات المرضية التي تعيش في التربة (عن Whipps ١٩٩٧).

الكائن المستخدم في مكافحة الحبيوية	المسبب المرضي أو المرض	العائل
<i>Bacillus cereus</i> UW85	<i>Phytophthora medicaginis</i>	البرسيم الحجازي
	<i>Phytophthora sojae</i>	فول الصويا
<i>B. subtilis</i>	Root rot	<i>Fusarium solani</i> f. sp. <i>Phaseolina</i> <i>Pythium ultimum</i> <i>Rhizoctonia solani</i>
	Complex present	
	in	
	soil	

تابع جدول (٧-٩).

العائل	المسبب المرضي أو المرض	الكائن المستخدم في مكافحة الحبيرية
	<i>Phytophthora cactorum</i> التفاح	<i>B. subtilis</i> spp.
	Apple replant disease التفاح	<i>B. subtilis</i> EBW4
فاصوليا المنج	<i>Fusarium</i> spp.	Root rot complex present in soil
الباميا	<i>Macrophomina</i>	
فول الصويا	<i>phaseolina</i>	
دوار الشمس	<i>Rhizoctonia solani</i>	
التطن	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Enterobacter agglomerans</i>
التفاح	<i>Phytophthora cactorum</i>	<i>Enterobacter aerogenes</i> B8
الخنس	<i>Pythium ultimum</i>	<i>E. cloacae</i>
Creeping bentgrass	<i>Sclerotinia homoeocarpa</i>	<i>E. cloacae</i>
الخيار	<i>Pythium aphanidermatum</i>	<i>Pseudomonas</i> spp.
التطن	<i>Pythium ultimum</i>	
التطن	<i>Rhizoctonia solani</i>	
الأسبرجس	<i>Phytophthora megasperma</i>	<i>Pseudomonas aureofaciens</i> PA147-2
البروطية	<i>Phytophthora cinnamomi</i>	<i>Pseudomonas cepacia</i>
الخيار	<i>Pythium ultimum</i>	<i>P. cepacia</i> 89 G-120
التطن	<i>Rhizoctonia solani</i>	
الفاصوليا	<i>Sclerotium rolfsii</i>	
التطن	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Pseudomonas corrugate</i>
الخيار	<i>Pythium aphanidermatum</i>	<i>P. corrugate</i> 2140
القمح	<i>Gaeumannomyces graminis</i> var. <i>tritici</i>	<i>P. fluorescens</i>
الخيار	<i>Pythium ophanidermatum</i>	

الفصل التاسع: مكافحة الحبيوة للأمراض

تابع جدول (٩-٧).

العائل	المسبب المرضي أو المرض	الكائن المستخدم في مكافحة الحبيوة
الخيار	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>	<i>P. fluorescens</i> CHA3
القمح	<i>G. graninis</i> var. <i>tritici</i>	
الخيار	<i>Phomopsis sclerotioides</i>	
الكروم	<i>Pythium ultimum</i>	
التفاح	<i>Phytophthora cactorum</i>	<i>B. subtilis</i> spp.
الخيار		
الذرة		
القمح		
الذرة	<i>Rhizoctonia solani</i>	
التبغ	<i>Thielaviopsis basicola</i>	
الخيار	<i>Pythium aphanidermatum</i>	<i>P. fluorescens</i> CH33
الجكراندا	<i>Phytophthora cinnamomi</i>	<i>P. fluorescens</i> M24
القرنفل	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>dianthi</i>	<i>P. fluorescens</i> WCS417r
الدجل	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>raphani</i>	
القرنفل	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>dianthi</i>	<i>Pseudomonas putida</i> WCS358
فاصوليا النج	<i>Fusarium</i> spp.	Root rot complex present in soil
البامية	<i>Macrophomina</i>	
فول الصويا	<i>Phaseolina</i>	
دوار الشمس	<i>Rhizoctonia solani</i>	
الفلل	Damping-off	<i>Streptomyces griseovirdis</i>
البصل	<i>Sclerotium cepivorum</i>	<i>Choetomium globosum</i>
بنجر السكر	<i>Pythium ultimum</i>	<i>Chaetomium flobosum</i> Cg-13

الفطريات

تابع جدول (٧-٩).

العائل	المسبب المرضي أو المرض	الكائن المستخدم في مكافحة الحيوية
الباذنجان	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Cladorrhinum foecundissimum</i>
الفلفل		
بنجر السكر		
الجزر	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>Coniothyrium minitans</i>
الخص		
دوار الشمس	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>Coniothyrium minitans</i> (± <i>Talaromyces flavus</i>)
Creeping bentgrass	<i>Sclerotinia homoeocarpa</i>	<i>Fusarium heterosporum</i>
التفاح	<i>Phytophthora cactorum</i>	<i>B. subtilis</i> spp.
الخيار	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>	<i>Fusarium oxysporum</i> (non-pathogenic)
القرنفل	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>dianthi</i>	
الطماطم	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	<i>F. oxysporum</i> Fo47 (non-pathogenic)
البسلة	<i>F. solani</i>	
الكثان	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lini</i>	(± <i>Pseudomonas</i> spp.)
الطماطم	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>radicis-lycopersici</i>	(± <i>Pseudomonas</i> C7)
القرنفل	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>dianthi</i>	(± <i>Pseudomonas</i> WCS358)
الطماطم	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	<i>F. oxysporum</i> MT0062 (non-pathogenic)
الباذنجان	<i>Verticillium dahliae</i>	
القرنفل	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>dianthi</i>	<i>F. oxysporum</i> 618-12 (non-pathogenic)
البسلة	<i>F. solani</i>	
البطيخ	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>niveum</i>	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>niveum</i> (non-pathogenic)

الفصل التاسع: مكافحة الحيوية للأمراض

تابع جدول (٩-٧).

الكائن المستخدم في مكافحة الحيوية	المسبب المرضي أو المرض	العائل
<i>Gaeumannomyces graminis</i> var. <i>graminis</i>	<i>Gaeumannomyces graminis</i> var. <i>tritici</i>	القمح
<i>G. graminis</i> var. <i>graminis</i> (± <i>Pseudomonas</i> spp.)	<i>G. graminis</i> var. <i>tritici</i>	القمح
<i>Gliocladium roseum</i>	<i>Verticillium dahliae</i>	
<i>Gliocladium virens</i>	<i>Fusarium solani</i> f. sp. <i>phaseoli</i>	الفاصوليا
	<i>Pythium ultimum</i>	Root rot complex present in soil
	<i>Rhizoctonia solani</i>	
	<i>Phytophthora cactorum</i>	
	<i>Rhizoctonia solani</i>	
<i>G. virens</i>		التفاح
		التفاح
		الجزر
<i>G. virens</i> GL-3	<i>Sclerotium rolfsii</i>	الفاصوليا
<i>G. virens</i> GL-21	<i>Rhizoctonia solani</i>	الزينة
		الجزر
<i>G. virens</i> G2	<i>Pythium ultimum</i>	الخيار
<i>G. virens</i> G-6	<i>Rhizoctonia solani</i>	القطن
<i>G. virens</i> G20(=GL21)	<i>Pythium ultimum</i>	الخس
		الزينة
<i>Glomus</i> sp.	<i>Phytophthora cinnamomi</i>	الأناناس
<i>Glomus fasciculatum</i>	<i>Fusarium moniliforme</i>	الهيل (الحبهان)
<i>G. intraradices</i>	<i>Pythium ultimum</i>	القطيفة
<i>G. mosseae</i>	<i>Pythium ultimum</i>	القطيفة
<i>Laccaria bicolor</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>	توت دوجلاس
<i>Laetisaria arvalis</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	القطن
		الخس
		الفجل
		بنجر السكر
<i>Limonomyces roseipellis</i>	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>	

تابع جدول (٩-٧).

الماتل	المسبب المرضي أو المرض	الكائن المستخدم في مكافحة الحبيوة
<i>Pinus resinosa</i>	<i>Fusarium moniliforme</i>	<i>Paxillus involutus</i>
	<i>Fusarium oxysporum</i>	
الآزلية	<i>Phytophthora</i> spp.	<i>Penicillium funiculosum</i>
البرتقال الحلو		
الطماطم	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	<i>Penicillium oxalicum</i>
القمح	<i>Gaeumannomyces graminis</i> var. <i>tritici</i>	<i>Phialophora</i> sp.
<i>Cathoranthus roseus</i>	<i>Phytophthora parasitica</i>	<i>Phytophthora parasitica</i> var. <i>nicotianae</i>
الجزر	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Pythium acanthicum</i>
الآزلية	<i>Phytophthora</i> spp.	<i>Pythium nunn</i>
البرتقال الحلو		
التفاح	<i>Phytophthora cactorum</i>	<i>B. subtilis</i> spp.
الخيار	<i>Pythium ultimum</i>	<i>Pythium nunn</i> ($\pm$ <i>Trichoderma harzianum</i> T-95)
الكروون	<i>Pythium ultimum</i>	<i>Pythium oligandrum</i>
الفلفل	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Rhizoctonia</i> (binucleate)
الخيار		
البطاطس		
الحس	<i>Sclerotinia minor</i>	<i>Sporidesmium sclerotivorum</i>
الباذنجان	<i>Verticillium dahliae</i>	<i>Talaromyces flavus</i>
دوار الشمس	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>Talaromyces flavus</i> ($\pm$ <i>Coniothyrium minitans</i>)
الباذنجان	<i>Verticillium dahliae</i>	<i>Talaromyces flavus</i> Tf-1
البصل	<i>Sclerotium cepivorum</i>	<i>Trichoderma</i> sp. C62
القمح	<i>G. graminis</i> var. <i>tritici</i>	<i>Trichoderma</i> spp.
التفاح	<i>Phytophthora cactorum</i>	
الجربارة	<i>Phytophthora cryptogea</i>	

الفصل التاسع: مكافحة الحيوية للأمراض

تابع جدول (٧-٩).

الكائن المستخدم في مكافحة الحيوية	المسبب المرضي أو المرض	المائل
	<i>Pythium ultimum</i>	الخيار
	<i>Rhizoctonia solani</i>	الخبس
<i>Trichoderma hamatum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	الفجل
<i>Trichoderma harianum</i>	<i>Fusarium graminearum</i>	
	<i>Glomerella glycines</i>	
	<i>Macrophomina phaseolina</i>	
<i>Trichoderma harianum</i>	<i>Pythium ultimum</i>	الخبس
<i>T. harzianum</i> MTR 35	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>radicis-lycopersici</i>	الطماطم
<i>T. harzianum</i> ThzIDI	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	
<i>T. harzianum</i> T-95 ($\pm$ <i>Pythium nunn</i>)	<i>Pythium ultimum</i>	الخيار
<i>Trichoderma koningii</i>	<i>Sclerotium rolfsii</i>	الطماطم
	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	
Both pathogens present	<i>Typhula</i>	}
	<i>ishikariensis</i>	
	<i>Typhula incarnata</i>	
<i>Verticillium biguttatum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	البطاطس

صلاحيات مختلف كائنات مكافحة الحيوية لمختلف طرق المعاملة

يتبين من جدول (٥-٩)، و (٦-٩)، و (٧-٩) عددًا من الأمور، كما يلي:

١- تعد البكتيريا *Pseudomonas* spp. أكثر الأنواع البكتيرية انتشارًا أيًا كانت

طريقة استعمالها.

٢- يتكرر كذلك ذكر عزلات من كل من *Bacillus* spp. و *Entrobacter* spp.، و

Streptomyces spp. ولكن بدرجة أقل، كما لم تنجح المعاملة بـ *Entrobacter* spp. -

مباشرة - للجزور أو العقل.

- ٣- ذكر عدد آخر كبير من الأنواع البكتيرية، ولكن بصورة غير متكررة.
- ٤- تُعدُّ معاملة البذور أفضل طريقة للمعاملة بالبكتيريا، بينما تعد معاملة التربة، وبيئة الزراعة، والجذور، والعقل أفضل طريقة للمعاملة بالفطريات.
- ٥- تُعدُّ أكثر الفطريات نجاحًا: *Gliocladium spp.* و *Trichoderma spp.* وهما اللذان تعامل بهما البذور والتربة وبيئات الزراعة.
- ٦- كثيرًا ما استعملت عزلات الفيوزاريوم غير الممرضة في معاملة التربة وبيئات الزراعة والجذور والعقل، ولكن لا تعامل بها البذور.
- ٧- كذلك ينجح استعمال أنواع من جنس الميكوريزا *Glomus* حيث تُعامل به التربة أو بيئات الزراعة (Whipps ١٩٩٧).

التحضيرات المستخدمة في مكافحة الحيوية للأمراض

إن التحضيرات التجارية المستخدمة في مكافحة الحيوية للأمراض كثيرة ومتنوعة، ولقد أسلفنا الإشارة إلى عديد من تلك التحضيرات خلال استعراضنا للكائنات المستخدمة في مكافحة الحيوية في هذا الفصل. ونقدم في جدول (٨-٩) بيانًا بالمنتجات التجارية المستخدمة في مكافحة الحيوية والتي تحتوى على بكتيريا من الجنس *Bacillus*، وخاصة *B. subtilis*. وجدير بالذكر أن المنتج التجارى كودياك Kodiak الذى يحتوى على البكتيريا *B. subtilis* يستخدم فى نحو ٦٠٪-٧٥٪ من مساحة القطن فى الولايات المتحدة (إحصائيات ١٩٩٧)، للوقاية من الإصابة بكل من الفيوزاريوم والرايزكتونيا (Zehnder وآخرون ٢٠٠١).

جدول (٨-٩): أمثلة لبعض المنتجات التجارية المستخدمة في مكافحة الحورية وتحتوى على البكتيريا *Bacillus* spp. (عن Schisler وآخرين ٢٠٠٤).

المستهدف بالمكافحة	الصورة التي يتوفر عليها	محتواه من <i>Bacillus</i>	الشركة المنتجة	المنتج التجاري
فطريات وبكتيريا على عديد من الخضر والفاكهة	مسحوق قابل للبلل ومعلق مائي	<i>B. subtilis</i> QST ٧١٣	AgraQuest, Davis, CA	Serenade
<i>Sclerotinia homoeocarpa</i> على المسطحات الخضراء	معلق مركز	<i>B. licheniformis</i> SB٢٠٨١	Novozymes, Salem VA	EcoGuard
فطريات على القطن والبقول ذات البذور الكبيرة وفول الصويا	مسحوق قابل للبلل مركز، ومعلق فطريات على القطن والبقول ذات البذور الكبيرة وفول الصويا	<i>B. subtilis</i> GB-٣	Gustafson, Plano, TX	Kodiak
فطريات على فول الصويا	مسحوق قابل للبلل مركز	<i>B. pumilus</i> GB٢٤	Gustafson	Yield Shield
فطريات على النباتات الكثيرة خضرًا بالمعل في المشاتل	قشور جافة	<i>B. amyloliquefaciens</i> GB٩٩ + <i>B. subtilis</i> GB١١٢	Gustafson	Bio Yield
فطريات على القطن والبقول ذات البذور الكبيرة وفول الصويا	مسحوق قابل للبلل مركز	<i>B. subtilis</i> MB١١٠٠	Baker Ames, IA	Subtilex
فطريات على فول الصويا والبقول السوداني	معلق مركز	<i>B. subtilis</i> MB١١٠٠ + Rhizobium	Baker Underwood	Hi Stick L + Subtilex

ومن بين المنتجات التجارية الأخرى المستخدمة في مكافحة الحبيوية ما يلي (عن

: (1997 Ristaino & Thomas)

المحصول والسبب المرضي المستهدف -	الكائن الدقيق والمنج التجاري
التثايل التاجي الذي تسببه البكتيريا <i>A. tumefaciens</i> بأشجار الفاكهة والفجل وبشتلات نباتات الزينة	<i>Agrobacterium radiobacter</i> : GallTrol-A
معاملة بنور الزرة والظن والخضر البقولية والفول السوداني وفول الصويا والقمح والشعير لأجل مكافحة كل من الفطريات <i>Rhizoctonia solani</i> ، و <i>Fusarium</i> spp.، و <i>Alternaria</i> spp.، و <i>Aspergillus</i> spp.	<i>Bacillus subtilis</i> MBI600: Epic-Gus 376 Concentrate Biological Fungicide
مكافحة كلا من <i>Botrytis</i> spp. و <i>Penicillium</i> spp. بثمار الحمضيات والتفاحيات	<i>Candida oleophila</i> I-182: Aspire
مكافحة الـ <i>Pythium</i> ، و <i>Rhizoctonia</i> في مخاليط الزراعات المحمية للأرضية، كما يفيد كذلك في مكافحة <i>Sclerotium rolfsii</i> تحت ظروف الحقل.	<i>Gliocladium virens</i> GL-21: Soil Gard
مكافحة الديدانيات بمختلف أجناسها (<i>Meloidogyne</i> ، و <i>Heterodera</i> ، و <i>Globodera</i> ، و <i>Protylechus</i> ، و <i>Xiphenema</i> ، و <i>Tylenchulus semipenetrans</i> وغيرهما) في جميع المحاصيل الحقلية والبستانية	<i>Myrothecium verrucaria</i> : DiTerra
مكافحة البشم والرايزكتونيا في القطن	<i>Pseudomonas fluorescens</i> EG-1053 Dagger
مكافحة التلطيخ البكتيري في عيش الغراب الذي تسببه البكتيريا <i>Pseudomonas tolaasii</i> ، وذلك بمعاملة الكمبوست بمراقه الزراعة.	<i>Pseudomonas fluorescens</i> NCIB 12089 Victus
مكافحة الرايزكتونيا والبشم والفيوزاريوم وديدانيات القمح والحلزونية <i>spiral</i> ، والرمحية <i>Lance</i> في البرسيم الحجازي والفاصوليا ولفث الزيت والجزر والثوم والصليبات والزرة والظن والحبوب والخس والكتنايوب والبطاطس والكوسة وبنجر السكر ودوار الشمس والزرة الرفيعة وفول الصويا والبطاطم.	<i>Burkholderi (Pseudomonas) cepaci</i> type Wisconsin: Deny (Blue Circle) PcpWi
مكافحة <i>P. italicum</i> ، و <i>P. expansum</i> ، و <i>Mucor</i> ، و <i>Botrytis cinerea</i> ، و <i>digitatum</i> ، و <i>pyriformis</i> ، و <i>Geotrichum candidum</i> بالتفاح والليمون	<i>Pseudomonas syringae</i> : ECC-10. ESC-11 Bio-Save 10 Bio-Save 11
الحلو والجريب فورت والكثيرى والبرتقال أثناء التخزين.	

الفصل التاسع: مكافحة الحيوية للأمراض

الكائن الدقيق والمنج التجارى	المحصول والمسبب المرضى المستهدف
<i>Streptomyces griseoviridis</i> K61: Mycostap	مكافحة الفطريات <i>Fusarium</i> ، و <i>Alternaria</i> ، و <i>Botrytis</i> ، و <i>Phomopsis</i> ، و <i>Pythium</i> ، و <i>Pythophthora</i> فى المحاصيل الحقلية والخضر ونباتات الزينة تحت ظروف الحقل والزراعات المحمية.
<i>Trichoderma harzianum</i> T-22 (KRL-AG2): Rootshield Biotrek (F-Stop: سابقاً)	لمكافحة الفطريات <i>Pythium</i> ، و <i>Rhizoctonia solani</i> ، و <i>Fusarium</i> ، و <i>Sclerotinia homoeocarpa</i> فى الفاصوليا والكرنب والذرة والقطن والخيار ونباتات الزينة فى الزراعات المحمية، والفول السوداني والبطاطس والذرة الرفيعة وفول الصويا وبنجر السكر والظماطم والمسطحات الخضراء.

ويتوفر الفطر *Trichoderma harzianum* فى المنتج التجارى Tricodex على صورة مسحوق قابل للبلل، ويستخدم فى مكافحة الفطر *Botrytis cinerea* فى الفراولة.

كذلك نقدم فى جدول (٩-٩) قائمة مفصلة ببعض المنتجات التجارية المتاحة للاستعمال فى مكافحة الحيوية للأمراض الفطرية والنيماطودية.

نوعيات المقاومة المستحثة بيولوجياً

إن المقاومة الجهازية المستحثة فى النباتات يمكن أن تحدث بفعل عوامل حيوية أو غير حيوية، ومن أهم المستحثات الحيوية المسببات المرضية المحدثة لتحلل necrotizing pathogens والكائنات الدقيقة غير الممرضة non-pathogens، وبكتيريا المحيط الجذرى التى تستعمر الجذور.

فعند الإصابة بالفطريات التى تؤدى إلى موت وتحلل الخلايا فى موضع الإصابة (الإصابة بالنecrotizing pathogens) تطور كثير من النباتات مقاومة ضد مجال واسع من المسببات المرضية فى أجزاء أخرى منها لم تتعرض أصلاً للإصابة. يعتمد هذا النوع من المقاومة على تراكم حامض السلييك، ويعرف باسم المقاومة الجهازية المكتسبة systemic acquired resistance.

البيد الفطري الحيوي	الكائن الدقيق	المرض أو المسبب المرضي المستهدف	المحصول	طريقة المبيد	طريقة المعاملة
Amelomyces isolate M-١٠	quisqualis A.Q.١٠	البياض الدقيقي	التفاح - التبرعات - التين - نباتات الزينة - النراولة - الطماطم	حبيبي	الرش
Bio-Fungus (formerly Anti-Fungus)		Phytophthora, Trichoderma spp., Rhizoctonia solani, Pythium spp., Fusarium, Verticillium	الزهور - الفراولة - الخضر - الأتجار - السطوح أو حقلها	حبيبي	يسخاف للتربة بعد تجهيزها رأسا على السطح أو حقلها فيها
Aspire	Candida oleophila I-١٨٧	Penicillium spp.	التفاحيات - الموالح - Borrytis spp.	حبيبي	معاملات بعد الحصاد للثمار بالمغم أو الرش
Trichoderma horzianum Bimab T and Trichoderma polysporum (ATCC ١٠١٧١) and Trichoderma (ATCC ١٠١٧٥)		فطريات ممرقة تسبب الذبول وأعنان الزهور - الفاكهة - الحنبي نباتات الزينة - الخضر			الرش - الخلط مع بيئة الزراعة - الخلط مع الماء ودهان جروح الأتجار
Biofox C	Fusarium oxysporum (ممرض)	Fusarium moniliforme	الريحان - القرنفل - دقيق		معالجة البذور أو الخلط بالتربة
Contains	Sclerotinia minor and Corticium mutants	Sclerotinia sclerotiorum	كفت الزيتون - دوار حبيبي		الرش
		المسحوق - السموداني - الخضر (الحش) - الفاصوليا - الطماطم			

طريقة المعاملة	طبيعة المبيد	المحصول	الممرض أو المسبب المرضي المستهدف	الكائن الدقيق	المبيد الفطري الحيوى
التنقيط للصوف	جراثيم	الأسبرجس - الريحان	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Fusarium oxysporum</i> (مرض)	Fusacean
الخطوط مع معالجة	الصغرى - الخطوط مع معالجة	بذور مسوم - (جيبسات دقيقة)			
بيشة الزراعة - معاملة خطوط الزراعة	بيشة الزراعة - معاملة خطوط الزراعة				
الخطوط مع بيشة الزراعة أو التربة	الخطوط مع بيشة الزراعة أو التربة	حبوبى - الخس - الزهور ونباتات الزينة	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> and <i>S. Coniothyrium minitans</i>		Koni
رى الشتلات أو التربة	رى الشتلات أو التربة	فى البيوت المحمية - الموز - الطماطم - قصب - السكر - الأناناس - السوالح - القمح - البطاطس، وغيرهم.	عدة أنواع نيماتودية	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	Paecil (also known as Bioact)
النشوات الخضرية	محقوق قابل رى التربة أو رش النشوات الخضرية	الخضروات والفاكهة - الحبوب ولقت الزيت للبلل ونباتات الزينة	<i>Pythium spp.</i> , <i>Fusarium spp.</i> , <i>Botrytis spp.</i> , <i>Phytophthora spp.</i> , <i>Aphanomyces spp.</i> , <i>Alternaria spp.</i> , <i>Tilletia caries</i> , <i>Pseudocercospora</i> , <i>herpotrichoides</i> , <i>Gaeumannomyces graminis</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Sclerotium cepivorum</i>	<i>Pythium oligandrum</i>	Polyversum (formerly Polygandron)

طريقة المعاملة	طبيعة المبيد	المحصول	المرض أو السبب المرضي المستهدف	المرض أو السبب المرضي المستهدف	الأنواع المدققة	المبيد الفطري الجوى
طريقة المعاملة	طبيعة المبيد	المحصول	المرض أو السبب المرضي المستهدف	المرض أو السبب المرضي المستهدف	الأنواع المدققة	المبيد الفطري الجوى
محقوق قابل رى التربة أو خلطه بها	محقوق قابل رى التربة أو خلطه بها	نباتات البوت المصحية	<i>Pythium</i> spp., <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Barryia</i> spp., <i>Didymella</i> spp.	<i>Gliocladium</i> , <i>catenulatum</i>	Primastop	
محقوق	محقوق	الخضار والزهرة	<i>Verticillium dahliae</i> , <i>Verticillium albo-atrum</i> , and <i>V. wilt</i> <i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Talaromyces flavus</i> , isolate Protus WG		
جراثيم فطرية الخلط مع بيئة الزراعة مخلوطة مع قبل الزراعة أو التثقل	جراثيم فطرية الخلط مع بيئة الزراعة مخلوطة مع قبل الزراعة أو التثقل	الخضار والزهرة	<i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Pythium</i> spp., <i>Fusarium</i> spp., and <i>Scierotium rolfii</i>	<i>Trichoderma harzianum</i>	Root Pro	
عفوية	عفوية	شجيرات الأشجار	<i>Pythium</i> spp., <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Fusarium</i> spp., and <i>Sclerotinia homeocarpa</i>	<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai strain KRL-AG ⁺ (T-٢٢)	RootShield T-٢٢G, T-٢٢ Planter Box (also sold as Bio-Trek)	
الإصابة للتربة مع الماء	الإصابة للتربة مع الماء	الزراعات المصحية	<i>Heterobasidium annosum</i>	<i>Phlebia gigantea</i>	Rootstop, P.G. Suspension	
جراثيم فنى الرش	جراثيم فنى الرش	الأشجار				
محقوق	محقوق					
طائل	طائل					

طريقة المعاملة	طبيعة المبيد	الحصول	المرض أو المسبب المرضي المستهدف	الممرضات أو مسببات الأمراض	الكائن الدقيق	المبيد القفاري الجوى
الإضافة للتربة أو بيئة الزراعة قبل وضع البذور	حيثى	محاصيل الزينة - محاصيل الحقل - محاصيل المحمية - الخاتل	فطريات الذبول الطرى وأعناق الجذور نباتات الزينة - محاصيل الحقل - محاصيل المحمية - الخاتل	<i>Gliocladium virens</i> GL-٢١	SoilGard (formerly GlioGard)	
معاملة البذور أو الدرنات أو الشتلات بالنفس أو بالنثر على سطح التربة أو مع ماء الري	محبوب	محاصيل الحقل - الفاكهة - مسحوق	<i>Rhizoctonia</i> spp., <i>Pythium</i> spp., <i>Fusarium</i> spp.	عددة فطريات	Supresivit	
	محبوب	محاصيل الحقل - الفاكهة - مسحوق	<i>Botrytis cinerea</i> , <i>Collectotrichum</i> spp., <i>Fulvia</i> spp., <i>Monilinia laxa</i> , <i>Plosmopara viticola</i> , <i>Pseudoperonospora cubensis</i> , <i>Rhizopus stolonifer</i> , <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>Trichoderma harzianum</i>	Trieco	
	محبوب	محاصيل الحقل - الفاكهة - مسحوق	<i>Botrytis cinerea</i> , <i>Collectotrichum</i> spp., <i>Fulvia</i> spp., <i>Monilinia laxa</i> , <i>Plosmopara viticola</i> , <i>Pseudoperonospora cubensis</i> , <i>Rhizopus stolonifer</i> , <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>Trichoderma harzianum</i>	Trichodex	

تابع جدول (٩-٩).

طريقة المعاملة	طبيعة المبيد	المحصول	المرض أو السبب المرضي المستهدف	الآكلان الدقيق	المبيد الفطري الجوى
			<i>Armillaria</i> , <i>Botryosphaeria</i> , <i>Chondrostereum</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Nectria</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia</i>	<i>Trichoderma harzianum</i> and <i>Trichopel</i> , <i>T. viride</i>	<i>Trichopel</i> , <i>Trichodowels</i> , <i>Trichoscal</i>
مخاف التربة أو مبيات الزراعة		المحاصيل - الحاصل الحظية	<i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Sclerotium rolfsii</i> , <i>Pythium</i> spp., <i>Fusarium</i> spp.	<i>Trichoderma</i> sp.	<i>Trichoderma</i> ٢٠٠٠ (formerly "TY")

الفصل التاسع: مكافحة الحيوية للأمراض

ويعرف نوع آخر من المقاومة الجهازية المستحثة في النباتات يحدث عند عدواها بسلالات معينة من بكتيريا المحيط الجذري غير الممرضة والمحفزة للنمو النباتي *nonpathogenic rhizobacteria*، يعرف باسم المقاومة الجهازية المستحثة *induced systemic resistance*. وهذا النوع الأخير من المقاومة الجهازية لا يتطلب لحدوثه حامض السليليك، ولكنه يعتمد على استجابات لكل من الهرمونين النباتيين: حامض الجاسمونك والإيثيلين.

وتختلف المقاومة المستحثة المحلية *localized induced resistance* عن تلك المستحثة الجهازية *systemic induced resistance* في أن الأولى تبقى فيها المقاومة المستحثة محدودة في موقع الإصابة كما في حالة فرط الحساسية ضد فيروس موزايك التبغ في التبغ، حيث يُعبر عن المقاومة المحلية المكتسبة في حلقة من الخلايا تحيط بالبقعة التي يحدث فيها تفاعل فرط الحساسية. ويعد حامض السليليك ضرورياً لحث المقاومة المحلية، كما هو ضروري لحث المقاومة الجهازية (Hammerschmidt وآخرون ٢٠٠١).

وتستحث بعض سلالات بكتيريا المحيط الجذري تطوير مقاومة جهازية في النباتات تعرف باسم *rhizobacteria-mediated induced systemic resistance* (اختصاراً: ISR) مماثلة لتلك التي تستحثها مسببات المرضية والتي تعرف باسم *pathogen-induced systemic acquired resistance* (اختصاراً: SAR).

وقد وجد أن كلا من الـ ISR والـ SAR يعملان مستقلين عن بعضهما البعض؛ الأمر الذي يمكن الاستفادة منه في زيادة مستوى المقاومة النباتية ومداها (Pieterse وآخرون ٢٠٠١).

إن المقاومة الجهازية المستحثة لا تُخلق من العدم، فالنباتات تكون لديها القدرة على تطوير تلك المقاومة، ولكنها لا تظهر إلا عندما تُستحث على ذلك بمركب كيميائي، أو بكائن دقيق غير ممرض، أو بسلالة غير ممرضة من مسبب مرضي، أو بسلالة ممرضة من مسبب مرضي ولكن في وجود تفاعل غير متوافق مع العائل، أو حتى بسلالة ممرضة

من مسبب مرضى وفى وجود تفاعل متوافق مع العائل ولكن عند توفر ظروف بيئية غير مناسبة لتطور المرض.

لكن لا يشترط أن تكون المقاومة المستحثة جهازية، فهي قد تكون كذلك موضعية، والفرق بينهما أن الأخيرة تنقصها إشارة نقل المقاومة فى صورة جهازية (Van Loon وآخرون ١٩٩٨).

الكائنات المحدثة للمقاومة الجهازية المستحثة بيولوجياً

إن مستحاثات المقاومة الجهازية فى النباتات تتباين كثيراً من الفيروسات إلى آكلات الأعشاب، مروراً بعدديد من الأنواع الفطرية البكتيرية، وخاصة بكتيريا المحيط الجذرى. ولقد أسلفنا الإشارة إلى عشرات الأنواع من الكائنات الدقيقة الفطرية والبكتيرية المستخدمة فى مكافحة الحيوية، وجلها يستحث تطوير مقاومة جهازية فى النباتات.

ويعطى جدول (٩-١٠) قائمة بأمثلة لكائنات دقيقة أحدثت المعاملة بها حماية أو مقاومة جهازية مستحثة ضد مسببات مرضية معينة تعيش فى التربة.

وتشكل بكتيريا المحيط الجذرى أحد أهم فئات الكائنات الدقيقة الحائثة لتطوير تكوين المقاومة الجهازية فى النباتات، ويعطى جدول (٩-١١) عديداً من الأمثلة على ذلك.

جدول (٩-١٠): أمثلة لكائنات دقيقة آكلت المادة بما حامية أو مقاومة جهازية مسببات مرضية معينة تعيش في التربة (عن Whipps ١٩٩٧).

الحالات التي تمكنت فيها المقاومة للجهازية المستعنة	المسبب المرضي القاتل	الميكروب العامل به	النبات
—	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>dianthi</i>	Non-or-less-pathogenic <i>Fusarium oxysporum</i>	القرنفل
✓	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>dianthi</i>	<i>Pseudomonas</i> sp. WCS٤١٧٢	الحصى
✓	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>ciceris</i>	Non-pathogenic <i>Fusarium oxysporum</i>	الخيار
✓	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>	<i>Colletotrichum orbiculare</i>	
✓	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>	Non-pathogenic <i>Fusarium oxysporum</i>	
✓	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>niveum</i>	
✓	<i>Pythium aphanidermatum</i>	<i>Pseudomonas</i> spp.	
✓	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>	<i>Pseudomonas putida</i> ٨٩B-٢٧	
✓	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>	<i>Serratia marcescens</i> ٩٠-١١١٦	
✓	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>	Tabacco necrosis virus	
—	<i>Verticillium dahliae</i>	Non-pathogenic <i>Fusarium oxysporum</i> MT.٠٠١٢	الباذنجان
—	<i>V. dahliae</i>	<i>Verticillium nigrescens</i>	البنفسج
—	<i>Fusarium solani</i>	Non-pathogenic <i>Fusarium oxysporum</i>	البسلة
✓	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>raphani</i>	<i>Pseudomonas</i> sp. WCS٢٧٤	الفجل
✓	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>raphani</i>	<i>Pseudomonas</i> sp. WCS٤١٧٢	
✓	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>bataas</i>	Non-pathogenic <i>F. oxysporum</i>	البطاطا
—	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>radicis-lycopersici</i>	Avirulent <i>Fusarium</i> spp.	الطماطم
—	<i>Verticillium dahliae</i>	Avirulent <i>Verticillium albo-atrum</i>	
✓	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>dianthi</i>	
—	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	Non-pathogenic <i>F. oxysporum</i> MT.٠٠١٢	البطخ
—	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>niveum</i>	Avirulent <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>	
—	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>niveum</i>	Avirulent <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>Niveum</i>	
—	<i>F. oxysporum</i>	<i>Helminthosporium carbonum</i>	

جدول (٩-١): بعض أنواع سلاطات بكتريا الحيط الجذري والأمراض والمسببات المرضية التي أحدثت مقاومة جهازية ضدها في أنواع نباتية معية (عن Van Loon وآخرون ١٩٩٨).

المرض المقوم	المسبب المرضي أو الآلة المقارئة	السلاطة والنوع البكتري	النوع المحصولي
Vascular wilt	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>raphani</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i> WCS١١٧	<i>Arabisidopsis</i>
Bacterial speck	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>		
Downy mildew	<i>Peronospora parasitica</i>		
Vascular wilt	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>raphani</i>	<i>Pseudomonas putida</i> WCS٢٨٨	
Bacterial speck	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>		
Gray mold	<i>Barylis cinerea</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> vNSK٢	الفاصوليا
Anthraxnose	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>		
Halo blight	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i> S١٧	الزيتون
Vascular wilt	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>dianthi</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i> WCS١١٧	الخيار
Anthraxnose	<i>Colletotrichum orbiculare</i>	<i>Pseudomonas aureofaciens</i> ١٥-٢٣	
Anthraxnose	<i>Colletotrichum orbiculare</i>	<i>Pseudomonas aureofaciens</i> ١٥-١٩	
Anthraxnose	<i>Colletotrichum orbiculare</i>	<i>Pseudomonas aureofaciens</i> ٢١-٥	
Crown rot	<i>Pythium ophanidermatum</i>	<i>Pseudomonas corrugate</i> ١٢	
Crown rot	<i>Pythium ophanidermatum</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i> C١٥	
Anthraxnose	<i>Colletotrichum orbiculare</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i> G٨-١	
Anthraxnose	<i>Colletotrichum orbiculare</i>	<i>Pseudomonas putida</i> ٢١-١٢	
Herbivory	<i>Acalymna vitatum</i>	<i>Pseudomonas putida</i> ٨٨B-٢٧	
Anthraxnose	<i>Colletotrichum orbiculare</i>	<i>Pseudomonas putida</i> ٨٨B-٢٧	
Systemic mosaic	Cucumber mosaic virus	<i>Pseudomonas putida</i> ٨٨B-٢٧	
Herbivory	<i>Diabrotica undecimpunctata</i>	<i>Pseudomonas putida</i> ٨٨B-٢٧	
Bacterial wilt	<i>Erwinia tracheiphila</i>	<i>Pseudomonas putida</i> ٨٨B ٢٧	

المرض المقاوم	المسبب المرضي أو الآلة القاروة	السلالة والتبع البكري	النوع المحصول
Angular leaf spot	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lachrymans</i>	<i>Pseudomonas putida</i> ٨B-٢٧	النخل
Vascular wilt	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerium</i>	<i>Pseudomonas putida</i> ٨B-٢٧	
Herbivory	<i>Acalymma vittatum</i>	<i>Serratia marcescens</i> ٩-١٦٦	
Anthraxnose	<i>Colletotrichum orbiculare</i>	<i>Serratia marcescens</i> ٩-١٦٦	
Systemic mosaic	Cucumber mosaic virus	<i>Serratia marcescens</i> ٩-١٦٦	
Herbivory	<i>Diabrotica undecimpunctata</i>	<i>Serratia marcescens</i> ٩-١٦٦	
Bacterial wilt	<i>Erwinia tracheiphila</i>	<i>Serratia marcescens</i> ٩-١٦٦	
Angular leaf spot	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lachrymans</i>	<i>Serratia marcescens</i> ٩-١٦٦	
Vascular wilt	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerium</i>	<i>Serratia marcescens</i> ٩-١٦٦	
Anthraxnose	<i>Colletotrichum orbiculare</i>	<i>Serratia plymuthica</i> ١-١٧	
Vascular wilt	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>raphani</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i> WCS٢٧٤	التبغ
Necrotic lesions	<i>Alternaria brassicicola</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i> WCS٤١٧	
Necrotic lesions	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i> WCS٤١٧	
Vascular wilt	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>raphani</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i> WCS٤١٧	
Necrotic lesions	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i> WCS٤١٧	
Necrotic lesions	Tobacco mosaic virus	<i>Pseudomonas fluorescens</i> vNSK٢	
Black root rot	<i>Thielaviopsis basicola</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i> CHAO	
Necrotic lesions	Tobacco mosaic virus	<i>Pseudomonas fluorescens</i> CHAO	
Wildfire	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tahaci</i>	<i>Serratia marcescens</i> ٩-١٦٦	
Vascular wilt	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i> WCS٤١٧	الطماطم
Systemic mosaic	Cucumber mosaic virus	<i>Pseudomonas putida</i> ٨B-٢٧	
Systemic mosaic	Cucumber mosaic virus	<i>Serratia marcescens</i> ٩-١٦٦	