

بدائل المبيدات
لمكافحة أمراض وآفات الخضر

سلسلة تكنولوجيا وفسولوجيا الخضر

بدائل المبيدات

لمكافحة أمراض وآفات الخضر

تأليف

أ.د. أحمد عبد المنعم حسن

أستاذ الخضر

كلية الزراعة – جامعة القاهرة

يطلب من كبرى دور النشر والمكتبات بمصر والعالم العربى

الطبعة الأولى ٢٠١٧

حسن، أحمد عبد المنعم
بدائل المبيدات لمكافحة أمراض وآفات الخضر /
تأليف أحمد عبد المنعم حسن.

ط١- القاهرة: - ٢٠١٧ م

٤٨٩ ص, ١٧ × ٢٤- (سلسلة تكنولوجيا وفسيلوجيا الخضر).

تدمك: ١- - - ٩٧٧ - ٩٧٨

١. المحاصيل الزراعية

٢. الخضراوات - زراعة - مكافحة الأمراض والآفات

أ. العنوان

٢٠١٧/

رقم الإيداع: ٢٠١٧/

تدمك: ١- - - ٩٧٧ - ٩٧٨

الطبعة الأولى

١٤٢٨ هـ - ٢٠١٧ م

© حقوق النشر والطبع والتوزيع محفوظة للمؤلف - ٢٠١٧

لا يجوز نشر جزء من هذا الكتاب أو إعادة طبعه أو اختصاره بقصد الطباعة أو
اختزان مادته العلمية أو نقله بأي طريقة سواء كانت إلكترونية أو ميكانيكية أو
بالتصوير أو خلاف ذلك دون موافقة خطيه من المؤلف مقدماً.

توزيع

القاهرة: الدار العربية للنشر والتوزيع الحديثة (درالة) - دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع - مكتبة الأنجلو
المصرية - الجيزة: المكتبة الأكاديمية - المنصورة: المكتبة العصرية.

وكذلك يطلب من كبرى دور النشر والمكتبات بمصر والعالم العربي

المقدمة

يُعبأ على المكافحة بالمبيدات أضرارها المؤكدة على الإنسان ما لم تُتخذ إجراءات غاية فى الصرامة للحد من وصولها للمستهلك، وتكلفتها العالية، فضلاً عن أضرارها على البيئة؛ فهى يمكن أن تقتل الأعداء الطبيعية للحشرات، ويمكن أن تبقى فى البيئة وأجسام الحيوانات لتسبب مشاكل يمكن أن تستمر لعدة سنوات، فضلاً عن سرعة تطوير الحشرات لسلاسل مقاومة للمبيدات؛ مما يستدعى الحاجة إلى جرعات أقوى منها، أو اللجوء إلى مبيدات أشد فتكاً بها؛ الأمر الذى يسبب مزيداً من المشاكل الصحية والبيئية.

ولهذه الأسباب.. كان الاتجاه نحو إيجاد بدائل للمبيدات من أجل مكافحة مسببات الأمراض والآفات التى تصيب النباتات، ولقد أنجز العلماء الكثير فى هذا المجال. وبينما عُرفت بعض بدائل المبيدات واستعملت بالفعل فى المكافحة منذ منتصف القرن العشرين، فإن الغالبية العظمى من تلك البدائل ظهرت فى العقدين أو الثلاثة عقود الأخيرة؛ الأمر الذى تؤكدُه قائمة مصادر هذا الكتاب؛ ذلك لأن معدل نشر الأبحاث فى هذا المجال قد تسارعت كثيراً منذ بداية الألفية الثالثة.

وقد تناولنا بالشرح فى هذا الكتاب جميع البدائل التى أوصت بها الدراسات - التى أمكن حصرها - لأجل مكافحة أمراض وآفات الخضر. وبينما دخلت بعض تلك التوصيات حيز التطبيق العملى، فإن الكثير منها لم يتعد مرحلة التوصية البحثية. هذا.. إلا أن نتائج البحوث سريعاً ما تجد طريقها للتطبيق العملى، خاصة من خلال الشركات التى تتسابق فيما بينها فى هذا المجال وتسوق لمنتجات الخضر عديد من المنتجات التجارية التى تستخدم كبداية للمبيدات.

وكلى أمل فى أن يجد منتجى الخضر فى هذا الكتاب ضالتهم فى مكافحة أمراض وآفات الخضر دون اللجوء لاستعمال المبيدات، وأن يستفيد منه الدارسين والباحثين والمصدرين. كما أمل أن يسهم الكتاب فى حماية البيئة، وإنتاج منتج صحى للتسويق المحلى، ويناسب احتياجات التصدير.

أ.د. أحمد عبد المنعم حسن

أستاذ الخضر

كلية الزراعة - جامعة القاهرة

محتويات الكتاب

الصفحة

٥ مقدمة

الفصل الأول

مفهوم مكافحة المتكاملة

٢٧

٢٨ بدائل المبيدات المستخدمة فى مكافحة المتكاملة للأمراض والحشرات

٣٥

..... وسائل مكافحة المتكاملة لنيماتودا تعقد الجذور

٣٨

..... وسائل مكافحة المتكاملة للحشرات

الفصل الثانى

تعقيم وتطهير التربة

٤١

٤١ تعقيم التربة بالتشميس

٤١

تأثير التعقيم بالإشعاع الشمسى على مسببات الأمراض والآفات التى تعيش فى التربة..

٥١

..... تأثير التعقيم بالإشعاع الشمسى على الحشائش

٥٣

..... التأثيرات الأخرى الإيجابية والسلبية للتعقيم بالإشعاع الشمسى

٥٤

..... بدائل المبيدات لتعقيم التربة

٥٤

..... فوق أكسيد الأيدروجين وثانى أكسيد الأيدروجين

٥٥

..... التعقيم اللاهوائى للتربة

٥٥

..... استخدام مخلفات الفصيلة الكرنبية (الصليبيات) فى تعقيم التربة

٥٨

..... التعقيم (أو التطهير) بهيبوكلوريت الصوديوم أو الكالسيوم

٥٩

..... الفورمالدهيد

٦٠

..... بدائل بروميد الميثايل الأقل تأثيراً على البيئة وصحة الإنسان

٦٠

..... البازاميد

٦٢

..... يوديد اليثايل

الفصل الثالث

الممارسات الزراعية

٦٥

٦٦

..... الدورة الزراعية

الصفحة

٦٨	غمر التربة بالماء لفترات طويلة
٧٠	التجهيز الجيد لحقل الزراعة
	قلب الأسمدة الخضراء والمخلفات النباتية والحيوانية
٧٠	والكمبوست في التربة
٧١	الأسمدة الخضراء
٧١	إضافات الأسمدة الحيوانية.....
٧٢	إضافات الكمبوست للتربة
٧٧	زراعة المحاصيل الشراكية والصائدة والحاجة
٧٧	المحاصيل الشراكية والصائدة
٨٠	المحاصيل الحجازة أو العائقة
٨١	طريقة الزراعة
٨١	الزراعة على مصاطب مرتفعة
٨١	كثافة الزراعة
٨٢	مسافة الزراعة
٨٢	عمق الزراعة
٨٢	الطعوم السامة للحشرات
٨٢	طعم الشبّة
٨٢	فوسفات الحديد.....
٨٣	أغطية التربة (الملش)
٨٣	الأغطية البلاستيكية العاكسة للضوء
٨٤	الأغطية البلاستيكية الصفراء الجاذبة للحشرات
٨٥	الأغطية البلاستيكية الحمراء
٨٥	الأغطية البلاستيكية البيضاء
٨٦	التطعيم
٨٦	أمثلة لحالات مكافحة الأمراض بالتطعيم

الصفحة

٩٠	..... مخاطر الاعتماد على التطعيم فى مكافحة الأمراض
٩١	..... أمثلة لحالات مكافحة الحشرات بالتطعيم
٩١	..... دور أغذية النباتات
٩٣	..... تغطية النباتات بشباك بيضاء طاردة للحشرات
٩٤	..... الأسمدة والتسميد
٩٥	..... الأسمدة الآزوتية
٩٧	..... الأسمدة البوتاسية
٩٨	..... الأسمدة الفوسفاتية
٩٩	..... التسميد بالكالسيوم

الفصل الرابع

١٠١	وسائل مكافحة الميكانيكية والفيزيائية
١٠٤	..... التبريد الفائق لأعضاء التكاثر
١٠٥	..... معاملة البذور بالماء الساخن
١٠٥	..... المصائد الملونة
١٠٦	..... الصابون السائل
١٠٨	..... الزيوت
١١٢	..... الكاولين
١١٣	..... التربة الدياتومية
١١٤	..... شفت الحشرات

الفصل الخامس

١١٥	السيليكون والكبريت والمركبات النحاسية وأملاح البيكربونات
١١٥	..... السيليكون
١١٥	..... الكبريت والكبريت الجبرى
١١٦	..... المركبات النحاسية

الصفحة

١١٧ أملاح البيكربونات

الفصل السادس

١١٩ مستخلصات النباتات والكائنات الدقيقة

١١٩ مركبات الأيض الثانوية

١١٩ أنواعها

١٢١ طريقة فعلها

١٢٢ طرق استخلاصها

١٢٢ بعض المستخلصات النباتية واستعمالاتها

١٢٤ مكافحة مختلف المسببات المرضية بالمستخلصات النباتية

١٢٤ استعمال المستخلصات النباتية في مكافحة الفطريات

١٢٨ استعمال المستخلصات النباتية في مكافحة البكتيريا

١٢٩ استعمال المستخلصات النباتية في مكافحة الفيروسات

١٣٠ مستخلصات نباتية متداولة

١٣٠ زيت النيم والآزاديراكتين

١٣٢ مُستخلص الثوم

١٣٣ البيرثرم

١٣٤ الروتينون

١٣٤ الشيتين والشيتوسان

١٣٥ الاسبينوساد

الفصل السابع

١٣٧ المقاومة المستحثة كيميائياً ضد الأمراض

١٣٨ أملاح الفوسفات

١٣٩ حامض الفوسفورس وأيونات الفوسفونيت والفوسفونات

١٤٣ أي إن أي INA

١٤٣ مشتقات الـ بي تي إنتش BTH، والـ أي إس إم ASM

الصفحة

١٥١	..... الـ بى بى أى بى أى BABA
١٥١	..... مدى التأثير
١٥٣	..... طريقة المعاملة
١٥٣	..... مزيد من الأمثلة

الفصل الثامن

المكافحة الحيوية

١٥٧	..... مجموعات الكائنات المستخدمة فى مكافحة الحيوية
١٥٨	..... آليات مكافحة الحيوية
١٦٣	..... نوعيات المقاومة المستحثة بيولوجياً
١٦٦	..... الكائنات المحدثة للمقاومة الجهازية المستحثة بيولوجياً
١٦٩	..... بكتيريا المحيط الجذرى
١٨٠	..... النوع البكتيرى <i>Bacillus subtilis</i>
١٨٢	..... الزيدومانادز الفلورية
١٨٤	..... أنواع بكتيرية أخرى تستخدم فى مكافحة الحيوية للأمراض
١٨٤	..... البكتيريا المتطفلة على المسببات المرضية
١٨٧	..... البكتيريا المثبتة لآزوت الهواء الجوى
١٨٨	..... الفطريات والخمائر المستعملة فى مكافحة الأمراض
١٨٨	..... الميكوريزا
١٩٣	..... الفطر <i>Coniothyrium minitans</i>
١٩٤	..... الخمائر
١٩٤	..... استخدام الإنزيمات الشيتينية فى مكافحة الأمراض الفطرية
١٩٥	..... الحماية من السلالات القوية من الفيروسات بعدواها بسلالة ضعيفة ..
١٩٦	..... مكافحة البيولوجية للنيماتودا
١٩٦	..... مكافحة بالبكتيريا والفطريات
١٩٧	..... مكافحة بالتحميل على نباتات تمنع تكاثر النيماتودا

الصفحة

١٩٧	استعمال مستخلصات الكمبوست رشاً على النموات الخضرية وسقياً للتربة..
٢٠٠	المكافحة الحيوية للحشرات والأكاروسات
٢٠٠	أنواع الكائنات الحية المستخدمة فى مكافحة الحيووية للحشرات والأكاروسات
٢٠١	متطلبات نجاح مكافحة الحيووية للحشرات
٢٠٣	المكافحة الحيووية بالاعتماد على الحشرات والأكاروسات
٢٠٥	المكافحة الحيووية بالاعتماد على الفطريات
٢٠٨	المكافحة الحيووية بالاعتماد على البكتيريا
٢١٤	المكافحة الحيووية بالاعتماد على الفيروسات
٢١٤	المكافحة الحيووية بالاعتماد على النيماتودا
٢١٧	المنتجات التجارية للمكافحة الحيووية

الفصل التاسع

٢٣٣	الطماطم
٢٣٤	الذبول الطرى (أو تساقط البادرات)
٢٣٤	المكافحة بالبكتيريا
٢٣٥	المكافحة بالزيوت الأساسية.....
٢٣٥	أعفان الجذور
٢٣٥	المكافحة بالتطعيم
٢٣٦	المكافحة بالبكتيريا
٢٣٦	المكافحة بالإضافات العضوية للتربة والشيتين والشيتوسان
٢٣٧	الذبول الفيوزارى
٢٣٧	المكافحة بالتطعيم
٢٣٩	المكافحة بالترايكودرما
٢٣٩	المكافحة بالفطر <i>Penicillium oxalicum</i>
٢٤٠	المكافحة ببكتيريا المحيط الجدرى
٢٤٠	ذبول فيرتسيليم

الصفحة

٢٤٠	..... المكافحة بالتطعيم
٢٤٢	..... عفن التاج والجذر الفيوزارى
٢٤٢	..... المكافحة الحيوية
٢٤٢	..... المكافحة بالشيتوسان
٢٤٢	..... المكافحة بالسيليكون
٢٤٣	..... الندوة المتأخرة
٢٤٣	..... المكافحة ببكتيريا المحيط الجذرى
٢٤٤	..... المكافحة بالزيوت الأساسية
٢٤٥	..... الندوة المبكرة
٢٤٥	..... المكافحة بالترايكودرما
٢٤٥	..... المكافحة ببكتيريا المحيط الجذرى مع مستخلص نباتى
٢٤٦	..... البياض الدقيقى
٢٤٦	..... المكافحة بالزيوت النباتية
٢٤٦	..... المكافحة بالكبريت القابل للبلل وبمستحضات المقاومة
٢٤٦	..... المكافحة بالسيليكون
٢٤٧	..... الأنثراكنوز
٢٤٧	..... المكافحة بالشيتوسان
٢٤٧	..... عفن الثمار الألترنارى
٢٤٧	..... المكافحة بالخمائر والمواد الناشرة لبكتيريا المحيط الجذرى
٢٤٧	..... المكافحة بالفطر غير المرض <i>Penicillium oxalicum</i>
٢٤٧	..... المكافحة بزيت النبات <i>Laurus nobilis</i>
٢٤٨	..... المكافحة بالشيتوسان والمثيل جاسمونيت
٢٤٨	..... العفن الرمادى
٢٤٨	..... المكافحة بالخمائر والفطريات والبكتيريا

الصفحة

٢٤٩	.....	المكافحة بالترايكودرما ومستحضات المقاومة
٢٤٩	.....	المعاملة بحامض الهكسانووك
٢٤٩	.....	الذبول البكتيري
٢٤٩	.....	المكافحة بالتطعيم
٢٥٠	.....	المكافحة بفطريات المحيط الجذرى المحفزة للنمو
٢٥١	.....	المكافحة بإضافات الأسمدة الحيوانية للتربة
٢٥١	.....	المكافحة بالزيوت النباتية
٢٥١	.....	المكافحة بمستخلصات نباتية
٢٥٢	.....	المكافحة بالثيمول ومستحضات المقاومة
٢٥٢	.....	المكافحة بالكالسيوم
٢٥٣	.....	البقع البكتيرية والنقط البكتيرية
٢٥٣	.....	المكافحة ببكتيريا المحيط الجذرى
٢٥٤	.....	المكافحة بملتهمات البكتيريا (البكتيروفاجات)
٢٥٥	.....	المكافحة بالشيتوسان
٢٥٥	.....	المكافحة بحامض الفوسفورس
٢٥٥	.....	المكافحة بمستحضات المقاومة
٢٥٦	.....	نيماتودا تعقد الجذور
٢٥٦	.....	المكافحة بالتطعيم
٢٥٧	.....	المكافحة بالميكوريزا والبكتيريا المتطفلة على النيماتودا
٢٥٧	.....	المكافحة الحيوية بالبكتيريا والفطريات
٢٥٨	.....	المكافحة بالدورة الزراعية
٢٥٩	.....	المكافحة بالتبخير الحيوى للتربة بمخلفات البروكولى
٢٥٩	.....	المكافحة بالإضافات النباتية للتربة
٢٥٩	.....	المكافحة بالمستخلصات النباتية

الصفحة

- ٢٦٠ المكافحة بمستحضرات المقاومة
- ٢٦٢ **فيروسا موزايك التبغ وموزايك الطماطم**
- ٢٦٢ الفحص الدورى للإصابات الحشرية الناقلة للفيروسات
- ٢٦٢ المكافحة بزراعة الأصناف المقاومة
- ٢٦٢ المكافحة باتباع وسائل النظافة العامة
- ٢٦٣ المكافحة بمعاملة البذور لتخليصها من الفيروس
- ٢٦٣ المكافحة باللبن (الحليب) والمواد الناشرة
- ٢٦٤ المكافحة بالعدوى بسلاسل ضعيفة من الفيروس
- ٢٦٦ **فيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطم**
- ٢٦٧ المكافحة بزراعة الأصناف المقاومة
- ٢٦٧ المكافحة بتخير مواعيد الزراعة المناسبة
- ٢٦٧ المكافحة بزراعة العوائل المفضلة للحشرة بين خطوط الطماطم
- ٢٦٨ المكافحة باستعمال قش الأرز كغطاء للتربة لجذب الحشرات
- ٢٦٨ المكافحة بتثبيت لوحات وشرائط صفراء جاذبة للحشرات
- المكافحة باستعمال أغشية للبيوت البلاستيكية من الفينيل الممتص للأشعة فوق
- ٢٦٩ **UV-Absorbing البنفسجية**
- ٢٦٩ المكافحة باستعمال أغشية التربة البلاستيكية الصفراء الجاذبة للحشرات...
- ٢٧٠ المكافحة باستعمال أغشية التربة البلاستيكية العاكسة للضوء والطاردة للحشرات ..
- ٢٧٠ المكافحة باستعمال الأغشية الطافية للنباتات لمنع وصول الحشرات إليها
- ٢٧٢ المكافحة بالزيوت المعدنية.....
- ٢٧٢ المكافحة بالمنظفات الصناعية
- ٢٧٣ المكافحة بالمضادات الحيوية للذبابة البيضاء
- ٢٧٣ المكافحة الحيوية للذبابة البيضاء
- ٢٧٤ المكافحة بالإيوجينول

الصفحة

٢٧٤	.....	البطاطس، وواى البطاطس
٢٧٤	.....	المكافحة بأغطية التربة العاكسة للضوء
٢٧٥	.....	فبرس إكس البطاطس
٢٧٥	.....	المكافحة بحامض السلسيلك
٢٧٦	.....	الهالوك
٢٧٦	.....	المكافحة بالتطعيم

الفصل العاشر

الفلل والباذنجان

٢٧٧	.....	الذبول الفيوزارى
٢٧٧	.....	المكافحة بالتطعيم
٢٧٨	.....	ذبول فيرتسيليم
٢٧٨	.....	المكافحة بالتطعيم
٢٧٨	.....	المكافحة المزدوجة بكل من الترايكودرما والدازوميت
٢٧٩	.....	المكافحة بسلالات فيوزاريم غير ممرضة
٢٧٩	.....	المكافحة بالديدان الأرضية
٢٧٩	.....	عفن الجذور الرايزكتونى واللثة الجنوبية
٢٧٩	.....	المكافحة ببكتيريا المحيط الجذرى
٢٧٩	.....	عفن التاج والجذر الفيتوفثورى
٢٧٩	.....	المكافحة بالتطعيم
٢٨٠	.....	المكافحة البيولوجية بالبكتيريا
٢٨١	.....	المكافحة بالترايكودرما
٢٨٢	.....	المكافحة بالمستخلص المائى للكبوست

الصفحة

٢٨٢	..... المكافحة بالملاط الناتج من الهضم اللاهوائى للسبلة الحيوانية
٢٨٢	..... المكافحة بالسيليكون
٢٨٣	..... البياض الدقيقى
٢٨٣	..... المكافحة ببكتيريا المحيط الجذرى والترايكودرما
٢٨٣	..... المكافحة بالمستخلصات النباتية
٢٨٣	..... المكافحة بالمركبات الفوسفورية والكبريت
٢٨٤	..... البقع البكتيرية
٢٨٤	..... المكافحة بالتحميل على أصناف مقاومة
٢٨٤	..... نيماتودا تعقد الجذور
٢٨٤	..... المكافحة بالتطعيم
٢٨٥	..... فيروس موزايك الطماطم
٢٨٥	..... المكافحة بالموجات الضوئية المناسبة
٢٨٥	..... فيروس اى البطاطس وموزايك الخيار
٢٨٥	..... المكافحة بالأغطية الطافية

الفصل الحادى عشر**البطاطس**

٢٨٧	..... أعفان الجذور والذبول وأمراض التربة
٢٨٧	..... المكافحة بتشخيص التربة
٢٨٧	..... المكافحة الحيوية بالبكتيريا والفطريات والكمبوست ومستخلصاته والدورة ...
٢٨٩	..... المكافحة بالمستخلصات النباتية
٢٨٩	..... المكافحة بالفوسفيت
٢٩٠	..... الندوة المتأخرة
٢٩٠	..... المكافحة بالممارسات الزراعية
٢٩١	..... المكافحة الحيوية

الصفحة

٢٩٢	.....	المكافحة بالمستخلصات النباتية
٢٩٤	.....	المكافحة بالزيوت الأساسية
٢٩٥	.....	المكافحة بالفوسفونات
٢٩٥	.....	المكافحة بالفطريات المنتجة للبنسلين
٢٩٥	.....	المكافحة بالشيتوسان
٢٩٥	.....	المكافحة بثاني أكسيد الأيدروجين
٢٩٦	.....	المكافحة بمسحط المقاومة: الـ BABA
٢٩٦	.....	المكافحة بالمركبات النحاسية
٢٩٧	.....	الذبول البكتيري
٢٩٧	.....	المكافحة بالتحميل
٢٩٧	.....	العفن الطرى البكتيري
٢٩٧	.....	المكافحة ببكتيريا المحيط الجذري
٢٩٨	.....	العفن البنى
٢٩٨	.....	المكافحة بالتعقيم البيولوجي للتربة
٢٩٨	.....	الفيتوبلازما
٢٩٨	.....	المكافحة بحامض السلسيلك
٢٩٩	.....	أمراض ما بعد الحصاد
٢٩٩	.....	المكافحة بالفوسفيت فى الحقل الإنتاجى
٢٩٩	.....	المكافحة بالحصاد بطريقة مناسبة
٣٠٠	.....	المكافحة بأملح الفوسفونات والكاربونات والبيكربونات والبروبيونات
٣٠١	.....	فراشة درنات البطاطس
٣٠١	.....	المكافحة البيولوجية

الفصل الثانى عشر

٣٠٣

القرميات

٣٠٤

..... (أو تساقط البادرات) **الذبول الطرى**

الصفحة

٣٠٤	..... المكافحة الحيوية
٣٠٧	..... المكافحة بحامض الخليك
٣٠٧	..... المكافحة بمضادات الأكسدة
٣٠٨	..... التطعيم كوسيلة لمكافحة مختلف أمراض وآفات القرعيات
٣١٣	..... الذبول الفيوزارى
٣١٣	..... المكافحة بالتطعيم
٣١٧	..... المكافحة ببكتيريا المحيط الجذرى
٣١٧	..... المكافحة بالفطريات الداخلية التطفل
٣١٨	..... المكافحة بالترايكودرما
٣١٨	..... المكافحة بمستخلصات الكمبوست
٣١٩	..... المكافحة بالسماذ الأخضر
٣١٩	..... الذبول المفاجئ
٣١٩	..... المكافحة بالتطعيم
٣٢١	..... المكافحة ببكتيريا المحيط الجذرى
٣٢١	..... المكافحة بسلالات ضعيفة التطفل من الفطر
٣٢٢	..... المكافحة بتشميس التربة
٣٢٢	..... المكافحة بمستحضات المقاومة
٣٢٢	..... ذبول فيرتسيليم
٣٢٢	..... المكافحة بالتطعيم
٣٢٣	..... عفن التاج والجذر والثمار
٣٢٣	..... المكافحة بالتطعيم
٣٢٤	..... المكافحة بعزلات غير ممرضة من فطر الفيوزاريم
٣٢٤	..... المكافحة بالمستخلصات النباتية
٣٢٤	..... عفن الجذور الفيتوفثورى
٣٢٤	..... المكافحة بالتطعيم
٣٢٥	..... المكافحة بالسيليكون

الصفحة

٣٢٥	.....	لفحة الساق الصمغية
٣٢٥	.....	المكافحة بالتطعيم
٣٢٦	.....	البياض الدقيقى
٣٢٦	.....	المقاومة بالتطعيم
٣٢٧	.....	المكافحة الحيوية
٣٢٩	.....	المكافحة بالمستخلصات النباتية
٣٣١	.....	المكافحة بالشيتوسان
٣٣١	.....	المكافحة باللبن الحليب
٣٣٢	.....	المكافحة بالأحماض الأمينية
٣٣٢	.....	المكافحة بأملح الفوسفات والبوتاسيوم
٣٣٤	.....	المكافحة بالسيليكون
٣٣٥	.....	المكافحة بالكوبالت
٣٣٦	.....	المكافحة بالسيلينيم
٣٣٦	.....	المكافحة بماء الكلس ومضادات النتح
٣٣٦	.....	المكافحة بأملح البيكربونات
٣٣٧	.....	المكافحة بالمنظفات والمواد الناشرة
٣٣٧	.....	المكافحة بالزيوت
٣٣٧	.....	المكافحة بفوق أكسيد الأيدروجين والتوربو
٣٣٧	.....	المكافحة بحامض السلسيلك
٣٣٨	.....	المكافحة بمستحضات المقاومة
٣٣٩	.....	استعراض للمكافحة ببدائل المبيدات
٣٤١	.....	البياض الزغبي
٣٤١	.....	المكافحة المتكاملة
٣٤٣	.....	المكافحة بالمستخلصات النباتية
٣٤٣	.....	المكافحة بالسيليكون
٣٤٣	.....	المكافحة بال BABA

الصفحة

٣٤٤	..... لفحة أوراق ألترناريا
٣٤٤	..... المكافحة البيولوجية
٣٤٤	..... الأنتراكنوز
٣٤٤	..... المكافحة بالمستخلصات النباتية
٣٤٥	..... المكافحة بال ASM
٣٤٥	..... الجرب
٣٤٥	..... المكافحة بال ASM
٣٤٥	..... تلطخ الثمار البكتيري
٣٤٥	..... المكافحة بالشيتوسان
٣٤٦	..... الأمراض الفيروسية
٣٤٦	..... المكافحة بالوسائل الزراعية ذات الصبغة العامة
٣٤٧	..... المكافحة بالتطعيم
٣٤٧	..... المكافحة باستعمال أغطية التربة العاكسة للضوء
٣٤٨	..... المكافحة بالأغطية الطافية
٣٤٩	..... المكافحة بالزيوت
٣٥٠	..... المكافحة بسلالات ضعيفة من الفيروس
٣٥٢	..... المكافحة الحيوية
٣٥٢	..... نيماتودا تعقد الجذور
٣٥٢	..... المكافحة بالتطعيم
٣٥٢	..... المكافحة بالدورة الزراعية مع أصناف مقاومة
٣٥٢	..... المكافحة بالإضافات العضوية للتربة
٣٥٣	..... خنافس الخيار
٣٥٣	..... المكافحة بأغطية التربة

الصفحة

الفصل الثالث عشر**البصل**

٣٥٥

٣٥٥

٣٥٥

٣٥٦

٣٥٦

٣٥٩

٣٦٠

٣٦٠

٣٦١

٣٦١

٣٦١

٣٦١

العفن الأبيض

المكافحة بوسائل زراعية

المكافحة بتشميس التربة

المكافحة الحيوية

المكافحة بالمستخلصات النباتية

المكافحة بمخلفات البصل المكثور

المكافحة بمستحضات إنبات الأجسام الحجرية

العفن الاسكليروشى

المكافحة بالميكوريزا

العفن القاعدى

المكافحة بالميكوريزا

الفصل الرابع عشر**محاصيل الخضر الرئيسية الأخرى**

٣٦٣

٣٦٣

٣٦٣

٣٦٣

٣٦٤

٣٦٤

٣٦٤

٣٦٦

٣٦٦

البسلة

الذبول الفيوزارى

البياض الدقيقى

الصدأ

الفاصوليا

أمراض الجذور

الصدأ

الأنثراكنوز

الصفحة

٣٦٦	تبقع الأوراق الزاوى
٣٦٦	اللوبيا
٣٦٦	أعفان الجذور
٣٦٧	الذبول الفيوزارى
٣٦٨	أمراض النموات الخضرية
٣٦٨	نيماتودا تعقد الجذور
٣٦٨	ثاقبة القرون وخنفساء القرون
٣٦٩	الفول
٣٦٩	سوسة الفول
٣٦٩	الخضر الكرنبية (الصليبيات)
٣٦٩	الذبول الفيوزارى
٣٧٠	الجزر الصولجانى
٣٧١	البياض الزغبى
٣٧٣	نيماتودا تعقد الجذور
٣٧٣	الخنفساء البرغوثية
٣٧٤	الخنس
٣٧٤	سقوط الخنس (الاسكليروتينيا)
٣٧٤	البياض الزغبى
٣٧٥	النقط البكتيرية
٣٧٥	الخرشوف
٣٧٥	عفن البذور
٣٧٦	العفن الأبيض
٣٧٦	الفراولة
٣٧٦	البياض الدقيقى

الصفحة

٣٧٧	العفن الرمادى
٣٧٨	القلب الأحمر وعفن التاج
٣٧٨	الجزر
٣٧٨	فطريات الألترناريا والبوتريتس
٣٧٩	عفن الجذور (اسكليروتينيا)
٣٨٠	السبانخ
٣٨٠	الذبول الفيوزارى

الفصل الخامس عشر

٣٨١	الزراعات المحمية الأرضية واللاأرضية
٣٨١	التحكم فى الطول الموجى للأشعة النافذة من الأغشية البلاستيكية ..
٣٨٧	المكافحة الحيوية
٣٨٨	مكافحة مسببات الأمراض
٣٩٨	مكافحة الحشرات
٤٠٤	مكافحة الأكاروسات
٤٠٥	مشاكل المكافحة الحيوية
٤٠٧	ممارسات خاصة لمكافحة الأمراض والآفات فى الزراعات اللاأرضية.
٤٠٧	تعقيم أو تطهير المحاليل المغذية فى النظم المغلقة
٤١٢	معاملة المحاليل المغذية بغاز ثانى أكسيد الكربون
٤١٣	زيادة الضغط الأسموزى للمحاليل المغذية
٤١٣	التحكم فى نسب ومستويات العناصر بالمحاليل المغذية
٤١٥	إضافة المواد الناشرة إلى المحاليل المغذية فى المزارع المائية
٤١٨	المعاملة بالسيليكون
٤٢٠	المعاملة بالمركبات الشيتينية
٤٢١	تزويد المحاليل المغذية ببكتيريا وفطريات المكافحة الحيوية

الصفحة

- ٤٢٢ إضافة بكتيريا الـ Pseudomonads
- ٤٢٢ إضافة فطريات الميكوريزا

الفصل السادس عشر

- ٤٢٥ **مكافحة أمراض ما بعد الحصاد**
- ٤٢٥ بدائل الكلور المستخدمة فى التطهير السطحى
- ٤٢٥ **المكافحة الحيوية**
- ٤٢٦ مكافحة الأمراض الفطرية بالبكتيريا
- ٤٢٨ مكافحة الأمراض الفطرية بالخميرة والفطريات الأخرى
- ٤٢٩ **المعاملات الفيزيائية**
- ٤٢٩ الماء الساخن
- ٤٣٠ الأشعة فوق البنفسجية
- ٤٣٢ **المعاملة بالزيت الأساسية**
- ٤٣٧ **المعاملة بمركبات الأيض الثانوية كمثبات للمقاومة**
- ٤٣٨ المثيل سالييلات
- ٤٣٨ حامض الجاسمونك والميثيل جاسمونيت
- ٤٣٩ الأيزوثيوسيانات
- ٤٣٩ مركبات عطرية طبيعية أخرى تنتجها الثمار
- ٤٤١ **المعاملة بمركبات حيوية مضادة للفطريات والبكتيريا**
- ٤٤١ حامض الخليك
- ٤٤٢ حامض الأراشيدونك
- ٤٤٢ الشيتوسان
- ٤٤٦ **المعاملة بمركبات كيميائية مضادة للفطريات والبكتيريا**
- ٤٤٦ مركبات الكالسيوم
- ٤٤٦ فوق أكسيد الأيدروجين

الصفحة

٤٤٧	..... الأوزون
٤٤٨	..... سلفيد الأيدروجين
٤٤٨	..... أملاح البيكربونات
٤٤٨	..... حامض الجبريلليك
٤٤٨	..... أكسيد النيتروز
٤٤٩	..... الـ 2,5-DMBA
٤٤٩	..... المعاملة بمشيرات المقاومة المستحثة للأمراض
٤٥١	..... الـ BTH (وأيضًا الـ SAM)، والـ BABA
٤٥٣	..... الـ harpin
٤٥٣	..... الـ BFO
٤٥٥	..... المراجع

الفصل الأول

مفهوم مكافحة المتكاملة

إن مكافحة المتكاملة للآفات تتطلب الإلمام بمختلف الطرق المتاحة لمكافحة الأمراض والآفات، وموقع كل منها في البرنامج المتكامل، كما يلي:

١- يعتمد أساس مكافحة المتكاملة في الزراعة على اتباع ممارسات زراعية جيدة تُفيد في تعزيز النمو النباتي القوي الخالي من الإصابات المرضية والحشرية. وتتضمن تلك الممارسات الدورات الزراعية التي تحد من تواجد عوائل المسببات المرضية، والحراثة المعتدلة التي يمكن أن تقضى على دورة حياة الآفات والمسببات المرضية، وتدفن الحشائش في التربة، وتفيد في تجهيز مهاد جيد للبذور يمكن أن يحتفظ برطوبة مناسبة ويكون بكثافة ظاهرية مثلى. كذلك فإن الإدارة الجيدة لخصوبة التربة ورطوبتها يمكن أن تحد من الإصابات المرضية من خلال تقليل ظروف الشد. ويمكن في المشاتل والزراعات المحمية التحكم في الظروف البيئية من حرارة ورطوبة أرضية وإضاءة وبيئات زراعية؛ بما يفيد في جعل النباتات أكثر قدرة على مقاومة الإصابات المرضية.

٢- يأتي بعد ذلك الاختيار المناسب للجيرمبلازم المقاوم للمسببات المرضية والحشرية. إن الأصناف المقاومة للأمراض كثيرة للغاية، وتتوفر المقاومة للآفات في عدد أقل من الأصناف. ومتى توفرت الصفات البستانية المرغوب فيها في صنف مقاوم لأحد الأمراض أو الآفات الهامة لا يكون من الحكمة عدم الاعتماد عليه في الزراعة.

ولا تقل أهمية عن اختيار الجيرمبلازم ضرورة إجراء المعاملات المناسبة للتأكد من خلو البذور وأعضاء التكاثر من المسببات المرضية، وتطهيرها منها إن وجدت.

٣- يمكن كذلك الاستعانة بالوسائل التي تعتمد على خصائص بيولوجية معينة، مثل المصائد الفيرومونية والمبيدات الميكروبية المستخدمة في مكافحة الحيوية.

٤- ثم يأتي بعد ذلك دور مختلف المركبات الكيميائية المخلقة والتي منها المبيدات (Gardner & Fravel ٢٠٠٢).

ونظراً لأن مختلف وسائل مكافحة لا تُفيد في مكافحة جميع المسببات المرضية والآفات في جميع الحالات، وإنما هي توجه لمكافحة آفات معينة في ظروف محددة؛ فإنه يتعين تخيير وسائل مكافحة المتكاملة تبعاً لكثافة تواجد الآفة أو المسبب المرضي، ومدى فاعلية مختلف وسائل مكافحة معها.

ومن أهم وسائل مكافحة الآفات والمسببات المرضية التي تعيش في التربة (بدائل التعقيم الشامل ببروميدي الميثايل)، ما يلي (عن Labrada ٢٠١٠):

١- الزراعات اللاأرضية soilless والزراعات المائية hydroponics:

تُفيد هذه الزراعات في تجنب الإصابات المرضية وليس مكافحتها، وهي تتضمن الزراعة في بيئات مثل: البيت موس والفيرميكيوليت والصوف الصخري والبرليت وألياف جوز الهند وقشرة الأرز ونشارة الخشب.

٢- التعقيم بالبخار، وبالماء الساخن.

٣- مكافحة الحيوية.

٤- التطعيم على أصول مقاومة.

٥- التبخير البيولوجي للتربة بالاعتماد على بقايا نباتية منتجة لمركبات مثبطة للمسببات المرضية، مثل بقايا الكربنيات، وخاصة البروكولي.

٦- تشميس التربة soil solarization .

بدائل المبيدات المستخدمة في مكافحة المتكاملة للأمراض والحشرات

إن بدائل المبيدات كثيرة جداً، وهي موضوع هذا الكتاب. ونقدم - فيما يلي - عرضاً موجزاً لاستعمالات عدد من تلك البدائل كتعريف أولى بها.

إن من بين بدائل المبيدات المسموح باستعمالها فى مكافحة أمراض وحشرات الخضر – خاصة فى الزراعات العضوية – ما يلى (عن Caldwell وآخرين ٢٠١٣).

المحصول	المرض أو الآفة	بدائل المبيدات المسموح بها
الثوميات	ذبابة البصل <i>Delia antiqua</i> ،	النيماتودا المتطفلة
	وذبابة حبوب الذرة <i>Delia platura</i>	معاملة البذور بالاسبينوساد Spinosad وطعم الاسبينوساد
	تربس البصل	الرش بالاسبينوساد
		الرش بمنتجات النيم
		المعاملة بطين الكاولين Kaolin
		المعاملة بالصابون
		المعاملة بالزيوت
	الدودة القاطعة	النيماتودا المتطفلة
		طعم الاسبينوساد أو <i>B. thurengensis</i>
	لفحة أوراق بوتريتس	المعاملة بال Serenade الذى يحتوى على <i>Bacillus subtilis</i>
	اللطة الأرجوانية	المعاملة بال Serenade
	البياض الزغبى	المعاملة بال Serenade، وال Sonata
الكرنبيات	من الكرنب <i>Brevicoryne brassica</i>	الصابون
		الروتينون
		منتجات النيم
		الزيوت
		الكاولين
		الاسبينوساد
	الدودة القياسة	البكتيريا <i>B. thuringensis</i> (Bt)
	والفراشة ذات الظهر الماسى	منتجات النيم
		تبادل Bt مع الاسبينوساد أو النيم
		النيماتودا المتطفلة
		معاملة البذور بالاسبينوساد
		طعم الاسبينوساد
	ذبابة الكرنب <i>Delia radicum</i>	

المحصول	المرض أو الآفة	بدائل المبيدات المسموح بها
	الخنفساء البرغوثية	الاسبينوساد
		منتجات النيم
		المعاملة بالكابسايسين capsaicin
	العفن الأسود (بكتيري)	المركبات النحاسية
	تبقع الأوراق الألترناري	المركبات النحاسية
	البياض الزغبي	المركبات النحاسية
	العفن الأبيض (<i>Sclerotinia</i> التحضير التجاري Contans الذى يحتوى على الفطر <i>Coniothyrium minitans</i>) <i>sclerotiorum</i>	الصابون
السيانخ- البنجر- السلق- المسن		منتجات النيم
		الفطر <i>Beauveria bassiana</i>
	الخنفاف البرغوثية	المنتج التجاري Entrust
		البييرثرين Pyrethrin
	ذبابة حبوب الذرة <i>Delia platura</i>	معاملة البذور بالاسبينوساد
		طعم الاسبينوساد
	صانعات الأنفاق	الاسبينوساد
القرعيات	خنفساء الكوسة <i>Anasa tristis</i>	البييرثرم
		النيم
		مخلوط من البييرثرم والنيم
	ثاقبات ساق الكوسة	الـ Bt ، خاصة <i>Bt aizawai</i>
		الاسبينوساد
	خنفساء الخيار المخططة	الكاولين
	والذبول البكتيري	البييرثرم
		النيماتودا المتطفلة
	البياض الزغبي	المركبات النحاسية

المحصول	المرض أو الآفة	بدائل المبيدات المسموح بها
	البياض الدقيقي	الكبريت النحاس الزيوت المعدنية والنباتية بيكربونات البوتاسيوم الـ Serenade
البقوليات	المن	مخلوط من الزيت وبيكربونات البوتاسيوم الصابون النيم
	الديدان القاطعة	النيماتودا المتطفلة طعم الـ الاسبينوساد أو الـ Bt
	خنفساء الفاصوليا المكسيكية	المنتج التجارى Entrust مخلوط من البييرثرين والـ Neemix الزنبور <i>Pediobius foveolat</i>
	نطاط أوراق البطاطس	البييرثرين
	اللفحة البكتيرية (بسلة وفاصوليا)	المركبات النحاسية
	اللفحة الهالية	المركبات النحاسية
	الذبول الفيوزارى - أمراض بثيم-	المنتج التجارى Actinovate AG (الذى يحتوى على
	عفن الجذور الرايزكتونى	<i>Streptomyces lydicus</i>) والمنتج Mycostap (الذى يحتوى على <i>Streptomyces griseoviridis</i>)، والمنتج T22 HC (الذى يحتوى على <i>Trichoderma harzianum</i>)
	البياض الدقيقي	الكبريت
	العفن الرمادى	المنتجات التى تحتوى على <i>B.subtilis</i> مثل Serenade بيكربونات البوتاسيوم
	العفن الأبيض (<i>Sclerotinia</i> (<i>sclerotiorum</i>)	المنتج التجارى Contans الذى يحتوى على الفطر <i>Coniothyrium minitans</i>
الخس	سقوط الخس (<i>Sclerotina</i> (spp.)	المنتج التجارى Contans الذى يحتوى على <i>Coniothyrium minitans</i>

المحصول	المرض أو الآفة	بدائل المبيدات المسموح بها
الباذنجانيات	المن	الصايون الروتينون النيم الزيوت الكاولين الاسبينوساد النيم
	خنفساء كلورادو	<i>Beauveria bassiana</i> الفطر <i>Bt tenebrionis</i> البكتيريا
	حفار ساق الذرة الأوروبي	<i>Bt kurstaki</i> البكتيريا الاسبينوساد الروتينون الاسبينوساد النيم البييرثرم الكاولين
	الخنفافس البرغوثية بأنواعها	<i>Bt kurstaki</i> البكتيريا الاسبينوساد البييرثرم النيم الاسبينوساد
	ديدان الـ hornworms (<i>Manduca spp.</i>)	المركبات النحاسية إضافة الكبريت في خطوط الزراعة
	نطاط أوراق البطاطس	<i>Trichoderma</i> المكافحة الحيوية بالـ المركبات النحاسية
	التقرح البكتيري الجرب العادى	استخدام الـ <i>Trichoderma</i> كما فى المنتجين التجاريين: SoilGard 12 G ، و RootShield
	الأنتراكنوز القشف الأسود (<i>Rhizoctonia solani</i>)	

المحصول	المرض أو الآفة	بدائل المبيدات المسموح بها
	الندوة المبكرة (<i>Alternaria</i> spp.	المركبات النحاسية
		استخدام <i>Trichoderma harzianum</i>
	العفن الرمادى	المركبات النحاسية
	الندوة المتأخرة <i>Phytophthora (infestans)</i>	المركبات النحاسية
	تبقع أوراق سبتوريا	المركبات النحاسية
الذرة السكرية	دودة كيزان الذرة (<i>Helicoverpa zea</i>)	البكتيريا <i>Bt kurstaki</i> الاسبينوساد
	من أوراق الذرة	الصابون الزيوت النيم الكاولين
	حفار ساق الذرة الأوروبى	البكتيريا <i>Bt var. kurstaki</i> الاسبينوساد
	تبادل بكتيريا الـ Bt مع الاسبينوساد	
	أعقان بذور التقاوى والذبول	معاملة البذور بالمنتج التجارى Kodiak الذى يحتوى على <i>Bacillus subtilis</i>
الخيميات	الديدان القاطعة	النيماتودا المتطفلة
	ذبابة الجزر	طعم الاسبينوساد وطعم الـ Bt
	خنفساء الليجس	منتجات النيم البيرثرم النيم
	المن	الصابون النيم الزيوت الروتينون

المحصول	المرض أو الآفة	بدائل المبيدات المسموح بها
	نطاط الأوراق	البيرثرم
	العنكبوت الأحمر العادى	المنتج التجارى Surround الزيوت الصابون
	لفحة الأوراق البكتيرية (<i>Xanthomonas</i> sp.)	المنتج التجارى Entrust المركبات الكبريتية
	لفحة أوراق ألترناريا	المنتج التجارى Serenade المركبات النحاسية
	تبقع أوراق سركبورا	المنتج التجارى Serenade المركبات النحاسية
	عفن اسكليروتينيا (<i>S. sclerotiorum</i>)	المنتج التجارى Contans الذى يحتوى على <i>Coniothyrium minitans</i>

هذا.. ويسبب الفطر اسكليروتينيا (*Sclerotinia sclerotiorum*) و (*S. minor*) أضراراً

كبيرة بعدد من المحاصيل، مثل الخس، والفاصوليا، والجزر، والكرنبيات، والبسلة.

ومن أهم وسائل مكافحة المتكاملة لهذا الفطر، ما يلى:

١- المكافحة البيولوجية.

٢- استخدام المبخرات البيولوجية كبقايا الصليبيات.

٣- إدخال المحاصيل المتحملة للفطر فى الدورة.

٤- استعمال مبيدات، مثل: فيلان Filan (يحتوى على المادة الفعالة boscalid)، وهو

الذى حلّ مؤخراً محل المبيد procymidone، ويستعمل بمعدل ٣٣٥ جم من المبيد للفدان.

ومن أهم كائنات المكافحة الحيوية الفطر *Coniothyrium militans*، الذى يتوفر

فى المنتج التجارى Contans، وهو الذى يتخصص على الأجسام الحجرية للفطر

Sclerotinia minor، وكذلك السلالة A69 من نفس الفطر، وهي التي تنافس على الغذاء وتعد متطفلة على فطر الاسكليروشييم، والسلالة 6Str4 من الترايكودرما: *Trichoderma hamatum*، وهي التي تنافس على الغذاء وتمارس تضادية حيوية على الفطر المرض (Horticulture Australia ٢٠٠٥، و Pung & Cross ٢٠١٤).

هذا.. وقد تناول Waller وآخرون (٢٠٠٢) بالشرح مختلف الوسائل التي تُتبع في مكافحة الأمراض النباتية.

وسائل مكافحة المتكاملة لنيماتودا تعقد الجذور

يمكن إيجاز مختلف وسائل مكافحة نيماتودا تعقد الجذور – كنموذج للمكافحة المتكاملة – فيما يلي (عن Collange وآخرين ٢٠١١):

١- طرق منع تفشي الإصابة sanitation methods.. يتحقق ذلك بعدة طرق، منها ما يلي:

أ- منع حدوث إصابات جديدة.

ب- منع حدوث إصابات ثانوية؛ الأمر الذي يمكن تحقيقه بالوسائل التالية:

(١) إغراق التربة بالماء؛ الأمر الذي يجعل ظروف التربة لا هوائية؛ مما يؤدي إلى قتل النيماتودا، ويتوقف طول مدة الإغراق المناسبة على درجة الحرارة.

(٢) إدارة الري بصورة جيدة، علماً بأن النيماتودا تتحرك بسرعة في التربة الرطبة.

(٣) التخلص من البقايا النباتية، التي تعيش فيها النيماتودا إلى أن تستنفذ مخزونها الغذائي.

(٤) مكافحة الحشائش.

(٥) الزراعة في المواسم غير المناسبة لتكاثر النيماتودا.

٢- خدمة التربة بصورة جيدة.. يتحقق ذلك بعدة طرق، منها:

أ- الحراثة :

على الرغم من أن كثافة نيماتودا تعقد الجذور تنخفض بعد الحراثة، وأن عدم الحراثة no tillage يزيد من المادة العضوية ونشاط الكائنات الدقيقة في الطبقة السطحية من التربة، فإن معظم الدراسات تجمع على عدم وجود تأثير إيجابي للحراثة على الإصابة بالنيماتودا.

ب- حراثة تحت التربة.. لا يُعتقد بأن لها تأثير فعال في مكافحة النيماتودا.

٣- الإضافات العضوية :

تزداد فاعلية الإضافات العضوية في مكافحة النيماتودا بزيادة كمياتها المضافة للتربة، علماً بأن ذلك يتوقف على العوامل التالية :

أ- الصفات الكيميائية للمواد العضوية المضافة، حيث يتباين تأثيرها حسب بعض العوامل، كما يلي :

(١) تُفرز بعض الإضافات العضوية أثناء تحليلها مركبات سامة للنيماتودا، ومن أمثلة ذلك ما تفرزه حشيشة السودان، والخروع، والنيم، وال *Tagetes spp.* من مركبات سامة، منها: الجلوكوسيد السيانونوجيني dhurrin - الذى يمكن أن يتحلل إلى سيانيد الأيدروجين السام للنيماتودا - وكذلك مركبات ال limonoids والفينولات والتانينات، ومركبات ال monocrotaline وال pyrrolizidine alkaloids، وال ∞ -terthienyl. كما أن الجلوكوسينولات التى تُفرزها بقايا الصليبيات بعد حراثتها فى التربة تُعد سامة للنيماتودا.

(٢) المرحلة الفسيولوجية للأنسجة النباتية المضافة.. فنجد - على سبيل المثال - أن جميع الأجزاء النباتية لحشيشة السودان - باستثناء البذور - تحتوى على مركبات سامة للنيماتودا، إلا أن كمية سيانيد الأيدروجين التى تنتج عن تحلل ال dhurrin تنخفض مع النمو النباتى ونضج النباتات؛ لذا.. فإن حراثة نباتات حشيشة السودان الصغيرة يكون أقوى تأثيراً فى مكافحة النيماتودا عن حراثة النباتات المتقدمة فى العمر.

(٣) مرحلة تحلل المادة العضوية.. فعلى الرغم من أن استعمال المادة العضوية المكتملة التحلل هي الأفضل للنمو النباتي، إلا أن ما ينطلق منها من مركبات سامة للنيماتودا يكون بتركيزات منخفضة لا تكفي لقتلها؛ هذا.. بينما تنطلق كميات أكبر من المركبات السامة من الإضافات العضوية التي تكون في بداية مراحل تحللها.

(٤) نسبة الكربون إلى النيتروجين في المادة العضوية المضافة.

تزداد قوة قتل النيماتودا في المادة العضوية المضافة كلما انخفضت فيها نسبة الكربون إلى النيتروجين؛ ويرجع ذلك إلى انطلاق الأمونيا بقدر أكبر أثناء تحلل المادة العضوية الغنية بالنيتروجين.

ب- مدى ثلوث التربة بالنيماتودا.. حيث يقل تأثير المادة العضوية المضافة في مكافحة النيماتودا كلما ازدادت كثافة تواجد النيماتودا في التربة.

٤- التسميد.. فنجد أن الأسمدة التي تحتوى على نيتروجين أمونيومى تفيد بدرجة أكبر في مكافحة النيماتودا عن الأسمدة النيتراتية، إلا أن الجرعة المناسبة من السماد الأمونيومى الفعالة في مكافحة النيماتودا تكون أكبر بكثير مما يحتاجه أو يتحملة النبات.

كذلك فإن اليوريا المضافة للتربة يمكن أن تتحول إلى أمونيا بإنزيمات الـ ureases الموجودة في التربة، إلا أن الجرعة المناسبة للمكافحة تكون أكبر مما تتحملة النباتات.

٥- المكافحة البيولوجية.. وهي التي يمكن أن يستخدم فيها:

أ- فطريات متطفلة على النيماتودا، مثل: *Paecilomyces lilacinus* و *Pochonia chlamydosporia*، و *Asperigillus spp.* و *Verticillium spp.*، و *Trichoderma viride*.

ب- بكتيريا مضادة للنيماتودا؛ مثل *Pasteuria penetrans*، و *Pseudomonas fluorescens*، و *Bacillus firmus*.

٦- تشميس التربة.

٧- تعقيم التربة بالبخار.

وسائل مكافحة المتكاملة للحشرات

إن وسائل مكافحة المتكاملة للحشرات كثيرة ومتعددة، وهي التي نتعرض لاستخداماتها في هذا الكتاب. وكتعريف موجز وسريع ببعضها.. نقدم في جدول (١-١) عرضاً لمختلف وسائل مكافحة الميكانيكية المستخدمة في مكافحة بعض الحشرات الهامة.

جدول (١-١): وسائل مكافحة الميكانيكية المستخدمة في مكافحة بعض الحشرات الهامة

(OSU ٢٠١٤).

وسائل مكافحة الميكانيكية						
الحشرة	الزيت البستانية	التربة الدياتومية	الصابون	أغشية النباتات	المصائد والجاذبات	الشفط بالترغيب
المن	√	√	√		√	√
ديدان الكرنب				√		
خنفساء كلورادو		√		√		
دودة كيزان الذرة	√				√	
خنافس الخيار				√		
الدودة القاطعة		√	√			
الخنافس البرغوثية				√		√
نطاط النباتات			√	√		
صانعات الأنفاق	√			√		
الديدان القياسة				√	√	
الخنافس المغبرة	√		√			
البرزاقات والقواقع		√			√	
الخنافس المنشارية		√				
الحشرات القشرية	√		√		√	
خنفساء الكوسة				√		
ثاقبة ساق الكوسة				√		
العنكبوت الأحمر	√	√	√			√
التربس	√		√		√	√
الذبابة البيضاء	√		√		√	√

كما نقدم - كمثال - أهم وسائل مكافحة المتكاملة للتربس، فيما يلي:

١- عدم زراعة المحاصيل الشديدة القابلية للإصابة بالتربس بعد زراعات الحبوب الصغيرة.

٢- الاختيار الدقيق للأنواع المزروعة فى الحقل، وفى حواف الحقل.

٣- استعمال الأغشية البلاستيكية الملونة للتربة.

٤- تجنب الإفراط فى التسميد الآزوتى.

٥- زراعة الأصناف المقاومة إن وجدت.

الاستفادة من بعض الحشرات المفيدة التى تحد من الإصابة بالتربس (Kuepper

٢٠٠٤).

هذا.. وقد تناول Dent (٢٠٠٠) بالشرح الطرق المختلفة لمكافحة الحشرات، التقليدية

منها والمتقدمة.

الفصل الثاني

تعقيم وتطهير التربة

لعشرات السنين.. اعتمد تعقيم التربة على تبخيرها ببروميد الميثايل، وبدرجة أقل على مبيدات أخرى ليست بنفس خطورة بروميد الميثايل على البيئة وصحة الإنسان، ولكنها - كذلك - ليست بنفس درجة فاعليته على مسببات الأمراض والآفات الزراعية التي تجد في التربة مأوى لها.

ومع حظر استخدام بروميد الميثايل في تبخير التربة، وازدياد التحذير من مخاطر استخدام المبيدات الخطيرة بصورة عامة.. كان لابد من البحث عن وسائل أخرى لتعقيم التربة - أو على الأقل تطهيرها - لا يكون لها مردود سلبي على البيئة أو صحة الإنسان، وتلك هو موضوع هذا الفصل.

تعقيم التربة بالتشميس

يُجرى تعقيم - أو تطهير، أو بسترة - التربة بالتشميس soil solarization بتعرضها - وهي مرطبة ومغطاة بشريحة بلاستيكية شفافة - لأشعة الشمس القوية لمدة ٣٠ - ٦٠ يوماً خلال شهور الصيف الحارة (يمكن مراجعة تفاصيل هذه الطريقة في حسن ٢٠١٠).

تأثير التعقيم بالإشعاع الشمسي على مسببات الأمراض والآفات التي تعيش في التربة

إذا أجرى التعقيم بالإشعاع الشمسي - بصورة صحيحة - خلال شهور الصيف الحارة، فإن درجة الحرارة ترتفع تحت الغطاء البلاستيكي إلى ما بين ٦٠ م° على عمق ٥ سم و٣٩ م° عند عمق ٤٥ سم.

ويكون هذا الارتفاع في حرارة التربة سبباً رئيسياً في القضاء على عديد من مسببات الأمراض والآفات التي تعيش في التربة، إما بصورة مباشرة، وإما بصورة غير مباشرة من خلال تأثير عملية التعقيم على بيولوجى التربة، كما سيأتى بيانه فيما بعد.

تتفاوت الكائنات الدقيقة في تأثرها بالحرارة بسبب تباينها في حساسية أغشيتها الخلوية وتباين محتواها من إنزيمات التنفس في تأثرها بالحرارة العالية (DeVay ١٩٩١ب).

يلزم للتخلص من الكائنات الدقيقة المتوسطة التحمل للحرارة mesophylic organisms حوالي ٢-٤ أسابيع من التعرض لحرارة ٣٧°م، ولكن تلك الفترة تنخفض إلى ست ساعات عند ارتفاع الحرارة إلى ٤٧°م (DeVay ١٩٩١ أ).

على الرغم من تباين الكائنات التي تعيش في التربة في الجرعات الحرارية (الحرارة والمدة) القاتلة لها، فإنه يكفي - عادة - دقائق قليلة من التعرض لحرارة تزيد عن ٤٥°م للوصول إلى ٩٠٪ قتل، أو ما يعرف بـ LD₉₀ (Stapleton ١٩٩١ - FAO Plant Production and Protecion Paper 109 - الإنترنت).

أولاً: مسببات الأمراض

يؤدي تعقيم (بسترة) التربة بالإشعاع الشمسي إلى القضاء على عديد من الفطريات التي تعيش في التربة ونصيب مختلف المحاصيل الزراعية، مثل (عن Katan ١٩٨٠):

المرض	المحاصيل	الفطر
ذبول فيرتسليم	الطماطم - البطاطس - الباذنجان - الفراولة - القطن - الزيتون	<i>Verticillium dahliae</i>
الذبول الفيوزارى	الطماطم - الكنتالوب - البصل - الفراولة - القطن	<i>Fusarium oxysporum</i>
الجزر الوردى	البصل	<i>Pyrenochaeta terrestris</i>
الجزر الفلينى	الطماطم	<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>
اللفحة الجنوبية	القول السودانى	<i>Sclerotium rolfslii</i>
عفن الجذور وتساقط البادرات	البطاطس - البصل - الفاصوليا - القطن	<i>Rhizoctonia solani</i>
عفن البذور والجزور	القطن	<i>Thielaviopsis basicola</i>
الذبول الطرى	القطن	<i>Pythium ultimum</i>
عفن القرون	القول السودانى	<i>Pythium myrothecium</i>
الجزر الصولجانى	الكرنب	<i>Plasmodiophora brassicae</i>
لفحة أسكوكيتا	الطماطم	<i>Didymella lycopersici</i>

ومن مسببات الأمراض الأخرى - التي كوفحت عن طريق تعقيم التربة بالإشعاع الشمسى - ما يلى:

١- الفطريات *Fusarium solani*، و *F. oxysporum*، و *Pythium*، و *Rhizoctonia solani* فى الطماطم (الأسعد وأبو غريبة ١٩٨٦).

٢- الفطر *Sclerotium rolfsii* فى الفلفل (Stevens وآخرون ١٩٨٨ أ) والطماطم (Ristaino وآخرون ١٩٩١).

٣- الفطر *Pyrenochaeta terrestris* المسبب لمرض الجذر الوردى فى البصل (Hartz وآخرون ١٩٨٩).

٤- الفطر *Penicillium pinophilum* الذى يحدث تقزماً لنباتات الطماطم (Gamliel & Katan ١٩٩١).

٥- الفطران *Phytophthora cactorum*، و *P. citricola* (Hartz وآخرون ١٩٩٣).

٦- الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* مسبب مرض الذبول الفيوزارى فى البطيخ (González-Torres وآخرون ١٩٩٣).

٧- الفطر *Plasmodiophora brassicae* مسبب مرض الجذر الصولجانى فى الصليبيات، وكان التعقيم بالإشعاع الشمسى أكثر كفاءة من استعمال الداوميت dazomet فى مكافحة الفطر (Porter وآخرون ١٩٩١، و Rod ١٩٩٤).

٨- الفطر *Sclerotinia minor* مسبب مرض سقوط الخس lettuce drop. اعتمد التعقيم على وجود نفق بلاستيكي محكم الغلق؛ أدى إلى رفع حرارة الهواء داخل النفق إلى ٦٠ م° وحرارة التربة إلى ٤٥ م° - ٥٥ م°، وقد انخفض معدل الإصابة بالمرض - عند زراعة الخس بعد انتهاء فترة التعقيم - بمقدار ٥٠٪ - ٦٧٪ (Fiume ١٩٩٤).

٩- الفطران *Phytophthora* و *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*، والبكتيريا *Ralstonia solanacearum* *parastica* var. *parasitica* فى الطماطم. وقد كان

النقص جوهرياً في كثافة تواجد الفطر الأول حتى عمق ٥ سم فقط، بينما كان النقص جوهرياً في كثافة تواجد الفطر الثاني وبكتيريا الذبول حتى عمق ٢٥ سم، و١٥ سم على التوالي. وبالرغم من أن تبخير التربة بمخلوط من بروميد الميثايل، والكلوروبكرن بنسبة ٧٦ : ٣٣ حقق مكافحة جيدة للفطرين حتى عمق ٣٥ سم، إلا أن نتائج تبخير التربة كانت متباينة بالنسبة لمكافحة بكتيريا الذبول. ولكن تبخير التربة مع التعقيم بالإشعاع الشمسي أحدث مزيداً من النقص في كثافة *R. solanacearum* (Chellemi وآخرون ١٩٩٤ أ).

وبالمقارنة.. وجد في دراسة أخرى أن التعقيم بالإشعاع الشمسي لم يكن له أي تأثير على البكتيريا *R. solanacearum* المسببة لمرض الذبول البكتيري في الطماطم (Chellemi وآخرون ١٩٩٤ ب).

١٠- أدت إضافة البكتيريا *Pseudomonas fluorescens* إلى التربة قبل تعريضها للتشميس solarization إلى تحقيق أكبر مكافحة لبكتيريا الذبول *R. solanacearum* مع أفضل نمو لنباتات الطماطم، حيث ازدادت كثافة تواجد البكتيريا *P. fluorescens* - بشدة - بعد معاملة التشميس، بينما انخفضت - بشدة - أعداد بكتيريا الذبول (Kumar & Sood ٢٠٠١).

١١- أعطت بستر التربة بالتشميس لمدة شهرين مكافحة أفضل للذبول الفيوزاري في زراعات البطيخ في البيوت المحمية في جنوب إسبانيا عن تبخير التربة بالميثام صوديوم. وبينما لم يكن التشميس لمدة شهر واحد فعالاً، فإن التشميس لمدة شهر ونصف الشهر مقرونًا بجرعة منخفضة من التبخير أعطى نتائج جيدة في مكافحة المرض (Jimenez-Diaz وآخرون ١٩٩١ - FAO Plant Production and Protection Paper 109 - الإنترنت).

١٢- أمكن مكافحة الفطر *Fusarium solani* مسبب مرض عفن الجذور الفيوزاري في الفول الرومي بالتشميس في شمال العراق (Sarhan ١٩٩١ - FAO Production and Protection Paper 109 - الإنترنت).

١٣- أظهرت عملية بستر التربة بالتشميس في مصر كفاءة عالية في مكافحة عديد من مسببات الأمراض والآفات دامت لمدة سنتين إلى ثلاث سنوات، وشملت ما يلي:
أ- مسببات الأمراض:

Sclerotium cepivorum

Phytophthora parasitica

Pyrenochaeta lycopersici

Pythium spp.

Rhizoctonia solani

ب- معظم الحشائش فيما عدا السعد *Cyperus* spp.، والكnotweed اللذان كانت مكافحتهما جزئية.

ج- عديد من الأنواع النيوماتودية (Satour وآخرون ١٩٩١ - FAO Production and Protection Bulletin 109 - الإنترنت).

١٤- أمكن مكافحة الفطر *Verticillium dahliae* - مسبب مرض ذبول فيرتسيليوم - وكذلك مكافحة الحشائش بنسبة ٩٧٪ في حقول الباذنجان عن طريق بستر التربة بالتشميس (Tamietti & Valentino ٢٠٠١).

١٥- أفادت بستر التربة بالإشعاع الشمسي في خفض حيوية الأجسام الحجرية للفطر *Sclerotium cepivorum* جوهرياً بنسبة ٧٩٪ إلا أن معاملة التربة بالميكوريزا *Trichoderma harzianum* - بعد معاملتها بالتشميس - زادت نسبة المكافحة إلى ٩٨٪. وبينما أثرت بستر التربة بالتشميس كثيراً على أعداد فطر الميكوريزا في التربة عندما عوملت به التربة قبل تشميسها، فإن أعداد البكتيريا *Bacillus subtilis* التي أضيفت قبل التشميس انخفضت بفعل التشميس إلى ٧٥٪ مما كانت عليه، إلا أن التشميس ساعد على إحداث زيادة في أعداد كل من فطر الميكوريزا و *B. subtilis* عندما عوملت بهما التربة بعد التشميس (Pereira وآخرون ١٩٩٦).

١٦- كما يستدل من دراسة أخرى أن بسترة التربة بالتشميس أدى إلى التخلص من ٧٥٪-٨٣٪ من الأجسام الحجرية للفطر *Sclerotium cepivorum* مسبب مرض العفن الأبيض في البصل والثوم (Matrod وآخرون ١٩٩١ - FAO Production and Protection Paper 109 - الإنترنت).

١٧- أدت أى من عمليتي بسترة التربة بالإشعاع الشمسى أو معاملتها بالميكوريزا *Trichoderma spp.* إلى مكافحة الفطر *Phytophthora cactorum* مسبب مرض العفن الجلدى لثمار الفراولة بصورة جيدة، وبينما تفوق تشميس التربة على معاملتها بالميكوريزا فى هذا الشأن، فإن الجمع بين المعاملتين كان أفضل من أى منهما منفردة (Porras وآخرون ٢٠٠٧).

١٨- أدى الجمع ما بين بسترة التربة بالتشميس مع المعاملة بالـ arbuscular mycorrhizal fungi (فطريات الميكوريزا) إلى تحسين نمو البطاطس وزيادة محصولها وتقليل تعرض النباتات والدرنات للإصابات المرضية.

١٩- أمكن مكافحة الفطرين *Phytophthora nicotianae*، و *Rhizoctonia solani* فى مشاتل الطماطم بالتشميس مع استعمال شريحتين من البلاستيك بسمك ٥٠ ميكرونًا، ومع جعل العليا منهما على ارتفاع ٨٠ سم من سطح التربة. أدى التشميس بهذه الطريقة إلى رفع درجة الحرارة العظمى على عمق ٥ سم فى التربة إلى ٧٠-٧٣ م، وهى التى كانت أعلى من الحرارة فى معاملة الكنترول بمقدار ٢٠ م. كذلك حافظ استعمال الشرائح المزدوجة على حرارة تزيد عن ٦٠ م لمدة تزيد عن ٩ ساعات متصلة يوميًا. وقد أدى اتباع هذه الطريقة إلى تحقيق مكافحة كاملة للمسببين المرضيين مماثلة لتلك التى حُصل عليها باستعمال الميثام صوديوم metham-sodium، مقارنة بأكثر من ٩٠٪ إصابة بأى من الكائنين المرضيين أو كليهما فى معاملة الكنترول. كذلك كان النمو النباتى أقوى فى حالة استعمال الشرائح المزدوجة - سواء أتمت العدوى بالفطرين أم لم تتم - عما فى حالة المعاملة بالميثام صوديوم أو الكنترول (Rodriguez Pèrez ٢٠٠٥).

٢٠- تمكن Ristaino وآخرون (١٩٩١) من مكافحة مرض اللفحة الجنوبية التي يسببها الفطر *Sclerotium rolfsii* للطماطم - وغيرها من محاصيل الخضر - بشكل جيد بتعقيم التربة بالإشعاع الشمسي لمدة ستة أسابيع خلال الموسم الحار مع معاملة التربة بالفطر المنافس *Gliocladium virens*. وكانت معاملة التعقيم بالإشعاع الشمسي قد رفعت حرارة التربة - في موسمي هذه الدراسة - بنحو ٩-١٤ م.

٢١- يستفاد من دراسات Gamliel & Stapleton (١٩٩٣) أن الجمع بين التسميد بزرق الدواجن مع التعقيم بالإشعاع الشمسي يزيد كثيراً من فاعلية التعقيم في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور. وأدت معاملة التعقيم بالإشعاع الشمسي منفردة إلى مكافحة الفطر *Pythium ultimum* وزيادة محصول الخس، كما أظهر فحص التربة المحيطة بالجذور وجود زيادة كبيرة في أعداد البكتيريا من الـ Pseudomonads الفلورية (الـ fluorescent) ومن جنس *Bacillus*.

٢٢- وجد Hartz وآخرون (١٩٩٣) أن تعقيم التربة بالإشعاع الشمسي أحدث زيادة في محصول الفراولة بلغت ١٢٪، ولكن الزيادة في المحصول بلغت ٢٩٪ عندما اقترنت معاملة التعقيم بالإشعاع الشمسي بالتبخير بأى من الميثام صوديوم (الفابام) أو بروميد الميثايل. وأفادت معاملة التعقيم بالإشعاع الشمسي في مكافحة الحشائش الحولية، وكل من الفطريات التالية:

Phytohthora cactorum

P. citricola

Verticillium dahliae

٢٣- قارن Gonzalez-Torres وآخرون (١٩٩٣) تأثير التعقيم بالإشعاع الشمسي لمدة شهر أو شهرين مع التبخير بالميثام صوديوم في مكافحة الفطر المسبب لمرض الذبول الفيوزارى في البطيخ، وتوصلوا إلى النتائج التالية:

أ- أدت التغطية بالبلاستيك إلى رفع حرارة التربة بنحو ٥ م (إلى ٤٤-٤٨ م) على عمق ١٠ سم، وبنحو ٤-٥ م (إلى ٤٠-٤٢ م) على عمق ٢٠ - ٣٠ سم.

ب- أحدث التعقيم بأى من الطريقتين نقصاً فى أعداد الفطر فى الخمسة عشر سنتيمتراً السطحية من التربة.

ج- حدث ثبات نسبى فى كثافة تواجد الفطر خلال التسعة شهور التى أعقبت التعقيم بالإشعاع الشمسى لمدة شهرين؛ حيث استمرت منخفضة، ولكن كثافة تواجد الفطر تقلبت خلال نفس الفترة فى التربة التى عقت بالإشعاع الشمسى لمدة شهر واحد، وارتفعت فى التربة التى عقت بالتبخير.

د- أدى التعقيم بالإشعاع الشمسى لمدة شهرين إلى مكافحة المرض بصورة كاملة وزيادة محصول البطيخ بمقدار خمسة أضعاف، بينما أدى التعقيم بالإشعاع الشمسى لمدة شهر واحد إلى إبطاء تقدم المرض - فقط - مع زيادة محصول البطيخ إلى أكثر من الضعف، فى الوقت الذى أدى فيه التبخير إلى وقف تطور المرض كثيراً وزيادة المحصول بمقدار ثلاثة أمثال نباتات معاملة الشاهد التى زرعت فى تربة محقونة بالفطر (كما فى معاملات التعقيم) ولكنها لم تعقم.

٢٤- يستدل من دراسات Chellemi وآخريين (١٩٩٤) فى ولاية فلوريدا الأمريكية على أن التعقيم بالإشعاع الشمسى أدى إلى رفع حرارة التربة إلى ٤٩,٥ م°، و ٤٦,١ م°، و ٤١,٥ م° عند عمق ٥، و ١٥، و ٢٥ سم على التوالى، مقارنة بحرارة ٤٣,٨ م°، و ٣٨,٩ م°، و ٣٦,٥ م° عند نفس الأعماق - على التوالى - فى التربة غير المغطاة بالبلاستيك. وقد كانت عملية التغطية بالبلاستيك مصاحبة بنقص معنوى فى كثافة الفطرين *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*، و *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* حتى عمق ٥ سم، والبكتيريا *Ralstonia solanacearum* حتى عمق ١٥ سم، والفطر *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* حتى عمق ٢٥ سم.

٢٥- كان تأثير معالمتى تشميس التربة فقط، أو تشميس التربة مع إضافات عضوية (من سبلة الدواجن أو مخلفات تصنيع الزيتون) على محصول الطماطم مساوٍ لتأثير

معاملة التربة بالدازوميث فقط، ومعاملة تشميس التربة مع نصف جرعة الدازوميث، على التوالي. هذا مع العلم بأن معاملة تشميس التربة رفعت الحرارة القصوى للتربة على عمق ١٥ سم إلى ٤٧,١ م (Kaskavalci ٢٠٠٧).

٢٦- وأمكن مكافحة العفن الفحمي لجذور الفراولة الذي يسببه الفطر *Macrophomina phaseolina* بالتشميس البيولوجي biosolarization للتربة، وذلك بإضافة سبلة دواجن طازجة إلى التربة (بمعدل ١٠,٥ طن للفدان) قبل تغطيتها بالبلاستيك وتشميسها (Chamorro وآخرون ٢٠١٥).

٢٧- أدت معاملة تشميس التربة إلى خفض إصابة الطماطم بالفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* عندما كان تواجد الفطر منخفضاً - أصلاً - في التربة، ولكنها لم تكن مؤثرة عندما كان تلوث التربة بالفطر كبيراً. وكان تأثير الجرعات المنخفضة من الميثام - صوديوم والدازوميث على الفطر مماثلاً لتأثير تشميس التربة. وبالمقارنة.. كانت كل معاملات تشميس التربة والجرعات المنخفضة من المبيدين فعالة في خفض كثافة تواجد نيماتودا تعقد الجذور في التربة (Yücel وآخرون ٢٠٠٧).

ثانياً: النيماتودا

لا تتأثر الفطريات المتحملة للحرارة، والأكتينومييسيتات، والزيدومونادز الفلورية *fluorescent pseudomonads* والـ *Bacillus* spp. سوى قليلاً بالحرارة أثناء عملية الـ solarization، وسرعان ما تستعيد نشاطها لتستعمر التربة دون منافسين لها بعد انتهاء عملية التعقيم؛ الأمر الذي يفيد في مكافحة النيماتودا (عن Giannakou وآخرون ٢٠٠٧).

يؤدي تعقيم التربة بالإشعاع الشمسي إلى تخفيض أعداد النيماتودا التي توجد في التربة حتى عمق حوالي ٣٠ سم، أما في الأعماق الأكثر من ذلك فإن الارتفاع في درجة حرارة التربة لا يكون بالقدر الذي يمكن أن يؤثر في النيماتودا؛ ولذا.. فإن التعقيم بالإشعاع الشمسي يكون أكثر فاعلية في مكافحة النيماتودا بالنسبة للمحاصيل ذات الجذور السطحية.

وتبعاً لدراسات Chellemi وآخرين (١٩٩٤ب) فإن أعلى درجة حرارة أحدثها التعقيم بالإشعاع الشمسي (في شمال ولاية فلوريدا الأمريكية) بلغت ٤٩,٥ م° على عمق ٥ سم، و ٤٦ م° على عمق ١٥ سم، و ٤٠,٥ م° على عمق ٢٥ سم، وكان ذلك مصاحباً بانخفاض في أعداد أنواع النيماتودا: *Paratrichodorus minor*، و *Rotylenchulus reniformis*، و *Circonemella spp.* على صنفين من الطماطم بعد ٨٥ يوماً من الشتل. وقد تساوت فاعلية التعقيم بالإشعاع الشمسي - في هذا الشأن - مع فاعلية التعقيم بمخلوط من بروميد الميثايل والكلوروبكرن، بنسبة ٦٧ : ٣٣، وبمعدل ٤٤٨ كجم للهكتار (١٨٧ كجم/فدان).

كما وجد Stevens وآخرون (١٩٨٨ب، و ١٩٨٨ج) أن التعقيم بالإشعاع الشمسي أحدث انخفاضاً في أعداد نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* بلغ ٩٢٪ في إحدى الدراسات.

وتبعاً لـ Gamliel & Stapleton (١٩٩٣) فإن الجمع بين التسميد بزرق الدواجن مع التعقيم بالإشعاع الشمسي يزيد - كثيراً - من فاعلية التعقيم في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور.

كذلك أوضحت دراسات Abdel-Rahim وآخرين (١٩٨٨) أن التعقيم بالإشعاع الشمسي أدى إلى مكافحة النيماتودا *R. reniformis* لمدة ٦٠ يوماً بعد الزراعة.

ويفيد التسميد العضوي - مثل استخدام سبلة الدواجن وسبلة الماشية - مع التسميس في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور بصورة أفضل من معاملة التسميس فقط، علماً بأن التسميد العضوي فقط لم يكن مؤثراً في مكافحة النيماتودا (Oka وآخرون ٢٠٠٧).

ثالثاً: النباتات الزهرية المتطفلة

وجد Jacobson وآخرون (١٩٨٠) أن تغطية التربة في حقل موبوء - بشدة - بالهالوك المصري *Orobanche aegyptiaca* لمدة ٣٦ يوماً قبل الزراعة خلال الموسم الحار في أغسطس وسبتمبر أدت إلى مكافحة الهالوك بصورة جيدة، حيث نما محصول الجزر

بصورة طبيعية فى الحقل المعامل، بينما تقزمت نباتات الجزر، وأصببت - بشدة - بالهالوك فى الحقل غير المعامل. وقد وُجِدَ أن الغطاء البلاستيكي - الذى كان من النوع الأسود - أدى إلى رفع حرارة التربة فى الخمسة سنتيمترات العلوية بمقدار ٨-١٢ م°، أى حتى ٥٦ م°.

وقد أدت معاملة تشميس تربة البيوت المحمية إلى زيادة الحرارة القصوى للتربة بنحو ١٠ م°، ووصلت الحرارة على عمق ٥ سم لأكثر من ٤٥ م° لمدة ٣٤-٥٨ يوماً، بينما لم يحدث ذلك فى معاملة الكنترول. هذا ولم تظهر أى نموات للهالوك *Orobache* *ramose* فى التربة المعاملة، كما لم تتكون أى ممصات أو درينات tubercles للهالوك على جذور الطماطم المزروعة. وقد أدت المعاملة إلى قتل حوالى ٩٥٪ من بذور الهالوك الحية التى وضعت فى التربة، واستحثت سكون ثانوى فى الـ ٥٪ المتبقية. وبالمقارنة .. فقد أصببت الطماطم بكثافة فى التربة التى لم تُعامل وانخفض فيها النمو النباتى والمحصول، وبلغت الزيادة فى المحصول فى التربة المعاملة ١٣٣٪-٢٥٨٪ (Mauromicale وآخرون ٢٠٠٥).

رابعاً: الأكاروس والحشرات

يؤدى التعقيم بالإشعاع الشمسى إلى القضاء على الأكاروس (العنكبوت الأحمر) الذى يوجد فى التربة، بينما لا يؤثر - أو يُعرف أنه يؤثر - على أعداد الحشرات التى تجد فى التربة مأوى لها. ولكن التعقيم بالإشعاع الشمسى يحدث - مع التبخير ببروميدي الميثايل - خفضاً كبيراً فى أعداد عدة مجموعات من الأكاروس والحشرات الدقيقة (Ghini وآخرون ١٩٩٣).

تأثير التعقيم بالإشعاع الشمسى على الحشائش

يقضى التعقيم بالإشعاع الشمسى على عديد من الحشائش الحولية والمعمرة. ويمكن تلخيص أهم النتائج التى حُصل عليها - فى هذا الشأن فيما يلى (عن Pullman وآخرون ١٩٨٤).

الاسم العلمي	الاسم الإنجليزي	الاسم العربي
<i>Poa annua</i>	Annual bluegrass	أولاً: حشائش كُوفحت بشكل جيد
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Barnyardgrass	دنيبة
<i>Oxalis pes-caprae</i>	Bermuda buttercup	عرق الليمون
<i>Solanum nigrum</i>	Black nightshade	عنب الديب
<i>Malya parviflora</i>	Cheeseweed	خبيزة
<i>Xanthium spinosum</i>	Cocklebur	شبيط
<i>Stellatia media</i>	Common chickweed	قرآرة
<i>Senecio vulgaris</i>	Common groundsel	مُرار
<i>Orobanche aegyptiaca</i>	Egyptian broomrape	الهالوك
<i>Convulvlus arvensis</i>	Field bindweed	عُليق (من البذرة)
<i>Solanum sarachoides</i>	Hairy nightshade	
<i>Lamium amplexicaule</i>	Henbit	طاقيه الغراب أو فم السمكة
<i>Datura stramonium</i>	Jimsonweed	الداتورة
<i>Chenopodium album</i>	Lambsquarters	ركبة الجمل أو فساء الكلب
<i>Montia perfoliata</i>	Miners lettuce	
<i>Chenopodium murale</i>	Nettleleaf goosefoot	لسان الطير
<i>Lactuca serriola</i>	Prickly lettuce	خس البقر
<i>Sida spinosa</i>	Prickly sida	
<i>Calandrinia ciliate</i>	Redmaids	
<i>Anagallis retroflexus</i>	Redroot pigweed	
<i>Angallis sp.</i>	Scarlet pimpernel	
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Shepherdspurse	كيس الراعي
<i>Abutilon theophrasti</i>	Velvetleaf	
<i>Oxalis stricta</i>	Woodsorrel	
<i>Eleusine indica</i>	Goosegrass	ثانياً: حشائش قلت أعدادها ولكنها لم تكافح بصورة كاملة
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Large crabgrass	نجيل
<i>Eragrostis sp.</i>	Lovegrass	دفيرة
		حشيشة الحب

الاسم العلمي	الاسم الإنجليزي	الاسم العربي
<i>Portulaca oleracea</i>	Purslane	الرجلة
<i>Avena fatua</i>	Wild oat	زُمير
		ثالثًا: حشائش كوفحت ولكنها نمت سريعاً مرة أخرى:
<i>Cynodon dactylon</i>	Bermudagrass	النجيل
<i>Convolvulus arvensis</i>	Field bindweed	عليق (نمو قائم)
<i>Sorghum halepense</i>	Johnsongrass	حشيشة جونسون
<i>Cyperus esculentus</i>	Yellow nutsedge	حب العزيز - السعد
		رابعاً: حشائش كانت مقاومة لعملية بالإشعاع الشمسي:
<i>Melilotus alba</i>	White sweetclover	حندقوق

التأثيرات الأخرى الإيجابية والسلبية للتعقيم بالإشعاع الشمسي

التأثيرات الإيجابية

يؤدي التعقيم بالإشعاع الشمسي إلى تحقيق مزايا أخرى، نذكر منها ما يلي:

١-تزداد الكميات الميسرة لاستعمال النبات من بعض العناصر المغذية، مثل النيتروجين (في صورتيه النتراتية والأمونيومية)، والكالسيوم، والمغنيسيوم (عن Pullman وآخرين ١٩٨٤).

٢-يحدث انخفاض في ملوحة التربة (Abdel-Rahim وآخرون ١٩٨٨)؛ بسبب تعريض التربة لرتوبة عالية لفترة طويلة قبل الزراعة، مع انعدام التبخر السطحي الذي يؤدي إلى تزهز الأملح.

التأثيرات السلبية

يكون للتعقيم بالإشعاع الشمسي تأثيرات سلبية مؤقتة، نذكر منها ما يلي:

١-تقلل المعاملة أحياناً من تكوين العقد الجذرية لبكتيريا تثبيت آزوت الهواء الجوي في جذور البقوليات، كما حدث في الفول الرومي؛ حيث تقزمت النباتات في البداية،

ولكنها استعادت نموها سريعاً بعد ذلك (Abdel-Rahim وآخرون ١٩٨٨). ويمكن التغلب على هذا التأثير السلبي بمعاملة بذور البقوليات ببكتيريا العقد الجذرية قبل الزراعة.

٢- تنخفض أعداد بعض كائنات التربة المفيدة - مثل فطريات الميكوريزا mycorrhizal fungi في الطبقة السطحية من التربة، ولكن ليس إلى الدرجة التي تؤثر في فعلها المفيد.

٣- تنخفض - جزئياً - أعداد بعض الكائنات الدقيقة المفيدة أثناء التعقيم؛ مثل بعض أنواع البكتيريا من جنس *Bacillus*، و *Pseudomonas*، ولكنها تسترجع أعدادها الطبيعية سريعاً بعد ذلك (عن Pullman وآخرون ١٩٨٤)، وتتفوق على غيرها، وتزداد أعدادها بدرجة كبيرة (Gamlie & Stapleton ١٩٩٣).

بدائل المبيدات لتعقيم التربة

فوق أكسيد الأيدروجين وثانى أكسيد الأيدروجين

يُستخدم كلاً من فوق أكسيد الأيدروجين hydrogen peroxide، وثانى أكسيد الأيدروجين hydrogen dioxide في مكافحة الأمراض النباتية رشاً، وكمعقمات للأسطح غير المسامية، وسقياً للتربة وحول النباتات بتركيز ١٪-٣٪ من التحضيرات التجارية التي تحتوى على ٢٧٪-٣٣٪ فوق أكسيد الأيدروجين. يعمل فوق أكسيد الأيدروجين - وهو مؤكسد قوى - على أكسدة الأغشية الخلوية وتمزيق الخلايا وموتها. ومن تحضيراته التجارية، ما يلى:

Di-Oxy Solv Plus

GreenClean

Oxidate

PERpose Plus

Terra Clean 5.0

(Caldwell وآخرون ٢٠١٣).

التعقيم اللاهوائى للتربة

يُجرى التعقيم اللاهوائى للتربة anaerobic soil disinfestations بإضافة مادة عضوية طازجة (غير متحللة) للتربة وتغطيتها بغشاء بلاستيكي وري الطبقة السطحية للتربة لدرجة التشبع (حوالى ٥ سم من ماء الري)؛ لأجل توفير ظروف مناسبة لحدوث تحلل لا هوائى للمادة العضوية. ولقد وجد أن استعمال أى من عدد من المخلفات العضوية (مثل كُسب بذور المسترد – وهو مُبخر بيولوجى للتربة – والمسترد الهندي *B. juncea*، والمسترد الأبيض *B. alba*، والراى *Secale cereale*) مع المولاس عند خلط المخلفات بالتربة أدى إلى توليد ظروف لا هوائية فى التربة. وعلى الرغم من أن محصول الفلفل والطماطم لم يتأثر بالمعاملة، فإن ذلك قد يكون مرده إلى قلة تواجد المسببات المرضية فى التربة التى أُجريت فيها الدراسة (McCarty II وآخرون ٢٠١٤).

استخدام مخلفات الفصيلة الكرنبية (الصليبيات) فى تعقيم التربة

إن استعمال الصليبيات – مثل *Brassica carinata*، و *B. nigra*، و *B. juncea* – كسماد أخضر يُقلب فى التربة يفيد كثيراً فى مكافحة الفطر *Fusarium oxysporum* مسبب مرض الذبول الفيوزارى، من خلال تأثير مركبات الأيزوثيوسيانات isothiocynates – التى تنتج من تحلل تلك النباتات – على تثبيط نمو الغزل الفطرى وإنبات كلاً من الجراثيم الكونيدية والكلاميدية للفطر. وقد تبين أن أكثر مركبات الأيزوثيوسيانات تأثيراً كانت الـ propenyl والـ ethyl، كما كانت مركبات أخرى منها، مثل الـ benzyl، والـ phenethyl ذات تأثير سام على الفطر كذلك (Smolinska وآخرون ٢٠٠٣).

كما أدت حراثة مخلفات البروكولى فى التربة مع المعاملة بجرعة منخفضة من الميثام صوديوم إلى خفض مستوى تواجد الفطر *Verticillium dahliae* إلى نهاية موسم زراعة الخرشوف، مع انخفاض فى نسبة النباتات التى أصيبت بذبول فيرتسيليم (Berbegal وآخرون ٢٠٠٨).

كذلك أدت حراثة مخلفات البروكولي في التربة إلى خفض معدلات إصابة القنبيط بذبول فيرتسيليم الذى يسببه الفطر *V. dahliae*، وذلك من خلال خفض المخلفات لأعداد الأجسام الحجرية *microsclerotia* للفطر (Subbarao & Hubbard وآخرون ١٩٩٦).

كما أدى قلب بعض أنواع الجنس *Brassica* فى التربة كسماد أخضر إلى مكافحة نيوماتودا تعقد الجذور، بتأثير الجليكوسينولات *glucosinates* التى تنتجها تلك النباتات على خفض أعداد النيوماتودا فى التربة؛ ومن ثم خفض ما تحدثه من أضرار بجذور النباتات المنزرعة (Monfort وآخرون ٢٠٠٧).

ومن بين الحالات الأخرى العديدة التى تبين فيها التأثير الإيجابى للتسميد الأخضر بالنباتات الصليبية، ما يلى:

- أمكن مكافحة الفطر *Aphanomyces euteiches* - مسبب مرض عفن جذور أفانوميسس فى البسلة (والتي لا تعرف وسيلة فعالة لمكافحته).. أمكن مكافحته بقلب مخلفات المحاصيل الكرنبية فى التربة. وقد تبين أن تأثيرها كان مرده إلى المركب 2-propenyl isothiocyanate الذى ينتج من تحلل الكرنبيات.
- أفادت مخلفات الكيل فى مكافحة الفطر *Thielaviopsis basicola* فى الفاصوليا.
- وأفادت مخلفات الكرنب فى مكافحة الفطر *Verticillium dahliae*.
- وفى القنبيط يكافح ذبول فيرتسيليم بكفاءة عالية باستعمال مخلفات البروكولي إلى درجة التوصية بإدخال البروكولي فى دورة القنبيط.
- أمكن الحد من إصابة الكنتالوب بالفطر *Didymella bryoniae* مسبب مرض لفحة الساق الصمغية باستعمال مخلفات الكرنب.
- أمكن الحد كثيراً من عدد جراثيم الفطر *Fusarium oxysporum conglutinans* باستعمال مخلفات عديد من محاصيل الكرنبيات، وازدادت فاعلية المعاملة عندما جُمع بينها وبين التشميس.

• كذلك خفضت مخلفات الصليبيات من أعداد البكتيريا *Rolstonia solanacearum* مسبب الذبول البكتيرى فى عدد من المحاصيل (Rosa & Rodrigues ١٩٩٩).

ولكن فى المقابل.. وجد من بعض الدراسات، ما يلى :

• لم يكن لقلب نباتات مزهرة من *Brassica napus*. أو *B. juncea* فى التربة تأثيراً على مكافحة أى من الفطرين *Pythium spp.* (مسبب مرض الذبول الطرى)، أو *Fusarium oxysporum* (مسبب مرض الذبول الفيوزارى) فى البطيخ (Njoroge وآخرون ٢٠٠٨).

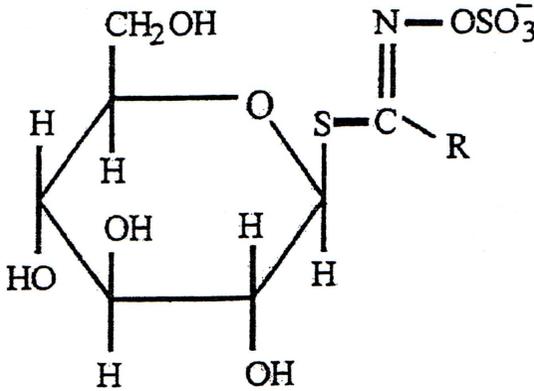
• دُرس تأثير التبخير الحيوى للتربة بمخلفات ١٩ صنفاً من الصليبيات: *Brassica juncea*، و *Raphanus sativus*، و *Sinapis alba* على مكافحة فطر فيرتسيليم *Verticillium dahliae*، ووجد أنه لم يكن كافٍ بمفرده كوسيلة فعالة للمكافحة، وخاصة إذا ما احتوت التربة على أكثر من ١٪ كربون عضوى؛ حيث يتطلب الأمر زيادة إضافات التربة من تلك المخلفات (Neubauer & Heitmann ٢٠١٤).

• استعمل عدد من الأنواع الصليبية (هى: *Brassica juncea*، و *Eruca sativa*، و *Sinapsis alba*) كمعقمات بيولوجية (غير كيميائية) للتربة، بخلطه فيها؛ حيث أدت إلى زيادة أعداد ثمار الفراولة ونموها الورقى، إلا أن المعاملة أضعفت استعمار الميكوريزا لجذور النباتات (Koron وآخرون ٢٠١٤).

مركبات الصليبيات المؤثرة فى تعقيم التربة

تحتوى نباتات الفصيلة الكرنبية على عدد كبير من المركبات - تعرف باسم جلوكوسينولات glucosinolates - هى التى تعطىها طعمها ونكهتها المميزة.

ولقد أمكن تعريف نحو ١٠٠ نوع مختلف من الجلوكوسينولات (شكل ٢-١)، وهى تختلف تركيبياً - أساساً - فى مجموعة ال-R، التى قد تكون أليفاتية aliphatic، أو أروماتية aromatic، أو مختلطة المجموعة الحلقية heterocyclic.



شكل (٢-١): التركيب الأساسي للجلوكوسينولات glucosinolates.

يؤدي تحلل الجلوكوسينولات بواسطة الإنزيم myrosinase إلى إطلاق أيونات الكبريتات والجلوكوز وعدداً من المركبات النشطة بيولوجياً، منها: الأيزوثيوسيانات isothiocyanates والنيتريلات nitrils، والثيوسيانات thiocyanates. وتتأثر نواتج التحلل بكل من مجموعة R والـ pH.

ومن بين نواتج تحلل الجلوكوسينولات تعد الإيزوثيوسيانات هي الأقوى بيولوجياً، حيث تُعد مضادات حيوية قوية لكل من الفطريات والثدييات والحشرات، ويرجع تأثيرها القوي إلى تفاعلاتها بمجموعات الـ Sulphydryl، وروابط الـ disulphide، ومجموعة الأمينو في البروتينات والأحماض الأمينية؛ ومن ثم تكوينها لمركبات ثابتة (Rosa & Rodrigues 1999).

التعقيم (أو التطهير) بهيبوكلوريت الصوديوم أو الكالسيوم

يستعمل هيبوكلوريت الصوديوم Sodium Hypochlorite، أو الكالسيوم Calcium Hypochlorite في تطهير أواني الزراعة التي يعاد استعمالها. ويستخدم لهذا الغرض مستحضرات التنظيف التجارية (مثل الكلوراكس Chlorox) التي تحتوى - عادة - على هيبوكلوريت الصوديوم بنسبة ٥.٢٪، بعد تخفيفها بالماء بنسبة ١ : ٥.

وقد أفاد هيبوكلوريت الصوديوم فى مكافحة كل من: فطر البيثيم *Pythium* - المسبب لمرض تساقط البادرات - فى البيت، و *Phomopsis sclerotoides* فى الرمل، و *Verticillium dahliae* فى الرمل والبيت (Avikainen وآخرون ١٩٩٣). كما وجد Maheshwari & Saini (١٩٩٢) أن إضافة ١٠ كجم من مسحوق التبييض Bleaching Powder للهكتار (٤,٢ كجم للفدان) مع ماء الرى أدت إلى مكافحة مرض الجذع الأسود - التى تسببه البكتيريا *Erwinia carotovora ssp. atroseptica* فى البطاطس بصورة أفضل من الرش بالاستربتوسيكلين Streptocycline أو أوكسى كلورور النحاس.

الفورمالدهيد

يستخدم الفورمالدهيد Formaldehyde فى تعقيم المشاتل الأرضية، ومخاليط الزراعة. وأوعية نمو النباتات، ويستعمل لذلك الفورمالين التجارى الذى تبلغ قوته ٣٧٪.

لتعقيم مخاليط الزراعة يستعمل الفورمالين التجارى بمعدل ٢,٥ ملعقة كبيرة فى كوب ماء لكل بوشل (١٠ لترات تقريباً) من المخلوط ويجب ألا تقل حرارة المخلوط عن ١٣ م، وأن يُحاط بالبلاستيك أثناء المعاملة.

ولتعقيم أوعية نمو النباتات يخفف الفورمالين التجارى بالماء بنسبة ١ : ٢٠، وتغمر الأوعية والأدوات المراد تعقيمها فى المحلول المخفف، ثم تصفى منه، وتترك تحت غطاء بلاستيكي لمدة ٢٤ ساعة، ثم تُكشَف وترش بالماء عدة مرات إلى أن تختفى رائحة الفورمالدهيد، ويستغرق ذلك ٤ أيام.

أما تعقيم تربة المشاتل الحقلية فيتم برش الفورمالين التجارى المخفف بالماء بنسبة ١ : ٥٠ على سطح التربة - بعد تجهيزها - بمعدل حوالى ٢٠-٤٠ لتراً/م^٢، ثم تُغطى التربة المعاملة بالبلاستيك لمدة يوم أو يومين، وبعد ذلك يرفع الغطاء، وتترك مهواة لمدة ١٤-٢١ يوماً قبل استعمالها فى الزراعة. ولا تزرع المشاتل قبل أن تزول منها رائحة الفورمالدهيد.

هذا.. وتعد أبخرة المبيد سامة للنباتات النامية؛ الأمر الذى يعنى عدم جواز استخدامه بالقرب من نباتات نامية، وخاصة لو وجدت النباتات مع التربة أو المواد

التي يُراد تعقيمها في حيزٍ واحدٍ مغلقٍ، كما في الزراعات المحمية (عن Hartmann & Kester ١٩٨٣).

ويستدل من دراسات Avikainen وآخرين (١٩٩٣) على أن الفورمالين (٣٧٪ فورمالدهيد) أفاد في مكافحة كل من: فطر البثيم مسبب مرض تساقط البادرات في الخيار عند استعماله في تعقيم بيئة زراعة أساسها البيت موس، وكذلك فطريات *Phomopsis sclerotioides*، و *Verticillium dahliae*، و *Didymella bryoniae* في البيت.

بدائل بروميد الميثايل الأقل تأثيراً على البيئة وصحة الإنسان

ليس من بين أهداف هذا الكتاب الترويج لاستخدام المبيدات أيّاً كان نوعها، إلا أن كثرة الدراسات التي أُجريت لأجل البحث عن بديل لاستخدام بروميد الميثايل أوجبت الإشارة إلى إثنان من أهمها، وهما: البازاميد ويوديد الميثايل.

البازاميد

البازاميد Basamid مبيد محبب يستخدم في تعقيم التربة ومخاليط الزراعة، وهو حبيبي granular، ويحتوى على ٩٨٪ دازوميث Dazomet، الذى يتحلل في التربة لينتج المركب الفعال methyl isothiocyanate. وهو فعال ضد مدى واسع من النيما تودا وفطريات وحشرات التربة والحشائش، وخاصة النابتة منها، وكذلك الخضرية التكاثر مثل السعد، والمتطفلة مثل الهالوك. ويستخدم البازاميد في تعقيم الصوبات والمشاتل. وأوعية الزراعة، ومخاليط التربة.

وإذا وجدت جذور نباتية مصابة بالنيما تودا يجب تركها لتتحلل في التربة الرطبة أولاً لمدة ٢-٣ أسابيع قبل المعاملة بالبازاميد.

تختلف الكمية المستعملة من البازاميد لكل متر مكعب من خلطة الزراعة، أو لكل متر مربع من سطح التربة كما سيأتى بيانه، ويراعى زيادة الكمية المستعملة منه عند زيادة المادة العضوية في التربة. كما تجب إضافة المادة العضوية قبل حرث التربة، وليس مع البازاميد، أو بعد إضافته.

يجب أن تكون التربة ممهدة جيداً وناعمة إلى العمق الذي يُرغب في تعقيمه؛ لأن البازاميد لا يمكنه الوصول إلى داخل كتلات التربة. كما يجب تجنب إجراء المعاملة بالبازاميد والتربة جافة. وتزداد كمية البازاميد المستعملة عند زيادة محتوى التربة من المادة العضوية، كما تزداد كذلك الفترة من انتهاء التعقيم إلى حين الزراعة.

ويحصل على أفضل النتائج من استعمال البازاميد حينما تحتوى التربة على رطوبة بنسبة ٦٠٪-٧٠٪ من سعتها الحقلية لمدة ٨-١٤ يوماً - قبل المعاملة بالمبيد - حسب درجة الحرارة السائدة. ففي مثل هذه الظروف تكون الآفات ومسببات الأمراض في أكثر حالاتها حساسية للمبيد، كما تكون البذور قد باشرت الإنبات، حيث تكون أكثر عرضة للتسمم بالمبيد.

وعند تعقيم مخاليط الزراعة بالبازاميد يتم فرش المخلوط على شريحة من البوليثلين ثم يضاف البازاميد - بين طبقات من المخلوط - بمعدل ٢٠٠-٣٠٠ جم من المبيد لكل متر مكعب من بيئة الزراعة، مع خلط المبيد جيداً مع طبقة المخلوط في كل مرة. يكوم المخلوط حتى ارتفاع متر، ثم يرش بالماء أو يُغطى بشريحة بلاستيكية. يُترك المخلوط على هذا الوضع لمدة ٤-٢٥ يوماً - حسب درجة الحرارة - ثم يهوى المخلوط بنقله باستعمال "الكريك"، ويترك لمدة ٢-١٠ أيام. ويمكن تقصير فترة التهوية بتكرار تحريك المخلوط باستعمال الكريك؛ وذلك للسماح بزيادة سرعة خروج الغازات من كومة مخلوط الزراعة.

ويمكن استعمال البازاميد في حقول الزراعة على صورة حزام مكان خط الزراعة المتوقع. يكون عرض الحزام - عادة - ٢٠ سم، وتكون إضافة المبيد حتى عمق ٢٠ سم، بمعدل ٤٠-٦٠ جم/م^٢ من سطح الأرض. وتلزم زيادة كمية المبيد المستعملة بمقدار ١٥-٢٠ جم/م^٢ من سطح الأرض مع كل ١٠ سم إضافية عمقاً يُراد تعقيماً. يراعى خلط المبيد جيداً بالتربة الناعمة، والتأكد من الزراعة في منتصف الحزام بعد انتهاء فترة التعقيم والتهوية. ويفيد ذلك في السماح للنباتات الصغيرة بالنمو في بيئة خالية من مسببات الأمراض والآفات، إلى أن تكبر في العمر والحجم، وتصبح أكثر قدرة على تحمل الإصابات المرضية، أو أقل تأثراً بتلك

الإصابات المتأخرة. ويتوقف عرض وعمق الحزام - الذى يمكن تعقيمه - على الفترة التى يُراد أن تنمو خلالها النباتات دون أن تتعرض للإصابة بالأمراض والآفات.

بعد انتهاء المعاملة بالبازاميد يجب تفكيك الطبقة السطحية من التربة حتى العمق الذى سبق خلطه بالمبيد، مع الحذر من إثارة التربة لأعماق أكثر من ذلك؛ حتى لا تخلط الطبقات السفلى غير المعقمة مع الطبقة العلوية المعقمة.

ويسمح بمرور فترة تتراوح بين ٤ أيام و٢٢ يوماً - حسب درجة الحرارة - لتهدئة التربة قبل الزراعة فيها من جديد.

وتتوقف فترة التعقيم وفترة التهوية المناسبين على طبيعة التربة ودرجة الحرارة السائدة. وفي الأراضي الطميية تكون تلك الفترات كما يلي:

درجة الحرارة (م)	فترة التعقيم (يوم)	فترة التهوية قبل الزراعة (يوم)
$25 \leq$	٤	٤
٢٠	٦	٥
١٥	٨	٧
١٠	١٢	١٢
٦	٢٥	٢٢

وتكون تلك الفترات أقصر في الأراضي الخفيفة.

ولا تجوز المعاملة بالبازاميد عند انخفاض حرارة التربة عن ٦ م°، وإلا تسرب المبيد بعمق في التربة؛ محدثاً أضراراً بعد ذلك. وإذا كانت الحرارة شديدة الارتفاع قلت فاعلية المبيد؛ نظراً لسرعة تبخره في الهواء الخارجى. ويمكن تقصير فترة التهوية بتكرار إثارة التربة (نشرة BASF).

يوديد الميثايل

يعد يوديد الميثايل methyl iodide (وهو: iodomethane) أبرز بديل لبروميدي الميثايل؛ نظراً لفاعليته الشديدة كمعقم للتربة، دون أن يكون له أى تأثيرات سلبية على

طبقة الأوزون. ولقد أنتج هذا المركب تجارياً بواسطة Arvesta تحت اسم Midas (عن Martin ٢٠٠٣).

ولقد أظهرت الدراسات التي أجريت في كاليفورنيا أن تبخير التربة بنحو ٦٨ كجم من يوديد الميثايل يعادل في فاعليته ١١٣,٥-١٢٢,٥ كجم من بروميد الميثايل، علماً بأن الأول كان مثل الثاني - أو أفضل منه - في القضاء على بذور الحشائش، والنيوماتودا، والمسببات المرضية التي تجد في التربة مأوى لها (University of California Delivers - الإنترنت - ٢٠٠٨).

الفصل الثالث

الممارسات الزراعية

تحتل الممارسات الزراعية دوراً أساسياً وبارزاً في مكافحة المتكاملة للأمراض والآفات النباتية، وتشكل أولى وأهم البدائل لاستخدام المبيدات في مكافحة.

فالممارسات الزراعية يمكن - على سبيل المثال - أن تلعب دوراً جوهرياً في مكافحة المتكاملة للذبابة البيضاء وما تحمله من فيروسات؛ نظراً لأنها يمكن أن تمنع حدوث الإصابة ابتداءً. ومن بين تلك الأساليب: توفير فترة لا تتواجد فيها عوائل للذبابة، وتغيير مواعيد الزراعة، والدورة الزراعية، والتخلص من الحشائش وبقايا النباتات، وزراعة النباتات الحাজرة، وزيادة كثافة الزراعة، واستخدام الأغذية النباتية، وأغذية التربة، وزراعة المحاصيل الصائدة واستخدام الشباك العازلة (Hilje وآخرون ٢٠٠١).

وتعتمد مكافحة المتكاملة للأمراض التي تُصيب النباتات عن طريق التربة - خاصة في الزراعة العضوية - على أمور معينة بصورة أساسية، منها الدورات الزراعية الطويلة المتوازنة، والإضافات العضوية للتربة، وتقليل الحراثة، وكلها أمور تؤدي إلى المحافظة على محتوى التربة من المادة العضوية وعلى خصوبتها. كذلك يمكن الاستفادة من تطبيق مكافحة الحيوية والمعاملة بالمستخلصات النباتية كإجراء إضافي وإن لم يكونا من الممارسات الزراعية (Van Bruggen & Termorshuizen ٢٠٠٥).

ويعتقد كثير من مزارعي الخضر العضوية في المملكة المتحدة أن الأمراض والآفات تسبب لهم خسائر تزيد على ١٠٪ من المحصول، وأن أكبر مشكلة تواجههم هي الحشائش، فضلاً عن بعض الآفات الحشرية، والتي يفضلون التعامل معها بمبدأ تجنب الإصابة بها، وذلك بتجنب زراعة المحاصيل الأكثر تضرراً من تلك الآفات، واتباع دورات زراعية مناسبة، والاختيار المناسب لمواعيد الزراعة والحصاد (Peacock & Norton ١٩٩٠).

الدورة الزراعية

تلعب الدورة الزراعية دوراً هاماً في مكافحة الأمراض؛ ذلك لأنها تمنع الزيادة المطردة لأعداد بعض المسببات المرضية في التربة من جهة، بالإضافة إلى خفضها لتلك الأعداد من جهة أخرى؛ بسبب حرمانها للمسببات المرضية من التكاثر على عوائلها المناسبة لها.

ومع أهمية الدورة الزراعية بالنسبة للأمراض التي تعيش مسباتها في التربة. فإن بعضها يُنتج تراكمات يمكنها البقاء في التربة لعدة سنوات في غياب عوائلها. ومن أمثلة ذلك الفطريات المسببة لكل من الجذر الصولجاني في الصليبيات. ولفحة فيتوفثورا، والذبول الفيوزارى في مختلف النباتات. كذلك تتمتع عديد من المسببات المرضية بمدى عائلي كبير؛ الأمر الذي يجعل تنفيذ الدورة معها أمراً صعباً، ومن أمثلة ذلك فطريات اسكليروتينيا، ورايزكتونيا، وفيرتسيليم، ونيماتودا تعقد الجذور.

وبالنسبة للأمراض التي تحدث الإصابة فيها من خلال النموات الخضرية للنبات، فإن جراثيم تلك المسببات قد تنتقل - مع الهواء - لمسافات كبيرة، كما في حالات أمراض البياض الزغبي والأصداء؛ الأمر الذي يجعل الدورة الزراعية قليلة الجدوى معها، ولكن الدورة تُفيد - حتى مع تلك الأمراض - في تجنب الإصابات المبكرة التي قد تعيش الأطوار الساكنة لمسباتها في التربة.

وعلى الرغم من أن الدورات الزراعية تُجرى لأهداف متعددة، فإن الهدف الرئيسي منها يكون - عادة - مكافحة الأمراض؛ ولذا.. فإن مدة الدورة تتحدد بالفترة التي يجب الامتناع خلالها عن زراعة محصول معين؛ بهدف مكافحة مرض معين يصيب ذلك المحصول.

ونقدم - فيما يلي - بياناً بطول الفترة التي يتعين عدم زراعة المحصول القابل

للإصابة بمرض معين خلالها (عن Mulrooney ٢٠٠٨، و Ashley ٢٠٠٨).

فترة عدم زراعة المحصول القابل للإصابة	المرض	المحصول
لا تجوز الزراعة قبل تعقيم التربة	عفن الجذور والتاج الفيوزارى	الأسبرجس
٣-٤ سنوات	أعفان الجذور	الفاصوليا
سنتان	الأنثراكنوز	
سنتان	اللفحة البكتيرية	
عدة سنوات مع تجنب زراعة الطماطم والبطاطس والخس والكرنب	عفن القرون الأبيض	
٣ سنوات	تبقع الأوراق السركسبورى	البنجر
٣-٤ سنوات	القدم السوداء (فوما)	الكرنبيات
٣ سنوات	الساق السلكية وعفن الرأس (رايزكتونيا)	
٣-٤ سنوات	العفن الأسود	
٧ سنوات	الجذر الصولجانى	
الدورة قليلة الجدوى	الذبول الفيوزارى	
سنتان	لفحات الأوراق	الجزر
٦ سنوات وقد لا تجدى الدورة	التفحم	الذرة السكرية
٢-٣ سنوات	لفحات الأوراق	
سنتان	الجرب وتبقعات الأوراق	الخيار
٢-٣ سنوات	لفحات الأوراق	الكرفس
٤ سنوات مع تجنب زراعة الباذنجيات الأخرى والفراولة	ذبول فيرتسيلم	الباذنجان
٣ سنوات	أعفان الثمار	
٣ سنوات	عفن قاعدة النبات والسقوط	الخس
١-٢ سنة، مع تجنب زراعة القرعيات	تبقعات الأوراق	
سنتان، مع تجنب زراعة القرعيات الأخرى	الجرب	الكننلوب (القاوون)
٥ سنوات، وقد لا تكون الدورة مجدية	الذبول الفيوزارى	
سنتان، مع تجنب زراعة القرعيات الأخرى	لفحة الساق الصمغية	
سنتان	لفحات الأوراق	البصل
٣ سنوات	الذبول الطرى	البقدونس
٣-٤ سنوات	أعفان الجذور	البسلة
٥ سنوات أو أكثر	الذبول الفيوزارى	
سنتان	البقع البكتيرية	الفلفل
سنتان، مع تجنب زراعة الطماطم والفلفل والقرعيات	لفحة فيتوفثورا	
سنتان، مع تجنب زراعة الطماطم	الأنثراكنوز	

فترة عدم زراعة المحصول القابل للإصابة	المرض	المحصول
٣-٤ سنوات، مع تجنب زراعة الطماطم ٤ سنوات	ذبول فيرتسليم عفن اسكليروتنيا	البطاطس
٢-٣ سنوات، مع زراعة محاصيل الحبوب ٤ سنوات	تقرحات رايزكتونيا رشح بثيم والجذر الوردى	
٣ سنوات، مع عدم زراعة محاصيل جذرية سنتان على الأقل، مع تجنب زراعة القرعيات الأخرى سنتان	الجرب العادى العفن الأسود	الكوسة والقرع السبانخ
سنتان ٣ سنوات	البياض الزغبى الصدأ الأبيض	
سنتان مع تجنب زراعة الفلفل سنتان	التقرح البكتيرى البقع البكتيرية النقط البكتيرية	الطماطم
سنتان، مع تجنب زراعة البطاطس سنتان	الندوة المبكرة الأنثراكوز	
٣ سنوات ٣ سنوات	القشف الجُدرى	البطاطا
سنتان، مع تجنب زراعة القرعيات الأخرى ٥-٦ سنوات، وقد لا تجدى الدورة سنتان، مع تجنب زراعة القرعيات الأخرى	لفحة الساق الصمغية الذبول الفيوزارى الأنثراكوز	البطيخ

كذلك يفيد اتباع دورة زراعية مناسبة فى مكافحة عديد من البكتيريا المسببة للأمراض النباتية. فمثلاً.. البكتيريا *Erwinia carotovora subsp. atroseptica* - مسببة مرض الجذع الأسود فى البطاطس - لا تبقى فى التربة- فى غياب عائنها - لأكثر من سنتين.

غمم التربة بالماء لفترات طويلة

يفيد غمم التربة بالماء - لفترات طويلة - فى التخلص من عديد من مسببات الأمراض والآفات التى تعيش فى التربة. ويرجع تأثير الغمر - أساساً - إلى نقص الأكسجين فى التربة مع طول فترة الغمر بماء راكد، علمًا بأن تجديد الماء يسمح بتزويد الكائنات الضارة التى تعيش فى التربة بمزيد من الأكسجين الذى يكون ذائبًا فى الماء؛ الأمر الذى يقلل من فاعلية الغمر.

ويكون الغمر بالماء أكثر فاعلية إذا أُجرى صيفاً - أثناء ارتفاع درجة الحرارة - مما لو أُجرى شتاءً؛ نظراً لتضاعف معدل التنفس - ومن ثم الحاجة إلى الأكسجين - في الحرارة المرتفعة؛ مقارنة بالحرارة المنخفضة؛ الأمر الذي يؤثر - بدوره - على كفاءة عملية الغمر في التخلص من مسببات الأمراض والآفات التي تعيش في التربة. فمثلاً.. وُجِدَ أن تواجد فطر الفيوزاريوم المسبب للذبول الفيوزارى فى الموز يزداد بمقدار ٢٠-٣٠ ضعفاً عند الغمر على ١٣ م؛ مقارنة بتواجده عند الغمر على حرارة ٢٤ م - ٣٤ م. ولقد كان لغمر أراضى الحياض فى الصعيد - فى موسم الفيضان كل عام قبل إنشاء السد العالى - دوراً غاية فى الأهمية فى القضاء على مسببات أمراض البصل فى التربة، وخاصة الفطر المسبب للعفن الأبيض. كما أن زراعة الأرز تفيد كثيراً فى القضاء على عديدٍ من مسببات الأمراض.

ومن بين مسببات الأمراض التى يقضى عليها غمر التربة بالماء ما يلى:

- ١- فطر الفيوزاريوم *Fusarium spp.* المسبب للذبول الفيوزارى.
- ٢- فطر الفيرتسيليم *Verticillium spp.* المسبب لذبول فيرتسيليم.
- ٣- الفطر *Sclerotinia sclerotiorum*.
- ٤- بذور الهالوك.
- ٥- عدة أنواع نيماتودية؛ منها: *Meloidogyne spp.* (نيماتودا تعقد الجذور)، و *Trichodorus spp.*، و *Tylenchorhyncus spp.*، و *Radophlus similis*، و *Aphelenchoides oryzae*، (مسبب مرض القمة البيضاء White Tip فى الأرز).
- ٦- بكتيريا الذبول *Ralstonia solanacearum*، حيث يؤدى غمر التربة بالماء إلى خفض أعداد البكتيريا فى التربة (عن Palti ١٩٨١).
- ٧- كما وجد أن غمر التربة بالماء أدى إلى فقد الأجسام الحجرية للفطر *Corticium rolfsii* لحيويتها بنسبة ٩٠٪ فى خلال تسعة أيام من الغمر، وارتبط فقد الحيوية بفقدائها الكامل لقدرتها على إصابة النباتات (Sariah & Tanaka ١٩٩٥).

التجهيز الجيد لحقل الزراعة

تؤدى الحراثة الجيدة وقلب المخلفات النباتية فى التربة إلى سرعة التخلص من مصدر الغذاء الذى يمكن أن يعتمد عليه المسبب المرضى فى غياب العائل، كما يعرضه للمنافسة القوية من كائنات التربة الأخرى.

كذلك يفيد تمزيق ودفن بقايا النباتات فى التربة فى زيادة فاعلية الدورة الزراعية وسرعة التخلص من المسببات المرضية التى قد توجد فيها. كذلك يساعد دفن البقايا النباتية فى تقليل فرصة وصول المسببات المرضية إلى المحاصيل التالية فى الدورة. أما تمزيق البقايا النباتية فإنه يساعد فى سرعة تحلل كلاً من المادة العضوية والمسببات المرضية المتواجدة فيها. فمثلاً.. يمكن للبكتيريا المسببة للعفن الأسود فى الصليبيات أن تعيش على البقايا النباتية - غير المقطعة - فى التربة لمدة عام، ولكن تمزيق تلك البقايا يقلل مدة بقاءها إلى أقل من شهرين (عن Isakeit & Philley ٢٠٠٧).

هذا.. وتشتد الإصابة بعفن الجذور الفيوزارى الذى يسببه الفطر *Fusarium solani* - عادة - فى الأراضى المندمجة compact؛ ولذا.. فإن التجهيز الجيد لحقل الزراعة وتفكيك التربة يفيد فى تجنب الإصابة الشديدة بهذا المرض. وكمثال على ذلك فإن تقليل انضغاط التربة بالحراثة الجيدة يعمل على خفض إصابة الفاصوليا بعفن الجذور الفيوزارى الذى يسببه الفطر *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* (Harveson وآخرون ٢٠٠٥). وبينما يؤدى تفكيك التربة إلى سهولة النمو الجذرى فيها. فإن المجموع الجذرى الضعيف لا يمكنه النمو فى الأراضى المندمجة. وفى المقابل.. وجد أن سلالات البسلة ذات المجموع الجذرى القوى تميزت بالقدرة الأكبر على النمو فى تلك الأراضى وفى وجود الفطر *F. solani* (Kraft & Boge ٢٠٠١).

قلب الأسمدة الخضراء والمخلفات النباتية والحيوانية والكمبوست فى التربة

إن تكاثر البكتيريا التى تتواجد طبيعياً فى التربة الزراعية وتزايد أعدادها يسهم فى تثبيط الإصابات المرضية بها؛ الأمر الذى يحدث عند قلب مخلفات زراعية فيها،

وليس أدل على ذلك من أن إضافة المضادات الحيوية البكتيرية إلى التربة يقلل أو يلغى تقريباً عملية تثبيط المرضى التي تصاحب قلب المخلفات الزراعية فى التربة (Kasuya وآخرون ٢٠٠٦).

الأسمدة الخضراء

الأسمدة الخضراء green manure crops هى المحاصيل التى تزرع وتقلب فى التربة فى مرحلة مبكرة من نموها؛ لغرض زيادة نسبة المادة العضوية فى التربة. وأغلب المحاصيل التى تستعمل كأسمدة خضراء هى من النباتات البقولية، إلا أن بعضها من النباتات النجيلية والكرنبية وغيرها من الأنواع النباتية.

لقد أدت معاملة التربة بالأسمدة الخضراء لسنتين أو ثلاث سنوات متتالية إلى مكافحة ذبول فيرتسيليم - الذى يسببه الفطر *V. dahliae* - فى البطاطس، مع إحداث زيادة فى محصول الدرنات فى السنة الأولى لزراعتها بعد المعاملة بالأسمدة الخضراء، لكن المحصول انخفض فى السنة التالية. ولقد أحدثت الأسمدة الخضراء تأثيرات جوهرية إيجابية على النشاط الميكروبي تناسبت عكسياً مع شدة الإصابة بذبول فيرتسيليم (Davis وآخرون ٢٠١٠).

إضافات الأسمدة الحيوانية

إن إضافة الأسمدة العضوية الحيوانية الكاملة التحلل - والخالية من مسببات الأمراض - إلى التربة تؤدى إلى تثبيط نشاط وتكاثر مختلف مسببات الأمراض التى تعيش فى التربة؛ ويرجع ذلك إلى التحول المفاجئ الذى يحدث فى أعداد ونوعيات مختلف الكائنات الدقيقة فى التربة لدى إضافة السماد العضوى الحيوانى إليها؛ ذلك لأن هذه الأسمدة تحتوى على أعداد هائلة من هذه الكائنات، فضلاً عما توفره من طاقة لنمو وتكاثر هذه الكائنات والكائنات المماثلة الموجودة أصلاً فى التربة. ويكون لنشاط هذه الكائنات الدقيقة - وما تفرزه خلال نشاطها من مضادات حيوية - تأثيرات سلبية كبيرة على نشاط مسببات الأمراض فى التربة.

تتوفر أدلة عديدة على أن التسميد العضوى الجيد يمكن أن يؤدي إلى مقاومة
عديد من المسببات المرضية، منها:

<i>Aphanomyces</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.
<i>Macrophomina phaseolina</i>	<i>Pyrenochaeta omnivorum</i>
<i>Phytophthora</i> spp.	<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>
<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Sclerotinia</i> spp.
<i>Sclerotium</i> spp.	<i>Streptomyces</i> spp.
<i>Thielaviopsis basicola</i>	<i>Verticillium</i> spp.

وفى بعض الأحيان يُنشّط السماد العضوى إنبات التراكيب الساكنة مثل الأجسام
الحجرية sclerotia والجراثيم الكلاميدية chlamydospores والجراثيم البيضية
oospores، ولكنها لا يمكنها منافسة النشاط الميكروبي الرمى، كما قد لا يتوفر لها
العائل المناسب فتموت. وفضلاً عن ذلك فإن النشاط الحيوى القوى الذى يوفره السماد
العضوى يمكن أن يمنع إنبات الجراثيم أو يؤدي إلى تحللها وموتها المباشر، ويسهم فى
هذا الأمر كلاً من *Pseudomonas* spp. و *Streptomyces* spp. والبروتوزوا
protozoa (Whipps ١٩٩٧).

كما تُنشّط الأسمدة العضوية نمو الكائنات المتربة فى التربة، التى تثبط - بدورها
- نمو الكائنات الممرضة للنباتات. وعلى سبيل المثال.. وجد Asirifi وآخرون (١٩٩٤)
أن تسميد حقول الخس بأى من سماد الماشية أو زرق الدواجن (سماد الكتكوت) تثبط نمو
الفطر *Sclerotinia sclerotiorum* مسبب مرض عفن اسكليروتينيا الطرى.

إضافات الكمبوست للتربة

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

ولقد أمكن عمل ٤٩٣ عزلة (٢٤٥ من البكتيريا، و٧٣ من الأكتينومييسيتات، و١٧٥ من الفطريات) من عينات كمبوست فى درجات مختلفة من التحلل، وأظهرت الدراسة الأولية المختبرية أن ١٧٩ عزلة منها ثبتت 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 للطماطم فى تقليل إصابتها بالذبول الفيوزارى (Rag & Kapoor ١٩٩٧).

كذلك أدت إضافة الكمبوست إلى الأراضى الزراعية إلى تثبيط بعض الأمراض التى تظهر طبيعياً فى كل من الخيار والكوسة، ومنها: الذبول الطرى ولفحة بثيم، وتبقع 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 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 المشروم 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 ٣٨٢ من الميكودرما *Trichoderma hamatum* إلى كمبوست بيئة نمو إحدى مجموعتى جذور الخيار إلى تقليل إصابة المجموعة الأخرى بالفطر *Phytophthora capsici* مسبب مرض عفن الجذور والتاج الفيتوفثورى، وهى الجذور التى كانت تتواجد فى بيئة ملوثة بالفطر، وهذا التأثير لم يختلف جوهرياً عن التأثير الذى أحدثته معاملة السقى بأى من المبيد *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. radidis-lycopersici*، أو *Pyrenocheta lycopersici*. ويقوم بعملية التثبيط هذه مجموعة من البكتيريا والفطريات التى تتواجد فى

الكمبوست. ونجد في كثير من الأحيان أن تعقيم الكمبوست يقلل أو يلغي 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 Yogev وآخرين ٢٠٠٩).

كما وجد أن زراعة الطماطم في الكمبوست يحميها من الإصابة بالبكتيريا *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*، حيث كان استعمار البكتيريا للطماطم النامية في الكمبوست صفر٪ - ٢٠٪، مقارنة بنسبة استعمار بلغت ٥٣٪-٩٠٪ في حالة الزراعة في البيت موس، و٣٠٪-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 (Yogev وآخرون ٢٠٠٩).

وأدت إضافة الكمبوست إلى التربة إلى تثبيط نشاط فطريات الذبول الطرى *Pythium aphanidermatum*، و *P. irregulare*، و *P. myriotylum*، وذلك عندما كانت إضافتها بمعدل ٨٠ كجم من كمبوست الأوراق أو ٤٠ كجم من كمبوست مخلفات المجارى/م^٣ من التربة (Ben-Yephet & Nelson ١٩٩٩).

وأكدت عدة دراسات قدرة الكمبوست على تثبيط عديد من المسببات المرضية التي تعيش في التربة وتسبب تساقط البادرات وأعقان الجذور (مثل: *Pythium ultimum*، و *Rhizoctonia solani*، و *Phytophthora* sp.) والذبول (مثل: *Fusarium oxysoprum*، و *Verticillium dahliae*). وكانت نتائج تلك الدراسات أكثر وضوحاً وثباتاً في الزراعات اللاأرضية منها تحت ظروف الحقل. هذا.. وتزداد كفاءة الكمبوست في مكافحة بزيادة معدل

إضافته، مع إضافة الكمبوست بما لا يقل عن ٢٠٪ بالحجم لتحقيق نتائج ثابتة في مكافحة الأمراض، وخاصة في بيئات البيت موس، وأقل من ذلك في التربة. ويؤدي تعقيم الكمبوست - عادة - إلى فقدته لخاصية تثبيط الأمراض؛ بما يعنى أن تأثيره - غالباً - بيولوجي، على الرغم من أن له تأثيرات أخرى فيزيائية وكيميائية. وقد وجد أن تلقيح الكمبوست بكائنات مكافحة الحيوية يُحسِّن من كفاءته في مكافحة الأمراض (Noble & Coventry ٢٠٠٥).

لطالما استخدمت إضافات الكمبوست للتربة في توفير درجة من المكافحة للمسببات المرضية التي تعيش فيها. وتتأثر كفاءة الكمبوست في هذا الشأن بكل من تركيب المادة العضوية التي يُجهز منها الكمبوست، وعملية الكمر ذاتها، ومدى ثبات ونضج الكمبوست، ومدى غناه بالمغذيات النباتية الميسرة، والكميات المستعملة منه (De Ceuster & Hoitink ١٩٩٩).

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

هذا.. وتُسهّم 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.

ولقد أمكن زيادة قدرة الكمبوست على تثبيط الأمراض، وذلك بتخصيبه أو تلقيحه بكائنات دقيقة ذات قدرة على تثبيط أمراض معينة، أو بتخصيبها بإضافات أخرى.

يُعرف هذا الكمبوست المعدل أو المحسن باسم الكمبوست "المفصل" tailored compost، وقد شاع استخدامه كبديل لعديد من المبيدات الفطرية والنيماطودية.

ومن أمثلة الأمراض التي أمكن مكافحتها باستخدام الكمبوست المفصل، ما يلي:

١- عفن جذور بثيم.

٢- عفن جذور فيتوفثورا فى الفلفل.

٣- لفحة الساق الرمادية (ashy) و عفن الجذور فى الفاصوليا واللوبيا.

٤- النيماطودا (USEPA ١٩٩٧).

زراعة المحاصيل الشراكية والصائدة والحاجزة

المحاصيل الشراكية والصائدة

تعرف المحاصيل الشراكية باسم Decoy Crops، وهى ليست من عوائل مسببات الأمراض التى تستعمل فى مكافحتها، ولكنها تزرع بهدف تنشيط إنبات ونمو الأطوار الساكنة من مسببات الأمراض التى تعيش فى التربة - فى غياب عوائلها المناسبة - الأمر الذى يؤدي إلى سرعة موتها والتخلص منها.

أما المحاصيل الصائدة Trap Crops فهى نباتات شديدة القابلية للإصابة بالآفات أو مسببات الأمراض التى تُستخدم تلك النباتات فى مكافحتها. ويستفاد من هذه النباتات فى المكافحة بزراعتها ثم قلبها فى التربة - أو حصادها - بعد إصابتها، ولكن قبل أن تتكاثر عليها المسببات المرضية وتكمل دورة حياتها؛ حيث يؤدي ذلك إلى خفض تواجد تلك المسببات المرضية فى التربة.

إن زراعة محصول صائد محبب للآفات الخطيرة فى منطقة الإنتاج يجعل من الممكن الحد من استخدام المبيدات فى المكافحة؛ نظراً لأن الآفة ستجد غذاءها فى حافة الحقل، ولا تكون بحاجة لبذل مزيدٍ من الجهد للانتقال إلى الأجزاء الأخرى من الحقل. ومع عدم استخدام المبيدات مع المحصول المزروع تتم المحافظة على الأعداد الطبيعية للآفات

وازدهارها. أما خطوط المحصول الصائد ذاتها فقد تترك دون مكافحة إن لم تكن هناك حاجة إليها؛ فتوفر بذلك غذاءً جيداً للأعداء الطبيعية التي يزيد ازدهارها، وتفيد في مكافحة أى إصابات قد تلحق بالمحصول المزروع، أو أنها قد تُعامل ببدائل المبيدات؛ الأمر الذى يفيد فى إمكان تسويق المحصول الصائد. هذا.. ويؤدى الحد من استعمال المبيدات إلى التوفير فى تكلفتها والحد من التلوث البيئى ومشاكل الأمان الصحى لمستهلكى المحصول، فضلاً عن تأخير ذلك لتطور ظهور حالات المقاومة للمبيدات بين الآفات (Boucher ٢٠٠٧).

ومن أمثلة النباتات الصائدة ومسببات الأمراض التى تستخدم تلك النباتات فى مكافحتها ما يلى (عن Palti ١٩٨١):

المرض والمسبب المرضى والعائل	النباتات التى أفاد فى التخلص منه
تتألف جذور الصليبيات <i>Plasmodiophora brassicae</i>	الزوان، و <i>Papaver rhoeas</i> ، و <i>Reseda odorata</i>
الجرب المسحوقى فى البطاطس <i>Spongopora subterranea</i>	الداثورة
الهالوك <i>Orobanche spp.</i>	دوار الشمس، والقرطم، والكتان، والبرسيم الحجازى، والحمص
العدار <i>Striga asiatica</i>	حشيشة السودان
نيماتودا تعقد الجذور <i>Meloidogyne spp.</i>	<i>Tagetes patula</i> ، و <i>Sesamum orientale</i> ، والخروع، والأفحوان (الكريزانثيم)، والفول السودانى
نيماتودا تفرح الجذور <i>Pratylenchus penetrans</i>	<i>Tagetes patula</i>
النيماتودا <i>Trichodorus spp.</i>	الأسبرجس.

ومن الأمثلة الأخرى للمحاصيل الصائدة، ما يلى:

- ١- زراعة الـ Hubbard Squash لجذب ثاقبة ساق الكوسة وخنفساء الخيار المخططة بعيداً عن زراعات البطيخ والقرع العسلى والكنتالوب.
- ٢- زراعة الذرة السكرية أو العادية لجذبها (قبل بزوغ الحريرة) لثاقب الذرة الأوروبى بعيداً عن زراعات الفلفل، وجذب دودة الكوز (دودة الثمار) بعيداً عن زراعات الطماطم.
- ٣- زراعة الصليبيات ثم قلبها فى التربة قبل اكتمال تطور النيماتودا المكونة للحوصلات فيها.

٤- وجد أن أكثر من ٥٠٪ من بذور الهالوك *Orobancha aegyptiaca*، و *O. crenua* تنبت في وجود جذور ٩ أصناف فلفل تم اختبارها، لكن لم يحدث ذلك في وجود جذور صنف الفلفل مأور Maor. وبالرغم من ذلك الإنبات لبذور الهالوك، فلم يتصل منها بالفلفل ويتطفل عليه سوى القليل، ولم يحدث الهالوك به أضراراً جوهريّة، سواء أكان ذلك في النمو الخضري أم في المحصول. وبالمقارنة.. فإن جذور الطماطم حثت إنبات أقل من ١٠٪ من بذور الهالوك إلا إنها كانت شديدة القابلية للإصابة، حيث اتصل حوالي ٣٠ نبات هالوك بكل نبات طماطم، وأحدثوا بالطماطم أضراراً جوهريّة (Hershenhorn وآخرون ١٩٩٦).

يتطلب اللجوء إلى المحصول الصائدة في مكافحة الحشرات الإلمام بكثير من الحقائق، كما يلي:

- ١- طريقة تغذية الآفة ووضعها لبيضها، علماً بأن المحصول الصائد يجب أن يكون أكثر جاذبية للآفة - بكثير - كمصدر للغذاء وكموقع لوضع البيض عن المحصول المزروع.
- ٢- نظام تحرك الآفة في الحقل؛ ففي معظم الأحيان يُركّز في زراعة المحاصيل الصائدة على جذب الآفة وتقييد حركة طورها المكتمل النمو؛ فلا تتحرك نحو المحصول الرئيسي. ولكن إذا ما كانت الأفراد الكاملة النمو لها قدرة عالية على الطيران، ولم يكن المحصول الصائد جاذباً لها بالقدر الكافي، فإن الآفة قد لا تُقيّد بواسطة المحصول الصائد.
- ٣- توزيع زراعة المحصول الصائد؛ فهل يزرع حول حقل المحصول الرئيسي، أم في مساحات متناثرة فيه. يتوقف الأمر على نظام حركة الآفة، ولا توجد قاعدة لنظام زراعة المحصول الصائد يمكن أن تغطي كل الحالات، كذلك فإن الأمر يتوقف على ما إذا كان الحقل الإنتاجي شريطياً أم مربعاً.
- ٤- نسبة مساحة المحصول الصائد من المساحة المحصولية الإجمالية؛ فإن تلك النسبة يجب أن تكون الأفضل من الوجهتين الاقتصادية والعملية لأجل تحقيق الهدف المنشود.
- ٥- مصير الآفة التي تحط على المحصول الصائد؛ فما لم تمت الأطوار الصغيرة على

المحصول الصائد قبل وصولها إلى طور اكتمال النمو، فإن حركتها إلى المحصول الرئيسي تُصبح أمراً مؤكداً. ولذا.. يتعين فحص المحصول الصائد بصورة دورية. هذا.. مع العلم بأن بعض النباتات الصائدة يمكن أن تكون جاذبة لوضع البيض عن المحصول الرئيسي، ولكنها لا تسمح بنمو اليرقات عليها؛ مما يؤدي إلى موتها، وذلك كما في حالة الجرجير الأصفر yellow rocket الذى يجذب إليه الفراشة ذات الظهر الماسى لوضع بيضها بنحو ٢٤-٦٦ ضعف جذب الكرنب لها، لكن يرقات الحشرة لا يمكنها النمو على الجرجير الأصفر (Resource Guide for Organic Insect and Disease Management - الإنترنت - ٢٠٠٦).

المحاصيل الحاجزة أو العائقة

تفيد زراعة المحاصيل الحاجزة أو العائقة Barrier Crops فى منع انتقال الإصابات الفيروسية بواسطة المنّ، وذلك بإحاطة الحقل بحزام من محصول آخر، مع مكافحة الحشرة فى هذا الحزام.

كما يمكن خفض حدة الإصابة بفيرس تبقع البابا الحلقى الذى يصيب القرعيات بزراعة حزام من الذرة حول حقل القرعيات؛ حيث تحط حشرة المنّ المهاجرة إلى الحقل - من الحقول المجاورة - على نباتات الذرة الأكثر طولاً والأكثر جاذبية للحشرة إذا قورنت بالقرعيات؛ حيث تسبر الذرة بأجزاء فمها الثاقبة الماصة عدة مرات - تفقد خلالها ما قد تحمله من جزيئات هذا الفيرس - قبل أن تنتقل إلى نباتات القرعيات.

وقد أدت زراعة حزام من البطاطس أو فول الصويا أو الذرة الرفيعة أو القمح حول حقول إنتاج تقاوى البطاطس إلى خفض نسبة الإصابة بفيرس واى البطاطس بصورة جوهرية - أياً كان الحزام المزروع - وذلك مقارنة بترك مساحة الحزام كأرض محروثة. هذا.. إلا أن الحماية التى وفرها الحزام من الإصابة بالفيرس كانت أكبر ما يكون فى الخطوط الخارجية المجاورة للحزام، وأقل ما يكون فى الخطوط التى توجد فى مركز المساحة؛ بما يعنى أن زراعة الأحزمة الواقية حول حقول إنتاج تقاوى البطاطس يفيد

فى إنتاج التقاوى الإليت عندما تكون الحقول بمساحة تقل عن ٠,٢ هكتار، أى حوالى نصف فدان (DiFonzo وآخرون ١٩٩٦).

كذلك أدت زراعة محاصيل حاجزة حول حقل لإنتاج الفلفل إلى وقايته من الإصابة بالفيروسات غير المتبقية التى ينقلها المنّ، وهى: فيروس وى البطاطس، وفيروس موزايك الخيار. حذّم حزام المحاصيل الحاجزة كمتلق للفيروسات القادمة إلى الحقل من خارجه، وإن لم تؤثر فى وصول المنّ - بعد تجريده من تلك الفيروسات - إلى الفلفل. وقد بدا واضحاً أن كفاءة أحزمة المحاصيل الحاجزة تتوقف على الفيروس ذاته وخصائص نقله الحشرى، وارتفاع المحصول الحاجز وقت شدة تعرض الحقل الإنتاجى للمنّ المهاجر. هذا.. ويجب ألا يعمل المحصول الحاجز كماوى لأى حشرة أو مسبب مرضى يمكن أن يشكل خطورة على المحصول المزروع (Feres ٢٠٠٠).

طريقة الزراعة

لطريقة الزراعة تأثيرات كبيرة على الإصابة بالأمراض، كما يتبين من المناقشة التالية:

الزراعة على مصاطب مرتفعة

تساعد الزراعة على مصاطب مرتفعة فى سرعة تصريف مياه الأمطار، ومياه الرى بالرش أو بالتنقيط؛ فلا تتعرض الجذور للإصابة بالأعفان. كما تعمل المصاطب المرتفعة - كذلك - على رفع حرارة التربة؛ مما يساعد على سرعة إنبات البذور وتقليل فرصة تعفنهما (عن Isakeit & Philley ٢٠٠٧).

كثافة الزراعة

أمكن الحد من إصابة الفاصوليا بالفطر *Sclerotinia sclerotiorum* مسبب مرض العفن الأبيض تحت ظروف الرى بالرش بخفض كثافة الزراعة إلى أربعة نباتات - تبعد عن بعضها البعض بمسافة متساوية - فى كل متر مربع (Vieira وآخرون ٢٠١٠).

مسافة الزراعة

نجد بصورة عامة أن شدة الإصابات المرضية تزداد بنقص مسافة الزراعة. فمثلاً.. وجد أن شدة إصابة ثمار الفراولة بالبوتريتس تزداد بنقص مسافة الزراعة بين النباتات من ٤٦ سم إلى ٢٣ سم، إلا أن المحصول يزداد في المسافات الضيقة على الرغم من الإصابة (Legard وآخرون ٢٠٠٠).

عمق الزراعة

تؤدي زيادة عمق الزراعة - خاصة في الأراضي المتوسطة القوام والثقيلة - إلى ضعف تعرض درنات البطاطس للإصابة بالفطر *Phytophthora infestans* الذي يمكن لجراثيمه السابحة وأكياسه الجرثومية الانتقال إلى أسفل سطح التربة مع حركة الماء. ولكن ذلك الانتقال يكون لمسافة أكبر في الأراضي الخفيفة عما في سواها (Porter وآخرون ٢٠٠٥).

الطعوم السامة للحشرات

طعم الشبّة

يتكون طعم الشبّة من الشبّة $Al(OH)_3$ ، والعسل الأسود المجفف، والجبس. يُقلب المخلوط جيداً ويترك لمدة ٤٨ ساعة ليتخمر، ثم يوضع بجانب قنوات الري، حيث يكثر تواجد الحفار الذي يفضل الرطوبة. تعمل الشبّة على سحب الماء من جسم الحفار، بينما يعمل الجبس على انسداد قنواته الهضمية.

فوسفات الحديد

من أمثلة طعوم فوسفات الحديد التجارية المستخدمة في مكافحة البزاقات العريانة slugs والقواقع snails كلاً من: Sluggo، وEscar-go، وWorry Free.

تُنثر حبيبات الطعم على سطح التربة بالقرب من النباتات، خاصة تلك التي تُعاني من الإصابة. ويفضل إجراء المعاملة بعد الري أو بعد سقوط الأمطار.

أغطية التربة (الملش)

يفيد استعمال أغطية التربة (الملش mulches) في مكافحة الحشرات الناقلة للأمراض الفيروسية وبخاصة المنّ والذبابة البيضاء - وبذلك يمكن خفض أو تأخير الإصابة بعدد من الأمراض الفيروسية.

وبالنسبة للمنّ.. فإنه نادراً ما يفيد استعمال المبيدات - حتى تلك غير المصرح بها في الزراعة العضوية - في مكافحة الأمراض الفيروسية التي تنقلها الحشرة؛ ذلك لأنها تكون - غالباً - غير متبقية، ولا يستغرق اكتساب الحشرة للفيروس - عادة - أكثر من ١٥ ثانية من تغذيتها على نبات مصاب، ويمكن للحشرة التي اكتسبت الفيروس أن تنقله مباشرة إلى نبات سليم - دون أن تمر بفترة حضانة - وذلك في خلال ١٥ ثانية أخرى من تغذيتها عليه. ويعنى ذلك أن الحشرة الحاملة للفيروس يمكنها نقله إلى النبات السليم قبل أن يقضى عليها المبيد.

كذلك يفيد استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة في خفض شدة الإصابة ببعض الأمراض والآفات الأخرى.

الأغطية البلاستيكية العاكسة للضوء

تستعمل لهذا الغرض الأغطية البلاستيكية (أغطية البوليثلين) البيضاء أو ذات السطح الفضي. توضع هذه الأغطية على سطح التربة قبل الزراعة لتحقيق عدة أهداف، ولكن ما يهمنا في هذا المقام أنها تعمل على طرد الحشرات؛ بسبب انعكاس الأشعة فوق البنفسجية من عليها؛ الأمر الذي يحدث ارتباكاً لبعض الحشرات (مثل: المنّ، والترس، والذبابة البيضاء، وصانعات الأنفاق) عندما تحاول أن تحط على النباتات، وبذا فهي تفيد في مكافحة الحشرات ذاتها، وفي الحد من انتشار الأمراض الفيروسية التي تنقلها تلك الحشرات.

ومن بين الفيروسات التي تكافح بهذه الطريقة - في الولايات المتحدة - فيروس موزايك الخيار وفيروس Y البطاطس في الفلفل، وفيروس موزايك البطيخ في الكوسة،

وغيرها من الفيروسات، وخاصة الفيروسات غير المتبقية التي ينقلها المنّ، والتي لا يفيد معها - كثيراً - استعمال المبيدات ضد المنّ؛ حيث يمكن أن تنقل الحشرة الفيروس إلى النبات السليم قبل أن تموت بفعل المبيد.

لقد ساعدت الأغذية البلاستيكية العاكسة للضوء (الفضية اللون) في خفض إصابة الكوسة بالأمراض الفيروسية التي ينقلها المن (مثل فيروس موزايك الزوكيني الأصفر)، وذلك في ظروف عدم شدة التعرض للإصابة الفيروسية (Boyhan وآخرون ٢٠٠٠).

كما أدى استعمال الغطاء البلاستيكي العاكس للضوء مع زراعات القرع العسلي *Cucurbita pepo* - مقارنة باستعمال البلاستيك الأسود أو ترك التربة دون غطاء بلاستيكي. إلى خفض أعداد المن المهاجر التي حطت على النباتات، ومن ثم خفض نسبة النباتات التي أُصيبت بالفيروسات التي ينقلها المن، حيث بلغت الإصابة مع الغطاء العاكس في مرحلة منتصف النمو ١٠٪ من حالات الإصابة في أى من معاملتي استعمال البلاستيك الأسود أو عدم استعمال الغطاء البلاستيكي. ولكن مع اقتراب نهاية موسم النمو كانت نباتات جميع المعاملات بها - تقريباً - ١٠٠٪ إصابة بالفيروس. وقد ترتب على التأخير في إصابة النباتات بالفيروس - نتيجة لاستعمال الغطاء البلاستيكي العاكس للضوء - زيادة المحصول بنسبة ٤٥٪، و١٢٠٪ مقارنة بالمحصول في حالة استعمال الغطاء الأسود وعدم استعمال غطاء، على التوالي (Brust ٢٠٠٠).

الأغذية البلاستيكية الصفراء الجاذبة للحشرات

يفيد استخدام البلاستيك (البوليثلين) الأصفر - كغطاء للتربة في حالة الطماطم - في خفض معدلات الإصابة المبكرة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم؛ لأنه يجذب إليه حشرة الذبابة البيضاء الناقلة للفيروس؛ مما يؤدي إلى موتها بفعل ملامستها للبلاستيك الساخن (عن Cohen & Melamed-Madjar ١٩٧٨).

كما وجد أن الأغذية البلاستيكية الصفراء - وبدرجة أقل الأغذية البرتقالية اللون - تجذب إليها حشرة منّ الخوخ *Myzus persicae* (عن Csizinsky وآخرون ١٩٩٥).

هذا.. وفي محاولة لمحاكاة الغطاء البلاستيكي الأصفر باستعمال القش (وهو أصفر اللون)، لم يكن لاستخدام غطاء للتربة من القش تأثيراً جوهرياً على الإصابة بالمن، أو على محصول البذور في الفول (Saucke وآخرون ٢٠٠٩).

الأغطية البلاستيكية الحمراء

كانت نباتات الطماطم النامية في الربيع في وجود غطاء بلاستيكي أحمر للتربة أكثر قدرة على التغلب على الإصابة بالنيماتودا وأنتجت محصولاً أعلى بمقدار الضعف عما أنتجته تلك التي نمت في وجود الغطاء البلاستيكي الأسود. وبدا أن الغطاء البلاستيكي الأحمر أدى إلى زيادة المحصول بزيادته لقدرة النبات على جعل قدر أكبر من نموه فوق سطح التربة، وخاصة في الثمار. ومرد ذلك إلى أن الغطاء البلاستيكي الأحمر يعكس الموجات الضوئية التي تحفز النمو الخضري، وهو المسئول عن زيادة محصول الثمار، بينما يقلل تخصيص الغذاء للجذور، وهو الغذاء الذي تحتاجه النيماتودا لنموها وتكاثرها (Kasperbauer ٢٠٠٤).

الأغطية البلاستيكية البيضاء

دُرُس تأثير استخدام ألوان مختلفة (أبيض وأحمر وأسود) من الأغطية البلاستيكية للتربة على نمو الطماطم وإصابتها بنيماتودا تعقد الجذور التي أُجريت العدوى بها — ابتداءً — بمعدل صفر، و١٠٠٠، و١٠٠٠٠، و٥٠٠٠٠ بيضة/نبات، كما أُلغى تأثير لون الغطاء البلاستيكي على حرارة التربة، بوضع حاجز عازل بين البلاستيك وسطح التربة؛ وبذا كان التباين في حرارة التربة بين المعاملات وقت الظهيرة أقل من ٠,٥°م. ووجد أن الطماطم التي نمت فوق البلاستيك الأبيض تلقت قدرًا أكبر من الأشعة المنعكسة النشطة في عملية البناء الضوئي وازداد فيها النمو الخضري والنمو الجذري والمساحة الورقية بنسبة ٢٧٪، و٣٢٪، و٢٠٪ — على التوالي — عما كان عليه الحال عندما استُعمل البلاستيك الأسود. أما النباتات التي نمت في وجود البلاستيك الأحمر فإنها تلقت نسبة أعلى من الأشعة تحت الحمراء إلى الحمراء في الضوء المنعكس. وأثر لون الغطاء

البلاستيكى فى استجابة النباتات للإصابة بنيماتودا تعقد الجذور من خلال تأثيرها على توزيع المواد الكربوهيدراتية فى الفروع الجانبية، حيث أدى البلاستيك الأبيض إلى زيادة المساحة الورقية والنمو الورقى فى الفروع الجانبية عما كان عليه الحال مع البلاستيك الأحمر، وكان دليل تئائل الجذور أقل فى النباتات التى نمت فى وجود البلاستيك الأبيض عما كان عليه الحال فى النباتات التى نمت فوق البلاستيك الأحمر (Fortnum وآخرون ٢٠٠٠).

التطعيم

لقد بدأت ممارسة تطعيم الخضر مع بدايات القرن العشرين؛ بهدف مكافحة المسببات المرضية التى تحدث الإصابة بها عن طريق التربة، وكانت أول التقارير فى هذا الشأن من اليابان بشأن استخدام *Cucurbita moschata* كأصل مقاوم للذبول الفيوزارى فى البطيخ، وسريعاً ما انتشرت طريقة التطعيم فى مقاومة عديد من أمراض القرعيات والباذنجانيات. ومن المزايا الإضافية للتطعيم توفيره لحماية من بعض عوامل الشد البيئى، وتقليل الاعتماد على الكيماويات والأسمدة فى الزراعة، وتحسين جودة الثمار.

ومن بين العوامل التى ساعدت فى انتشار الاعتماد على التطعيم: زيادة كثافة تواجد المسببات المرضية بسبب التكتيف الزراعى والاعتماد على أصناف قابلة للإصابة لما قد يكون بها من مميزات تتطلبها الأسواق، والحركة العالمية وما يصاحبها من انتقال مسببات مرضية جديدة لمناطق لم تكن بها من قبل، وزيادة الاعتماد على الإنتاج العضوى والإنتاج فى البيوت المحمية، وخطر استخدام بروميد الميثايل فى تعقيم التربة (Louws وآخرون ٢٠١٠).

أمثلة لحالات مكافحة الأمراض بالتطعيم

يستخدم التطعيم حالياً بكثرة فى مكافحة أمراض وآفات التربة فى الباذنجانيات والقرعيات. ومن المسببات المرضية الهامة التى تكافح بالتطعيم كلاً من الفطريات:

Verticillium، و *Fusarium*، و *Pyrenochaeta*، و *Monosporascus*، و *Phytophthora*، والبكتيريا *Ralstonia*، ونيوماتودا تعقد الجذور، وعدة فيروسات تُحمل في التربة.

ويمكن أن تكون الأصول المستعملة في التطعيم من نفس النوع وتحمل جينات رئيسية للمقاومة، أو من أنواع أو أجناس أخرى يُستفاد مما تحمله من آليات مقاومة غير العوائل non-host resistance، والتي تكون غالباً كمية. كذلك يمكن أن توفر الأصول مقاومة لآفات النيماتودا الخضرية، مثل الحشرات والفيروسات (Louws وآخرون ٢٠١٠).

ويبين جدول (٣-١) قائمة ببعض الأمراض التي أمكن مكافحتها بالتطعيم.

جدول (٣-١): قائمة ببعض الأمراض التي أمكن مكافحتها بالتطعيم (King وآخرون ٢٠٠٨).

المسبب المرضي	المرض	الحصول
<i>Fusarium oxysporum</i>	الذبول الفيوزاري	الخيار
<i>Phytophthora capsici</i>	لفحة فيتوفثورا	
<i>Meloidogyne spp.</i>	نيوماتودا تعقد الجذور	
<i>Verticillium dahliae</i>	ذبول فيرتسيليم	
<i>Corynespora cassicola</i>	Target leal spot	
<i>Phomopsis sclerotoides</i>	عفن الجذر الأسود	
<i>Fusarium oxysporum</i>	الذبول الفيوزاري	الكنتالوب
<i>Monosporascus cannonballus</i>	التدهور	
<i>Meloidogyne spp.</i>	نيوماتودا تعقد الجذور	
<i>Didymela bryoniae</i>	لفحة الساق الصمغية	
<i>Verticillium dahliae</i>	ذبول فيرتسيليم	
<i>Phomopsis sclerotoides</i>	عفن الجذر الأسود	
<i>Fusarium oxysporum</i>	الذبول الفيوزاري	البطيخ
<i>Meloidogyne spp.</i>	نيوماتودا تعقد الجذور	
<i>Verticillium dahliae</i>	ذبول فيرتسيليم	
CMV, ZYMV, PRSV, WMV-II	معقد من الفيروسات	

تابع جدول (١-٣).

المسبب المرضي	المرض	المحصول
<i>Verticillium dahliae</i>	ذبول فيرتسليم	الباذنجان
<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>	الجزر الفليني	
<i>Meloidogyne spp.</i>	نيماتودا تعقد الجذور	
<i>Ralstonia solanacearum</i>	الذبول البكتيري	الطماطم
<i>Fusarium oxysporum</i>	الذبول الفيوزاري	
<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>	الجزر الفليني	
<i>Meloidogyne spp.</i>	نيماتودا تعقد الجذور	
<i>Verticillium dahliae</i>	ذبول فيرتسليم	
TYLCV	فيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطم	

ونعطي - فيما يلي - مزيداً من الأمثلة لحالات نجاح فيها التطعيم على أصول معينة في مكافحة أمراض هامة:

• أفاد تطعيم البطيخ على اليقطين *Lagenaria siceraria* في مكافحة مرض الذبول الفيوزاري (Liu وآخرون ١٩٩٥).

• أجريت اختبارات على عدد من أصول الكنتالوب - التي تعرف بمقاومتها التامة أو الجزئية للسلالة ١,٢ من الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* - لأجل التعرف على مستوى مقاومتها للفطر *Didymella bryoniae*، حيث ظهرت مستويات عالية من المقاومة مع كل من الأصول التالية:

Cucumis anguria

C. ficifolius

C. figarei

C. metuliferus

C. zeyheri

Benincasa hispida

• كذلك كانت الأصول الهجين التجارية ELSI، و ES 99-13، و RS 841 من الجنس *Cucurbita* على مستوى عالٍ مماثل من المقاومة للفطر (Trionfetti Nisini وآخرون ٢٠٠٠).

• يفيد تطعيم الكنتالوب على أصول ذات نمو جذرى كثيف وقوى - مثل Pat 81 من *Cucumis melo* subsp. *agrestis* - فى حمايته من الإصابة بالتدهور (Dias وآخرون ٢٠٠٢).

• أمكن مكافحة الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* مسبب مرض عفن الجذور والساق فى الخيار بالتطعيم على أصول من هجين الـ *Cucurbita* التجارية Peto 42.91، و TS-1358، و TZ-148، مع الحصول على صفات جودة ثمرية عالية (Pavlou وآخرون ٢٠٠٢).

• استُخدم لمكافحة الذبول البكتيرى فى الطماطم - الذى تسببه البكتيريا *Ralstonia solanacearum* أصليين مقاومين. هما أصل الباذنجان EG203، وأصل الطماطم Hawaii 7996. ولقد تراوحت نسبة الإصابة عندما استخدم أصل الباذنجان بين صفر٪، و ٢,٨٪، مقارنة بنسبة إصابة تراوحت بين ٢٤,٤٪، و ٩٢,٩٪ فى نباتات الكنترول غير المطعومة. وبينما أدت إضافة مخلوط من اليوريا والجير المطفى للتربة إلى زيادة فاعلية أصل الطماطم فى مقاومة الذبول البكتيرى، فإن تلك الإضافة - التى كان لها تأثير مثبت على البكتيريا - لم تكن مؤثرة فى زيادة فاعلية أصل الباذنجان (Lin وآخرون ٢٠٠٨).

• كذلك وجد فى الطماطم أن استعمال الأصل Maxifort أدى إلى مكافحة الذبول الفيوزارى بصورة تامة، بينما أدى استعمال أى من الأصلين CRA 66، و Hawaii 7996 إلى التخلص من الإصابة بالذبول البكتيرى؛ الأمر الذى يفيد كثيراً فى مكافحة المرضين عند إنتاج الأصناف غير المقاومة لهما والتى تكون متميزة بصفات جودة عالية، كما فى الأصناف القديمة (المتوارثة) المتميزة heirloom varieties (Rivard & Louws ٢٠٠٨).

مخاطر الاعتماد على التطعيم فى مكافحة الأمراض

من أهم المخاطر التى قد تترتب على الاعتماد على التطعيم فى مكافحة الأمراض،

مايلى:

١- زيادة احتمالات الإصابة بالأمراض التى قد تتواجد فى الأصول وتنقل إلى الطعوم، وخاصة الأمراض البكتيرية والفيروسية عندما تنتقل عن طريق بذور الأصل حتى ولو كان انتقالها بنسبة ضئيلة، ولكنها قد تكون خطيرة من الناحية البوائية؛ كذلك فإن الجروح التى تصاحب عملية التطعيم قد تُسهّم فى انتقال عديد من مسببات المرضية.

٢- قد يؤدي الاعتماد على أصول معينة لفترات طويلة دونما تعقيم للتربة إلى ظهور مسببات مرضية جديدة، أو سلالات فسيولوجية جديدة من مسببات المرضية، أو إلى أن تصبح غير العوائل عوائل جديدة للمسببات المرضية، ومن أمثلة ذلك ما يلى:

أ- زيادة مشاكل إصابة الطماطم بعفن الجذر البنى الذى يسببه الفطر *Colletotrichum coccodes*، و *Rhizoctonia sp.* ومسببات مرضية أخرى نتيجة إهمال تعقيم التربة لعدة زراعات.

ب- مع كثرة الاعتماد على الأصل *Lagenaria siceraria* فى تطعيم البطيخ لمكافحة فطر الذبول *Fusarium oxysporum f. sp. niveum* ظهرت سلالة فسيولوجية جديدة قادرة على إصابة الجورد نفسه، وهى *F. oxysporum f. sp. lagenariae*، وبذا تحول الجورد من غير العوائل non host إلى عائل.

ج- ظهر نوع جديد من نيماتودا تعقد الجذور هو: *Meloidogyne enterolobii* كان قادراً على إصابة أصل الهجين النوعى Maxifort والتغلب على مقاومة جين الطماطم Mi-1 وجين الفلفل N المسئولين عن مقاومة النيماتودا فيهما.

٢- تتسبب الجروح التى تُحدثها عملية التطعيم فى إضافة مشكلة جديدة فى إنتاج

الباذنجان وهى إصابته ببكتيريا العفن الطرى *Pectobacterium carotovorum*.

٣- يتحكم فى مقاومة فيروس موزايك الطماطم فى الطماطم ثلاثة جينات، هى: Tm-1، وTm-2، و Tm-2²، وهى التى قد تؤثر فى توافق الأصل مع الطعم؛ ذلك لأن الجينين Tm-2، و Tm-2² يحدثان تفاعل فرط حساسية فى مواجهة الفيروس، وهو ما قد يؤدى إلى عدم توافق الطعم مع الأصل، وظهور ذبول مفاجئ إذا ما تعرض الصنف المطعوم على أصل مقاوم للإصابة بالفيروس. ولذا.. يفضل عدم استخدام الأصول التى تحتوى على الجينين Tm-2، و Tm-2 فى تطعيم الأصناف التى تحمل الجين Tm-1 أو التى لا تحمل أى جينات للمقاومة (Louws وآخرون ٢٠١٠).

أمثلة لحالات مكافحة الحشرات بالتطعيم

وجد فى القرعيات أن التطعيم على أصول من الجنس *Lagenaria* مقاومة للعنكبوت الأحمر *Tetranychus cinnabarinus* جعلت الطعوم بنفس درجة مقاومة الأصول.

كما أدى استخدام بعض أصول الجنس *Solanum* إلى تقليل شدة الإصابة بالذبابة البيضاء، وما تبع ذلك من تقليل شدة الإصابة بالفيروسات التى تنقلها الذبابة.

وأدى استخدام بعض الأصول البرية من الجنس *Solanum* إلى تقليل إصابة الطماطم بكل من الذبابة البيضاء والمن.

ومن ناحية أخرى.. فإن جين الطماطم Mi-1 يكسب النباتات مقاومة لكل من نيماتودا تعقد الجذور ومن البطاطس *Macrosiphum euphorbiae*، لكن المقاومة للمن لا تنتقل من الأصل إلى الطعم (Louws وآخرون ٢٠١٠).

دور أغطية النباتات

توفر الأغطية النباتية الطافية floating plant covers (أو suspended row covers) وهى أغطية توضع فوق النباتات مباشرة فى خطوط الزراعة - حماية من عديد من الإصابات الفيروسية التى تنقلها الحشرات، وخاصة تلك التى تنقلها حشرات المن، والذبابة البيضاء، والتريس.

وهذه الأغشية غير منسوجة، وتصنع إما من البولسترين (مثل: Agryl P17، و Agronet و Fabrico ، وإما من البولي بروبيلين (السولفان مثل: Base UV17)، وهي خفيفة الوزن؛ حيث لا يزيد وزنها على ١٧ جم لكل متر مربع، وتسمح بِنفاذ الماء والهواء، ونحو ٩٠٪ - ٩٥٪ من الضوء الساقط عليها، كما تسمح برش المبيدات من خلالها، ولا تؤدي إلى تكثيف الرطوبة. وتعمل التهوية الجيدة من خلالها على منع خفقان الغطاء بفعل الرياح.

توضع هذه الأغشية إما على النباتات مباشرة، وتثبت من الحواف بالتربة على ألا تكون مشدودة لكي تسمح بالنمو النباتي، وإما أنها توضع على أقواس سلكية متباعدة تُثبت على خطوط الزراعة. والطريقة الثانية هي المفضلة، ويلزم معها تغليف الأقواس السلكية بخراطيم رى بالتنقيط مُستهلَكة للمحافظة على الغطاء من التمزق.

تستعمل هذه الأغشية في الزراعات الحقلية لوقاية النباتات من جميع الأمراض الفيروسية التي تنقلها الحشرات؛ فهي - مثلاً - تستخدم بصورة تجارية لحماية الطماطم من فيروس تجعد وإصفرار الأوراق في منطقة الشرق الأوسط وفي حماية الكوسة من فيروس تجعد أوراق الكوسة.

وإلى جانب الحماية من الإصابات الفيروسية، فإن الأغشية النباتية تحمي النباتات - ابتداءً - من الإصابات الحشرية. فمثلاً.. وفرت هذه الأغشية حماية لنباتات الكرنب من الإصابة بكل من المن، والفراشة ذات الظهر الماسي، ويرقات رتبة حرشفية الأجنحة؛ الأمر الذي قلل كثيراً من الحاجة إلى استعمال المبيدات الحشرية.

وفي حالة القرعيات - وهي من المحاصيل الخلطية التلقيح - يتعين رفع الغطاء عن النباتات عند بداية مرحلة ظهور الأزهار المؤنثة.

وإلى جانب الأغشية النباتية المصنوعة من البوليسترين والبولي بروبيلين، فقد ظهرت - كذلك - أغشية طافية خفيفة الوزن مصنوعة من البوليثلين Spunboded polyethylene row covers. وقد نجح استعمال هذه الأغشية - في فلوريدا - في حماية الكوسة من

الإصابة بكل من الفيروسات التي ينقلها المنّ، والتلون الفضي الذي تحدثه تغذية الذبابة البيضاء؛ فضلاً عن استبعاد الغطاء للمنّ، والذبابة البيضاء، وحشرات أخرى؛ الأمر الذي أدى إلى زيادة المحصول بدرجة كبيرة للغاية مقارنة بعدم التغطية، وكانت الزيادة في المحصول أكبر عندما تُرك الغطاء في مكانه إلى ما بعد بداية الإزهار بمدة أسبوع واحد على الأقل (Webb & Linda ١٩٩٢).

وأدى استعمال أغطية البولي بروبيلين الطافية إلى حماية نباتات الطماطم من كل من فيروس ذبول الطماطم المتبقع الذي ينقله إليها التربس، وفيروس موزايك الخيار الذي ينقله إليها المنّ (Pentangelo وآخرون ١٩٩٩).

كما يؤدي استعمال الأغطية النباتية الطافية لنباتات الكوسة بعد شتلها مباشرة ولمدة ١٨ يوماً فقط (حيث أزيلت بعد ذلك للسماح بتلقيح النحل للأزهار) إلى زيادة المحصول بنسبة ٦٠٪ بسبب حماية الغطاء لها من الإصابة بالذبابة البيضاء التي تنقل لها الفيروسات الجيمنى (Jensen وآخرون ١٩٩٩).

وقد أفادت تغطية نباتات الفاصوليا بغطاء الـ Agronet في خفض الحاجة إلى الرش بالمبيدات الحشرية؛ فضلاً عن زيادتها لمحصول القرون كمّاً ونوعاً (Gogo وآخرون ٢٠١٤).

تغطية النباتات بشباك بيضاء طاردة للحشرات

أدى وضع شباك بوليثلين بيضاء اللون - أعلى مستوى نباتات الفلفل بنحو ٥٠ سم - إلى خفض معدل إصابتها بفيروس موزايك الخيار وفيروس Y البطاطس اللذين ينقلهما المنّ. وكانت الشباك البيضاء أكثر فاعلية من كل من: الشباك الصفراء اللون، والشباك ذات اللون الرمادي الفاتح.

وأوضحت الدراسات أن استعمال شباك ذات فتحات بأبعاد ١٠×٣ مم، وخبوط قطرها ١,٣ مم - والتي تقلل الإضاءة بنحو ٢٠٪ - كان أفضل من غيرها، وذلك لانخفاض أسعارها، ومع احتفاظها بفاعليتها في طرد الحشرات الناقلة للفيروسات.

وقد كان متوسط أعداد المنّ في مساحة ٣٠×٣٠ سم هو ٦,٦ فرداً تحت الشباك البيضاء، مقارنة بنحو ٤٦,٠ فرداً تحت الشباك الصفراء، و٥٥,٣ فرداً في معاملة الشاهد بدون شباك.

وتؤدي الشبّاك دوراً مزدوجاً؛ فهي تطرد المنّ بما تعكسه من ضوء، كما أنها تخفي المحصول عن المنّ الذي لا يزيد مدى رؤيته على ٥٠ سم (عن Palti ١٩٨١).

الأسمدة والتسميد

عرف تأثير العناصر السمادية - وكذلك بعض العناصر غير السمادية - على إصابة النباتات بالأمراض، كما يتبين من جدول (٣-٢).

جدول (٣-٢): أعداد الدراسات المتعلقة بتأثير العناصر السمادية وبعض العناصر غير السمادية على الإصابة بالأمراض (عن Huber & Graham ١٩٩٩).

عدد الأبحاث التي أفادت			العنصر
تباين التأثير	زيادة شدة الأمراض	انخفاض شدة الأمراض	
١٧	٢٣٣	١٦٨	النيتروجين (النترات والأمونيوم)
٢	٤٢	٨٢	الفوسفور
١٢	٥٢	١٤٤	البوتاسيوم
٤	١٧	٦٦	الكالسيوم
٢	١٣	٦٨	المنجنيز
صفر	٣	٤٩	النحاس
٣	١٠	٢٣	الزنك
صفر	٤	٢٥	البورون
صفر	٧	١٧	الحديد
صفر	٣	١١	الكبريت
٢	١٢	١٨	المغنيسيوم
صفر	صفر	١٥	السيليكون
٨	٢	٩	الكلوريد

وقدم قَدَمَ Huber & Graham (١٩٩٩) عرضاً وافياً عن تأثير العناصر السمادية - وغير السمادية - على الإصابات المرضية.

الأسمدة الآزوتية

يؤدى استعمال مستويات عالية من الأسمدة الآزوتية إلى زيادة شدة الإصابة بالأمراض، كما أن لمصدر الآزوت أهمية مماثلة لكميته.

والاتجاه العام هو أن النيتروجين الأمونيومى يؤدى إلى زيادة شدة الإصابة بالأمراض عن النيتروجين النتراتى، مع وجود شواذ لهذه القاعدة.

ونجد أن فطريات الذبول الفيوزارى - وهى طفيليات تعيش فى نسيج الخشب، ويمكنها استعمال الآزوت النتراتى - نجد بالرغم من ذلك أن الإصابة بها تنخفض عند زيادة معدلات التسميد النتراتى.

ويحدث تأثير مماثل - كذلك - بالنسبة للأمراض التى تصيب النموات الخضرية، فتزيد شدة الإصابة بالأصداء والبياض الدقيقى بزيادة التسميد النتراتى، وتنخفض بزيادة التسميد النشادى (عن Dixon ١٩٨١).

ويبين جدول (٣-٣) أمثلة خاصة بتأثير الأسمدة الآزوتية - بنوعها الآزوتى والنشادى - على شدة الإصابة بالأمراض فى محاصيل الخضر.

جدول (٣-٣): تأثير نوعية السماد الآزوتى (نتراتى أم أمونيومى) على شدة الإصابة بالأمراض فى محاصيل الخضر (عن Palti ١٩٨١).

المحصول	المرض	المسبب	شدة الإصابة عند التسميد بأزوت	نتراتى	نشادى
الفاصوليا	عفن الجذور	<i>Fusarium solani</i> f. sp. <i>phaseoli</i>	تنخفض	تزداد	
	الذبول	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i>	تنخفض	تزداد	
الفول الرومى	التبقع البننى	<i>Botrytis fabae</i>	تنخفض	تزداد	
البسلة	عفن الجذور	<i>Aphanomyces euteuches</i>	تنخفض	تزداد	
	عفن الجذور	<i>Pythium</i> spp.	تزداد	تنخفض	
عدة خضر	العفن الفحمى	<i>Macrophomina phaseolina</i>	تنخفض	تزداد	

تابع جدول (٣-٣).

شدة الإصابة عند التسميد بأزوت		المسبب	المرض	الحصول
نشادري	نتراتي			
تزداد	تنخفض	<i>Rhizoctonia solani</i>	العفن الرايزكتوني	البطاطس
تنخفض	تزداد	<i>Verticillium albo-atrum</i>	الذبول	
تنخفض	تزداد	<i>Streptomyces scabies</i>	الجرب	
تنخفض	تزداد	<i>V. albo-atrum & V. dahliae</i>	الذبول	الطماطم
تزداد	تنخفض	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	الذبول	
تنخفض	تزداد	<i>Colletorichum phomoides</i>	عفن الثمار والجذور	
تنخفض	تزداد	<i>Ralstonia solanacearum</i>	الذبول البكتيري	

ومن الأمثلة الأخرى لأمراض انخفضت شدتها مع التسميد النتراتي والـ pH القلوي،

ما يلي :

المسبب المرضي	المرض	الحصول
<i>Fusarium oxysporum</i>	الذبول	الأسبرجس
<i>Botrytis</i>	التبقع الشيكولاتي	الفاصوليا
<i>Fusarium solani, Rhizoctonia solani</i>	عفن الجذور والسويقة الجنينية العليا	
<i>Pythium</i> spp.	سقوط البادرات	البنجر
<i>Plasmodiphora brassicae</i>	الجذر الصولجاني	الكرنب
<i>Fusarium oxysporum</i>	الاصفرار	
<i>Fusarium oxysporum</i>	الاصفرار	الكرفس
<i>Fusarium oxysporum</i>	الذبول	الخيار
<i>Rhizoctonia solani</i>	سقوط البادرات	البسلة
<i>Fusarium oxysporum</i>	الذبول	القلقل
<i>Rhizoctonia solani</i>	تقرح الساق	البطاطس
<i>Sclerotium rolfsii</i>	لفحة اسكلوروشيم	الطماطم
<i>Fusarium oxysporum</i>	الذبول	

كذلك من أمثلة الأمراض التي انخفضت شدتها مع التسميد الأمونيومي والـ pH

الحامضي، ما يلي (عن Huber & Graham ١٩٩٩):

المسبب المرضي	المرض	المحصول
<i>Thielaviopsis basicola</i>	عفن الجذور	الفاصوليا
<i>Meloidogyne spp.</i>	نيماتودا تعقد الجذور	
<i>Sclerotium rolfsii</i>	عفن الجذور	الجزر
<i>Fusarium oxysporum</i>	الذبول	الباذنجان
<i>Sclerotium rolfsii</i>	العفن الأبيض	البصل
<i>Pythium spp.</i>	عفن الجذور	البسلة
<i>Streptomyces scabies</i>	الجرب	البطاطس
<i>Verticillium dahliae</i>	الذبول	
<i>Potato virus X</i>	فيروس × البطاطس	
<i>Ralstonia solanacearum</i>	الذبول البكتيري	الطماطم
<i>Verticillium dahliae</i>	ذبول فيرتسيليوم	
<i>Potato virus X</i>	فيروس × البطاطس	

الأسمدة البوتاسية

من المعروف أن التسميد البوتاسي يسهم في خفض معدلات الإصابة بالأمراض. ومن أهم الأمراض التي تنخفض شدة الإصابة بها مع زيادة معدلات التسميد البوتاسي ما يلي (عن Palti ١٩٨١):

المسبب المرضي	المرض	المحصول
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>melonis</i>	الذبول	القاوون (الكننتالوب)
<i>Alternaria solani</i>	الندوة المبكرة	الطماطم
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>conglutinans</i>	الاصفرار	الكرنب
<i>Peronospora parasitica</i>	البياض الرغبي	القنبيط
<i>Aphanomyces euteiches</i>	عفن الجذور	البسلة
<i>Xanthomonas manihotis</i>	الذبول البكتيري	الكاسافا
<i>Pseudomonas syringae</i>	اللحة البكتيرية	فاصوليا الليما

ويعتقد أن الإصابة بأمراض الذبول تنخفض بزيادة معدلات التسميد البوتاسي؛ كما هو الحال بالنسبة لمرض الذبول الفيوزاري في الطماطم، إلا أنه لم يكن للتسميد البوتاسي أية تأثيرات على كل من: ذبول فيرتسيليوم (المتسبب عن الفطر *Verticillium albo-atrum*)،

والذبول البكتيري (المتسبب عن البكتيريا *Ralstonia solanacearum*)، والتقرح البكتيري (المتسبب عن البكتيريا *Clavibacter michiganensis f. sp. michiganensis*) في الطماطم (عن Dixon ١٩٨١).

كذلك أوضحت دراسات Elad وآخرين (١٩٩٣) أن زيادة معدلات التسميد البوتاسي أدت إلى خفض شدة الإصابة بكل من الأمراض التالية:

المحصول	المرض	المسبب المرضي
الخيار	العفن الرمادي	<i>Botrytis cinerea</i>
الخيار	البياض الزغبى	<i>Pseudomonas cubensis</i>
الفلفل	العفن الرمادي	<i>B. cinerea</i>

ولكن لم يكن التسميد البوتاسي مؤثراً على إصابة الخيار بمرض البياض الدقيقي، أو على إصابة الباذنجان بمرض العفن الرمادي.

الأسمدة الفوسفاتية

من المعروف أن زيادة التسميد الفوسفاتي تؤدي إلى انخفاض معدلات الإصابة بأعفان الجذور.

وقد أوضحت دراسات Davis وآخرين (١٩٩٤) أن إصابة البطاطس بفطر *Verticillium dahliae* المسبب لمرض ذبول فيرتسيليم تنخفض، ويزداد محصول البطاطس بزيادة معدلات التسميد الفوسفاتي إلى ٢٤٠ كجم فوسفوراً للهكتار (١٠٠ كجم للفدان). وكان أعلى محصول من الدرنات عندما كان التسميد بمعدل ٣٠٠ كجم نيتروجيناً مع ٢٤٠ كجم فوسفوراً للهكتار (٢٣٨ كجم نيتروجين، و ١٠٠ كجم فوسفور للفدان).

وفي البصل.. تساعد زيادة معدلات التسميد بسوبر فوسفات الكالسيوم والأسمدة البوتاسية، والاعتدال في التسميد الآزوتي في مكافحة اللطعة الأرجوانية (Maude ١٩٩٠).

التسميد بالكالسيوم

يُعرف أكثر من ٣٠ عيباً فسيولوجياً في محاصيل الخضر والفاكهة ترجع إلى نقص عنصر الكالسيوم، ولكن ما يهمنا في هذا المقام هو أن الكالسيوم يزيد - كذلك - من مقاومة الأنسجة النباتية لعدد من الأمراض الحقلية؛ مثل ذبول فيرتسيليم في الطماطم، والأمراض التي تصيب النباتات بعد الحصاد؛ مثل الإصابات السطحية لدرنات البطاطس بالبكتيريا *Erwinia carotovora* pv. *atroseptica* (عن Conway وآخرين ١٩٩٤).

الفصل الرابع

وسائل مكافحة الميكانيكية والفيزيائية

تتعدد كثيراً الوسائل الميكانيكية والفيزيائية لمكافحة الأمراض والحشرات، ويتداخل بعضها مع بعض طرق مكافحة الآفات التي أوردناها في فصول أخرى من هذا الكتاب، كما أن أغلبها يوجه لمكافحة الحشرات. ومن بين المصادر الشاملة لهذا الموضوع كلاً من: Oseto (٢٠٠٠)، و Vincent (٢٠٠١)، و Vincent وآخرين (٢٠٠٣)، و OSU (٢٠١٤).

ويمكن تقسيم وسائل مكافحة الفيزيائية إلى الفئات التالية:

١- سلبية، مثل: الخنادق، والأسوار، والغطاء العضوي للتربة، والأغشية الحبيبية particle membranes، وغبار المواد الخاملة، والزيوت.

٢- نشطة، مثل: الوسائل الميكانيكية، والتلميع، والهواء المضغوط، والضغوط.

٣- طرق متنوعة أخرى، مثل: التخزين البارد، والهواء الساخن، والتعريض للهب، والغمر في الماء الساخن، والمعاملة بالزيوت.

ويستخدم مع الدقيق آلة تعرف باسم entoleter، وهي تُحدث ضغوطاً تؤدي إلى سحق كل المراحل الحشرية في الدقيق (Vincent وآخرون ٢٠٠٣).

ومن أهم وسائل مكافحة الميكانيكية للآفات، ما يلي:

١- وسائل الاستبعاد

إن من بين وسائل الاستبعاد استخدام أغطية النباتات، والشباك لإبعاد الطيور عن الثمار الناضجة، والياقات أو الحلقات الورقية paper collars حول سيقان النباتات لمنع أضرار الدودة القارضة، والأسوار أو الحواجز لمنع الحيوانات من الإضرار بالمحصول.

تُفيد أغطية النباتات plant covers أو خطوط الزراعة row covers - إلى جانب منع الحشرات من الوصول إلى النباتات - في تحفيز النمو النباتي والمحصول المبكر بزيادتها لحرارة التربة والهواء، وفي تقليل أضرار الرياح، إلا أنها لا تكون فعالة ضد الحشرات التي تعيش في التربة وتخرج منها لتصيب النباتات تحت الغطاء، وهي في مأمن من المكافحة. ويمكن التغلب على تلك المشكلة بحرق البقايا النباتية جيداً في التربة قبل الزراعة بوقت كافٍ.

٢- المصائد والجاذبات

تُستخدم المصائد والجاذبات لغرضين: لصيد أكبر عدد من الحشرات لتقليل أضرارها، ولمراقبة ورصد كثافة تواجدها وأنواعها المتواجدة في الحقل. ومن أهم عيوب المصائد أنها قد تجذب إليها الحشرات المفيدة كذلك.

٣- رش الماء تحت ضغط قوى

يُفيد دفع الماء بالرش بقوة - أحياناً - في إسقاط بعض الحشرات مثل المن والعنكبوت الأحمر من على النمو الخضرية. ويتعين تكرار هذا الأمر نظراً لأن كثيراً من تلك الحشرات غالباً ما تعود لنشاطها على النباتات. هذا.. ولا يجوز عمل هذا الإجراء مع النباتات الضعيفة حتى لا تُقتلع أو تتكسر. كما أن كثرة اللجوء لهذا الإجراء قد تزيد من بعض الإصابات المرضية سواء بالنمو الخضرية أم بالجذور. ويفضل أن يتم هذا الإجراء في الصباح، حيث يمكن للنباتات أن تجف أثناء النهار.

٤- شفط الحشرات بالتفريغ

تتوفر آلات حقلية لهذا الغرض. يتم دفع الحشرات - مثل الترس والذبابة البيضاء والطور المجنح للمن - للطيران أولاً بهز النباتات بتيار من الهواء، ويتبع ذلك مباشرة - أثناء مرور الآلة - شفطها بالتفريغ. وقد يفيد التفريغ - كذلك - في شفط الحشرات الصغيرة المتحركة وبيض الحشرات (OSU ٢٠١٤).

ومن أهم الطرق الفيزيائية والميكانيكية المستخدمة في مكافحة الأمراض والآفات، ما

يلي:

١- طرق مكافحة الحرارة، ومنها مكافحة الحشائش باللهب، وغيرها من طرق مكافحة الحشرات بعد الحصاد بكل من الحرارة العالية والحرارة المنخفضة.

٢- طريق مكافحة الكهرومغناطيسية electromagnetic، مثل الأشعة المؤينة (أشعة جاما وأشعة X والأشعة فوق البنفسجية ٠,٤ مللي ميكرون) والأشعة غير المؤينة (الضوء المرئي والقريب من الأشعة تحت الحمراء والأشعة تحت الحمراء المتوسطة والحرارية من ٢,٥ - ١٤ مللي ميكرون والميكرويف من ١ مم - ١٠ سم).
تُستخدم أشعة الميكرويف في مكافحة الحشرات.

وتستخدم الفلاتر التي تتحكم في الموجات الضوئية النافذة في مكافحة العفن الرمادي في محاصيل البيوت المحمية؛ وفي مكافحة أمراض بعد الحصاد في المحاصيل البستانية.

٣- طرق مكافحة الميكانيكية، ومنها مكافحة الحشائش بالعزيق والحراثة، وباستخدام أغطية التربة بمختلف أنواعها، واستخدام العوائق الفيزيائية (كالمواد اللاصقة والأسوار ومصدات الرياح والتغليف والخنادق) في مكافحة الحشرات.

٤- طرق مكافحة التي تعتمد على دفع الهواء أو تفريغه بالشفط Pneumatic control methods (Vincent وآخرون ٢٠٠١).

وقد تناول Oseto (٢٠٠٠) طرق مكافحة الفيزيائية للحشرات بشيء من التفصيل، وضمَّنها ما يلي:

١- المصائد غير المشعة، مثل الشرائط الملونة الجاذبة اللاصقة، والمصائد الجاذبة التي تحتوي على مواد جاذبة كالمواد المتخمرة وغيرها، والنباتات الجاذبة.

٢- الحواجز أمام وصول الحشرات للنباتات، مثل الحواجز السلكية، والأنفاق البلاستيكية، والخنادق، والأكياس، والحواجز الواقية، والعبوات.

٣- الإزعاج والقتل الفيزيائي، مثل القتل اليدوي والتقليم.

٤- الاقتلاع، مثل العزيق والشفط بالتفريغ.

- ٥- الإغراق بماء الرى.
- ٦- أغطية التربة، مثل الأغطية البلاستيكية الجاذبة للحشرات والطاردة لها، والأغطية النباتية.
- ٧- أغطية النباتات الطافية.
- ٨- المصائد الضوئية.
- ٩- الإشعاع، مثل أشعة جاما بعد الحصاد.
- ١٠- الحرارة، مثل البخار، والحرق، واللهب.
- ١١- البرودة.
- ١٢- الأصوات.
- ١٣- الهواء المتحكم فى مكوناته والمعدل، والمعاملة بالنيتروجين.

التبريد الفائق لأعضاء التكاثر

يُعد التخلص من مسببات الأمراض بالتبريد الفائق (cryotherapy) تطبيقاً جديداً لتقنيات الحفظ النباتى بالتبريد الفائق (plant cryopreservation) يسمح بالتخلص من مسببات الأمراض بمعدلات عالية، حيث يؤدي إلى استئصال الفيروسات والفيوتوبلازما والبكتيريا عند معاملة القمة النامية الخضرية بالنيتروجين السائل لفترة وجيزة باستعمال بروتوكولات الـ cryopreservation. ويمكن الحصول على نباتات خالية من المسببات المرضية عند إكثار ذلك النسج الميرستيمى القمى المعامل. وليس لهذه الطريقة علاقة بحجم القمة الخضرية التى تخضع للمعاملة، وهى تسمح بمعاملة عينات كثيرة فى وقت قصير نسبياً. ومن المحتمل أن تحل هذه الطريقة محل الطرق التقليدية المستخدمة فى التخلص من المسببات المرضية مثل زراعة الميرستيم القمى فى مزارع الأنسجة (Wang & Valkonen ٢٠٠٩).

معاملة البذور بالماء الساخن

دُرس تأثير غمس بذور الجزر والكرنب والكرفس والبقدونس في ماء حرارته ٤٠، ٥٠، و٥٥ م° لمدة ١٠-٣٠ أو ٦٠ دقيقة على التخلص من مسببات الأمراض التي تُحمل على البذور: *Alternaria spp.*، و *Phoma spp.*، و *Septoria spp.*، و *Peronospora valerianellae*، و *Xanthomonas spp.*، ووُجد أن معاملات الغمر في الماء على حرارة ٥٠ م° لمدة ٢٠-٣٠ دقيقة، و٥٣ م° لمدة ١٠-٣٠ دقيقة تقلل من تواجد المسببات المرضية بالبذور، دون أن تُحدث نقصاً جوهرياً في حيوية البذور. ولقد كانت معاملة الغمر في الماء الساخن فعالة بدرجة عالية (أكثر من ٩٥٪ كفاءة) ضد أنواع الجنس *Alternaria*، وهي: *A. dauci*، و *A. radicina*، و *A. alternata*، و *A. brassicola*. كذلك كانت المعاملة عالية الكفاءة ضد أنواع الجنس *Phoma*، وهي: *P. lingam*، و *P. valerianella* (٨٠٪ - ٩٥٪). كذلك انخفضت جوهرياً أعداد الجراثيم البكتيرية في بكتيديات *Septoria apiicola*، و *S. petroselini* بمعاملة الماء الساخن. وكانت لمعاملة الماء الساخن على ٥٠ م° لمدة ٣٠ دقيقة تأثيراً جيداً على مكافحة *Xanthomonas campestris* في بذور كل من الجزر والكرنب (Nega وآخرون ٢٠٠٣).

المصادر الملونة

تنجذب الحشرات للمصادر اللونية الجاذبة اللاصقة (بدون استخدام للطعوم الصائدة أو الفيرومونات)، كما يلي (عن Oseto ٢٠٠٠):

الحشرات التي تنجذب له	اللون
المن- ذباب الصليبيات <i>Delia sp.</i> - ذبابة البصل	الأصفر
التربس - ذباب الصليبيات	الأبيض
نطاطات الأوراق	البرتقالي
ذباب الصليبيات - ذبابة البصل	الأزرق

ومن أمثلة المصادر اللاصقة كلاً من: Biolure، و Yellow Sticky Traps، و Safer،

Flying Insect Traps.

وهي تستخدم - أساساً - فى مكافحة المن والذبابة البيضاء. ولاستعمالها يتم أولاً إزالة الغطاء الحامى لها ثم تثبيتها بالقرب من النباتات على أوتاد أو بتعليقها على الأفرع أو بأية وسيلة. وهى لا تكفى - وحدها - لتحقيق مكافحة كاملة، وإنما هى تستخدم - فقط - لتقليل أعداد الحشرات التى تصل إلى النباتات.

الصابون السائل

يتكون الصابون السائل المستخدم فى مكافحة الآفات (insecticidal soap) من أملاح البوتاسيوم والأمونيوم للأحماض الدهنية. وهو شبيه بصابون الأيدي السائل، الذى قد يستعمل أحياناً لنفس الغرض، إلا أن صابون المكافحة يتم اختياره على أساس قدرته على مكافحة حشرات معينة، مع عدم الإضرار بالنباتات، وهو أمر بالغ الأهمية.

يعمل الصابون السائل على الحشرات والعناكب بإتلافه لطبقة الكيوتكل الخارجية؛ مما يتسبب فى تدمير أجسامها الطرية. ولكى يكون الصابون فعالاً فإنه يجب أن يغطى كل جسم الحشرة، وإذا ما جف فإن متبقياته لا يكون لها أى تأثير على الآفة. وليس للصابون تأثير يذكر على بيض الحشرات.

ويذكر - كذلك - أن الصابون السائل يفيد فى مكافحة البياض الدقيقى. ومن بين أنواع الصابون السائل المتوفرة تجارياً كمبيدات: M-Pede، Safer، وConcern، وOrganica. وتعد نباتات الخيار حساسة للمبيد الأول (عن Resource Guide for Organic Insect and Disease Management - الإنترنت - ٢٠٠٦).

لا يعرف على وجه التحديد كيف يعمل الصابون ضد الحشرات، ولكن الاعتقاد السائد أنه يزيل الدهون والطبقة الشمعية الخارجية المغلفة لأديم الحشرة؛ مما يجعلها تفقد رطوبتها سريعاً إلى أن تجف وتموت. كما يعتقد بأن لبعض أنواع الصابون خصائص أخرى قاتلة للحشرات من خلال تأثيرها على جهازها العصبى. ونظراً لأن تأثيرها يكون فقط - على الحشرات الآكلة للنباتات، فإنها لا تؤثر على غيرها من الحشرات النافعة سواء أكانت من المفترسات، أم من المتطفلات. كذلك فإن الرش بمحاليل الصابون تحت

ضغط عال قد يغسل بعض الحشرات من على النباتات، كما قد يفقد بعضها الآخر قدرته على الحركة في ماء الصابون؛ مما يجعل من السهل غسيله من على النباتات.

يقتل الصابون عديداً من الحشرات منها المنّ، والخنفس المغيرة والذبابة البيضاء، والحشرات القشرية الطرية، وكذلك الأكاروسات، ولكن يتعين تكرار الرش على فترات متقاربة لتحقيق مكافحة جيدة. هذا.. وتكون الحشرات والديدان الكبيرة ويرقات الخنافس منيعة ضد الصابون.

يتعين عند المعاملة بالصابون وصول محلول الرش إلى الحشرة ذاتها، ذلك لأنه ليس للصابون أى فاعلية متبقية بعد ذلك. وهو يستخدم - عادة - بتركيز ٢٪.

قد تكون بعض النباتات حساسة للصابون؛ لذا يلزم اختبار محلول الرش على عدد محدود من النباتات قبل معاملة الحقل كله. ويقدر الـ LD_{50} للصابون بنحو ١٦٩٠٠ مجم/كجم.

وقد وجد أن منتجات الصابون السائل والمنظفات الصناعية والزيوت المعدنية لا تعطى نتائج إيجابية فى مكافحة ذبابة البيوت المحمية البيضاء على الطماطم إلا بقدر أضرار السمية التى تحدثها تلك المنتجات بالأوراق؛ بمعنى أن زيادة الضرر تؤدى إلى نقص أعداد الذبابة (Sclar وآخرون ١٩٩٩).

وإلى جانب تأثيره القاتل على الحشرات، فإن الصابون يُستخدم - كذلك - كمادة ناشرة؛ مما يسمح بانتشار مواد الرش فى الشقوق الصغيرة جداً وعلى كل السطح النباتى.

ولتجنب الأضرار التى قد تحدث جراء استخدام الصابون فى المكافحة يجب استخدام تركيزات تقل عن التركيز (٢٪ أو ٣٪) الذى قد يوصى به، كما يحسن غسل النباتات بالرش بالماء بعد ساعتين من المعاملة، مع تقليل عدد مرات الرش، على الرغم من أن الرش المتكرر كل ٤-٧ أيام قد يكون ضرورياً لمكافحة بعض الحشرات، مثل العنكبوت الأحمر. ويتعين أن يُعطى محلول الرش كل الأسطح النباتية.

ولا يجوز استعمال الماء العسر في تحضير محلول الرش لأن الأملاح التي توجد به قد تتفاعل مع الصابون؛ لتحدث به تغيرات كيميائية تغير من خصائصه. ويكون استعمال الصابون أكثر كفاءة في الجو الرطب الذي لا يجف فيه محلول الرش سريعاً.

الزيوت

تتعدد أنواع الزيوت التي تُستخدم في مكافحة الأمراض والآفات النباتية، وهي إما زيوت بترولية mineral oils مكررة (منقاة) بدرجة عالية، وإما زيوت نباتية vegetable oils، وهما يُعرفان - معاً - باسم الزيوت البستانية horticultural oils. كذلك تعرف من أنواع الزيوت الأخرى: زيوت الأسماك، والزيوت الأساسية essential oils (أو الطيارة) وأنواعها كثيرة وتتميز بروائح عطرية مميزة.

ومن التحضيرات التجارية لمختلف أنواع الزيوت، ما يلي (عن Resource Guide Caldwell و for Organic Insect and Disease Management - ٢٠٠٦، وآخرين ٢٠١٣).

١- الزيوت البترولية:

JMS Stylet Oil	PureSpray
PureSpray Green	
SuffOil	

٢- الزيوت النباتية:

GC-3	Concern
Eco E-rase	Carrier
Golden Pest Spray Oil	
Green Cypress Organic Spreader	
Natur'l Oil	
Pest Out	
Vegol	

٣- زيوت الأسماك :

Oleum Fish Oil

Organocide

SeaCide

٤- الزيوت الأساسية :

Ecotec

Ecotec G

Sporatec

ومن أهم مميزات الزيوت - بصفة عامة - الأمان، وفعاليتها الجيدة، مع محدودية تأثيرها على الحشرات النافعة.

تفيد الزيوت المعدنية كثيراً في الحد من انتشار الفيروسات غير المتبقية التي تنقلها الحشرات.

وقد وجد أن الزيوت تتجمع في الشقوق الدقيقة بين خلايا البشرة، وهي نفس المنطقة التي تتغذى فيها حشرة المن. وعندما تتغذى الحشرة تتلوث أجزاء الفم الثاقبة الماصة بالزيوت، ومن هذه اللحظة تتوقف قدرتها على التقاط الفيروس، أو نقله، أو إحداث إصابة جديدة.

وقد ثبتت فاعلية الزيوت في تقليل انتقال الفيروسات غير المتبقية، ونصف المتبقية. والمتبقية التي ينقلها المن، والفيروسات التي تنقلها الذبابة البيضاء.

وكان الزيت المعدني أكثر كفاءة - بكثير - من زيت لفت الزيت في حماية البطاطس من الإصابة بالفيروسين PVY، و PVM اللذان ينقلهما المن (Wróbel ٢٠١٢).

ويجب عدم استعمال الزيوت على النباتات الحساسة أو تلك المعرضة لظروف الجفاف لأن ذلك يزيد من تعرضها للأضرار، كما لا يجب استعمالها عند ارتفاع الحرارة عن ٣٨ م أو عند ارتفاع الرطوبة النسبية.

تؤثر الزيوت على الحشرات من خلال الآليات التالية:

١- إصابة الحشرة بالاختناق نتيجة لسدّ الزيت للفتحات الهوائية spiracles التي تتنفس الحشرة من خلالها.

٢- تفاعل الزيوت مع الأحماض الدهنية للحشرة؛ مما يتعارض مع أيضها الطبيعي.

٣- التعارض مع تغذية الحشرة، وتشكيلها لحاجز ميكانيكي يمنع أضرارها.

أما الزيوت النباتية وزيوت السمك فإنها تصنف على أنها دهون تحتوى على هيدروكربونات طويلة السلسلة. وتتضمن الدهون أحماضاً دهنية، وجليسريدات. واستيرولات، وأكثر الأحماض الدهنية تواجداً هي أحماض البالميتك Palmitic، واللاستيريك steric، واللينوليك linoleic، والأوليك oleic. ويُتحصل على الزيوت النباتية أساساً من البذور، بينما يُتحصل على زيوت السمك كمنتج إضافي من صناعات الأسماك.

ومن الزيوت الأخرى التي أظهرت فاعلية فى المقاومة الزيوت الأساسية (أو الطيارة) المتحصل عليها من نباتات مثل الكافور، والنعناع، والثوم.

تؤثر الزيوت فى مدى واسع من الحشرات، مثل المنّ، والتربس، والذباب الأبيض، والخنافس المغيرة، والحشرات القشرية، كما تستعمل ضد الأكاروسات. هذا.. ولم تظهر بأى من تلك الآفات مقاومة وراثية ضد الزيوت.

قد تزود التحضيرات التجارية للزيوت بالمستخلصات، وإن لم يكن الأمر كذلك فإنه يلزم تزويدها ببعض المواد الناشرة لأجل تأمين تغطية كاملة لجميع الأسطح النباتية بالزيوت عند الرش، مع ضرورة الرش عدة مرات.

وكلما انخفضت قدرة الزيت المستعمل على التبخر كلما ازدادت فرصة سميته للنبات. ولأن التبخر يكون أبطأ فى الجو الرطب، فإنه يوصى بعدم رش الزيوت عند ارتفاع الرطوبة النسبية.

ولخفض الأضرار التي قد تنشأ عن استعمال الزيوت يوصى بما يلى:

١- عدم زيادة التركيز المستعمل عن ١٪ حجماً بحجم.

٢- عدم الرش عند ارتفاع الحرارة عن ٢٧ م°.

٣- أن يكون الرش على صورة رذاذ دقيق جداً.

٤- تأمين رج جيد بتانك الرش.

٥- التأكد من أن كل الزيت على صورة مستحلب.

تتميز الزيوت بفاعلية كبيرة ضد الأكاروس وعديد من الحشرات؛ مثل المن، والحشرة القشرية، وبعض الخنافس. وهي تتميز بتأثيرها الفعال ضد مختلف الأطوار الحشرية من البيضة إلى الحشرة الكاملة. كما أن معظم الزيوت المستخدمة اختيارية؛ بمعنى أنها تؤثر على الحشرة المستهدفة، دون أن تؤثر على الأعداء الطبيعية للحشرات. هذا.. فضلاً على أنه لم تظهر إلى الآن - وبعد عدة عقود من استعمالها في البساتين - أية حشرات مقاومة للزيوت التي استخدمت في مكافحتها.

ومن المميزات الأخرى للزيوت أنها قليلة السمية بالنسبة للتدييات، وأنها تتحلل سريعاً - بفعل العوامل الجوية والنشاط البكتيري - إلى مركبات أخرى أقل ضرراً على البيئة. هذا.. فضلاً على رخص أسعارها مقارنة بالمبيدات العادية.

هذا.. ويتعين - لكي تكون الزيوت فعّالة في مكافحة - أن يتم رشها بشكل جيد، بحيث يغطى كل سطح الحشرة بغشاء رقيق من الزيت.

وقد استخدمت عديد من التحضيرات التجارية من الزيوت البترولية، والزيوت النباتية الخام، وزيت الطعام العادى (مثل: زيت فول الصويا، وزيت عباد الشمس، وزيت القرطم، وزيت الذرة، وزيت الفول السوداني) في مكافحة عديد من حشرات وأكاروسات الخضر والفاكهة، وخاصة الساكنة منها.

وتجدر الإشارة إلى أن فاعلية الزيوت في مكافحة الحشرات والأكاروسات تقتصر -

فقط- على ما يتواجد منها على الأسطح النباتية وقت المعاملة؛ بمعنى أنها لا تعطي النبات حماية مما قد يصل إليه من أفراد جديدة من الحشرات بعد المعاملة.

وبالنسبة للزيوت الأساسية، فإن الدراسات التي أُجريت عليها - وهي كثيرة - ستقدم لها تحت مختلف الأمراض التي استخدمت الزيوت في مكافحتها. وكمثال على تلك الدراسات وجد أن المعاملة بزيت الكافور *Eucalyptus globules* أدت إلى منع ظهور أعراض إصابة القلقاس بلفحة الأوراق التي يسببها الفطر *Phytophthora colocasiae*، وكذلك منع تجرثم الفطر عندما أُجريت المعاملة بتركيز ٣,٥ مجم/مل. ولقد كانت أكثر المركبات المتطايرة تواجدًا في الزيت، هي: cineole بنسبة ٢٦,٤٪، و ∞ -pinene بنسبة ١٤,١٪، و p-cymene بنسبة ١٠,٢٪ (Sameza وآخرون ٢٠١٤).

الكاولين

يعد الكاولين kaolin أحد أنواع الطين الذي ينتج بفعل عوامل التجوية على معدن الـ feldspar، وهو يحتوى - أساساً - على الكاولينيت kaolinite. يُطحن الكاولين لأجل تجانس حبيباته ويُعامل به معلقاً في الماء، حيث يشكل - بعد جفاف الماء - غشاءً أبيضاً رقيقاً على الأسطح الورقية وكذلك سطح السيقان والثمار.

يعمل الكاولين بعدة طرق، فهو يعد حاجزاً فيزيائياً يمنع الحشرة من الوصول إلى النسيج النباتي المرغوب فيه من قبل الحشرة، كذلك فإنه يعمل كمادة طاردة حيث يجعل السطح النباتي غير مناسب لتغذية الحشرة أو وضع بيضها عليه، كما قد يتسبب غشاء الكاولين في تغيير اللون الطبيعي للسطح النباتي؛ مما يزيد من صعوبة تعرف الحشرة على عائنها. هذا فضلاً عن عمل جزيئات الكاولين كمثيرات أو مهيجات للحشرات. ومع التصاق جزيئات الكاولين بجسم الحشرة فإنها تسبب مضايقات لها.

وقد وجد - كذلك - أن الكاولين يلعب دوراً في مقاومة أمراض وحشرات الحبوب المخزنة.

ولا يعمل الكاولين بكفاءة إلا إذا وصل إلى جميع الأسطح النباتية.

ومن أكثر التحضيرات التجارية للكاولين شيوعًا المنتج سَرَّوند Surround، وهو مجهز كمسحوق قابل للبلل يخلط مع الماء عند الاستعمال.

ويفيد الكاولين في مكافحة بعض ديدان حرشفية الأجنحة، والسوس، ومنّ الكرب، وتربس البصل، والخنفساء البرغوثية، والذبابة البيضاء، وخنفساء الخيار، وذلك بدرجات متفاوتة، إلا أن الكاولين يؤثر سلبياً - كذلك - على الحشرات النافعة، (عن Resource Guide for Organic Insect and Disease Management - الإنترنت - ٢٠٠٦).

أثبت الكاولين كفاءة عالية في مكافحة التربس في البصل، حيث تعارض مع وضع الحشرة لبيضها، وقلل الفقس، وأدى إلى زيادة طول فترة الأطوار اليرقية، وزيادة معدلات موت الأفراد. ولكن يعاب على استخدام الكاولين في مكافحة ضرورة تكرار الرش عدة مرات على فترات متقاربة لتوفير غشاء الكاولين - بصورة دائمة - على النموات الورقية الجديدة (Larentzaki وآخرون ٢٠٠٨).

التربة الدياتومية

تتكون التربة الدياتومية diatomaceous earth من محارات السيليكا المتحجرة لكائنات مائية صغيرة وحيدة الخلية تسمى دياتومات diatoms، وهي التي كانت قد تكونت - منذ نحو ٣٠ مليون سنة - كترسبات عميقة من الدياتوميت diatomite. تُجمع تلك الترسبات وتطحن إلى أن تأخذ مظهر وملمس بودرة التلك. تستعمل البودرة كمبيد حشري ذو أساس معدني.

تمتص التربة الدياتومية الطبقة الشمعية التي توجد على سطح الحشرة؛ مما يجعل الحشرة تفقد رطوبتها، كما قد تعمل على تجريح طبقة أديم الحشرة. ولا تفضل بعض الحشرات التغذية على النموات النباتية المعاملة. وهي تفيد في مكافحة نشاطات الأعشاب، والبزاقات، والحشرات ذات الأجسام الرخوة مثل المنّ.

ويُعاب على استعمال التربة الدياتومية أنها لا تكون فعالة في الجو الرطب، كما أنها قد تقتل حشرة أبو العبد ladybird المفيدة.

وتتوفر تحضيرات للتربة الدياتومية إما منفردة وإما مخلوطة مع البيرثرن، ويقدر الـ LSD₅₀ لها بنحو ٣١٦٠-٨٠٠٠ مجم/كجم (Colorado State University - الإنترنت - ٢٠٠٦).

شفط الحشرات

أمكن مكافحة عديد من الحشرات الصغيرة في حقول الفراولة بواسطة شفطها بجهاز يمر على مصاطب الزراعة يطلق عليه اسم بيوفاك Biovac، وهو جهاز صُمم خصيصاً للفراولة، حيث يخلص النباتات من الجزء الأكبر من تلك الحشرات. ويوصى بعدم استعمال الجهاز بين الساعة الثامنة صباحاً والسادسة مساءً وهي الفترة التي ينشط فيها النحل؛ ذلك لأن مروره في وجود النحل - في أحد الاختبارات - أدى إلى طيران ١٩٪ فقط من أفراد النحل، ومن بين الأعداد المتبقية.. شفط الجهاز ٦١٪ منها، بينما تعلق الباقيات (٣٩٪) بالنباتات (Chisson وآخرون ١٩٩٧).

كما أمكن خفض أعداد عديد من الحشرات - مثل الذبابة البيضاء والمن، و *Empoasca spp.* - بمعدلات تراوحت بين ٥٠٪، و ٧٥٪ بطريق الشفط الهوائي من أعلى المصاطب بعد تحريك تلك الحشرات من أماكنها بالأوراق بدفع تيار هوائي قوى من جانبي المصطبة. أما صانعات الأنفاق فلم تكن تلك الطريقة مؤثرة معها بسبب قدرتها القوية على الطيران (Weintraub وآخرون ١٩٩٦).

وقد أمكن بتلك الطريقة تقليص أعداد الذبابة البيضاء في حقول الكنتالوب بنسبة ٣٠٪ إلى ٦٠٪ عن طريق شفطها. أجرى ذلك بتركيب وحدة على الجرار تقوم أثناء سيره على مصاطب الكنتالوب بدفع تيار هوائي قوى على جانبي المصطبة نحو النباتات في الوقت الذي يتم فيه شفط الهواء بالتفريغ من أعلى النباتات (Weintraub & Horowitz ١٩٩٩).

الفصل الخامس

السيليكون والكبريت والمركبات النحاسية وأملاح البيكربونات

تستخدم بعض العناصر والمركبات الكيميائية الشائعة - غير الضارة بالصحة والبيئة - في مكافحة بعض أمراض وآفات النباتات، ومن أمثلتها الكبريت، والمركبات النحاسية، وأملاح البيكربونات والسيليكون.

السيليكون

يُستخدم السيليكون في حث المقاومة لبعض الأمراض في النباتات؛ الأمر الذي تُعطى أمثلة على استخداماته تحت بعض الأمراض النباتية.

ويُعد Van Bockhaven وآخرون (٢٠١٣) مرجعاً في الآليات التي تُنظمها المعاملة بالسيليكون، والتي تؤدي إلى حث المقاومة الواسعة المدى للأمراض في النباتات.

الكبريت والكبريت الجيري

يؤثر الكبريت على عديد من المسببات المرضية الفطرية بتثبيطه لإنبات الجراثيم ونموها، باختراقه للجدر الخلوية والتعارض مع العمليات الأيضية الهامة. وللكبريت الجيري lime sulfur تأثيرات مماثلة وربما أقوى من الكبريت، وهو خليط من الكالسيوم متعدد الكبريتات calcium polysulfides يحضر بغلي ماء الجير والكبريت معاً.

ويستخدم الكبريت في مكافحة عديد من الأمراض (منها: صدأ الفاصوليا والبياض الدقيقي وجرب البطاطس والبطاطا والرايزكتونيا في البطاطس والبنجر)، والعناكب والحشرات (منها: العنكبوت الأحمر وعنكبوت الطماطم الصدئ).

ويستخدم الكبريت الجيري في مكافحة البياض الدقيقي وعديد من أنواع العناكب والحشرات (Caldwell وآخرون ٢٠١٣).

المركبات النحاسية

من أهم المنتجات النحاسية المستخدمة في مكافحة الأمراض، والتي – يُسمح باستعمالها في الزراعات العضوية، ما يلي:

أيدروكسيد النحاس – أوكسيد النحاس – أوكسى كلوريد النحاس – أوكتانويت النحاس copper octanoate – كبريتات النحاس.

والتحضيرات التجارية للمنتجات النحاسية كثيرة، ومنها:

Badge X2

Camelot O

Basic Copper 53

Champ WG

Chem Copp 50

COC WP

Copper Sulfate Grystals

CS 2005

CSC Copper Sulfate Dust Fungicide

Cueva Fungicide Concentrate

Nordox

Nu Cop

PHT Copper Sulfur Dust

وجميعها مبيدات فطرية وبكتيرية (Caldwell وآخرون ٢٠١٣).

أملاح البيكربونات

تستعمل كلاً من بيكربونات الصوديوم وبيكربونات البوتاسيوم في مكافحة بعض الأمراض، ويسمح باستعمال بيكربونات الصوديوم في الزراعات العضوية، بينما لا يسمح ببيكربونات البوتاسيوم لهذا الغرض. وكلاهما يفيد في مكافحة البياض الدقيقي على مختلف المحاصيل.

توفر بيكربونات الصوديوم مكافحة جيدة ضد عديد من الفطريات إذا استخدمت بتركيز ٠,٥٪ في الماء مع ٠,٥٪ زيت خفيف أو زيت نباتي. وقد أنتج مركب تجارى يعرف باسم ريميدي Remedy يحتوى على بيكربونات الصوديوم ويستخدم في مكافحة كلاً من البياض الدقيقي، وتبقعات الأوراق، والأنتراكنوز، والفيتوفثورا، والفوما phoma، والجرب، والبوتريتس botrytis. ويلزم لنجاح المكافحة تكرار الرش أسبوعياً إلى حين انتهاء المشكلة (Integrated Pest Management for Greenhouse Crops - Attra - الإنترنت - ٢٠٠٧).

ولقد انخفضت شدة الإصابة بعدديد من الأمراض بالمعاملة ببيكربونات الصوديوم أو البوتاسيوم، والبيكربونات المخلوطة بالزيوت، وذلك في عديد من المحاصيل، وبخاصة القرعيات، والفاصوليا، والطماطم؛ لأجل مكافحة البياض الدقيقي، والفيروسات التي تنقلها الحشرات، ولأجل مكافحة اللفحة المبكرة وتبقع الأوراق السركسبورى فى الطماطم، والصدأ فى الفاصوليا والقمح، ولفحة الساق فى الأسبرجس، ومكافحة كل من تبقع الأوراق الألترنارى والأنتراكنوز، والبياض الزغبى ولفحة الساق الصمغية فى القرعيات (عن McGrath & Shishkoff ٢٠٠٠).

تعمل بيكربونات البوتاسيوم وبيكربونات الصوديوم من خلال الإخلال بتوازن أيونى البوتاسيوم والصوديوم - على التوالي - فى خلايا الفطر الممرض؛ مما يؤدي إلى انهيار الجدر الخلوية.

ومن أمثلة تحضيراتها التجارية: Kaligreen، وMilStop، وهي تحتوى على ٨٢٪ - ٨٥٪ بيكربونات بوتاسيوم، و١٥٪-١٨٪ مواد ناشرة وبعض المواد المائلة الخاملة الأخرى.

يُستخدم بيكربونات البوتاسيوم بمعدل ٠,٥-٢,٥ كجم/فدان. ويراعى المحافظة على pH محلول الرش عند ٧,٥ أو أعلى من ذلك.

وهو يستخدم - خاصة - لأجل مكافحة البياض الدقيقى (Caldwell وآخرون

.(٢٠١٣)

الفصل السادس

مستخلصات النباتات والكائنات الدقيقة

تعرف المركبات التي تستخلص من النباتات وتكون سامة للمسببات المرضية والآفات باسم botanical pesticides أو botanicals، ومنها:

١- المستخلصات النباتية، مثل مستخلصات النيم، والثوم، والكافور والكرم turmeric، والتبغ، والزنجبيل ginger.

٢- زيوت أساسية، مثل زيوت القراص nettle، والزعتر، والكافور، والسذاب rue، وحشيشة الليمون، وشجرة الشاي tea tree.

٣- جل ولبن نباتي، مثل المستخرج من الصبار aloe.

تتميز ال botanicals بأنها مستدامة في الطبيعة، وصديقة للبيئة، وتتحلل بسهولة، ورخيصة الثمن؛ ولذا.. فهي تشكل جزءاً مهماً من مكافحة الحيوية (Gurjar وآخرون ٢٠١٢).

كذلك تُستخلص مركبات من بعض الكائنات الدقيقة تستخدم في مكافحة الأمراض والآفات.

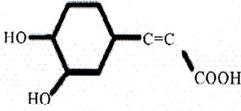
وفي جميع هذه المستخلصات تتكون المواد الفعالة فيها من بعض مركبات الأيض الثانوية التي تنتجها تلك النباتات أو الكائنات الدقيقة.

مركبات الأيض الثانوية

أنواعها

تقوم النباتات بتمثيل مركبات أيزية أروماتية ثانوية، مثل الفينولات، والأحماض الفينولية، والكيونونات quinones، والفلافونات flavones، والفلافونويدات flavonoids، والفلافونولات flavonols، والتانينات، والكيومارينات coumarins (شكل ٦-١). ولقد أظهرت المركبات التي تحتوى على ترايب فينولية، مثل الكارفاكول carvacrol،

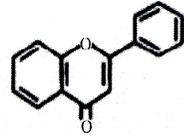
والإيوجينول eugenol، والثيمول thymol نشاطاً عاليًا ضد المسببات المرضية (Gurjar وآخرون ٢٠١٢).



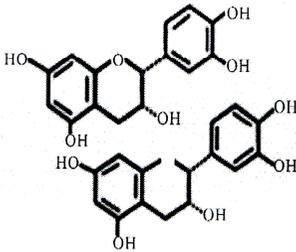
Phenolic structure of Caffeic acid



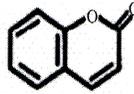
Structure of quinone



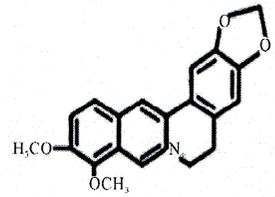
Structure of flavonoides



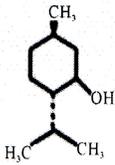
Structure of tannins



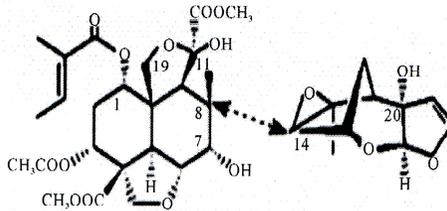
Structure of coumarins



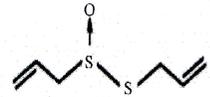
Structure of alkaloides OH



Structure of terpenoides



Azadirachtin



Allicin

شكل (٦-١): التركيب البنائي لبعض المركبات - التي تُنتجها النباتات - والتي تكون مضادة للميكروبات.

ومن أمثلة مركبات الأيض الثانوية ذات النشاط المضاد للميكروبات (botanicals) - التي تُنتجها بعض النباتات - ما يلي (عن Gurjar وآخرين ٢٠١٢):

النشاط ضد	مجموعة المركب	المركب	الاسم العلمي	الاسم العادي
عام	Flavonoid derivative	Phloretin	<i>Malus pumila</i>	التفاح Apple
بكتيريا - فطريات	Lactone	Withafarin A	<i>Withania somnifera</i>	Ashwagandha
فطريات	Terpenoid	Essential oil	<i>Aegle marmelos</i>	Bael tree
بكتيريا- فطريات- فيروسات	Polyphenol	Tannin	<i>Eucalyptus globulus</i>	شجرة الصمغ Blue gum tree
بكتيريا - فطريات	Sulfoxide	Allicin	<i>Allium cepa</i>	البصل Onion
بكتيريا- فطريات- فيروسات	Terpenoid	Caffeic acid	<i>Thymus vulgaris</i>	الزعتر Thyme
بكتيريا- فطريات- بروتوزوا	Terpenoids	Curcumin	<i>Curcuma longa</i>	الكرم Turmeric
فطريات	Alkaloids	Hyoscyamine Scopolamine	<i>Datura stramonium</i>	الداتورة Thorn apple
فطريات	Alkaloid	Piperine	<i>Piper nigrum</i>	الفلفل الأسود Black pepper
فطريات	Alkaloids	Ricinine Ricinoleic	<i>Ricinus communis</i>	الخروع Castorbean
بكتيريا - فطريات	Terpenoides	Azadirachtin	<i>Azadirachta indica</i>	النيم Neem/Margosa tree
بكتيريا - فطريات	Solfoxide	Allicin	<i>Allium sativum</i>	الثوم Garlic

ولقد دُرُس تأثير المستخلصات المتحصل عليها من ٩ أنواع برية عشبية مأكولة edible على عدد من المسببات المرضية الهامة بعد الحصاد للخضر والفاكهة، وكان لمعظمها تأثير كبير في الحد من عدد من الإصابات المرضية، وكان مرد ذلك إلى محتواها العالي من الفينولات، مثل مشتقات حامض الكافيك والفلافونات (Gatto وآخرون ٢٠١١).

طريقة فعلها

تعمل مختلف مجموعات مركبات الأيض الثانوية كمضادات ميكروبية من خلال الآليات التالية (Gurjar وآخرون ٢٠١٢):

آلية تأثيرها	المجموعة
إتلاف الأغشية البلازمية - إفقاد الأنسجة لغذاء المسببات المرضية	الفينولات
تكوين معقدات مع الجدر الخلوية- وقف نشاط الإنزيمات	الأحماض الفينولية
إتلاف الأغشية البلازمية	التربينويدات - الزيوت الأساسية
التداخل مع الجدر الخلوية	أشباه القلويات
الارتباط بالبروتينات - تثبيط الإنزيمات - إفقاد الأنسجة لغذاء المسببات المرضية	التانينات
تكوين معقدات مع الجدر الخلوية - وقف نشاط الإنزيمات	الفلافونويدات
التفاعل مع دنا DNA البكتيريا	الكيومارينات
تكوين روابط ثنائية الكبريت	اللكتينات والبولي ببتيدات

طرق استخلاصها

تُستخلص مختلف مجموعات المركبات الكيميائية من الأنسجة النباتية بمختلف المذيبات، كما يلي (Gurjar وآخرون ٢٠١٢):

المذيب	مجموعات المركبات التي يمكن استخلاصها
الماء	التانينات - السابونينات - التربينويدات terpinoides
الإيثانول	أشباه القلويات alkaloids - التانينات - التربينويدات - الفلافونولات flavonols
الميثانول	التربينويدات - السابونينات - التانينات - الفلافونولات
الكلوروفورم	التربينويدات - الفلافونويدات flavonoids
Dichloro-methanol	التربينويدات
الإثير	أشباه القلويات - التربينويدات - الكيمومارينات cumarins
الأسيتون	الفلافونولات

بعض المستخلصات النباتية واستعمالاتها

يفيد استعمال بعض المستخلصات النباتية في مكافحة مسببات مرضية معينة، كما يلي (عن Gurjar وآخرين ٢٠١٢):

- مستخلص ريزومات الكركم *Curcuma longa*، والزنجبيل *Zingiber officinale*.. يفيد في مكافحة المسببات المرضية: *Phytophthora infestans*، و *Fusarium solani*، و *Pyricularia oryzae*.

- مستخلص أوراق الرجلة *Portulaca oleracea*.. لمكافحة الفطر *Helminthosporium maydis*.

- مستخلص أوراق وسيقان ولحاء وجذور النيم *Azadirachta indica* والأنونا *Annona squamosa* لمكافحة أنثراكنوز الفلفل والندوة المبكرة في الطماطم، وزيت النيم لمكافحة *Alternaria alternata*، ومستخلص NSKE لبذور النيم لمكافحة البياض الدقيقي في البسلة، والزيت الأساسية لبذور النيم والكمون الأسود *Nigelia sativa* لمكافحة *F. oxysporum*، و *A. niger*، و *A. flavus*.

- مستخلص الزيوت الأساسية لأوراق النعناع *Mentha spicata* لمكافحة *Rhizoctonia solani*، و *Sclerotium sclerotiorum*.
- مستخلص الزيوت الأساسية لأوراق الأوريغانو *Origanum heracleoticum* لمكافحة *F. oxysporum*، و *Phoma tracheiphila*.
- مستخلص المركبات المتطايرة من ثمار الفراولة لمكافحة أنثراكنوز الفراولة.
- مستخلص المركبات المتطايرة من ثمار الراسبرى *Rubus spp.* والفراولة لمكافحة فطريات أعفان بعد الحصاد.
- مستخلص المركبات الفينولية من أوراق حبّ الملوك *Codiaeum variegatum* (الاسم الإنجليزي: garden croton) لمكافحة *A. alternata*، و *F. oxysporum*.
- الزيوت المتطايرة لأوراق كل من :
 الفلفل الأسود *Piper nigrum*
 القرنفل *Syzygium aromaticum*
 الجيرانيم (إبرة الراعي) *Pelargonium graveolens*
 جوزة الطيب *Myristica fragrans*
 الزعتر *Thymus vulgaris*
- وذلك لمكافحة البكتريا السالبة والموجبة لصبغة جرام.
- مستخلص الزيوت الأساسية لأوراق *Metasequoia glyptostroboides* لمكافحة الفطريات :

Fusarium oxysporum

Fusarium solani

Phytophthora capsici

Colletotrichum capsici

Sclerotinia sclerotiorum

Botrytis cinerea

Rhizoctonia solani

- مستخلص أوراق وبذور وثمار القرنفل والكركم والثوم والريحان لمكافحة الفطر *Aspergillus flavus*.
- مستخلص المركبات المتطايرة لأوراق وجذور حشيشة الليمون *Cymbopogon spp.* والزعتر لمكافحة الفطر *Aspergillus niger* مسبب مرض العفن الأسود في البصل.
- المستخلص المائي لأوراق وسيقان *Brassica napus* والطماطم لمكافحة الأمراض البكتيرية في البصل:
- مستخلص أوراق وثمار وبذور الزنجبيل والصبار *Aloe vera* والنيم والكولا المرة *Garcinia cola* لمكافحة أعفان جذور اللوبيا.
- يحتوى المنتج التجارى Hot Pepper Waxo Insect Repellent على الكابساييسين capsaicin والمركبات القريبة منه بنسبة ٣٪، وهو يستعمل كطارد لعدد من الحشرات، منها: المن، والعنكبوت الأحمر، والتريس، وصانعات الأنفاق، والذبابة البيضاء، والحشرات القشرية.

مكافحة مختلف المسببات المرضية بالمستخلصات النباتية

استعمال المستخلصات النباتية فى مكافحة الفطريات

من بين الدراسات الهامة فى هذا المجال ما يلى:

- وُجِدَ أن مستخلص أوراق نبات *Reynoutria sachalinensis* شديد الفاعلية فى مكافحة فطر *Sphaerotheca fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى فى القرعيات، وكذلك مكافحة البياض الدقيقى فى كل من الطماطم والتفاح والبيجونيا، وتم إنتاج مستخلصات مركزة تجارية (Milsana flüsig) منها لهذا الغرض.
- وقد أدى رش الخيار - أسبوعياً - بهذا المستخلص بتركيز ٢٪ إلى مكافحة مرض البياض الدقيقى (*S. fuliginea*) بنفس كفاءة مبيد البينوميل. وجعلت المعاملة أوراق الخيار أكثر اخضراراً ولمعاً.

ومن التأثيرات الجانبية الأخرى للمعاملة بهذا المستخلص أنه يزيد من تركيز الكلوروفيل، كما يزيد من نشاط بعض الإنزيمات؛ مثل: الـ peroxidase، والـ β -1,3-glucanase، وأيضاً يؤدي إلى زيادة إنتاج الإثيلين.

ويبدو أن المستخلص التجارى Milsana flüsing يؤدي بصورة غير مباشرة إلى زيادة مقاومة النباتات لفطريات البياض الدقيقى (Daayf وآخرون ١٩٩٥)، وذلك من خلال إحداثه لمقاومة موضعية. وبدا أن تكوين مركبات فينولية كان له علاقة بالمقاومة التى أحدثتها المعاملة (Wurms وآخرون ١٩٩٩).

وقد أدت معاملة نباتات الخيار بمستخلص أوراق نبات الملسانا *milsana* (أو الـ knot weed الذى يتبع عائلة Polygonaceae ويعرف بالاسم العلمى *Reynoutria sachalinensis*).. أدت المعاملة به إلى إنتاج نباتات الخيار لكل من المواد الفينولية التالية:

Para-coumaric acid

caffeic acid

Ferulic acid

para-coumaric acid methylester

كان إنتاج تلك الفينولات فى كل من الأصناف القابلة للإصابة والأصناف المقاومة للبياض الدقيقى. وقد أظهرت تلك المركبات نشاطاً مضاداً لفطريات *Botrytis cinerea*، و *Pythium ultimum*، و *P. aphanidermatum*. لذا.. يعتقد بأن المعاملة بمستخلص أوراق الملسانا أدت إلى حث الخيار لتكوين مركبات مضادة للفطريات عملت على تثبيط الإصابة بالبياض الدقيقى دون أن يكون لذلك علاقة بالمقاومة الوراثية للمرض (Daayf وآخرون ٢٠٠٠).

• أوضحت دراسات Haberle & Schlosser (١٩٩٣) على الخيار أن رش النباتات بالتلميون *Telmion* (وهو منتج يحتوى على ٨٥٪ من زيت بذور لفت الزيت) أدى إلى مكافحة الفطر *Sphaerotheca fuliginea* بنسبة تزيد على ٩٠٪.

• وكذلك حققت الزيوت البستانية مع المواد الناشرة مكافحة جيدة لكل من فطر

البياض الدقيقي *Leveillula taurica*، وفطر *Alternaria alternata* فى الفلفل (Ziv وآخرون ١٩٩٤).

• أمكن خفض شدة الإصابة بالبياض الدقيقي فى البسلة بأى من التحضيرين أجوين ajoene وهو مستخلص من الثوم، ونيمازال neemazal وهو مستخلص من النيم *Azadirachta indica*. وقد تراوحت التركيزات المستعملة بين ١٠٠-٧٥٠، و ٥٠-٢٥٠ جزء فى المليون للمركبين، على التوالي (Prithiviraj وآخرون ١٩٩٨).

• وجد كذلك أن مستخلصات بعض النباتات الطحلبية liverworts (من الـ Bryophytes)، مثل: *Bazzani trilobata*، و *Diplophyllum albicans* تؤدي عند رشها على نباتات الطماطم إلى حمايتها - بعد المعاملة بخمسة أيام - من الإصابة بالفطر *Phytophthora infestans* مسبب مرض الندوة المتأخرة؛ بما يعنى أنها تستحث المقاومة فى النباتات (Mekuria وآخرون ١٩٩٩).

• وجد أن المستخلص المائى لنبات *Robinia pseudoacacia* يحتوى على مركبين نشطين بيولوجياً يلعبان دوراً فى مكافحة الفطر *Sphaerotheca fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقي فى الخيار عند رش نباتات الخيار بهما (Zhang وآخرون ٢٠٠٧).

• أدت معاملة نباتات الفلفل - عن طريق التربة - بمستخلص حشيشتى البحر: *Stokeyia indica*، و *Soliera robusta* وحدهما، أو مع البكتيريا *Pseudomonas aeruginosa* - وهى من بكتيريا المحيط الجذرى المنشطة للنمو - إلى تثبيط إصابة جذور الفلفل بفطريات الجذور *Macrophomina phaseolina*، و *Rhizoctonia solani*، و *Fusarium solani*، ونيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica*. كذلك أحدثت المعاملة بحشائش البحر والبكتيريا منفردتين ومجتمعتين زيادة فى قوة نمو نباتات الفلفل (Sultana وآخرون ٢٠٠٨).

• أمكن استخلاص زيت من النبات الأسترالى الموطن *Melaleuca alternifolia*

يحتوى على أكثر من ١٠٠ مركب معظمها من الـ *monoterpenes* والـ *sesquiterpenes* والكحولات. وقد أعطى هذا المنتج عند رشه على النباتات بتركيز ٠,٥٪ إلى ١٪ مكافحة جيدة لعدد كبيرة من الأمراض الفطرية، منها كلاً من البياض الزغبي والبياض الدقيقى، هذا فى الوقت الذى لم يكن فيه للتيموركس أى تأثير سلبي على عشائر الأعداء الطبيعية (Reuveni وآخرون - Biomar Israel Ltd - الإنترنت - ٢٠٠٧).

• اختبر معملياً تأثير مستخلصات ٣٤٥ نوعاً نباتياً، و٤٩ زيتاً أساسياً على الفطر *Botrytis cinerea*. ولقد أظهر ١٣ مستخلصاً نباتياً منها - معظمها من جنسى *Allium*، و *Capsicum* - أقوى تأثير. ومن بين الزيوت الأساسية التى اختبر تأثيرها.. كان أقواها ضد الفطر زيوت الـ *Palmarosa* (وهو: *Cymbopogon martini*)، والزعتر الأحمر *Eugenia zygis* (والقرفة *Cinnamomum zelyanicum*)، والـ *clove* (وهو *Eugenia carophyllata*). ولقد كانت أكثر مكونات الزيوت تواجداً وأقواها تأثيراً ضد الفطر كلاً من: *limonene*، و *cincole*، و β -myrcene، و α -pinene، و β -pinene، و *camphor* (Wilson وآخرون ١٩٩٧).

• أظهر الزيت الأساسى لنبات *Hyptis suaveolens* (وهو حشيشة عشبية حولية تنمو برياً فى الهند) نشاطاً معنوياً مضاداً لفطريات التربة *Rhizoctonia solani*، و *Corticium rolfsii*، و *Sclerotinia sclerotiorum*. ولقد أدت المعاملة بالزيت إلى الحد بشدة من إنبات الجراثيم الأسكية للفطر *S. sclerotiorum* وصل إلى ١٠٠٪ تقريباً عند تركيز ١٠٠٠ جزء فى المليون للزيت. كذلك أدت المعاملة بالزيت مع فطر الميكوريزا *Trichoderma harzianum* إلى مكافحة الذبول وأعفان الجذور لنبات *Brassica oleracea* var. *gongylodes* التى يسببها الفطر *S. sclerotiorum*. وقد أثرت المعاملة بالزيت على نمو الميسيليوم دون أن تؤثر على حيوية الأجسام الحجرية لأى من الفطريات الثلاثة (Singh & Handique ١٩٩٧).

• تعتمد استراتيجية مكافحة العفن الأبيض فى البصل والثوم الذى يسببه الفطر *Sclerotium cepivorum* على خفض أعداد الأجسام الحجرية للفطر فى التربة. ونجد تحت الظروف الطبيعية أن الأجسام الحجرية للفطر تنبت وتحدث الإصابة استجابة لمنبهات كيميائية خاصة تفرزها جذور العائل، وتعد الـ alkenyl L-cystein sulfoxides التى تتواجد بإفرازات جذور الثوميات هى المواد الأولية للمركبات المتطايرة allyl sulfides، و propyl sulfides التى تحفز إنبات الأجسام الحجرية. هذا إلا أنه يمكن تحفيز إنبات الأجسام الحجرية للفطر - كذلك - بكل من زيتى البصل والثوم اللذان يحتويان على مركبات مشابهة لتلك التى توجد فى إفرازات الجذور.

• وقد أدت معاملة التربة بمسحوق الثوم إلى موت أكثر من ٩٠٪ من الأجسام الحجرية للفطر فى خلال ثلاثة شهور من المعاملة، وكانت هذه النتيجة مماثلة لتلك التى حققتها معاملة التربة ببيروميد الميثايل. ولقد كان مستوى إهلاك الأجسام الحجرية الذى حققتة المعاملة بمسحوق الثوم بمعدل ١١٢ كجم للهكتار (٤٧ كجم للفدان) مماثلاً لتلك الذى حققتة المعاملة ببيروميد الميثايل بمعدل ٤٤٨ كجم للهكتار (١٨٨ كجم للفدان). وعلى الرغم من الخفض الشديد الذى حققتة تلك المعاملات فى أعداد الأجسام الحجرية للفطر، فإن الفطر الممرض سبب أضراراً جسيمة فى النمو النباتى ومحصول الثوم الذى زرع فى نفس الحقل بعد عام واحد من إجراء المعاملات (Davis وآخرون ٢٠٠٧).

• وقد تعود منتجى الزراعات العضوية على الرش بمستخلص نبات ذنب الخيل *Equisetum arvense* لأجل مكافحة الأمراض الفطرية، مثل مرض الذبول الطرى، وتبين أن هذا النبات يحتوى على سيليكات طبيعية بنسبة ١٥٪-٤٠٪. وتستخدم سيليكات البوتاسيوم - حالياً - كبديل لهذا المستخلص (Quarles ٢٠٠٧).

استعمال المستخلصات النباتية فى مكافحة البكتيريا

وجد أن رش نباتات الطماطم بمستخلص أى من الثوم أو نبات *Ficus carica* يخفض من شدة إصابتها بكل من المسببات المرضية البكتيرية *Clavibacter michiganensis*

Pseudomonas syringae subsp. *michiganensis* (مسبب مرض التقرح البكتيري)، و *Xanthomonas vesicatoria* (مسبب مرض البقع البكتيرية)، و *Clerodendrum aculeatum* (مسبب مرض البقع البكتيرية)، حيث أدت المعاملة إلى مقاومة الأمراض بنسبة ٦٥٪، و ٣٨٪ للمستخلصين - على التوالي - مقارنة بالمقاومة القياسية باستعمال المركبات النحاسية (Balestra وآخرون ٢٠٠٩).

استعمال المستخلصات النباتية فى مكافحة الفيروسات

وجد أن معاملة الأوراق السفلى للنباتات - رشاً أو بالحك - بمستخلص أوراق النبات *Clerodendrum aculeatum* يستحث فى النباتات تطوير مستوى عال من المقاومة الجهازية ضد الإصابات الفيروسية من خلال إنتاجها - بعد المعاملة بمستخلص النبات - عامل مثبط للفيروسات virus inhibitory agent.

فقد أدى رش نباتات فاصوليا المنج *Vigna radiata* بمستخلص نبات *C. aculeatum* إلى تقليل إصابتها بفيروس موزايك فاصوليا المنج الأصفر، حيث كانت النباتات المعاملة إما عديمة الأعراض أو ظهرت عليها أعراض طفيفة للإصابة بالفيروس مقارنة بأعراض شديدة ظهرت على نباتات الكنترول. كذلك أعطت معاملة التربة بمسحوق جاف لأوراق *C. aculeatum* نتيجة مماثلة لتلك المتحصل عليها بالرش بمستخلص النبات (Verma & Singh ١٩٩٤).

ولقد أمكن تنقية وعزل المركب الموجود فى أوراق نبات *C. aculeatum*، وتبين أنه بروتين ذات كتلة جزيئية مقدارها ٣٤ كيلو دالتون. ولقد أدت معاملة النباتات بهذا البروتين إلى حثها لتطوير مقاومة عالية جداً ضد الإصابات الفيروسية. وأمکن ملاحظة تلك الحالة بعد ساعات قليلة من عدوى النباتات بالفيروس، حيث كانت البقع المرضية إما أقل عدداً، وإما غائبة تماماً. وتبعاً للنوع النباتى، فإن الحد الأدنى للوقت الذى لزم مروره لظهور المقاومة الجهازية فى الأوراق غير المعاملة بالنباتات القابلة للإصابة تراوح بين ٥ دقائق وثلاثون دقيقة (Verma وآخرون ١٩٩٦).

كما أدى رش نباتات الطماطم بأى من الزيوت الأساسية geraniol (وهو monoterpene يمثل مكون رئيسى لعدد من الزيوت الأساسية)، وزيت الـ lemongrass (وهو *Cymbopogon flexuosus*)، وزيت الـ tea tree (وهو *Melaleuca alternifolia*)، مع الكاولين kaolin - الذى يكون غشاء على سطح الورقة - إلى حماية النباتات من الإصابة بفيرس ذبول وتبقع أوراق الطماطم (Reitz وآخرون ٢٠٠٨).

وإلى جانب التأثير المباشر لمركبات الـ limonoids - مثل الـ azadirachtin - التى توجد فى زيت النيم - فى مكافحة الحشرات، فإن زيت النيم - مثل أى زيت آخر يستعمل فى المجال الزراعى - يفيد - كذلك - فى إعاقة اكتساب المنّ للفيروسات التى تنقلها، وقد ظهر ذلك التأثير فى تثبيط زيت النيم لانتقال فيرس وى البطاطس فى الفلفل بواسطة المنّ *Myzus persicae* (Lowery وآخرون ١٩٩٧).

مستخلصات نباتية متداولة

زيت النيم والأزاديراكين

يعد زيت النيم neem oil أو صابون زيت النيم neem oil soap اللذان يحتويان على المادة الفعالة Azadirachtin المستخلصة من شجرة النيم *Azadiracta indica* من المبيدات الحشرية. تنمو شجرة النيم برياً فى جنوب آسيا وتستوطن الهند وتتبع العائلة Meliaceae، ويمكن زراعتها فى معظم المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية من العالم. تُستخلص منتجات النيم من بذور الشجرة بعد سحقها ثم معاملتها بالماء أو بالكحول.

وتقسم منتجات النيم إلى ثلاث فئات كما يلى:

١ - منتجات أساسها الأزاديراكين Azadirachtin، مثل:

Agroneem	AZA-Direct	Azera
Azatrol	Ecosense	Safer
Ecoside	Neemix	

٢- منتجات زيت النيم، مثل Triology، وTriact 70.

٣- منتجات صابون زيت النيم، مثل Organica.

تتوفر منتجات النيم - عادة - كمستخلصات مركزة، إلا أن صابون زيت النيم يكون في صورة مركز سائل قابل للذوبان في الماء. يمكن خلط منتجات النيم - عادة - بغيرها من المبيدات، إلا أن بعض الأنواع النباتية قد تكون حساسة للنيم؛ الأمر الذى يتطلب الحذر عند إجراء المعاملة.

ولزيادة كفاءة المعاملة بمنتجات النيم يُراعى ما يلى:

١- الرش عدة مرات، ذلك لأن النيم لا يبقى فعالاً لفترة طويلة على الأسطح النباتية؛ فهو يمكن أن يتحلل بفعل الأشعة الشمسية في خلال ١٠٠ ساعة من الرش، كما يمكن أن يغسل بفعل الأمطار ومياه الري بالرش.

٢- استهداف الأطوار الصغيرة من الحشرات؛ حيث تقل كفاءته على كل من البيض والحشرات الكاملة. ويتحقق ذلك الأمر ببدء الرش بالنيم مبكراً خلال موسم نمو المحصول.

٣- بدء المعاملة بالنيم قبل استفحال خطر الآفة المستهدفة؛ نظراً لأن كفاءته كمضاد للتغذية ولوضع الحشرات لبيضها تزداد عندما تكون أعداد الحشرة قليلة إلى متوسطة.

٤- يعمل النيم بشكل جيد في الجو الدافئ.

٥- نظراً للخصائص الجهازية للنيم فإنه قد يُفيد استعماله فى رش الشتلات قبل نقلها إلى الحقل الدائم. وبسبب تلك الخاصية الجهازية فإنه يكون من المفيد إضافة النيم رشاً فى كمية كبيرة من الماء مع توجيه محلول الرش نحو خطوط النباتات الصغيرة، أو إضافته مع ماء الري بالتنقيط.

يعد الآزاديراكتين Azadirachtin واحداً من أكثر من ٧٠ مركباً ينتجها نبات النيم، وهو يعمل - أساساً - كمنظم نمو حشرى يمنع انسلاخها، ولكن أيضاً كمضاد للتغذية ولوضع البيض.

تؤثر مستخلصات النيم في أكثر من ٦٠٠ نوع حشرى منها بعض أنواع من الذباب الأبيض، والتربس، وصانعات الأنفاق، وديدان حرشفية الأجنحة، والمن، والحشرات القشرية، والخنافس، والخنافس المغبرة ونطاطات النباتات، وكذلك يؤثر النيم في الأكاروس والقواقع. وأكثر الحشرات تأثراً هي يرقات حرشفية الأجنحة والمن. هذا.. بينما يؤثر النيم في النحل ومعظم الحشرات النافعة الأخرى من الأعداء الطبيعية (عن Resource Guide for Organic Insect and Disease Management – الإنترنت - ٢٠٠٦).

وتتوفر حالياً تحضيرات تجارية كثيرة من النيم، منها: Neem Gold، وNeemazal، Econeem، Neemark، وNeemcure، وAzatin (Silva-Aguayo) وCancelado & ٢٠٠٦).

ولقد أدت معاملة الخرشوف بكل من النيم (المركب التجارى: NeemAzal-T/S) والتربة الدياتومية diatomaceous earth إلى مكافحة المنّ *Myzus persicae* بصورة جيدة (El-Wakil & Saleh ٢٠٠٩).

كما تُعطى المستخلصات المائية لأوراق وكُسب النيم neem cake ومستحضراته التجارية مقاومة جيدة لنيماتودا تعقد الجذور فى الطماطم تتمثل فى ضعف فقس البيض، وشلّ حركة اليرقات وموتها، وذلك بنسب متباينة، إلا أن اليرقات التى تفقس وتفلت من التعرض لأضرار النيم تتمكن من إحداث الإصابة (Javed وآخرون ٢٠٠٨).

مستخلص الثوم

يُنتج الثوم المركب المتطاير المضاد للميكروبات أليسين allicin (وهو: diallylthiosulphinate)، وذلك عندما تُجرح الأنسجة وتختلط مادة الأليين alliin (وهي: S-allyl-1-cysteine sulphoxide) مع الإنزيم أليين لاييز alliin-lyase. ينفذ الأليسين سريعاً من خلال الأغشية البلازمية ويدخل فى تفاعلات مع مجموعات الـ thiol الحرة فى البروتينات. ويعتقد أن تلك الخصائص هى أساس فعله المضاد للميكروبات. ولقد وجد أن

الآليسين كافح فطر *Alternaria* spp. المحمول على البذور في الجزر، ولفحة فيتوفثورا بكل من أوراق الطماطم ودرنات البطاطس (Slusarenko وآخرون ٢٠٠٨).

ويحتوى المنتج التجارى Garlic Barrier Insect Repellent على ٩٩,٣٪ عصير ثوم، وهو يستخدم كطارد لعديد من الحشرات، منها: المن، والخنافس، والناخرات، والديدان القاطعة، ونطاطات الأوراق، وصانعات الأنفاق، وال maggots، والخنافس المغبرة، والحشرات القشرية، والذباب الأبيض.

البيرثرم

البيرثرم pyrethrum هو الاسم الذى يُعطى لمبيد حشرى يُحصل عليه من مسحوق الرؤوس الزهرية المجففة لزهرة الربيع من النوع *Chrysanthemum cinerariaefolium* بصورة أساسية، ولكن كذلك من *C. Coccineum*، و *C. marshalli*. والبيرثرم واحد من ستة بيرثرينات pyrethrins تتواجد فى تلك الأنواع، وجميعها تُعد من المبيدات الحشرية. أما البيروثرويدات pyrethroids فإنها مركبات مجهزة صناعياً ذات تركيب وفعل مماثل للبيرثرينات، ولا يُصرَّح باستعمالها فى الزراعات العضوية.

يعمل البيرثرم بالملامسة، حيث يؤدي إلى شلّ الحشرة من خلال تأثيره على جهازها العصبى.

يُفيد البيرثرم فى مكافحة الخنافس وديدان حرشفية الأجنحة والمن والذباب والذبابة البيضاء والتربس ونطاطات الأوراق والعناكب.

ومن بين المنتجات التجارية للبيرثرم، ما يلى:

Azera

Concern

Pyganic Crop Protection

Safer Brand

(Caldwell وآخرون ٢٠١٣).

الروتينون

لم يعد الروتينون rotenone مسموحًا باستعماله في الزراعات العضوية، وهو مبيد حشري يُتَّحَصَل عليه من بعض بقوليات المناطق تحت الاستوائية من أجناس *Derris*، و *Lonchocarpus*، و *Tephrosia*. ويعمل الروتينون من خلال تأثيره على نظام انتقال الإليكترونات في الميتوكوندريات، ويؤثر بالملامسة وبعد تناول الحشرة له. وتأثيره واسع المدى على عديد من الحشرات (Caldwell وآخرون ٢٠١٣).

الشيتين والشيتوسان

تستخلص البروتينات الشيتينية من الأغلفة الخارجية الصلبة لبعض الأحياء المائية؛ مثل الجمبري، و سرطان البحر، وغيرهما.

وقد استخدمت البروتينات الشيتينية في تحضير مركبات تجارية مثل الشيتوسان chitosan، وهي تكسب النباتات مقاومة ضد الإصابة بالفطريات والنيماطودا كما يستدل من الأمثلة التالية:

- وجد Evans (١٩٩٣) أن إضافة الشيتين chitin إلى التربة أفاد في مكافحة الفطر *Plasmodiophora brassicae* مسبب مرض الجذر الصولجاني في الكرنب الصيني.

- أكسبت معاملة البذور بالشيتوسان نباتات الطماطم مقاومة للفطر *Fusarium oxysporum f. sp. radicle-lycopersici* مسبب مرض عفن التاج والجذور، ولكن إضافة المركب إلى التربة - مع معاملة البذور - حققت نتائج أفضل في مكافحة المرض وحماية البادرات (Benhamou وآخرون ١٩٩٤).

- أدت معاملة جذور الجزر بالشيتوسان بتركيز ٢٪ أو ٤٪ إلى الحد - بشدة - من إصابتها بالفطر *Sclerotinia sclerotiorum* (Cheath وآخرون ١٩٩٧).

- أدت معاملة التربة بالشيتين chitin قبل زراعة الكرفس إلى تقليل إصابته بالذبول الفيوزاري، هذا بينما لم يؤثر غمس الجذور في الشيتوسان chitosan على شدة

الإصابة إلا عندما أجريت على صنف متحمل للمرض. ولقد أدت معاملة التربة بالشيتين إلى زيادة أعداد البكتيريا والأكتينومييسيتات actinomycets بها. وتصدر الإشارة إلى أنه لا إضافة الشيتين إلى التربة ولا غمس جذور الشتلات في الشيتوسان قلل من تواجد الفطر *Fusarium oxysporum* بالتربة؛ إلا إنه لم يعرف - على وجه التحديد - تأثير كلتا المعاملتين على تواجد الفطر *F. oxysporum* f. sp. *apii* (Bell) وآخرون (١٩٩٨).

• أدى رش النموات الخضرية للخيار والطماطم والفلفل في البيوت البلاستيكية أربع مرات - بدءاً من بعد الشتل بشهر، ثم كل ١٥ يوماً بعد ذلك - بمستحضات الدفاع النباتي (٢٠ مللي مول كلوريد كالسيوم + ١٠ مل/لتر من ١٠×١٠ وحدة مكونة للمستعمرات/مل من الخميرة *Saccharomyces cerevisiae* + ٠,٥ مللي مول شيتوسان (chitosan)، و (٢٠ مللي مول بيكربونات البوتاسيوم + ٥ مل/لتر زيت الزعتر).. أدى ذلك إلى أكبر خفض في الإصابة وشدة الإصابة بأمراض البياض الدقيقي والبياض الزغبى والندوة المبكرة والندوة المتأخرة في المحاصيل الثلاثة، وإلى زيادة المحصول المنتج منها. كذلك أظهرت النباتات المعاملة زيادات كبيرة في البروتين الكلى، وفي نشاط إنزيمات البيروكسيديز، والبولى فينول أوكسيديز، والفينيل آلانين أمونيا - لايبز، والشيتينيز، والبيتا ١، ٣ - جلوكانيز، وهى التى صعدت الاستجابات الدفاعية ضد الأمراض (El-Mougy وآخرون ٢٠١٣).

الاسبينوساد

يتركب الاسبينوساد spinosad من المادتين spinosyns (A، و B) اللتان تُنتجان بالتخمير الهوائى لنوع الأكتينومييسيت (بكتيريا خيطية) *Saccharopolysora spinosa*، وهو نوع نادر.

والاسبينوساد مبيد حشرى سريع المفعول يعمل باللامسة ومن خلال الجهاز الهضمى، حيث يؤثر على الجهاز العصبى للحشرة ويفقدها التحكم فى عضلاتها.

ومن بين منتجات الاسبينوساد، ما يلي :

Conserve

Entrust

Seduce Insect Bait

وللاسيينوساد تأثير فعال على كل من الخنافس البرغوثية وخنافس الخيار المبقعة والمخططة ويرقات حرشفية الأجنحة والتريس والمن والذباب (Caldweell وآخرون ٢٠١٣).

الفصل السابع

المقاومة المستحثة كيميائياً ضد الأمراض

تستحث مركبات بسيطة - لا تتشابه في تركيبها - تطوير مقاومة جهازية في نباتات متباعدة عن بعضها تقسيمياً ضد عديد من المسببات المرضية الفطرية والبكتيرية والفيروسية. ويترافق مع ظهور المقاومة الجهازية المستحثة تراكم سريع لمركبات دفاعية لا تتشابه في تركيبها وذات وظائف متباينة، مثلما يحدث طبيعياً في حالات المقاومة الوراثية (Kuć ٢٠٠١).

إن المعاملة الموضوعية ببعض الأملاح، مثل الفوسفات والفوسفيت، والسليكات، والأوكسالات تستحث مقاومة جهازية ضد مدى واسع من المسببات المرضية. كذلك وجد أن العناصر الدقيقة - وبخاصة الزنك والنحاس والمنجنيز - يمكن أن تقوى الجهاز المناعي النباتي. ومما يذكر أن التنشيط يبلغ أقصاه عندما تظهر العوامل البيولوجية للبقع المتحللة الموضوعية.

كذلك فإن البقع المحلية ربما كانت هي التي تبدأ منها الخطوات الأولى في المقاومة الجهازية المستحثة التي تسببها المعاملة بالأحماض الدهنية غير المشبعة في البطاطس، وتلك التي يسببها بروتينات الـ harpin التي تنتجها بعض البكتيريا النباتية الممرضة، وبيبتيديات الـ elicitin التي تنتجها بعض أنواع الجنس *Phytophthora*.

وبالإضافة إلى ما تقدم بيانه من مركبات مُحدثة للمقاومة الجهازية المستحثة بعد تسببها في تكوين بقع محلية متحللة فإن التركيزات غير القاتلة من بعض مبيدات الحشائش (PPO type) لها نفس التأثير (Oostendorp وآخرون ٢٠٠١).

كذلك يتوفر عدد من المركبات التي تستحث مقاومة جهازية واسعة المدى، والتي منها المركبات التي تُعرف بالرموز: INA، و ASM، و BTH، و BABA.

ويتناول Hammerchmidt (٢٠٠٤) موضوع الآليات والتطبيقات العملية للمقاومة المستحثة للأمراض الفطرية في النباتات.

أملاح الفوسفات

من بين الأسمدة الفوسفاتية الشائعة الاستعمال السوبر فوسفات الأحادي، والسوبر فوسفات الثلاثي، وفوسفات ثنائي الأمونيوم، وفوسفات أحادي الأمونيوم، وفوسفات أحادي البوتاسيوم، وجميعها توفر أيون الفوسفات للنبات من حامض الفوسفوريك المستخدم في إنتاج تلك الأسمدة. ويستخدم النبات الفوسفات في كلتا الصورتين H_2PO_4 و HPO_4 ، وهما اللتان تتوفران سريعاً في التربة من الأسمدة المضافة إليها.

وقد تبين أن رش النباتات بأملاح الفوسفات يكسبها مقاومة جهازية ضد بعض الأمراض كما يتبين من الأمثلة التالية:

- وُجِدَ أن رش نباتات الطماطم بمخلوط من كل من فوسفات أحادي البوتاسيوم KH_2PO_4 ، وفوسفات ثنائي الصوديوم Na_2HPO_4 أحدث مقاومة جهازية في النبات ضد الإصابة بالفطر *Sphaerotheca fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى (Reuveni وآخرون ١٩٩٣).

- تستحث مركبات الفوسفات المقاومة الجهازية في عديد من النباتات، منها الخيار، والفاصوليا، والذرة. ويعتقد بأن خلب الكالسيوم بواسطة أيون الفوسفات عند موقع المعاملة هو الذى يعطى إشارة البدء فى المقاومة الجهازية (عن Sticher وآخريين ١٩٩٧).

- أدى رش نباتات الخيار بأملاح الفوسفات phosphate salts إلى حث تكوين مقاومة جهازية فيها ضد كل من الفطرين *Colletotrichum orbiculare* مسبب مرض الأنثراكنوز، و *Sphaerotheca fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى. وقد أظهرت النباتات المعاملة بالفوسفات تراكمًا فى حامض السلسيك، مع زيادة فى نشاط الإنزيمين ذوى العلاقة بالدفاع البنائى: الـ peroxidase، والـ polyphenoloxidase فى جميع أجزاء النبات (Orober وآخرون ١٩٩٩).

• أدى رش نباتات الخيار بـ dipotassium hydrogenophosphate (وهو: K_2HPO_4) إلى تنشيط تكوين مستوى عالٍ من المقاومة الجهازية ضد الفطر *Colletotrichum lagenarium* مسبب مرض الأنثراكنوز، وصاحبت تلك المقاومة ظهور موت موضعي لبعض خلايا الخيار بفعل ملح الفوسفات، وهو الذى تطور - فيما بعد - إلى بقع متحللة منظورة. ولقد سبق موت الخلايا تمثيل سريع لكل من الـ superoxide، والـ hydrogen peroxide، كما ظهرت - نتيجة للمعاملة بالفوسفات - زيادة موضعية وجهازية فى مستوى كل من حامض السلسيلك الحر والمرتبط (Orober وآخرون ٢٠٠٢).

• أدت معاملة نباتات الطماطم والفلفل بأى من الـ acilbenzolar-S-methyl بتركيز ٢٪ أو ٤٪ (حجم/حجم)، أو فوسفات البوتاسيوم بتركيز ٢٥ مللى مول، أو ammonium lignosulfonate بتركيز ٢٪ + ١٠ مللى مول فوسفات بوتاسيوم، ثم عدواها بالبكتيريا *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. أدت إلى خفض إصابتهما جوهرياً بالبقع البكتيرية (Abbasi وآخرون ٢٠٠٢).

حامض الفوسفورس وأيونات الفوسفونيت والفوسفونات

من المصطلحات الحديثة الاستخدام - نسبياً فى المجال الزراعى: حامض الفوسفورس phosphorus acid (وليس حامض الفوسفوريك phosphoric acid)، وأيون الفوسفيت phosphate (وليس الفوسفات phosphate)، والفوسفونيت phosphonite، والفوسفونات phosphonate. وعلى خلاف حامض الفوسفوريك الذى يحتوى على أربع ذرات أكسجين (H_3PO_4)، فإن حامض الفوسفورس (H_3PO_3) والمركبات ذات الصلة به تحتوى على ثلاث ذرات أكسجين فقط.

وبينما يعد حامض الفوسفوريك والمركبات ذات الصلة به من المغذيات النباتية، فجميعها أسمدة فوسفاتية، فإن حامض الفوسفورس والمركبات ذات الصلة به تقوى الجهاز المناعى النباتى ضد الإصابات الفطرية. وبذا.. فإن أى من مجموعتى المركبات لا يمكن أن تحل محل الأخرى.

تُسوق أملاح الفوسفيت phosphite لحامض الفوسفورس phosphorus acid (= PO₃³⁻ وتأخذ الرمز Phi) - وهي صورة مختزلة من الفوسفات phosphate لحامض الفوسفوريك (= PO₄³⁻ وتأخذ الرمز Pi) - على نطاق واسع إما كمبيدات فطرية، وإما كسماد، وأحياناً كمنشط حيوى، وذلك أمر محير بالنسبة لكل من الموزعين والمزارعين. هذا.. إلا أن الأمر المؤكد أن الـ Phi لا يمكن أن يمد النبات بالفوسفور P؛ وبذا لا يمكنه أن يُعضد أو يحل محل الـ Pi كمغذٍ بأى قدر كان. كذلك فإن الـ Phi ليس له أى تأثير مفيد على نمو النباتات السليمة غير المصابة بالأمراض؛ سواء استعمل منفرداً أو مع الـ Pi بنسب مختلفة أو معدلات مختلفة. هذا.. ولا يكون تأثير الـ Phi على النباتات ثابتاً ومنظماً، ولكنه يعتمد - بقوة - على وضع الـ Pi بالنباتات. ويكون التأثير الضار للـ Phi واضحاً - فقط - فى حالات نقص الفوسفور، ويزداد هذا التأثير الضار للـ Phi مع زيادة نقص الفوسفور عن المستوى الذى يتسبب فى خفض أقصى نمو نباتى ممكن بمقدار ١٠٪ - ٢٠٪، وحتى حالات النقص الشديد. وفى الحالات القليلة التى وجد فيها أن الـ Phi يُحسّن من النمو النباتى فإن الأغلب الأعم أن مرد ذلك التأثير كان إلى مكافحته لإصابات مرضية، أو بسبب تحول جزء من الـ Phi بالأوكسدة بفعل كائنات التربة إلى Pi، إلا أن هذا التأثير الأخير لا يكون كفوفاً فى مد النباتات باحتياجاتها من الفوسفور (Thao & Yamakawa ٢٠٠٩).

وعلى الرغم من أن جذور وأوراق النباتات يمكنها امتصاص حامض الفوسفورس، فإنها لا تستفيد منه كمصدر للفوسفور كما أسلفنا؛ نظراً لبقائه ثابتاً فى النبات على تلك الصورة. كذلك فإن مركبات حامض الفوسفورس تتحلل فى التربة إلى صور فوسفورية ميسرة للامتصاص، إلا أن تلك العملية تتم ببطء شديد لا يمكن معها الاعتماد على تلك المركبات كمصدر سمدى.

وتجدر الإشارة إلى أن الفوسفيت phosphite - الذى كثيراً ما يسوق على أنه مغذٍ نباتى ومصدر متميز للفوسفور - لا يفيد إطلاقاً فى هذا الشأن، لا عن طريق إضافته إلى التربة ولا عن طريق رش الأوراق؛ بل إنه.. وعلى العكس - يضعف النمو النباتى عند

نقص الفوسفات، وذلك كما وجد من دراسة أجريت على السبانخ (Thao وآخرون ٢٠٠٨).

يُنشَط أيون الفوسفيت الجهاز الدفاعي النباتي ضد الإصابات الفطرية، وكانت بداية اكتشاف هذا الأمر مع فطر الفيتوفثورا *phytophthora* مسبب مرض الندوة المتأخرة. وحالياً .. تلعب مركبات حامض الفوسفورس (ال phosphite، وال phosphonites) دوراً هاماً كمواد فعّالة في مقاومة الفطريات وبخاصة من رتبة Oomycota. وقد بدأ الأمر بإدخال المبيدين الفطريين أليت Aliette، وفوستيل ألومنيوم Fosetyl-A1 وتلاههم ظهور عدة مبيدات فطرية بتفاعلات بسيطة يتحد فيها أيون الفوسفونيت مع أى من البوتاسيوم أو الصوديوم أو الألومنيوم، وتتضمن قائمة المبيدات التجارية أسماء مثل ProPhyt، و Phostrol، و Phosguard .

ومن أمثلة الحالات التى أدت فيها المعاملة بأملاح الفوسفيت إلى حث تطوير مقاومة جهازية فى النباتات ضد بعض الأمراض، ما يلي :

• وجد أن إضافة حامض الفوسفونيك مع مياه الري بتركيز ٤ جم من المادة الفعالة/ لتر وفرت مكافحة جيدة للفطر *Bremia lactucae* مسبب مرض البياض الزغبي فى الخس استمرت لمدة ١٤ يوماً على الأقل (Wicks وآخرون ١٩٩٤).

• أعطت معاملة أوراق القلقاس بحامض الفوسفورس phosphorous acid بتركيز ١٤ مل/لتر مكافحة ممتازة للفحة الأوراق التى يسببها الفطر *Phytophthora colacasiae* (Semisi وآخرون ١٩٩٨).

• أدى رش نباتات البطاطس بحامض الفوسفونيك إلى خفض إصابة الدرناات بالفطر *Phytophthora infestans* — مسبب مرض الندوة المتأخرة — بشدة، وقد كان كافيًا — لهذا الغرض — الرش بالحامض بمعدل ٤ كجم للهكتار (١,٧ كجم للفدان) مرة واحدة فى منتصف موسم النمو أو قرب نهايته لحماية الدرناات من الإصابة بالفطر فى المخازن (Cooke & Little ٢٠٠٢).

• أفاد رش النموات الخضرية للبطاطس قبل الحصاد بحامض الفوسفورس phosphorous acid في خفض شدة الإصابة في الدرناات بعد الحصاد بكل من الفطرين *Phytophthora infestans* (مسبب مرض الندوة المتأخرة)، و *P. erythroseptica* (مسبب مرض العفن الوردي pink rot)، إلا أن المعاملة لم تكن مؤثرة في الفطر *Pythium ultimum*، علماً بأنه تمت عدوى الدرناات بعد الحصاد بكل من الفطريات الثلاثة (Johnson وآخرون ٢٠٠٤).

• أدى سقى الكرب بعد يوم واحد من الشتل بمبيد الفوسفونيت الفطرى phosphonate fungicide باسم AG3 إلى الحد - بشدة - من إصابته بمرض الجذر الصولجاني الذي يسببه الفطر *Plasmodiophora brassicae* (Abbasi & Lazarovits ٢٠٠٦).

• أدى نقع بذور الخيار في محلول فوسفونيت لمدة ١٠ دقائق إلى حمايتها وحماية البادرات بعد الإنبات من الإصابة بعدة أنواع من الفطر *Pythium*، منها: *P. aphanidermatum*، و *P. ultimum*، و *P. irregulare*، وذلك بنسبة ٨٠٪، واستمر تأثير المعاملة حتى مع تخزين البذور لمدة وصلت إلى ١٨ شهراً قبل زراعتها. وبعد ستة أسابيع من الزراعة كانت نسبة النباتات المتبقية ٦٣٪ في معاملة الفوسفونيت مقارنة بنسبة ١٨٪ في الكنترول (Abbasi & Lazarovits ٢٠٠٦ ب).

• أدى استخدام المبيد FNX-100 المحتوى على الفوسفونيت phosphonate إلى مكافحة مرض عفن التاج الفيثوفثورى فى الكوسة والقرع العسلى بصورة جوهريّة، وكان أفضل استخدام للمبيد عن طريق "سقى" النباتات فى الحقل، وليس بطريق الرش على النموات الخضرية (Yandoc-Ables وآخرون ٢٠٠٧).

أدى رش نباتات البطاطس أسبوعياً بأى من خمسة أنواع من الفوسفونيت phosphonates، هي:

Dipotassium phosphonate-dipotassium phosphate

Potassium phosphite

Mono and dipotassium phosphorus acid

Mono- and dibasic sodium, potassium and ammonium phosphites

Aluminum tris O-ethyl phosphonate

أدى إلى خفض نسبة إصابة الدرنات بالفطر *Phytophthora infestans* - نسبياً - عند الحصاد مقارنة بالإصابة عند معاملة الرش بالمبيد chlorathalonil، وكان هذا التأثير واضحاً - خاصة - بعد شهرين من تخزين الدرنات (Mayton وآخرون ٢٠٠٨).

أى إن أى INA

كان المركب 2,6-dichloroisonicotinic acid مع الـ methyl ester الخاص به (يعرفان معاً باسم INA) هما أول المركبات الكيميائية المصنعة التي أظهرت قدرة على إحداث استجابات دفاعية في النباتات ضد المسببات المرضية الفطرية والبكتيرية الرئيسية. وأعقب ذلك ظهور مركب آخر محضر صناعياً هو acibenzolar-S-methyl (اختصاراً: BTH، وهو موضوع العنوان التالي) كان أوسع تأثيراً من INA في حث تكوين مقاومة جهازية ضد مدى واسع من المسببات المرضية في النباتات. وعلى خلاف الـ INA - الذى لم تكن النباتات ذات قدرة عالية على تحمله - فإن النباتات أظهرت قدرة عالية على تحمل الـ BTH. ولذا.. تم إدخال هذا المركب في الزراعة كمنشط نباتى تحت الأسماء التجارية Bion، و Actigard، و Boost (Beckers & Corath ٢٠٠٧).

مشتقات الـ بى تى إتش BTH، والـ أى إس إم ASM

اكتشفت مجموعتين من المركبات الكيميائية التي يمكنها محاكاة النشاط البيولوجي الذى يحدث خلال تكوين المقاومة الجهازية المستحثة في النباتات بواسطة المسببات المرضية المحدثة للتحللات necrogenic pathogens، وهما:

١- الـ 2,6,dichloro isonicotinic acid (اختصاراً: INA) ومشتقاته وقد أسلفنا

الإشارة إليه، وهو يتشابه في تركيبه البنائى مع تركيب حامض السلسليك (شكل ٧-١).

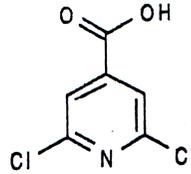
٢- مشتقات الـ benzo{1,2,3}thiadiazole (اختصاراً: BTH) وأهمها S-methylbenzo{1,2,3}thiadiazole-7-carbothiate الذى يعرف اختصاراً بالاسم acibenzolar-S-methyl (اختصاراً: ASM، وتجاوزاً: BTH) (شكل ٧-١)، والذى حُضرت منه أول المركبات التجارية Bion، و Actigard، و Boost.

هذه المركبات ليس لها أى تأثير مضاد للميكروبات فى البيئات الصناعية، ولكنها تُنشط مقاومة ضد مدى واسع من مسببات المرضية، مماثلة لما تحدثه المستحاثات البيولوجية عندما تتسبب فى المقاومة الجهازية المستحثة. وعلى المستوى الجزيئى، فإن هذه المركبات الكيميائية تستحث نفس الجينات التى تُستحث فى حالة المقاومة الجهازية المستحثة بواسطة المستحاثات البيولوجية. هذا علماً بأن كلا المركبين يعملان كمشابهاة فعّالة لحامض السلسيلك فى مسارات المقاومة الجهازية المستحثة.



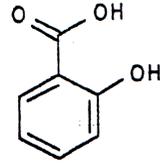
ASM

acibenzolar-S-methyl



INA

2,6-dichloro isonicotinic acid



SA

salicylic acid

شكل (٧-١): المنشطات الكيميائية للمقاومة الجهازية المستحثة فى النباتات، علماً بأن الـ ASM يشتق من benzothiadiazole (وهو الذى يعرف اختصاراً باسم BTH)، وأن حامض السلسيلك هو مركب يتواجد طبيعياً فى النباتات.

يُنشّط المركب التجارى Bion المقاومة النباتية فى عديد من المحاصيل ضد عديد من الأمراض وبعض الآفات، ويستمر تأثيره لفترة، كما يكون أشد وضوحاً فى ذوات الفلقة الواحدة حيث يدوم تأثيره فيها لفترة طويلة عما فى ذوات الفلقتين. ولقد نجح استعماله - على سبيل المثال - فى مكافحة الذبابة البيضاء. ينتقل الـ Bion جهازياً

فى النبات ويمكن أن يأخذ مكان حامض السلسليك فى المسار العادى لحث المقاومة الجهازية، ويستحث نفس المدى من المقاومات.

إن من أبرز سمات المقاومة المستحثة بواسطة ASM (أو BTH) أنها تبقى فعالة لمدة طويلة، بينما لا تدوم فاعلية معظم المبيدات لأكثر من أسبوع أو أسبوعين، كما أنها تكسب النباتات مقاومة ضد مدى واسع من المسببات المرضية الفطرية والبكتيرية والفيروسية (شكل ٧-٢). وتجدر الإشارة إلى الحماية التى توفرها تلك الكيماويات من الإصابة بالـ *peronospora blue mold* فى التبغ وهى المكافحة التى لا تتحقق بأى من المبيدات، فضلاً عن تطوير الفطر المسبب للمرض لمقاومة مضادة لعدد من المبيدات المؤثرة (Oostendorp وآخرون ٢٠٠١، و Louws وآخرون ٢٠٠١).



شكل (٧-٢): تنشيط المقاومة الجهازية المستحثة فى التبغ ضد مدى واسع من المسببات المرضية بالمعاملة بالـ *Bion* أو الـ *Actigard* بمعدل ١٢-٣٧ جم من المادة الفعالة *acibenzolar*-*S-methyl* للهكتار (٥-١٥ جم للفدان) (عن Oostendorp وآخرين ٢٠٠١).

وتجدر الإشارة إلى أن المقاومة التى توفرها المعاملة بالـ ASM ضد مسبب مرضى معين فى عائل ما لا تعنى أنه يمكن توفيرها تلقائياً فى عوائل أخرى؛ فالأمر يتوقف - كذلك - على العائل (عن Oostendorp وآخرين ٢٠٠١).

يتوفر المركب الحاث للمقاومة الجهازية فى النباتات *acibenzolar-S-methyl* تحت الاسمين التجاريين *Actigard* (فى الولايات المتحدة)، و *Bion* (فى أوروبا) وكلاهما من إنتاج سنجنتا، وقد استخدمتا فى دراسات عديدة نذكر منها ما يلى:

• أدى رش نباتات الطماطم بالمركب المخلوق *benzo-(1,2,3)-thiadiazole-7-* *carbothioic acid methyl ester* (اختصاراً: BTH) إلى إكسابها مقاومة ضد الإصابة بالفطر *Fusarium oxysporum f. sp. radidis-lycopersici* (Benhamou & Bélanger ١٩٩٨).

• أدت معاملة نباتات الخيار بأى من الـ *acibenzolar-S-methyl* أو حامض السلسيليك إلى حمايتها من الإصابة بالفطر *Cladosporium cucumerinum* مسبب مرض الجرب، مع تراكم الشيتينيز جهازياً فى حالة المعاملة بالـ *acibenzolar-S-methyl*، وتراكمه فى الأوراق المعاملة - فقط - فى حالة المعاملة بحامض السلسيليك. كذلك تراكم الشيتينيز استجابة للعدوى بالفطر، وحدث التراكم بصورة أسرع فى النباتات التى كانت قد سبقتم معاملةها بالـ *acibenzolar-S-methyl* عن تلك التى كانت قد سبقتم معاملةها بحامض السلسيليك أو بالماء. ويعنى ذلك أن المعاملة بالـ *acibenzolar-S-methyl* تعطى إشارة لحث تطوير مقاومة جهازية فى النبات، بينما تستحث المعاملة بحامض السلسيليك تطوير المقاومة الموضعية فقط (Narusaka وآخرون ١٩٩٩).

• أظهرت الدراسات أن معاملة الطماطم بالمركب *acibenzolar-S-methyl* يستحث فيها مقاومة جهازية ضد كل من البكتيريا *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* مسبب مرض التبقع البكتيرى، والبكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* مسبب مرض النقط البكتيرية *bacterial speck*، وكانت المكافحة المتحصل عليها ماثلة للمكافحة التى يوفرها برنامج قياسى للرش بالمبيدات النحاسية أو أفضل منها (Louws وآخرون ٢٠٠١).

• أدت معاملة الفلفل بالتحضير التجارى المنشط للنمو Actigard الذى يحتوى على المركب *acibenzolar-S-methyl* إلى حمايتها من الإصابة بالبكتيريا *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesticatoria* المسببة لمرض البقع البكتيرية. وتحت ظروف الحقل.. أدت المعاملة بال ABM كل أسبوعين إلى مكافحة المرض بدرجة مماثلة للمكافحة التى تتحقق باستعمال النحاس مع المانيب (Romero وآخرون ٢٠٠١).

توفر المعاملة بال Bion بمعدل ٣٠ جم مادة فعالة للهكتار (١٢,٥ جم مادة فعالة/فدان) حماية للقمح ضد الإصابة بالبياض الدقيقى لمدة ١٠ أسابيع، ولكن مع ضرورة إجراء المعاملة قبل حدوث أية إصابة، لأنها لا تؤثر فى الإصابة الموجودة بالفعل. وعلى الرغم من أن المعاملة بخليط من المبيدين *propiconazole*، و *fenpropidin* تعطى مكافحة أفضل فى البداية عن المعاملة بال Bion، فإن معاملة الـ Bion تبقى فعالة لفترة أطول، كما أن المعاملة المشتركة بالـ Bion مع تركيز منخفض من أحد المبيدات الفطرية يعطى أفضل النتائج (Oostendorp وآخرون ٢٠٠١).

• أحدث رش نباتات القنبيط بالمركب *acibenzolar* بتركيز ٢٠ جزء فى المليون قبل الإصابة بالفطر *Peronospora parasitica* إلى حث تكوين مقاومة جهازية ضد الفطر انتقلت إلى العقد التى توجد أعلى وأسفل الورقة المعاملة، واستمرت فاعلية المقاومة الجهازية لمدة ٢٨ يوماً (Sharma ٢٠٠٢).

• تؤدى معاملة الفلفل بالمنشط النباتى Actigard الذى يحتوى على المركب *Acibenzolar-S-methyl* إلى حماية النباتات من الإصابة بالفطر *Phytophthora capsici* مسبب مرض لفحة فيتوفثورا (Matheron & Porchas ٢٠٠٢).

• أدت معاملة الطماطم بمنشط النمو Actigard إلى تقليل شدة إصابتها بالأمراض بما فى ذلك خفض أعراض إصابات الثمار بالبقع البكتيرية والأنثراكنوز، مع زيادة محصول الثمار الصالحة للتسويق (Abbasi وآخرون ٢٠٠٢).

• أدى رش نباتات الفلفل أربع مرات بالـ Actigard بتركيز ٧٥ ميكروجرام/مل إلى الحد من إصابتها بالفطر *Phytophthora capsici* مسبب مرض عفن الجذر والتاج الفيتوفثوري بدرجة وصلت إلى ٩٧٪ (Matheron & Porchas ٢٠٠٢).

• أحدثت المعاملة المتكررة بالـ acibenzolar-S-methyl (٦-٧ مرات كل ٨-١٢ يوماً) بتركيز ٣٠٠ ميكرومول مقاومة جهازية في الفلفل ضد الإصابة بالبكتيريا *Xanthomonas vesicatoria* مسبب مرض البقع البكتيرية (Buonauro و آخرون ٢٠٠٢).

• أدت معاملة التربة أو بذور الفاصوليا بالمركب acibenzolar-S-methyl (وهو: benzo(1,2,3)thiadiazole-7-carbothioic acid-S-methyl ester) بمعدل ١ مجم/كجم إلى حماية الفاصوليا من الإصابة بالفطر *Colletotrichum lindemuthianum* مسبب مرض الأنثراكنوز، وذلك في كل من الأصناف القابلة للإصابة بالفطر والمتوسطة المقاومة (Bigirimana & Hofte ٢٠٠٢).

• تفيد المعاملة بأى من الـ acibenzolar-S-methyl أو الشيتوسان chitosan، أو الـ fosetyl-Al في مكافحة الفطر *Phytophthora cactorum* مسبب مرض عفن التاج في الفراولة (Eikemo و آخرون ٢٠٠٣).

• تؤدي معاملة نباتات الفلفل الحاملة لجين المقاومة الرأسية (R) للبكتيريا *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* - مسبب مرض البقع البكتيرية - بمنشط الجهاز الدفاعي acibenzolar-S-methyl قبل حقنها بالبكتيريا الممرضة إلى تأخير حدوث أى تغيرات طفوية في السلالة البكتيرية بسبب صغر حجم عشيرة المسبب المرضى؛ بما يعنى زيادة فترة بقاء جينات المقاومة الرأسية الرئيسية فعالة (Romero & Ritchie ٢٠٠٤).

• أدت معاملة نباتات الطماطم بالمركب Acibenzolar-S-methyl (المنتج التجارى Actigard 50 WG) إلى حمايتها من الإصابة ببكتيريا الذبول *Ralstonia solanacearum* تحت ظروف العدوى بها بتركيز منخفض (Hacisalihoglu و آخرون ٢٠٠٧).

• أدت معاملة نباتات الكنتالوب بأى من: acibenzolar-S-methyl، أو potassium silicate، أو salicylic acid إلى حثها إلى تطوير مقاومة جهازية ظهرت على صورة زيادة فى نشاط إنزيمات الشيتينيز chitinase، والبيروكسيداز peroxidase، كما كانت أمراض ما بعد الحصاد أقل جوهرياً مما فى ثمار نباتات الكنتالوب (McConchie وآخرون ٢٠٠٧).

• أدى رش أوراق الطماطم بأى من منشط النمو acibenzolar-S-methyl (المركب التجارى Bion) بتركيز ٠,٢ جم/لتر، أو بمعلق الشيتوسان المتحصل عليه من ميسيليوم الفطر *Crinipellis pemiciosa* إلى حمايتها - بدرجة عالية - من الإصابة بالبكتيريا *Xanthomonas vesicatoria* مسبب مرض البقع الورقية. وقد صاحبت المقاومة المستحثة للبكتيريا المرضة زيادة معنوية فى نشاط كل من البيروكسيداز والبولى فينول أوكسيداز والشيتينيز والفينيل آلانين أمونيا لايز. وعند عدوى النباتات بالبكتيريا المرضة ازداد - كذلك - ترسيب اللجنين (Cavalcanti وآخرون ٢٠٠٧).

• أعطت المعاملة بنشط النمو النباتى acibenzolar-S-methyl - وحدها - خفضاً قدره ٥٠٪ فى شدة الإصابة بالبكتيريا *Xanthomonas axonopodis* pv. *allii* مسبب مرض لفحة أوراق زانثومونس فى البصل، كما أعطت المعاملة الأسبوعية أو كل أسبوعين بالبكتيروفاجات bacteriophages خفضاً فى شدة الإصابة بالمرض بلغ ٢٦٪-٥٠٪، وكان ذلك مماثلاً للمكافحة بالرش الأسبوعى بأيدروكسيد النحاس مع المانكوزب. وبذا.. يُعتقد بأن المكافحة المشتركة بكل من الـ acibenzolar-S-methyl والبكتيروفاجات يمكن أن تقدم بديلاً جيداً لمكافحة المرض فى البصل عوضاً عن المعاملة بالمركبات النحاسية مع مركبات الـ ethylenebisdithiocarbamates (Lang وآخرون ٢٠٠٧).

• لم تكن لمعاملة نقع ثمار الكنتالوب - بعد الحصاد - فى محلول الـ BTH فائدة فى حمايتها من الإصابة بالفطر *Fusarium pallidorozeum* الذى يسبب عفناً بالثمار، أو فى تحفيز أى نشاط إنزيمى مضاد للإصابة بالفطر، إلا أن إجراء المعاملة فى وقت مبكر من النمو النباتى قبل الإزهار أدى إلى حث تكوين استجابات دفاعية فى النبات تمثلت فى

زيادة لجننة الأنسجة النباتية وفي نشاط الإنزيمات ذات العلاقة بالنظام الدفاعي، وذلك مقارنة بما حدث في معاملة الشاهد (Gondim وآخرون ٢٠٠٨).

• أدت المعاملة المزدوجة بكل من *Pseudomonas fluorescens* والمنشط النباتي *Xanthomonas vesicatoria* إلى تحقيق مقاومة جيدة للبكتيريا *Xanthomonas vesicatoria* pv. *vesicatoria* مسبب مرض التبقع البكتيري في الطماطم (Abo-Elyousr & El-Hendawy ٢٠٠٨).

• أحدثت المعاملة بالـ benzothiadiazole (اختصاراً: BTH) - منفردة أو مع مُنتج يحتوي على بكتيريا محيط جذري منشطة للنمو - خفضاً واضحاً في إصابة الطماطم بمرض النقط البكتيرية الذي تسببه البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*. كذلك أدت المعاملة بالـ BTH إلى ارتفاع في مستويات الاستجابات التي تنظمها كلاً من حامض السلسيلك والإثيلين. وبالمقارنة.. فإن المعاملة بالمنتج البكتيري منفرداً لم تُعطِ مكافحة جيدة مماثلة لتلك التي أعطتها المعاملة بالـ BTH منفرداً. هذا.. ولم يلاحظ وجود أي تضاد بين المنشطين حيث كانت مقاومة المرض عند المعاملة بهما معاً مماثلة للمعاملة بالـ BTH فقط أو أفضل منها (Herman وآخرون ٢٠٠٨).

• أحدثت معاملة الكنتالوب بالـ Acibenzolar-S-methyl (اختصاراً: ASM) زيادة كبيرة في تعبير الجين 1a الواسم للمقاومة الجهازية المكتسبة. وعندما أجريت المعاملة قبل حقن النباتات بفيروس اصفرار القرعيات المخضّر *cucurbit chlorotic yellows virus*، فإنها قللت من شدة الأعراض التي يحدثها الفيروس، ومن مستويات تراكم الفيروس في النبات (Takeshita وآخرون ٢٠١٣).

• وفي البطاطس.. تأثر تطور النيماتودا جوهرياً في النباتات التي رُشّت بالـ cis-jasmone، وقل اختراق النيماتودا للجذور بنسبة ٩٠.١٪، و ٨١٪ في النباتات التي عُوملت بالـ benzothiadiazole (اختصاراً: BTH) والـ methyl jasmonate، على

التوالى، إلا أن معامل التكاثر لم ينخفض جوهرياً إلا عندما كانت المعاملة بال BTH (Vieira dos Santos & Curtis ٢٠١٣).

الدي بي أي بي أي BABA

مدى التأثير

أظهر الحامض الأميني غير البروتيني β -aminobutyric acid (اختصاراً: BABA) قدرة على إكساب النباتات مقاومة ضد عديد من مسببات الأمراض الفطرية والبكتيرية، بالإضافة إلى عديد من الأنواع النيماطودية والحشرية، والظروف البيئية القاسية، مثل الجفاف والملوحة.

ولقد كانت بداية اكتشاف تأثيره في عام ١٩٦٣ عندما عرف دوره في حماية البسلة من الإصابة بالفطر *Aphanomyces euteuches* لدى معاملتها به بتركيز ١٠٠ جزء في المليون قبل تعرضها للإصابة بالفطر (Jakab وآخرون ٢٠٠١).

وبنتابع دراسة تأثير رش النيمات الحضرية بال BABA وجد أنه يؤدي إلى حماية نباتات العنب - بكفاءة - من الإصابة بالفطر *Plasmopara viticola* مسبب مرض البياض الزغبى. كما ثبتت المعاملة بال BABA أعراض الإصابة بالفطر *Phytophthora infestans* مسبب مرض الندوة المتأخرة في البطاطس والطماطم، وأدت المعاملة إلى حماية نباتات الكنتالوب من الإصابة بالفطر *Monosprascus cannonballus* مسبب مرض الذبول الفجائي (Beckers & Conrath ٢٠٠٧).

هذا.. ولم يعرف أبداً أن للـ BABA تأثير ضار مباشر على أى من المسببات المرضية، إلا أنه من المؤكد أن ينشط المقاومة الجهازية في النباتات لدى معاملتها به (Jakab وآخرون ٢٠٠١).

على الرغم من ندرة تواجد الحامض الأميني غير البروتيني BABA في النباتات، فإنه يستحث مقاومة جهازية قوية في عدد كبير من النباتات ضد عديد من المسببات المرضية (جدول ٧-١).

جدول (٧-١): أمثلة لحالات مقاومة جهازية أحدثتها المعاملة بالـ DL-β-aminobutyric acid

(عن Jakab وآخرين ٢٠٠١، و Cohen ٢٠٠٢).

المسبب المرضي	النبات
<i>Phytophthora infestans</i>	البطاطس
<i>Alternaria solani</i>	
<i>Fusarium sambucinum</i>	
<i>Phytophthora infestans</i>	الطماطم
<i>Botrytis cinerea</i>	
<i>Xanthomonas vesicatoria</i>	
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	
<i>Clavibacter michiganensis</i>	
<i>Meloidogyne javanica</i>	
<i>Colletorichum coccodes</i>	الفلفل
<i>Phytophthora capsici</i>	
<i>Pseudoperonospora cubensis</i>	الخيار
<i>Sphaerotheca fuliginea</i>	
<i>Colletorichum lagenarium</i>	
<i>Pseudomonas lachrymans</i>	
<i>Meloidogyne javanica</i>	
<i>Botrytis cinerea</i>	
<i>Pseudoperonospora cubensis</i>	الكتنلوب
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>melonis</i>	
<i>Monosporascus cannonballus</i>	
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>niveum</i>	البطيخ
<i>Peronospora parasitica</i>	القنبيط
<i>Pseudomonas marginalis</i>	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	
<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i>	
<i>Alternaria brassicicola</i>	البروكولي وكرنب أبو ركة
<i>Bremia lactuca</i>	الخنس

طريقة المعاملة

يمكن المعاملة بالـ β -aminobutyric acid (الـ BABA) عن طريق رش النموات الخضرية، و"سقياً" للجذور، وبنقع البذور في محلول منه، كما يمكن إضافته كمسحوق للتربة، وحقنًا في السيقان، وسكبًا لمحلوله على الجذور المكشوفة، والسيقان المقطوعة.

يتوقف التركيز الفعال للـ BABA - الذى يعطى حوالى ٩٠٪ مقاومة - على كل من العائل والمسبب المرضى وطريقة المعاملة. وعمومًا تلزم تركيزات عالية (٢٥٠-١٠٠٠ ميكروجرام/مل) عند رش الأوراق عما فى حالة سقى التربة (حيث يكفى تركيز ٢٠-١٠٠ ميكروجرام/مل)؛ ربما بسبب الكفاءة العالية للجذور فى امتصاص المركب. هذا بينما يلزم استعمال تركيزات تتراوح بين ٠,٥٪، و١٪ عند نقع البذور.

ويتوقف طول مدة فاعلية المركب فى حث المقاومة الجهازية على كل من العائل والمسبب المرضى، وهى تتراوح - عادة - بين نحو ١٠ أيام إلى ٣٠ يومًا.

وعلى خلاف منشطات النبات الأخرى (مثل حامض السلسيلك، والـ INA، والـ BTH) التى لا تكسب النباتات المقاومة إلاّ إذا كانت المعاملة بها قبل التعرض للإصابة، فإن الـ BABA يكون فعالاً إذا أجريت المعاملة قبل أو بعد التعرض للإصابة. ينتقل الـ BABA فى النبات عن طريق الجهاز الوعائى؛ فهو ينتقل مع تيار ماء النتح إذا ما عوملت به الجذور، وعبر اللحاء مع الغذاء المجهز إذا ما عوملت به الأوراق (Cohen ٢٠٠٢).

مزيد من الأمثلة

نقدم - فيما يلى - مزيداً من الأمثلة عن الدراسات التى استخدم فيها الـ BABA فى مكافحة أمراض الخضر:

- تبين من دراسات Cohen (١٩٩٤) على الطماطم أن رش النباتات مرة واحدة بالحامض الأمينى غير البروتينى DL-3-amino-n-butanoic acid يكسبها مقاومة

جهازية ضد الفطر *Phytophthora infestans* - مسبب مرض الندوة المتأخرة - بدرجة مكافحة تزيد على ٩٥٪. وقد جرب الحامض مع ٧ عزلات من الفطر و٧ أصناف من الطماطم تتباين في درجة قابليتها للإصابة بالفطر وأعطى معها نفس النتيجة. كما جُرب استعمال أحماض أمينية أخرى غير بروتينية، ولكنها كانت إما أقل كفاءة من هذا الحامض الأميني، وإما عديمة الكفاءة في مكافحة الفطر.

• وقد أظهرت دراسة لاحقة (Cohen & Gisi ١٩٩٤) أن DL-3-amino-n-butanoic acid, β -aminobutyric acid (اختصاراً: BABA) ينبغي أن يكون متواجداً في النسيج النباتي لكي يكون هذا النسيج مقاوماً للفطر *P. infestans*، وتبين أن المركب يتحرك في النبات من أسفل إلى أعلى نحو القمة Acropetally، فهو ينتقل من الورقة المعاملة إلى الأوراق التي تعلوها، وليس إلى الأوراق المجاورة لها، كما ينتقل - عند إضافته عن طريق الجذور - إلى أعلى نحو الأوراق، وهي التي تكتسب - بدورها - أعلى درجات المقاومة.

• أدت معاملة نباتات الفلفل بالمركب DL- β -amino-butyric acid بتركيز ١٠٠٠ ميكروجرام/مل إلى حمايتها بصورة شبه كاملة من الإصابة بالفطر *Colletorichum coccodes* مسبب مرض الأنثراكنوز، سواء أكانت المعاملة عن طريق التربة، أم رشاً على الأوراق. وعندما أجريت المعاملة عن طريق التربة لزم مرور خمسة أيام قبل اكتساب النباتات للمقاومة ضد الفطر، واستمرت مقاومة النباتات لمدة ١٥ يوماً. أما عندما عوملت النباتات بالمركب عن طريق رش الأوراق السفلى فإن ذلك أدى إلى حماية الأوراق الأعلى منها من الإصابة بالفطر؛ مما يدل على أن المعاملة أدت إلى إكساب النباتات مقاومة جهازية ضد الفطر (Hong وآخرون ١٩٩٩).

• أدت معاملة الخس بالرش بأى من K_2HPO_3 (في صورة التحضير التجارى Phytogard) بتركيز ٤٠,٦ جزءاً في المليون، أو بالـ BABA بتركيز ١٠ مللى مول إلى مكافحة البياض الزغبي بصورة تامة وجهازية لمدة ١٥ يوماً (Pajot وآخرون ٢٠٠١).

• أدى رش الفلفل بال DL-β-amino-n-butyric acid بتركيز جزء واحد في المليون إلى حث تكوين مقاومة تامة ضد الإصابة بالفطر *Phytophthora capsici*، وذلك في خلال ثلاثة أيام من المعاملة بالمركب، وقد استمرت فاعلية المقاومة المستحثة لمدة تزيد عن ٢٠ يومًا (Xie وآخرون ٢٠٠٢).

• أدى رش بادرات القنبيط وهي بعمر ٧ أيام مرة واحدة بالمركب DL-β-amino-n-butyric acid (اختصاراً: BABA) إلى حمايتها من الإصابة بالفطر *Peronospora parasitica* - مسبب مرض البياض الزغبى - لمدة لا تقل عن ١٥ يوماً. وقد كانت المقاومة المستحثة مصاحبة بتكوين بقع متحللة مماثلة لما يحدث في حالة فرط الحساسية (Silué وآخرون ٢٠٠٢).

• يعد الـ BABA شديد الفاعلية في إكساب كل من الطماطم والبطاطس مقاومة ضد الفطر *Phytophthora infestans*؛ ففي الطماطم أعطت رشتان بينهما ١٤ يوماً مكافحة بلغت ٨٣٪، بينما أعطت نفس المعاملة في البطاطس مكافحة بلغت ٦٠٪، وحُصل على أعلى مكافحة في البطاطس (٦٤.٥٪-٧٧.٧٪) بعد أربع رشات بين الرشوة والأخرى سبعة أيام وبمعدل ٤٨٥ جم للفدان.

• كما أعطت المعاملة بالـ BABA بتركيز ١ مجم/مل مع ماء الري بالتنقيط كل أسبوعين مكافحة جيدة للفطر *Monosporascus cannonballus* مسبب مرض الذبول الفجائي في الكنتالوب (Cohen ٢٠٠٢).

• يتفاعل الشدّ الملحي مع المعاملة بتركيز منخفض - نسبياً - (١٢٥ ميكروجرام/لتر) من الـ DL-β-amino-butyric acid في زيادة مقاومة الطماطم للبكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* مسبب مرض النقط البكتيرية، وكان ذلك التفاعل مصاحباً بزيادة في كل من إنتاج فوق أكسيد الأيدروجين H_2O_2 ونشاط الـ guaiacol peroxidase (Baysal وآخرون ٢٠٠٧).

الفصل الثامن

المكافحة الحيوية

تشتمل وسائل مكافحة البيولوجية - أو الحيوية - لأمراض النموات النباتية الخضرية والثمارية على ثلاث آليات، هي:

١- التثبيط الميكروبي للإصابة.

٢- التثبيط الميكروبي لتجرثم المسبب المرضى.

٣- التثبيط الميكروبي لمعيشة وبقاء المسبب المرضى (Fokkema ١٩٩٣).

مجموعات الكائنات المستخدمة في مكافحة الحيوية

إن من أهم الكائنات الدقيقة المستخدمة في مكافحة الحيوية، ما يلي (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 olephila
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

آليات مكافحة الحبيوية

إن آليات مكافحة الحبيوية تتضمن ما يلي:

١- (التطفل الفوقى) hyperparasitism

نجد في حالة التطفل الفوقى أن المسبب المرضى (المتطفل على النبات) يُهاجم

مباشرة بواسطة كائن مكافحة الحيوية؛ مما يؤدي إلى قتله أو قتل أعضائه التكاثرية التي يمكن أن تصيب النباتات.

ويعرف أربعة أقسام من المتطفلات الفوقية، كما يلي:

أ- متطفلات بكتيرية إجبارية.. مثل البكتيريا *Pasteuria penetrans* التي تُعد متطفلاً إجبارياً على نيماتودا تعقد الجذور.

ب- الفيروسات الفوقية hypoviruses.. مثل الفيروس الذي يُصيب الفطر *Cryphonectria parasitica* مسبب مرض لفحة الكستناء.

ج- الفطريات فوقية التطفل، مثل الفطر *Coniothyrium minitans* الذي يُهاجم الأجسام الحجرية، والفطر *Pythium oligandrum* الذي يُهاجم الغزل الفطري الحي. كما يمكن للفطريات *Acremonium alternatum*، و *Acrodontium crateriforme*، و *Ampelomyces quisqualis* و *Cladosporium oxysporum*، و *Gliocladium virens* وغيرها التطفل على فطريات البياض الدقيقى.

د- متطفلات فوقية فطرية أخرى تتطفل على النيماتودا المتطفلة على النبات خلال بعض مراحل دورة حياتها، مثل *Paecilomyces lilacinus*، و *Dactylela oviparasitica*.

٢- الافتراس predation

إن الكائنات الدقيقة المفترسة لا تكون متخصصة على مسببات مرضية بعينها، ولا تعطى نتائج فى مكافحة يمكن التنبؤ بها أو الاعتماد عليها؛ فهي تكون نشطة خاصة عند نقص مصادر غذائها وفى ظروف بيئية معينة. ومن أمثلتها بعض أنواع الترايكودرما *Trichoderma* التي تُنتج عدة إنزيمات تعمل على الجدر الخلوية للفطريات.

٣- التضايية الحيوية Antibiosis

إن مضادات الحيوية هي سموم يمكنها - بتركيزات منخفضة - قتل كائنات دقيقة معينة أو تثبيط نشاطها؛ مما يحد من شدة الأمراض التي تحدثها (جدول ٨-١).

جدول (٨-١): أمثلة لبعض المضادات الحيوية التي تنتجها بعض الكائنات الدقيقة المستخدمة في مكافحة الحيوية.

المضاد الحيوي	مصدره	المسبب المرضي الذي يتأثر به	المرض الذي تم مكافحته
2,4-diacetyl-phloroglucinol	<i>Pseudomonas fluorescens</i> F113	<i>Pythium spp.</i>	تساقط البادرات
Agrocin 84	<i>Agrobacterium radiobacter</i>	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	التثاثل التاجي
Bacillomycin D	<i>Bacillus subtilis</i> AU195	<i>Aspergillus flavus</i>	التلوث بالأفلاتوكسين
Bacillomycin, fengycin	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> FZB42	<i>Fusarium oxysporum</i>	الذبول
Xanthobaccin A	<i>Lysobacter sp. strain</i> SB-K88	<i>Aphanomyces cochlioides</i>	تساقط البادرات
<i>Gliotoxin</i>	<i>Trichoderma virens</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	أعفان الجذور
Herbicolin	<i>Pantoea agglomerans</i> C9-1	<i>Erwinia amylovora</i>	اللحفة النارية
<i>Iturin A</i>	<i>B. subtilis</i> QST713	<i>Botrytis cinerea</i> and <i>R. solani</i>	تساقط البادرات
<i>Mycosubtilin</i>	<i>B. subtilis</i> BBG100	<i>Pythium aphanidermatum</i>	تساقط البادرات
<i>Phenazines</i>	<i>P. fluorescens</i> 2-79 and 30-84	<i>Gaeumannomyces graminis var. tritici</i>	Take-all
Pyoluteorin, pyrrolnitrin	<i>P. fluorescens</i> Pf-5	<i>Pythium ultimum</i> and <i>R. solani</i>	تساقط البادرات
Pyrrolnitrin, pseudane	<i>Burkholderia cepacia</i>	<i>R. solani</i> and <i>Pyricularia oryzae</i>	تساقط البادرات وعصفة الأرز
Zwittermicin A	<i>Bacillus cereus</i> UW85	<i>Phytophthora medicaginis</i> and <i>P. aphanidermatum</i>	تساقط البادرات

٤- الإنزيمات المحللة (lytic enzymes)

تُفرز الكائنات الدقيقة نواتج أيضية يمكنها أن تتعارض مع نمو المسببات المرضية ونشاطها. وكثير من تلك الكائنات الدقيقة تفرز إنزيمات محللة يمكنها تحليل عديد من المركبات البوليمرية، مثل الشيتين، والبروتينات، والسليلولوز، ونصف السيليلوز، والدنا DNA. ويؤدي نشاط الإنزيمات المفرزة إلى تثبيط أنشطة المسببات المرضية بصورة مباشرة.

ومن أمثلة ذلك، ما يلي:

أ- يُكافح الفطر *Sclerotium rolfsii* بالبكتيريا *Serratia marcescens* بواسطة إنزيم الشيتينينيز الذى تفرزه البكتيريا.

ب- يُسهّم الإنزيم β -1,3-glucanase جوهرياً فى نشاط المكافحة الحيوية للسلالة C3 من البكتيريا *Lysobacter enzymogenes*.

كما أن الإنزيمات المحللة يمكن أن تقوم بدور غير مباشر فى الحد من الإصابات المرضية. فمثلاً.. من المعروف أن الـ oligosaccharides التى يُحصل عليها من الجدر الخلوية للفطريات تُعد مستحثات قوية للدفاع النباتى، كما وجد أن السلالة C3 من *Lysobacter enzymogenes* تستحث مقاومة فى النباتات.

٥- منتجات ميكروبية أبيضية (أخرى)

من أمثلة المركبات الأبيضية الأخرى التى تُفرزها بعض الكائنات الدقيقة، وتلعب دوراً فى المكافحة الحيوية سيانيد الأيدروجين السام لجميع الكائنات الدقيقة الهوائية التنفس، وهو يُفرز بواسطة بعض أنواع البكتيرية الفلورسينتية من الجنس *Pseudomonas*، والتى تلعب دوراً فى تثبيط مسببات الأمراض الجذرية. ونجد أن السلالة CHAO من البكتيريا *P. fluorescens* تُنتج مضادات حيوية، و siderophores، وسيانيد الأيدروجين. كما تفرز البكتيريا *Enterobacter cloacae* مركبات متطايرة - مثل الأمونيا - تُسهّم فى تثبيط الفطر *Pythum ultimum* مسبب مرض تساقط البادرات.

٦- (التنافس) Competition

تُنافس بعض كائنات المكافحة الحيوية الدقيقة مسببات الأمراض على الغذاء؛ مما يحد من الإصابات المرضية، وخاصة الأمراض التى تُصاب فيها النباتات بمجرد ملامسة الغزل الفطرى لها - كما فى حالة الفطرين *Fusarium*، و *Rhizoctonia* - وليس بعد تكوين appressoria، و infection pegs. وقد تكون المنافسة على العناصر الدقيقة، والتى من أمثلتها الحديد، حيث تُفرز كثير من كائنات المكافحة الحيوية الدقيقة ما

يعرف بال siderophores تكون عالية القدرة على خلب الحديد إليها؛ مما يحد من توفر العنصر للكائنات الممرضة. ومثال ذلك عديد من سلالات *P. fluorescens* التي تفيد في مكافحة *Erwinia carotovora*.

٧- حث المقاومة في العائل

تُستحث المقاومة في النباتات بعديد من العوامل البيئية والكيميائية والبيولوجية. وقد وجد أن مسارات حث المقاومة تتنوع كما يلي:

أ- مقاومة جهازية مكتسبة (SAR).. وهي التي ينظمها حامض السلسيلك، الذي كثيراً ما يُنتج في النباتات عقب إصابتها بالمسببات المرضية، ويقود إلى التعبير الجيني لإنتاج البروتينات ذات الصلة بالتطفل المرضي، وهي التي تتضمن مجموعة من الإنزيمات التي قد تعمل مباشرة على تحليل الخلايا المهاجمة، أو تقوية محيط الجدر الخلوية لمقاومة الإصابة، أو تحث موت موضعي للخلايا.

ب- مقاومة جهازية مستحثة (ISR).. وهي التي ينظمها حامض الجاسمونك مع الإثيلين أو أيهما منفرداً. تظهر هذه المقاومة عقب الحقن ببعض بكتيريا المحيط الجذري غير الممرضة. ومن أمثلة هذه البكتيريا: السلالة 6-203 من *Bacillus pumilus* (التي تعمل من خلال إنتاجها لإنزيمات البيروكسيديز والشيتينيز وال β -1,3-glucanase)، والسلالتان GB03 و IN937a من *B. subtilis* (اللتان تعملان من خلال إنتاجهما للـ 2,3-butanediol) والسلالتان WCS374 و WCS417 من *Pseudomonas fluorescens* والسلالتان WCS358 و BTP1 من *P. putida* (وهي التي تعمل جميعها من خلال إنتاجها للـ lipopolysaccharides)، والسلالة 166-90 من *Serratia marcescens* (من خلال إنتاجها للـ siderophores) (Pal & Gardener ٢٠٠٦).

وإلى جانب ما تقدم بيانه.. قد تشمل آليات المكافحة الحيوية: المنافسة على استعمار الموضع الملائم للاتصال بالنبات (niche)، والتعارض مع عوامل النشاط المرض في المسبب المرضي (Punja & Utkhede ٢٠٠٣).

وللتفاصيل المتعلقة بالمكافحة الحيوية لأمراض مختلف المحاصيل الزراعية كل على حدة.. يُراجع Gnanamanickam (٢٠٠٢). وفي ذلك المرجع (الكتاب) يتناول: Gnanamanickam وآخرون (٢٠٠٢) بالشرح الأسس العامة للمكافحة الحيوية، و Jacobsen (٢٠٠٢) المكافحة الحيوية لأمراض البطاطس، و Kokalis-Burelle و Navi & Bandyopadhyay (٢٠٠٢) المكافحة الحيوية لأمراض الطماطم. كما تناول Navi & Bandyopadhyay (٢٠٠٢) - بالتفصيل - موضوع المكافحة الحيوية للأمراض النباتية.

نوعيات المقاومة المستحثة بيولوجياً

إن المقاومة الجهازية المستحثة في النباتات يمكن أن تحدث بفعل عوامل حيوية أو غير حيوية، ومن أهم المستحثات الحيوية: المسببات المرضية المحدثة للتحلل necrotizing pathogens؛ والكائنات الدقيقة غير المرضية non-pathogens، وبكتيريا المحيط الجذري التي تستعمر الجذور.

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

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

وتختلف المقاومة المستحثة المحلية localized induced resistance عن تلك

المستحثة الجهازية systemic induced resistance فى أن الأولى تبقى فيها المقاومة المستحثة محدودة فى موقع الإصابة كما فى حالة فرط الحساسية ضد فيروس موزايك التبغ فى التبغ، حيث يُعبّر عن المقاومة المحلية المكتسبة فى حلقة من الخلايا تحيط بالبقعة التى يحدث فيها تفاعل فرط الحساسية. ويعد حامض السلسيلك ضرورياً لحث المقاومة المحلية، كما هو ضرورى لحث المقاومة الجهازية (Hammerschmidt وآخرون ٢٠٠١).

وتستحث بعض سلالات بكتيريا المحيط الجذرى تطوير مقاومة جهازية فى النباتات تعرف باسم rhizobacteria-mediated induced systemic resistance (اختصاراً: ISR) مماثلة لتلك التى تستحثها المسببات المرضية والتى تعرف باسم pathogen-induced systemic acquired resistance (اختصاراً: SAR).

وقد وجد أن كلاً من الـ ISR والـ SAR يعملان مستقلين عن بعضهما البعض؛ الأمر الذى يمكن الاستفادة منه فى 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 كيميائى، أو بكائن دقيق غير ممرض، أو بسلالة غير ممرضة من مسبب مرضى، أو بسلالة ممرضة من مسبب مرضى ولكن فى 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، فهى قد تكون كذلك موضعية، والفرق بينهما أن الأخيرة تنقصها إشارة نقل المقاومة فى صورة جهازية (Van Loon وآخرون ١٩٩٨).

وقد توصل الباحثون في الـ Boyce Thompson Institute إلى الآلية التي تحدث بها المقاومة الجهازية في النباتات. إن حقيقة المقاومة الجهازية (والتي بمقتضاها يصبح النبات - الذى يُصاب فى موضع منه بأحد مسببات المرضية - مقاوماً لمسببات مرضية أخرى فى مواضع أخرى منه) كانت معروفة لفترة، لكن لم يكن يُعرف كيفية حدوث الإشارات التي تقود إلى المقاومة الجهازية. كذلك كان يُعرف منذ سنوات قليلة أن النبات بعد إصابته بأحد مسببات المرضية يُنتج هرموناً يحارب به الأمراض هو حامض السلسيليك salicylic acid (اختصاراً SA) فى موقع الإصابة، الذى يُنشِط جزءاً منه الدفاعات المحلية فى موضع الإصابة، بينما يتحول جزءاً آخر منه إلى methyl salicylate (اختصاراً MeSA)، الذى لا يعد نشطاً بيولوجياً؛ نظراً لأنه لا يستحث الاستجابات المناعية.

والجديد فى الأمر توصل الباحثين إلى خطوات محددة تحدث بها المقاومة الجهازية، كما يلي:

١- بعد إصابة النبات بأحد مسببات الأمراض يُنتج حامض السلسيليك فى موقع الإصابة. يتحول جزء من الحامض إلى MeSA بواسطة إنزيم يعرف باسم methyl SA transferase (اختصاراً: SAMT)، وفى الوقت ذاته يتحد جزء من حامض السلسيليك المتكون عند موقع الإصابة مع الـ salicylic acid-binding protein 2 (اختصاراً: SABP2). ولأن هذا الارتباط يوقف نشاط الـ SABP2، فإن الـ SABP2 لا يحول الـ MeSA المتراكم ثانية إلى SA كما يفعل فى الأجزاء الأخرى من النبات؛ وبالتالي .. يتراكم MeSA فى موقع الإصابة.

٢- يتحرك الـ MeSA المتراكم من موقع الإصابة بعيداً إلى الأوراق غير المصابة خلال نسيج اللحاء.

٣- لدى وصول MeSA إلى مواقعه الجديدة فإنه يتحول بواسطة الـ SABP2 النشط إلى SA الذى يعطى إشارة البدء فى التفاعلات الدفاعية (National Science Foundation ٢٠٠٧ - الإنترنت).

الكائنات المحدثة للمقاومة الجهازية المستحثة بيولوجياً

إن مستحضات المقاومة الجهازية فى النباتات تتباين كثيراً من الفيروسات إلى آكلات الأعشاب، مروراً بعدد من الأنواع الفطرية البكتيرية، وخاصة بكتيريا المحيط الجذرى.

ويعطى جدول (٨-٢) قائمة بأمتلة 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 (٨-٣) عديداً من الأمثلة على ذلك.

جدول (٨-٢): أمتلة لكائنات دقيقة أحدثت المعاملة بها حماية أو مقاومة جهازية مستحثة ضد مسببات مرضية معينة تعيش فى التربة (عن Whipps ١٩٩٧).

النبات	الميكروب العامل به	المسبب المرضى المقاوم	الحالات التى تأكدت فيها المقاومة للجهازية المسحثة
الخيار	<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>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>	√
	<i>Pseudomonas</i> spp.	<i>Pythium aphanidermatum</i>	√
	<i>Pseudomonas putida</i> 89B-27	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>	√
	<i>Serratia marcescens</i> 90-166	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>	√
	Tobacco necrosis virus	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>	√
الباذنجان	Non-pathogenic <i>Fusarium oxysporum</i> MT0062	<i>Verticillium dahliae</i>	-
البسلة	Non-pathogenic <i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Fusarium solani</i>	-
الفجل	<i>Pseudomonas</i> sp. WCS 374	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>raphani</i>	√
	<i>Pseudomonas</i> sp. WCS 4172	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>raphani</i>	√
البطاطا	Non-pathogenic <i>F. oxysporum</i>	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>batatas</i>	√

تابع جدول (٢-٨).

التبنا	الميكروب المعامل به	المسبب المرضي المقاوم	الحالات التي تأكدت فيها المقاومة للجهازية المستحثة
الطماطم	Avirulent <i>Fusarium</i> spp.	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>radicis-lycopersici</i>	-
	Avirulent <i>Verticillium albo-atrum</i>	<i>Verticillium dahliae</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> MT0062	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	-
البطيخ	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> f. sp. <i>niveum</i>	-
	<i>Helminthosporium carbonum</i>	<i>F. oxysporum</i>	-

جدول (٣-٨): بعض أنواع سلالات بكتيريا احيط الجدرى والأمراض والمسببات المرضية التي أحدثت مقاومة جهازية ضدها في أنواع نباتية معينة (عن Van Loon وآخرين ١٩٩٨).

النوع المحصولي	السلالة والنوع البكتيري	المسبب المرضي أو الآفة المقاومة	المرض المقاوم
الفاصوليا	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> 7 NSK 2	<i>Botrytis cinerea</i>	Gray mold
	<i>Pseudomonas fluorescens</i> WCS 417	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	Anthracoise
الخيار	<i>Pseudomonas aureofaciens</i> 25-33	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>dianthi</i>	Vascular wilt
	<i>Pseudomonas aureofaciens</i> 28-9	<i>Colletotrichum orbiculare</i>	Anthracoise
	<i>Pseudomonas aureofaciens</i> 36-5	<i>Colletotrichum orbiculare</i>	Anthracoise
	<i>Pseudomonas corrugate</i> 13	<i>Colletotrichum orbiculare</i>	Anthracoise
	<i>Pseudomonas fluorescens</i> C15	<i>Pythium aphanidermatwn</i>	Crown rot
		<i>Pythium aphanidermatwn</i>	Crown rot

تابع جدول (٣-٨).

المرض المقاوم	المسبب المرضي أو الآفة المقاومة	النوع المحصولي	السلالة والنوع البكتيري
Anthracnose	<i>Colletotrichum orbiculare</i>		<i>Pseudomonas fluorescens</i> G 8-4
Anthracnose	<i>Colletotrichum orbiculare</i>		<i>Pseudomonas putida</i> 34-13
Herbivory	<i>Acalymna vittatum</i>		<i>Pseudomonas putida</i> 89 B-27
Anthracnose	<i>Colletotrichum orbiculare</i>		<i>Pseudomonas putida</i> 89 B-27
Systemic mosaic	Cucumber mosaic virus		<i>Pseudomonas putida</i> 89 B-27
Herbivory	<i>Diabrotica undecimpunctata</i>		<i>Pseudomonas putida</i> 89 B-27
Bacterial wilt	<i>Erwinia tracheiphila</i>		<i>Pseudomonas putida</i> 89 B-27
Angular leaf sopt	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lachrymans</i>		<i>Pseudomonas putida</i> 89 B-27
Vascular wilt	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerium</i>		<i>Pseudomonas putida</i> 89 B-27
Herbivory	<i>Acalymna vittatum</i>		<i>Serratia marcescens</i> 90-166
Anthracnose	<i>Colletotrichum orbiculare</i>		<i>Serratia marcescens</i> 90-166
Systemic mosaic	Cucumber mosaic virus		<i>Serratia marcescens</i> 90-166
Herbivory	<i>Diabrotica undecimpunctata</i>		<i>Serratia marcescens</i> 90-166
Bacterial wilt	<i>Erwinia tracheiphila</i>		<i>Serratia marcescens</i> 90-166
Angular leaf sopt	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lachrymans</i>		<i>Serratia marcescens</i> 90-166
Vascular wilt	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerium</i>		<i>Serratia marcescens</i> 90-166
Anthracnose	<i>Colletotrichum orbiculare</i>		<i>Serratia plymuthica</i> 2-67

تابع جدول (٣-٨).

المرض المقاوم	المسبب المرضي أو الآفة المقاومة	السلالة والنوع البكتيري	النوع المحصولي
Vascular wilt	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>raphani</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i> WCS 374	الفجل
Necrotic lesions	<i>Alternaria brassicicola</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i> WCS 417	
Necrotic lesions	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i> WCS 417	
Vascular wilt	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>raphani</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i> WCS 417	
Necrotic lesions	<i>Fusarium oxysporum</i> pv. <i>tomato</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i> WCS 417	
Vascular wilt	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i> WCS 417	الطماطم
Systemic mosaic	<i>Cucumber mosaic virus</i>	<i>Pseudomonas putida</i> 89 B-27	
Systemic mosaic	<i>Cucumber mosaic virus</i>	<i>Serratia marcescens</i> 90-166	

بكتيريا المحيط الجذري

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 يتعداه إلى حمايتها - كذلك - من الإصابة ببعض الفيروسات وبعض الأنواع النيماتودية والحشرية، وذلك كما يتبين من جدول (٨-٤).

جدول (٨-٤): أمثلة على المكافحة الحيوية لمسببات الأمراض والحشرات في عدد من محاصيل الخضر باستعمال بكتيريا المحيط الجذري المنشطة للنمو (عن Zahir وآخرين ٢٠٠٤).

المحصول	المرض أو الآفة	بكتيريا المحيط الجذري
الفاصوليا	اللفحة الهالية	<i>Ps. fluorescens</i> strain 97
		<i>Ps. cpacia</i>
		<i>Ps. Putida</i> 89B-27
الخيار	الأنثراكنوز	<i>Sclerotium rolfsii</i>

يتبع

المحصول	المرض أو الآفة	بكتيريا المحيط الجذري
		<i>Serratia marcescens</i> (90-166)
	<i>Pythium ultimum</i>	<i>Ps. cepacia</i>
	الذبول البكتيري	<i>Ps. putida</i> (89B-27)
		<i>S. marcescens</i> (90-166)
	تبقع الأوراق الزاوي البكتيري	<i>Ps. Putida</i> (89B-27)
		<i>Flavomonas oryzihabitans</i> INR-5
		<i>S. marcescens</i> (90-166)
		<i>Bacillus pumilus</i> (NR 7)
	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> (90-166)
	خنفساء الخيار المخططة	<i>Ps. putida</i> 89B-27
		<i>Flavomonas oryzihabitans</i> INR-5
	خنفساء 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
الطماطم	نيماتودا تعقد الجذور	<i>Ps. chitinolytica</i>
	فيروس موزايك الخيار	<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

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*)، وفيروس موزايك الخيار في الخيار، والأنتراكنوز في الفلفل (الذى يسببه الفطر *Colletotrichum gloeosporioides*)، والذبول الطرى (الذى يسببه الفطر *Rhizoctonia*)؛ هذا علماً بأن جميع العزلات لم تكن مؤثرة على أى من المسببات المرضية المذكورة أعلاه في البيئات الصناعية (Jetiyanon & Kloepper ٢٠٠٢).

ومن الأمثلة الأخرى على حث بكتيريا المحيط الجذرى للمقاومة الجهازية

نورد ما يلي:

- يستحث بروتين البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* (المعروف باسم 61HrpZ_{pss} protein) تفاعل فرط حساسية في الخيار؛ يترتب عليه تطوير مقاومة جهازية مكتسبة ضد مسببات مرضية مختلفة، مثل: الفطر *Colletotrichum orbiculare* مسبب مرض الأنتراكنوز، وفيروس تحلل التبغ tobacco necrosis virus، والبكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* مسبب مرض تبقع الأوراق الزاوى (Strobel وآخرون ١٩٩٦).

- أحدثت معاملة الفاصوليا بأى من *Trichoderma hzrzianum* T39 (المنتج التجارى Trichodex) أو *Pseudomonas aeruginosa* (السلالة KMPCH) مقاومة جهازية وفرت حماية للنباتات ضد الإصابة بالأنثراكنوز (Bigirimana وآخرون ١٩٩٧).

- أدت معاملة بذور الخيار ببكتيريا المحيط الجذرى المنشطة للنمو النباتى إلى حث تطوير مقاومة جهازية بالنباتات وفرت لها حماية من بعض الإصابات المرضية. وقد استخدم فى هذه الدراسة السلالة INR7 من *Bacillus pumilus*، والسلالة ME1 من

وكان من بين الأمراض التي اختبر تأثير المعاملات عليها تبقع الأوراق الزاوى الذى تسببه البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*، والأنثراكنوز الذى يسببه الفطر *Colletotrichum orbiculare* (Raupach & Kloepper ٢٠٠٠).

• أفادت معاملة الطماطم ببعض سلالات بكتيريا المحيط الجذرى المنشطة للنمو النباتى *plant growth promoting rhizobacteria* فى تنشيط النظام الدفاعى بها ضد الإصابة بفيروس موزايك الخيار (Zehnder وآخرون ٢٠٠٠).

• استحثت معاملة الفاصوليا بالسلالة KMPCH من *Pseudomonas aeruginosa* مقاومة جهازية ضد الفطر *C. lindemuthianum* - فقط - فى الأصناف المتوسطة المقاومة - أصلاً - للفطر. أما السلالة WCS417 من البكتيريا *Pseudomonas fluorescens* فكانت قادرة على حث المقاومة الجهازية للفطر فى كل من الأصناف القابلة للإصابة والمتوسطة المقاومة على حد سواء (Bigirimana & Hofte ٢٠٠٢).

• تُكسب السلالة BTP1 من بكتيريا المحيط الجذرى *Pseudomonas putida* - وكذلك راشح المزارع البكتيرية الخالى من خلاياها - تُكسب نباتات الفاصوليا مقاومة جهازية ضد الإصابة بالفطر *Botrytis cinerea* (Ongena وآخرون ٢٠٠٢).

• تستحث السلالة 89B-27 من *Pseudomonas putida* والسلالة 90-166 من *Streptomyces marescens* تكوين مقاومة جهازية فى الخيار ضد كل من: الأنثراكنوز وتبقع الأوراق الزاوى الذى تسببه البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*، والذبول الفيوزارى الذى يسببه الفطر *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*، والذبول البكتيرى التى تسببه البكتيريا *Erwinia tracheiphila* (عن Zahir وآخرون ٢٠٠٤).

• تشترك سلالات معينة من عدة أنواع من الجنس *Bacillus* فى قدرتها على تطوير مقاومة جهازية مستحثة *induced systemic resistance* فى النباتات.

ومن بين الأنواع التى تتميز بتلك الخاصية، ما يلى:

*B. amyloliquefaciens**B. subtilis**B. pasteurii**B. cereus**B. pumilus**B. mycooides**B. sphaericus*

ولقد أحدثت المعاملة بتلك السلالات مقاومة جهازية مستحثة تحت ظروف البيوت المحمية وظروف الحقل فى عدد كبير من المحاصيل، منها: الفلفل الحلو والحرار، والكنتالوب، والبطيخ، وبنجر السكر، والتبغ، والخيار والـ *Arabidopsis*، كما أنها كانت منشطة للنمو النباتى.

ومن بين الأمراض والمسببات المرضية التى أكسبت تلك السلالات البكتيرية النباتات مقاومة جهازية مستحثة ضدها: فطريات تبقات الأوراق، وبكتيريا تبقات الأوراق، والفيروسات الجهازية، وفطريات أعفان التاج، ونيوماتودا تعقد الجذور، وأحد فطريات لفحة الأوراق، والذبول الطرى، والعفن الأزرق، والندوة المتأخرة، وكذلك الآفات الحشرية: خنفساء الخيار المخططة والمبقعة اللتان تنقلان البكتيريا المسببة لذبول القرعيات، والذبابة البيضاء *Bemisia argentifolii* التى تنقل فيروس تبرقش الطماطم (Kloepper وآخرون ٢٠٠٤).

ونستعرض - فيما يلى - جانباً من الدراسات التى أجريت على طبيعة المقاومة الجهازية التى تستحثها بكتيريا المحيط الجدرى فى النباتات:

• أحدثت معاملة الفجل بالبكتيريا *Pseudomonas fluorescens* (السلالة WCS47) مقاومة جهازية فى النباتات ضد مدى واسع من المسببات المرضية شمل كلاً من *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*، و *Alternaria brassicicola*. وقد بدأ واضحاً أن التحلل necrosis بالأنسجة النباتية لم يكن ضرورياً لحث المقاومة الجهازية بالنبات نظراً لأن البكتيريا *P. fluorescens* - التى تستحث إنتاج البروتينات الخاصة بالتطفل المرضى (PRPs) لا تحدث تحللات كتلك التى تحدثها البكتيريا *P. syringae*

Hoffland) *pv. tomato*، وهي التي تُحدث - كذلك - مقاومة جهازية بالنبات (Hoffland وآخرون ١٩٩٦).

• تفيد بكتيريا المحيط الجذرى *Pseudomonas corrugata* (السلالة 13)، و *P. aureofacines* (السلالة 28-63) فى مكافحة الفطر *Pythium aphanidermatum* بجذور الخيار، وذلك من خلال إحداثهما لمقاومة جهازية فى النبات وكذلك بخاصية التضادية أو المقاومة المحلية المستحثة (Chen وآخرون ١٩٩٨).

• أحدثت معاملة جذور الفاصوليا بالسلالة 7NSK2 من *Pseudomonas aeruginosa* مقاومة جهازية بالنباتات، وذلك من خلال إنتاجها لحمض السلسيلك بما يُعادل المعاملة بنانومول واحد من الحمض (DeMeyer وآخرون ١٩٩٩).

• أدت معاملة جذور الخيار بأى من البكتيريا *Pseudomonas corrugata* (السلالة ١٣)، أو *P. chlororaphis* (السلالة ٦٣-٢٨) إلى حث النبات على تطوير مقاومة جهازية ضد الفطر *Pythium aphanidermatum*. وعلى الرغم من أن المعاملة بالبكتيريا أحدثت زيادة كبيرة فى محتوى النبات من حامض السلسيلك فإن الحمض لم يكن مؤثراً على نمو الفطر فى البيئات الصناعية عندما استخدم بتركيز ١٠٠-٢٠٠ ميكروجرام/مل، كما لم تؤد المعاملة به إلى إكساب نباتات الخيار أية مقاومة ضد الفطر (Chen وآخرون ١٩٩٩).

• أظهرت الدراسات أن المعاملة بالسلالة FZB-G من البكتيريا *Bacillus subtilis* تُكسب الطماطم مقاومة جهازية ضد الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*، وتبين أن راسح مزارع البكتيريا وهى - أى المزارع - بعمر ١٠-٢٠ ساعة تُحدث نفس هذا التأثير (المقاومة الجهازية ضد الفطر وتحفيز نمو الطماطم)، بينما كان راسح المزارع التى بعمر ثلاثة أيام شديد السمية للفطر لكنه لم يحث الطماطم على تطوير مقاومة جهازية ضد الفطر. وقد تبين - كذلك - أن أحد مكونات راسح المزارع التى بعمر ١٠-٢٠ ساعة يحفز النمو الجذرى للطماطم ويحث تطوير المقاومة الجهازية،

وأنه يعمل كبدئ للأوكسين indole-3-pyruvic acid. أُعطى هذا المكون الرمز Tr-C، ويعتقد بأنه يعمل كهرمون نباتي، وأنه يعطى إشارة البدء في التفاعلات التي تقود إلى تطوير المقاومة الجهازية (Gupta وآخرون ٢٠٠٠).

• أدت معاملة جذور الخيار بأى من السلالة ١٣ من البكتيريا *Pseudomonas corrugata* أو السلالة 28-63 من البكتيريا *P. aureofaciens* إلى تحفيز نشاط الإنزيم phenylalanine ammonia-lyase في أنسجة الجذور بعد يومين من المعاملة واستمر التأثير على نشاط الإنزيم لمدة ١٦ يوماً. كذلك ازداد نشاط كلاً من البيروكسيديز peroxidase والبولي فينول أوكسيديز polyphenol oxidase بعد ٢-٥ أيام من معاملة الجذور بالسلالة ١٣ من البكتيريا *P. corrugata*. وبعد تعريض النباتات التي عوملت بالبكتيريا للعدوى بالفطر *Pythium aphanidermatum*. فإن نشاط الإنزيمات الثلاثة ازداد عما كان عليه إلى أن وصلت الزيادة إلى أقصى مدى لها بعد ٤-٦ أيام من العدوى بالفطر. وقد تبين أن سلالتى البكتيريا وفطر البثيم يحفزان نشاط الإنزيمات الثلاثة موضعياً وجهازياً. كذلك تبين أن صورة isomer إنزيم البيروكسيديز الذى يُستحث إنتاجه بواسطة الريزوبكتيريا يختلف عن صورته التي تنتج في الجذور المصابة بالفطر *P. aphanidermatum* (Chen وآخرون ٢٠٠٠).

• أدت المعاملة المزدوجة بالسلالة Pfl من البكتيريا *Pseudomonas fluorescens* بطريقتى رش الأوراق والإضافة للتربة إلى خفض إصابة الفلفل بالفطر *Colletotrichum capsici* - مسبب مرض الأنثراكنوز - بكفاءة عالية عن طريق حث تطوير مقاومة جهازية، كانت مصاحبة بزيادة فى نشاط مختلف الإنزيمات ذات العلاقة بالدفاع النباتي، وكذلك زيادة فى تمثيل المركبات ذات العلاقة (Ramamoorthy & Samiyappan ٢٠٠١).

• تنتج بكتيريا المحيط الجذرى *Pseudomonas chlororaphis* (السلالة PCL1391) المركب phenazine-1-carboxamide الذى يكافح الفطر *Fusarium*

oxysporum f. sp. radice-lycopersici مسبب مرض عفن الجذع والجذر في الطماطم. ويلعب استعمار البكتيريا لجذور الطماطم دوراً أساسياً في مكافحة الحيوية من خلال كون الجذر وسيلة لتوصيل المركب المضاد للفطر إلى باقى أجزاء النبات (Chin-A- Woeng وآخرون ٢٠٠١).

• دُرس تأثير المعاملة ببكتيريا المحيط الجذرى التالية على إصابة الخيار بالذبول البكتيرى:

١- السلالة 89B-61 من *Pseudomonas putida*.

٢- السلالة 90-166 من *Serratia marcesens*.

٣- السلالة INR-7 من *Bacillus pumilis*.

٤- السلالة INR-S من *Flavomonas oryzihabitans*.

وتبين أن المعاملة بالبكتيريا قللت جوهرياً من أعداد خنفتى الخيار الناقلتين للبكتيريا *Erwinia tracheiphila* المسببة للمرض، وهما خنفساء الخيار المخططة *Acalymma vittata*، وخنفساء الخيار المبقعة *Diabrotica undecimpunctata*، كما انخفضت الإصابة بالمرض جوهرياً ليس فقط مقارنة بالكنترول، وإنما كذلك مقارنة بالمكافحة بالمبيدات. ولقد كانت المقاومة مصاحبة بانخفاض شديد فى تركيز Cucurbitacin C، وهو الكيوكربتسين الرئيسى فى الخيار، علماً بأن الكيوكربتسينات تُعد جاذبة قوية لتغذية الخنافس (كما ثبت من تجارب قورنت فيها تغذية الخنافس على نباتات خيار مرة ذات تركيب وراثى BiBi وتنتج تركيزاً عالياً من الكيوكربتسين، بتغذيتها على نباتات خيار خالية من الكيوكربتسين وذات تركيب وراثى bibi).

ولكن حتى فى غياب الخنافس الناقلة للبكتيريا، فإن المعاملة ببكتيريا المحيط الجذرى المنشطة للنمو استحثت مقاومة فى الخيار ضد بكتيريا الذبول التى حقنت بها سواء أكانت النباتات مرة BiBi، أم غير مرة bibi.

• أظهرت الدراسات أن معاملة جذور نباتات الخيار ببكتيريا المحيط الجذرى المنشطة للنمو النباتى plant growth promoting rhizobacteria (اختصاراً: PGPR) استحثت المقاومة ضد مرض الذبول البكتيرى الذى تسببه البكتيريا *Erwinia tracheiphila*، وارتبط ذلك بنقص فى تغذية خنفساء الخيار المخططة وخنفساء الخيار المبقعة الناقلتين للبكتيريا، مع نقص فى تركيز الكيوكاربتسين cucurbitacin المحفز القوى لتغذية الخنفساء.

وفى تجارب أخرى وجد أن الـ PGPR تستحث المقاومة الجهازية ضد الذبول فى غياب الخنفساء الناقلة للبكتيريا، مع عدوى نباتات الخيار صناعياً بالبكتيريا الممرضة؛ مما يعنى أن الـ PGPR تستحث المقاومة ضد كل من الإصابة المنقولة بالخنفساء وضد البكتيريا ذاتها إذا ما حقنت بها النباتات بوسائل أخرى.

ولقد انتخبت سلالات أخرى من الـ PGPR قادرة على حث المقاومة الجهازية ضد كل من فيروس موزايك الخيار وفيروس تبرقش الطماطم فى الطماطم.

وأوضحت الدراسات أن معاملة الخيار ببكتيريا المحيط الجذرى تكسب النباتات مقاومة جهازية ضد الإصابة بكل من خنفساء الخيار والبكتيريا *Erwinia tracheiphila* مسبب مرض الذبول البكتيرى والتي تنقلها الخنفساء، وأن ذلك يكون مصاحباً بنقص فى تركيز الكيوكربتسين cucurbitacin، وهو من مركبات الأيض الثانوية التى تحفز - بشدة - تغذية الخنفساء. هذا.. إلا أن المعاملة ببكتيريا المحيط الجذرى - فى غياب خنفساء الخيار - تؤدى كذلك إلى ذات المقاومة الجهازية ضد الإصابة بالبكتيريا؛ مما يدل على أن المقاومة التى تستحثها بكتيريا المحيط الجذرى تكون من خلال آلية أخرى إضافية غير آلية تخفيضها لتركيز الكيوكربتسين (Zehnder وآخرون ٢٠٠١).

• تُحدِثُ المعاملة بالبكتيريا *Pseudomonas fluorescens* - سواء أكانت عن طريق البذور، أم غمس الجذور، أم التربة، أم رش الأوراق - خفضاً معنوياً فى شدة إصابة الطماطم بفيرس ذبول الطماطم المتبقع. ولقد ازداد فى النباتات المعاملة بالبكتيريا

نشاط كلاً من البيروكسيديز peroxidase، والـ phenylalanine ammonia-lyase، وازداد تراكم اللجنين والمركبات الفينولية (Kandan وآخرون ٢٠٠٢).

• أظهرت الدراسات أن معاملة الطماطم بالعزلة Pf1 من البكتيريا *Pseudomonas fluorescens* تحميها من الإصابة بالفطر *F. oxysporum* f. sp. *lycopersci*، وأن تلك الحماية مردها إلى حث البكتيريا النباتات على إنتاج إنزيمات دفاعية، مع تراكم الفينولات والبروتينات التي تحد من اجتياح الفطر لجذور الطماطم (Ramamoorthy وآخرون ٢٠٠٢).

• وجد أن السلالة Pf1 من *Pseudomonas fluorescens* تؤدي عند معاملة الفلفل والطماطم بها إلى حمايتهما من الإصابة بالفطر *Pythium aphanidermatum* مسبب مرض الذبول الطرى، وزيادة معدل النمو النباتي، كما أوضحت الدراسات أن تلك السلالة تستحث النباتات لتمثيل الإنزيمات والمركبات الكيميائية ذات العلاقة بالدفاع ضد مسببات الأمراض؛ حيث أدت المعاملة بها إلى زيادة نشاط كلا من الـ phenylalanine ammonia-lyase، والـ peroxidase، والـ catechol oxidase (سابقاً polyphenoloxidase، أو PPO)، وذلك بعد تعرض النباتات المعاملة بالبكتيريا للفطر *P. aphanidermatum*، كما ازداد فيها تراكم الفينولات (Ramamoorthy وآخرون ٢٠٠٢).

• أدت المعاملة بأي من بكتيريا المحيط الجذري *Bacillus pumilus* SE34، أو *Pseudomonas fluorescens* 89B61 إلى حث تكون مقاومة جهازية ضد الندوة المتأخرة في الطماطم، وخفض شدة المرض إلى درجة مماثلة لتلك التي أحدثتها المعاملة بالمركب الحاث للمقاومة المحلية (غير الجهازية) β -amino butyric acid (اختصاراً: BABA). ويستدل من الدراسة أن الحماية التي حثت تكوينها كلتا السلالتين من بكتيريا المحيط الجذري مستقلة عن حامض السلسيلك، ولكنها تعتمد على كل من الإثيلين وحامض الجاسمونك، بينما اعتمدت المقاومة المحلية التي أحدثها الـ BABA على حامض السلسيلك (Yan وآخرون ٢٠٠٢).

• إن مكافحة الحيوية باستعمال بكتيريا المحيط الجذرى المنشطة للنمو النباتى *plant growth promoting rhizobacteria* تتم من خلال إفراز تلك البكتيريا لنواتج أيضية بكتيرية تقلل أعداد المسببات المرضية - التى قد تتواجد فى المحيط الجذرى - أو تقلل من نشاطها. وقد تتضمن تلك النواتج الأيضية *siderophores* ترتبط بالحديد وتجعله أقل تيسراً للكائنات الممرضة التى تتواجد بالقرب منها، وينطبق ذلك - على بعض ال *Pseudomonads*، مثل *Pseudomonas fluorescens*، و *P. putida* (عن Zahir وآخرين ٢٠٠٤).

• ترتبط المقاومة الجهازية المستحثة بال *Bacillus spp.* بتغيرات تركيبية فى النباتات أثناء تعرضها للإصابة بالمسببات المرضية فضلاً عن حدوث تحورات سيتولوجية وكيميائية لها.

ويبدو أن *Bacillus spp.* تنشط بعض المسارات الأيضية التى تنشطها ال *Pseudomonas spp.* بالإضافة إلى تنشيطها لمسارات أخرى. فمثلاً.. تعتمد المسارات التى تستحثها عديد من سلالات ال *Bacillus spp.* على حامض الجاسمونك *jasmonic acid*، والإثيلين، والجين المنظم NPR1 - كما يحدث فى حالة المقاومة الجهازية المستحثة لل *Pseudomonas spp.* - إلا أنه فى حالات أخرى وجد أن المقاومة الجهازية المستحثة بواسطة *Bacillus spp.* تعتمد على حامض السلسليك وليس على حامض الجاسمونك أو الإثيلين أو الجين المنظم NPR1. كذلك فإنه بينما لا تؤدى المقاومة الجهازية المستحثة بواسطة *Pseudomonas spp.* إلى تراكم ال PR1 فى النباتات فى بعض الحالات، فإن المقاومة الجهازية المستحثة بواسطة *Bacillus spp.* تقوم بذلك (Kloepper وآخرون ٢٠٠٤).

هذا.. ويستعرض Compant وآخرون (٢٠٠٥) أساسيات وآليات فعل البكتيريا المحفزة للنمو النباتى *plant growth-promoting bacteria* فى مكافحة الحيوية للأمراض النباتية.

النوع البكتيري *Bacillus subtilis*

تنتشر البكتيريا *Bacillus subtilis* في مختلف أنواع الأراضى وفى البقايا النباتية المتحللة، ولكنها تتواجد غالباً فى صورة جراثيم ولا تكون نشطة بيولوجياً. ويتوفر فى سلالات هذه البكتيريا طرازان يستعمل أحدهما رشاً على النموات الخضرية (مثل: QST713)، بينما يُضاف الآخر إلى التربة أو تعامل به البذور (مثل: BG03 كما فى التحضير التجارى Kodiak).

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

عند معاملة البذور بالبكتيريا فإنها تقوم - مباشرة - باستعمار المجموع الجذرى النامى 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 سلالات هذه البكتيريا ما يلى:

١- السلالة QST713: تستخدم رشاً لمكافحة البياض الدقيقى، ومن أهم منتجاتها التجارية: Serenade، و Rhapsody.

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 أعقان 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 *Macrophomina 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 ال phenylalanine ammonia lyase، وال peroxidase، وال polyphenol oxidase، وال β -1-3glucanase، كما حفزت 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 المكافحة الحيوية تأثيراً في النشاط الإنزيمي وتراكم الفينولات (Umamaheswari وآخرون ٢٠٠٩).

وتبين أن أربع عزلات من البكتيريا *Bacillus spp.* – من بين ١٥ عذلة – حُصل عليها من تربة مثبطة لنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* – كانت مثبطة لفقس بيض النيماتودا، وأكثر قدرة عن غيرها في استعمار جذور الطماطم، وفي تحفيز أو زيادة النمو النباتي، وتقليل تتألل الجذور وتكاثر النيماتودا، كما كانت تلك العزلات (B1، وB4، وB5، وB11) أكثر العزلات إنتاجاً لإندول حامض الخليك (Singh & Siddiqui ٢٠١٠).

كذلك أظهرت السلالة YMF3.25 من البكتيريا *Bacillus megaterium* كفاءة عالية في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *M. incognita*، وتبين أن تلك البكتيريا تُطلق مركبات متطايرة هي التي 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 ٠,٥ مللي مول، هذا بالإضافة إلى إنتاج البكتيريا لمركبات متطايرة أخرى كانت أقل تأثيراً (Huang وآخرون ٢٠١٠).

هذا.. وتفرز مختلف سلالات البكتيريا *Bacillus subtilis* المركب فنجيسين fengycin، وهو مادة ببتيدية دهنية حلقيه cyclic lipopeptide مضادة للميكروبات، تؤثر في تكوين الثقوب بالأغشية البلازمية، وفي تدفق ونفاذ محتويات الخلايا؛ مما يؤدي إلى موت الكائنات الدقيقة الحساسة له. وقد وجد أن مدى حساسية الكائنات الدقيقة للفنيسين الذي تفرزه السلالة CU12 من البكتيريا يتوقف على المكونات الدهنية للأغشية البلازمية لتلك الكائنات (Wise وآخرون ٢٠١٤).

الزيدومانادز الفلورية

تلعب عديد من الزيدومانادز 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.

ويبين جدول (٨-٥) أهم الزيدومونادز Pseudomonads الفلورية المستخدمة فى مكافحة أمراض الخضر.

جدول (٨-٥): أهم أنواع الجنس *Pseudomonas* المستخدمة فى مكافحة أمراض الخضر
(Anjaiah ٢٠٠٤).

النوع البكتيرى	المرض (والمسبب المرضى)	الحصول	آلية المكافحة
<i>P. putida</i>	الذبول الطرى (<i>Pythium ultimum</i>)	البسلة	المنافسة
	الذبول الفيوزارى (<i>F. oxysporum</i>)	الفجل	تكوين الـ siderophores
		الخيار	تكوين الـ siderophores
<i>Pseudomonas spp.</i>	عفن الجذور الفيوزارى (<i>F. solani</i>)	الخيار	المنافسة
	الذبول الفيوزارى (<i>F. oxysporum</i>)	الخيار	المنافسة
	الذبول الطرى (<i>P. aphanidermatum</i>)	الخيار	المنافسة
<i>P. aeruginosa</i>	الذبول الطرى (<i>Pythium sp.</i>)	الطماطم	تكوين الـ siderophores
<i>P. fluorescens</i>	الذبول الطرى (<i>P. ultimum</i>)	الخيار	تضادية حيوية
		الفراولة	تضادية حيوية
	العفن الطرى <i>Erwinia carotovora</i>	البطاطس	تضادية حيوية
	اللفحة الهالية <i>P. syringae</i>	الفاصوليا	مقاومة مستحثة
	الذبول الفيوزارى	الفجل	مقاومة مستحثة
		الطماطم	مقاومة مستحثة
	عفن الجذر والتاج <i>F. o. f.sp. radices-lycopersici</i>	الطماطم	مقاومة مستحثة
<i>P. chlororaphis</i>	القلب الأحمر <i>P. fragariae</i>	الفراولة	تضادية حيوية
<i>P. aeruginosa</i>	الذبول الطرى <i>P. splendens</i>	الفاصوليا	تضادية حيوية
	الذبول الفيوزارى	الطماطم	تضادية حيوية
	بوتريتس الأوراق <i>B. cinerea</i>	الفاصوليا	تضادية حيوية

ويتناول المرجع (Anjaiah ٢٠٠٤) هذا الموضوع بالتفصيل.

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 *Uromyces appendiculatus* إلى حث مقاومة جوهرية ضد الفطر *P. putida* البكتيريا إلى حث مقاومة جوهرية ضد الفطر *P. putida* البكتيريا 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 (Abeyasinghe 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 في تثبيط فقس بيض النيماتودا واختراقها للجذور، وكذلك في تحفيز نمو بادرات البسلة. وقد تبين أن تلك السلالة (Pf1) كانت أكثر السلالات إنتاجاً للسيدروفورس وأكثرها إنتاجاً لإندول حامض الخليك (Siddiqui وآخرون ٢٠٠٩).

كما وجد أن المعاملة ببكتيريا المحيط الجذرى (السلالة: SE34 من *Bacillus pumilus*، والسلالتان: SE34r، و 89B6fr من *Pseudomonas fluorescens*) بإضافتها إلى البيئات اللاأرضية لإنتاج الشتلات يُسهم في تحفيز نمو الشتلات بصورة أفضل من معاملة البذور بها (Yan وآخرون ٢٠٠٣).

أنواع بكتيرية أخرى تستخدم في مكافحة الحيوية للأمراض

البكتيريا المتطفلة على مسببات المرضية

تتطفل بعض الأنواع البكتيرية على بعض مسببات الأمراض الفطرية التي تعيش في التربة، كما يتبين من جدول (٨-٦).

جدول (٨-٦): 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>	

أنواع الاستربتومييسيتات

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

- أمكن حماية البطاطس من الإصابة بالجرب الذي تسببه *Streptomyces scabies* بمعاملة التربة بأى من سلالتين من الـ *Streptomyces* مثبتتين لـ *S. scabies*، هما: السلالة PonSSII من *S. diastatochromogenens* والسلالة PonR من *S. scabies* (Liu وآخرون ١٩٩٥).

- أدت معاملة جذور الطماطم بالاستربتومييسيت *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 تقرح الساق، و *Verticillium albo-atrum* مسبب مرض ذبول فيرتسيليم (Abd-Allah ٢٠٠١).

• تعد *Streptomyces lydicus* بكتيريا تتواجد طبيعياً فى التربة، وتستعمل العزلة WYEC 108 منها فى مكافحة الفطريات.

تستعمر البكتيريا جذور النباتات وتنافس المسببات المرضية الجذرية على المكان والغذاء الذى تفرزه الجذور. كما أنها تستعمر – كذلك – النموات الخضرية عندما تستعمل رشاً على الأوراق. ويعتقد بأنها تعمل أيضاً بالتضادية الحيوية وتفرز مضادات للفطريات.

تفيد هذه البكتيريا عند استعمالها فى معاملة البذور أو سقياً للتربة فى مكافحة أمراض الجذور وسقوط البادرات التى تسببها الفطريات.

Fusarium

Rhizoctonia

Pythium

Phytophthora

Aphanomyces

Monosporascus

Armillaria

Sclerotinia

Geotrichum

verticillium

وعند استعمالها رشاً، فإن هذه البكتيريا تفيد فى مكافحة فطريات البياض الزغبي

والبياض الدقيقى وكذلك الفطريات :

Botrytis

Sclerotinia

Alternaria

ومن التحضيرات التجارية لهذه البكتيريا المنتج التجارى Actinovate AG (من Caldwell وآخرين ٢٠١٣).

البكتيريا المثبتة لآزوت الهواء الجوى

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

• يؤدى تلقيح جذور الطماطم بالبكتيريا المنشطة للنمو النباتى *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 (Hamada وآخرون ١٩٩٩).

• أفادت معاملة بذور الفاصوليا بأى من البكتيريا *Rhizobium leguminosarum* bv. *viceae* (السلالتان 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 جوهرية، سواء أكانت البذور مصابة طبيعياً بالبكتيريا الممرضة، أم تم عدواها بها (Huang وآخرون ٢٠٠٧).

الفطريات والخمائر المستعملة في مكافحة الأمراض

يُعرف عديد من الأنواع الفطرية التي تستخدم في مكافحة الأمراض النباتية، كما يُستعمل بعضها في مكافحة النيماتودا والحشرات؛ الأمر الذي ناقشه تحت هذين الموضوعين.

الميكوريزا

أهمية الميكوريزا

عرفت فائدة بعض فطريات الميكوريزا mycorrhizae التابعة للجنس *Trichoderma* في 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 mycorparasitism، والتضادية الحيوية antibiosis، وقدرتها التنافسية competition على مصادر الغذاء والحيز المكاني، إلا أن التقدمات الحديثة أظهرت - كذلك - أهمية الترايكودرما في حث تطوير كلاً من المقاومة الجهازية والموضعية.

وتظهر أهمية الميكوريزا في مكافحة أمراض الجذور من الأمثلة التالية (عن

Palti ١٩٨١، و White ١٩٨٧).

تأثير الميكوريزا	المسبب المرضي	الحصول
تقليل الإصابة كثيراً	<i>Cylindrocarpon destructans</i>	الفراولة
يقل التقزم وتقل الإصابة	<i>Fusarium oxysporum</i>	الطماطم
تقل أعداد النيماتودا	<i>Meloidogyne incognita</i>	
يقل التقزم وتقل الإصابة	<i>Fusarium oxysporum</i>	الخيار
تقل أعداد النيماتودا ويزداد النمو النباتي	<i>Meloidogyne incognita</i>	
تقل الإصابة	<i>Pyrenochaeta terrestris</i>	البصل
تقل الإصابة	<i>Meloidogyne hapla</i>	الجزر

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 في أجزاء الجذور التي تكون على صلة بفطر الميكوريزا.

ومن المعروف أن فطريات الميكوريزا تغير من فسيولوجيا النبات؛ فالجذور التي تتصل بها تكون أكثر (لجنة) 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 الذى يقلل من تجرثم الفطر *Thielaviopsis basicola*، كما يزداد تركيز السكريات المختزلة التى قد تثبط نمو الفطر *Pyrenochaeta terrestris*.

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

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

الوقاية من العديد من مسببات المرضية، كتلك التي تتبع الأجناس.

Phytophthora

Gauemannomyces

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 المعامل بها.

ولا تقتصر الحماية التي توفرها الميكوريزا على الأمراض التي تعيش مسباتها 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 الحيوية، وكانت قد أنتجت بطريقة دمج البروتوبلاست؛ بهدف الحصول على سلالة على درجة عالية من القدرة على المنافسة في المحيط الجذري rhizosphere، 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 مثبتة 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 الحيوية.

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).

وفيما يلي قائمة بمسببات الأمراض التي أمكن مكافحتها باستخدام الميكوريزا (عن Sharma وآخرين ٢٠٠٤):

المسببات المرضية	الحصول
<i>Rhizoctonia solani</i>	البطاطس
<i>Aphanomyces euteiches</i>	البسلة
<i>Sclerotium cepivorum</i>	البصل
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cepa</i>	
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	الطماطم
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>radicis-lycopersici</i>	
<i>Phytophthora nicotianae</i> f. sp. <i>parasitica</i>	
<i>Phytophthora parasitica</i>	
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>asparagi</i>	الأسبرجس
<i>Pyrenochaeta terrestris</i>	
<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>	الطماطم
<i>Pythium aphanidermatum</i>	
<i>Sclerotium rolfsii</i>	الفلفل الحار
<i>Rhizoctonia solani</i>	الطماطم

ويعطى المرجع (Sharma وآخرون ٢٠٠٤) تفاصيل استخدام الميكوريزا في مكافحة البيولوجية لأمراض الخضر.

أنواع الميكوريزا الهامة وتحضيراتها التجارية

يُعد الجنس *Trichoderma* من أهم أنواع الميكوريزا.

ومن أهم أنواع الترايكودورما *Trichoderma* المستخدمة في مكافحة الحبيوية،

ما يلي:

T. harzianum

T. virens (*Gliocladium virens*: سابقاً)

T. lignorum

T. atroviride

T. polysporum

وإلى جانب تأثيرها في مكافحة، فإن الترايكودورما تنشط النمو النباتي، وخاصة تحت ظروف الشد البيئي. تستعمر الترايكودورما جذور النباتات وتستحث استجابات دفاعية بالنباتات.

وهي لا تفيد - فقط - في مكافحة بعض أمراض الجذور والدرنات، مثل الـ *Pythium* والـ *Fusarium* والـ *Rhizoctonia*، وإنما تفيد - كذلك - في مكافحة بعض أمراض النموات الهوائية عند استعمالها رشاً على الأوراق.

ومن بين التحضيرات التجارية للترايكودورما، ما يلي:

BTO-TAM

Plant Shield

Root Shield

SoilGard

T-22

Tenet

(Caldwell وآخرون ٢٠١٣).

ويدخل *Trichoderma viride* في تركيب عديد من المستحضرات التجارية

المستخدمة في مكافحة أمراض الخضر، ومنها المنتجات: Antagon Combi، وAntagon TV، وTrichoguard، وNiprot، وBioderma، كما يدخل *T. viride* مع الفطر *Paceilomyces sp.* في تركيب المستحضر التجارى Tridhodex XP. وجميع هذه التحضيرات منتجات هندية (Sharma وآخرون ٢٠٠٤).

آليات فعل الميكوريزا

أدت معاملة بذور الفلفل قبل زراعتها بفطر الميكوريزا *Trichoderma harzianum* إلى حث تكوين مقاومة جهازية فى النبات وفرت له حماية جزئية من الإصابة بالفطر *Phytophthora capsici*، وكان ذلك مصاحباً - فى الوقت ذاته - بزيادة فى تركيز الفيتوألوكسين كابسيدول Capsidiol بلغت - بعد ستة أيام من العدوى بفطر الفيتوفثورا - سبعة أضعاف تركيزه فى النباتات غير المعاملة بالميكوريزا ومحقونة بالفيتوفثورا (Ahmed وآخرون ٢٠٠٠).

وتستحث الميكوريزا المقاومة الجهازية فى النباتات.. من خلال مسارات تتضمن حامض الجاسمونك والإثيلين. ولقد وجد أن السلالة T203 من *Trichoderma asperellum* تنظم تعبير الجينات الخاصة بمسارى حامض الجاسمونك والإثيلين أثناء حث المقاومة الجهازية المكتسبة فى نباتات الخيار. كذلك فإن نباتات الخيار التى حقنت بالميكوريزا ثم البكتيريا *Pseudomonas syringae pv. lachrymans* أظهرت تعبيراً أكبر للجينات التى تشفر لكل من الـ β -1,3-glucanase، والـ peroxidase مقارنة بالكنترول (Shoresh وآخرون ٢٠٠٥).

الفطر *Coniothyrium minitans*

يُفيد الفطر *Coniothyrium minitans* فى مكافحة الفطرين: *Sclerotinia sclerotiorum*، و *Sclerotinia minor*.

تُعد تحضيرات الفطر التجارية من جراثيمه الكونيدية؛ حيث تجفف وتخلط بالجلوكوز. وعند استعماله يخلط التحضير بالماء ويرش على سطح التربة.

يعمل الفطر *C. minitans* من خلال قتله الأجسام الحجرية للفطرين الممرضين.

ومن أهم تحضيراته التجارية (Caldwell) Contans WG (آخرون ٢٠١٣).

الخمائر

نجحت المعاملة ببعض أنواع الخمائر في 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: *F. sambucinum* (= *Gibberella pulicaris*)، و *F. solani* var. *corulem* - 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).

- أحدثت 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 (AbdEl-Hafiz ١٩٩٩).

استخدام الإنزيمات الشيتينية فى مكافحة الأمراض الفطرية

يُعبأ على مختلف المنتجات الميكروبية المستخدمة فى مكافحة الحيوية لشتى المسببات المرضية قصر فترة حيويتها ونتائجها غير الثابتة تحت ظروف الحقل. ومن أهم الآليات التى تعمل بها تلك الميكروبات فى مكافحة الفطريات التنافس على المكان والغذاء، وإنتاج مواد أيضاة مضادة للفطريات، وإفراز إنزيمات محللة مثل الـ *chitinases* والـ *glucanases*.

وقد اتجه الاهتمام نحو الـ chitinases البكتيرية التي تُحلل الجدر الخلوية الشيتينية للفطريات، والتي تعد من أهم التراكيب البنائية المستهدفة في مكافحة. وقد يُعد استخدام تحضيرات الإنزيمات المحللة الخالية من البكتيريا أكثر كفاءة في استراتيجيات مكافحة الفطريات، إلا أن ذلك الاتجاه ما زال في مراحله الأولى؛ بسبب تكلفته العالية، ويحتاج الأمر إلى البحث عن مصادر جيدة للشيتينيز البكتيري وطرق بيوتكنولوجية تفيده في تحسين خصائص تلك الإنزيمات (Neeraja وآخرون ٢٠١٠).

الحماية من السلالات القوية من الفيروسات بعدواها بسلالة ضعيفة

إن ظاهرة الـ cross protection تعنى المقاومة التي يُظهرها النبات المصاب بأحد الفيروسات للإصابة بسلالات أخرى من نفس الفيروس. وتحدث هذه الظاهرة مع كل الفيروسات التي يُعرف منها سلالات واضحة التميز عن بعضها البعض. ولقد أُطلق على تلك الظاهرة - إلى جانب الاسم cross protection - عدة أسماء أخرى، منها:

acquired immunity

antagonism

cross immunization

dominance

induced immunity

interference

premuny

prophylactic inoculation

protective inoculation

المكافحة البيولوجية للنيماتودا

المكافحة بالبكتيريا والفطريات

تُستخدم البكتيريا المضادة للنيماتودا والفطريات المتطفلة عليها بنجاح في مقاومة النيماتودا، ومن أكثر البكتيريا استخداماً في مكافحة البيولوجية للنيماتودا البكتيريا *Pasteuria penetrans*.

ومن أهم الفطريات التي تصطاد النيماتودا أو تتغذى عليها أنواع من كل من الأجناس: *Arthobotrys*، و *Monocarosporium*، و *Nematophthora*، و *Hirsutello*، و *Verticillium*، و *Paecilomyces*.

ولقد وجد أن المعاملة بخليط من *P. penetrans* مع أى من الفطرين *Paecilomyces lilacinus*، أو *Verticillium chlamydosporium* تُعطي مكافحة أفضل لنيماتودا تعقد الجذور (Saxena ٢٠٠٤).

كذلك يفيد الفطر *Pochonia chlamydosporia* في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور؛ فهو فطر *nematophagus*. ويستمر تواجد الفطر في التربة بكثافة عالية لمدة لا تقل عن خمسة شهور بعد المعاملة (Atkins وآخرون ٢٠٠٣).

كما استخدمت الميكوريزا في مكافحة الأنواع النيماتودية التالية:

١- *Meloidogyne hapla* في الجزر والطماطم.

٢- *M. incognita* في الطماطم والباذنجان.

٣- *M. javanica* في الطماطم.

٤- *Pratylenchus penetrans* في الخيار.

٥- *Rotylenchus reniformis* في الطماطم.

ويُعد Saxena (٢٠٠٤) من المراجع الشاملة في موضوع مكافحة البيولوجية للنيماتودا

في محاصيل الخضر.

المكافحة بالتحميل على نباتات تمنع تكاثر النيमतودا

أظهرت بعض النباتات، مثل: *Tagets spp.*، و *Crotalaria spectabilis*، و *Ricinus communis* قدرة على منع تكاثر نيमतودا تعقد الجذور عند زراعتها مع المحاصيل القابلة للإصابة؛ وبذلك.. فهي تعد من وسائل المقاومة البيولوجية للنيमतودا. ولقد أفاد تحميل *T. erecta*، و *T. minuta* على الطماطم في مكافحة نيमतودا تعقد الجذور فيها. وفي دراسته على الفاصوليا كانت زراعة *T. erecta* مع الفاصوليا الأكثر قبولاً من الناحية الاقتصادية في مكافحة نيमतودا تعقد الجذور، مقارنة بكل من طريقتي تسميس التربة والمعاملة بالمبيد النيماتودي Furadan 5G (Ijani وآخرون ٢٠٠٠).

استعمال مستخلصات الكمبوست رشاً على النموات الخضرية وسقياً للتربة

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، ويلى ذلك ترشيح المستخلص المائي للكمبوست. وتتأثر كفاءة استعمال الكمبوست لهذا الغرض حسب الكمبوست ذاته، والمحصول، والأمراض المستهدفة بالمكافحة. هذا مع العلم بأن تلك المستخلصات تحتوى 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 في النباتات التي تعامل بها (Hoitink وآخرون ١٩٩٧).

يستعمل مستخلص الكمبوست رشاً في 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، وتُسرّع من تحلل ما فيها من مادة عضوية.

ويكون نقع الكمبوست في ماء غير مكثور بنسبة ١ : ٤ على التوالي، مع دفع تيار من الهواء في المعلق لكي تستمر الظروف هوائية، بما يسمح باستمرار نمو وتكاثر البكتيريا المفيدة والفطريات والبروتوزوا. وتستمر تهوية المنقوع لمدة ١٢-٤٨ ساعة حسب نوع الكائنات الدقيقة التي 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 في 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 ما زال بحالة نشطة.

ومن أمثلة حالات استخدام مستخلص الكمبوست في مقاومة الأمراض، ما يلي:

• وجد أن المستخلص المائي لمخلوط السماد العضوي + القش المتخميرين يحتوى على أعداد كبيرة ومتنوعة من الأكتينومييسيتات، والبكتيريا، والفطريات، والخمائر، وكان 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 السبلة مع القش إلى خفض شدة الإصابة بالفطر *Botrytis cinerea*. وبفحص هذا المستخلص تبين احتوائه على أعداد كبيرة وأنواع عديدة من كل من الأكتينومييسيتات (٣،٠-٤،٢×١٠ لكل مل)،

والبكتيريا (١,٥-٥,٦ × ١٠^{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 (Tsror ١٩٩٩).

• أظهرت مستخلصات ١٠ أنواع من الكمبوست - استخدم في إنتاجها مخلفات نباتية أو حيوانية كمرت لمدة ١٤ يوماً - قدرة عالية على مكافحة الحيوية لثلاثة من المسببات الفطرية للطماطم، هي: *Alternaria alternata*، و *Botrytis cinerea*، و *Pyrenochaeta lycopersici*. ولقد فقدت تلك المستخلصات قدرتها على مكافحة الحيوية لدى تعقيمها؛ بما يفيد تواجد كائنات دقيقة ذات تأثير مضاد للمسببات المرضية بنوع من التضادية الحيوية، وأن تلك الكائنات الدقيقة تُقتل عند التعقيم (Pane وآخرون ٢٠١٢).

• استُخدم المستخلص المائي للكمبوست في مكافحة الحيوية للفطرين *Fusarium solani*، و *Phoma pinodella* في البسلة، حيث أدى إلى خفض الإصابة بهما بنسبة ٩٣٪ إلى ١٠٠٪ عندما كانت الزراعة في أكياس بالبيوت المحمية، وبنسبة أقل من ٥٠٪ عندما كانت الزراعة حقلية في تربة طينية ثقيلة. وعندما رُشَّح المستخلص لاستبعاد الكائنات الدقيقة منه فإنه لم يمنع الإصابة بالفطر *F. solani*؛ بل على العكس.. أدى ذلك إلى زيادة مساحة البقع المرضية بالجذور (Curlango-Rivera وآخرون ٢٠١٣).

المكافحة الحيوية للحشرات والأكاروسات

يكون الغرض من المكافحة الحيوية (أو البيولوجية) Biological Control هو التخلص من الآفة في كل من بيئة الزراعة والنبات المصاب معاً. ومن أهم مميزات ما يلي:

- ١- لا تؤدي إلى قتل الأعداء الطبيعية للآفات كما يحدث عند استعمال المبيدات.
 - ٢- لا تترك أثراً ضاراً بالإنسان على الأجزاء النباتية المستعملة في الغذاء.
 - ٣- لا تؤدي إلى تلوث البيئة كما يحدث عند استعمال المبيدات في المكافحة.
- لكن يعيب المكافحة الحيوية أنها لا يمكن أن تؤدي إلى التخلص نهائياً من الآفة المراد مكافحتها؛ نظراً لأنه يوجد دائماً توازن بين الآفة والطفيل الذي يتطفل عليها، والذي يستخدم في مكافحتها.

أنواع الكائنات الحية المستخدمة في المكافحة الحيوية للحشرات والأكاروسات

يستخدم في المكافحة الحيوية للحشرات والأكاروسات والنيماطودا نوعيات مختلفة من الكائنات تصنف كما يلي:

- ١- المفترسات predators: مثل حشرة أبو العيد والعناكب، وهي تفترس الحشرات التي تتغذى عليها بالكامل، وتكون قليلة التخصص غالباً.
- ٢- المتطفلات parasitoids: مثل الزنابير والذباب، وهي تضع بيضها على الحشرات التي تتطفل عليها، أو فيها، وعندما يفقس البيض فإن اليرقات تتغذى على الضحية حتى تقتلها، وتكون المتطفلات أكثر تخصصاً.
- ٣- الممرضات الحشرية entomopathogens: وهي كائنات دقيقة تهاجم الحشرات ومنها بكتيريا، وفطريات، وفيروسات، ونيماطودا.

تعرف عملية الإكثار التجاري للمفترسات والمتطفلات والممرضات الحشرية باسم

augmentation، ولقد أصبح من المؤلف طلب تلك الأعداء الطبيعية بالبريد فى عديد من الدول.

كما يدخل ضمن مكافحة البيولوجية وسائل لا تتضمن كائنات حية، وإن كانت تعتمد على خصائص بيولوجية، وتعرف باسم parabiological control agents، وتتضمن ما يلى:

١- إطلاق حشرات معقمة.

٢- استخدام مصادد الفيرومونات pheromones.

٣- المعاملة بمنظمات النمو الحشرية (Hagler ٢٠٠٠).

وقد تناول Hagler (٢٠٠٠) موضوع مكافحة البيولوجية للحشرات بشئ من التفضيل.

متطلبات نجاح مكافحة الحيوية للحشرات

إن من أهم الأمور التى يتعين أخذها فى الحسبان عند تطبيق مبدأ مكافحة البيولوجية ما يلى:

أولاً: بالنسبة لاستعمال المفترسات والمتطفلات الحشرية والحيوانية

١- يستلزم اتباع هذه الطريقة - غالباً - وقتاً أطول عما تستلزمه مكافحة الكيمائية.

٢- لا توجد مكافحة بيولوجية تعطى ١٠٠٪ كفاءة فى مكافحة أى آفة.

٣- نظراً لأن كثيراً من الكائنات المستعملة فى مكافحة الحيوية تعمل ببطء؛ لذا.. يتعين استعمالها عندما تكون أعداد الآفة منخفضة.

٤- تعمل معظم المفترسات والمتطفلات فى حرارة ١٨-٢٩ م° ورطوبة نسبية ٦٠٪ - ٩٠٪.

٥- تموت كائنات مكافحة الحيوية إذا تعرضت نباتات الصوبة لفترات يتوقف فيها النمو؛ سواء أكان ذلك بسبب سيادة حرارة شديدة الارتفاع، أم شديدة الانخفاض.

- ٦- إذا كان مستوى الآفة عال جداً عند بدء استعمال كائنات المكافحة الحيوية فإنها غالباً لن تعطى مكافحة جيدة.
- ٧- تتباين كفاءة الكائن الواحد المستعمل في المكافحة من محصول لآخر؛ فمثلاً.. تقل كفاءتها على المحاصيل ذات الأوراق الوربية مثل الطماطم.
- ٨- تموت الكائنات المستعملة في المكافحة الحيوية جوعاً إذا ما تم التخلص تماماً من الآفة.
- ٩- تفرز بعض النباتات مواد سامة لكائنات المكافحة الحيوية (Integrated Pest Management for Greenhouse Crops - أترا - Attra - الإنترنت - ٢٠٠٧).

ثانياً: بالنسبة لاستعمال الكائنات الدقيقة الممرضة

- من الأمور التي تجب مراعاتها عند استعمال الكائنات الدقيقة المستخدمة في المكافحة الحيوية مراعاة ما يلي:
- ١- إدخال تلك الكائنات في الوقت المناسب، وكلما بكرنا في إدخالها كلما انخفضت الأعداد التي نحتاجها، وكلما زادت كفاءتها، ويمكن حتى إدخال بعض من الكائنات المستخدمة في المكافحة الحيوية كإجراء مانع للإصابة.
- ٢- يُعطى اهتمام خاص لجودة المنتج المستخدم وأن يكون من مصادر موثوق بها.
- ٣- يُهتم كذلك بحرارة تخزين المنتج وآخر تاريخ للاستعمال.
- ٤- التعرف على بيولوجى الكائن المستعمل في المكافحة.
- ٥- توفير الظروف التي تحفز وصول الأعداء الطبيعية للحقل وتكاثرها بتوفير النباتات الجاذبة لها.
- ٦- التأكد من أن عمليات الخدمة الزراعية مثل الحصاد والتقليم وإزالة الأوراق القديمة لا تؤدي إلى خفض أعداد الكائنات المستعملة في المكافحة الحيوية.
- ٧- التأكد من عدم تعارض استعمال بدائل المبيدات مع الكائنات المستخدمة في المكافحة الحيوية (Koppert Biological Systems - الإنترنت - ٢٠٠٧).

المكافحة الحيوية بالاعتماد على الحشرات والأكاروسات

يبين جدول (٧-٨) أهم أنواع المفترسات والمتطفلات المتوفرة تجارياً، والتي تستخدم في مكافحة الحشرات والأكاروسات.

جدول (٧-٨): بعض المفترسات والمتطفلات المتوفرة تجارياً لمكافحة الحشرات والأكاروسات (Ohio State University Extension ٢٠٠٥).

الاسم العادي	الاسم العلمي	الآفات التي يهاجمها
متطفل على الذبابة البيضاء	<i>Encarsia formosa</i>	الذبابة البيضاء
متطفل على الذبابة البيضاء	<i>Eretmocerus eremicus</i>	الذبابة البيضاء
	<i>Eretmocerus mundus</i>	
متطفل على صانعات الأنفاق	<i>Diglyphus</i> spp., <i>Dacnusa</i> spp.	صانعات الأنفاق
قاتل للخنفساء المغبرة	<i>Cryptolaemus montrouzieri</i>	بق الحمضيات الدقيقي
متطفل على الخنفساء المغبرة	<i>Leptomastix dactylopii</i>	بق الحمضيات الدقيقي
ذبابة متطفلة على المنّ	<i>Aphidoletes aphidimyza</i>	المنّ
متطفل على المنّ	<i>Aphidius colemani</i>	منّ الخوخ الأخضر ومنّ القطن
متطفل على المنّ	<i>Aphidius ervi</i> , <i>Aphelinus abdominalis</i>	منّ البطاطس
مفترس حشري أرضي	<i>Atheta coriaria</i>	يرقات بعوضة الفطر وعدادى
نيماتودا متطفلة على بعوضة الفطر	<i>Steinernema feltiae</i> , plus others	تربس الأزهار الغربي
أكاروس متطفل على التربس	<i>Hypoaspis miles</i>	يرقات بعوضة الفطر
وبعوضة الفطر		يرقات بعوضة الفطر
مفترس العنكبوت الأحمر	<i>Phytoseiulus persimilis</i> , other phytoseiids	وعدادى التربس
	<i>Amblyseius californicus</i>	العنكبوت الأحمر
أسد المنّ	<i>Chrysoperia</i> sp.	المنّ والذبابة البيضاء والأكاروس
		وديدان حرشفية الأجنحة
قرصان الخنافس الدقيق	<i>Orius insidiosus</i>	التربس وغيره من الحشرات
مفترس التربس	<i>Neoseiulus cucumeris</i>	التربس
	<i>Amblyseius degenerans</i>	
	<i>Amblyseius cucumeris</i>	
متطفل الفراشات	<i>Trichogramma brassicae</i>	بيض الفراشات

ومن أنواع المفترسات – التي تتوفر في مصر، وتلعب دوراً هاماً في الحد من أعداد الحشرات التي تقع فريسة لها – ما يلي (عن حماد وعبد السلام ١٩٨٥).

الحشرة	أنواعها الهامة	الحشرات التي تفترسها
إبرة العجوز	<i>Labidura riparia</i> إبرة العجوز الكبيرة	كثير من يرقات وعذارى حشرات من رتبة
	<i>Labidura minor</i> إبرة العجوز الصغيرة	حرفية الأجنحة، وكذلك بعض أنواع المنّ
الرعاشات	<i>Henrianax ephippiger</i> الرعاش الكبير	تفترس حورياتها المائية الحشرات والديدان
	<i>Lschnura senegalesis</i> الرعاش الصغير	المائية، وتفترس الحشرات الكاملة عديداً من الحشرات الطائرة، كالبعوض، والهاموش
أسود المنّ	<i>Chrysopa vulgaris</i>	تفترس يرقاته أنواع المنّ، واليرقات الصغيرة من دودة ورق القطن، والحشرات القشرية، والتريس
أسود النمل	<i>Cueta variegata</i> <i>Palpares cephalotes</i>	تفترس يرقاتها أنواع النمل المختلفة
الخنافس المفترسة	خنافس الكالوسوما <i>Chalosoma chlorostictum</i>	تفترسان يرقات دودة ورق القطن وبيضها، ودودتى اللوز الشوكية والقرنفلية، والدودة القارضة، وأنواع المنّ
	<i>Paederus alfieri</i> الحشرة الرواغة	تتغذى يرقات هذه الحشرة وأطوارها الكاملة على المنّ.
	<i>Cacinella undecimpunctata</i>	الخنفساء أبو العيد ذات الإحدى عشرة نقطة
	<i>Coccinella septempunctata</i>	الخنفساء أبو العيد ذات النقط السبع والحشرات القشرية، والبق الدقيقى، والحلم
	خنفساء أبو العيد الأسود <i>Cydonia vicina isis</i>	
	خنفساء أبو العيد السمى <i>Cydonia vicina nilotica</i>	
	خنفساء الكريتوليمس <i>Chryptolaemus montrauzieri</i>	استوردت من فرنسا لمقاومة بق القصب الدقيقى وبق الهيسكس الدقيقى.
الزنابير المفترسة	الزنابير الزرقاء؛ مثل: <i>Stilbum splendidum</i>	تفترس الزنابير كثيراً من الحشرات بعد أن تخدرها

الحشرات التى تُفترسها	أنواعها الهامة	الحشرة
	زنابير الطين ذات الخصر النحيل؛ مثل:	
	زنبور الأموفيليا الكبير	
	<i>Ammophila tydei</i>	
	زنابير الطين البانية؛ مثل:	
	<i>Eumenes maxillosa</i>	
	<i>Polistes gallica</i> الزنبور الأصفر	

ويُستفاد فى مصر من المفترس الأكاروسى *Phytoseiulus macropilis* فى مكافحة العنكبوت الأحمر *Tetranychus urticae*، حيث يُطلق فى حقول الفراولة، كما أعطى المفترس نتائج جيدة فى حقول كل من الفاصوليا والخيار والكنتالوب.

المكافحة الحيوية بالاعتماد على الفطريات

على خلاف البكتيريا والفيروسات المستعملة فى مكافحة الحيوية للحشرات، فإن الفطريات المستعملة لهذا الغرض يمكن لجراثيمها الكونيدية الإنبات المباشر على السطح الخارجى لجسم الحشرة، وهى يمكن أن تصيب أى طور من الأطوار الحشرية، وقد تتخصص على طور أو أطوار معينة منها.

ويلزم عند المعاملة بالفطريات توفر رطوبة حرة ورطوبة نسبية عالية لى يمكن أن تنبت الجراثيم الكونيدية، وهى التى تعد حساسة للأشعة فوق البنفسجية التى تفقدها فاعليتها.

إن من أهم سلبيات ومشاكل استعمال الفطريات فى مكافحة الحيوية للحشرات، ما يلى:

- ١- بطء فاعليتها، حيث تتطلب - عادة - أكثر من ٧ أيام.
- ٢- ضعف تأثيرها على الطور البالغ (من الذبابة البيضاء)؛ حيث يحتاج الأمر إلى عدة رشات لمكافحة الأجيال المتداخلة (من الذبابة البيضاء).
- ٣- تعتمد فاعليتها على تواجد ظروف بيئية مناسبة.

٤- تفضيل الذبابة البيضاء للسطح السفلى للأوراق؛ مما يشكل صعوبة في توصيل الفطر إليها.

٥- التكلفة العالية.

٦- قصر فترة احتفاظها بحيويتها، وخاصة في حرارة الغرفة.

ومن أهم ما تجب مراعاته للتغلب على سلبيات ومشاكل الفطريات المستعملة في مكافحة الحيووية للحشرات، ما يلي:

١- يفضل دائماً استعمالها ضد طور الحوريات الأول، بهدف منع تكاثرها إلى مستويات يصعب التحكم فيها. هذا مع العلم بأن هذه الفطريات لا يمكن الاعتماد عليها في مكافحة الأعداد الكبيرة جداً من طور الحوريات الأول أو الحشرات البالغة. ومن ناحية أخرى فإن *B. bassiana*، و *P. fumosoroseus* متوافقتان مع مدى واسع من المبيدات الحشرية التي تستخدم في التخلص من الحشرات المهاجرة التي تكون سريعة التكاثر وتنقل إلى النباتات الإصابات الفيروسية.

٢- ضرورة الاستفادة من الظروف البيئية المناسبة متى توفرت.

٣- استعمال رشاشات قادرة على توصيل محلول الرش إلى السطح السفلى للأوراق.

٤- إبطاء سرعة الرش، مع زيادة الضغط وحجم سائل الرش لتحقيق أكبر تغطية ممكنة لكل الأسطح النباتية.

٥- تركيز الرش على خطوط النباتات إن لم تكن تغطيتها للمصاطب كاملة.

٦- تخزين التحضيرات التجارية تحت تبريد أو في حجرات مكيفة كلما أمكن

ذلك (Faria & Wraight ٢٠٠١).

ويعتبر الفطر *Beauveria bassiana* أكثر الفطريات استخداماً في مكافحة الحيووية.

يتواجد هذا الفطر في التربة في شتى أنحاء العالم، وتتفاوت الحشرات في قابليتها للإصابة بمختلف سلالاته. وقد عزلت عديد من السلالات من حشرات مصابة. وينتشر استعمال

سلالتين على نطاق واسع، هما: GHA، و ATCC74040. هذا وتفصل الجراثيم الكونيدية من مزارع الفطر لأجل استعمالها رشاً في التحضيرات التجارية.

يقتل الفطر *B. bassiana* الآفة بعد ملامسة جراثيم الفطر لها حيث تنبت وتخرق جسم الحشرة وينمو الفطر بداخلها، ويستغرق الأمر - عادة - نحو ٣-٥ أيام لحين موت الحشرة. وتشكل الأجسام الحشرية الميتة مصدراً للانتشار الثانوي للفطر.

ويناسب إنبات جراثيم الفطر الرطوبة النسبية العالية وتواجد الرطوبة الحرة والحرارة المعتدلة أو المائلة للبرودة (٢١-٢٧ م°)، ولكنها تتأثر سلبياً بالأشعة الشمسية.

ونظراً لقصر فترة بقاء الجراثيم الكونيدية حية؛ لذا.. يجب الحرص على ملامسة محلول الرش للحشرات المستهدفة، مع توصيل محلول الرش إلى كل الأسطح الورقية بما في ذلك السطح السفلى للأوراق. وتتأثر فاعلية المقاومة بالفطر إيجابياً باستعمال تركيزات عالية من جراثيم الفطر مع الرش خلال المراحل المبكرة للنمو الحشري قبل ظهور أضرار كبيرة من جراء الإصابة الحشرية.

يفيد الفطر *B. bassiana* في مكافحة التريبس والذبابة البيضاء والمنّ وديدان حرشفية الأجنحة والسوس ونطاطات الأعشاب والخنافس المغبرة وخنفساء كلورادو.

ومما تجب مراعاته بشأن استخدام الفطر في المكافحة ما يلي:

- ١- لا تُجرى المعاملة إلا في وجود الحشرات المستهدفة، فلا يجرى رش وقائي.
- ٢- قد لا تكفي رشة واحدة، نظراً لسرعة فقد الفطر لحيويته بفعل الأشعة الشمسية وسهولة غسيله من على الأسطح النباتية بالمطر وماء الري بالرش.
- ٣- تزداد فاعلية الفطر على المراحل العمرية المبكرة للحشرات.
- ٤- عدم خلط الفطر مع مبيدات فطرية وعدم الرش بتلك المبيدات قبل مرور أربعة أيام على المعاملة بالفطر.
- ٥- محاولة زيادة الرطوبة النسبية قدر الإمكان لزيادة فاعلية الفطر.

ومن بين التحضيرات التجارية للفطر ما يلي :

١- Mycotrol O وهو يحتوى على سلالة الفطر GHA.

٢- Naturalis H & G وهو يحتوى على سلالة الفطر ATCC74040.

٣- Naturalis L وهو يحتوى على سلالة الفطر ATCC74040.

(عن Resource Guide for Organic Insect and Disease Manangement —

الإنترنت — ٢٠٠٦).

كذلك يوفر الفطران *Paecilomyces fumosoroseus*، و *Beauveria bassiana* مكافحة جيدة للذبابة البيضاء من خلال تأثيرهما على حوريات الحشرة وليس على الحشرة الكاملة، وذلك عند الرش بأى منهما كل ٤-٥ أيام فى الكنتالوب وكل ٧ أيام فى الكوسة (Wraight وآخرون ٢٠٠٠).

وقد أدت المعاملة بالفطر *P. fumosoroseus* (السلالة 97 Apopka) إلى مكافحة ذبابة البيوت المحمية البيضاء *Trialeurodes vaporariorum* بصورة جيدة (Van de Veire & Degheele ١٩٩٦، و Sterk وآخرون ١٩٩٦).

وأظهرت يرقات فراشة درنات البطاطس *Phthoriumaea operculella* قابلية شديدة للإصابة بكل من الفطر *Metarhizium anisopliae* والفيروس *granulosis virus*، علماً بأنهما يعطيان تأثيراً أشد فى مكافحة اليرقات إذا ما استعملا معاً بتركيز عالٍ من الفطر وبتركيز منخفض من الفيروس (Sewify وآخرون ٢٠٠٠).

كما أظهرت الدراسات أن كلاً من الفطرين *Beauveria bassiana*، و *Metarhizium anisopliae* يتطفلان على سوسة البطاطا *Cylas puncticollis*، ويؤديان إلى الحد من تغذيتها وخصوبتها، وضعف حيوية بيضها (Ondiaka وآخرون ٢٠٠٨).

المكافحة الحيوية بالاعتماد على البكتيريا

إن التقدم الهائل الذى حدث فى دراسات حث تطوير المقاومة الجهازية فى النباتات ضد الأمراض عن طريق المعاملة بالكائنات الدقيقة — وخاصة ببكتيريا المحيط الجذرى — لا

يزال في أولى خطواته بالنسبة لدراسات حث المقاومة الجهازية ضد الحشرات والأكاروسات بالاستعانة بالبكتيريا، إلا أن هذه النوعية من الدراسات قد تفتح آفاقاً واسعة جديدة في مجال مكافحة الحشرات.

فمثلاً.. أدت معاملة بيئة الزراعة في مشاتل الفلفل بمخلوط من نوعي البكتيريا *Bacillus subtilis*، و *Bacillus amyloliquefaciens* إلى جعل النباتات - بعد شتلها - أكثر قدرة على تحمل الإصابة بمنّ الخوخ الأخضر *Myzus persicae* (Herman وآخرون ٢٠٠٨).

هذا.. إلا أن الاهتمام الأكبر في مجال مكافحة الحشرات بالبكتيريا ينصب في الوقت الحاضر - ومن قبل منتصف القرن العشرين - على الاستعانة بالبكتيريا *Bacillus thuringensis*.

اكتشفت قدرة البكتيريا *Bacillus thuringensis* (اختصاراً: Bt) على قتل الحشرات في عام ١٩١١، ولكنها لم تتوفر تجارياً لهذا الغرض إلا في عام ١٩٥٠.

يتعين لكي تكون البكتيريا مؤثرة أن تتناولها الحشرة في غذائها، وعندما تصل إلى الخلايا المبطنة للأمعاء فإنها تتلفها؛ مما يفقد الحشرة الرغبة في التغذية، حيث تموت من الجوع في خلال يوم واحد إلى أيام قليلة، ولكنها - وحتى تموت - لا تُحدث أضراراً بالأنسجة النباتية.

ولأن الحشرة يجب أن تحصل على البكتيريا في غذائها، فإن الرش يجب أن يشمل كل الأسطح النباتية. وعلى الرغم من ذلك فإن بعض الديدان كالناخرات تصل إليها البكتيريا ضمن غذائها.

ليست لهذا البكتيريا تأثيرات سلبية على الأعداء الحشرية الطبيعية من المفترسات والمتطفلات، كما أنها لا تؤثر على الحشرات الملقحة مثل النحل.

إن أكثر سلالات البكتيريا شيوعاً في الاستعمال هي *kurstai*، وهي المتخصصة على يرقات حرشفية الأجنحة. كذلك تستعمل سلالات *Israelensis* في مكافحة البعوض

والذباب، وسلالات *San diego/tenebrionis* في مكافحة بعض أنواع الخنافس (Colorado State University – الإنترنت – ٢٠٠٦).

يتحد سُم البكتيريا Bt – في خلال دقائق من تناول الحشرة له في غذائها – مع مستقبلات خاصة في جدار معى الحشرة، وتتوقف بعدها الدودة عن التغذية، وفي خلال ساعات ينهار جدار معى الحشرة بما يسمح لجراثيم الـ Bt والبكتيريا التي تتواجد طبيعياً بالدخول في تجويف جسم الحشرة حيث يذوب سُم الـ Bt. وفي خلال يوم إلى يومين تموت اليرقة مع انتشار جراثيم الـ Bt وبكتيريا المعى في دمها.

تُنتج تلك البكتيريا تجارياً في تانكات تخمر، ومع توفر الظروف المناسبة – فإن كل خلية بكتيرية تُنتج جرثومة وبروتين باللورى سام يُعرفُ باسم endotoxin.

وتعمل منتجات الـ Bt جيداً على اليرقات الصغيرة عندما تكون نشطة في التغذية. أما الحشرات الماصة مثل المن والذبابة البيضاء فإنها لا تتأثر بالـ Bt. ويجب أن تتغذى اليرقة لبعض الوقت حتى تلتقط ما يكفي من الـ Bt لموتها. ولا تبقى الـ Bt على أوراق النبات سوى لأيام قليلة، ويحتاج الأمر إلى المعاملة بها ٢-٣ مرات خلال مدة ثمانية أيام لتحقيق أفضل مكافحة (عن Brust وآخرين ٢٠٠٣).

عند تناول الحشرة لهذا السُم فإنه ينشط في الوسط القاعدي بالمعنى وبالنشاط الإنزيمى فيها. ويحدد وجود مستقبلات معينة للسّم الحشرى ما إذا كانت البكتيريا ستكون مؤثرة أم غير مؤثرة، أى أن التخصص البكتيرى يتحدد بتلك المستقبلات التى يجب أن تكون متوافقة معه.

هذا.. وليس للبكتيريا التى تتكاثر فى جسم الدودة دوراً تالياً فى مكافحة أجيال أخرى من الحشرة (Brust وآخرون ٢٠٠٣، و Weinzierl وآخرون ٢٠٠٦).

ونظراً لضرورة تناول الحشرة للسُم فى غذائها لى يكون فعالاً، فإنه يتعين إجراء المعاملة فى الجزء النباتى الذى تتغذى عليه الحشرة وفى الوقت الذى تحدث فيه التغذية.

وكما هو الحال مع معظم المبيدات الحشرية، فإن اليرقات الصغيرة تكون أكثر تأثراً بالسّم البكتيري عن اليرقات المتقدمة في العمر؛ لذا يلزم توقيت المعاملة تبعاً لذلك؛ مما يعنى أهمية الاكتشاف المبكر للإصابة الحشرية.

وتجدر الإشارة إلى أن المادة الفعّالة قد لا تبقى فعّالة لأكثر من أيام قليلة بعد الرش بسبب تحللها بفعل الأشعة الشمسية. لذا.. فإنه يلزم - غالباً - تكرار المعاملة. كذلك يلزم احتواء محلول الرش على مواد لاصقة (لكي يلتصق السّم الحشرى بالأسطح النباتية)، وأخرى مثبتة للأشعة فوق البنفسجية (لأجل حماية السّم الحشرى من التحلل بفعل الضوء).

وكما هو الحال مع عديد من المبيدات الحشرية، فإن الحشرات يمكن أن تطور مقاومة ضد السّم البكتيري؛ الأمر الذي حدث بالفعل مع كل من خنفساء كلورادو والفراشة ذات الظهر الماسي. ولتجنب تكرار ذلك مع حشرات أخرى يجب عدم اللجوء إلى استعمال سُوم الـ Bt إلا عند الضرورة ومع وسائل المكافحة المتكاملة الأخرى. كذلك يفضل استخدام السّم في جيل واحد من الحشرة واللجوء إلى وسائل أخرى لمكافحة الجيل التالي له.

وتجدر الإشارة إلى أن الأنواع البكتيرية للجنس *Pseudomonas* المحولة وراثياً بجين البروتين البللورى لا يُسمح باستخدامها فى الزراعات العضوية.

إن أول ما أنتج من منتجات الـ Bts التجارية - والتي ما زال الكثير منها مستعملاً إلى اليوم - حُصل عليها من بعض الطرز لأنواع برية من البكتيريا، ومن أمثلة تلك المنتجات: DiPel، و Javalin، و XenTari. وقد أمكن التوصل إلى سلالات جديدة من البكتيريا عن طريق عملية الدمج البكتيري conjugation (أو transconjugation)، وهى عملية تحدث فى الطبيعة وتمائل عملية التهجين فى النباتات الراقية. وبمقتضاها فإن تحت نوعين اثنين أو أكثر تخلط معاً بطريقة تيسر انتخاب سلالات جديدة من خلايا بكتيرية ذات صفات مرغوب فيها تتجمع فيها صفات من الأبوين. وتلك الطريقة يُسمح بها لإنتاج منتجات للزراعة العضوية. ومن أمثلة المنتجات التى حُصل عليها بهذه الطريقة Condor، و Cutlass.

ويتطلب التوصل إلى بعض المنتجات المتحصل عليها من الطرز البرية اللجوء إلى أساليب الهندسة الوراثية، وهي منتجات لا يُسمح بها في الزراعة العضوية، ومن أمثلتها Match، وفيها يحول الطراز البكتيري البري ليصبح قادراً على تكوين سُم الـ Bt داخل كبسولة طبيعية تحميه من التحلل بفعل العوامل البيئية. وبمقتضى هذه الطريقة يتم تحويل أحد أنواع الجنس *Pseudomonas* لإنتاج سُم الـ Bt بأساليب الهندسة الوراثية. وبعد عملية التحويل الوراثي يتم قتل البكتيريا الـ *Pseudomonas* المحتوية على سُم الـ Bt - داخل كبسولة - باستعمال الأشعة فوق البنفسجية.

تحضر مزارع البكتيريا *B. thuringensis* تجارياً، وتُسوق في صورة مساحيق قابلة للبلل تحت أسماء عديدة؛ منها: الـ Dipel، والـ Bitroil، والـ Thuricide. وهي شديدة الفاعلية ضد بعض الديدان؛ مثل: الديدان القياسة، وديدان الكرنب cabbage warms، والدودة القارضة، ولا يبقى منها أى أثر ضار للإنسان، وتعتبر رخيصة نسبياً، بالمقارنة بالمبيدات الحشرية. ويرخّص باستعمالها في مكافحة يرقات رتبة حرشفية الأجنحة (Lepidopterous larvae) في أكثر من ٢٠ محصولاً من الخضّر، وقد أنتجت منها سلالات عالية الضراوة.

من بين الديدان التي نادراً ما تُكافح أو تنجح مكافحتها ببكتيريا الـ Bt حفار أشجار الخوخ (في الفواكه ذات النواة الحجرية)، ودودة كيزان الذرة، وحفار ساق الكوسة، والديدان القاطعة cutworms، إلا أن بكتيريا الـ Bt تستعمل في مكافحة حفار ساق الذرة الأوروبى، ولكن يتعين أن تجرى المعاملة بطريقة تسمح بتسرب المبيد من قمة النباتات.

يتخصص تحت النوع *Israelensis* على يرقات بعض حشرات رتبة *Diptera*، وخاصة يرقات البعوض، والذباب الأسود black flies والـ fungal gnats في مزارع عيش الغراب، ولكنها لا تكافح يرقات الذبابة المنزلية، أو ذبابة الاصطبلات، أو الذبابة السّروء التي تضع بيضها على اللحم.

يفيد إجراء المعاملة ببكتيريا الـ Bt متأخراً بعد الظهر أو في المساء في زيادة فاعلية مكافحة لأن البكتيريا تبقى على النموات الخضرية طوال الليل قبل أن تضعف فاعليتها

بالتعرض للأشعة الشمسية القوية أثناء النهار التالي. كذلك تُعطى المعاملة فى الأيام التى تسودها الغيوم – بدون أمطار – نتائج مماثلة.

ومما يفيد فى حماية جراثيم البكتيريا من الأشعة فوق البنفسجية اتباع طرق معينة فى إنتاجها يتم بواسطتها كبسلة جراثيم الـ Bt أو سمومها فى غلاف من جل النشا، أو يجعلها داخل خلايا ميتة لبكتيريا أخرى (Weinzierl وآخرون ٢٠٠٦).

تحتوى المنتجات المصرح باستعمالها فى الزراعات العضوية على مشتقات من المزارع البكتيرية تحتوى على البروتين الفعال (الـ endotoxin) وجراثيم بكتيرية ومواد لاصقة. (عن Resource Guide for Organic Insect and Disease Manangement – الإنترنت – ٢٠٠٧).

هذا.. ولا تؤثر منتجات الـ Bt على الأعداء الطبيعية للحشرات إلا بصورة غير مباشرة من خلال تقليلها لغذائها (الذى يتكون من الحشرة المستهدفة بالمكافحة) فى البيئة الطبيعية.

وتتوفر المنتجات التجارية التالية من البكتيريا *Bacillus thuringiensis*:

١- منتجات تحتوى على *Bt subsp. aizawai* لمكافحة يرقات حرشفية الأجنحة:

Agree WG

XenTari DF

XenTari WDG

٢- منتجات تحتوى على *Bt subsp. Kurstaki* لمكافحة يرقات حرشفية الأجنحة:

Deliver

Biobit 32

DiPel 2x

DiPel DF

Javelin WG

٣- منتجات تحتوى على *Bt* subsp. *Isralenis* لمكافحة يرقات الذباب والناموس:

Gnatrol WDG

VectoBac WDG

كما توجد منتجات تحتوى على *Bt* subsp. *Tenebrionis* لمكافحة الخنافس (Caldwell وآخرون ٢٠١٣).

المكافحة الحيوية بالاعتماد على الفيروسات

إن الفيروسات المستخدمة فى المكافحة الحيوية للحشرات تعد شديدة التخصص، وعادة يكون تخصصها على جنس حشرى واحد، وأحياناً على نوع حشرى واحد.

ومعظم تلك الفيروسات هى إما nuclear polythdrosis viruses ، وفيها يتجمع عديد من جزيئات الفيروس داخل غلاف بللورى بنواة خلايا الحشرة، وإما granulosis viruses ، وفيها يُحاط جزئى فيروسى واحد أو جزيئين بشبه كبسولة حبيبية بروتينية بنواة خلايا الحشرة.

لا بد أن تتناول الحشرات المستهدفة بالمكافحة الفيروس فى غذائها، حيث ينتهى به المطاف إما فى معى الحشرة، وإما فى أنسجة حشرية أخرى كما فى يرقات حرشفية الأجنحة. ينتهى الأمر بالحشرات المصابة إلى سيولة أعضائها الداخلية وموتها، وتصبح هى ذاتها مصدرًا لاستمرار تواجد الفيروس بالحقل (Weinzierl وآخرون ٢٠٠٦).

المكافحة الحيوية بالاعتماد على الـنيماتودا

يُكافح عديد من الحشرات والنيماتودا - بيولوجياً - بالنيماتودا المتطفلة entomopathogenic nematodes، ومن أمثلة الآفات التى تُكافح بها: سوس

الجدور، والخنفساء البرغوثية، وحفار جذور النعناع، وخنفساء كلورادو، واليرقانة البيضاء White grub، وديدان حرشفيات الأجنحة، ونيماتودا النبات مثل نيماتودا تعقد الجذور.

يمكن إكثار هذه النيماتودا المستخدمة في مكافحة البيولوجية إما على عوائلها الحشرية (*in vivo*)، وإما على بيئة صلبة أو سائلة (*in vitro*).

وأهم ما يميز هذه الطريقة للمكافحة عدم وجود أى تحفظات عليها، وعدم خضوعها لأى إجراءات لتسجيلها (Sharma وآخرون ٢٠١١).

تنتج تلك النيماتودا تجارياً فى تانكات تخمير سعة ٣٠-٨٠ ألف لتر وبكثافة تصل إلى ١٥٠ ألف يرقة من الطور المتطفل/مل؛ مما جعل استخدام تلك النيماتودا فى مكافحة فى وضع تنافسى مع استخدام المبيدات.

تُعد النيماتودا فى العائلتين Steinernematidae، و Heterorhabditae متطفلات إجبارية على الحشرات، ولها علاقة معيشة تعاونية مع البكتيريا *Xenorhabdus spp.* التى تلعب دوراً حاسماً فى حياة النيماتودا. والطور القادر على إصابة الحشرات هو الطور اليرقى الثالث الذى يعيش حرّاً ويتحرك ولا يتغذى، وهو الطور الوحيد من النيماتودا الذى يمكنه البقاء خارج عائله. وعندما يجد هذا الطور اليرقى عائلاً مناسباً فإنه يدخله من خلال أى من الفتحات الطبيعية مثل الفم والشرح والفتحات التنفسية.

وما إن تصبح النيماتودا داخل جسم الحشرة حتى تُهاجر إلى الـ hemocoel حيث يوجد دم الحشرة، وحيث تبدأ فى التطور. فى البداية تطلق النيماتودا البكتيريا التى سريماً ما تتكاثر وتؤدى إلى موت الحشرة فى خلال ٢٤-٤٨ ساعة، ويوفر تكاثر البكتيريا بيئة مثالية لنمو وتكاثر النيماتودا. تتغذى النيماتودا النامية على الخلايا البكتيرية وأنسجة الحشرة. وتمر النيماتودا بعدة أجيال داخل الحشرة الميتة إلى أن تنطلق يرقات الطور الثالث مرة أخرى فى البيئة. وتكمل النيماتودا حياتها - عادة - فى خلال ١٠-٢٠ يوماً على حرارة ١٨-٢٨ م (Martin ١٩٩٧).

تدخل النيماتودا المتطفلة على الحشرات فى داخل تلك الحشرات عن طريق فتحات التنفس، أو الفم، أو فتحة الشرج كما أسلفنا، ولكن بعض أنواعها يمكنها اختراق الأجزاء الرقيقة من كيوتكل الحشرة. ويلى دخولها جسم الحشرة إطلاق النيماتودا لبكتيريا معينة هى: *Xenorhabdus luminescens*. هذه البكتيريا لا تتواجد إلا مع الأنواع النيماتودية المستخدمة فى مكافحة الحيوية. وبنشاط تلك البكتيريا فإنها تفرز سُمًّا يقضى على الحشرة فى خلال أيام قليلة. وكما أسلفنا.. فإن البكتيريا تتكاثر داخل جسم الحشرة، وتتغذى النيماتودا على البكتيريا، وتكمل النيماتودا نموها وتتناسل وتتكاثر داخل الحشرات الميتة. وفى نهاية الأمر يصبح جسم الحشرة مملوءاً بالنيماتودا، التى تخرج منها باحثة عن أفراد حشرية أخرى لتعيش عليها. ولم يثبت وجود أى ضرر لهذه البكتيريا على النباتات ولا يمكنها إصابتها.

يتضح مما تقدم أن غذاء النيماتودا التى تستعمل فى مكافحة الحشرية هو البكتيريا، وأن تلك البكتيريا هى المتطفل الحقيقى للحشرة. وعلى الرغم من توفر أنواع نيماتودية تتخذ من بعض الحشرات - كالصرصير - غذاء طبيعياً لها، إلا أنها أقل شيوعاً لأن إكثارها يتطلب استعمال حشرات حية (University of Florida - الإنترنت - ٢٠٠٦).

هذا.. وتسمح وكالة حماية البيئة الأمريكية Environmental Protection Agency (اختصاراً: EPA) باستخدام النيماتودا المتطفلة على الحشرات - والتى تعيش تعاونياً مع البكتيريا - فى مكافحة دونما حاجة إلى إجراءات التسجيل؛ الأمر الذى يحدث كذلك فى عديد من الدول الأخرى.

يمكن المعاملة بالنيماتودا بجميع أنواع الرشاشات المستخدمة فى مكافحة بالمبيدات. كما يمكن أن تكون إضافتها من خلال شبكات الري بالتنقيط وبالرش، ولم يكن لضغط حتى ٢٠٦٨ كيلوباسكال تأثيرات ضارة على النيماتودا، ولكنها أضررت تحت ضغط ١٣٧٩٠ كيلوباسكال. هذا.. ويتراوح قطر النيماتودا بين ٢٠، و ٢٥ ميكرومتر، بما يسمح لها بالمرور بسهولة من فتحات الرشاشات الغربالية التى يصل قطرها إلى ٥٠ ميكرومتر.

ويتعين رى الحقل قبل المعاملة بالنيوماتودا وبعدها لتحقيق أكبر كفاءة ممكنة، فالماء الحر ضرورى لحركة النيوماتودا، ولنقلها إلى العمق الذى قد تتواجد فيه الحشرات. ويكفى — عادة — ٦ مم من ماء الرى قبل المعاملة بالنيوماتودا، و ٦-١٢,٥ مم بعدها مع استمرار ترطيب التربة لعدة أسابيع بعد المعاملة.

وتتأثر النيوماتودا سلبيًا بالتعرض — ولو لدقائق معدودة — للأشعة فوق البنفسجية ولحرارة تزيد عن ٣٣°م؛ الأمر الذى تجب الاحتياط له عند المعاملة (Martin ١٩٩٧).

ولقد أمكن مكافحة القواقع *Arion ater*، و *Deroceras reticulatum* فى زراعات الخس المحمية — جوهرياً — بمعاملة التربة — قبل الزراعة — بالنيوماتودا المتطفلة *Phasmarhabditis hermaphrodita* (Wilson وآخرون ١٩٩٥).

كما أمكن أيضاً مكافحة اليرقانة (البزاقة العريانة) slug (الاسم العلمى *D. reticulatum*) فى الكرنب الصينى حيويًا بمعاملة التربة بنفس النيوماتودا *P. hermaphrodita* (Wilson وآخرون ١٩٩٦)، ويكفى مجرد رش التربة بمعلق النيوماتودا حول النباتات (Hass وآخرون ١٩٩٩).

ولقد أعطت المعاملة بالنيوماتودا *X. nematophilus* نتائج مماثلة لمعاملة الرش باللانيت Lannate فيما يتعلق بمكافحة الخنفساء *Tropinota squalida* على القنبيط فى مصر (Abdel-Razek ٢٠١٠).

المنتجات التجارية للمكافحة الحيوية

تبعاً لـ Fravel (٢٠٠٥).. فإن مبيعات منتجات مكافحة الحيوية — على كثرة عددها — لا تمثل سوى حوالى ١٪ من إجمالى مبيعات المركبات الكيميائية الزراعية. ومن بين الكائنات الدقيقة المستخدمة فى مكافحة الحيوية، والتحضيرات التجارية لها، ما يلى (Gardner & Fravel ٢٠٠٢).

التحضيرات التجارية	الكائن الدقيق للمكافحة الحيوية
	● بكتيريا :
Galltrol	<i>Agobacterium radiobacter</i>
Nogall	
Companion	<i>Bacillus</i> spp.
HiStick N/T	
Kodiak	
Serenade	
YieldShield	
Deny	<i>Burkholderia cepacia</i>
Intercept	
BioJect Spot-Less	<i>Pseudomonas</i> spp.
Bio-save	
BlightBan	
Cedomon	<i>Streptomyces</i> spp.
	● فطريات :
AQ10	<i>Ampelomyces quisqualis</i>
Aspire	<i>Candida oleophila</i>
Contans WG/Intercept WG	<i>Coniothyrium minitans</i>
DiTera	<i>Myrothecium verrucaria</i> (مقتول)
Plantshield/Rootshield/ T-22 Planter box	<i>Trichoderma</i> spp.
Soilgard	<i>Gliocladoium</i> spp.
Primastop	

وتضم القائمة التالية تفاصيل عن أهم التحضيرات التجارية المستخدمة في مكافحة الأمراض النباتية الفطرية، وطرق المعاملة بها (عن Navi & Bandyopadhyay ٢٠٠٢، و Gardner & Fravel ٢٠٠٢):

١- المنتج التجارى AQ10:

يحتوى على العزلة M-10 من الفطر *Ampelomyces quisqualis*. يستخدم فى مكافحة البياض الدقيقى فى الطماطم والفراولة والقرعيات. يتوفر فى صورة حبيبات تنتشر فى الماء. يستخدم رشاً.

إنتاج Ecogen, Inc. فى ولاية بنسلفانيا الأمريكية.

٢- Bio-Fungus (سابقاً: Anti-Fungus):

يحتوى على *Trichoderma spp.*

يُستخدم فى مكافحة أمراض الخضر والفراولة التى تسببها الفطريات:

Sclerotinia *Phytophthora*

Rhizoctonia solani *Pythium*

Fusarium *Verticillium*

يتوفر فى صورة حبيبات، ومسحوق قابل للبلل.

يُعامل به بعد تبخير التربة، وذلك بخلطه بالتربة، أو رشاً أو حقناً.

إنتاج De Ceuster, Meststoffen, N. V. فى بلجيكا.

٣- Binab T:

يحتوى على العزلة ATCC20476 من *Trichoderma harzianum*، والعزلة

ATCC20475 من *Trichoderma polysporum*

يُستخدم في مكافحة أمراض الخضر الفطرية التي تُسبب الذبول، وأعفان الجذور. يتوفر في صورة مسحوق قابل للبلل وأقراص.

إنتاج Bio-Innovation AB في السويد.

٤- Biofox C :

يحتوى على عزلة غير ممرضة من الفطر *Fusarium oxysporum*.

يُستخدم في مكافحة أمراض الطماطم التي تُسببها فطريات *F. oxysporum*، و *F. moniliforme* إنتاج S.I.A.P.A. في إيطاليا.

٥- Contans :

يحتوى على الفطر *Coniothyrium minitans*.

يُستخدم في مكافحة أمراض الخضر (مثل الخس والفاصوليا والطماطم) التي يسببها الفطرين: *Sclerotinia minor*، و *Sclerotinia sclerotiorum*.

يتوفر في صورة حبيبات تنتشر في الماء.

يُستخدم رشاً.

إنتاج Prophyta Biologischer Pflanzenschutz GmbH في ألمانيا.

٦- Fusaclean :

يحتوى على عزلة غير ممرضة من الفطر *Fusarium oxysporum*.

يُستخدم في مكافحة أمراض الطماطم والأسبرجس التي يسببها الفطر *Fusarium oxysporum*.

يتوفر في صورة جراثيم وحبيبات دقيقة.

يُخلط بمخاليط الزراعة وتُعامل به خطوط الزراعة.

إنتاج Natural Plant Protection في فرنسا.

:Koni -٧

يحتوى على الفطر *Coniothyrium minitans*.

يُستخدم فى مكافحة أمراض الخيار والخس والفلفل والطماطم فى الزراعات المحمية التى يسببها الفطرين *Sclerotinia sclerotiorum*، و *S. minor*.

يتوفر فى صورة حبيبات.

تُخلط الحبيبات بالتربة أو بمخاليط الزراعة.

إنتاج BIOVED بالمجر.

-٨ Paecil (يعرف كذلك باسم Bioact):

يحتوى على الفطر *Paecilomyces lilacinus*.

يُستعمل فى مكافحة مختلف أنواع النيما تودا التى تُصيب الطماطم والبطاطس.

يتوفر فى صورة مركز من الجراثيم الجافة.

تُسقى البادرات أو التربة بمعلق المستحضر.

إنتاج Technological Innovation فى النمسا

-٩ Polyversum (سابقاً: Polygandron).

يحتوى على الفطر *Pythium oligandrum*.

يُستخدم فى مكافحة أمراض الطماطم والبطاطس والفلفل والخيار والصلبيبات والفراولة والبقوليات وغيرها من الخضر التى تسببها فطريات:

Pythium spp.*Fusarium* spp.*Botrytis* spp.*Phytophthora* spp.*Aphanomyces* spp.*Alternaria* spp.

*Tilletia caries**Rhizoctonia solani**Sclerotium cepivorum*

يتوفر في صورة مسحوق قابل للبلل.

يُستخدم رشًا وسقيًا للجذر والساق.

إنتاج Bioperparaty Ltd في جمهورية التشيك.

:Primastop - ١٠

يحتوى على الفطر *Gliocladium catenulatum*.

يُستخدم في مكافحة خضر البيوت المحمية التي تُسببها فطريات:

Pythium spp.*Rhizoctonia solani**Botrytis* spp.*Didymella* spp.

يتوفر في صورة مسحوق قابل للبلل

يُستخدم سقيًا وخلطًا بالتربة.

إنتاج Kemira Agro Oy في فنلندا

:Protus WG - ١١

يحتوى على العزلة V117b من الفطر *Talaromyces flavus*:

يُستخدم في مكافحة أمراض الطماطم والخيار والفراولة التي تسببها فطريات:

*Verticillium dahliae**Verticillium albo-atrum**Rhizoctonia solani*

يتوفر كمسحوق ينتشر في الماء يحتوى على جراثيم أسكية للفطر.

يُستخدم في معاملة التربة أو البذور، وسقياً للتربة، وفي غمس الجذور.
إنتاج GmbH في ألمانيا.

:Root Pro – ١٢

يحتوى على الفطر *Trichoderma harzianum*.

يُستخدم في مكافحة أمراض الخضر التي تسببها الفطريات:

Rhizoctonia solani

Pythium spp.

Fusarium spp.

Sclerotium rolfsii

يتوفر في صورة جراثيم للفطر مخلوطة مع البيت ومادة عضوية.

يُخلط التحضير التجارى مع بيئة الزراعة وقت زراعة البذور أو الشتل.

إنتاج Mycontrol Ltd في إسرائيل:

١٣ – RootShield T22G (ويعرف كذلك باسم T-22 Planter Box، و Bio

:Trek)

يحتوى على السلالة T-22 من الفطر *Trichoderma harzianam*.

يُستخدم في مكافحة أمراض الشتلات وأمراض الطماطم والخيار والفاصوليا

والكرنب والبطاطس التي تسببها الفطريات:

Pythium spp.

Rhizoctonia solani

Fusarium spp.

Sclerotinia spp.

يتوفر في صورة حبيبات، ومساحيق جافة أو قابلة للبلل.

تُضاف الحبيبات في خطوط الزراعة آلياً، أو تخلط مع التربة ومخاليط الزراعة،

أو تضاف نثراً.

إنتاج Bioworks, Inc. في نيويورك.

:Trieco - ١٤

يحتوى على الفطر *Trichoderma viride*.

يُستخدم فى مكافحة أمراض الخضر التى تسببها فطريات:

Rhizoctonia spp.

Pythium spp.

Fusarium spp.

وبخاصة أمراض أعفان الجذور وأعفان البادرات وعفن الرقبة وسقوط البادرات والذبول الفيوزارى.

يتوفر فى صورة مسحوق.

يُستخدم فى المعاملة الجافة أو المبتلة للبذور والدرنات والبصيلات، أو يضاف سقيًا للتربة، أو نثرًا على سطح التربة.

إنتاج Ecosense Labs فى الهند.

:Trichodex - ١٥

يحتوى على الفطر *Trichoderma harzianum*.

يُستخدم فى مكافحة أمراض الخيار والطماطم والفراولة التى تُسببها فطريات:

Botrytis cinerea

Fulvia fulva

Colletotrichum spp.

Pseudoperonospora cubensis

Rhizopus stolonifer

Sclerotinia sclerotiorum

يتوفر في صورة مسحوق قابل للبلل.

يُستخدم رشاً.

إنتاج Makhteshim Chemical Works, Ltd في نيويورك.

١٦- Trichopel (يعرف كذلك بالإسمين: Trichoseal، و Trichobject):

يحتوى على الفطرين *Trichoderma harzianum*، و *T. viride*.

يُستخدم في مكافحة الفطريات:

Fusarium *Phytophthora*

Pythium *Rhizoctonia*

إنتاج Agrimm Technologies, Ltd في نيوزيلندا .

١٧- Trichoderma 2000:

يُستخدم في مكافحة أمراض المشاتل التي تُسببها الفطريات:

Rhizoctonia solani *Pythium* spp.

Sclerotium rolfsii *Pythium* spp.

Fusarium spp.

يخلط مع مخاليط الزراعة أو مع التربة.

إنتاج Mycontrol, Ltd في إسرائيل.

١٨- المنتج التجارى Actinovate:

يحتوى على الفطر *Streptomyces lydicus*.

يستخدم في مكافحة أمراض التربة في المشاتل والبيوت المحمية.

يتوفر في صورة حبيبيات تنتشر في الماء.
يستخدم سقيًا للتربة.

إنتاج Natural Industries, Inc. في ولاية تكساس الأمريكية.

١٩- المنتج التجاري BlightBan A506:

يحتوى على السلالة A506 من البكتيريا *Pseudomonas fluorescens*.

يستخدم في الحماية من الصقيع وفي مكافحة *Erwinia amylovora* في البطاطس والطماطم والفراولة.

يتوفر في صورة مسحوق قابل للبلل.

يُستخدم رشًا وقت الإزهار والإثمار.

إنتاج NuFarm Inc. بالولايات المتحدة.

٢٠- المنتج التجاري Companion:

يحتوى على سلالات من *Bacillus subtilis* منها السلالة GB03، والبكتيريا *B.*

lischenformis، و *B. megaterium*.

يُستخدم في مكافحة فطريات: *Rhizoctonia*، و *Pythium*، و *Fusarium*، و

Phytophthora في المشاتل والبيوت المحمية.

يتوفر في صورة سائلة.

يُستخدم سقيًا للتربة وقت زراعة البذور أو الشتل.

إنتاج Growth Products في ولاية نيويورك الأمريكية.

٢١- المنتج التجاري Deny:

يحتوى على البكتيريا *Burkholderia cepacia* type Wisconsin.

يُستخدم في مكافحة فطريات: *Rhizoctonia*، و *Pythium*، و *Fusarium*، والأمراض التي تسببها نيماتودا التقرح والنيماتودا الواخذه والنيماتودا الحلزونية والنيماتودا الرمحية في البقول والخضر.

يتوفر في صورة كتلة بيولوجية مجففة لبيئة زراعة أساسها البيت موس، وكذلك كمعلق مائي.

يُستخدم في معاملة البذور مع استخدام مادة لاصقة، ويستخدم المعلق المائي مع ماء الري بالتنقيط.

إنتاج Stine Microbial Products بولاية تَنسَى الأمريكية.

٢٢- المنتج التجاري Mycostop:

يحتوى على السلالة K61 من *Streptomyces griseoviridis*.

يُستخدم في مكافحة فطريات: *Fusarium spp.*، و *Alternaria brassicola*، و *Phomopsis spp.*، و *Pythium spp.*، و *Phytophthora spp.* التي تسبب أعفان البذور والجذور والسيقان، والذبول في محاصيل الخضر.

يتوفر في صورة مسحوق.

يستخدم سقيًا للتربة، ورشًا، ومع ماء الري بالتنقيط.

إنتاج Kemira Agro Oy بفنلندا.

٢٣- المنتج التجاري Serenade:

يحتوى على السلالة QST716 من البكتيريا *Bacillus subtilis*.

يُستخدم في مكافحة البياض الدقيقى، والبياض الزغبى، وتبقع أوراق سركسبورا، والندوة المبكرة، والندوة المتأخرة في الخضر.

يتوفر في صورة مسحوق قابل للبلل.

يُستخدم رشاً.

إنتاج AgraQuest, Inc. بولاية كاليفورنيا الأمريكية.

٢٤- المنتج التجاري SoilGard:

يحتوي على الترايكودرما *Gliocladium virens* (السلالة GL-21).

يُستخدم في مكافحة مسببات أمراض تساقط البادرات وأعفان الجذور - وخاصة تلك التي يُسببها *Rhizoctonia solani*، و *Pythium spp.* - في البيوت المحمية والمشاتل.

يتوفر على صورة حبيبية.

يُستخدم خلطاً بالتربة أو بينات الزراعة قبل الزراعة.

إنتاج Certis, inc. بولاية ميدلاند الأمريكية.

ونقدم في جدول (٨-٨) قائمة أخرى مفصلة - بها بعض التكرار - لأهم المنتجات التجارية المستخدمة في مكافحة الحيووية، وما تحتوي عليه من كائنات دقيقة، والمحاصيل التي تُستخدم معها، والأمراض والمسببات المرضية المستهدفة بالمكافحة. جدول (٨-٨): بعض المنتجات المستخدمة في مكافحة الحيووية (عن Vann ٢٠١٢).

الأمراض المستهدفة ومسبباتها	المحاصيل المستخدمة معها	كائنات مكافحة الحيووية	المنتج التجاري
Bacterial spot in pepper and tomatoes and bacterial speck in tomatoes	الطماطم والفلفل	Bacteriophages of <i>Xanthomonas spp.</i> and <i>Pseudomonas syringae</i> dv. <i>tomato</i>	Agriphage™
Ice-inducing bacteria and biological decay	ثمار الحلويات والحمضيات بعد الحصاد	<i>Pseudomonas syringae</i> strain ESC10	Bio-Save® 10LP
Fire blight (<i>Erwinia amylovora</i>)	التفاح والكمثرى	<i>Pantoea agglomerans</i> strain E325	Bloomtime Biological™

يتبع

تابع جدول (٨-٨).

الأمراض المستهدفة ومسبباتها	المحاصيل المستخدمة معها	كائنات مكافحة الحيوية	المنتج التجارى
Fire blight (<i>Erwinia amylovora</i>)	التفاح والكمثرى		Bloomtime Biological TM FD
Soilborne pathogens: <i>Pythium</i> spp. <i>Rhizoctonia</i> spp. <i>Phytophthora</i> spp. <i>Fusarium</i> spp. <i>Verticillium</i> spp., <i>Phymatotrichum omnivorum</i> and other root decay fungi. Foliar pathogens: <i>podosphaera</i> spp., <i>Botrytis</i> spp., <i>Sclerotinia</i> spp. <i>Monillinia</i> spp., <i>Alternaria</i> spp., <i>Peronospora</i> spp. and other foliar fungi.	الخضراوات وعديد من الفواكه ونباتات الزينة والنباتات الطبية والمحاصيل الجذرية	<i>Streptomyces lydicus</i> WYEC108	Actinovate [®] AG
Soilborne pathogens: <i>Pythium</i> spp. <i>Rhizoctonia</i> spp. <i>Phytophthora</i> spp. <i>Fusarium</i> spp. <i>Verticillium</i> spp., <i>Phymatotrichum omnivorum</i> and other root decay fungi. Foliar pathogens: <i>podosphaera</i> spp., <i>Botrytis</i> spp., <i>Sclerotinia</i> spp. <i>Monillinia</i> spp., <i>Alternaria</i> spp., <i>Peronospora</i> spp. and other foliar fungi.	نباتات البيوت المحمية والمشاتل والمسطحات الخضراء		Actinovate [®] SP
Rust, powdery mildew, <i>Cercospora</i> and brown spot	فول الصويا والحبوب والبطاطس	<i>Bacillus pumilus</i> QST 2808	Ballad [®] Plus Biofungicide
<i>Sclerotinia minor</i> , <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	التربة الزراعية	<i>Coniothyrium minitans</i> strain CON/M/91-08	Contans [®] WG
<i>Rhizoctonia</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Aspergillus</i> and others that attack the root systems of plants	الحبوب والقطن والفول السوداني والبقالة والفاصوليا	<i>Bacillus subtilis</i> GB03	Kodiak [®] Concentrate Biological

يتبع

تابع جدول (٨-٨).

الأمراض المستهدفة ومسبباتها	الحاصليل المستخدمة	كائنات مكافحة الحيوية	المنتج التجارى
<i>Fusarium, Pythium and Rhizoctonia</i>	جميع الخضراوات ونباتات الزينة والزراعات المائية ونباتات المشاتل والحلويات والفاكهة ذات النواة الحجرية والنقل	<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai strain KRL-AG2	Plant Shield® HC Biological Foliar and Root Fungicide
<i>Fusarium, Pythium and Rhizoctonia</i>	جميع الخضراوات ونباتات الزينة والزراعات المائية ونباتات المشاتل والحلويات والفاكهة ذات النواة الحجرية والنقل		RootShield® Granules
Bacterial spot, powdery mildew, rust, gray mold, leaf blight, scab and more	الخضر والفاكهة والزهور	<i>Bacillus subtilis</i> strain QST713	Serenade® Garden Disease Control Concentrate
Bacterial spot, powdery mildew, rust, gray mold, leaf blight, scab and more	الخضر والفاكهة ونباتات الزينة والأشجار والشجيرات		Serenade® Garden Disease Control Ready to Use
Fire blight, botrytis, sour rot, rust, <i>Sclerotinia</i> , powdery mildew, bacterial spot and white mold	الخضر والفاكهة والنقل		Serenade® MAX™
Fire blight, Botrytis sour rot, rust, <i>Sclerotinia</i> , powdery mildew, bacterial spot and white mold	الخضر والفاكهة والنقل		Serenade® Wettable Powder Biofungicide
Fungi and bacteria that cause scab, powdery mildew, sour rot, downy mildew and early leaf spot, early blight, late blight, bacterial spot and walnut blight diseases	الخضر والشيرى		Serenade® ASO

يتبع

تابع جدول: (٨-٨).

الأمراض المستهدفة ومسبباتها	الحاصلات المستخدمة معها	كائنات مكافحة الحيوية	المنتج التجارى
<i>Pythium, Rhizoctonia</i> and root rots	الزراعات المحمية ونباتات الزينة	<i>Trichoderma virens</i> (formerly <i>Gliocladium virens</i>)	SoilGard 12G
Fungal pests such as molds, mildews, blights and rusts	الزراعات المحمية والمشاتل والأشجار	<i>Bacillus pumilus</i> QST 2808	Sonata®
<i>Fusarium, Pythium</i> and <i>Rhizoctonia</i>	الحاصلات الحقلية ومحاصيل الخضر والمحاصيل الجذرية والبقولية	<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai strain KRL-AG2	T-22™ HC
<i>Fusarium, Pythium</i> and <i>Rhizoctonia</i>	الحاصلات الحقلية ومحاصيل الخضر والمحاصيل الجذرية والبقولية		T-22™ Planter Box
<i>Rhizoctonia, Fusarium</i>	البقوليات	<i>Bacillus pumilus</i> GB34	Yield Shield® Concentrate Biological Fungicide
Fungal and bacterial diseases: brown patch, anthracnose and dollar spot	الخضر ونباتات الزينة والزهور والمسطحات الخضراء	<i>Bacillus subtilis</i> QST 708	Rhapsody®

ولزيد من التفاصيل المتعلقة بالمنتجات التجارية المستخدمة فى مكافحة الحيوية ..

يراجع Ristaino & Thomas (١٩٩٧)، و Navi & Bandyopadhyay (٢٠٠٢)،

و Schisler وآخرين (٢٠٠٤).

الفصل التاسع

الطماطم

تُعد الطماطم أهم الخضر الباذنجانية، والتي تتضمن إلى جانب الطماطم كلاً من الفلفل والباذنجان (يعرف ثلاثتهم بالباذنجانيات الثمرية) والبطاطس وهي من المحاصيل الدرنية. تشترك الخضر الباذنجانية في كثير من الأمراض التي تصيبها، وطرق مكافحتها. ويبين جدول (٩-١) أهم المسببات المرضية التي تصيب تلك الخضر، والأهمية النسبية لمختلف وسائل مكافحة المتكاملة التي تتبع معها.

جدول (٩-١): أهم المسببات المرضية للخضر الباذنجانية، ومدى استجابتها لمختلف وسائل مكافحة المتكاملة (Louws وآخرون ٢٠١٠).

مدى كفاءة وسائل مكافحة المتكاملة ^(ب)					
الوسائط الأخرى ^(ج)	التطعيم والمقاومة	التبخير والتعقيم	الدورة الزراعية	مدى خطورته ^(أ)	المسبب المرضي
					<i>Verticillium dahliae</i>
١	٤	٣	١	٤	◦ السلالة ١
١	٢	٣	١	٤	◦ سلالات أخرى غير ١
١	٤	٣	١	٤	<i>Verticillium albo-atrum</i>
					<i>Fusarium oxysporium</i>
					f. sp. <i>lycopersici</i>
١	٤	٢	١	٤	◦ السلالات: 2، 1، 0 (سابقاً: 1، 2، 3)
١	٤	٢	١	٤	◦ السلالات: 2&3، 1 (سابقاً: 1، 2&3)
١	٤	٢	١	٢	<i>Fusarium oxysporum</i>
					f. sp. <i>radicis-lycopersici</i>
١	٣	٣	٢	١	<i>Fusarium oxysporum</i>
					f. sp. <i>redolans</i>
١	٤	٢	١	٢	<i>Fusarium oxysporum</i>
					f. sp. <i>melongenae</i>

تابع جدول (٩-١).

مدى كفاءة وسائل مكافحة المتكاملة (ب)					المسبب المرضي
الوسائط الأخرى (ج)	التطعيم والمقاومة	التبخير والتعقيم	الدورة الزراعية	مدى خطورته (د)	
٢	٢	٣	١	٣	<i>Sclerotium rolfsii</i>
١	٤	٤	٢	٣	<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>
٢	١	٤	٣	٢	<i>Colletotrichum coccodes</i>
٣	١	٤	٢	١	<i>Rhizoctania solani</i>
٢	٢	٢	٢	٤ للفلفل ١ للطماطم ١ للباذنجان	<i>Phytophthora (capsici, nicotianae, cryptogea, parasitica)</i>
٢	٤	١	١	٤	<i>Ralstonia solanacearum</i>
٣	-	١	٣	٣	<i>Clavibacter michiganensis</i> Subsp. <i>michiganensis</i>
٣	٤	٤	٣	٤	Root knot nematodes
-	-	-	-	٤	Tomato spotted wilt virus
١	٣	٤	١	٤	Broomrape

أ- من ١ : قليل الخطورة إلى ٤ : شديد الخطورة
 ب- من ١ : قليلة الجدوى والكفاءة إلى ٤ : عالية الجدوى والكفاءة.
 ج- من وسائل مكافحة المتكاملة الأخرى: الإغراق flooding، والتشميس، والتطهير، والحرارة العميقة... إلخ.

الذبول الفطري (أو تساقط البادرات)

المكافحة بالبكتيريا

أمكن عمل عزلتان من *Pseudomonas putida* (هما: PFATR، و KKM1) و ١٨ عزلة من *P. fluorescens*، أظهرت منها - جميعاً - العزلة Pfl من *P. fluorescens* أقصى تثبيط لنمو العزل الفطري للمسبب المرضي *Pythium aphanidermatum*، وزيادة في نمو نباتات الطماطم والفلفل. وكانت تلك العزلة فعالة - كذلك - في تقليل الإصابة

بالذبول الطرى فى كل من الطماطم والفلفل تحت ظروف الصوبة والحقل، كما ازيداد فى النباتات المعاملة بالعزلة والفطر نشاط كلاً من الـ phenylalanine ammonia lyase، والـ peroxidase، والـ polyphenol oxidase، وازداد فيها تراكم الفينولات (Ramamoorthy وآخرون ٢٠٠٢).

كما أظهرت البكتيريا *Calothrix elenkenii* قدرة على مكافحة الفطر *P. aphanidermatum* - مسبب مرض سقوط البادرات - فى الطماطم (Manjunath وآخرون ٢٠١٠).

المكافحة بالزيوت الأساسية

أمكن مكافحة تساقط البادرات الذى يسببه الفطر *Rhizoctonia solani* بتزويد بيئة الزراعة بالنموات الخضرية لنبات الموناردا *Monarda* (وهو نعناع أمريكى) يحتوى على زيوت أساسية يدخل ضمن تركيبها مركبات مضادة للبكتيريا (Gwinn وآخرون ٢٠١٠).

أعفان الجذور

من بين أهم الفطريات التى تسبب أعفاناً بجذور الطماطم كلاً من: *Rhizoctonia solani* (مسبب مرض عفن الجذور الرايزكتونى)، و *Sclerotinia sclerotiorum* (مسبب مرض العفن القطنى)، و *Sclerotium rolfsii* (مسبب مرض اللفحة الجنوبية)، و *Pyrenochaeta lycopersici* (مسبب مرض عفن الجذور القلبنى)، وهى التى تناقش بدائل مكافحتها معاً.

المكافحة بالتطعيم

أدى تطعيم الطماطم على أى من الأصول Big Power، و Beaufort، و Maxifort - وجميعها من الهجن النوعية - إلى خفض شدة الإصابة باللفحة الجنوبية التى يسببها الفطر *Sclerotium rolfsii* إلى نحو صفر - ٥٪، مقارنة بنسبة إصابة باللفحة الجنوبية التى يسببها الفطر *Sclerotium rolfsii* إلى نحو صفر - ٥٪، مقارنة بنسبة إصابة بلغت ٢٧٪، و ٧٩٪ (فى موقعين للدراسة) فى نباتات الكنترول. كذلك أفاد التطعيم على أى من الهجن النوعية

إلى خفض الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور وخفض كثافة تواجد النيماتودا فى التربة عند الحصاد، وخاصة عندما استخدم الهجين النوعى Big Power كأصل. وفى كل الحالات أدى التطعيم على الهجن النوعية إلى زيادة محصول الثمار وحافظ على إنتاج محصول جيد فى تربة ملوثة بكل من *S. rolfsii* ونييماتودا تعقد الجذور (Rivard وآخرون ٢٠١٠).

ويُسبب الفطر *Pyrenochaeta lycopersici* مرض عفن الجذر الفلينى فى كل من الطماطم والباذنجان، وخاصة فى الجو البارد (عندما تكون حرارة التربة حوالى ١٨ م°). وتُفيد الهجن النوعية كأصول لمقاومة المرض، ومنها: Brigeor للباذنجان، و Beaufort للطماطم (Louws وآخرون ٢٠١٠).

المكافحة بالبكتيريا

أظهرت عزلات من الجنسین البكتيريين *Bacillus spp.* و *Pseudomonas spp.* كفاءة عالية - نسبياً فى مكافحة الفطرين *Rhizoctonia solani* و *Sclerotinia sclerotiorum* فى الطماطم (Soylu وآخرون ٢٠٠٥).

وأمكن مكافحة كل من الفطرين *Rhizoctonia solani* و *Sclerotium rolfsii* فى الطماطم بنسبة تراوحت بين ٥٨٪، و ٧٣٪ بحقن بعض الأنواع البكتيرية المضادة لها من خلال شبكة الرى بالتنقيط، وهى: السلالة T1A-2B من *Burkholderia cepacia*، والسلالة T4B-2A من *Pseudomonas sp.* اللتان كان تأثيرهما مماثلاً لتأثير المعاملة بالترايكودرما *Trichoderma asperellum* وبعض المبيدات (DeCurtis وآخرون ٢٠١٠).

المكافحة بالإضافات العضوية للتربة والشيتين والشيتوسان

قللت إضافات المادة العضوية للتربة (نباتات كرنبيات، وكمبوست المخلفات المنزلية، وكمبوست سبلة الماشية) من شدة الإصابة بفطريات التربة التى تُصيب الطماطم (*Pyrenochaeta lycopersici*، و *Verticillium albo-atrum*) وأدت إلى زيادة محصول الثمار. كذلك ازداد النشاط البيولوجى فى التربة بزيادة الإضافات العضوية، ووجدت ارتباطات جوهرية موجبة بين النشاط البيولوجى فى التربة، والوزن الطازج للجذور،

ومحصول الثمار. ويعنى ذلك أن أحد آليات مكافحة الأمراض فى التربة بالإضافة العضوية ربما يكون مرده إلى زيادة منافسة كائنات التربة الدقيقة لها.

كذلك فإن إضافات الشيتين والشيتوسان قللت جوهرياً من أمراض التربة والإصابة المرضية، وأدت إلى زيادة محصول الثمار وعددها وأحجامها، لكن لم يكن لها أى تأثير على النشاط البيولوجى فى التربة.

وفى المقابل لم يكن لكل من المعاملة بـ *Bacillus subtilis*، و *Pythium oligandrum*، ومستخلص الحشائش البحرية التجارى *Marinure*، ومستحلب السمك المغذى Nugro أى تأثير إيجابى على مكافحة أمراض التربة أو محصول الثمار. وبذا.. فإن الإضافات العضوية منفردة أو مع الشيتين والشيتوسان تفيد فى مكافحة أمراض التربة (Giotis وآخرون ٢٠٠٩).

الذبول الفيوزارى

المكافحة بالتطعيم

تتحكم ثلاثة جينات I ، وI-2، وI-3 (يرمز I للمناعة immunity) فى المقاومة للسلالات 1،0، 2 — على التوالى — من الفطر *Fusarium oxysporium* f. sp. *lycopersici* المسبب للذبول الفيوزارى فى الطماطم. ولقد أدخلت هذه الجينات فى عديد من أصناف الطماطم التجارية، لكن الأصناف المطلوبة تجارياً غير المقاومة — ومنها الأصناف القديمة المتوارثة heirloom varieties — تحتاج إلى أصول من الهجن النوعية المقاومة، وتتوفر بالفعل الأصول التى تحمل الجينين I، وI-2، علماً بأنهما يوفران مقاومة كاملة.

كذلك نُقلت المقاومة للفطر *Fusarium oxysporium* f. sp. *radicis-lycopersici* — التى يتحكم فيها الجين Fr1 — إلى عديد من أصناف الطماطم ويستفاد منها فى عديد من الهجن النوعية المستخدمة كأصول.

إن من أهم الهجن النوعية (*Solanum lycopersicum* × *Solanum spp.*) المستخدمة كأصول للطماطم، ما يلي :

Beaufort	Big Power
Brigeor	He-Man
Maxifort	Popeye

وتُعد جميع هذه الهجن (الأصول) مقاومة لكل من: السلالتين 0، و 1 من فطر الذبول الفيوزارى *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (لكن أى منها لا يقاوم السلالة 2 من الفطر)، والفطر *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*، والسلالة 1 من فطر ذبول فيرتسيليم *Verticillium dahliae*، والفطر *Pyrenochaeta lycopersici*، وأنواع نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne arenaria* و *M. javanica* و *M. incognita* (باستثناء الهجين Popeye الذى لا تُعرف مقاومته للنيماتودا)، وفيرس موزايك الطماطم، كما تتوفر المقاومة العالية للفطر *Sclerotium rolfsii* فى كل من الهجن: Beaufort، و Big Power، و He-Man، و Maxifort، بينما تصاب جميع الهجن النوعية المستخدمة كأصول لبكتيريا الذبول *Ralstonia solanacearum*.

أما بالنسبة لأصناف الطماطم المستخدمة كأصول مقاومة، فمن أهمها ما يلي :

الصنف	مسلسل
CRA 66	١
Dai Honmei	٢
Hawaii 7996	٣
Hawaii 7998	٤
RST-04-105	٥
TMZQ702	٦

وتتوفر المقاومة لمختلف المسببات المرضية في مختلف الأصول، كما يلي:

الأصناف المتوسطة المقاومة	الأصناف العالية المقاومة	المسبب المرضي
		فطر الذبول الفيوزارى
	٦،٥،٣،٢	السلالة 0
	٦،٥،٣	السلالة 1
	٦،٥،٢	فطر ذبول فيرتسيليم السلالة 1
	٥،٢	<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>
	٥	نيماطودا تعقد الجذور
٦،٥،٤	٣،٢،١	بكتيريا الذبول
٦،٥،٢		<i>Sclerotium rolfsii</i>
	٦،٥،٢	فيروس موزايك الطماطم

(Louwes وآخرون ٢٠١٠).

المكافحة بالترايكودرما

استخدمت فطريات الترايكودرما *Trichoderma harzianum*، و *T. viride*، و *T. hamatum* في مكافحة الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* مسبب مرض الذبول الفيوزارى في الطماطم، ووجد أنها جميعاً كانت قادرة على إنتاج الإنزيمين المحللين: β -1,3-glucanase، و chitinase بكفاءة - خاصة في وجود مادة الجدر الخلوية للمسبب المرضي - وكان أكفأها *T. harzianum*. كما حدث تحلل لغزل الفطر المسبب للمرض لدى معاملته براشح أيضاً فطريات الترايكودرما. وتحت ظروف الحقل قللت المعاملة بالفطريات الثلاثة الإصابة المرضية بالذبول الفيوزارى، وكان *T. harzianum* أفضلها (Ojha & Chatterjee ٢٠١١).

المكافحة بالفطر *Penicillium oxalicum*

أدت معاملة شتلات الطماطم - وهى فى المشتل - بالفطر *Penicillium oxalicum* إلى تقليل إصابتها بالفطر *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* فى حجرات النمو بنسبة ٤٥٪- ٤٩٪، وفى الصوبة الزجاجية بنسبة ٢٢٪- ٦٩٪، واستمر تأثير المعاملة لمدة ٦٠-١٠٠ يوم بعد العدوى بالفطر المرض فى الصوبة. هذا.. ولم تكن معاملة البذور بالفطر *P. oxalicum*

مؤثرة في خفض الإصابة بالذبول الفيوزارى، كما لم تؤثر المعاملة بفطر المكافحة الحيوية — بأية طريقة — على تواجد الفطر الممرض في المحيط الجذرى لنباتات الطماطم (de Cal) وآخرون (١٩٩٩).

المكافحة ببكتيريا المحيط الجذرى

البكتيريا *Pseudomonas fluorescens*

أدت معاملة الطماطم بالسلالة Pfl من البكتيريا *Pseudomonas fluorescens* إلى الحد من إصابة الجذور بالفطر *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* مسبب مرض الذبول الفيوزارى. وقد صاحب ذلك زيادة في نشاط الإنزيمات: ال-phenylalanine ammonia lyase، والبيروكسيديز، والبولى فينول أوكسيديز، والكاتاليز، وال-β-1,3-glucanase وكانت المعاملة قد أجريت بغمس جذور الشتلات + سقى التربة + رش النموات الخضرية. وكانت بداية الزيادة في نشاط تلك الإنزيمات من اليوم الثالث، وبلغت أعلى معدلاتها في اليوم الثامن إلى التاسع، ثم تناقصت تدريجياً بعد ذلك (Manikandan & Raguchander ٢٠١٤).

كما حققت المعاملة بال DL-3-aminobutyric acid (اختصاراً: BABA) والبكتيريا *Pseudomonas* (العزلة CW2) — معاً — مكافحة جيدة للذبول الفيوزارى في الطماطم (Hassan & Buchenauer ٢٠٠٩).

البكتيريا *Brevibacillus brevis*

أعطت معاملة الطماطم ببكتيريا المحيط الجذرى *Brevibacillus brevis* مكافحة جيدة للفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* مسبب مرض الذبول الفيوزارى (Chandel وآخرون ٢٠٠٩).

ذبول فيرتسيليم

المكافحة بالتطعيم

يشيع استخدام التطعيم على أصول مقاومة في مكافحة ذبول فيرتسيليم في كل من الطماطم والباذنجان، وبدرجة أقل في القرعيات (تراجع الممارسات الزراعية).

ويُعد الفطر *Verticillium dahliae* هو المسبب الرئيسي للمرض، وبدرجة أقل كثيراً الفطر *V. albo-atrum*، وهما يختلفان في عدد من الأمور؛ فالأول (*V. dahliae*) ينتج أجساماً حجرية صغيرة *microsclerotia* يمكنها البقاء في التربة وفي بقايا النباتات لمدة ١٤ سنة وتبقى نشطة في حرارة تزيد عن ٣٠ م°، بينما الثاني (*V. albo-atrum*) يُنتج غزل فطري قاتم السواد يمكنه البقاء في التربة والبقايا النباتية لمدة ٢-٥ سنوات، ولا يُنتج أجساماً حجرية، ولا يكون نشطاً في حرارة تزيد عن ٣٠ م°. يُشكّل الفطر الأول مشكلة كبيرة في عدد كبير من المحاصيل الزراعية، ويمكن لمعظم سلالاته إصابة مدى واسعاً من الحشائش؛ مما يجعله قادراً على البقاء في التربة لمدة طويلة، ويحد من كفاءة الدورة الزراعية في مكافحته.

يتحكم في المقاومة لذبول فيرتسيليم في الطماطم الجين *Ve*. يسمح هذا الجين بمقاومة السلالة رقم 1 من الفطر، بينما تتغلب جميع السلالات الأخرى للفطر (تسمى السلالة 2) على تلك المقاومة، ولم يمكن التعرف في الطماطم على مقاومة للسلالة 2. أما في الخضر الثمرية الأخرى فإن المقاومة للفطر إما أنها لم تعرف أصلاً، وإما أنها لم يمكن نقلها إلى أصناف أو أصول مناسبة.

وعلى الرغم من أن استخدام أصول من الطماطم كان كافياً لمكافحة ذبول فيرتسيليم في الطماطم، إلا أن غالبية الدراسات استُخدمت فيها هجناً نوعيه للجنس *Solanum* (جنس الطماطم.. وهو الذي كان سابقاً *Lycopersicon*)، وخاصة الهجين: *Solanum lycopersicum* × *S. habrochaites*. ويُشار إلى هذا الهجين باسم KNVF (حيث تفيد K مقاومة عفن الجذور الفليني *corky root rot*، و N مقاومة نيماتودا تعقد الجذور، و V مقاومة ذبول فيرتسيليم، و F مقاومة الذبول الفيوزارى). لا يوفر هذا الهجين مقاومة للسلالة 2 من ذبول فيرتسيليم، لكنه يكسب الطعم قوة نمو تُفيد في تأخير وتقليل أعراض الذبول وشدتها؛ مما يجعل الطعم يبدو متحملاً للمرض (Louws وآخرون ٢٠١٠).

عفن التاج والجذر الفيوزارى

المكافحة الحيوية

أدى سقى التربة بمنتج مكافحة الحيووية RootShield إلى خفض موت الطماطم فى البيوت المحمية نتيجة لحمايتها من الإصابة بالفطر *Fusarium oxysporum* f. *sp. radidis-lycopersici* - مسبب مرض عفن التاج والجذر الفيوزارى - إلى ٥,٥٪، وكانت النباتات المعاملة أكثر إنتاجاً للثمار (Hibar وآخرون ٢٠٠٦).

كما أحدثت معاملة مخاليط زراعة الطماطم بأى من البكتيريا *Chryseomonas luteola*، أو *Serratia liquifaciens*، أو *Aeromonas hydrophila* - المتحصل عليها من كمبوست السبلة الحيوانية - خفضاً جوهرياً فى شدة الإصابة بالفطر *F. oxysporum* f. *sp. radidis-lycopersici* مسبب مرض عفن التاج والجذر الفيوزارى (Kerkeni وآخرون ٢٠٠٨).

المكافحة بالشيتوسان

أحدثت معاملة وسط زراعة الطماطم بالشيتوسان chitosan بمعدل ١٢,٥ أو ٣٧,٥ مجم/لتر خفضاً جوهرياً فى موت النباتات الذى تسببه الإصابة بالفطر *Fusarium oxysporum* f. *sp. radidis-lycopersici*، وفى أعراض عفن الجذور والفقد المحصولى. وفى غياب الفطر الممرض لم يكن للمعاملة بالشيتوسان تأثيراً ضاراً على النمو النباتى أو المحصول. وقد أدت المعاملة إلى زيادة مقاومة النباتات لاستعمار الفطر الممرض لها، وانحصر تواجده فى نسيج البشرة والقشرة، وظهرت على الهيفات الفطرية اضطرابات خلوية وتكونت فيها فجوات كبيرة، مع حدوث فقد شبه تام للبروتوبلازم (Lafontaine & Benhamou ١٩٩٦).

المكافحة بالسيليكون

أحدثت إضافة السيليكون بتركيز ١٠٠ مجم/لتر لمحلول هوجلند المغذى الذى استُعمل فى تغذية نباتات الطماطم بعد شتلها انخفاضاً فى شدة إصابة النباتات بالفطر

F. oxysporum f. sp. *radicis-lycopersici*، مسبب مرض عفن التاج والجذر الفيوزارى؛ الأمر الذى ربما حدث بسبب تأخير السيليكون لبدء إصابة الجذور بالفطر وانتقاله من الجذور إلى السيقان. وقد كان تركيز السيليكون فى جذور وسيقان النباتات المعاملة أعلى جوهرياً عما كان فى النباتات غير المعاملة، كما ارتبطت الزيادة فى تركيز السيليكون فى الجذور جوهرياً مع الانخفاض فى شدة المرض فى الجذور والتاج والساق؛ بما يفيد وجود دور للسيليكون فى المقاومة (Huang وآخرون ٢٠١١).

الندوة المتأخرة

المكافحة ببكتيريا المحيط الجذرى

استحثت معاملة بذور الطماطم ببكتيريا المحيط الجذرى المنشطة للنمو *Bacillus cereus* مقاومة جهازية ضد مسببات أمراض النيمات الخضرية: *Alternaria solani* (الندوة المبكرة)، و *Phytophthora infestans* (الندوة المتأخرة)، و *Septoria lycopersici* (تبقع الأوراق السيتورى)، وخفضت من شدة الإصابة بتلك الأمراض، مقارنة بما حدث فى معاملة الكنترول؛ بما يسمح بخفض جرعات المبيدات الفطرية التى تلزم لتحقيق المكافحة الجيدة (Silva وآخرون ٢٠٠٤).

كما أدت معاملة الطماطم بأربع عزلات من بكتيريا المحيط الجذرى تنتمى لأربعة أنواع بكتيرية (هى: *Burkholderia gladioli*، و *Miamiensis avidus*، و *Acinetobacter quenossp*، و *Bacillus cereus*) إلى حث دفاع فعال ضد الفطر *Phytophthora infestans* مسبب مرض الندوة المتأخرة، كما حفزت نمو بادرات الطماطم. ورغم عدم ملاحظة أى اختلافات فى معدل إنبات الجراثيم الفطرية وتكوين الأجسام الماصة *appressoria* بين النباتات غير المعاملة وتلك المعاملة ببكتيريا المحيط الجذرى، فإن الكالوز تكون بكثافة أكبر عند مواقع اختراق الفطر لأوراق النباتات المعاملة عما حدث بأوراق النباتات غير المعاملة؛ بما يعنى حث تلك العزلات لاستجابات دفاعية ضد *P. infestans* (An وآخرون ٢٠١٠).

المكافحة بالزيوت الأساسية

عُوملت الطماطم بالزيوت الأساسية المستخلصة من الأجزاء الهوائية لكل من: الـ oregano (وهو: *Origanum syriacum* var. *bevanii*)، والزعتر thyme (وهو: *Lavandula* lavender والخُزامى (*Thymbra spicata* subsp. *spicata*)، وحصى البان rosemary (وهو: *Rosmarinus officinalis*)، والفينوكيا fennel (وهي: *Foeniculum vulgare*)، و الغار laurel (وهو: *Laurus nobilis*).

كانت أكثر المركبات المتطايرة تواجدًا بهذه النباتات، كما يلي:

النبات	المركب الرئيسى	نسبته (%)
الزعتر	carvacrol	٣٧,٩
الـ oregano	carvacrol	٧٩,٨
حصى البان	borneol	٢٠,٤
الخُزامى	camphor	٢٠,٢
الفينوكيا	anethole	٨٢,٨
الغار	1,8-cineole	٣٥,٥

ولقد وجد أن المركبات المتطايرة للـ oregano والزعتر بتركيز ٠,٣ ميكروجرام/مل ثبتت بصورة تامة نمو الفطر *Phytophthora infestans*، أما التثبيط الكامل لنمو الفطر باستعمال المركبات المتطايرة لباقي النباتات فإنه يتطلب المعاملة بتركيز ٠,٤-٢,٠ ميكروجرام/مل فى الهواء.

كذلك وجد أن المعاملة بالملاسمة (وليس بالمركبات المتطايرة) بالزيوت الأساسية للـ oregano والزعتر والفينوكيا بتركيز ٦,٤ ميكروجرام/مل ثبتت نمو *P. infestans* بصورة تامة، بينما احتاج التثبيط التام للفطر لتركيزات أعلى من كل من حصى البان، والخُزامى، والغار بلغت ١٢,٨، ٢٥,٦، و ٥١,٢ ميكروجرام/مل، على التوالي.

وتجدر الإشارة إلى أن المركبات المتطايرة للزيوت الأساسية كانت دائماً أكثر فاعلية من معاملة التلامس مع الزيت ذاته.

وقد ثبتت الزيوت وأبخرتها من تجرثم الفطر، وأحدثت بهيفاته تحورات مورفولوجية، مثل تجلط السيروبلازم، وتكون الفجوات فيها، وتورمها، بالإضافة إلى التسرب الأيوني منها (Soylu وآخرون ٢٠٠٦).

الندوة المبكرة

المكافحة بالترايكودرما

استخدمت ٢٨ عزلة من الترايكودرما *Trichoderma spp.* في مكافحة البكتيريا *Xanthomonas euvesicatoria* مسببة مرض البقع البكتيرية، والفطر *Alternaria solani* مسبب مرض الندوة المبكرة في الطماطم، ووجدت عزلتان (هما: IB 28/07 و IB 30/07) كانتا قادرتين على خفض شدة الإصابة بالمسببين المرضيين، بالإضافة إلى سلالة ثالثة (هى: IB 37/01) كانت قادرة على خفض شدة الإصابة بالبقع البكتيرية، وأخرى رابعة (هى: IB 42/03) كانت قادرة على خفض شدة الإصابة بالندوة المبكرة (Fontenelle وآخرون ٢٠١١).

المكافحة ببكتيريا المحيط الجذرى مع مستخلص نباتى

أعطت معاملة الطماطم بخليط من السلالتين البكتيريتين: Pfl، و Py15 من *Pseudomonas fluorescens*، والسلالة Bs16 من *Bacillus subtilis*، ومستخلص نبات الـ Zimmu (وهو هجين نوعى: *Allium cepa* × *Allium sativum*) في قاعدة من بودة التلك.. أعطت هذه المعاملة مكافحة جيدة للفطر *Alternaria solani* مسبب مرض الندوة المبكرة، كانت أفضل من أى من المعاملات الأخرى بأى من مكونات هذا الخليط. كذلك أحدثت تلك المعاملة زيادة فى نشاط إنزيمات الدفاع النباتى: البيروكسيديز، والبولى فينول أوكسيديز، والفينيل آلانين أمونيا لاييز، والشيتينيز، وبيتا - ١، ٣ جلوكانيز، وذلك مقارنة بما حدث فى معاملة الكنترول؛ بما يعنى أن المعاملة استحثت مقاومة جهازية ضد الفطر الممرض (Latha وآخرون ٢٠٠٩).

البياض الدقيقى

المكافحة بالزيوت النباتية

أحدثت معاملة الطماطم بتركيز ٠,١٪ من مستحلبات عدد من الزيوت النباتية شملت: زيت الكانولا؛ وزيت الذرة، وزيت بذرة العنب، وزيت الفول السوداني، وزيت بذرة الكتان، وزيت فول الصويا، وزيت عباد الشمس.. أحدثت خفضاً كبيراً فى شدة الإصابة بالبياض الدقيقى الذى يسببه الفطر *Oidium neolycopersici*، وكان أكثرها فاعلية زيت عباد الشمس الذى أدت المعاملة به بتركيز ٠,٥٪ إلى خفض الإصابة إلى مستوى لا يُذكر، وكان مرد ذلك إلى تثبيط زيت عباد الشمس لإنبات الجراثيم الكونيدية للفطر ونمو الغزل الفطرى (K0 وآخرون ٢٠٠٣).

المكافحة بالكبريت القابل للبلل وبمستحضات المقاومة

أعطت المعاملة بأى من الكبريت القابل للبلل أو بأى من مستحضات المقاومة المتوفرة تجارياً: Chitoplant أو Milsana درجة متساوية من المقاومة للفطر *Leveillula taurica* مسبب مرض البياض الدقيقى فى الطماطم. ولقد أثرت معاملة أو أكثر منها إيجابياً فى تركيبات بعض الـ phytochemicals بثمرة الطماطم، مثل: حامض الأسكوربيك، و quercetin trisaccharide، و quercetin-3-O-rutinoside، و β -carotene، والبوتاسيوم، مقارنة بتركيزاتها فى ثمار النباتات التى لم تُعامل (Ribas - Agusti وآخرون ٢٠١٣).

المكافحة بالسيليكون

أدى رش نباتات الطماطم بسيليكات البوتاسيوم K_2SiO_3 بتركيز ١جم/لتر ماء كل ١٢ يوماً إلى حمايتها بدرجة عالية من الإصابة بالفطر *Leveillula taurica* مسبب مرض البياض الدقيقى؛ حيث انخفض دليل شدة الإصابة من حوالى ٧٥٪ فى نباتات الكنترول إلى حوالى ٥٪ فى النباتات المعاملة. ولم يكن التركيز المستخدم من سيليكات البوتاسيوم سائماً لنباتات الطماطم (Yanar وآخرون ٢٠١١).

الأنتراكنوز

المكافحة بالشيتوسان

أدت معاملة الطماطم بالشيتوسان chitosan بتركيز ١٪ أو ٢,٥٪ إلى تقليل حجم البقع المرضية للفطر *Colletotrichum* على ثمار الطماطم المعدية به، وذلك خلال ١٠ أيام على ٢٤ م^٢ (Munoz وآخرون ٢٠٠٨).

عفن الثمار الألترناري

المكافحة بالخمائر والمواد الناشرة لبكتيريا المحيط الجذري

كانت المعاملة المشتركة بكل من الخميرة *Rhodotorula glutinis* والمواد الناشرة rhamnolipids (التي تنتجها البكتيريا *Pseudomonas aeruginosa*) بتركيز ٥٠٠ ميكروجرام/لتر أكثر كفاءة في تثبيط الإصابة بالفطر *Alternaria alternata* في ثمار الطماطم الشيرى عن المعاملة بأى من الخميرة أو المواد الناشرة منفردتين. كما حفزت المعاملة المشتركة - تلك - جوهرياً نشاط الإنزيمات: peroxidase، وال polyphenoloxidase، وال phenylalanine ammonia lyase عما حدث في أى من المعاملتين المنفردتين. إن هذه المعاملة المشتركة استحثت المقاومة وأسّرت استعمار الخميرة لسطح الثمار وحفزت من نموها عليها (Yan وآخرون ٢٠١٤).

المكافحة بالفطر غير الممرض *Penicillium oxalicum*

تستحث المعاملة بالفطر غير الممرض *Penicillium oxalicum* مقاومة في الطماطم ضد الإصابة بالفطر *Alternaria alternata*، وذلك من خلال تأثيرها على مسار تمثيل ال phytochelatin ومسار حامض السلسيلك. وكان مسار حامض الجاسمونك معاكس لمسار حامض السلسيلك وال phytochelatin (Ahmad وآخرون ٢٠١٤).

المكافحة بزيت النبات *Laurus nobilis*

وجد أن معاملة نباتات الطماطم بزيت أوراق سلالة صينية محلية من النبات

Laurus nobilis بتركيز ٥٠٠ ميكروجرام/مل كانت فعالة فى الحماية من الإصابة بالفطر *Alternaria alternata* بنسبة تثبيط بلغت ٣٤٪. وفى البيئة الصناعية وجد أن زيت هذا النبات بمعدل ٨٠٠ ميكروجرام/مل ثبت نمو الفطر بصورة كاملة. وقد تبين من تحليل الزيت أن أهم مكوناته هى: الإيوجينول eugenol، والـ caryophyllene، والـ cinnamaldehyde. وتفيد هذه الدراسة إمكان استعمال زيت *L. nobilis* كبديل للمبيدات الفطرية فى مكافحة الفطر *A. alternata* فى ثمار الطماطم بعد الحصاد (Xu وآخرون ٢٠١٤).

المكافحة بالشيتوسان والمثيل جاسمونيت

كانت معاملة نباتات الطماطم بخليط من ٠,١٪ شيتوسان chitosan، و ٥٠٠ ميكروليتر/لتر من المثيل جاسمونيت methyl jasmonate أفضل فى مكافحة الفطر *Alternaria alternata* بالثمار بعد الحصاد عن المعاملة المنفردة بأى منهما؛ حيث أحدثت كذلك تلك المعاملة المزدوجة نشاطاً أعلى فى كل من الإنزيمات الدفاعية: الـ polyphenol oxidase، والبيروكسيداز peroxidase، والـ phenylalanine ammonia lyase، وذلك مقارنة بما حدث فى نباتات الكنترول (Chen وآخرون ٢٠١٤).

العفن الرمادى

المكافحة بالخمائر والفطريات والبكتيريا

من بين ١٥ عزلة من الخمائر والفطريات الخيطية والبكتيريا.. خفضت ١١ عزلة منها - جوهرياً - إصابة الطماطم بفطر البوتريتس *Botrytis cinerea* مسبب مرض العفن الرمادى، و ٧ عزلات خفضت الإصابة جوهرياً فى الخيار. وعندما أكثر ٦ عزلات للمعاملة بها وجد أنها خفضت الإصابة بالفطر بنسبة ٥٠٪ - ١٠٠٪ (Dik وآخرون ١٩٩٩).

ولقد أمكن استخدام الخميرة *Candida guilliermondii* (السلالتان: ١٠١، و US 7) والخميرة *C. olephila* (السلالة 1-82:1) - وهى الخمائر التى تستخدم فى

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

المكافحة بالترايكودرما ومستحضات المقاومة

استحث سقى التربة بمحلول benzothiadiazole بتركيز ٠,٠١٪ تمثيل حامض السلسيليك والإثيلين في 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 في 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 السلسيليك والإثيلين ونشاط الإنزيمات المسئولة عن ذلك، وكذلك حث المقاومة ضد الفطر *B. cinerea* بدرجة تناسبت مع تركيز المعلق المستخدم. أما المعاملة بال benzothiadiazole فقد استحثت مقاومة ضد العفن الرمادى بصورة مستقلة عن حامض السلسيليك، وإن كانت قد استحثت نشاطاً قوياً في جينين يُعرفان بدورهما في المقاومة ضد *B. cinerea*، هما Pti5، و PI2 (Harel وآخرون ٢٠١٤).

المعاملة بحامض الهكسانوئك

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

الذبول البكتيري

المكافحة بالتطعيم

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

والذى تصعب مكافحة بتعقيم التربة نظراً لسهولة عودة تلوث التربة بها، أو بزراعة الأصناف المقاومة نظراً 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: سلالاتي الطماطم Hawaii 7998، و Hawawii 7996، والسلالة CRA 66 من *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*، وجميعها أعطت نتائج جيدة في مكافحة المرض. وعلى الرغم من شدة ثبات مقاومة تلك الأصول، فقد ظهرت بعض السلالات strains التي أمكنها إصابتها. كذلك تستخدم سلالة الباذنجان المقاومة H7996 كأصل للطماطم.

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

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

المكافحة بفطريات المحيط الجذرى المحفزة للنمو

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

TriH-JSB27. كما حدث خفض جوهري بمقدار ٥٧,٣٪ في الإصابة بالبكتيريا *R. solanacearum* في النباتات التي عُولمت بتلك السلالة TriH-JSB27، كذلك أدت المعاملة بأى من الـ PGPFs إلى زيادة نشاط الإنزيمات والجينات ذات العلاقة بالدفاع النباتي، 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 البكتيري الذى تسببه البكتيريا *R. solanacearum*، وصاحب ذلك زيادة فى النشاط الميكروبي (البكتيري والفطري) فى التربة المعاملة. وعلى العكس من ذلك تماماً كان تأثير إضافات كمبوست للحاء الشجرى وسبلة الخنازير (Islam & Toyota ٢٠٠٤).

المكافحة بالزيوت النباتية

ثبطت زيوت الكراوية والزعتر والنعناع والمردقوش (البردقوش) marjoram نمو البكتيريا *R. solanacearum* — مسببة مرض الذبول البكتيري فى الطماطم — بدرجات متباينة، وكان أقواها تأثيراً 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 monoseae*، فكانت الأقل تأثيراً 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 البكتيري الذى تسببه البكتيريا *R. solanacearum* (Abo-Elyousr & Asran ٢٠٠٩).

المكافحة بالثيمول ومستحضات المقاومة

أمكن مكافحة الذبول البكتيري في الطماطم في 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 الممرضة وقبل أسبوع من شتل الطماطم، والرش الورقي بالـ Actigard 50WG (وهو: acibenzolar-S-methyl .. اختصاراً ASM، الذى يعد حائناً للمقاومة الجهازية المكتسبة SAR) (Hong وآخرون ٢٠١١).

المكافحة بالكالسيوم

أدت معاملة المحلول المغذى للطماطم بالكالسيوم إلى زيادة تركيز الكالسيوم بسيقان النباتات، وذلك مع زيادة تركيز الكالسيوم من ٠,٤ إلى ٤,٤ ثم إلى ٢٠,٤ مللى مول، وكان ذلك مصاحباً بخفض لتواجد البكتيريا *Ralstonia solanacearum* (مسببة مرض الذبول البكتيري) في السيقان، وهو الأمر الذى حدث - كذلك - بزيادة مستوى المقاومة في النباتات، إلا أن المعاملة بالكالسيوم لم تُخفض شدة الإصابة بالمرض إلا في 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 في شدة إصابة النباتات بالذبول البكتيري الذى تُسببه البكتيريا *Ralstonia solanacearum* من ١٠٠٪ إلى ٧٧,١٪ وإلى ٥٦,٨٪، على التوالي. وكان نمو النباتات في التركيز العالى من الكالسيوم أفضل جوهرياً عما في التركيز المنخفض، وذلك فيما يتعلق بالنمو الطولى وقطر الساق والكتلة البيولوجية. وازداد امتصاص النباتات للكالسيوم في الجذور والسيقان جوهرياً بزيادة تركيز الكالسيوم في المحلول المغذى. كذلك ارتفع تركيز الـ H_2O_2 سريعاً في نباتات معاملة الكالسيوم العالية، ووصل إلى ١٠,٨٦ ميكرومول/جم وزن طازج (أعلى بمقدار ٣١,٣٢٪ عما في معاملة الكالسيوم المتوسطة). وأيضاً ارتفع نشاط الإنزيمين: بيروكسيداز peroxidase،

وبولى فينول أو أكسيديز 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 أو أكسيديز؛ مما يدل على قيامها بدور هام فى المقاومة (Jiang وآخرون ٢٠١٣).

البقع البكتيرية والنقط البكتيرية

كانت أكثر الطرق شيوعاً لمكافحة الأمراض التى تسببها البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (النقط البكتيرية)، و *Xanthomonas compestris* و *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 إلا أن جميع هذه الطرق لم تكن مرضية، وكثيراً ما صاحبها ظهور أوبئة شديدة، خاصة وقد ظهرت مؤخراً كثيراً من السلالات المقاومة للمركبات النحاسية.

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

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

٢- مكافحة 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.

كذلك أحدثت معاملة الأوراق بخليط من النوعين البكتيريين خفضاً جوهرياً في تواجد البكتيريا الممرضة وخفضاً آخر جوهري في شدة المرض. وبينما استمر تواجد النوعين البكتيريين في المحيط الجذرى لمدة ٤٥ يوماً عندما عوملت البذور بكل منهما منفردة، فإن النوع الممرض لم يستمر في البقاء في المحيط الجذرى في وجود *A. brasilense*. هذا.. ولم تكن معاملة النموات الخضرية بالبكتيريا *A. brasilense* مجدية في مكافحة المرض عندما أجريت بعد الإصابة الفعلية بالبكتيريا الممرضة (Bashan & de-Bashan, ٢٠٠٢).

كما كانت معاملة رش النموات الخضرية للطماطم بالسلالة Cit7 من بكتيريا المحيط الجذرى المنشطة للنمو النباتي *Pseudomonas syringae* عالية الكفاءة في مكافحة كلاً من: البكتيريا: *P. syringae* pv. *tomato* مسببة مرض النقط البكتيرية، والبكتيريا: *Xanthomonas campestris vesicatoria*، و *X. vesicatoria* مسببتا مرض البقع البكتيرية. وعندما أجريت المعاملة للبذور أو عن طريق إضافة المعلق البكتيري للتربة أحدثت السلالة 89B-61 من البكتيريا المنشطة للنمو النباتي *Pseudomonas fluorescens* خفضاً جوهرياً في شدة إصابة النموات الخضرية للطماطم بالنقط البكتيرية. كذلك أحدثت سلالة البكتيريا المنشطة للنمو النباتي 89B-61 والسلالة SE 34 من *Bacillus pumilus* خفضاً للإصابة بالبقع البكتيرية. أما الجمع في معاملة رش النموات الخضرية بالسلالة Cit7، والسلالة المنشطة للنمو النباتي 89B-61 فقد أحدثت مكافحة جوهرياً للمرضين في جميع التجارب الحقلية التي أجريت (Ji وآخرون ٢٠٠٦).

المكافحة بملتهمات البكتيريا (البكتيروفاجات)

تُفيد المعاملة بملتهمات البكتيريا bacteriophages في مكافحة الجزئية للبكتيريا *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* مسببة مرض البقع البكتيرية في الطماطم، إلا أن كفاءتها تنخفض كثيراً نظراً لقصر فترة نشاطها على النموات الخضرية.

وقد وجد أن تجهيز تلك الملتهمات البكتيرية فى اللبن منزوع الدسم أو فى الـ casecrete (يتكون من ٠,٥٪ casecrete NH-400 + ٠,٥٪ سكروز + ٠,٢٥٪ pregelatinized corn flour) يزيد من قدرة الملتهمات على البقاء ومكافحة البكتيريا (Balogh وآخرون ٢٠٠٣).

المكافحة بالشيتوسان

حقق رش نباتات الطماطم بشيتوسان ذى وزن جزيئى منخفض بتركيز ٣ جم/لتر مكافحة للبكتيريا *Xanthomonas gardneri* - مسببة مرض البقع البكتيرية - بنسبة بلغت ٥٦٪ عندما كانت المعاملة قبل العدوى بالبكتيريا بثلاثة أيام. ويُعتقد أن مرد هذا التأثير إلى حث الشيتوسان تكوين آليات دفاعية فى النبات (Coqueiro وآخرون ٢٠١١).

المكافحة بحامض الفوسفورس

تُفيد معاملة الطماطم أسبوعياً بأملح حامض الفوسفورس phosphorous acid مخلوطاً بمبيد نحاسى، أو بالتبادل معه، والمعاملة الأسبوعية بأملح حامض الفوسفورس مع المعاملة كل أسبوعين بالـ acibenzolar-S-methyl .. تفيد فى مكافحة التبقع البكتيرى بدرجة مماثلة لتلك التى تتحقق باستخدام برنامج مكافحة قياسى يعتمد على المبيدات البكتيرية النحاسية (Wen وآخرون ٢٠٠٩).

المكافحة بمستحاثات المقاومة

يمكن الاعتماد على Actigard 50WG (وهو: Acibenzolar-S-methyl) - المستحث للمقاومة الجهازية - كبديل فعال للمبيدات البكتيرية النحاسية فى مكافحة مرضى البقع البكتيرية (*X. vesicatoria*)، والنقط البكتيرية (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) فى الطماطم (Louws وآخرون ٢٠٠١).

وأحدثت معاملة نباتات الطماطم بأى من الـ acibenzolar-S-methyl، أو *B. subtilis* مع أيدروكسيد النحاس خفضاً جوهرياً فى الإصابة بالبكتيريا *Xanthomonas*

euvesicatoria. مسببة مرض البقع البكتيرية - بدرجة لم تختلف جوهرياً عن المكافحة القياسية باستعمال النحاس مع المانكوزب (Roberts وآخرون ٢٠٠٨).

كما أدت معاملة الطماطم بمعدلات منخفضة من الـ Acibenzolar-S-methyl (اختصاراً: ASM) مقدارها ٧٥ ميكرومول (أى ١,٥٨ جم مادة فعالة/ هكتار فى ١٠٠ لتر ماء، أى نحو ٠,٦٦ جم مادة فعالة/فدان فى ١٠٠ لتر ماء) إلى مكافحة التبقع البكتيرى فى الطماطم بصورة جوهريّة، مقارنة بالإصابة فى نباتات الكنترول التى لم تُعامل، علماً بأن هذا المرض تسببه أربعة أنواع مختلفة من جنس *Xanthomonas* (Huang وآخرون ٢٠١٢).

نيماتودا تعقد الجذور

المكافحة بالتطعيم

مقاومة نيماتودا تعقد الجذور بالتطعيم

تتوفر المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور فى عديد من أصناف وأصول الطماطم من السلالات والأصناف والهجن النوعية، وهى مقاومة تُكسر فى حرارة تزيد عن ٢٨ م. ومن أمثلة الهجن النوعية المقاومة Maxifort، و Beaufort، و Big Power. كذلك يوفر *Solanum torvum*، و *S. peruvianum* مقاومة ضد النيماتودا (Louws وآخرون ٢٠١٠)

وقد استُخدم أصلاً الطماطم الجذريين: Multifort (وهو هجن نوعى: *Solanum lycopersicum* × *S. habrochaites*)، وصنف الطماطم الهجين Survivor المقاومين لنيماتودا تعقد الجذور.. استخدماً كأصول طُعم عليها صنفا الطماطم القابلين للإصابة: Brandywine، و Flamme، حيث انخفضت جوهرياً الإصابة بالنيماتودا بنسبة وصلت إلى ٨٠,٨٪، دون أن يكون للتطعيم أية تأثيرات على المحصول الصالح للتسويق (Barrett & Zhao ٢٠١٢).

وأدى تطعيم سلالة الطماطم BHN602 - القابلة للإصابة بكل من نيماتودا تعقد الجذور والذبول البكتيرى - على أى من الأصول RST-04-106-T، أو BHN 998، أو

BHN 10 المقاومة للذبول البكتيري إلى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور، وزيادة محصول الثمار، مقارنة بما في حدث في النباتات التي لم تُطعم (Kunwar وآخرون ٢٠١٥).

المكافحة بالميكوريزا والبكتيريا المتطفلة على النيماتودا

أدى تلقيح الطماطم بكل من فطر الميكوريزا *Glomus sp.* والبكتيريا المتطفلة على النيماتودا *Pasteuria penetrans* - معاً - في وجود الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* إلى زيادة كل من النمو الخضري ومحصول النباتات في الطماطم عما في النباتات غير الملقحة بالفطر والبكتيريا في وجود الإصابة بالنيماتودا، وكان تأثير المعاملة بالفطر والبكتيريا - معاً - أفضل من المعاملة المنفردة بأى منهما (Talavera وآخرون ٢٠٠٢).

المكافحة الحيوية بالبكتيريا والفطريات

أدت المعاملة بالسلالتين Pa-7، و IE-6 من البكتيريا *Pseudomonas aeruginosa* إلى خفض إصابة الطماطم بنيماتودا تعقد الجذور وبالفطرين *Fusarium oxysporum*، و *Rhizoctonia solani*. وكان للسلالتان البكتيريتان نفس الفاعلية ضد النيماتودا عندما كانت منخفضة الكثافة (٥٠٠، و ١٠٠٠ بركة من الطور الانسلاخي الثاني J₂)، بينما كانت السلالة IE-6 - فقط- هي الفعالة في مكافحة النيماتودا عندما كانت عالية الكثافة (٢٠٠٠، و ٤٠٠٠ J₂). ولقد لوحظ ارتباط سلبي بين الإصابة بفطر الذبول الفيوزارى وبين استعمار البكتيريا للجذور والنموات الخضرية (Siddiqui & Ehteshamul-Haque ٢٠٠٠).

وقد دُرُس تأثير عدة عزلات من البكتيريا *Pseudomonas aeruginosa* - عُزلت من تربة مثبّطة للمسببات المرضية - على نمو نباتات الطماطم ومكافحة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* بها، ووجد أن العزلات تباينت في تأثيراتها على كلا الأمرين، وكانت أكثرها تأثيراً العزلتان: Pa 8، و Pa 9 اللتان كان لهما أقوى تأثير على منع فقس النيماتودا وتقليل أعراض تتألل الجذور وتكاثر النيماتودا، وكانتا - مع

العزلة Pa 3 – الأكثر استعماراً لجذور الطماطم والأقوى تحفيزاً لنمو البادرات والنباتات. وقد تبين أن العزلتين Pa 8، و Pa 9 تنتجان كمية أكبر من حامض السيانيك HCH عن العزلات الأخرى، وأنهما تنتجان قدرًا أكبر من إندول حامض الخليك IAA عن ١٣ عزلة أخرى؛ ولذا فإنهما يمكن أن تُستعملتا في المكافحة الحيوية لـ *M. incognita* في الطماطم (Singh & Siddiqui ٢٠١٠).

كما وجد أن معاملة الطماطم بأى من الكائنات الدقيقة المستخدمة في المكافحة الحيوية:

Pseudomonas fluorescens

Paecilomyces lilacinus

Pichia guilliermondii

Calothrix parietina

منفردة أو مجتمعة أدت إلى خفض شدة الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogune incognita*. ولقد تسببت المعاملة المنفردة بالبكتيريا *P. fluorescens* أو بالفطر *P. lilacinus* إلى موت ٤٥٪، و ٣٠٪ - على التوالي - من يرقات النيماتودا في خلال ٤٨ ساعة من المعاملة، وذلك مقارنة بالوضع في معاملة الكنترول. وكانت المعاملة بأى منهما أو بالخميرة *P. guilliermondii* أكثر كفاءة في مكافحة النيماتودا عن المعاملة بـ *C. parietina* الذى يعد من الـ cyanobacteria التى تعيش فى التربة، والذى قد يُضاد فعل كائنات المقاومة الحيوية الأخرى ويقلل كفاءتها فى المكافحة. وعمومًا.. فإن المعاملة بكائنات المكافحة الحيوية الأخرى لم تكن فقط قاتلة للنيماتودا، لكنها حفزت - كذلك - النمو النباتى بتوفيرها للكثير من العناصر المغذية وبحثها لمقاومة جهازية فى النباتات (Hashem & Abo-Elyousr ٢٠١١).

المكافحة بالدورة الزراعية

يمكن الاستفادة من زراعة أصناف الفلفل عالية المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* (مثل Carolina Cayenne) بإدخالها فى الدورة الزراعية قبل زراعة

المحاصيل العالية القيمة الاقتصادية مثل الطماطم؛ كوسيلة للحد من الإصابة بالنيماطودا فيها (Thies وآخرون ١٩٩٨).

المكافحة بالتبخير الحيوى للتربة بمخلفات البروكولى

وُجد أن التبخير الحيوى للتربة باستعمال مخلفات البروكولى (كل الأجزاء النباتية) وكذلك التطعيم على الأصل Beaufort كانا الأفضل فى مكافحة نيماطودا تعقد الجذور وزيادة محصول الطماطم، وذلك من بين عدد من المعاملات الأخرى التى أجريت وشملت تشميس التربة لمدة ٦ أسابيع مع التغطية باليوليثيلين الشفاف، والتبخير الحيوى بأوراق وثمار الخروع *Ricinus commounis*، وزراعة نبات القטיפه *Tagetes erecta* إلى جوار الطماطم، والمعاملة بالسلالة 251 من الفطر *Paecilomyces lilacinus* (المنتج التجارى BioAct)، والسماذ العضوى التجارى Netisin المستخدم كمبيد بنيماطودى حيوى (بمعدل ١٠ كجم/هكتار مع ماء الرى بالتنقيط) (Kaskavalci وآخرون ٢٠٠٩).

المكافحة بالإضافات النباتية للتربة

أدت إضافة نموات خضرية مفرومة من أى من النباتات: *Lantana camara*، أو *Kigelia pinnata*، أو *Ficus bengalensis* إلى التربة إلى إحداث تحسين جوهري فى نمو نباتات الطماطم مع خفض جوهري فى إصابته بنيماطودا تعقد الجذور *M. javanica*، وكانت المعاملة بـ *Lantana camara* أكثرهم تأثيراً (Ahmad وآخرون ٢٠١٠).

كما كانت لثمار الخيار البرى *Cucumis myriocarpus* المطحونة تأثيرات قاتلة على نيماطودا تعقد الجذور لم تختلف جوهرياً عن تأثير المعاملة بأى من المبيدين النيماطوبيين الألديكارب *aldicab*، أو الفيناميفوس *Mashela fenamiphos* (آخرون ٢٠٠٨).

المكافحة بالمستخلصات النباتية

ازدادت معدلات وقف النمو وموت نيماطودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* جوهرياً مع زيادة تركيز المستخلص المائى لأوراق الثوم الطازجة من ١٪ إلى ٢٪، و ٤٪ (وزن/حجم)، كما تُبَطِّق فقس بيض النيماطودا جوهرياً - كذلك - بالمعاملة، وكان

المستخلص المائي لأوراق الثوم المتخمرة أقوى تأثيراً. وأدت معاملة التربة إلى تثبيط إصابة النيماتودا للطماطم جوهرياً، وازداد التأثير بزيادة كمية المستخلص المستخدم في المعاملة، إلا أن الزيادة الكبيرة أثرت - كذلك - سلبياً على نمو الطماطم. وقد أدت المعاملة بمستخلص ٢٪ مع سماد حيواني قبل الزراعة، ومع استخدام غطاء بلاستيكي للتربة إلى تقليل إصابة الطماطم بالنيماتودا بنسبة ٧٢٪، وزيادة محصولها بنسبة ٧٣٪، مقارنة بالوضع في نباتات الكنترول. ويبدو أن المركبات الكبريتية التي توجد بمستخلص الثوم كانت هي المسؤولة عن مقاومة النيماتودا في هذه الدراسة (Gong وآخرون ٢٠١٣).

وكان المستخلص المائي لأوراق نبات التانبول أو التامول (*betel* وهو: *Piper betle*) ساماً ليرقات الطور الإنسلاخي الثاني J_2 لينيماتودا تعقد الجذور، كما ثبط فقس البيض. وأدى نقع جذور شتلات الطماطم في المستخلص إلى تقليل تكوين القائليل بها، وخفض إنتاج البيض، وأعداد الـ J_2 في التربة، كما أدى إلى تحفيز نمو نباتات الطماطم. وتناسبت تلك التأثيرات مع زيادة تركيز المستخلص (تراوح تخفيف المستخلص من صفر٪ إلى ٨٠٪). ولقد كانت الـ J_2 أكثر حساسية للمستخلص عن البيض، حيث ماتت كلها عند المعاملة بجميع التخفيفات المستعملة (حتى ٨٠٪ تخفيف)، بينما لم يحدث ١٠٠٪ موت للبيض إلا عندما كانت المعاملة بالمستخلص غير المخفف، كذلك كان المستخلص غير المخفف هو الأقوى تأثيراً في الحد من إصابة جذور الطماطم وإنتاج البيض فيها وأعداد الـ J_2 . وكانت الزيادة في طول جذور النباتات المعاملة ٢٣٥٪ من الطول في نباتات الكنترول (*Premachandra* وآخرون ٢٠١٤).

المكافحة بمستحضات المقاومة

حامض السلسيليك والمثيل جاسمونيت

أثرت المعاملة بحامض السلسيليك سلبياً في تطور النيماتودا *Meloidogyne chitwoodi* على الطماطم، لكنها لم تؤثر على تكاثر النيماتودا، بينما كانت المعاملة بالمثيل جاسمونيت methyl jasmonate هي الأكثر كفاءة في خفض إصابة الطماطم

بالنيماتودا (خَفَضَتْ اختراق النيماتودا للجذور بنسبة ٥٨٪) (Vieira dos Santos & Curtis ٢٠١٣).

الـ BABA

أحدثت معاملة بادرات الطماطم بأى من β -aminobutyric acid (اختصاراً: BABA)، أو Salicylic acid (اختصاراً: SA)، أو السلالة CHAO من *Pseudomonas fluorescens* خفصاً جوهرياً في شدة الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور *M. javanica*، وكان أكثرها فاعلية المعاملة بالـ BABA الذى أدى إلى خفض شدة العقد الجذرية، وعدد كتل النيماتودا/ نبات، وعدد البيض/ كتلة بيض، كما أحدثت المعاملة زيادة فى إنتاج الـ H_2O_2 (وهو أحد نواتج شد الأكسدة) ونشاط الـ SOD، والـ GPOX بصورة أوضح عما فى حالتى المعاملة بأى من الـ SA أو *P. fluorescens*، ولكنها جميعاً أسهمت فى حث شد أكسدة فى جذور الطماطم من خلال توليد عناصر نشطة فى الأكسدة (ROS) والإنزيمات المرتبطة بأیضا (Sahebani & Hadavi ٢٠٠٩).

الـ ASM

استحثت معاملة الطماطم بحامض السلسيلك مع الماء عن طريق سقى التربة soil drenching، وبالـ acibenzolar-S-methyl (اختصاراً: ASM) بطريقة غمس الجذور .. استحثت مقاومة جهازية مكتسبة SAR ضد الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita*، حيث انخفض تكاثر النيماتودا على الجذور فى النباتات المعاملة (فكان أقل من ٥٠٪ من معدل تكاثرها فى النباتات غير المعاملة)، وانخفضت إصابتها بالنيماتودا. وقد ازدادت فاعلية إضافة حامض السلسيلك للتربة مع الماء عندما زودت التربة - كذلك - بالأحماض الدبالية بالسقى مع الماء. وكانت أفضل معاملة هى الجمع بين إضافة حامض السلسيلك والـ methyl-salicylic acid إلى التربة بالسقى مع الماء؛ حيث قللت، تلك المعاملة الإصابة بالجيل الثانى للنيماتودا (Molinari & Baser ٢٠١٠).

فيروس موزايك التبغ وموزايك الطماطم

الفحص الدورى للإصابات الحشرية الناقلة للفيروسات

يعرف الفحص الدورى للحقول المزروعة لتحديد إصابتها بالحشرات الناقلة للفيروسات من عدمه باسم field scouting. يعد ذلك أمراً ضرورياً لتجنب الاستخدام غير الضرورى للمبيدات، وكذلك عدم تأخير الرش إلى درجة يصبح فيها بغير ذى فائدة. وبالنسبة لحقول الطماطم. يوصى بفحص ما لا يقل عن ٤٠ نباتاً أسبوعياً فى الحقول التى لا تزيد مساحتها عن ٢٠ فدان، يضاف إليها نباتين آخرين لكل فدان زيادة عن العشرين. يجب أن يكون اختيار النباتات التى يتم فحصها عشوائياً أثناء السير فى الحقل بشكل "زجاج"، ويفضل أن يحدد - مسبقاً - قبل السير - النباتات التى تُختار للفحص على اعتبار أنها تلك التى ينتهى عندها عدد محدد - سلفاً - من الخطوات. وبالنسبة لعينات فحص الإصابة بالمن الذى ينقل هذا الفيروس.. تُختار الوريقات عشوائياً من الثلثين العلويين للنمو الخضرى لنبات الطماطم.

المكافحة بزراعة الأصناف المقاومة

إن أصناف الطماطم المقاومة لفيروس موزايك التبغ كثيرة، وخاصة بين أصناف الزراعات المحمية. ويجب استخدام تلك الأصناف فى الزراعة متى توفرت.

المكافحة باتباع وسائل النظافة العامة

من أمثلة تلك الوسائل، ما يلى:

١- تعقيم المشاتل وأوعية نمو النباتات، وبيئة نمو الجذور بالبخار على ١٠٠ م° لمدة ٣٠ دقيقة، ونقع أو غسيل الآلات التى تستعمل فى زراعة أو شتل الطماطم أو خدمتها فى محلول فورمالدهيد بتركيز ١٪.

٢- غسل الأيدي جيداً بالماء والصابون قبل تداول النباتات.

المكافحة بمعاملة البذور لتخليصها من الفيروس

تؤدي معاملة البذور بحامض الأيدروكلوريك بتركيز ٥٪ لمدة ٣-١٠ ساعات، مع التقليل على فترات إلى القضاء التام على جزيئات الفيروس المحمولة خارجياً على الغلاف البذري. أما جزيئات الفيروس المحمولة داخلياً - في أى نسيج غير الإندوسبرم - فيمكن التخلص منها بوضع البذور في حرارة ٧٠ م° لمدة ٣ أيام. كما أمكن تثبيط جزيئات الفيروس التي توجد في إندوسبرم البذور بمعاملتها بالتراى صوديوم أورثوفوسفيت trisodium orthophosphate، ثم بهيبو كلوريت الصوديوم sodium hypochlorite، ولم يكن لهذه المعاملة تأثير سلبي على نسبة إنبات البذور (Gooding ١٩٧٥). وقد فُقد الفيروس من بذور بعض سلالات الطماطم بعد تخزينها لعدة أشهر، إلا أنه ظل في إندوسبرم سلالات أخرى لمدة ٩ سنوات.

المكافحة باللبن (الحليب) والمواد الناشرة

أمكن منع أو تقليل العدوى الميكانيكية بفيرس موزايك الطماطم برش النباتات باللبن الحليب قبل العدوى، بينما لم يكن لهذه المعاملة تأثيراً يذكر بعد الإصابة بالفيروس. ويعتبر رش الشتلات قبل تداولها طريقة فعّالة لمنع انتشار الفيروس. ولا ينصح بغمر الشتلات في اللبن؛ لأن ذلك يؤدي إلى ذبولها وموتها.

وللحصول على أفضل النتائج من هذه المعاملة، تجب مراعاة ما يلي:

١- رش الشتلات بمسحوق لبن فرز (منزوع الدسم) مجفف يحتوى على ما لا يقل عن ٣٥٪ بروتين، بتركيز ١٠٪، حيث يؤدي ذلك إلى مكافحة انتشار الفيروسات التي تنتقل ميكانيكياً - مثل فيروس موزايك التبغ - عند تداول البادرات (Bosland & Votava ٢٠٠٠).

٢- رش المشاتل قبل التقليل بنحو ٢٤ ساعة بمعدل ١٠ لترات من الحليب الكامل الدسم أو الفرز، أو بنحو ١,٢٥ كجم من بودرة اللبن الفرز المجفف في ١٠ لترات ماء لكل ٤٠ م^٢ من المشتل، وهي مساحة تكفي لإنتاج شتلات لزراعة فدان من الحقل الدائم.

٣- تغمس الأيدي كل نحو ٢٠ دقيقة في لبن كامل أو فرز، أو في لبن محضر من ٠,٥ كجم بودرة لبن مجفف في ٤ لترات ماء. ويجرى ذلك قبل تداول النباتات لإجراء مختلف العمليات الزراعية، مثل: الشتل، والتربية، والتقليم.

وقد استخدمت المادة الناشرة Diocetyl Sodium Sulfo-Succinate، والتي يطلق عليها اسم DOS كبديل للحليب، وكانت لها نفس فاعليته في منع انتشار الفيروس، إلا أنها أدت إلى تأخير النمو والإزهار.

المكافحة بالعدوى بسلالات ضعيفة من الفيروس

تؤدي عدوى (حقن) النباتات بسلالة غير مسببة للمرض، أو بسلالة ضعيفة من الفيروس إلى جعلها مقاومة للسلالات الأكثر ضراوة إذا تعرضت للإصابة بها بعد ذلك. وتحدث في المتوسط زيادة في المحصول مقدارها حوالي ٢٥٪ عند عدوى النباتات بالسلالة الضعيفة، ثم بالسلالة القوية بالمقارنة بالمحصول الناتج عند إصابة النباتات بالسلالة القوية مباشرة.

ونذكر فيما يلي بعض الدراسات التي أجريت في هذا المجال:

- أدت عدوى شتلات الطماطم بسلالة مسببة للمرض من الفيروس قبل الشتل مباشرة إلى حماية النباتات من الإصابة بسلالة متوسطة الضراوة بعد ذلك، حيث لم يظهر فرق معنوي بين محصول النباتات التي تمت عدواها بالسلالة غير المسببة للمرض فقط، وتلك التي تمت عدواها بالسلالة غير المسببة للمرض قبل الشتل، ثم بالسلالة متوسطة الضراوة بعد الشتل. وبالمقارنة وجد أن المحصول قد زاد بنسبة ٢٠٪-٣٠٪ عند العدوى بالسلالة غير المسببة للمرض، ثم بالسلالة المتوسطة الضراوة، بالمقارنة بالمحصول الناتج عند العدوى بالسلالة المسببة للمرض مباشرة (Valsov وآخرون ١٩٧٤).

- في دراسة مماثلة أدت العدوى بسلالة من الفيروس غير مسببة للمرض إلى حماية النباتات من الإصابة بسلالة مسببة للمرض. وبينما لم تؤثر العدوى بالسلالة غير المسببة للمرض على المحصول، فإن العدوى بالسلالة المسببة للمرض فقط أنقصت المحصول

بمقدار ٢٧٪. وبالمقارنة ازداد المحصول بمقدار ٣٠٪ عند العدوى بالسلالة غير المسببة للمرض، ثم بالسلالة المسببة للمرض بالمقارنة بالمحصول عند العدوى بالسلالة المسببة للمرض فقط (Vanderveken & Coutisse ١٩٧٥).

• كذلك قام Ahoonmanesh & Shalla (١٩٨١) بعدوى نباتات طماطم فى طور الأوراق الفلقية بسلالة ضعيفة من الفيروس، ثم أجريت العدوى بسلالة شديدة الضراوة بعد ١٦ يوماً. وقد تساوت النباتات التى تمت عدوها بهذه الطريقة مع النباتات التى تمت عدوها بالسلالة الضعيفة فقط. كما ازداد محصول الثمار كبيرة الحجم بمقدار ١٠٪ عند العدوى بالسلالة الضعيفة، ثم بالسلالة القوية بالمقارنة بالمحصول عند العدوى بالسلالة القوية مباشرة.

• يفضل إجراء الحقن الوقائى بالسلالة الضعيفة يدوياً، حيث تعطى إصابة بنسبة ٩٦٪-١٠٠٪. وتتوفر الحماية ضد الإصابة بالسلالات القوية من الفيروس بعد نحو ٨ أيام من حقنها بالسلالة الضعيفة (Mossop & Procter ١٩٧٥).

• على الرغم من أن Holmes كان أول من اقترح هذه الطريقة فى مكافحة الفيروسات عام ١٩٣٤ إلا أن Rast كان أول من أثبت نجاحها على نطاق واسع، وكان ذلك فى هولندا عام ١٩٧٢. ومنذ ذلك الحين استخدمت سلالة Rast الضعيفة من فيروس موزايك الطماطم، وسلالات أخرى على نطاق تجارى فى الولايات المتحدة، وكندا، والدانمرك، وفرنسا، وهولندا، وإنجلترا، واليابان.

ولتحقيق أفضل النتائج.. ينصح بعدوى الأوراق الفلقية للطماطم بمعلق نقى من سلالة ضعيفة من الفيروس قبل الشتل. تُظهر هذه النباتات عادة نقصاً قليلاً فى النمو بعد العدوى بفترة قصيرة، لكن نادراً ما تظهر عليها أية أعراض أخرى بعد ذلك، وتبقى خالية من الأعراض حتى إذا تعرضت للإصابة بسلالة شديدة الضراوة من الفيروس. وتؤدى هذه المعاملة إلى زيادة محصول الثمار بنحو ٥٠٪-٧٠٪ بالمقارنة بمحصول

النباتات التي تترك معرضة للإصابة بالسلالات القوية دون حمايتها بسلالة ضعيفة، كما تزيد فيها نسبة ثمار الدرجة الأولى، وتتشابه في هذا الشأن مع النباتات المقاومة للفيروس.

ومن أهم عيوب هذه الطريقة في مكافحة الفيروس: وجود الفيروس في جميع النباتات بأعداد فلكية؛ مما يزيد من فرصة ظهور طفرات جديدة قد تكون أشد ضراوة من السلالات المعروفة من الفيروس. ومع أن هذه الطفرات لا تؤثر على النباتات التي تتكون فيها، إلا أنها تتكاثر وتزداد فرصتها للظهور في المواسم التالية. كما أن لهذه الطريقة أخطارها الجسيمة عند تعرض نباتات الطماطم للإصابة بفيروس X البطاطس (PVX)، حيث تصاب النباتات حينئذٍ بمرض تخطيط الطماطم المزدوج؛ وبذلك تصبح النباتات عديمة القيمة الاقتصادية.

فيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطم

رغم إصابة هذا الفيروس لعدد محدود من محاصيل الخضر، منها الفاصوليا على سبيل المثال، فإنه لا يعد خطيراً إلا على الطماطم.

ولمكافحة فيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطم يتعين منع تغذية حشرة الذبابة البيضاء الحاملة للفيروس على نباتات الطماطم بكل السبل الممكنة، مع مكافحة الذبابة ذاتها والحد من تكاثرها؛ لتجنب انتشار الفيروس بصورة وبائية في حقول الطماطم.

وبينما يكون من السهل - نسبياً - مكافحة الذبابة البيضاء كآفة حشرية، والحد من أضرار تغذيتها المباشرة على النباتات.. فإن مكافحتها كناقل للفيروس Virus Vector يعد أمراً أكثر صعوبة؛ حيث تكفي تغذية ثلاث حشرات فقط حاملة للفيروس على نبات الطماطم لإصابته بالفيروس.

ونظراً للعلاقة الوثيقة بين مكافحة فيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطم ومكافحة حشرة الذبابة البيضاء، فإن تناولنا للموضوع في هذا المقام يتضمن مختلف طرق المكافحة المتكاملة لكليهما.

المكافحة بزراعة الأصناف المقاومة

تعتمد استراتيجية مكافحة فيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطم فى الطماطم على استخدام الأصناف المقاومة فى الزراعة، مع استعمال الشباك المانعة لوصول الحشرات الناقلة للفيروس إلى النباتات (Holt وآخرين ١٩٩٩).

ولقد أنتج منذ أواخر الثمانينيات وإلى الآن ما لا يقل عن خمسين هجيناً من الطماطم التى تتحمل الإصابة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم. وجميع هذه الهجن تصاب بالفيروس، ويلزم معها مكافحة الذبابة البيضاء، إلا أن أعراض الإصابة التى تظهر عليها لا تكون بنفس الشدة التى تظهر بها على أصناف الطماطم الأخرى، ولا يتأثر محصولها كثيراً بالإصابة، كما يكفى معها لمكافحة الذبابة البيضاء نحو ١/ عدد مرات الرش بالمبيدات التى تعطى للأصناف الأخرى.

المكافحة بتخير مواعيد الزراعة المناسبة

تقلت شتلات الطماطم - التى تزرع بذورها خلال شهر يناير - من الإصابة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم؛ نظراً لعدم تواجد الذبابة البيضاء فى الحقول المكشوفة خلال تلك الفترة، ولكنها قد تتواجد فى البيوت المحمية. كما أن زراعات الطماطم فى العروات الصيفية المتأخرة والخريفية تتعرض للإصابة الشديدة بهذا الفيروس؛ بسبب ازدياد أعداد الذبابة البيضاء كثيراً؛ ابتداءً من شهر يونية حتى سبتمبر. وفى المقابل.. تزيد أسعار الطماطم المنتجة فى تلك العروات - كثيراً - عن أسعار محصول العروة الصيفية المبكرة؛ الأمر الذى يجعل اتباع هذه الوسيلة فى المكافحة أمراً غير عملى.

المكافحة بزراعة العوائل المفضلة للحشرة بين خطوط الطماطم

وجد (Al-Musa ١٩٨٢) فى الأردن أن زراعة الخيار، أو الباذنجان، أو الذرة بين خطوط الطماطم قبل الشتل بشهر أدى إلى خفض معدل الإصابة بالمرض فى الطماطم، وذلك لأن الحشرة فضلت هذه العوائل على الطماطم، وكان الخيار أكثرها جاذبية للحشرة. كما أوصى Yassin (١٩٨٣) باتباع هذه الطريقة فى مكافحة المرض فى السودان.

وفى كوستاريكا نجح استعمال الفاصوليا كمحصول صائد للحشرة - بين خطوط الطماطم - فى خفض أعداد الذبابة على نباتات الطماطم (Peralta & Hilje ١٩٩٣). وتزداد فاعلية هذه الطريقة عند رش النباتات الصائدة للحشرة بالمبيدات الجهازية التى تعمل على قتل الحشرات التى تحط عليها أولاً بأول.

المكافحة باستعمال قش الأرز كغطاء للتربة لجذب الحشرات

أدى استعمال قش الأرز كغطاء للتربة وقت زراعة البذور إلى تأخير انتشار الإصابة بفيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطم فى حقول الطماطم لمدة ٣ أسابيع، وصاحب ذلك نقص أعداد حشرة الذبابة البيضاء الناقلة للفيروس فى الحقل، وكانت الحشرة تنجذب نحو القش بسبب لونه الأصفر، ثم تموت بسبب حرارته العالية. وقد انخفضت فاعلية القش بعد ثلاثة أسابيع من فرشها على سطح التربة، وصاحب ذلك تحوله إلى اللون الرمادى (Cohen وآخرون ١٩٧٤).

المكافحة بتثبيت لوحات وشرائط صفراء جاذبة للحشرات

تنجذب بعض الحشرات - بقوة - إلى اللون الأصفر الذى يعكس الأشعة التى تتراوح أطوال موجاتها بين ٥٠٠ و ٧٠٠ نانومتر (مللى ميكرون)، ومن امثلتهما حشرتا المنّ والذبابة البيضاء.

تتوفر الشرائط اللاصقة بعرض ٥ سم، وبطول ٦٠٠م، وهى تصنع من البوليثلين، وتكون ذات لون أصفر زاهٍ، ومغطاة بمادة لزجة تلتصق بها الحشرات بعد أن تنجذب إلى اللون الأصفر. يحتاج الفدان إلى نحو ١٨٠٠ متر طولى من الشريط، ويكفى نحو لتر من المادة اللاصقة لدهان ١٠٠ متر من الشريط.

أما اللوحات اللاصقة فإنها تتوفر بأبعاد ١٥ × ٣٠ سم، وهى عبارة عن شرائح من البلاستيك الأصفر الزاهى، وتغطى من الوجهين بمادة لاصقة. وتثبت هذه اللوحات عند مستوى النباتات.

تجذب الشرائط واللوحات اللاصقة الحشرات الصغيرة (مثل المنّ، والذبابة البيضاء، والتربس، وصانعات الأنفاق) بسبب لونها الأصفر، ثم تلتصق بها. ولذا.. فهي تعد وسيلة فعّالة لمكافحة الحشرات الناقلة للفيروسات.

وفي الزراعات المحمية توضع اللوحات أو الشرائط اللاصقة في مواجهة وسائد التبريد، أو فتحات التهوية للتخلص من حشرة الذبابة البيضاء التي تتسرب إلى داخل البيت. ويؤدى استعمال هذه الشرائط إلى زيادة فاعلية المبيدات في مكافحة الذبابة البيضاء (Rui & Zheng ١٩٩٠).

ومن عيوب استعمال شرائح البولييثيلين الصفراء اللاصقة في الحقول المكشوفة تعرضها للتمزق بفعل الرياح، كما أن كفاءتها تقل تدريجياً، بسبب التصاق الغبار وحببيبات الرمل - التي تحملها الرياح - بها (عن Palti ١٩٨١).

المكافحة باستعمال أغذية للبيوت البلاستيكية من الفينيل الممتص للأشعة فوق البنفسجية UV-Absorbing

يؤدى ذلك إلى انخفاض أعداد الذبابة البيضاء على نباتات الطماطم، مقارنة بالأعداد التي تتواجد في حالة البيوت المغطاة بسرائح الفينيل العادية (Shimada ١٩٩٤).

المكافحة باستعمال أغذية التربة البلاستيكية الصفراء الجاذبة للحشرات

يفيد استخدام البلاستيك (البولييثيلين) الأصفر - كغطاء للتربة في حالة الطماطم - في خفض معدلات الإصابة المبكرة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم، لأنه يجذب إليه حشرة الذبابة البيضاء الناقلة للفيروس؛ مما يؤدى إلى موتها بفعل ملامستها للبلاستيك الساخن (عن Cohen & Melamed-Madjar ١٩٧٨).

وقد وجد أن استعمال الأغذية البلاستيكية الصفراء للتربة مع الرش اليومي لنباتات الطماطم بمبيد Smash أدى إلى خفض الإصابة بالفيرس في صنف الطماطم TY20 إلى

٢,٢٪ (فى وادى الأردن الذى تكون الإصابة فيه بالفيرس عالية للغاية فى العروة الخريفية)، مقارنة بنحو ٤٥٪ باستعمال بلاستيك شفاف مع الرش أسبوعياً بالمبيد (عن Zamir وآخرين ١٩٩١).

كذلك أدى استعمال أغطية التربة البلاستيكية الصفراء إلى نقص أعداد الذبابة البيضاء وتأخير الإصابة بفيرس تبرقش الطماطم Tomato Mottle Virus – الذى تنقله الذبابة البيضاء – فى ولاية فلوريدا الأمريكية، وذلك مقارنة باستعمال أغطية التربة البلاستيكية الزرقاء، والبرتقالية، والحمراء، والفضية، والبيضاء (Csizinsky وآخرون ١٩٩٥).

المكافحة باستعمال أغطية التربة البلاستيكية العاكسة للضوء والطاردة للحشرات

تستعمل لهذا الغرض أغطية بلاستيكية (أغطية بوليثلين) تكون فضية اللون من سطحها العلوى لطرد الحشرات، وسوداء من سطحها السفلى لمنع نمو الحشائش. تثبت هذه الأغطية على سطح التربة قبل الزراعة لتحقيق عدة أهداف، ولكن ما يهمنى فى هذا المقام أنها تعمل على طرد الحشرات؛ بسبب انعكاس الأشعة فوق البنفسجية من عليها؛ الأمر الذى يحدث ارتباكاً لبعض الحشرات (مثل: المن، والتربس، والذبابة البيضاء، وصانعات الأنفاق) عندما تحاول أن تحط على النباتات؛ وبذا.. فهى تفيد فى مكافحة الحشرات ذاتها، وفى الحد من انتشار الأمراض الفيروسية التى تنقلها تلك الحشرات.

المكافحة باستعمال الأغطية الطافية للنباتات لمنع وصول الحشرات

إليها

تستعمل الأغطية الطافية للنباتات Floating Plant Covers (مثل غطاء أجريل Agryl P17 ١٧) لتحقيق عدة أهداف، ولكن ما يهمنى فى هذا المقام هو منع الأغطية وصول الحشرات الناقلة للفيروسات إلى النباتات.

وهذه الأغشية غير منسوجة، وتصنع أما من البوليسترين، وإما من البولي بروبيلين، وهى خفيفة الوزن؛ حيث لا يزيد وزنها على ١٧ جم لكل متر مربع، وتسمح بنفاذ الماء والهواء، ونحو ٩٠٪-٩٥٪ من الضوء الساقط عليها.

توضع هذه الأغشية إما على النباتات مباشرة، وإما على أقواس سلكية متباعدة تثبت على خطوط الزراعة. والطريقة الثانية هى المفضلة، ويلزم معها تغليف الأقواس السلكية بخراطيم رى بالتنقيط مستهلكة للمحافظة على الغطاء من التمزق.

وقد قامت شركات محلية بتصنيع أغشية قماشية منسوجة ذات فتحات ضيقة جداً غير منفذة لحشرة الذبابة البيضاء. هذه الأغشية منفذة للضوء بنسبة عالية، ولكنها تعطى بعض التظليل، وهذا أمر مرغوب فيه فى ظروف الحرارة العالية صيفاً. وتتميز هذه الأغشية - وهى معاملة ضد الأشعة فوق البنفسجية - بأنها أكثر قدرة على التحمل - بكثير - عن أعطية الأجريل، بحيث يمكن استعمالها لأكثر من موسم زراعى. وهى تثبت على أقواس سلكية فوق خطوط الزراعة كما هى الحال فى الأنفاق البلاستيكية. وتعتبر هذه الأنفاق ذاتية التهوية.

وأكثر استعمالات أغشية النباتات بمختلف أنواعها - هو فى حماية المشاتل من الإصابات الفيروسية، بمنع وصول الذبابة البيضاء - وغيرها من الحشرات الناقلة للفيروسات - إلى البادرات الصغيرة.

وقد استعملت الأغشية الطافية فى الزراعات الحقلية لوقاية النباتات من جميع الأمراض الفيروسية التى تنقلها الحشرات؛ فهى - مثلاً - تستخدم بصورة تجارية لحماية الطماطم من فيروس تجعد واصفرار الأوراق فى منطقة الشرق الأوسط، وفى حماية الكوسة من فيروسى تجعد أوراق الكوسة واصفرار الخس المعدى فى كاليفورنيا، وفى حماية الباذنجانيات من فيروس Y البطاطس فى أوريجون، وفى حماية الخس من فيروس موزايك الخس فى أوروبا.

المكافحة بالزيوت المعدنية

ظهر اتجاه نحو استخدام الزيوت المعدنية منفردة، أو مخلوطة مع المبيدات الحشرية فى مكافحة حشرة الذبابة البيضاء. وخفض فعاليتها فى نقل الفيروس. وقد استخدمت الزيوت المعدنية فى الهند، وثبتت فعاليتها فى السودان (Yassin 1983). وفى الأردن.. أدى رش نباتات الطماطم بمخلوط أى من الزيوت المعدنية HI-PAR، أو Sunoco مع أى من المبيدات الحشرية Permethrin، أو Methidathion، أو Pirmiphos-Methyl إلى قتل الحشرات البالغة، ومنعها من إصابة نباتات الطماطم المعاملة، وزيادة محصول الطماطم بنسبة ١٨٨٪ إلى ٣٢٩٪ مقارنة بمحصول النباتات غير المعاملة (Sharaf and Allawi 1981).

كذلك أفاد الرش بزيت فولك ١٠٠ (Volk 100 Neutral) فى خفض أعداد الأفراد البالغة من الذبابة البيضاء على الطماطم المعاملة، مقارنة بنباتات معاملة الشاهد (Peralta & Hilje 1993).

المكافحة بالمنظفات الصناعية

أوضحت دراسات Vavrina وآخرون (1995) أن المنظفات الصناعية المنزلية السائلة Liquid Household Detergents كانت أكثر سمية لحوريات الذبابة البيضاء - تحت ظروف المختبر - من تحضيرات الصابون التجارية المستخدمة كمبيدات حشرية Commercial Insecticidal Soap وقد استخدم فى هذه الدراسة المنظف الصناعى sodium dodecyl benzene sulphonate الذى يحتوى على ٢٦٪ sodium laurylether sulphate و مقارنة بالمبيد الحشرى الصابونى M-Pede الذى يحتوى على ٤٩٪ ملح بوتاسيوم لحمض دهنى طبيعى. ووجد أن المعاملة بالمنظف الصناعى أسبوعياً بتركيز ٢٥،٠٪ - ٥٠،٠٪ - بداية من بعد الشتل بأسبوعين - لم يكن لها أية تأثيرات سلبية على النمو الخضرى لنباتات الطماطم أو المحصول.

المكافحة بالمضادات الحيوية للذبابة البيضاء

أظهرت دراسات Costa وآخرون (١٩٩٣) إمكانية استخدام المضادات الحيوية — مثل Oxytetracycline hydrochloride — في إضعاف نمو الحشرة وتكاثرها، وإضعاف نمو نسلها. وقد أثر هذا المضاد الحيوى على كائنات دقيقة تعيش في أجساد الحشرة الكاملة وحوارياتها؛ وهى كائنات يعتقد فى أنها تعيش معيشة تعاونية مع الحشرة وتتبادل معها المنفعة. وقد أوضحت هذه الدراسة أن معاملة إناث الحشرة بالمضاد الحيوى قلل من قدرة نسلها على إحداث أعراض التلون الفضى فى الكوسة.

المكافحة الحيوية للذبابة البيضاء

للذبابة البيضاء أعداد طبيعية؛ منها بعض أنواع الزنابير؛ مثل: *Encarsia formosa*، و *Eretmoceris haldmani*. تضع إناث هذه الزنابير بيضها على يرقات وحواريات الذبابة البيضاء؛ لتتغذى اليرقات التى تفقس من البيض على سوائل جسم هذه الأطوار من الحشرة وتقضى عليها.

وفى ألمانيا يتوفر على نطاق تجارى النوع *Eretmoceris californicus* لمكافحة الذبابة البيضاء (Albert & Schneller ١٩٩٤)، وفى إيطاليا نجح النوع المحلى *Encarsia pergandiella* فى مكافحة الذبابة البيضاء *T. vaporariorum* فى البيوت المحمية (Giorgini & Viggiani ١٩٩٤).

وفى مصر.. قام Abdel-Gawad وآخرون (١٩٩٠) بحصر الأعداء الطبيعية للذبابة البيضاء تحت ظروف الحقل المكشوف؛ حيث كانت كما يلى:

العدو الطبيعي	الطور الحشرى الذى يتطفل عليه	موسم ازدياد التطفل
<i>Euseius gassipi</i>	الأطوار غير تامة النمو	أغسطس وسبتمبر
<i>Coccinella undecimpunctata</i>	الأطوار غير تامة النمو	مايو وسبتمبر
<i>Chrysoperla carnea</i>	العذارى خاصة	متأخراً خلال العام
<i>Aphidoletes aphidimyza</i>	العذارى	يولية إلى أكتوبر
<i>Eretmoceris mundus</i>	شوهدت تخرج من اليرقات والعذارى	
<i>Encarsia lutea</i>	شوهدت تخرج من اليرقات والعذارى	

لوحظ وهو يصيب الحشرة

فطر (لم يُعرف)

وقد قدر الباحثون أن هذه الأعداء الطبيعية تتسبب في موت نحو ٨٠٪ من أعداد الذبابة البيضاء في الظروف الطبيعية.

كما قام هؤلاء الباحثون أنفسهم (Shalaby وآخرون ١٩٩٠) بدراسة دور الحشرتين الأخيرتين (*Eretmocerus mundus*، و *Encarsia lutea*) في مكافحة الحيوية للذبابة البيضاء؛ حيث تبين وجود ارتباط إيجابي بين كثافة الذبابة وأعداد المتطفلات. وكان التطفل على أشده قبل حصاد المحاصيل الصيفية (مثل الطماطم والقرعيات) بفترة تتراوح بين شهر واحد وشهرين، حيث كانت *Encarsia lutea* أكثر تواجدًا، وفي بداية موسم النمو في المحاصيل الشتوية (مثل البسلة والفول الرومي)؛ حيث كانت *Eretmocerus mundus* أكثر تواجدًا.

ويستدل من دراسات Matsui (١٩٩٥) أن الطفيل *Encarsia formosa* كان فعالاً — كذلك — في مكافحة ذبابة أوراق الكوسة الفضية *Bemisia argentifolii*.

المكافحة بالإيوجينول

أدى رش نباتات الطماطم النامية في صوبة محمية بالإيوجينول eugenol إلى خفض شدة إصابتها بفيرس اصفرار وتجعد أوراق الطماطم جهازيًا. ولقد حثت المعاملة بالإيوجينول تراكم فوق أكسيد الأيدروجين H_2O_2 في نباتات الطماطم وازداد جوهريًا نشاط الإنزيمات: peroxidase، و polyphenol oxidase، و phenylalanine ammonia lyase، مقارنة بالوضع في نباتات الكنتروول. كذلك لوحظت زيادة في مستويات حامض السيليسيك والبروتينات ذات العلاقة بالنشاط المرضي-pathogenesis-related proteins، التي تُعد علامة جزيئية على حدوث مقاومة جهازية مكتسبة (Wang & Fan ٢٠١٤).

فيروسات: ذبول الطماطم المتبقع، وموزايك الخيار، وإكس البطاطس، وواى البطاطس

المكافحة بأغطية التربة العاكسة للضوء

تعمل أغطية التربة البلاستيكية العاكسة للضوء — مثل الأغطية الألومنيومية — على طرد

التربس الناقل للفيروس وبعض الحشرات الأخرى؛ بسبب انعكاس الأشعة فوق البنفسجية عليها؛ الأمر الذى يحدث ارتباطاً لبعض الحشرات عندما تحاول أن تحط على النباتات.

فمثلاً.. أدى استعمال غطاء بلاستيكي ذو سطح ألومنيومي (فضي) إلى خفض أعداد حشرة التربس بنسبة ٦٨٪، ونقص نسبة الإصابة بفيروس ذبول الطماطم المتبقع بنسبة ٦٤٪ (Greenough وآخرون ١٩٩٠). كذلك وجد Brown & Brown (١٩٩٢) - في ولاية ألاباما الأمريكية - أن حشرة التربس كانت أقل تواجداً على نباتات الطماطم التي استعمل في إنتاجها غطاء بلاستيكي أسود، أو بلاستيكي بلون الألومنيوم، مقارنة باستعمال غطاء بلاستيكي أبيض. كما وجد Csizinsky وآخرون (١٩٩٥) أن حشرة التربس كانت أقل تواجداً على نباتات الطماطم التي استعمل في إنتاجها غطاء بلاستيكي ألومنيومي، مقارنة باستعمال غطاء بلاستيكي أزرق، أو برتقالي، أو أحمر، أو أصفر.

وقد وجد Kring & Schuster (١٩٩٢) أن الأغشية البلاستيكية المطلية بلون ألومنيومي كانت لها نفس فاعلية الأغشية البلاستيكية الألومنيومية في خفض أعداد حشرة التربس في حقول الطماطم، وكان كلاهما أفضل من الزراعة بدون غطاء بلاستيكي.

أدت تغطية نباتات الطماطم بغطاء من البروبولين (Ortoclima Base UV17 زنة ١٧ جم/م^٢) لمدة ٥٥ يوماً (من اليوم الثلاثين إلى اليوم الخامس والثمانين من دورة النمو) إلى إحداث خفض جوهري في الإصابة النباتية بكل من فيروس موزايك الخيار الذى ينقله المن، وفيروس ذبول الطماطم المتبقع الذى ينقله التربس؛ وانخفضت نسبة الثمار المتأثرة بالفيروسين، دون أى تأثير على جودة الثمار، بل إن الجودة تحسنت في بعض الحالات (Pentangelo وآخرون ١٩٩٩).

فيروس إكس البطاطس

المكافحة بحامض السلسليك

أحدث رش نباتات الطماطم بحامض السلسليك زيادة في التعبير الجيني لكل من الإنزيمين β -1,3-glucanase، و phenylalanine ammonia lyase، وزيادة في تركيز

المركبات المضادة للأكسدة بعد سبعة أيام من المعاملة، كما أدت المعاملة إلى تأخير ظهور فيروس إكس البطاطس في الأوراق غير المحقونة بالفيروس من نباتات الطماطم المحقونة ميكانيكياً، وحفزت البناء الضوئي في النباتات المصابة بالفيروس (Falcioni وآخرون ٢٠١٤).

الهالوك

المكافحة بالتطعيم

يُعد الهالوك *Phelipanche aegyptiaca* (سابقاً: *Orobanche aegyptiaca*)، و *P. ramosa* من آفات الطماطم الهامة، وقد أفاد استعمال الأصول المقاومة — كثيراً — في الحد من إصابة الطماطم، إلا أن استعمال تلك الأصول لم ينتشر على النطاق التجارى بعد (Louws وآخرون ٢٠١٠).

الفصل العاشر

الفلفل والباذنجان

نتعامل في هذا الفصل مع أمراض الفلفل والباذنجان معاً، وعلى الرغم من أن معظم المناقشة تدور حول أمراض الفلفل، فإن بعض أمراض الباذنجان — مثل ذبول فيرتسيليم — تسود فيها المناقشة حول الباذنجان.

وكما في محاصيل الخضر الأخرى.. فإن المقاومة الجهازية المكتسبة تلعب دوراً هاماً في مكافحة، ويُعد Choi & Hwang (٢٠١١) مرجعاً في المقاومة الجهازية المكتسبة في الفلفل؛ كتلك التي يستحثها حامض السلسليك، وال DL-β-amino-n-butyric acid، وال benzothiadiazols، والسلالات غير المرصّة من مسببات الأمراض.

وقد وجد أن نباتات الفلفل المعاملة بالمبيدات حدث فيها انخفاض سريع في شدة الإصابة المرضية بعد معاملتها بحامض الجاسمونك، وأن تأثير المعاملة بالحامض كان بطيئاً في البداية، وازدادت فاعليته مع الوقت. كذلك وجد أن حامض الجاسمونك كان أكثر فاعلية عن حامض السلسليك في خفض شدة الإصابة وزيادة المحصول (Awang وآخرون ٢٠١٣).

الذبول الفيوزارى

المكافحة بالتطعيم

يسبب الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *redolens* مرض الذبول الفيوزارى في الفلفل. وعلى الرغم من توفر المقاومة في بعض الهجن الجنسية إلا أنها لم تكن متوافقة كأصول مع الفلفل. هذا.. بينما وجدت المقاومة في بعض سلالات الفلفل، وأمكن استخدامها كأصول متوافقة مع المحصول.

أما مقاومة الذبول الفيوزارى في الباذنجان، الذى يسببه الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* فإنها تتوفر في الأصل *Solanum torvum* المتوافق مع الباذنجان.

كذلك يُعد أصل الباذنجان *S. torvum* مقاومًا للسلالة 1 من *V. dahliae* ومتوسط المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور، كما تُعد السلالتان EG195، و EG203 من *S. melongena* مقاومتين لكل من السلالات 0، 1، 2 من فطر الذبول الفيوزاري ونيماتودا تعقد الجذور ومتوسطتا المقاومة للفطر (*Sclerotium rolfsii* Louwes) وآخرون (٢٠١٠).

ذبول فيرتسيليم

المكافحة بالتطعيم

يؤدي تطعيم الباذنجان على أصل من الطماطم المقاومة للفطر *Verticillium dahliae* مسبب مرض ذبول فيرتسيليم إلى تثبيط الإصابة بالفطر (Liu وآخرون ٢٠٠٩). وقد أفاد تطعيم الباذنجان على الهجين النوعي Brigeor (وهو هجين نوعي بين الطماطم وأحد أنواعها البرية) في خفض الإصابة بالذبول إلى ٢٠٪ فقط، مقارنة بإصابة ٩٦٪ في نباتات الكنترول غير المطعومة. ويشيع استخدام *Solanum torvum* كأصل للباذنجان، حيث يُستخدم في اليابان - على سبيل المثال - في ٥٠٪ من المساحة المزروعة بالمحصول. يُوفر هذا الأصل مقاومة أفضل لنيماتودا تعقد الجذور. وعلى الرغم من أن *S. torvam* لا يوفر مستوى عالٍ من المقاومة لذبول فيرتسيليم، فإن محصول الثمار يكون عاليًا ويمثل محصول النباتات التي تزرع في تربة معاملة بيروميد الميثايل، كما أنه يوفر مقاومة ومحصولاً أعلى مما يوفره الأصل *S. sisymbriifolium*. لكن يُعاب على *S. torvum* أنه قد يصبح حشيشة خبيثة (Louws وآخرون ٢٠١٠).

المكافحة المزدوجة بكل من الترايكودرما والدازوميت

كانت المعاملة المزدوجة للتربة بكل الـ دازوميت *dazomet* والترايكودرما *Trichoderma asperellum* بديلاً كفوًا لبروميد الميثايل لأجل مكافحة فطريات التربة المرضية (*Colletotrichum coccodes*، و *Fusarium spp.*، و *Verticillium dahliae*) في الفلفل (Slusarski & Pietry ٢٠٠٩).

المكافحة بسلاطات فيوزارييم غير ممرضة

أدت معاملة الفلفل بالسلاطة غير الممرضة Fo47 من *Fusarium oxysporum* إلى حمايتها من الإصابة بكل من الفطر *Verticillium dahliae* – مسبب مرض ذبول فيرتسيليم – والفطر *Phytophthora capsici*، مسبب مرضى عفن الجذور الفيتوفثورى ولفحة فيتوفثورا، وذلك بحثها تعبير ثلاثة من جينات الدفاع، وهى تلك التى تشفر لتمثيل الـ PR-1 protein (وهو: CABPR1)، و class II chitenase (وهو: CACHI2)، وأحد الـ sesquiterpene cyclase (وهو: CASC1). تشترك هذه الجينات فى تمثيل الكابسيدول capsidiol وهو فيتوألكسين (phytoalexin) (Veloso & Diaz 2012).

المكافحة بالديدان الأرضية

وجد أن توفير الظروف التى تعمل على زيادة أعداد الديدان الأرضية فى التربة تفيد فى تثبيط الإصابة بذبول فيرتسيليم فى الباذنجان (Elmer & Ferrandino 2009).

عفن الجذور الرايزكتونى واللفحة الجنوبية

المكافحة ببكتيريا المحيط الجذرى

حَفَزَت معاملة الفلفل بالسلاطة CA32 من البكتيريا *Bacillus subtilis* مع أى من السلالتين CA05 أو CA28 من *Pseudomonas putida* من كفاءة مكافحة الفطرين *Rhizoctonia solani*، و *Sclerotium rolfsii* تحت ظروف الصوبة، وذلك مقارنة بمستوى المكافحة عندما كانت المعاملة بأى من النوعين البكتيرين منفرداً (Abeyasinghe 2009).

عفن التاج والجذر الفيتوفثورى

المكافحة بالتطعيم

يسبب الفطر *Phytophthora capsici* مرض عفن التاج والجذر الفيتوفثورى فى الفلفل والطماطم، وهو مرض خطير يمكن مكافحته بالتطعيم. ولقد وجد مستوى مقبولاً من المقاومة للمرض فى إحدى سلالات الفلفل، فضلاً عن تحملها لنيماتودا تعقد الجذور

Meloidogyne incognita. كذلك أمكن التعرف على مستويات أعلى من المقاومة للفطر *P. capsici* في عدد من سلالات الفلفل التي كانت متوافقة كأصول، والتي أدت بعض توافقاتها مع أصناف الفلفل (في التطعيم) إلى زيادة المحصول. كما أمكن التوصل إلى أصول من الفلفل الحار كانت متوافقة مع الفلفل الحلو، فضلاً عن تحملها للمرض، وبكتيريا الذبول، وغمر المياه flooding، وحرارة التربة العالية.

عُرِفَت كذلك بعض الهجن النوعية التي استخدمت كأصول للطماطم، والتي وفرت - مع تبخير التربة - قدرة على تحمل المرض (Louws وآخرون ٢٠١٠).

وقد حقق تطعيم الفلفل على الأصول الجذرية: الهجين Tecnico، و Robusto، و Capsifort، و Terrano مكافحة للفحة فيتوفثورا - التي يسببها الفطر *P. capsici* بنسب تراوحت بين ٥٥٪، و ١٠٠٪ حسب الأصل والطعم المستخدمين. وأدت إضافة الكمبوست مع التطعيم إلى زيادة فاعلية التطعيم في مكافحة المرض (Gildardi وآخرون ٢٠١٣).

كذلك وجدت المقاومة للفطر *Phytophthora capsici* في عدد من سلالات وأصناف الباندنجان، وكان أكبرها مقاومة السلالتين: EG195، و EG203. وقد أوصى باختبارهما لمقاومة بعض فطريات التربة الأخرى، وتقييم مدى صلاحيتهما كأصول للطماطم والفلفل والباندنجان لتلك الفطريات (Foster وآخرون ٢٠١٣).

المكافحة البيولوجية بالبكتيريا

أحدثت المعاملة بالسلالة CA32r من البكتيريا *Bacillus subtilis* خفضاً جوهرياً في إصابة الفلفل بعفن الجذر والرقبة الذي يسببه الفطر *Sclerotium rolfsii*. وكانت أفضل طريقة للمعاملة بالبكتيريا بتلقيح جذور الشتلات والتربة معاً، حيث أفاد ذلك في حماية جذع الشتلات من الإصابة، وقللت من تواجد الفطر في التربة (Abeyasinghe ٢٠٠٩).

وقد أمكن عزل مجموعة من سلالات المحيط الجذري البكتيرية (أعطيت الأسماء الكودية: CCR04، و CCR80، و GSE09، و ISE13، و ISE14) كانت جميعها مضادة للفحة فيتوفثورا في الفلفل، كما خفضت جميعها جوهرياً إصابة الثمار بفطر

الأنثراكنوز *Colletotrichum acutatum* فى كل من الثمار الخضراء والحمراء. وبالأخص.. حققت المعاملة بالسلاطين GSE09، و ISE14 محصولاً أعلى من الثمار وأحجاماً أكبر منها عما كان عليه الحال فى معاملة الكنترول. وقد اشتملت المركبات المتطيرة التى أنتجتها بعض هذه السلالات (مثل GSE09، و ISE13) على ١٧ مركباً، كان 2,4-di-tert-butylphenol الوحيد الذى حفز نضج الثمار وثبط نمو وتطور نمو الفطرين *C. acutatum*، و *P. capsici*. ويستفاد من هذه الدراسة إمكان الاستفادة من السلالتين GSE09، و ISE14 فى مكافحة كلاً من لفحة فيتوفثورا والأنثراكنوز فى الفلفل، وفى إسراع نضج الثمار وزيادة المحصول (Sang وآخرون ٢٠١١).

وأحدثت معاملة الفلفل بالسلالة R89 من البكتيريا *Chryseobacterium* sp. أعلى كفاءة من المكافحة البيولوجية لكل من أمراض الفلفل: الذبول البكتيرى (الذى تسببه البكتيريا *Ralstonia solanacearum*) ولفحة فيتوفثورا (التي يسببها الفطر *Phytophthora capsici*)، ونيماتودا تعقد الجذور (النيماتودا *Meloidogyne* spp.)، بلغت ٩٢٪، و ٨٢٪، و ٨٦٪، على التوالي للأمراض المنفردة، و ٨٧٪ للأمراض الثلاثة مجتمعة، وكان تأثير تلك العزلة أقوى عن تأثير المعاملة بأى من العزلتين AR 12 أو SM 21 من *Bacillus subtilis* (Liu وآخرون ٢٠١٤).

المكافحة بالترايكودرما

أحدثت المعاملة بالفطر *Trichoderma harzianum* خفضاً واضحاً فى تواجد الفطر *Phytophthora capsici* - مسبب مرض عفن الجذور فى الفلفل - مع خفض إصابة الجذور بالمرض تراوح بين ٢٤٪، و ٧٦٪، على الرغم من استمرار انخفاض النمو النباتى (الوزن الجاف) بنحو ٢١٪-٢٤٪، مقارنة بالنمو فى النباتات التى لم تتعرض للفطر الممرض. وفى غياب فطر الترايكودرما مع تواجد الفطر الممرض بلغ الانخفاض فى الوزن الجاف للنباتات حوالى ٦٠٪-٦٩٪؛ بما يعنى أن فطر الترايكودرما قلل ضرر الفطر الممرض على نباتات الفلفل (Ahmed وآخرون ١٩٩٩).

المكافحة بالمستخلص المائي للكمبوست

وجد أن المستخلص المائي للكمبوست المجهز بصورة تجارية يُفيد في مكافحة إصابات جذور الفلفل ونمواته الخضرية بالفطر *Phytophthora capsici*. وقد ثبتت تلك المستخلصات إنبات الجراثيم السابحة، واستطالة الأنابيب الجرثومية، ونمو الغزل الفطري، وحَدَّتْ من عشيرة الفطر. ويبدو أن المستخلصات تحتوى على مركب أو مركبات كيميائية ثابتة حرارياً يمكنها تثبيط إصابات الجذور والنمو الخضرية للفلفل بالفطر *P. capsici*، إضافة إلى تثبيطها غير المباشر لإصابات النمو الخضرية من خلال حثها لمقاومة جهازية توفر حماية واسعة المدى (Sang وآخرون ٢٠١٠).

المكافحة بالملاط الناتج من الهضم اللاهوائى للسبلة الحيوانية

يُعد الهضم اللاهوائى طريقة واعدة لمعاملة الكميات الضخمة من السبلة الحيوانية - التى تنتج من مزارع الإنتاج الحيوانى - لما تتميز به من كفاءة فى الحصول على الطاقة، مع الاستعمال الأكثر فائدة للملاط slurry الناتج. وقد وجد أن المعاملة بالملاط المهضوم لاهوائياً anaerobically digested slurry تثبط الفطر *Phytophthora capsici* مسبب مرض عفن الجذور الفيتوفثورى، وقللت جوهرياً من الإصابة بالمرض (Cao وآخرون ٢٠١٤).

المكافحة بالسيليكون

أحدثت إضافة السيليكون - فى صورة سيليكات الكالسيوم - إلى بيئة نمو الفلفل (١:١ مخلوط من الرمل الناعم والبيت) زيادة قدرها ٤٠٪ فى محتوى الجذور فقط (دون السيقان) من السيليكون، كما أسهمت المعاملة فى تعزيز النمو النباتى وفى خفض شدة الإصابة بلفحة فيتوفثورا التى يسببها الفطر *Phytophthora capsici* (French-Monar وآخرون ٢٠١٠).

البياض الدقيقي

المكافحة بكتيريا المحيط الجذرى والترايكودرما

دُرس دور معاملة الفلفل بكل من المبيد azoxystrobin، والبكتيريا *Pseudomonas fluorescens* في مكافحة الفطر *Colletotrichum capsici* مسبب مرض الأنثراكنوز، والفطر *Leveillula taurica* مسبب مرض البياض الدقيقي، ووُجد أنها تؤدي إلى زيادة نشاط إنزيمات الدفاع: بيروكسيديز peroxidase، وبولى فينول أوكسيديز polyphenol oxidase، وفينيل آلانين أمونيا لاييز phenylalanine ammonia lyase، وكذلك زيادة محتوى النباتات من المركبات الحاتة للدفاع (الفينولات الكلية) (Anad وآخرون ٢٠٠٩).

كذلك أحدثت المعاملة يرأشح أى من مزارع *Trichoderma viride*، أو *L. taurica*، أو *Pseudomonas fluorescens* تثبيطاً قوياً لإنبات جراثيم الكونيدية تحت ظروف الصوبة والحقل (Sudhu & Lakshmanan ٢٠٠٩).

المكافحة بالمستخلصات النباتية

أحدثت المعاملة بمستخلصات أوراق *Azadirachta indica* بتركيز ١٠٪ وأبصال *Allium sativum* (الثوم)، و *A. cepa* (البصل) بتركيز ٥٪ تثبيطاً قوياً لإنبات الجراثيم الكونيدية للفطر *Leveillula taurica* (سابقاً: *Oidiopsis taurica*) مسبب مرض البياض الدقيقي فى الفلفل تحت ظروف الصوبة والحقل (Sudha & Laakshmanan ٢٠٠٩).

المكافحة بالمركبات الفوسفورية والكبريت

كان رش النباتات بأى من الـ dipotassium hydrogen orthophosphate أو فوسفات أحادى البوتاسيوم ذا كفاءة عالية فى خفض الإصابة بالبياض الدقيقي فى الفلفل تحت ظروف الصوبة والحقل. وتسببت المعاملة بالـ dipotassium hydrogen orthophosphate زيادة جوهريّة فى كل من البروتين والفينولات الكلية ونشاط الـ phenylalanine ammonia lyase، والبولى فينول أوكسيديز والبيروكسيديز.

وقد كان الرش الورقى بالكبريت بالتبادل مع الـ *dispotassium hydrogen orthophosphate* أو مستخلص نبات *A. indica* بنفس درجة فاعلية التبادل مع الكبريت القابل للبلل (*wettable sulphur*) (Reuveni & Reuveni ١٩٩٨، و Sudha & Lakshmanan ٢٠٠٩).

البقع البكتيرية

المكافحة بالتحميل على أصناف مقاومة

أمكن خفض إصابة الفلفل بالبكتيريا *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* مسببة مرض البقع البكتيرية، وذلك بتحميل الصنف (المرغوب فيه) القابل للإصابة مع أصناف أخرى مقاومة، مع الرش بالمبيدات النحاسية، وذلك مقارنة بزراعة الصنف القابل للإصابة منفرداً (Kousik وآخرون ١٩٩٦).

نيماتودا تعقد الجذور

المكافحة بالتطعيم

أظهرت السلالة AR-96023 من *Capsicum annuum*، وعدة سلالات من *C. frutescens* مقاومة معتدلة ومقاومة عالية نسبياً - على التوالي - للنيماتودا *M. incognita*. وقد انخفضت أعداد بيض النيماتودا المنتج إلى السُدس، وازداد محصول الفلفل بمقدار الضعف عندما استخدمت السلالة AR-96023 كأصل، وكان التوافق جيداً بين الأصل والطعم (Oka وآخرون ٢٠٠٤).

ولقد أمكن التعرف على سلالات من الفلفل مقاومة لكل من السلالتين ١، ٢ من *M. incognita*، و *M. arenaria*، و *M. javanica*، ولكن ليس لأى من السلالة ٣ من *M. incognita* أو لـ *M. hapla*. تستخدم هذه السلالات بنجاح كأصول مقاومة لأصناف الفلفل التجارية. كذلك أمكن التعرف على سلالات من كل من: *C. annuum*، و *C. frutescens*، و *C. chinense*، و *C. chacoense*، و *C. baccatum* كانت متوسطة إلى عالية المقاومة للنوع *M. javanica*، لكنها كانت قابلة للإصابة بالسلالة ٢ من *M. incognita* (Louws وآخرون ٢٠١٠).

فيروس موزايك الطماطم

المكافحة بالموجات الضوئية المناسبة

ظهرت أعراض الإصابة بفيروس موزايك الطماطم على الفلفل ببطء، وكانت أقل شدة عندما كانت النباتات مزودة (في الزراعات المحمية) بلمبات كهربائية توفر لها كلا من الضوء الأزرق والأشعة فوق البنفسجية A، وتحقق ذلك باستعمال لمبات تعطي ٨٣٪ ضوء أحمر عند ٦٦٠ نانوميترًا، و١٧٪ أشعة تحت حمراء عند ٧٣٥ نانوميترًا، وذلك مقارنة بتطور أعراض الإصابة في النباتات التي نمت في وجود مصادر ضوئية تفتقر إلى كل من الضوء الأزرق (٦٦٠ نانوميترًا)، والأشعة فوق البنفسجية A (٧٣٥/٦٦٠ نانوميترًا) (Schuenger & Brown ١٩٩٧).

فيروس واي البطاطس وموزايك الخيار

المكافحة بالأغطية الطافية

يُفيد استخدام الأغطية الطافية لمصاطب الزراعة في الفلفل في حماية النباتات من الإصابة بكل من فيروس واي البطاطس، وفيروس موزايك الخيار اللذان ينقلهما المن، ولكن استعمال تلك الأغطية لا يكون مجدياً من الناحية الاقتصادية إلا في حالات الإصابة الفيروسية الشديدة (Avilla وآخرون ١٩٩٧).

الفصل الحادى عشر

البطاطس

أعفان الجذور والذبول وأمراض التربة

تتعدد - كثيرًا - أمراض الجذور والذبول والأمراض الأخرى التي تعيش مسبباتها فى التربة وتصيب البطاطس، والتي تكون إصابتها - بصفة أساسية - عن طريق التربة. كذلك تتعدد وسائل مكافحة تلك الأمراض، ومنها ما يعتمد على التحكم فى العوامل البيئية. ويمكن الإطلاع على وسائل مكافحة أمراض التربة فى البطاطس بالوسائل التي تعتمد على العوامل البيئية فى Lazarovits (٢٠١٠).

المكافحة بتشميس التربة

يفيد التعقيم بالأشعة الشمسية solarization فى خفض معدل الإصابة بمرض النقطة السوداء Black dot الذى يسببه الفطر *Colletotrichum coccodes*، على أن تستمر التغطية بالبلاستيك الشفاف لمدة ٨ أسابيع، مع ضرورة وصول الحرارة فى الخمسة سنتيمترات العلوية من التربة إلى ٥٦°م (Denner وآخرون ٢٠٠٠).

المكافحة الحيوية بالبكتيريا والفطريات والكمبوست ومستخلصاته

والدورة

أدت المعاملة بكائنات المكافحة الحيوية: العزلة GB03 من *Bacillus subtilis*، والعزلة: Rhs1A1 (الـ hypovirulent) من *Rhizoctonia solani*، وإضافات الكمبوست (من مصادر عضوية مختلفة) إلى تحسين مكافحة أمراض البطاطس التي تصيبها عن طريق التربة، وإلى تحسين إنتاجها (Larkin & Tavantzis ٢٠١٣).

كذلك أحدثت المعاملة بالطراز البيولوجى F (العزلة DF37) من البكتيريا *Pseudomonas fluorescens* خفضًا جوهريًا فى إصابة البطاطس بذبول فيرتسيليم (نسبة

حدوث المرض، وشدته، وتلون الحزم الوعائية) الذى يسببه الفطر *Verticillium dahliae* فى كل من صنفى البطاطس Russet Burbank المتوسط القابلية للإصابة، و Kennebec شديد القابلية للإصابة. وبالمقارنة.. فقد قللت المعاملة بالعزلة M1 من البكتيريا *Bacillus pumulis* من الإصابة فى الصنف Kennebec فقط (Uppal وآخرون ٢٠٠٨).

هذا.. وتنتج السلالة LBUM223 من البكتيريا *Pseudomonas sp.* مركباً يعرف بالاسم الكيميائى phenazine-1-carboxylic acid (اختصاراً: PCA أو phenazine) قادر على تثبيط نمو *Streptomyces scabies* مسبب مرض الجرب العادى فى البطاطس، وذلك فى ظروف البيئة الصناعية. كذلك أدت المعاملة بالبكتيريا إلى تقليل أعراض الإصابة بالمرض جوهرياً. وقد تبين أن البكتيريا تثبط التعبير عن الجين *txtA* فى *S. scabies*، وهو الجين المسئول عن إنتاج الـ thaxtomin A الضرورى لحدوث الإصابة؛ أى إنها تقلل من ضراوة المسبب المرضى؛ هذا على الرغم من أن المعاملة بسلالة *Pseudomonas sp.* أدت إلى زيادة تواجد *S. scabies* فى المحيط الجذرى؛ أى إنها لم توفر تضادية حيوية (Arseneault وآخرون ٢٠١٣).

وقد أدت إضافة مستخلص الكمبوست المهوى aerobic compost tea، والمعاملة بالمستخلص مع كائنات دقيقة مفيدة لحقول البطاطس إلى تقليل الإصابة بكل من: تفرح الساق، والقشف الأسود، والجرب العادى على الدرنات المنتجة بنحو ١٨٪-٣٣٪؛ وزيادة المحصول بنحو ٢٠٪-٢٣٪ عندما كانت زراعة البطاطس بعد دورة الشعير والزوان ryegrass. هذا.. بينما لم تكن أى من المعاملات فعالة عندما استمرت زراعة البطاطس بدون دورة؛ كما أن بعض الدورات كانت أكثر فاعلية عن غيرها، إضافة إلى أن المخلفات العضوية لبعض الدورات كانت أكثر كفاءة فى التأثير الإيجابى على عشائر الكائنات الدقيقة فى التربة عن المعاملة بمستخلص الكمبوست والكائنات الدقيقة المفيدة (Larkin ٢٠٠٨).

المكافحة بالمستخلصات النباتية

أدت المعاملة بمستخلص نبات Canada milkvetch إلى خفض الإصابة بذبول فيرتسيليم بنسبة ٥٥٪-٨٤٪، مقارنة بالذبول في نباتات الكنترول، سواء أجريت المعاملة بإضافة المستخلص النباتي إلى التربة، أم عوملت به درنات التقاوى (Uppal وآخرون ٢٠٠٨).

المكافحة بالفوسفيت

تُفيد معاملة تقاوى البطاطس ونمواتها الخضرية بفوسفيت البوتاسيوم potassium phosphite (وهو ملح البوتاسيوم لحمض الفوسفورس phosphorous acid) في حث تكوين استجابات دفاعية في نسيجى بيريدرم الدرنات المتكونة وقشرتها، تكون مصاحبة بتغيرات تركيبية وبيوكيميائية (Olivieri وآخرون ٢٠١٢).

إن الفوسفيتات phosphates هي أملاح معدنية لحمض الفوسفورس phosphorous acid. ولقد وفرت معاملة درنات التقاوى بالفوسفيت حماية كبيرة من الإصابة بالفطر *Phytophthora infestans* (مسبب مرض الندوة المتأخرة)، ومتوسطة ضد الفطر *Fusarium solani*، وضعيفة ضد الفطر *Rhizoctonia solani*. كذلك أدت معاملة درنات التقاوى بفوسفيت الكالسيوم أو البوتاسيوم بنسبة ١٪ من الدرنات المعاملة إلى إنباتها مبكراً عن إنبات الدرنات التي لم تُعامل. وعندما أجريت المعاملة بالفوسفيت رشاً على النموات الخضرية ٢-٤ مرات كانت الحماية عالية ضد الإصابة بالندوة المتأخرة. ولم تكن لتلك المعاملة أى تأثيرات سلبية على النمو النباتي. وفي المقابل .. فإن المعاملة بفوسفيت الكالسيوم جعلت الأوراق أكثر اخضراراً وأخرت وصول المحصول لمرحلة الشيخوخة (Lobato وآخرون ٢٠٠٨).

إن معاملة درنات تقاوى البطاطس ونموات البطاطس الخضرية بفوسفيت البوتاسيوم potassium phosphite (وهو ملح البوتاسيوم لحمض الفوسفورس phosphorous acid) تؤدي إلى حث تكوين استجابات دفاعية في بيريدرم الدرنات المتكونة وقشرتها،

تكون مصاحبة بتغيرات بنائية وبيوكيميائية فى تلك الأنسجة؛ فقد ازداد فيها محتوى البكتين، خاصة بعد التجريح والإصابة بالفطر *Fusarium solani*، كما ازداد محتوى ونشاط مثبطات الإنزيمين: بولى جالاكتيرونيوز polygalacturonase، وبروتينيز proteinase، وظهر بالأنسجة طراز جديد من إنزيم الشيتينيز (Olivieri) chitinase وآخرون (٢٠١٢).

الندوة المتأخرة

اعتمدت مكافحة الندوة المتأخرة بصورة أساسية على استخدام المبيدات الفطرية، وهى التى ازداد معدل استعمالها كثيراً مؤخراً؛ بسبب ظهور سلالات جديدة من الفطر المسبب للمرض أكثر ضراوة عن تلك التى كانت منتشرة فيما سبق.

وبالنسبة للإنتاج العضوى من البطاطس والطماطم، فقد اعتمدت مكافحة الندوة المتأخرة فيه - ومنذ أمد بعيد - على المبيدات الفطرية النحاسية، مثل مخلوط بوردو، وأيدروكسيد النحاس، وأوكسيد النحاس، وأوكسى كلوريد النحاس. وعلى الرغم من استمرار استعمالها فى الإنتاج العضوى.. فإن الاتجاه - حالياً - هو نحو تقليل الاعتماد عليها بسبب المخاطر البيئية التى ترتبت على تراكم متبقيات النحاس فى التربة. ولا يسمح الاتحاد الأوروبى حالياً باستعمال أكثر من ٦ كجم من عنصر النحاس/هكتار (٢.٥ كجم/فدان) سنوياً. ولذا.. فإن الاعتماد على بدائل المبيدات فى مكافحة الندوة المتأخرة أصبح هو الاتجاه الملحّ الآن (Mizubti وآخرون ٢٠٠٧).

المكافحة بالممارسات الزراعية

تُعد أساليب النظافة العامة ضد المرض خط الدفاع الأول للمكافحة. فيتعين عدم ترك الدرنات غير المرغوب فيها مُكوّمة فى الحقل، ولكن يجب دفنها فى التربة بالحرث أو التخلص منها خارج الحقل، وهو الإجراء المفضل. كذلك يجب سرعة التخلص من أى نموات تظهر جراء إنبات الدرنات المتروكة فى الحقل من الزراعة السابقة.

ولابد من استعمال تقاوى للزراعة من مصادر موثوق فيها؛ فلا تكون مصابة، مع تجنب انتقال الإصابة بين التقاوى أثناء تقطيعها قبل الزراعة.

كما يجب أن يكون عمق الزراعة وعملية الترديم أثناء النمو النباتى بالقدر الذى لا يسمح بأن تكون الدرنات شديدة التعرض لجراثيم الفطر التى تُغسل من على الأوراق بفعل المطر أو ماء الري بالرش.

ويفيد سرعة التخلص من النباتات المصابة إذا ظهرت فى مساحات صغيرة من الحقل، مع قتلها لمنع استمرار نمو الفطر عليها.

ويجب توقيت مواعيد الري بالرش والحد منه، خاصة فى نهاية موسم النمو عندما تتزاحم النموات الخضرية ويكون جفافها بعد الري بطيئاً. هذا مع العلم بأن هطول الأمطار أو الري بالرش بما يزيد عن ٣ سم خلال فترة ١٠ أيام يهينى ظروفًا مواتمة للإصابة بالندوة. ولأجل سرعة جفاف النموات الخضرية بعد ابتلالها يجب أن تكون خطوط الزراعة فى نفس اتجاه الرياح السائدة.

ويؤدى ترك الدرنات فى التربة - لمدة أسبوعين بعد التخلص من النموات الخضرية - إلى تحلل الدرنات المصابة؛ بما يسمح بسهولة تركها فى التربة. وبعد الحصاد يكون من المناسب حراثة كل البقايا النباتية فى التربة.

وعند الحصاد يجب تقليل الأضرار الميكانيكية للدرنات قدر المستطاع مع تجنب ابتلالها؛ ذلك لأن الدرنات التى تصاب حينئذٍ سوف تتدهور أثناء التخزين، وخاصة إذا كان التخزين فى ظروف غير مناسبة كأن لا تكون التهوية كافية أو أن تكون الحرارة عالية (Kuepper & Sullivan ٢٠٠٤).

المكافحة الحيوية

على الرغم من نجاح المكافحة الحيوية فى مكافحة عديد من الأمراض فإنها لم تلق نجاحاً كبيراً فى مكافحة الندوة المتأخرة، وذلك بسبب السرعة التى تحدث بها الإصابة والتى يتطور بها المرض بصورة وبائية.

ومن بين الكائنات الدقيقة التي استخدمت في مكافحة الحيوية للندوة المتأخرة وأعطت نتائج جيدة الفطران *Penicillium aurantiogriseum*، و *Stachybotrys atra* (وهو: *S. chartarum*) اللذان استخدمتا على صورة معلق للجراثيم الكونيدية بتركيز ١٠^٤ - ١٠^٥ جرثومة/ مل قبل عدوى الأوراق بالفطر *P. infestans*، وهي المعاملة التي خفضت شدة الإصابة باللفحة بمقدار ٩٣٪، و٨٤٪ للفطرين، على التوالي. وقد أرجعت فاعلية الفطرين في مكافحة المرض إلى التضادية الحيوية والتنافس على المكان والغذاء.

كذلك أعطت المعاملة بمستخلص الكمبوست المزود بسبعة من الكائنات الدقيقة مكافحة تساوت مع تلك التي حُصل عليها باستعمال خليط من المبيدين ميتالاكسيل metalaxyl ومانكوزب mancozeb.

وقد حُصل على أفضل النتائج في مكافحة الندوة المتأخرة باستعمال البكتيريا السالبة لصبغة جرام *Xenorhabdus spp.*، مثل *X. bovienii* ونواتجها الأيضية.

ومن أكثر التحضيرات التجارية فاعلية في مكافحة الندوة التحضير *Serenade* الذى يحتوى على السلالة QST-713 من البكتيريا *Bacillus subtilis*، وهى تعمل كمبيد فطري مانع للإصابة بالتضادية الحيوية. وعند الرش بالـ *Serenade* فإنه يمنع اتصال فطر الندوة بالعائل، ويوقف نموه، ويحث تكوين مقاومة مكتسبة فى النبات (Kuepper & Sullivan ٢٠٠٤، و Mizubuti وآخرون ٢٠٠٧).

وعندما حُصل على مجموعة كبيرة من العزلات البكتيرية كان لبعضها نشاطاً بيولوجياً ضد الفطر *P. infestans* (السلالة US-8) مسبب مرض الندوة المتأخرة فى البطاطس، وكانت تلك العزلات تنتمى إلى الأجناس *Bacillus*، و *Pseudomonas*، و *Rahnella*، و *Serratia*، وكان تأثيرها المثبط إما مباشراً من خلال التضادية الحيوية، أو غير مباشر من خلال حثها لنظم دفاع نباتية (Daayf وآخرون ٢٠٠٣).

المكافحة بالمستخلصات النباتية

أعطت المستخلصات النباتية - فى كثير من الدراسات التى أجريت فى ظروف متحكم فيها - نتائج مماثلة لتلك التى حُصل عليها باستعمال المبيدات المصنعة. وقد وجد - على سبيل المثال - أن مستخلص فصوص الثوم بتركيز ١٪ أو ٢٪ ثبَّت تماماً

تكوين الجراثيم السابحة للفطر ونموه. وعندما عُوِّلت نباتات الطماطم بمستخلص الهكسان لنوع الفلفل الطويل *Piper longum*.. انخفض موت النباتات بنسبة ٦٠٪. وأعطت معاملة الطماطم (النببتات plantlets) بمستخلص كورمات الكركم *Cucuma longa* بتركيز ٥٠٠ أو ١٠٠٠ مجم/ لتر مستوى مكافحة للفطر *P. infestans* مماثل لذلك الذى حُصِّلَ عليه من استعمال المبيد كلوروثالونيل chlorathalonil. كذلك أدت المعاملة بمستخلص النبات *Inula viscosa* بتركيز ١٪ (وزن/حجم) إلى خفض الإصابة بالندوة المتأخرة فى نباتات الطماطم والبطاطس بنسبة ٩٠٪.

وانخفضت شدة الإصابة بالفحة فى الأوراق المفصولة التى عُوِّلت بمستخلصات أى من النباتات:

Rheum rhabarbarum

Solidago canadensis

Artemisia vulgaris

Impatiens parviflora

Urtic dioica

ويُفيد مستخلص الكمبوست — بما فيه من كائنات دقيقة فى مكافحة الندوة المتأخرة. وتوجد المادة الفعالة: آزاديركتين azadirachtin بتركيز عال فى كل من مستخلصات وزيت بذور النيم *Azadirachta indica*. ولقد أفادت معاملة الطماطم بزيت ومستخلص النيم فى مكافحة كل من الذبابة البيضاء، والنيماتودا، والفطريات، ومنها فطر الندوة المتأخرة (الذى يُسبب نفس المرض فى البطاطس)، والذى تحسنت مكافحته بزيادة تركيز المعاملة وبإضافة مركبات أخرى وكائنات دقيقة إليها (Mizubti وآخرون ٢٠٠٧).

ومن بين المنتجات الحيوية المستخلصة من النباتات التى يمكن استخدامها مع البطاطس، ما يلى:

الاستعمالات	المنتج التجارى
مكافحة الندوتين المبكرة والمتأخرة بتركيز ١٪ كل ٧-١٠ أيام	بيمونكس Pimonex
مكافحة الندوة المبكرة بتركيز ١٪	تيموركس Timorex

المكافحة بالزيوت الأساسية

أعطت الزيوت الأساسية لكل من الزعتر والنعناع والشبث والكروية والزوفا hyssop (الاسم العلمي: *Hyssopus officinalis*) مكافحة جيدة للندوة المتأخرة في البطاطس، وكان أكثرها فاعلية زيت الزوفا.

وقد ضَعَفَ النمو الفطري بالمعاملة بالزيوت الأساسية لأى من النباتات:

Origanum syriacum var. *bevanii*

Thymbra spicata subsp. *spicata*

Lavandula stoechas subsp. *stoechas*

Rosmarinus officinalis

Foeniculum vulgare

Laurus nobilis

وكانت أكثر المركبات فاعلية في هذه الزيوت:

Carvacrol

Camphor

Borneol

1,8-cineole

Anethole

وتتوفر حالياً مستحضرات تجارية مشتقة من الخزامى lavender، والأوريغانو oregano، والزعتر، والمردقوش marjoram تُستخدم في مكافحة الحشرات والأمراض النباتية.. وقد أدت جميعها إلى تثبيط نمو الفطر *P. infestans* عند ما عُومل بها في بيئات الزراعة. وفي ظروف حجات النمو قللت المعاملة بزيت الأوريغانو شدة الإصابة بالندوة بنسبة ٢٨٪-٣٠٪ (Mizubuti وآخرون ٢٠٠٧).

المكافحة بالفوسفونات

جُرِّبَ استخدام ثمانى أنواع من الفوسفونات phosphonates فى مكافحة الندوة المتأخرة فى البطاطس، ووجد أن استعمالها بتركيز ٢,٥ جم مادة فعّالة/ لتر حقق كفاءة فى مكافحة المرض تساوت مع تلك التى تحققت باستخدام المبيدات الفطرية غير الجهازية: مانكوزيب mancozeb، وكلوروثالونيل chlorothalonil بنفس المعدل. وعندما استخدمت الفوسفونات بتركيز يزيد عن ٢,٥ جم مادة فعّالة/ لتر فإنها حققت كفاءة فى المكافحة أعلى من تلك التى حققتها المبيدات غير الجهازية (Kromann وآخرون ٢٠١٢).

المكافحة بالفطريات المنتجة للبنسلين

أعطى رش نباتات الطماطم والبطاطس بمستخلص الغزل المجفف للفطر *Penicillium chrysogenum* المنتج للبنسلين مكافحة بلغت ٧١٪ فى الطماطم، لكن المعاملة لم تكن مؤثرة فى حالة البطاطس (Mizubuti وآخرون ٢٠٠٧).

المكافحة بالشيتوسان

أمكن تأخير تطور الإصابة البوائية بالندوة المتأخرة فى البطاطس برش النباتات ثمانى مرات بالشيتوسان بتركيز ٠,١٪ (وزن/ حجم)، مقارنة بالوضع فى الكنترول، وتساوت فاعلية هذه المعاملة مع فاعلية الرش بالميتالاكسيل فى مكافحة المرض (Mizubuti وآخرون ٢٠٠٧).

المكافحة بثانى أكسيد الأيدروجين

يُستعمل التحضير التجارى Storox - الذى يحتوى على ثانى أكسيد الأيدروجين - فى كل من الوقاية من الإصابة والعلاج منها. ويمكن دخول الحقول المرشوشة - بأمان - بمجرد جفاف سائل الرش (Kuepper & Sullivan ٢٠٠٤).

المكافحة بمستحث المقاومة: الـ BABA

يمكن بالمعاملة بالـ β -aminobutyric acid (اختصاراً: BABA) خفض جرعة المبيد الفطري المستعمل إلى النصف مع الحصول على مكافحة للندوة المتأخرة تعادل المكافحة عند المعاملة بالجرعة الكاملة من المبيد (Liljeroth وآخرون ٢٠١٠).

ولقد أدت معاملة النموات الخضرية للبطاطس بأى من الـ BABA، أو الـ fosetyl-aluminium إلى مقاومتها للفطر *P. infestans* قبل الحصاد، وفي الدرنات بعد الحصاد. وكلما كانت المعاملة أبكر كلما كان تأثيرها أقوى. وازداد في درنات البطاطس بعد الحصاد مستويات كل من الـ β -1,3-glucanase، والـ aspartic protease، والفينولات والفيثوأكسجين. ويستفاد مما تقدم أن التأثير الإيجابي للمعاملة استمر طوال فترة حياة المحصول (Andreu وآخرون ٢٠٠٦).

وأحدثت معاملة نباتات البطاطس بالـ BABA خفضاً جوهرياً لنشاط الفطر *P. infestans* (مسبب مرض الندوة المتأخرة) بالأوراق، كما أحدثت تنشيطاً سريعاً لعدد من الاستجابات الدفاعية، وكان ذلك التنشيط أسرع وأقوى في الصنف المقاوم Ovatio عما في الصنف Bintje. وأظهر الفحص المجهرى تسبب المعاملة بالـ BABA في حث تكوين بقع صغيرة شبيهة بتلك التى تتكون نتيجة تفاعل فرط الحساسية، وكانت محاطة بالكالوز callose، مع إنتاج فوق أكسيد الأيدروجين. كما أظهر التحليل الجزيئى والكيميائى زيادة فى تمثيل الفينولات الذائبة - مثل الـ arbutin وحامض الكلوروجنك - وتنشيط الـ PR-1. ويستفاد مما تقدم إسهام المعاملة بالـ BABA فى تنشيط مباشر للاستجابات الدفاعية، مع اختلاف ذلك التأثير باختلاف الأصناف (Bengtsson وآخرون ٢٠١٤)

المكافحة بالمركبات النحاسية

يمكن استعمال المركبات النحاسية (التي يُسمح بها فى الزراعات العضوية) فى منع حدوث الإصابة بالندوة؛ لأجل تجنب انتشار المرض. ويتطلب الأمر - عادة - ما بين

٩ إلى ١٥ رشّة. وإذا ما استخدم مخلوط بورديو فإن الرش بهذا العدد من المرات يعنى إضافة ١-٣,٥ كجم من النحاس المعدنى لكل فدان فى الموسم الواحد؛ بما يعنى إضافة ١-٣,٣٥ جزءاً فى المليون من النحاس فى الخمسة عشر سنتيمترًا العلوية من التربة. ويكون ذلك مقبولاً إذا ما كانت زراعة البطاطس فى دورة خماسية، وهى التى يوصى بها لمكافحة أمراض البطاطس، إلا أن مخاطر زيادة تركيز النحاس فى التربة تتوقف - كذلك - على كل من: مدى تواجده أصلاً فى التربة، ومحتوى الأسمدة الكيميائية والعضوية المستعملة من العنصر، و pH التربة وقدرتها التنظيمية، ومدى الفقد الذى يحدث فى العنصر بفعل الأمطار وماء الرى، وتركيز النحاس فى المواد المستعملة فى الرش. ومن أكثر مساوئ تراكم النحاس فى التربة تأثيره السام على عديد من الكائنات الدقيقة المفيدة، وخاصة الديدان الأرضية والطحالب الخضراء المزرقّة، وهى التى تقوم بتثبيت آزوت الهواء الجوى فى التربة (Kuepper & Sullivan ٢٠٠٤).

الذبول البكتيرى

المكافحة بالتحميل

أدى تحميل البطاطس مع الذرة إلى تقليل إصابة البطاطس بالسلالة ٣ من بكتيريا الذبول *Ralstonia solanacearum*، وربما حدث ذلك جراء زيادة تباعد نباتات البطاطس عن بعضها، فلم تحدث إصابات ثانوية عن طريق الجذور، ولوجود جذور لنبات آخر غير البطاطس مختلطة بجذور البطاطس، كما يعتقد بأن انخفاض كثافة زراعة البطاطس مع التحميل أدى إلى ببطء زيادة أعداد البكتيريا الممرضة فى التربة (Autrique & Potts ٢٠٠٨).

العفن الطرى البكتيرى

المكافحة ببكتيريا المحيط الجذرى

أدت معاملة البطاطس بأى من *P. fluorescens* أو *P. putida* أو بخليط منهما إلى خفض إصابة الدرنات المنتجة بالعفن الطرى البكتيرى، وكانت المعاملة بمخلوط من

نوعى البكتيريا أكثر كفاءة من المعاملة المنفردة بأى منهما. وفي كل الحالات.. أدت المعاملة إلى خفض أعداد البكتيريا *Erwinia carotovora* فى المحيط الجذرى للبطاطس. كذلك أدت المعاملة إلى زيادة أعداد وأحجام الدرنات المنتجة (Abdelghafar & Abdelsayed ١٩٩٧).

العفن البنى

المكافحة بالتعقيم البيولوجى للتربة

يتضمن التعقيم البيولوجى للتربة biological soil disinfestation حيث تواجد ظروف لا هوائية فى التربة بزيادة تنفس الكائنات الدقيقة فيها من خلال إضافات من المادة العضوية الطازجة، وبتقليل إمدادات الأكسجين للتربة بتغطيتها جيدا بغشاء بلاستيكي. ولقد وجد أن الظروف اللاهوائية تتولد فى التربة فى خلال أيام قليلة من إضافة الحشائش والنموات الخضرية للمحصول المنتهى من البطاطس إليها وخلطه بها. خفضت هذه المعاملة - كذلك- من أعداد البكتيريا *Ralstonia solanacearum* - مسببة مرض العفن البنى فى البطاطس - بنسبة ٩٢,٥% إلى أكثر من ٩٩%، مقارنة بأعدادها فى معاملة الكنترول التى لم تُعامل فيها التربة بالمخلفات الطازجة ولم تغطى بالبلاستيك. كذلك أحدثت هذه المعاملة تحت ظروف الحقل خفضاً جوهرياً فى بقاء البكتيريا فى درنات البطاطس المصابة التى وضعت على عمق ١٥ أو ٣٥ سم، وتحللاً سريعاً لدرنات البطاطس التى تواجدت بالقرب من سطح التربة بعد الحصاد؛ وبذا.. فإنها ساعدت فى التخلص من مصدر رئيسى للبكتيريا فى التربة (Messiha وآخرون ٢٠٠٧).

الفيتوبلازما

المكافحة بحامض السلسيك

تعيش الفيتوبلازما phytoplasma - وهى بكتيريا بدون جدر خلوية - فى لحاء نباتات البطاطس، وتؤدى إلى نقص المحصول وجودة الدرنات. وتؤدى المعاملة بحامض

السلسيلك إلى حث النظام الدفاعي في النبات ضد الفيتوبلازما؛ مما يؤدي إلى تقليل أعراض الإصابة بها، وتحفيز انتقال الغذاء المجهز، وتحسين جودة الدرناات، ويكون ذلك مصاحباً - عند المعاملة بتركيز ٠,٠٠١ ملل مول من حامض الأبسيسك - بزيادة في محتوى كل من فوق أكسيد الأيدروجين، وحامض الأسكوربيك، مع نقص في نشاط إنزيم البيروكسيديز (Sánchez-Rojo وآخرون ٢٠١١).

أمراض ما بعد الحصاد

المكافحة بالفوسفيت في الحقل الإنتاجي

وجد أن رش حقول البطاطس بالفوسفيت phosphites أدى إلى جعل الدرناات المنتجة أقل قابلية للإصابة بكل من *P. infestans*، و *F. solani*، و *E. carotovora* أثناء التخزين؛ بما يعنى احتمال حث هذا المركب لاستجابات دفاعية جهازية في النباتات المعاملة. وأدت عدوى الدرناات - التى حُصل عليها من نباتات عوملت بالفوسفيت - بالفطر *P. infestans* إلى زيادة في محتوى تلك الدرناات من الفيتوأوكسين؛ بما يعنى احتمال مشاركته في الاستجابة الدفاعية. كذلك ازداد محتوى تلك الدرناات من الشيتينيز chitinase بعد ٧٢ ساعة من تجريحها أو عداها بالفطر *P. infestans*، مقارنة بما حدث في درناات عوملت بطريقة مماثلة ولكنها كانت من نباتات لم تُعامل بالفوسفيت. وازداد - كذلك - في الدرناات التى حُصل عليها من نباتات عوملت بالفوسفيت نشاط الإنزيمين peroxidase، و polyphenol oxidase؛ بما يعنى أنهما قد يلعبا دوراً في الآلية الدفاعية. هذا.. ولم تكن لهذه المعاملة تأثيرات سلبية على محصول البطاطس؛ بما يعنى أن النشاط الدفاعي الذى أحدثته المعاملة لم يكن على حساب الطاقة التى احتاجها النبات للنمو والإنتاج (Lobato وآخرون ٢٠١١).

المكافحة بالحصاد بطريقة مناسبة

يُفيد قتل النموات الخضرية للبطاطس قبل الحصاد في تقليل انتقال الفيروسات للدرناات التى تستخدم كتقاوى. ولكن تظهر مع القتل الميكانيكى للنموات الخضرية

مشاكل الإضرار بجلد الدرنة والإصابات المرضية - التي تنتشر بقوة في النموات الخضرية والجذور المتحللة - والتي منها: *Rhizoctonia solani*، و *Phoma exigua* و *Erwinia spp.*، و *var. foveata*.

وقد طُوِّرت طريقة جديدة لحصاد البطاطس في وجود النموات الخضرية الخضراء (green-crop-harvesting)، وذلك بتدمير النموات آلياً وهي خضراء، وتقليل الدرناات ووضعها على مصطبة جديدة من التربة، ثم تغطيتها بالتربة، وتركها للمعالجة في مكانها لمدة لا تقل عن ١٠ أيام في المصطبة التي أُقيمت أثناء الحصاد. تتميز هذه الطريقة بقلّة الإضرار بجلد الدرنة، والمعالجة الجيدة، وقلّة الإصابة بالمسببات المرضية المذكورة أعلاه.

ومع المعاملة بالمبيدات الفطرية أو الكائنات الدقيقة المضادة أثناء التقلّيع الأول للدرناات تتحقق مكافحة فعالة ضد عدد من أمراض البطاطس الهامة، والتي منها الندوة المتأخرة، والقشف الأسود والغرغرينا gangrene والعفن الطرى (Mulder وآخرون ١٩٩٢).

المكافحة بأملّاح الفوسفونات والكربونات والبيكربونات والبروبيونات

أمكن مكافحة مرض القشف الفضى الذى يسببه الفطر *Helminthosporium solani* بمعاملة درناات البطاطس - بعد الحصاد - بأى من المركبات التالية: potassium sorbate، و calcium propionate، و sodium carbonate، و sodium bicarbonate، و potassium cabonate، و potassium biocarbonate، و ammonium bicarbonate، وجميعها مركبات غير سامة نسبياً (Olivier وآخرون ١٩٩٨). وفي دراسته لاحقة (Oiliver وآخرون ١٩٩٩).. أظهرت المعاملة بالمركب سوربات البوتاسيوم potassium sorbate قدرة كبيرة على مكافحة المرض، علماً بأن سميته للتدييات شديدة الانخفاض.

فراشة درنات البطاطس

المكافحة البيولوجية

تُكافح فراشة درنات البطاطس - في الحقل والنوالات في مصر باستخدام كلاً من الفيروس *Granulosis virus*، والبكتيريا *Bacillus thuringiensis* (عن نشرة لمركز البطاطس الدولي في كفر الزيات - ١٩٩٧)، ويُستدل من دراسات Sewify وآخرين (٢٠٠٠) أن استعمال الفيروس والبكتيريا معاً يمكن أن يكون له تأثير تداؤبي في مكافحة الحشرة ويقلل من تركيز الفيروس الذي يلزم للمكافحة.

الفصل الثاني عشر

القرعيات

نتناول بالشرح في هذا الفصل طرق مكافحة أمراض وآفات محاصيل الخضر القرعية الرئيسية، وهي البطيخ، والكنتالوب، والخيار، والكوسة.

تتشارك الخضر القرعية في كثير من الأمراض التي تُصيبها، وطرق مكافحتها. ويبين جدول (١٢-١) أهم مسببات المرضية التي تصيب تلك الخضر، والأهمية النسبية لمختلف وسائل المكافحة المتكاملة التي تتبع معها.

جدول (١٢-١): أهم عوامل الشد البيولوجي للخضر القرعية، ومدى استجابتها لمختلف وسائل المكافحة المتكاملة (Louws) وآخرون (٢٠١٠).

مدى كفاءة وسائل المكافحة المتكاملة (ب)					عوامل الشد البيولوجي
الوسائل الأخرى (ج)	التطعيم والمقاومة	التبخير والتعقيم	الدورة الزراعية	مدى خطورته (د)	
١	٤	٢	١	٤	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>melonis</i> السلالات: 0، 1، 1.2، 2 (منها 1.2w تسبب ذبولاً، 1.2y تسبب اصفراراً)
١	٤	٢	١	٤	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>niveum</i> السلالات: 0، 1، 2
٢	٤	٢	١	٣	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lagenariae</i>
١	٤	٢	١	٣	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>
٢	٤	٣	١	٣	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>radicis- cucumerinum</i>
١	٢	٢	١	٢	<i>Fusarium solani</i> f. sp. <i>cucurbitae</i> السلالات: 1، 2
٢	٢	٢	٢	٣	<i>Monosporascus cannonballus</i>
١	٤	٢	١	٤	<i>Verticillium dahliae</i>
٢	٣	٢	٣	٣	<i>Didymella bryoniae</i>
١	٢	٣	٢	١	<i>Macrophomina phaseolina</i>

يتبع

تابع جدول (١٢-١).

مدى كفاءة وسائل مكافحة المتكاملة (ب)					عوامل الشدّة
الوسائل الأخرى (ج)	التطعيم والمقاومة	التبخير والتعميم	الدورة الزراعية	مدى خطورته (د)	
٢	٢	٢	٢	٢	<i>Phytophthora melonis</i> , <i>P. capsici</i> , <i>Pythium</i> sp.
٣	٣	لا تفيد	لا تفيد	٣	<i>Podosphaera xanthii</i>
٢	٤	٤	٣	٤	النيماتودا
٢	٣	لا تفيد	٤	٣	Melon necrotic spotted virus

أ- من ١ : قليل الخطوة إلى ٤ : شديد الخطورة.

ب- من ١ : قليلة الجدوى والكفاءة إلى ٤ : عالية الجدوى والكفاءة.

ج- من وسائل مكافحة المتكاملة الأخرى : الإغراق ، والتشميس ، والتطهير ، والحراثة

العميقة... إلخ.

الذبول الطرى (أو تساقط البادرات)

المكافحة الحيوية

المكافحة ببكتيريا المحيط الجذرى المنشطة للنمو

وجد أن بكتيريا المحيط الجذرى من الجنس *Pseudomonas* تستحث مقاومة جهازية مكتسبة فى جذور الخيار تضعف من قدرة الفطر *P. aphanidermatum* - مسبب مرض الذبول الطرى - على إحداث الإصابة أو تطورها بعد حدوثها، وذلك من خلال تأثيرها على سلوك الجراثيم السابحة وقدرتها على الإصابة، وكذلك تُحدث البكتيريا تأثيراً موضعياً من خلال قدرتها على التضادية الحيوية أو إحداثها لمقاومة موضعية مستحثة (Chen وآخرون ١٩٩٨).

وأدت معاملة نباتات الخيار تحت ظروف الصوبة والحقل بخليط من ثلاث سلالات من البكتيريا المنشطة للنمو، هي: INR7 من *Bacillus pumilus*، و ME1 من *Curtobacterium flaccumfaciens*، و GB03 من *B. subtilis* إلى الحد من إصابة

النباتات بكل من: الفطر *Colletotrichum orbiculare* مسبب مرض الأنثراكنوز، والبكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* مسببة مرض تبقع الأوراق الزاوي، والبكتيريا *Erwinia tracheiphila* مسببة مرض الذبول البكتيري. كذلك أدت معاملة البذور بخليط من السلالات الثلاث إلى مكافحة الأمراض الثلاثة بنفس مستوى المكافحة الذى أحدثته معاملة الرش الورقى بمستحث المقاومة الجهازية Actigard (Raupach & Kloepper ١٩٩٨).

كما أظهرت سلالات بكتيرية من *Pseudomonas fluorescens*، و *P. corrugata* قدرة أكبر على مقاومة الذبول الطرى للخيار - الذى يسببه الفطر *Pythium ultimum* - عن البكتيريا *Bacillus subtilis*، وذلك عند استعمالهما عن طريق الإضافة إلى التربة مع الماء أو كمغلفات للبذور (Georgakopoulos وآخرون ٢٠٠٢).

كذلك أدت معاملة جذور الخيار بالسلالة الحاتة للمقاومة الجهازية المكتسبة GC-B19 من *Pseudomonas azotoformans*، والسلالة MM-B22 من *Paenibacillus elgii* (وكلاهما من بكتيريا المحيط الجذرى)، أو المعاملة بمستحث المقاومة الجهازية الكيميائى: DL- β -amino-n-butyric acid إلى تثبيط عملية الإصابة بالفطر *Colletotrichum orbiculare* جوهرياً (إنبات الجراثيم الكونيدية وتكوين المصحات appressoria) وشدة المرض، وذلك مقارنة بما حدث عندما أجريت المعاملة بسلالة غير حاتة للمقاومة الجهازية (هى PK-B09) من *Pseudomonas aeruginosa*، أو بسلفات المغنيسيوم. وقد أدت المعاملات الحاتة للمقاومة الجهازية إلى ظهور حالة من فرط الحساسية، مثل موت الخلايا مع تولد فوق أكسيد الأيدروجين وتراكم الإنزيمات ذات العلاقة بالدفاع النباتى (ال β -1,3-glucanase وال chitinase وال peroxidase) بأوراق الخيار ضد الإصابة بالفطر *C. orbiculare*. وقد اعتمد مدى حث المقاومة الجهازية المكتسبة على كثافة تواجد البكتيريا الحاتة فى المحيط الجذرى (Sang وآخرون ٢٠١٤).

المكافحة بالأكتينومييسيتات الداخلية للتطفل

دُرس تأثير ثلاثة من الأكتينومييسيتات الداخلية للتطفل، هي: *Actinoplanes campanulatus*، و *Micromonospora chalcea*، و *Sereptomycetes spiralis* على مقاومة الذبول الطرى فى الخيار - الذى يسببه الفطر *Pythium aphanidermatum* - تحت ظروف الحقل. وقد تبين أن معاملة بادرات الخيار بأى من هذه الأكتينومييسيتات منفردة، أو فى توافق حسنت النمو النباتى والمحصول وقللت إصابة البادرات بالذبول الطرى وعفن الجذر والتاج فى النباتات البالغة. وكانت أفضل الأكتينومييسيتات تأثيراً *S. spiralis*، وتلاها *A. campanulatus*، ثم *M. chalcea*. وقد كان للثلاثة أكتينومييسيتات مجتمعة (والتي لم تكن مثبتة لبعضها البعض) تأثيرات أفضل على كل من المكافحة المرضية وتحسين النمو. ولقد استعمرت هذه الأكتينومييسيتات الأنسجة الداخلية للجذور والسيقان والأوراق تحت ظروف الحقل واستمر ذلك حتى ٨ أسابيع من تلقيح البادرات بها؛ بما يعنى تأقلمها السريع وبقائها داخلية التطفل فى النباتات غير المصابة. ولقد كان واضحاً أنها متطفلات داخلية اختيارية وليست إجبارية بالنظر إلى أنها استعمرت - كذلك - المحيط الجذرى، وكانت ذا قدرة تنافسية عالية. هذا.. ويمكن استعمال تلك الأكتينومييسيتات كبديل للمعاملة بالمبيد الفطرى metalaxyl فى مكافحة أمراض البثيم (El-Tarabily وآخرون ٢٠١٠).

المكافحة بالترايكودرما

أدت المعاملة بالسلالة PBG من *Trichoderma harzianum* إلى حماية بادرات الخيار من الإصابة بالفطر *Rhizoctonia solani*، وإلى زيادة وزن النباتات (Smolinska وآخرون ٢٠٠٧).

وأدت معاملة بذور الكوسة بمسحوق قش القمح والفول وفول الصويا والسورجم إلى مكافحة مرض سقوط البادرات الذى يسببه الفطر *Pythium ultimum*، وذلك فى تربة ملوثة بالفطر. وأدى تعقيم مسحوق القش إلى إفقاده لخاصية مكافحة الفطر. كذلك أدت

معاملة التربة بالميكوريزا *Trichoderma harzianum* إلى مكافحة الفطر والمرض. كما كان الجمع بين معاملة البذور بمسحوق القش ومعاملة التربة بفطر الميكوريزا أفضل في مكافحة المرض (Haikal 2007).

كذلك أدت معاملة بذور الخيار بمخلوط لتحضير تجارى من السلالة KRL-AG2G41 من *Trichoderma harzianum*، أو بالسلالة G-41 من *T. virens*، أو بمخلوط من نصف التركيز من كل منهما إلى حماية البذور والبادرات من الإصابة بالفطر *Pythium aphanidermatum* مسبب مرض الذبول الطرى (Pill وآخرون 2009).

المكافحة بحامض الخليك

دُرس تأثير المعاملة ببخار حامض الخليك في مكافحة مسببات الخيار المرضية: *Rhizoctonia solani*، و *Fusarium solani*، و *Fusarium oxysporum* f. sp. و *Sclerotium rolfsii*، و *Didymella melonis*، ووجد في ظروف البيئات الصناعية أن المعاملة قللت جوهرياً من إنبات الأطوار الساكنة لجميع الفطريات، بما في ذلك الجراثيم الكلاميدية لفطرى الفيوزاريوم (عند ١٠ ميكروليتر/لتر) والأجسام الحجرية للفطر *S. rolfsii* (عند ٢٠ ميكروليتر/لتر) وكان *R. solani* أكثرها حساسية للمعاملة. وأدى تبخير التربة بحامض الخليك لمدة ٦٠ دقيقة إلى قتل تلك الفطريات عند تركيز ٧٥-١٢٥ ميكروليتر/لتر حسب قوام التربة (أقل تركيز فعال في التربة الرملية والأعلى في التربة الطينية)، وخفض أعداد عشائر تلك الفطريات، وتقليل الإصابة بأعفان الجذور بنسب تجاوزت ٩٠٪ (Abd-El-Kareem 2009).

المكافحة بمضادات الأكسدة

أدى نقع بذور الخيار في طرطرات البوتاسيوم potassium tartarate - كمضاد للأكسدة - وخليط من العناصر الصغرى لمدة ٤٨ ساعة إلى خفض إصابة البادات بالفطر *Rhizoctonia solani*، وخفض موتها بالذبول الطرى (Yousef وآخرون 2013).

التطعيم كوسيلة لمكافحة مختلف أمراض وآفات القرعيات

اكتسب التطعيم قبولاً كبيراً لدى منتجي القرعيات فى مختلف أنحاء العالم كوسيلة فعالة لمكافحة عديد من الأمراض التى تُصيب النباتات عن طريق التربة. وتتناول هذا الموضوع تحت هذا العنوان بصورة عامة، ونؤجل استخدام التطعيم كوسيلة لمكافحة كل مرض على حدة إلى حين مناقشة تلك الأمراض.

إن من أهم الأصول المستخدمة فى تطعيم القرعيات، ما يلى:

الاسم العادى / الصنف	المجين أو النوع	مسلسل
Shintoza	<i>C. maxima</i> × <i>C. moschata</i>	١
RS 841	<i>C. maxima</i> × <i>C. moschata</i>	٢
TZ 148	<i>C. maxima</i> × <i>C. moschata</i>	٣
الكوسة والقرع العسلى	<i>Cucurbita moschata</i>	٤
القرع العسلى	<i>Cucurbita maxima</i>	٥
Figleaf gourd	<i>Cucurbita ficifolia</i>	٦
اليقطين	<i>Lagenaria siceraria</i>	٧
الجورد الشمعى	<i>Benincasa hispida</i>	٨
Bur cucumber	<i>Sicyos angulatus</i>	٩
African horned cucumber	<i>Cucumis metuliferus</i>	١٠
الحنظل	<i>Citrullus lanatus</i> var. <i>citroides</i>	١١
اللوب	<i>Luffa cylindrica</i>	١٢

تُعد جميع هذه الأصول تامة التوافق مع كل من البطيخ والكنتالوب والخيار، فيما عدا: الأصل ٦ الذى يعد غير متوافق مع البطيخ وربما مع الكنتالوب، والأصل ٧ الذى قد لا يكون متوافقاً مع الكنتالوب، والأصل ١٢ الذى يعد متوسط التوافق مع الكنتالوب والخيار.

أما بالنسبة لمقاومة الأمراض، فإنها تتوفر في مختلف الأصول، كما يلي:

الأصول المتوسطة المقاومة	الأصول العالية المقاومة	المسبب المرضي
٧، ٦، ٣، ٢	١٢-٨، ٥، ٤، ١	<i>F. o. f. sp. melonis</i>
٨، ٦	١١-٩، ٧، ٦، ٤، ٢، ١	<i>F. o. f. sp. cucumerinum</i>
	٦، ٤، ٣	<i>F. o. f. sp. radidis cucumerinum</i>
	١١، ١٠، ٩، ٨، ٧، ٦، ٥، ٤، ٢، ١	<i>F. o. f. sp. melonis</i>
	١٠، ٨، ٦، ٥	السلالة 1.2
٤	١٠، ٨، ٤، ٢، ١	<i>F. o. f. sp. lagenariae</i>
٧، ٣		<i>F. solani f. sp. cucurbitae</i>
١٠، ٩، ٨		نيماتودا تعقد الجذور
	١	<i>Melon necrotic spot virus</i>
	١٠، ٨، ٦، ٤، ٢	<i>Sclerotium rolfsii</i>
٣-١		<i>Monosprascus cannonballus</i>

(Louws وآخرون ٢٠١٠)

ويبين جدول (١٢-٢) أصول القرعيات ومواصفاتها وتأثيراتها في الطعوم. أما جدول (١٢-٣) فيبين استجابة أصول وطعوم القرعيات (بالمقاومة أو التحمل أو القابلية للإصابة أو الحساسية) لمختلف عوامل الشد البيولوجي (مسببات الأمراض والآفات) والبيئي (تحمل الملوحة والحرارة المنخفضة)، فضلاً عن مدى توافق مختلف حالات التطعيم.

جدول (١٢-٢): أصول القرعيات ومواصفاتها وتأثيراتها في الطعوم (عن Davis وآخرين ٢٠٠٨).

الطعم/الأصل	الأصناف	الصفات الرئيسية	العيب المحتملة
البطيخ	FR Dantos, Partner, Renshi, FR Combi, TanTan	مجموع جذرى قوى - مقاوم للفيوزاريوم متحمل للحرارة المنخفضة	ظهور سلالة فيوزاريوم جديدة - قابل للإصابة بالأنفراكنوز
Bottle gourd (<i>Lagenaria siceraria</i>)	Chinkyo, No. 8, Keumkang	مجموع جذرى قوى - مقاوم للفيوزاريوم متحمل للحرارة المنخفضة	رداءة شكل الثمار وجودتها
Squash (<i>Cucurbita moschata</i>)	Shintoza, Shintoza#1, Shintoza #2, Chulgap	مجموع جذرى قوى - مقاوم للفيوزاريوم متحمل للحرارة المنخفضة - قوة نمو ممتازة - تحمل عالٍ للحرارة العالية.	عدم الحاجة للتسميد الكثير - ضعف صفات الجودة
Interspecific hybrid squash (<i>Cucurbita maxima</i> × <i>C. moschata</i>)			

يُتبع

العيوب المحتملة	الصفات الرئيسية	الأصناف	الطعم/الأصل
رداءة شكل الثمار وجودتها	مقاومة	Keumsakwa, Unyong, Super Unyong	Pumpkins (<i>Cucurbita pepo</i>)
	للفيوزاريم والحرارة المنخفضة		
عدم التوافق	مقاومة جيدة للأمراض	Lion, Best, Donga	Wintermelon (<i>Benincasa hispida</i>)
ضعف قوة النمو والمقاومة للأمراض	تحمل الفيوزاريم لكن دون مقاومة	Kanggang, Res. #1, Tuffiness, Kyohgoh	Watermelon (<i>Citrullus lanatus</i>)
التوافق ضعيف إلى متوسط	مقاومة ممتازة للفيوزاريم وجيدة للنيماتودا	NHRI-1	African horned cucumber (<i>Cucumis metuliferus</i>)
قد تنخفض جودة الثمار	تحمل جيد للحرارة المنخفضة ومقاومة جيدة للأمراض	Heukjong, Black Seeded, Figleaf gourd	الخيار Figleaf gourd (<i>Cucurbita ficifolia</i>)
يتأثر بالفطر <i>Phytophthora</i>	تحمل جيد للفيوزاريم	Butternut, Unyong #1, Super Unyong	Squash (<i>Cucurbita moschata</i>)
انخفاض قليل في جودة الثمار	مقاومة جيدة للفيوزاريم وتحمل جيد للحرارة المنخفضة	Shintoza, Keumtoza, Ferro RZ, 64-05 RZ, Gangryuk Shinwha, Andong	Interspecific hybrid squash (<i>Cucurbita maxima</i> × <i>C. moschata</i>) Bur cucumber (<i>Sicyos angulatus</i>)
انخفاض المحصول	تحمل جيد للفيوزاريم - تحمل النيماتودا	NHR-1	African horned cucumber (<i>Cucumis metuliferus</i>)
مقاومة تحمل الحرارة	مقاومة ممتازة للفيوزاريم ومقاومة جيدة للنيماتودا	Baekkukzwa, No. 8, Keumkang, Hongtozwa	الكتنلوب Sqush (<i>Cucurbita moschata</i>)
الإصابة بالفيثوفثورا وضعف جودة الثمار .	تحمل جيد لحرارة التربة المنخفضة والعالية - تحمل غدد التربة.	Shintoza, Shintoza #1, shintoza #2	Interspecific hybrid squash (<i>Cucubita maxima</i> × <i>C. moschata</i>)
الإصابة بالفيثوفثورا	مقاومة جيدة للفيوزاريم - تحمل حرارة التربة المنخفضة والعالية - تحمل غدد التربة	Keumsakwa, Unyong, Super Unyong	Pumpkin (<i>Cucurbita pepo</i>)
مشكلة فيثوفثورا	تحمل الفيوزاريم وجودة الثمار العالية	Rootstock #1, Kangyoung, Keonkak, Keumgang	Melon (<i>Cucumis melo</i>)
تحمل ضعيف للحرارة	نحمل جيد للفيوزاريم - تحمل الجفاف وغدد التربة - تحمل النيماتودا.	NHRI-1	African horned cucumber (<i>Cucumis metuliferus</i>)

جدول (١٢-٣): استجابة القرعيات لمختلف حالات الشدة البيولوجي والبيئي (Davis وآخرون ٢٠٠٨).

الأصول والطعوم	الذبول الفيوزاري				النيماتودا		تحمّل الحرارة المنخفضة	توافق التطعيم مع الكنتالوب الخيار البطيخ
	I ^(١)	II	III	IV	M. incognita	M. halpa		
Shintoza	HR	HR	HR	HR	S	S	HR	HC
Hongtoza	HR	HR	HR	SR	S	S	MR	HC
Figleaf gourd	MR	SR	MR	SR	S	S	HR	IC
Bottle gourd	MR	HR	HR	SR	S	S	SR	HC
Wax gourd	HR	MR	HR	HR	S	SR	SR	HC
Bur cucumber	HR	HR	HR	HR	S	HR	SR	MC
AH cucumber ^(٢)	HR	HR	HR	HR	S	MR	?	HC
الطعوم								
البطيخ	S	SR	HR	HR	HR	SR	SR	-
الخيار	HR	SR	HR	HR	S	S	SR	-
الكنتالوب	HR	HR	S	HR	S	S	S	-

(أ) فطريات الذبول الفيوزاري:

I, *Fuarium oxysporum* f. sp. *niveum*, II, *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*; III, *F. oxysporum* f. sp. *melonis*; and IV, *F. oxysporum* f. sp. *lagenariae*.

(ب) الأصول:

Shinotza (*Cucurbita maxima* × *Cucubita moschata*), Hongtoza (*Cucurbita moschata*), figleaf gourd (*Cucubita ficifolia*), bottle gourd (*Lagenaria siceraria*), wax gourd (*Benincasa hispida*), bur cucumber (*Sicyos angulatus*), and AH cucumber (*Cucumis metuliferus*).

(ج) مقاومة الأصول والطعوم لفطريات الذبول الفيوزاري:

HR, highly resistant عالى المقاومة; MR, moderately مقاومة متوسطة; SR, slightly resistant قليل المقاومة and S. susceptible قابل للإصابة

(د) توافق الأصول مع الطعوم:

HC, highly compatible عالى التوافق; MC, Moderately compatible متوسط التوافق; SC, slightly compatible قليل التوافق; an IC, Incompatible غير متوافق .

(هـ) AH Cucumber (وهو) *Cucumis metuliferus*

ولقد وجدت المقاومة في سلالات غير محسنة من البطيخ لبعض أمراض الجذور الهامة للبطيخ، شملت الذبول الفيوزارى الذى يسببه الفطر *F. oxysporum* f. sp. *niveum*، وعفن التاج الذى يسببه الفطر *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*، والنيماتودا *Meloidogyne javanica*، وكذلك لكل من الفطرين *Macrophomina phaseolina*، و *Monosporascus cannonballus*، وكانت أكثر السلالات المبشرة في هذا الشأن – والتي لم يكن لها تأثيرات سلبية على صفات جودة ثمار نباتات البطيخ المطعم عليها – السلالات: PI457916، و PI459075، و BDA (Cohen وآخرون ٢٠١٤).

ويُصيب الفطر *Phomopsis sclerotioides* عديدًا من القرعيات مسببها لها مرض الذبول وعفن الجذور الأسود. ولقد أمكن مكافحة هذا المرض في الخيار بالتطعيم على أى من: الهجن النوعية، و *Cucurbita ficifolia*، و *Benincasa hispida* (Louwis وآخرون ٢٠١٠).

كما لم تظهر أية أعراض للإصابة بالفطر *Pythium aphanidermatum* – مسبب مرض الذبول الطرى وتدهور النمو في الخيار – عندما طعمت النباتات على أصول من الصنفين Titan أو Hercules، وذلك مقارنة باستعمال أصول أخرى ظهر معها المرض بنسبة ١٠٪ - ٤٠٪ كذلك أدى استخدام أصلاً Titan و Hercules إلى زيادة قوة النمو الخضرى وعدد الثمار ووزنها وطولها، مقارنة بالوضع في نباتات المقارنة التى طُعمت على أصول من نفس صنف الطعوم (Al-Mawaali وآخرون ٢٠١٢).

وأمكن مكافحة ذبول ماكروفومينا – الذى يسببه الفطر *Macrophomina phaseoli* – في الكنتالوب بالتطعيم على الأصل TZ-148 (وهو جيل أول لهجين نوعى في جنس *Cucurbita*)، مقارنة بإصابة بالذبول وصلت إلى ٨٠٪ في نباتات الكنترول بدون تطعيم. هذا مع العلم بأنه أمكن – كذلك – خفض الإصابة بالذبول إلى ٥٪ لدى معاملة التربة بالمبيد الفطرى azoxystrobin منفردًا، أو مع أى من المبيدين chlorothalonil أو medenoxam، وذلك مقارنة بإصابة بالذبول بلغت ٤٥٪ في نباتات الكنترول (Cohen وآخرون ٢٠١٢).

إن التطعيم قد يشكل بديلاً مقبولاً لمعاملة التربة ببرومييد الميثايل؛ وقد وُجد - على سبيل المثال - أن تطعيم الكنتالوب (هجين Cruiser) على أصول من الهجين النوعي *Cucurbita maxima* × *Cucurbita moschata* (الأصلان: RS841 إنتاج شركة بذور Séminis، و Shintosa Camelforce إنتاج شركة بذور Nunhems) يمكن أن يكون بديلاً لتعقيم التربة ببرومييد الميثايل. ومع استعمال نباتات مطعومة في الزراعة فإن كثافة الزراعة قد يمكن خفضها بنسبة ٦٠٪ مع الحصول على محصول أعلى من محصول النباتات غير المطعومة في تربة معقمة ببرومييد الميثايل. هذا.. ولم تتأثر صلابة الثمار أو محتواها من المواد الصلبة الذائبة بالتطعيم (Ricárdez-Salinas وآخرون ٢٠١٠).

الذبول الفيوزارى

المكافحة بالتطعيم

البطيخ

بدأ تطعيم القرعيات في عشرينيات القرن الماضي، وذلك بتطعيم البطيخ على أصول من القرع العسلى *Cucurbita maschata* لأجل حمايته من الإصابة بالذبول، وأعقب ذلك - خلال حقبة الثمانينيات - استخدام الصنف Renshi من اليقطين *Lagenaria siceraria* كأصل للبطيخ، وهو المقاوم لفطر الذبول الفيوزارى *Fusarium oxysporum* f. sp. *lagenariae*. ومنذ ذلك الحين استعملت عديد من أصناف وسلالات اليقطين كأصول للبطيخ في اليابان (Sakata وآخرون ٢٠٠٧، و Davis وآخرون ٢٠٠٨).

لقد أدى تطعيم البطيخ على اليقطين إلى مكافحة الذبول الفيوزارى وزيادة المحصول بنسبة ١٥٠٪، مقارنة بالمحصول في معاملة الكنتالوب غير المطعومة (Islam وآخرون ٢٠١٣).

تتوفر المقاومة للسلاطين 0، و 1 من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *niveum* في البطيخ، إلا أن جميع الأصناف قابلة للإصابة بالسلالة 2. يُعد هذا الفطر شديد التخصص على البطيخ؛ بما يسمح باستخدام الأنواع الأخرى القريبة كأصول مقاومة.

ولذا.. يكثر اللجوء إلى التطعيم مع الأنواع الأخرى من نفس جنس البطيخ interspecific grafting والأنواع من أجناس أخرى intergeneric grafting كأصول للبطيخ. وأكثر الأصول استخدامًا هو اليقطين bottle gourd؛ حيث يُستخدم على نطاق واسع في اليابان، بينما يفضل استخدام الهجين النوعي Shintoza في إسبانيا نظرًا لأنه يوفر مقاومة ضد جميع سلالات الفطر، ويحقق ثباتًا وزيادة في المحصول نظرًا لحمايته للنباتات من الموت، مع زيادته لحجم الثمار.

وقد طور الفطر *Fusarium oxysporum* سلالة فسيولوجية جديدة قادرة على إصابة اليقطين، هي السلالة: *F. oxysporum* f. sp. *lagenariae*؛ مما استدعى البحث عن مصادر لمقاومة هذه السلالة الفسيولوجية في هذا النوع المفضل كأصل للبطيخ؛ نظرًا لأنه يؤدي إلى زيادة محصول الثمار ويحافظ على جودتها؛ وبالفعل أمكن اكتشاف سلالات من اليقطين مقاومة للسلالة الفسيولوجية الجديدة من الفطر (Louws وآخرون ٢٠١٠).

وأفاد التطعيم على أي من هجن الـ *Cucurbita* النوعية: Shintosa Camel، أو Strong Tosa، أو أي من أصناف اليقطين Emphasis، أو Macis، أو WMXP في مكافحة السلالتين 1، و 2 من الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* المسبب لمرض الذبول الفيوزاري في البطيخ بدرجة أفضل من التطعيم على سلالة السترون Ojakkyo. وعلى الرغم من أن سلالات *F. oxysporum* غير الممرضة، وكذلك السلالتين 1، و 2 من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *niveum* استعمرت نباتات الهجن النوعية للجنس *Cucurbita*، ونباتات اليقطين، ونباتات البطيخ المطعومة عليها، إلا أن الأصول الجذرية حُدَّت من حركة الفطر نحو طعم البطيخ، كما حُدَّت من ظهور أعراض الذبول، وأدت إلى زيادة محصول الثمار في الحقول الملوثة بالفطر (Keinath & Hassell ٢٠١٤).

كذلك أفاد تطعيم صنف البطيخ اللابذري Fascination المقاوم للسلالة 1 من فطر الذبول الفيوزاري *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* على كل من صنفين من

اليقطين (*Lagenaria siceraria*)، هما: Macis، و Emphasis، وصنفين من هجن الكوسة النوعية (*Cucurbita maxima* × *C. moschata*)، هما: Strong Tosa، و Carnivor.. أفاد ذلك في مقاومة فطر الذبول الفيوزارى بسلالتيه 1، و 2، حيث بلغت أقل من ٦٪، مقارنة بإصابة بلغت أكثر من ٥٢٪ في النباتات غير المطعومة. وإلى جانب مكافحة الذبول، فإن التطعيم على هجيناً الكوسة النوعيين أدى إلى زيادة محصول الثمار من الحجم المناسب الصالح للتسويق (Keinath & Hassell ٢٠١٤).

الكنتالوب

لقد وُجدت المقاومة للسلالة 1,2 من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *melonis* — مسبب مرض الذبول الفيوزارى في الكنتالوب — في كل من الأصليين التجاريين P 360 و PGM 96-05، وفي الأنواع: *Benincasa hispida*، و *Cucumis metuliferus*، و *Cucumis ficifoliua*، و *Cucurbita maxima*، و *Cucurbita moschata*، و *Lagenaria siceraria*. وبينما لم يؤثر الأصلان P 360، و PGM 96-05 على محصول وجودة ثمار الصنفين Supermarket، و Proteo اللذان استُخدما كطعوم، فإن الأصل *B. hispida* أثر سلبياً على كل من المحصول وجودة الثمار، والأصل *C. zeyheri* أثر سلبياً على جودة الثمار، والأصل *C. metuliferus* أثر سلبياً على المحصول (Nisini وآخرون ٢٠٠٢).

إن الفطر *F. oxysporum* f. sp. *melonis* — الذى يتخصص على الكنتالوب — تُعرف منه أربع سلالات، هي: 0، و 1، و 2، و 1.2، والأخيرة تعرف منها تباينات variants تتسبب في حدوث اصفرار (1.2y) أو ذبول (1.2w)، حيث يرمز الحرف y للاصفرار yellows، والحرف w للذبول wilt. وتتوفر المقاومة في هجن تجارية من الكنتالوب تحمل الجينيين السائدين Fom-1، و Fom-2 اللذان يتحكمان في المقاومة للسلالات (0، و 2)، و (0، و 1)، على التوالي، إلا أن المقاومة لسلالة الفطر 1.2 لم تعرف في الكنتالوب بعد. وبسبب انتشار هذه السلالة الأخيرة كثر اللجوء إلى مقاومتها بالتطعيم على أصول مقاومة، والتي من أهمها *Cucurbita moschata*، والهجين

النوعى *C. maxima* × *C. moschata* اللذان يتميزان بمقاومتهما العالية لكل سلالات الفطر، وتوافقهما مع الكنتالوب فى التطعيم، وتأثيرهما الإيجابى على المحصول، حسب التركيب الوراثى لكل من الطعم والهجين النوعى المستخدم كأصل. ونظراً لأن بعض التراكيب التطعيمية يحدث معها نقص فى المحصول؛ لذا.. يفضل اللجوء إلى التطعيمات داخل النوع *intraspecific grafts*؛ ومن ثم طُوِّرت أصول من *C. melo* تحمل مستويات متوسطة من المقاومة ومقاومة شبه تامة للسلاطين 1.2 y، و 1.2w.

كذلك شاع استعمال *Benincasa cerifera* (سابقاً: *B. hispida*) كأصل للكنتالوب فى أوروبا، إلا أن الاتجاه تحول نحو الهجن النوعية مؤخراً. ولقد وجدت عدة هجن نوعية (منها: P360، و PGM، و 96-05، و RS841) للهجين *C. maxima* × *C. moschata* حققت عند استخدامها كأصول مع الكنتالوب مقاومة للسلالة 1.2 من الفطر دون إحداثها لتأثيرات سلبية على جودة الثمار. وأخيراً.. فإن *Cucumis zeyheri* يحمل - هو الآخر - مقاومة لسلالة الفطر 1.2 (Louws وآخرون ٢٠١٠).

ولقد أدى تطعيم الكنتالوب الشرقى *Cucumis melo var. makuwa Makino* على أصول من الجنس *Cucurbita* (أصلان، هما: SYTZ، و NZ1) إلى حمايته من الإصابة بالذبول الفيوزارى وتحسين المحصول كمّاً ونوعاً (Zhou وآخرون ٢٠١٤).

الخيار

تتوفر بعض المرونة فى اختيار الأصول المقاومة للأمراض فى الخيار نظراً لأن ثماره تُحصد فى مرحلة مبكرة من نموها، ولا يعد محتواها من السكر وبعض صفات الجودة الأخرى بنفس الأهمية التى هى فى محاصيل أخرى مثل البطيخ والكنتالوب. ويعد الـ figleaf gourd (جورد ورقة التين) - وهو *Cucurbita ficifolia* - أحد أهم أصول الخيار نظراً لمقاومته العالية جداً للذبول الفيوزارى. ويفضل استعمال سلالات الأصل المتحملة للحرارة المنخفضة أو المرتفعة، إضافة إلى المقاومة للفيوزاريم؛ ولذا يستخدم *C. ficifolia*

كأصل في الجو البارد، بينما يُفضل استخدام الهجين النوعى Shintosa المقاوم للفيوزاريوم والمتحمل للحرارة العالية في الجو الحار. ويُفيد التطعيم على النوع *C. moschata* في مقاومة كل من الذبول الفيوزارى ولفحة فيتوفثورا التى يسببها الفطر *Phytophthora melonis*، والتى يتحملها هذا الأصل. ومن ناحية أخرى.. فإن النوع *Sicyos angulatus* (وهو الـ burr cucumber يقاوم كلا من الذبول الفيوزارى ونيماتودا تعقد الجذور. وتُفيد الأنواع *Cucurbita ficifolia*، و *C. moschata*، و *C. maxima* × *C. moschata* — كذلك — فى مقاومة الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* إلى جانب مقاومتها للذبول الفيوزارى (Louws وآخرون ٢٠١٠).

المكافحة بكتيريا المحيط الجذرى

أحدثت المعاملة بالسلالة PCL1391 من البكتيريا *Pseudomonas chlororaphis* خفضاً جوهرياً فى إصابة البطيخ بالفطر *F. oxysporum* f. sp. *niveum* المسبب للذبول الفيوزارى، بينما كانت السلالة WCS365 من البكتيريا *P. fluorescens* أقل فاعلية فى مكافحة المرض، وكان لخليط من السلاتين تأثيراً وسطاً (Tziros وآخرون ٢٠٠٧). كما وجد أن السلالة B068150 من البكتيريا *Bacillus* spp. توفر مقاومة جيدة تصل إلى ٥٠٪ للفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* مسبب مرض الذبول الفيوزارى فى الخيار (Li وآخرون ٢٠١٢).

المكافحة بالفطريات الداخلية التطفل

أدت معاملة الكنتالوب بفطرين متطفلين داخلياً على الجذور (endophytes) تابعين للجنس *Cadophora* sp. إلى إضعاف تقدم فطر الذبول الفيوزارى فى خلايا الجذر، علماً بأن هيفات الـ endophytes نمت على سطح جذور الكنتالوب واستعمرت خلايا قشرة الجذر. ولم يكن تثبيط الـ endophytes للذبول الفيوزارى فعلاً إلا عندما عُوملت الشتلات — كذلك بالفالين valine، وكان خفض الإصابة — حينئذٍ — بنسبة ٤٣٪ - ٦٢٪ (Khastini وآخرون ٢٠١٤).

المكافحة بالترايكودرما

أمكن مكافحة عفن قاعدة الساق الذى يسببه الفطر *Pythium ultimum* والذبول الفيوزارى الذى يسببه الفطر *F. oxysporum cucumerinum* فى الخيار - جزئياً - بالمعاملة بأى من *Bacillus subtilis*، أو *Trichoderma harzianum*، كما أفاد *T. viride* فى مكافحة الذبول الفيوزارى (Hamed 1999).

وتوفر المعاملة المشتركة بكل من الميكوريزا *Glomus intraradices*، و *Trichoderma harzianum* لنباتات الكنتالوب تعايشاً تعاونياً أفضل للميكوريزا، ومكافحة أفضل لمرض الذبول الفيوزارى. وقد تحققت تلك التأثيرات - كذلك - وإن كانت بدرجة أقل - عندما تمت المعاملة بفطريات ميكوريزا أخرى (هى: *G. mosseae*، و *G. claroideum*، و *G. constrictum*) مع *T. harzianum* (Martinez-Medina وآخرون 2009).

ولقد أدت معاملة مشاتل الخيار والتربة التى يُشتل فيها بسماد عضوى يحتوى على السلالة SQR-T037 من *Trichoderma harzianum* إلى تنويع العشائر الميكروبية فى التربة بطريقة كانت فعالة فى الحد من إصابة النباتات بالذبول الفيوزارى (Chen وآخرون 2012).

المكافحة بمستخلصات الكمبوست

أظهرت مستخلصات الكمبوست من سبلة الخيل والماشية درجات من الحماية ضد الإصابة بالفطر *F. oxysporum f. sp. cucumerinum* - مسبب مرض الذبول الفيوزارى فى الخيار - تراوحت بين ١٨,٦٪ - ٧٢,١٪ فى حالة سبلة الخيل، و ٣٨,٥٪ - ٧٢,٨٪ فى حالة سبلة الماشية. وتبين أن آلية الحماية من الإصابة كانت من خلال تثبيط المستخلصات لإنبات الجراثيم الكونيدية، وكذلك إلى تأثير الكائنات الموجودة بالمستخلصات المضادة لفطر الذبول الفيوزارى (Ma وآخرون 1999).

المكافحة بالسماذ الأخضر

أدت حراثة غطاء نباتي من *Trifolium incamatum* – الذى زرع كسماذ أخضر – فى التربة قبل زراعة البطيخ اللابذرى إلى خفض إصابة النباتات بالفطر *F. oxysporum* f. *sp. niveum* مسبب مرض الذبول الفيوزارى (Himmeistein وآخرون ٢٠١٤).

الذبول المفاجئ

على الرغم من إصابة الفطر *Monosporascus cannonballus* – مسبب مرض الذبول المفاجئ – لجميع القرعيات، فإن المرض يُعد شديد الخطورة فى الكنتالوب، وبدرجة أقل فى البطيخ.

ينتشر مرض الذبول المفاجئ أو التدهور *Monosporascus root rot and vine decline* – الذى يسببه الفطر *M. cannonballus* فى زراعات الكنتالوب والبطيخ فى المناطق شبه الجافة الحارة، وتزداد خطورته فى الأراضى الملحية والقلوية. يُنتج الفطر وفرة من الأجسام الثمرية *perithecia* فى نسيج القشرة بالجذور؛ فتبدو تحت العدسة المكبرة كالفلل الأسود المنثور (مظهر الـ *pepper spot*). تُنتج الأجسام الثمرية الأكياس الأسكية *asci* التى يحتوى كل منها على جرثومة أسكية واحدة سوداء وذات جدار سميك، يمكنها البقاء فى التربة لفترة طويلة.

لا توفر الدورة الزراعية وتشميس وتبخير التربة سوى فائدة محدودة فى مقاومة المرض، نظراً لقدرة الفطر على البقاء فى التربة لفترات طويلة، ولتحمله للحرارة، ولقدرته على سرعة استعمار التربة المعقمة.

يسبب الفطر ذبولاً فجائياً مع اقتراب الثمار من النضج، ولا تتوفر مقاومة يُعتمد بها فى أى من أصناف الكنتالوب أو البطيخ؛ ولذا كان الاتجاه نحو مقاومة المرض بالتطعيم (Louws وآخرون ٢٠١٠).

المكافحة بالتطعيم

وجد أن الصنف *Brava* من *Cucurbita maxima* يُفيد – كأصل لتطعيم الكنتالوب عليه – فى مكافحة حالات الذبول المفاجئ التى يسببها الفطر *M. cannonballus* بنسبة ٧٥٪-١٠٠٪ (Edelstein وآخرون ١٩٩٩).

ولقد تأكدت مقاومة مرض الذبول المفاجئ الذى يسببه الفطر *M. cannonballus* فى البطيخ والكنتالوب بالتطعيم على أصول من *Cucurbita* spp. وهى التى تقاوم الإصابة بالفطر (Beltrán ٢٠٠٨).

وبالمقارنة.. أُصيبَت نباتات الكنتالوب من صنف إيديال بالذبول المفاجئ بنسبة ١٠٠٪. عندما لم تُطعم، وكذلك عندما طعمت على أى من الأصليين: *Cucurbita ficifolia* أو *Lagenaria siceraria* (الـ bottle gourd)؛ هذا بينما لم يظهر أى ذبول عندما استخدم أى من الأصليين الكوريين New Couple 124 أو Caurgo 109+130، واللذان كان محصول الكنتالوب عليهما جيداً وصفات الثمار جيدة وطبيعية (النوبارية – نوفمبر ٢٠٠٠).

كذلك تُعد السلالة البرية Pat 81 من *Cucumis melo* ssp. *agrestis* مقاومة للفطر *Monosporascus cannonballus*، مسبب مرض الذبول المفاجئ للكنتالوب. وقد قورن استخدام هذه السلالة كأصل لتطعيم الكنتالوب عليه مع استخدام الأصل الشائع RS 841، وهو هجين نوعي: *Cucurbita maxima* × *C. moschata*، ووجد أنه أثناء الإصابة بالمرض يتأقلم المجموع الجذرى للسلالة Pat 81 لاحتياجات النموات الهوائية لصنف الكنتالوب Piel de Sapo، ويظهر مستوى عالٍ من المقاومة للفطر مماثلاً لمستوى مقاومة RS 841، ويوفر للنبات قدرًا أكبر من الجذور السليمة مع نسبة أعلى من الكتلة البيولوجية للجذور إلى كتلة النموات الخضرية، مقارنة بالـ Piel de Sapo غير المطعوم. وفى التربة غير الملوثة بالفطر الممرض كان الأصل Pat 81 أقل تأثيراً على صفات جودة الثمار عن تأثير RS 841؛ مما ترتب عليه انخفاض فى نسبة الثمار غير الصالحة للتسويق عما فى حالة استعمال RS 841 كأصل. وبذا.. فإن استخدام Pat 81 كأصل يجمع بين ميزتى مقاومة الذبول المفاجئ وضعف التأثير السلبي للأصل على صفات جودة الثمار (Fita وآخرون ٢٠٠٧).

ولقد أظهرت الهجن النوعية *C. maxima* × *C. moschata* مقاومة جيدة للفطر. ومن أمثلة الهجن التى استخدمت كأصول للكنتالوب: TZ 148 الذى أكسب النباتات بعض

المقاومة، و Brava الذى قلل الذبول المفاجئ بنسبة ٦٣٪ - ١٠٠٪، كما استخدم Shintoza الذى أفاد كأصل للبطيخ، وقلل الإصابة بالفطر، وجنّب النباتات ظهور أعراض الذبول عليها.

كذلك شاع استخدام أصول من الجنس *Cucurbita* للبطيخ فى المناطق التى ينتشر فيها فطر الذبول المفاجئ فى إسبانيا.

وأظهرت السلالة Pat 81 من *Cucumis melo ssp. agrestis* مقاومة عالية للفطر، وأكسب نباتات الكنتالوب التى طعمت عليها مقاومة عالية للمرض، كانت مماثلة لتلك التى وفرها الهجين النوعى RS 481 (Louws وآخرون ٢٠١٠).

المكافحة بكتيريا المحيط الجذرى

أمكن عزل سلالتان من البكتيريا المحفزة للنمو النباتى من تربة معقمة بالتشميس، كانتا فعاليتين فى مكافحة الفطر *Monosporascus cannonballus* مسبب مرض الذبول المفاجئ فى الكنتالوب، والسلالتان هما: BsCR من *Bacillus subtilis/amyloliquefacines*، و PpF4 من *Pseudomonas putida*. وقد وجد فى البيئة الصناعية أن PpF4 تثبط بقوة تطور تكوين الأجسام الثمرية للفطر (الـ perithecia). وفى ظروف البيوت المحمية أحدثت BsCR - منفردة، ومع PpF4 - خفضًا ثابتًا فى أعراض المرض. وتسببت BsCR - منفردة أو مع PpF4 - فى زيادة جوهريّة - كذلك - فى الكتلة البيولوجية للنمو الجذرى فى كل من النباتات المحقونة بالفطر الممرض وغير المحقونة. ويبدو أن BsCR تُسهم - كذلك - فى الحد من شدة الإصابة من خلال تحفيزها للدفاع النباتى (Antonelli وآخرون ٢٠١٣).

المكافحة بسلالات ضعيفة التطفل من الفطر

أمكن مكافحة مرض الذبول الفجائى فى الكنتالوب - بيولوجيا - باستخدام عزلات ضعيفة التطفل من الفطر *Monosporascus cannonballus* (Batten وآخرون ٢٠٠٠).

المكافحة بتشميس التربة

أمكن بتشميس التربة solarization مع استعمال جرعة مخفضة (٣٠ مل/م^٢) من الميتام صوديوم metam-sodium مكافحة الفطر *Monosporascus cannonballus* مسبب مرض الذبول الفجائى فى الكنتالوب (وكذلك الفطر *Fusarium oxysporum* f. *sp. radidis-lycopersici* مسبب مرض عفن التاج الفيوزارى فى الطماطم)، علماً بأن التشميس وحده أو استعمال المبيد وحدة لا يفيد كثيراً فى مكافحة أى من الفطرين (Gamliel وآخرون ٢٠٠٠).

المكافحة بمستحضات المقاومة

أحدثت معاملة بذور الكنتالوب بالمثيل جاسمونيت methyl jasmonate (اختصاراً: MeJA) خفضاً جوهرياً فى أعراض الإصابة بالذبول المفاجئ الذى يسببه الفطر *Monosporascus cannonballus* فى تربة تمت عداوها بالفطر، وكانت معاملة البذور بأى من الـ acybenzolar-S-methyl (اختصاراً: BTH)، أو dipotassium hydrogen phosphate (اختصاراً: K₂HPO₄) مؤثرة كذلك ولكن بدرجة قليلة حيث كانت النباتات المعاملة أكثر قليلاً فى مقاومة الفطر الممرض عن نباتات الكنترول؛ علماً بأن المركبات الثلاثة هى من مستحضات المقاومة. وفى دراسة بالصوبة.. أدت معاملة البذور بالـ MeJA ثم رش النباتات بالمركب ذاته إلى تقليل شدة الإصابة بالمرض. كذلك كانت للمعاملة بالـ BTH تأثيراً مماثلاً على المرض، ولكن المعاملة بالـ K₂HPO₄ لم تكن مؤثرة (Aleandri وآخرون ٢٠١٠).

ذبول فيرتسيليم

المكافحة بالتطعيم

لم تتوفر المقاومة لذبول فيرتسيليم (*V. dahliae*) فى أى من الأصول التى قُيِّمت لهذا الغرض من مختلف القرعيات، ولكن وجدت صفة تحمل الإصابة فى بعض سلالات وأصناف *Cucurbita pepo*، و *Lagenaria siceraria*. وقد أدى استخدام الهجين

النوعى Mamouth (وهو: $C. maxima \times C. moschata$) إلى خفض الإصابة بذبول فيرتسيليم فى البطيخ إلى ٣٧٪، مقارنة بإصابة ٨٧٪ فى النباتات غير المطعومة، وذلك فى الصنف Crimson Sweet. كذلك وجد أن استعمال أصول من *Lagenaria siceraria* قللت الإصابة فى نفس صنف البطيخ إلى ٢٠٪ - ٣٠٪ (Louws وآخرون ٢٠١٠).

ويذكر أن تطعيم البطيخ على اليقطين *Lagenaria siceraria* صنف Emphasis، والهجين النوعى: $Cucurbita maxima \times C. moschata$ صنف Strong Tosa أفاد فى مكافحة ذبول فيرتسيليم (Buller وآخرون ٢٠١٣).

عفن التاج والجذر والثمار

تعرف سلالتان (1، 2) من الفطر *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae* مسبب مرض عفن التاج والجذر والثمار الفيوزارى فى القرعيات. تُسبب السلالة 1 عفنًا بالجذر والساق والثمار فى الكوسة والكنتالوب، وبرزت مؤخرًا كمشكلة فى أصول البطيخ من الهجن النوعية. أما السلالة 2 فإنها تتسبب فقط فى إحداث عفن بالثمار. ويُستدل من دراسات حديثة أن السلالتين ربما تنتميان لنوعين مختلفين من الفطر. يُحمل الفطر وينتشر عن طريق البذور.

المكافحة بالتطعيم

بينما ظهرت القابلية للإصابة للسلالة 1 من الفطر فى السلالات والأصناف التى قُيِّمت من كل من *Cucurbita maxima*، و *C. moschata*، وكذلك فى عديد من الهجن النوعية $C. maxima \times C. moschata$ (مثل: Brava، و Shintoza، و RS481، و TZ-148، و TW-1)، فإن هجناً أخرى من نفس الهجين النوعى (مثل: Achille، و Ercole، و Emphasis، و Just، و GV100) كانت مقاومة.

ويكافح الفطر *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* - مسبب مرض عفن الجذر والساق فى الخيار - بتطعيم الخيار على أصول من الجنس *Cucurbita* مقاومة للمرض. ومن أكثر الأصناف والسلالات مقاومة - من بين تسعة أصول تم اختبارها - كلاً

من: Peto 42.91، و TS-1358 F₁، و TZ-148 F₁. ويُعد تطعيم الخيار على أصول مقاومة بديلاً لتبخير التربة ببروميدي الميثايل (Pavlou وآخرون ٢٠٠٢).

المكافحة بعزلات غير ممرضة من فطر الفيوزارييم

أدت المعاملة بأى من عزلتين غير ممرضتين من الفطر *Fusarium oxysporum* إلى تقليل إصابة الخيار جوهرياً بالفطر *F. oxysporum* f. sp. *rdicis-cucumerinum* مسبب مرض عفن الجذر والتاج الفيوزارى. وأدى إقران المعاملة بفطر الفيوزارييم غير الممرض بعزلات بكتيرية من بكتيريا المحيط الجذرى إلى حماية النباتات بصورة أكثر - جوهرياً - من الإصابة بالمرض، على الرغم من أن المعاملة بالبكتيريا - منفردة - لم تكن مؤثرة فى الحماية من الإصابة. وتجدر الإشارة إلى أن عزلة أخرى من فطر الفيوزارييم غير الممرض لم توفر - بمفردها - حماية لنباتات الخيار من الإصابة بعفن الجذر والتاج الفيوزارى، ولكنها أصبحت فعّالة فى المكافحة الحيوية عندما اقترنت المعاملة بها بالمعاملة بإحدى عزلات بكتيريا المحيط الجذرى (Abeyasinghe ٢٠٠٩).

المكافحة بالمستخلصات النباتية

أدت معاملة نقع بذور الخيار فى أى من مستخلصات النباتات: *Azadirachta indica*، و *Ziziphus spina-christi*، و *Zygophyllum coccineum* بتركيز ١٥٪ إلى خفض إصابة الجذور بالعفن الذى يسببه الفطر *Fusarium solani* (Haikal ٢٠٠٧).

عفن الجذور الفيتوفثورى

المكافحة بالتطعيم

يمكن لبعض أصول القرعيات توفير حماية من الإصابة بفطر الفيتوفثورا فى القرعيات، ومثال ذلك النوع *Cucurbita moschata* الذى يوفر صفة القدرة على تحمل الإصابة بالفطر *Phytophthora melonis* مسبب مرض عفن الجذور ولفحة فيتوفثورا فى الخيار (Louws وآخرون ٢٠١٠).

المكافحة بالسيليكون

أدت تغذية الخيار بالسيليكون بتركيز ١,٠ أو ١,٧ مللي مول سيليكون (في صورة سيليكات صوديوم) إلى إحداث خفض جوهري في شدة الإصابة بالفطر *Phytophthora melonis* مسبب مرض عفن الجذور، وذلك مقارنة بالإصابة في معاملة الكنترول. وقد حسّنت معاملة السيليكون من نشاط الإنزيمين المضادين للأوكسدة: كاتاليز *catalase*، وأسكوربيت بيروكسيداز *ascorbate peroxidase*؛ مما أدى إلى تحسين مقاومة المحصول لشدّ الأوكسدة - الذي استحثته الإصابة بالفطر *P. melonis* - ومن ثم إلى تحسين النمو النباتي (Mohaghegh وآخرون ٢٠١١).

لفحة الساق الصمغية

المكافحة بالتطعيم

تحدث الإصابة الابتدائية بالفطر *Didymella bryoniae* - مسبب مرض لفحة الساق الصمغية في القرعيات - في الجزء السفلي من تاج النبات؛ ولذا فإن الأصول المقاومة تُفيد في مكافحة الفطر. ولقد وفرت الهجن النوعية *Cucurbita maxima* × *C. moschata* مقاومة للفطر، وكان الهجن RS 481 مناسباً كأصل للكنتالوب؛ نظراً لتأثيره الإيجابي على محصول الثمار وجودتها.

كذلك وُجدت المقاومة في عديد من أنواع الجنس *Cucumis*، وفي هجن الـ *Cucurbita*، والنوع *Benincasa hispida*، وهي التي قد تُفيد كأصول في مكافحة المرض (Louws وآخرون ٢٠١٠).

وأدى تطعيم صنف الكنتالوب Bonus II على أصول الكنتالوب Dinero، والقرع العسلي Strong Tosa إلى إكسابه مقاومة لفحة الساق الصمغية *D. bryoniae*، بينما كانت النباتات غير المطعومة قابلة للإصابة. ولم تؤثر معاملة المحاليل المغذية بتركيزات من البوتاسيوم تراوحت بين ٦٢,٥، و ٢٥٠ مجم/لتر على شدة الإصابة بالمرض (de Sousa da Silva وآخرون ٢٠١٢).

البياض الدقيقى

المقاومة بالتطعيم

تتميز بعض أصول القرع العسلى التى تستخدم فى تطعيم الخيار عليها بمقاومتها للفطر *Podospaera xanthii* مسبب مرض البياض الدقيقى؛ فتتوفر المقاومة العالية فى الأصلين Tokiwa Power Z و White Power فى جميع مراحل النمو من البادرة إلى النبات البالغ، وتتوفر مقاومة متوسطة إلى عالية - خاصة فى النباتات البالغة - فى الأصل PPMR-1، بينما تتوفر صفة القابلية للإصابة فى الأصلين Hikari Power Gold و Shintosa. وقد وجد عند تطعيم الخيار على تلك الأصول أن تأثيرها كان قليلاً أو معدوماً على مقاومة الطعم للبياض الدقيقى فى مراحل النمو المبكرة. هذا إلا أن النباتات المطعومة على أى من الأصلين PPMR1 أو Shintosa أظهرت تحملاً أو مقاومة متزايدة للبياض الدقيقى مع التقدم فى العمر. وفى المقابل.. لم يكن للأصلين المقاومين بدرجة عالية Tokiwa Power Z و White Power تأثيراً ملحوظاً على مقاومة الطعم فى المراحل المتأخرة من النمو (لم تكن الزيادة فى مقاومته جراء التطعيم عليهما كبيرة)، بينما أدى التطعيم على الأصل Hikari Power Gold إلى خفض مقاومة الطعم للبياض الدقيقى (Sakata وآخرون ٢٠٠٦).

لقد وجد أن الأصل المستخدم مع الخيار يمكن أن يزيد أو يُقلل شدة الإصابة بالبياض الدقيقى حسبما إذا كان الأصل مقاوماً أم غير مقاوم للمرض. وتبين أن الأصول المقاومة للبياض الدقيقى تؤدي إلى زيادة محتوى الطعوم من السيليكا (SiO_2)، التى تلعب دوراً رئيسياً فى مقاومة المرض. وعلى العكس أدى استعمال أصول أخرى كتلك التى تحمل ثماراً غير شمعية bloomless إلى زيادة إصابة الطعوم بكل من البياض الدقيقى والفطر *Corynespora* sp. (مسبب مرض الـ target spot)؛ الأمر الذى ربما كان نتيجة لتقليل الأصل لامتصاص السيليكا (Louws وآخرون ٢٠١٠).

المكافحة الحيوية

يفيد في مكافحة مرض البياض الدقيقى فى القرعيات رش النباتات بعد نحو ١٥ يوماً من زراعة البذرة، أو بعد ١٠ أيام من الشتل بمخلوط من المركب بلانت جارد مع المنشط الطبيعى هيومكس بمعدل ٢٥٠ مل (سم^٣) من كل منهما لكل ١٠٠ لتر ماء، مع إجراء الرش قبل الغروب. ويكرر الرش كل حوالى ١٠-١٥ يوماً حسب الحاجة.

ويمكن مكافحة الفطر *S. fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى بيولوجياً بالمعاملة بالفطر السطحى التطفل *Ampelomyces quisqualis* (= *Cicinnobolus cesatii*)، وهو فطر فعال - كذلك - فى مكافحة مختلف الفطريات السطحية التطفل المسببة للبياض الدقيقى السطحية فى مختلف القرعيات، والخضراوات الأخرى (Abo-Foul وآخرون ١٩٩٦).

ويفيد الفطر السطحى النمو *Tilletiopsis pallescens* فى مكافحة الفطر *S. fuliginea* فى الخيار. ويزداد نمو الفطر *T. pallescens* مع زيادة الرطوبة النسبية حتى ٩٠٪، وعند تواجد الفطر *S. fuliginea*، وبإضافة زيت اللفت بنسبة ١٪ إلى معلق جراثيم الفطر عند انخفاض الرطوبة النسبية إلى ٧٠٪. هذا ولم يلاحظ أى دليل على اختراق الفطر *T. pallescens* لأى من خلايا العائل (الخيار)، أو غزل الفطر *S. fuliginea* (Urqyhart & Punja ١٩٩٧).

ويستدل من نتائج دراسات Verhaar وآخريين (١٩٩٦) أن المعاملة بالفطر *Verticillium lecanii* تفيد فى المكافحة البيولوجية للفطر *S. fuliginea*. وخاصة عند توفر مقاومة جزئية من الفطر المسبب للبياض الدقيقى فى الأصناف المستعملة فى الزراعة. وفى دراسة لاحقة (Veerhaar وآخرون ١٩٩٧) أعطت المكافحة البيولوجية نتائج جيدة عندما اتبعت كإجراء وقائى ٩-٥ أيام قبل الحقن بالفطر *S. fuliginea*، أو كإجراء علاجى مبكر فى خلال يومين من الإصابة بالبياض الدقيقى. وعلى الرغم من أن الحقن بالفطر *V. lecanii* بعد أكثر من يومين من الإصابة بالبياض الدقيقى كان مصاحباً

زيادة في المساحات المصابة بالبياض إلا أن المكافحة الحيوية أدت في نهاية الأمر إلى خفض الإصابة بالبياض إلى أقل من ٢٠٪ مقارنة بالكنترول. وقد أكد Askary وآخرون (١٩٩٨) فاعلية المكافحة البيولوجية للبياض الدقيقى فى الخيار باستعمال سلالات مختلفة من الفطر *V. lecanii*، كما أوضحت دراسات Veerhaar وآخرون (١٩٩٨) أهمية الدور الذى تلعبه الرطوبة النسبية فى التأثير على فاعلية الفطر *V. lecanii* فى مكافحة البياض الدقيقى فى الخيار.

وقد تبين لدى مقارنة ثلاثة فطريات من تلك المستعملة فى المكافحة الحيوية للفطر المسبب لمرض البياض الدقيقى فى الخيار أن *Sporothrix flocculosa* كان أثرها فاعلية - حيث أعطى مكافحة بدرجة ماثلة لتلك التى حصل عليها بالرش مرة واحدة بأى من المبيدين الفطريين ببيريميت bupirimate أو إمازاليل imazalil فى صنف مقاوم جزئياً للمرض، بينما كان الفطر *Ampelomyces quisqualis* عديم الفائدة، وكان تأثير الفطر *Verticillium lecanii* فى مكافحة المرض محدوداً.

ولقد أدت معاملة الخيار بأى من مستحضات المقاومة: K_2HPO_4 ، ومستخلص البروبوليس propolis (وهى مادة راتينجية شمعية القوام يجنيها النحل من براعم الأشجار)، وراشح كلاً من *Bacillus subtilis*، و *Trichoderma harzianum* إلى خفض الإصابة بالفطر *Sphaerotheca fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى، وذلك بدرجات مختلفة، كما أدت إلى زيادة نشاط إنزيمات الدفاع بدرجات مختلفة كذلك، مقارنة بما حدث فى نباتات معاملة الكنترول. وكانت أكثر المعاملات تأثيراً هى التى كانت بخليط من مستخلص البروبوليس مع راشح كلاً من *Bacillus*، و *Trichoderma* وكانت جميع المعاملات بالمستحضات أفضل من المعاملة بالمبيد الفطرى توباس ١٠٠ Topas-100 فى مكافحة المرض (Mahdy وآخرون ٢٠٠٦).

وتتوفر منتجات تجارية تحتوى على كائنات دقيقة (مثل: Actinovate AG، و Companion، و BU EXP 1216 C، و BU EXP 1216S) تُستخدم فى مكافحة

الفطر *Podosphaera xanthii* – مُسبب مرض البياض الدقيقي فى القرعيات. وقد وجد أن تبادل استعمال أى من تلك المنتجات مع نصف المعدل الموصى باستخدامه من مبيدات البياض الدقيقي التجارية يُفيد فى مكافحة البياض الدقيقي فى كل من الكوسة والكنطلوب (Zhang وآخرون ٢٠١١).

ومن بين المركبات الحيوية التجارية الأخرى التى أثبتت فاعلية فى مكافحة الحيوية للبياض الدقيقي، ما يلى:

- AQ10، وهو يحتوى على الفطر *Ampelomyces quisqualis*، والذى طُوِّر خصيصاً لمكافحة البياض الدقيقي، حيث يُتلف جراثيم الفطر الممرض.
 - Serenade، وهو يحتوى على البكتيريا *Bacillus subtilis*، التى تمنع الفطر الممرض من إصابة النبات.
 - Sporodex، وهو يحتوى على الخميرة *Sporothrix flocculosa*، التى تفيد فى مكافحة البياض الدقيقي فى الزراعات المحمية.
- يُعاب على مكافحة الحيوية احتياجها إلى رطوبة نسبية عالية لتكون فعالة فى مكافحة؛ الأمر الذى يناسب زيادة الإصابة بالبياض الدقيقي (Nunez-Palenius وآخرون ٢٠٠٦).

المكافحة بالمستخلصات النباتية

وجد أن المعاملة أسبوعياً بمحلول مائى من مستخلصات أوراق نبات ال Knotweed وهو *Reynoutrica sachalinensis* بتركيز ٢٪ أدت إلى مكافحة الفطر *S. fuliginea* فى الخيار بذات كفاءة المبيد الفطرى بينوميل benomyl، ولم تؤثر المعاملة على محصول الثمار، ولكن تكرار الرش جعل أوراق النباتات لامعة، وأقتم لوناً، وأكثر عرضة للتقصف عند ملامستها. وقد أدت المعاملة – خاصة للأوراق المصابة بالبياض – إلى تراكم سريع وواضح للمركبات الفينولية فى الأوراق. وقد كان التأثير المباشر للمعاملة على الفطر هو حدوث تثبيط للجراثيم الكونيدية؛ الأمر الذى يقود إلى

الاعتقاد بأن المعاملة تُحدث تأثيرها من خلال استحثاثها للعمليات الأيضية المحفزة للمقاومة الطبيعية في النبات.

ويعرف التحضير التجارى لمستخلص هذا النبات - وهو منتج ألماني (Compo, Munste, Germany) - باسم مِلسانا فِلْسَج Milsana flussig. ومن المعروف أن النباتات التي تعامل بهذا المستخلص يزداد محتواها من الكلورفيل، كما يزداد فيها نشاط إنزيم β -1,3-glucanase، وإنتاج الإثيلين (Daayf وآخرون ١٩٩٥).

وفي دراسة لاحقة (Daayf وآخرون ١٩٩٧) تبين أن أوراق نبات الخيار المعاملة بمستخلص أوراق نبات *R. sachalinensis* تنتج عند عداوها بالفطر *S. fuliginea* فيتوأكسينات Phytoalexins مضادة للفطريات، تكون هي المسئولة عن مقاومة الخيار للفطر المسبب للبياض الدقيقى.

كذلك وجد أن المعاملة بمستخلص نبات *R. sachalinensis* كانت لها نفس قوة ومفعول المبيد الفطرى ميكولوبيتاناول، والكبريت فى مكافحة البياض الدقيقى فى الخيار، وأدت المعاملة إلى زيادة المحصول بنسبة ٤٩٪ مقارنة بمعاملة الشاهد. وقد أكدت الدراسة على أهمية هذا المستخلص النباتى فى الوقاية من الإصابة بالبياض الدقيقى (Konstantindou-Doltsinis & Schmitt ١٩٩٨).

وعلى صعيد آخر تمكن Paik وآخرون (١٩٩٦) من مكافحة الفطر *S. fuliginea* فى الخيار بشكل جيد برش النباتات بمسحوق قابل للبلل (يحتوى على ٣٠٪ مادة فعّالة) من مستخلص نبات *Rheum undulatum*، أو بالمبيد الفطرى AK، وهو يقترب فى تركيبه الكيميائى من المستخلص النباتى، ويحتوى على 1,8-dihydroxy anthraquinone.

ويحتوى المستخلص المائى للنبات *Rabinia pseudoacacia* على مركبين نشطين بيولوجياً يلعبان دوراً فى مكافحة هذا المستخلص للفطر *Sphaerotheca fuliginea*، مسبب مرض البياض الدقيقى فى الخيار (Zhang وآخرون ٢٠٠٨).

ويُستخدم مستخلص نبات الروبارب الصيني *Rheum officinale* في الصين كمنتج تجارى بتركيز ٥ جم/لتر في مكافحة البياض الدقيقى فى الخيار الذى يسببه الفطر *Podospaera xanthii*. ولقد وصلت كفاءة المكافحة إلى ٨٠٪ عندما استخدم المستخلص بمعدل ١٠-٥٠ مجم مادة فعالة/لتر (٣ رشات) أو بمعدل ٢٠-٥٠ مجم مادة فعالة/لتر (رشتان). وكان محصول الخيار المعامل بالمستخلص مماثلاً لمحصول المعاملة بالمبيد triadimefon، أو أعلى منه، وأعلى بمقدار ٥٣٪ عن محصول معاملة الكنترول غير المعاملة (Yang وآخرون ٢٠٠٩).

كما وجد أن مستخلص النباتين *Euphorbia humifusa*، و *Robinia pseudoacacia* الصينيان منعا إصابة الخيار بالفطر *Spherotheca fuliginea* - مسبب مرض البياض الدقيقى - كما أفادا - كذلك- فى العلاج من الإصابة بالمرض (Liu وآخرون ٢٠١٠).

المكافحة بالشيتوسان

كانت أقوى المعاملات تأثيراً فى مكافحة البياض الدقيقى فى كل من الخيار والكتنلوب والفلفل، والندوة المبكرة والمتأخرة فى الطماطم، هى: الشيتوسان + زيت الزعتر، والشيتوسان + السكارين saccharin، والشيتوسان + كلوريد الكالسيوم + الخميرة *Saccharomyces cerevisiae*، والشيتوسان + monohydrogen phosphate، والسكارين + potassium monohydrogen phosphate، والشيتوسان + الخميرة *S. cerevisiae*. كذلك أحدثت المعاملة بأى من *Trichoderma harzianum* أو *Bacillus subtilis* خفضاً جوهرياً فى الإصابات المرضية، مقارنة بتأثير المعاملات البيولوجية السابقة. أما المعاملة بأى من: *T. viride*، أو *P. fluorescens*، أو *S. cerevisiae* فكان تأثيرها فى المكافحة وسطاً (Abde-Kader وآخرون ٢٠١٣).

المكافحة باللبن الحليب

كان الرش بالتركيزات العالية من اللبن الحليب (٤٠٪، و ٥٠٪) أكثر كفاءة من المبيدات الفطرية فى مكافحة الفطر *S. fuliginea* - مسبب مرض البياض الدقيقى فى

الكوسة؛ حيث وجد ارتباط سالب بين المساحة الورقية المصابة بالفطر / ورقة مصابة وتركيز اللبن المستخدم من ٥٪ إلى ٥٠٪ (Bettiol ١٩٩٩).

المكافحة بالأحماض الأمينية

أحدث رش نباتات الخيار بمخلوط من الريبوفلافين riboflavin مع الميثيونين methionine خفضاً جوهرياً في إصابتها بالفطر *Sphaerotheca fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى. هذا وكان أول رد فعل للمعاملة حدوث زيادة مفاجئة وحادة في إنتاج فوق أكسيد الأيدروجين في الأوراق، وكذلك زيادة في نشاط الإنزيمات المضادة للأكسدة، مثل السوبر أوكسيد دسميوتيز *superoxide dismutase*. وأحدثت المعاملة — أيضاً — زيادة في محتوى اللجنين بالأوراق كانت ظاهرة بعد تسعة أيام من المعاملة (Kang ٢٠٠٨).

المكافحة بأملاح الفوسفات والبوتاسيوم

أدى رش السطح العلوى للورقة الحقيقية الأولى من نباتات الخيار مرة واحدة بأى من المركبات K_2HPO_4 أو $KHPO_4$ أو $Na_4P_2O_7$ ، أو Na_3PO_4 بتركيز ١٠٠ مللى مولار قبل ساعتين من عدوى النباتات بالفطر *S. fuliginea*. أدى ذلك إلى توفير حماية جهازية للنباتات من الإصابة بالبياض الدقيقى فى الورقتين الثانية والثالثة. وبينما لم تكن للمعاملة بالمركب Na_2HPO_4 أى تأثير فى هذا الشأن، فإن رش الورقة الأولى بمخلوط من المركبين $KHPO_4$ ، و Na_2HPO_4 أحدث مقاومة جهازية واضحة فى الورقتين الثانية والثالثة. وأدى رش الورقة الأولى بالمركب K_2HPO_4 قبل عدواها بالفطر بـ ٩٦ ساعة، أو ٤٨ ساعة، أو ساعتين إلى توفير مقاومة جهازية ظهرت على صورة نقص فى عدد مواقع الإصابة الأولى بالبياض الدقيقى بنسبة ٧٤٪، و ٧٦٪، و ٩٦٪ على التوالى، مقارنة بنباتات الكنترول التى رشت بالماء. وكانت أفضل المركبات فى توفير المقاومة الجهازية: K_2HPO_4 ، و KH_2PO_4 (Reuveni وآخرون ١٩٩٣).

وتمكن Reuveni وآخرون (١٩٩٥) من مكافحة الفطر *S. fuliginea* معنوياً برشة واحدة من محلول مائي لأحد أملاح الفوسفات والبوتاسيوم بتركيز ٢٥ مللى مولاراً. وقد كانت أملاح الفوسفات كافية وحدها لمكافحة المرض، إلا أن كفاءتها ازدادت بإضافة توين ٢٠ Tween-20 - وهى مادة ناشرة - إليها. وكانت كفاءة المكافحة - معبراً عنها باختفاء ٩٩٪ من البثرات المرضية - قد تأكدت بعد يوم واحد أو يومين من الرش مرة واحدة بأحد أملاح البوتاسيوم والفوسفات، واستمرت كفاءة المعاملة لمدة ١٢ يوماً بعد المعاملة فى نباتات خيار البيوت المحمية المصابة بالبياض الدقيقى، ولمدة ١٥ يوماً فى النباتات الكبيرة. كذلك أنقصت المعاملة جوهرياً إنتاج الجراثيم الكونيدية من المستعمرات الفطرية فى النباتات المعاملة. وأدت رشة أخرى من هذه الأملاح للنباتات ذاتها إلى التخلص من نحو ٥٠٪ من مستعمرات البياض التى كانت موجودة قبل المعاملة. وأدت الرشات الإضافية إلى تثبيط تطور المرض، مقارنة بالرش بالماء. ولكنها لم تقلل من عدد البقع المرضية الموجودة بالفعل. وكانت المعاملة بالفوسفات أكثر كفاءة فى مكافحة المرض من المبيد الجهازى بيريفينوكس pyrifenoX، وقللت من إصابات البياض الدقيقى لمدة ١١ يوماً بعد المعاملة، ولكن العكس كان صحيحاً بعد ١٥ يوماً. وقد أوصى الباحثون بالتسميد الورقى بأملاح الفوسفات والبوتاسيوم لما تتميز به من قدرة إضافية على مكافحة المرض.

وفى دراسة لاحقة ذكر Reuveni وآخرون (١٩٩٦) أنه تمت مكافحة الفطر *S. fuliginea* معنوياً برش النموات الخضرية مرة واحدة بمحلول مائى من أى من أملاح فوسفات أحادى البوتاسيوم، أو نترات البوتاسيوم بتركيز ٢٠ مللى مولاراً أو بمحلول من المبيد الفطرى الجهازى بيريفينوكس PyrifenoX بتركيز ٠,٠١٪. وذلك قبل العدوى بالفطر المسبب للبياض الدقيقى. كذلك وجد أن الرشات الإضافية للنموات الخضرية بكل من فوسفات أحادى البوتاسيوم، وفوسفات ثنائى البوتاسيوم، وبيكربونات الصوديوم (بتركيز ١٪) وبيريفينوكس تثبّطت نموات البياض الدقيقى. وكانت المعاملة بأى من

فوسفات أحادى البوتاسيوم أو فوسفات البوتاسيوم، أو نترات البوتاسيوم كل ٧ أو ١٤ يوماً شديدة الفاعلية فى الحماية من الإصابة بالبياض الدقيقى تحت ظروف الصوبة. ولم يكن البيريفيونوكس أكثر فاعلية فى الحماية من الإصابة بالفطر *S. fuliginea* عن أى من أملاح الفوسفات أو البوتاسيوم. ولم تكن هذه المحاليل الملحية سامة للنباتات. ويستدل من هذه الدراسة أن تلك الأملاح تعد مثالية للاستعمال كأسمدة ورقية لأجل تغذية النباتات وحمايتها من الإصابة بالبياض الدقيقى فى الزراعات المحمية.

كذلك عامل Mosa (١٩٩٧) نباتات الخيار بمحاليل مائية من أملاح الفوسفات: KH_2PO_4 ، و K_2HPO_4 ، و K_3PO_4 بتركيز ٢٥ أو ٥٠ مللى مولاراً من أى منهم إما قبل عدواها بالفطر *S. fuliginea* بيومين، أو بعد عدواها بالفطر بثلاثة أيام. وقد أدت جميع المعاملات إلى خفض شدة الإصابة بالبياض الدقيقى، وكانت أفضل الأملاح: K_2HPO_4 ، و K_3PO_4 ، حيث كان مفعولهما وقائياً وعلاجياً. وقد خفضت المعاملة من إنتاج الجراثيم الكونيدية للفطر معنوياً. وصاحبت المعاملة زيادة كبيرة فى نشاط إنزيم البيروكسيديز فى كل من النباتات المعدية بالفطر وغير المعدية به.

كما وجد Titone وآخرون (١٩٩٨) أن رش نباتات الكوسة بمحلول مائى من فوسفات أحادى البوتاسيوم بتركيز ١٪ أحدث نقصاً فى الإصابة بالفطر *Sphaerotheca fusca* بنسبة ٥٠٪، ولكن كان من الضرورى رش جميع أوراق النبات، حيث لم تُجد معاملة ورقة واحدة بملح الفوسفات. وقد أدت المعاملة إلى نقص إنبات جراثيم الفطر من خلال تأثير جهازى أحدثته فى النبات، كما نقص تجرثم الفطر فى النباتات المعاملة مقارنة بالنباتات غير المعاملة، نتيجة لنقص مواقع الإصابة بالفطر ابتداءً.

المكافحة بالسيليكون

أمكن فى المزارع المائية مكافحة البياض الدقيقى فى كل من الخيار، والكنتلوب، والكوسة بإضافة سيليكات البوتاسيوم إلى المحول المغذى بتركيز ١,٧ مللى مولاراً من السيليكون، أو رش النباتات بمحلول من المركب ذاته بتركيز ٠,١٧ مللى مولاراً من

السيليكون قبل سبعة أيام من عدواها بالفطر المسبب للمرض، حيث أدت أى من هاتين المعاملتين إلى تقليل ظهور الإصابة بالمرض (Menzies وآخرون ١٩٩٢).

وأدى نمو النباتات فى بيئة غنية بالسيليكون إلى زيادة ترسبه فى أنسجة الورقة، وخاصة عند قواعد الشعيرات trichomes، وصاحب ذلك زيادة فى مقاومة النباتات للفطر المسبب للبياض الدقيقى *S. fuliginea*، وكذلك ترسبه فى خلايا البشرة المحيطة بمواقع إصابة الفطر للأوراق (Samules وآخرون ١٩٩١)، ولكن المعاملة أدت كذلك إلى اكتساب الثمار لونًا شاحبًا غير طبيعى (Samules وآخرون ١٩٩٣).

وقد برهنت دراسات Fawe وآخرون (١٩٩٨) على أن السيليكون يعمل على زيادة مقاومة نباتات الخيار للفطر المسبب للبياض الدقيقى، وذلك بتحفيزه للنشاط الأيضى المضاد للفطر فى الأوراق المصابة، بتكوينه لنواتج أيضية ذات وزن جزيئى منخفض. وقد عزلت إحدى تلك المركبات - التى اعتبرت من الفيتوأكسينات Phytoalexins - وعُرفت بأنها فالافونول أجليكون falavonol aglycone، وتم تحديد تركيبها الكيميائى.

وأمكن مكافحة الفطر *Podosphaera xanthii* - مسبب مرض البياض الدقيقى فى الكنتالوب بمعاملة النباتات - عن طريق التربة - بسليكات البوتاسيوم. أدت المعاملة إلى تقليل كفاءة الفطر فى إحداث الإصابة وتقدمها، وفى معدل انتشارها واتساعها. ولقد كان تركيز السيليكون فى الأوراق أعلى فى حالة المعاملة الأرضية بسليكات البوتاسيوم عما كان عليه فى حالة الرش الورقى، والتى تراكم فيها السيليكون على سطح الورقة وليس فى أنسجتها (Dallagnol وآخرون ٢٠١٢).

المكافحة بالكوبالت

أدى رش نباتات الكوسة وهى فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الأولى بكبريتات الكوبالت إلى زيادة مقاومتها الطبيعية للفطر *S. fuliginea*، حيث انخفضت شدة الإصابة بالبياض الدقيقى بزيادة تركيز محلول الرش من ٠,٠٢٥ إلى ٠,١ مللى مولارًا من كبريتات الكوبالت. كذلك كان رش النباتات بمركب فوسفات ثنائى البوتاسيوم K_2HPO_4 شديد الفاعلية فى مكافحة المرض عندما استعمل بتركيز ٦ مللى مولارًا. وقد قللت معاملة الرش

بكبريتات الكوبالت نشاط إنزيمى الأوكسيديز والبولى فينول أوكسيديز، هذا فى الوقت الذى خفضت فيه معاملة الرش بمركب فوسفات ثنائى البوتاسيوم نشاط إنزيم البولى فينول أوكسيديز، بينما أدت إلى زيادة نشاط إنزيم البيروكسيديز فى الأوراق المفصولة بعد ٤٨ ساعة من العدوى بالفطر (Gamil ١٩٩٥ أ).

المكافحة بالسيلينيم

أدت إضافة السيلينيم إلى المحاليل المغذية بتركيز ٠,٧٥ مللى مولاراً إلى خفض الإصابة بالبياض الدقيقى فى الخيار بنسبة تراوحت بين ١٠٪، و ١٦٪ (Dik وآخرون ١٩٩٨).

المكافحة بماء الكلس ومضادات النتج

وُجد أن رش نباتات الكوسة أسبوعياً بأى من ماء الكلس (Loven) Whitewash أو (Yalbin)، أو الطين أدى إلى مكافحة الفطر *S. fuliginea* بنسبة ٥٠٪-٦٠٪. وقد ازدادت كفاءة الرش عند إضافة مادة تجارية لاصقة إليه.

كذلك أعطت معاملة الرش أسبوعياً بمضاد النتج فيبور جارد Vapor Gard نتائج مماثلة للرش بماء الكلس مع المادة اللاصقة (Marco وآخرون ١٩٩٤).

المكافحة بأملاح البيكربونات

أفاد الرش بأملاح البيكربونات - مثل بيكربونات الصوديوم - فى مكافحة المرض فى الخيار (عن Palmar وآخرين ١٩٩٧).

كذلك أفادت المعاملة بأى من بيكربونات الصوديوم، أو توين ٢٠ Tween-20، أو بينولين Pinolene (وهو مستخلص من الصنوبر)، والزيت المعدنى. وفوسفات أحادى البوتاسيوم، وزيت الكانولا.. أفادت المعاملة بأى منها منفردة، أو فى توافق مع بعضها فى خفض شدة الإصابة بالبياض الدقيقى فى كل من الكوسة والخيار، وكانت أفضلها هى المعاملة ببيكربونات الصوديوم مع أى من التوين ٢٠، أو الزيت المعدنى، أو البينولين (Collina ١٩٩٦).

المكافحة بالمنظفات والمواد الناشرة

أفادت معاملة نباتات الخيار بالمادة المنظفة detergent زوهار Zohar LQ-215 في تقليل شدة الإصابة بالبياض الدقيقى. حيث بلغت شدة الإصابة ٢,٤٪ فقط بعد المعاملة ثلاث مرات على فترات مدتها ٥ أيام، وذلك مقارنة بشدة إصابة بلغت ٢٧٪ في نباتات المقارنة. وأدى خلط الزوهار مع المبيد الفطرى فيناريمول fenarimol بنصف التركيز الذى يستعمل منه عادة إلى تحسين فاعلية كل منهما تحت ظروف الحقل (Cohen وآخرون ١٩٩٦).

المكافحة بالزيوت

أدت معاملة الخيار بالتلميون Telmion (وهو تحضير تجارى يحتوى على زيت بذور اللفت بنسبة ٨٥٪) على صورة رذاذ دقيق (مست mist)، سواء أجزيت المعاملة قبل عدوى النباتات بالفطر *S. fuliginea* (لأجل الحماية من الإصابة)، أم بعد العدوى بالفطر (لأجل معالجة الإصابة)..أدت إلى نقص معنوى فى شدة الإصابة بالبياض الدقيقى فى الخيار بكفاءة زادت عن ٩٠٪ (Haberle & Schlosser ١٩٩٣).

المكافحة بفوق أكسيد الأيدروجين والتوربو

أدى رش أوراق الخيار باى من فوق أكسيد الأيدروجين بتركيز ١٥ مللى مول أو Pharmaplant-turbo (اختصاراً: توربو Turbo)، وهو منتج كيميائى جديد مضاد للفطريات) بتركيز ١ مل/لتر إلى خفض شدة الإصابة بالفطر *Podosphaera fusca* مسبب مرض البياض الدقيقى من ٩٠,٤٪ فى الكنترول إلى ١١-١٢٪. وعندما أضيفت إلى أى من معاملتى فوق أكسيد الأيدروجين أو التوربو معاملة تسميد عضوى (كمبوست + مستخلص كمبوست + مستخلص طحالب بحرية)، فإنها أدت - إلى جانب مكافحة المرض- إلى زيادة النمو النباتى الخضرى ومحصول الثمار المبكر والكلى (Hafez وآخرون ٢٠٠٨).

المكافحة بحامض السلسليك

أدى نقع بذور الكوسة فى أسيتايل حامض السلسليك acetylsalicylic acid بتركيز ٢,٥ أو ٥ مللى مولا لمدة ٢٤ ساعة إلى زيادة مقاومتها الطبيعية للفطر *S. fuliginea*. كذلك

أدى رش البادرات وهى فى مرحلة الورقة الحقيقية الأولى بتركيزات مماثلة من الأسبرين إلى خفض شدة الإصابة بالمرض، ولم يكن الفرق معنوياً بين التركيزين المستعملين (Gamil ١٩٩٥ ب).

المكافحة بمستحضات المقاومة

أدت معاملة الخيار بتركيزات منخفضة من المركب المخلق 2,6-dichlorisonicotinic acid (اختصاراً: INA) إلى جعلها مقاومة للإصابة بالفطر *S. fuliginea*، واختلف التركيز الفعّال من المركب حسب درجة المقاومة الوراثية للفطر فى صنف الخيار المستعمل، حيث تراوح بين ٠,٢٥ جزءاً فى المليون فى الصنف فلاننجو Flamingo المقاوم جزئياً للبياض الدقيقى، و ٦ أجزاء فى المليون فى أصناف أخرى قابلة للإصابة. وقد أمكن مقاومة المرض بصورة فعّالة تحت ظروف الصوبة فى صنف الخيار فلاننجو بمعاملة النباتات كل أسبوعين بتركيز ٠,٥ جزءاً فى المليون، علماً بأن المعاملة كان لها تأثير تراكمى (Hijwegen & Verhaar ١٩٩٥).

ويعتقد بأن معاملة نباتات الخيار بحامض السليسيك Salicylic acid تكسبها مقاومة جهازية ضد الإصابة بالفطر *S. fuliginea*، مسبب مرض البياض الدقيقى؛ حيث يترتب على المعاملة قبل العدوى بالفطر بطء فى كافة خطوات عملية الإصابة المرضية (Conti وآخرون ١٩٩٦). ووجد Feussner وآخرون (١٩٩٧) أن المناعة التى تكتسب ضد الإصابة بالبياض الدقيقى عند معاملة الخيار بأى من حامض السليسيك أو مركب INA يمتد تأثيرها فى كلتا الحالتين ضد كل من الفطرين *S. fuliginea*، و *E. cichoracearum* مسبباً البياض الدقيقى، إلا أن حامض السليسيك كان أكثر فاعلية فى إكساب النباتات مناعة ضد البياض الدقيقى عن INA. وقد صاحبت المعاملة بأى من المركبين - مع العدوى بالفطر - إنتاج النباتات لطراز جديد من إنزيم ليبوكسى جينيز lipoxygenase أعطى الرمز LOX-95.

ولقد أفادت معاملة الخيار مرة واحدة بالمنتج التجارى ملسانا (Milsana Margó) - الهند، ثم معاملة بالمنتج بيون Bion (سنجنتا- سويسرا) فى مكافحة الفطر

Podosphaera xanthii مسبب مرض البياض الدقيقى، ولكن لم يحدث هذا التأثير فى الكوسة. كذلك أحدثت المعاملة بالمنتج التجارى رزست (Stoller - تكساس) خفضاً جوهرياً فى إصابة الخيار بالمرض. وقد أحدثت المعاملة بأى من البيون أو الرزست زيادة فى نشاط إنزيم الشيتينيز chitenase؛ بما يؤيد فعلهم كمستحثات للمقاومة الجهازية المكتسبة، إلا أن منتج اللسانا لم يكن له هذا التأثير؛ بما يرجح أن تأثيره كان من خلال تثبيطه المباشر للإصابة بجراثيم الفطر. وبينما لم يكن منتج اللسانا - وحده - مؤثراً تحت ظروف الحقل ولو مع تكرار المعاملة عدة مرات، فإن المعاملة بالبيون - وحده - أعطت مكافحة جيدة للمرض. هذا إلا أن عدة معاملات بالبيون أثرت - كذلك - سلباً على النمو النباتى؛ مما انعكس سلباً على محصول الثمار. وفى المقابل .. أعطت معاملة واحدة باللسانا قبل أو بعد معاملة واحدة بالبيون مكافحة جيدة للمرض (Bokshi وآخرون ٢٠٠٨).

استعراض للمكافحة ببدائل المبيدات

من بين بدائل المبيدات المستخدمة فى مكافحة البياض الدقيقى فى القرعيات، ما

يلى:

١- زيت النيم (كما فى المنتجات التجارية Triology، و Triology 90EC وغيرهما)، وهو مستخلص من بذور شجرة النيم *Azadirachta indica*، ويستخدم كمبيد حشرى، وأكاروسى، وفطرى لمكافحته البياض الدقيقى، لكنه قد يكون ضاراً بالنحل والحشرات المفيدة؛ لذا.. يتعين استخدامه بحرص.

٢- إى ريز E-RASE، وهو مُنتج طبيعى مستخلص من زيت الهوهوبا *Buxus chinensis*، ويعمل كمبيد فطرى باللامسة، يمكن استخدامه فى مكافحة البياض الدقيقى.

٣- زيت القرفة cinnamon oil (كما فى Cinnamite، و Valero وغيرهما)، وقد أثبت كفاءة فى مكافحة البياض الدقيقى فى القرعيات.

يُعبأ على استخدام الزيوت الطبيعية فى المكافحة تكلفتها العالية، حيث إن أسعارها عالية، ويتعين استخدامها عدة مرات خلال الموسم الواحد لتحقيق مكافحة يُعتد بها.

٤- الزيوت المعدنية (مثل JMS Stylet Oil)، وهي فعّالة في مكافحة البياض الدقيقى وأقل تكلفة عن الزيوت الطبيعية.

٥- المنتج التجارى OxiDate، وهو مبيد فطرى واسع المدى يعتمد على فوق أكسيد الأيدروجين كمادة فعالة، ويقاوم جراثيم البياض الدقيقى باللامسة. هذا.. إلاّ إنه يتعيّن المعاملة بالـ OxiDate مرات عديدة لتحقيق مستوى ملائم من المكافحة. وجدير بالذكر أن بعض أصناف الكنتالوب تُعد حساسة للمركب الذى يُحدث بها أضراراً.

٦- حليب الأبقار، الذى يؤدى رشّة على الأوراق إلى مكافحة الفطر المسبب للمرض، ولا تُعرف الآلية التى يُحدث بها الحليب تأثيره.

٧- السيليكون الذى تؤدى إضافته بتركيز ٢-٣ مللى مول إلى المحاليل المغذية للمزارع اللاأرضية للخيار إلى تأخير الإصابة بالبياض الدقيقى والحد منها. كذلك فإن رش نباتات الخيار بطين الـ chlorite mica - الذى يحتوى على السيليكون - يحد من إصابته بالبياض الدقيقى.

٨- أملاح الكاتيونات وحيدة التكافؤ، مثل البوتاسيوم (كما فى المنتجات التجارية لبيكربونات البوتاسيوم: Armicab 100، و Kaligreen، و FirstStep، و Remedy، و Milstop.. إلخ)، وبيكربونات الصوديوم، وبيكربونات الأمونيوم، وفوسفات أحادى البوتاسيوم (مثل: Nutrol)، وقد أثبتت جميعها قدرة على مكافحة البياض الدقيقى فى القرعيات. هذا.. وتحتوى مركبات البوتاسيوم سالفة الذكر على بوتاسيوم بنسبة تصل إلى ٣٠٪؛ لذا.. فإنها تُسوق أيضاً على اعتبار أنها أسمدة ورقية (Nunez-Palenius وآخرون ٢٠٠٦).

وقد أمكن مكافحة الفطر *Sphaerotheca fusca* مسبب مرض البياض الدقيقى فى كل من قرع الشتاء والكنتالوب والقرع العسلى بالمعاملة بأى من:

١- الفطر *Ampelomyces quisqualis* فى صورة المركب التجارى AQ10.

٢- الزيت JMS stylet-oil، وهو زيت معدنى متوسط اللزوجة.

٣-M-Pede، وهو ملح البوتاسيوم للأحماض الدهنية.

٤-التحضير التجارى Kaligreen، وهو يحتوى على بيكربونات البوتاسيوم بنسبة

٨٢٪.

وكان أكثرها تأثيراً الزيت المعدنى، إلا أنها جميعاً لم تكن بدرجة تأثير برامج مكافحة بالمبيدات بكل من الكلورثالونيل chlorothalonil والميكوبيوتانيل mycobutanil (McGarth & Shishkoff ١٩٩٩).

كما أوصى بمكافحة مرض البياض الدقيقى فى القرعيات - الذى يسببه الفطر

Podosphaera xanthii - بمراعاة ما يلى :

١-تقل الإصابة بالمرض - عادة - إلى حين بدء ازدياد الثمار فى الحجم، إلا إذا

تعرضت النباتات لمنافسة شديدة من الحشائش؛ الأمر الذى يتطلب العناية بمكافحة الحشائش.

٢-زراعة الأصناف المقاومة.

٣-من بين بدائل المبيدات التى يمكن استخدامها فى مكافحة المرض، ما يلى :

أ- الكبريت.

ب- الزيوت المعدنية، علماً بأن تأثيرها محدود.

ج- الزيوت النباتية.

د- الرش ببيكربونات البوتاسيوم، علماً بأن تأثيرها محدود، والأفضل خلطها مع

الزيوت المعدنية (Cornell University ١٩٩٦).

البياض الزغبى

المكافحة المتكاملة

تتطلب إصابة القرعيات بالفطر *Pseudoperonospora cubensis* مسبب مرض

البياض الزغبى توفر رطوبة حرة على سطح الأوراق لمدة لا تقل عن ٢-٣ ساعات. ولذا..

فإن من أهم وسائل مكافحة هذا المرض تجنب هذا الأمر بالرى بالتنقيط وتجنب الرى بالرش، والتهوية مع التدفئة فى الزراعات المحمية، وتقليل كثافة الزراعة قدر الإمكان (Lebeda & Cohen ٢٠١١).

ويُراعى فى المكافحة المتكاملة للبياض الزغبى فى القرعيات، ما يلى:

- ١- الاعتماد فى الزراعة على الأصناف المقاومة قدر الإمكان.
 - ٢- الزراعة فى المناطق التى تتميز بتحريك الهواء فيها (فلا يسكن فيها الهواء بما يحمله من رطوبة)، والإضاءة الشمسية القوية.
 - ٣- تجنب الرى بالرش لمنع ابتلال الأوراق.
 - ٤- التسميد المناسب دون إفراط.
 - ٥- يفيد - فى بداية أوبئة البياض الزغبى - إزالة النباتات المصابة؛ حيث يؤدى ذلك إلى تأخير سرعة انتشار المرض، ولكن يُراعى عند إجراء ذلك عدم نشر المرض بالأيدى أو المعدات الملوثة بالفطر.
 - ٦- الرش بالمبيدات الفطرية الوقائية كل ٧-١٠ أيام بداية من بزوغ البادرات أو الشتل. وعند ظهور المرض يُضاف مبيد فطرى علاجى لمخلوط الرش، مع إجراء الرش كل ٥-٧ أيام.
- وفى الزراعات العضوية يمكن استخدام المبيدات الفطرية النحاسية، ولكن مع الحرص فى استعمالها لأن بعض القرعيات حساسة للنحاس، وخاصة فى الظروف الباردة الرطبة، وهى نفس الظروف المناسبة للإصابة بالمرض (Becker & Miller ٢٠٠٩).
- ومن بين بدائل المبيدات التى تستخدم فى مكافحة البياض الزغبى فى القرعيات، ما يلى:

- ١- مستخلص النبات المعمر *Inula viscosa* (وهو من العائلة المركبة) الذى يُثبِط إطلاق الجراثيم السابحة وإنباتها.

٢- مادة الأليسين allicin (وهي: diallylthiosulphinate) - المستخلصة من الثوم - بتركيز ٥٠-١٠٠٠ ميكروجرام/لتر.

٣- الحامض الأميني غير البروتيني BABA (وهو: β -aminobutyric acid) الذى يُنشط الجهاز الدفاعى بالعائل ضد الفطر (Lebeda & Cohen ٢٠١١).

المكافحة بالمستخلصات النباتية

تفيد معاملة نباتات الخيار بمستخلص أوراق عرق السوس *Glycyrrhiza glabra* فى مكافحة البياض الزغبي فى الخيار بكفاءة وصلت إلى ٩٩٪ فى الاختبارات العملية وإلى ٨٣٪ فى الاختبارات الحقلية شبه التجارية. وقد أمكن عزل ثلاثة مركبات مضادة للميكروبات ولفطريات النبات والإنسان من مستخلص عرق السوس، هى: glavranin، و licoflavanon، و pinocembrin (Scherf وآخرون ٢٠١٢).

المكافحة بالسيليكون

دُرُس تأثير المعاملة بالسيليكون على الإنزيمات الرئيسية ذات العلاقة بالدفاع ضد الإصابة بالأمراض فى نباتات الخيار الملقحة بالفطر *Pseudomonas cubensis*، مسبب مرض البياض الزغبي. أظهرت النتائج أن إضافة السيليكون إلى المحلول المغذى أحدثت زيادة جوهرية فى محتوى الأوراق من العنصر، كما حفزت نشاط عديد من الإنزيمات ذات العلاقة بالدفاع، وخاصة: guaiacol peroxidase، و polyphenol oxidase، وكان أفضل تركيز مؤثر للسيليكون هو ٣,٦ مللى مول سيليكون، وهو الذى انخفضت معه الإصابة بنسبة ٦٠٪، مقارنة بالإصابة فى نباتات الكنترول التى لم تعامل بالسيليكون (Yu وآخرون ٢٠١١).

المكافحة بال BABA

وجد أن المعاملة بالحامض الأميني غير البروتيني DL-3-aminobutyric acid (اختصاراً: BABA) تستحث مقاومة فى الكنتلوب والخيار ضد الإصابة بالبياض الزغبي الذى يسببه الفطر *Pseudoperonospora cubensis*. كذلك وفرت المعاملة بال

BABA حماية للكتنالوب من الإصابة بالفطر المسبب للذبول *Fusarium oxysporum* f. sp. *meloinis*. وقد كانت المعاملة فعّالة سواء أجريت بالرش الورقى، أم بسقى التربة بمحلول منه (Ovadia وآخرون ٢٠٠٠).

لفحة أوراق ألترناريا

المكافحة البيولوجية

يُحدث سُمّ الفطر *Alternaria alternata* - مسبب مرض لفحة أوراق ألترناريا فى البطيخ - أعراضاً مماثلة تماماً لأعراض الإصابة بالفطر ذاته، وتُستخدم البكتيريا *Bacillus subtilis* فى مكافحة المرض. وقد تبين أن السم الفطرى جليكوبروتينى glycoproteinaceous فى طبيعته، وأن البكتيريا تستعمله كمصدر وحيد للكربون (Maheswari & Sankaralingam ٢٠١٠).

الأنثراكنوز

المكافحة بالمستخلصات النباتية

تُحدث معاملة الخيار بال burdock fructooligosaccharide - المستخلص من جذور الأرقطيون *Arctium lappa* - مقاومة جهازية مكتسبة، حيث يزداد فى النباتات المعاملة تركيز حامض الأبسيسك، وتزداد المقاومة للفطر *Colletotrichum orbiculare* - مسبب مرض الأنثراكنوز - ونشاط الإنزيمات الدفاعية فى بادرات الخيار (Zhang وآخرون ٢٠٠٩).

وأظهر مُستخلص النبات *Cinnamomum camphora* قدرة جوهرية عالية على مكافحة الفطر *Colletotrichum lagenarum* مسبب مرض الأنثراكنوز فى الخيار، بلغت ٩٥٪. مكافحة عند استعماله بتركيز ١٦ مجم/مل. هذا.. وكان المستخلص ثابتاً نسبياً فى حرارة ٨٠ م°، وفى الظروف الحامضية، وحال تعرضه للضوء، ولفترات قصيرة من الأشعة فوق البنفسجية (Chen & Dai ٢٠١٢).

المكافحة بالـ ASM

تُستحث المقاومة الجهازية المكتسبة (SAR) ضد الفطر *Colletotrichum orbiculare* - مسبب مرض الأنثراكنوز - في بادرات الخيار الصغيرة في خلال ثلاث ساعات من معاملتها بالـ acibenzolar-S-methyl (اختصاراً: ASM) في الورقة الحقيقية الأولى؛ إذا تتكون إشارة قوية ترتبط بتراكم جوهري لـ فوق أكسيد الأيدروجين في سوائل الخشب، سريعاً من تنتقل من الأوراق المعاملة في خلال ٣-٦ ساعات. وقد وجدت زيادات جوهريّة في مستويات حامض الشيكيميك shikmic acid في النباتات المعاملة بالـ ASM والملقحة بالفطر المرض، كما أدت المعاملة - كذلك - إلى إحداث زيادة بمقدار ٥٠٪ في نشاط الإنزيم 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase في خلال ١٢ ساعة من المعاملة (Lin & Ishi ٢٠٠٩).

الجرب

المكافحة بالـ ASM

وجد أن معاملة الخيار بالـ acibenzolar-S-methyl (اختصاراً: ASM) يستحث مقاومة جهازية مكتسبة ضد الفطر *Cladosporium cucumerinum* - مسبب مرض الجرب - وذلك في خلال ٤-٦ ساعات من المعاملة بالمركب، وقد ظهرت تلك المقاومة المستحثة في صورة استحثات لنشاط الإنزيمات acidic peroxidase، و acidic class III chitinase، و acidic β -1,3-glucanase. ولم يقتصر حث نشاط الإنزيمين peroxidase، و chitinase على الأوراق السفلية المعاملة فقط، بل ظهر أيضاً في الأوراق العلوية التي لم تُعامل بالمركب (Narusaka وآخرون ١٩٩٩).

تلطخ الثمار البكتيري

المكافحة بالشيتوسان

أحدثت معاملة بادرات البطيخ - النامية في مزرعة برليت وفي التربة - بالشيتوسان (وخاصةً chitosan A) بتركيز ٠,٤ مجم/مل خفضاً جوهرياً في معدل موتها

بفعل بكتيريا التلخ البكتيري *Acidovorax citrulli*، مقارنة بوسائل مكافحة المعتادة. وفي البيئة الصناعية للفطر ثبطت المعاملة بالـ chitosan A بتركيز ٠,٤ مجم/مل من نمو البكتيريا كذلك (Li وآخرون ٢٠١٣).

الأمراض الفيروسية

بصورة عامة.. تعتمد مكافحة الأمراض الفيروسية التي تصيب القرعيات على مكافحة الحشرات – وعلى الأخص المن والذبابة البيضاء – التي تنقل الفيروسات إلى النباتات، والتي تتضمن فيروسات: موزايك التبغ، وموزايك الخيار، وموزايك الزوكيني الأصغر، واصفرار وتقزم القرعيات، وموزايك الكوسة، وموزايك البطيخ، وتبقع الباباظ الحلقي؛ فضلاً عن فيروس بقع القاوون المتحللة الذي ينتقل بواسطة الفطر *Oplidium radicale* الذي يعيش في التربة.

المكافحة بالوسائل الزراعية ذات الصبغة العامة

من أهم تلك الوسائل، ما يلي:

- ١- عدم الزراعة بالقرب من زراعات قديمة مصابة بالفيروس.
- ٢- زراعة الأصناف المقاومة متى وجدت.
- ٣- زراعة حزام من النباتات الجاذبة للمنّ حول حقل الزراعة:
أدت زراعة حزام من الدخن Millet حول حقول زراعة الكوسة إلى خفض إصابتها بفيروسى تبقع الباباظ الحلقي وموزايك البطيخ.
- ٤- عدم استعمال بذور ملوثة أو مصابة بالفيروس فى الزراعة.
- ٥- تطهير البذور من الفيروس بالمعاملة بالأحماض كإجراء وقائى، وخاصة مع فيروس بقع القاوون المتحللة.

المكافحة بالتطعيم

لا يفيد التطعيم في المكافحة إلا مع فيروس بقع القاوون المتحللة؛ حيث تتوفر أصول مقاومة مثل أصل الكوسة المنيع شنتوزا ٢ Shintoza II، الذي أدى استعماله كأصل للكنتالوب في تربة ملوثة بالفيروس إلى عدم ظهور أعراض الإصابة، كما لم يمكن عزل الفيروس من النباتات (Yoshida & Goto ١٩٨٧). كذلك يفيد تطعيم الخيار على الأصل المنيع (*Cucurbita ficifolia* Bos) وآخرون (١٩٨٤).

كذلك تتوفر المقاومة للفطر *Olpidium* sp. ناقل فيروس بقع الكنتالوب المتحللة في كل من الهجينين النوعيين RS841، و Shintos Camelforce، وأمكن استخدامهما بنجاح كأصول للبطيخ لمقاومة الفيروس (Louws وآخرون ٢٠١٠).

المكافحة باستعمال أغذية التربة العاكسة للضوء

إن استعمال أغذية التربة العاكسة للضوء، وهي الأغذية الألومنيومية والأغذية البلاستيكية الفضية اللون تعمل على تشتيت المنّ وطرده بعيداً عنها، ومن ثم بعيداً عن النباتات.

وأدى استعمال أى من أغذية التربة العاكسة للضوء (الألومنيومية أو البلاستيكية البيضاء، أو الزرقاء، أو البنية اللون) إلى خفض شدة الإصابة بفيروسات الموزايك في الكوسة (Chalfant وآخرون ١٩٧٧، و Conway وآخرون ١٩٨٩).

وقد قارن Pinese وآخرون (١٩٩٤) تأثير أغذية التربة العاكسة للضوء، مع كل من الرش بالمبيدات، والرش بالزيوت المعدنية، أو الجمع بين أكثر من معاملة منها على إصابة الكوسة بفيروس تبقع البابا الحلقى. ووجدوا ما يلي:

أ- أدى استعمال أغذية التربة البلاستيكية الفضية اللون إلى خفض نسبة المخاطرة Hazard Ratio بالإصابة بالفيروس إلى ٠,٣٢، مقارنة بنسبة مخاطرة مقدارها واحد صحيح في الكنترول.

ب- تساوت معاملة الجمع بين الرش بالزيت المعدنى ألبارول Albarol بنسبة ١٪، والرش بالمبيد الحشرى ميتاسيستوكس ٢٥٠ Metasystox 250 مع معاملة الغطاء الفضى العاكس للضوء فى خفض نسبة المخاطرة بالإصابة بالفيرس.

ج - كانت أكثر المعاملات فاعلية هى الجمع بين الغطاء الفضى اللون للتربة والرش بكل من الزيت المعدنى والمبيد، حيث أدت إلى خفض نسبة المخاطرة إلى ١٦,٠، ومضاعفة محصول الثمار الخالية من أعراض الإصابة، وزيادة عدد مرات الحصاد إلى أكثر من الضعف مقارنة بمعاملة الشاهد.

د- كان الغطاء البلاستيكي الأسود للتربة - منفرداً - فعلاً جزئياً، حيث قلل نسبة المخاطرة إلى ٦٦,٠، وكان هذا التأثير جوهرياً مقارنة بالكنترول.

هـ- لم تكن الأغشية البلاستيكية الزرقاء والرمادية اللون مؤثرة فى خفض شدة الإصابة بالفيرس، حيث كانت نسبة المخاطرة معهما ٨٦,٠، و ٩٩,٠ على التوالي.

ولقد قُورن تأثير غطاء للتربة بالرش بالطلاء الفضى silver spray mulch مع نوعين من أغشية البوليثلين الفضية - قبل زراعة الكوسة الزوكينى - على التأخير فى بداية الإصابة بعدديد من الأمراض الفيروسيية - التى ينقلها المن - فى كاليفورنيا، وتبين أن طلاء الرش الفضى القابل للذوبان فى الماء، والذى يتحلل بيولوجياً قد يفضل أعشبية البوليثلين الفضية لأنه يمكن حرارته فى التربة فى نهاية موسم النمو، ولا يحتاج إلى إزالته والتخلص منه خارج الحقل مثلما فى حالة الأعشبية البلاستيكية (Summers وآخرون ١٩٩٥).

المكافحة بالأغشية الطافية

تستعمل أغشية النباتات الطافية، مثل أجريل بى ١٧ Agryl P17؛ بهدف منع المن والذبابة البيضاء من الوصول إلى النباتات (Perring وآخرون ١٩٨٩).

ولقد أدت تغطية حقول الكوسة بالأغشية الطافية إلى زيادة محصول الثمار، حيث وفرت تلك الأغشية حماية من الإصابة المبكرة بالفيروسات التى تسبب الموزايك

وتشوهات الأوراق والاصفرار، وكان من أبرز فيروسات الاصفرار التي توفرت الحماية المبكرة منها: فيروس الاصفرار المنقول بالمن cucurbit aphid-borne yellows virus، وفيروس اصفرار وتقزم القرعيات cucurbit yellow stunting disorder virus الذى تنقله الذبابة البيضاء (El-Zammar وآخرون ٢٠٠١).

كما أدى استعمال أغذية النباتات إلى خفض أعداد المن المهاجر على نباتات الكوسة؛ مما أدى إلى تقليل أعداد النباتات التى أصيبت بفيروس موزايك البطيخ والحد من شدة أعراض المرض الفيروسي أياً كان الغطاء البلاستيكي للتربة المستعمل (أسود أو أبيض)، لكن تباينت درجة الاستجابة للمعاملة بتباين أصناف الكوسة، وقل تأثيره على مكافحة المرض مع نهاية موسم النمو؛ وحينئذٍ كان الغطاء النباتي أكثر جدوى مع استعمال الغطاء البلاستيكي الأبيض للتربة. هذا وكان الغطاء النباتي أكثر جدوى فى مكافحة الفيروس فى صنف متحمل للمرض لمدة أطول عما كان تأثيره مع صنف قابل للإصابة (Walters ٢٠٠٣).

المكافحة بالزيوت

لا تفيد المبيدات التى تقتل بالملامسة فى تقليل شدة الإصابة بالفيروسات التى ينقلها المن، لأن الحشرة تنقل الفيروس إلى النبات قبل أن تُقتل بفعل المبيد، إلا أن المبيدات الجهازية يمكن أن تقلل الانتشار الثانوى للفيروس فى الحقل ذاته بمنع تكاثر الحشرة الناقلة له على النباتات المصابة.

وقد وُجد أن رش نباتات الكنتالوب بأحد الزيوت المعدنية - وهو JMS Stylet Oil - لم يؤثر على المن بصورة مباشرة، ولكنه قلل تواجد وانتشار الفيروسات التى تنقلها حشرة المن (فيروسا موزايك الخيار وموزايك البطيخ فى هذه الدراسة) عندما كانت الإصابة الفيروسية محدودة. وعلى الرغم من أن الرش بالزيت المعدنى لم يُجد فى الحد من انتشار الفيروس عندما كانت الإصابة شديدة، إلا أنه أخرج ظهور الإصابة قليلاً (Umesh وآخرون ١٩٩٥).

كذلك لم يُجدِ الرش الأسبوعي بالمبيد الحشري أنثيو Anthio 33 منفرداً أو مخلوطاً مع الزيت المعدني JMS Stylet Oil، أو الرش بالزيت المعدني منفرداً في مكافحة أمراض الكوسة الفيروسية (موزايك البطيخ^٢، وموزايك الخيار، وموزايك الزوكيني الأصفر) في وادي الأردن، ولكن أفاد استعمال الغطاء البلاستيكي الألومنيومي للتربة مع الرش بالزيت المعدني في خفض شدة الإصابة (Mansour 1997).

ولقد أمكن تأخير تقدم الإصابة بالفيروسات: موزايك الزوكيني الأصفر، وتبعع الباباظ الحلقي، وموزايك البطيخ (وجميعها من فيروسات مجموعة البوتي Potyviruses التي تنتقل بواسطة المن).. أمكن تأخير تقدم الإصابة بها - ووصولها إلى نسبة ٥٠٪ إصابة - بمقدار ٥-٧ أيام، وذلك برش النباتات بالزيت المعدني JMS Stylet Oil. وقد كانت أضرار الإصابات الفيروسية في النباتات المعاملة بالزيوت المعدني أقل جوهرياً مما في نباتات الكنترول. هذا بينما لم تؤثر المعاملة بالمبيد إندوسلفان Endosulfan على انتشار هذه الفيروسات (Webb & Linda 1993).

المكافحة بسلاطات ضعيفة من الفيرس

أمكن الحد من الإصابة بالسلاطات عالية الضراوة من فيروسات: موزايك الخيار، وموزايك الزوكيني الأصفر، وموزايك البطيخ رقم ٢ - تحت ظروف الإصابة الشديدة في الحقل - وذلك بتلقيح (عدوى) نباتات الخيار مسبقاً بسلاطات مُضعفة (attenuated) من فيروسين أو أكثر من تلك الفيروسات، وكانت العدوى بفيروسين أو أكثر من الفيروسات المُضعفة أفضل من العدوى بفيروس واحد مُضعف في توفير الحماية من الإصابة الشديدة المختلطة بالفيروسات الثلاثة (Kosaka & Fukunishi 1997).

كذلك أدى تلقيح نباتات الكوسة بسلالة ضعيفة من فيروس تبعع الباباظ الحلقي قبل عدواها بسلالة عالية الضراوة من الفيرس بمدة ١٠ أو ٢٠ يوماً إلى حماية النباتات من مضاعفات الإصابة الشديدة بالسلالة العالية الضراوة من الفيرس ذاته، بينما لم تكن للسلالة الضعيفة أية تأثيرات سلبية ملحوظة على النباتات. وقد ازدادت أعداد الثمار

الصالحة للتسويق فى النباتات التى تم عدواها بالسلالة الضعيفة من الفيروس بنسب تراوحت بين ٣٢٧٪ و ٦٣٣٪ مقارنة بما أنتجته نباتات الكنترول، بينما لم ينخفض المحصول فيها إلا بنسبة ١٠٪ فقط عن النباتات السليمة التى لم تتعرض للإصابة الفيروسية (Rezende & Pacheco ١٩٩٨).

أمكن حماية نباتات الكوسة من الإصابة الشديدة بفيروس موزايك الزوكينى الأصفر بحقنها - أى بعدواها - بسلالة ضعيفة من الفيروس ذاته اكتشفت فى فرنسا. أعطيت هذه السلالة الاسم ZYMV-WK بسبب ضعفها (Week Strain=WK) فى إحداث أعراض المرض حتى ولو بدأت الإصابة بالفيروس فى طور البادرة (Lecoq وآخرون ١٩٩١). كذلك أثبتت هذه السلالة فاعليتها فى الحماية من الإصابة الشديدة بالمرض فى كل من الخيار، والكنتالوب والكوسة فى تايوان، وكانت فعالة ضد سلالات قوية من الفيروس حصل عليها من كونكتكت، وفلوريدا، وفرنسا، وتايوان (Wang وآخرون ١٩٩١)، وكذلك أثبتت فاعليتها فى الحماية من الفيروس فى الكنتالوب فى كاليفورنيا (Perring وآخرون ١٩٩٥).

وقد أوضحت دراسات Spence وآخرون (١٩٩٦) أن حقن (عدوى) نباتات الكوسة بالسلالة الضعيفة من فيروس موزايك الزوكينى الأصفر كان مصاحباً بنقص فى المحصول تراوح بين ٤٪، و ٣٨٪. وبينما لم تظهر أى أعراض للإصابة بالفيروس على ثمار النباتات التى حُقنت بالسلالة الضعيفة، فإن الأعراض الطفيفة التى ظهرت على الأوراق ظلت كذلك حتى نهاية الموسم. وظهرت الحماية التى وفرتها السلالة الضعيفة عندما حدثت إصابة طبيعية شديدة بالفيروس، حيث ظلت الثمار خالية من أية أعراض للإصابة، وظلت أعراض الأوراق طفيفة كما هى، بينما كانت الأعراض على النباتات التى لم تلحق بالسلالة الضعيفة شديدة على كل من الأوراق والثمار إلى درجة أنها لم تكن صالحة للتسويق.

المكافحة الحيوية

وجد Raupach وآخرون (١٩٩٦) أن معاملة بذور الخيار بسلالات معينة من أى من نوعى البكتيريا *Pseudomonas fluorescens*، و *Serratia marcescens* أكسبت النباتات قدرًا معنويًا من المقاومة ضد فيروس موزايك الخيار.

نيماتودا تعقد الجذور

المكافحة بالتطعيم

تتوفر أفضل مقاومة لنيماتودا تعقد الجذور فى القرعيات فى كل من: ال burr cucumber وال African horned cucumber كأصلين للخيار. كما يفيد استخدام *Cucumis metuliferus* كأصل للكنتالوب فى الحد من الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور (Louws وآخرون ٢٠١٠).

المكافحة بالدورة الزراعية مع أصناف مقاومة

أدت زراعة الكنتالوب فى عروة خريفية على نفس المصاطب - التى زرعت عليها طماطم مقاومة لنيماتودا تعقد الجذور (صنف Celebrity) فى العروة الصيفية السابقة لها - إلى زيادة إنتاج الكنتالوب عما كان عليه الحال عندما زرع بعد صنف الطماطم القابل للإصابة Heatwave (Hanna ٢٠٠٠).

المكافحة بالإضافات العضوية للتربة

وجد أن معاملة التربة بكميات كبيرة نسبيًا من مهروس ثمار *Melia azedarach* (٣٠ أو ٦٠ جم من مهروس الثمار/كجم تربة) تساوت فى تأثيرها على نيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* فى الخيار مع المعاملة بالمبيد fenamiphos (بمعدل ٠,٠٢ جم مادة فعالة/كجم تربة)، علمًا بأن المعاملة الحيوية خفضت نشاط كل من الكاتاليز والبيروكسيديز فى النبات؛ وبذا فإن المعاملة كان لها تأثير مباشر كمبيد نيماتودى، وآخر غير مباشر من خلال مساعدة العائل محاربة الإصابة بالنيماتودا (Cavoski وآخرون ٢٠١٢).

كما انخفضت جوهرياً إصابة الكنتالوب بنيماتودا تعقد الجذور بإضافة أى من سبلة الدواجن للتربة بمعدل ٣ طن/هكتار (١,٣ طن/فدان) منفردة أو مع الفطر *Paceilomyces lilacins* بمعدل ٤ كجم/هكتار (١,٩ كجم/فدان)، أو بإضافة التفل الناتج من عصر الزيتون بمعدل ٢٢ طن/هكتار (٩,٢ طن/فدان)، إلا أنه لم تكن لإضافة الفطر تأثيرات جوهريّة في هذا الشأن. وقد تمثلت مكافحة النيماتودا في صورة انخفاض جوهري في دليل التثاقل، وكثافة تواجد النيماتودا بالتربة، ومعدل تكاثرها في كل المعاملات، إلا أن محصول الكنتالوب ازداد جوهرياً عندما أضيفت سبلة الدواجن منفردة أو أضيف معها الفطر (Abdeldaym وآخرون ٢٠١٤).

خنافس الخيار

المكافحة بأغطية التربة

كانت أعداد خنفساء الخيار المخططة *Acalymma vittata* أكثر بمقدار ٦ أضعاف على نباتات الخيار في وجود الغطاء البلاستيكي الأسود للتربة عما كانت عليه الأعداد في حالة وجود شرائط ألومنيومية على البلاستيك الأسود، التي عملت على تنفير وابتعاد الخنفساء عن النباتات. ومع الكوسة كانت أعداد كلاً من خنفساء الخيار المخططة وخنفساء الخيار المبقعة *Diabrotica undecimpunctata howardi* أعلى جوهرياً في وجود الغطاء البلاستيكي الأسود عما كان عليه الحال في وجود غطاء بلاستيكي مغطى بالألومنيوم (٤,٩)، و ٥,٥ ضعف، على التوالي؛ وعما كان عليه الحال في وجود شرائط ألومنيومية على الغطاء البلاستيكي الأسود (٢,٢) و ٢,٦ ضعف، على التوالي). وعندما اعتبر الحد الحرج لمستوى الإصابة الحشرية ١٥ خنفساء/كارت لاصق لزج، لم تكن هناك حاجة للرش بالمبيدات الحشرية في وجود الغطاء البلاستيكي المغطى بالألومنيوم، بينما احتاج الأمر إلى ١,٨ رشّة في وجود الغطاء البلاستيكي الأسود، و ٠,٨ رشّة في وجود الشرائط الألومنيومية على الغطاء البلاستيكي الأسود (Caldwell & Clarke ١٩٩٩).

الفصل الثالث عشر

البصل

العفن الأبيض

المكافحة بوسائل زراعية

إن من وسائل المكافحة المتكاملة لمرض العفن الأبيض فى البصل، ما يلى:

- ١- التخلص من بقايا المحصول السابق بكمرها جيداً حتى ترتفع حرارتها إلى أكثر من ٣٥ م.
- ٢- تبوير الأرض صيفاً لأن الحرارة العالية تقضى على الأجسام الحجرية للفطر.
- ٣- تجنب الزراعة فى الأراضى الغدقة الرديئة الصرف.
- ٤- استخدام شتلات، وبصيلات، وأبصال سليمة فى الزراعة.
- ٥- تجنب الزراعات الشتوية فى الأراضى الملوثة بالفطر.
- ٦- الزراعة بالبصيلات، التى تؤدى إلى تبكير الحصاد بنحو شهرين، وبالتالي تجنب الظروف البيئية التى تساعد على زيادة شدة الإصابة بالمرض.
- ٧- زراعة الأصناف المبكرة التى يمكن حصادها فى منتصف ديسمبر بدلاً من تلك التى يتأخر حصادها إلى شهر فبراير؛ وبذا يمكن تجنب الإصابات الشديدة. ومن أمثلة الأصناف المبكرة الصنف إكستر إيرلى يلو برمودا Extra Early Yellow Bremuda، والذى انخفضت فيه نسبة الإصابة إلى ٢٪ فقط، مقارنة بنسبة إصابة بلغت ٢٥٪-٣٤٪ فى الصنف جيزة ٦ (عن Entwistle ١٩٩٠).
- ٨- إزالة النباتات المصابة من الحقل، وكذلك النباتات المجاورة لها، عندما تكون الإصابة قليلة.

المكافحة بتشميس التربة

يقضى تعقيم التربة بالإشعاع الشمسى solarization على ٩٦٪ - على الأقل - من الأجسام الحجرية للفطر حتى عمق ٢٥ سم (حيث يصل متوسط درجة الحرارة القصوى إلى ٣٨ م) بينما تقضى على جميع الأجسام الحجرية للفطر حتى عمق ١٥ سم (حيث تبلغ الحرارة أعلى من ذلك).

وفى محافظة سوهاج بمصر قضى تشميس التربة على نحو ٥٠٪-٦٧٪ من الأجسام الحجرية للفطر (عن Entwistle ١٩٩٠).

ولقد أدت معاملة فصوص الثوم (التقاوى) قبل زراعتها بالتبيوكونازل tebuconazole (بتركيز ١ مل من Folicur ٢٥٪/لتر) إلى إحداث خفض جوهري فى معدل تقدم مرض العفن الأبيض والإصابة النهائية بالفطر الممرض *Sclerotium cepivorum*، وتحسين المحصول. وعلى الرغم من أن تشميس التربة حققت أفضل مكافحة للعفن الأبيض وقللت عشيرة الفطر إلى مستوى شديد الانخفاض، وكان لها أفضل تأثير على محصول الثوم، فإن رش المبيد عند قواعد سيقان النباتات التى زُرعت بفصوص سبقت معاملتها - كذلك - بالمبيد حقق نتائج مماثلة. ولقد استمرت المكافحة الجيدة للمرض عند زراعة الثوم مرة ثانية فى نفس الأرض التى سبق تشميسها فى الموسم السابق. وبالمقارنة.. فإن المعاملة بأى من فطر الميكوريزا *Trichoderma harzianum*، والبكتيريا *Bacillus subtilis* كان تأثيرها فى مكافحة المرض محدوداً (Melero-Vara وآخرون ٢٠٠٠).

المكافحة الحيوية

يوصى فى مصر بمعاملة الشتلات قبل زراعتها بأحد المستحضرات الحيوية التالية:

أ- فطر بنسيليوم جانسيليوم (يحتوى على ٥ × ١٠^٦ جرثومة/مل (سم^٣) من المعلق) بمعدل ٤٠ لترًا/ فدان.

ب- بلانت جارد (يحتوى على ٣ × ١٠^٦ جرثومة/مل) بمعدل ٣ لترات/ ٥٠ لتر

ماء/ فدان.

ج- برموت مسحوق (يحتوى على 5×10^3 جرثومة/ جم) بمعدل ٣ كجم/ ٥٠ لتر ماء/ فدان.

تغمس الشتلات فى معلق جراثيم الفطر قبل الزراعة مباشرة والرى، مع مراعاة عدم تعريض الشتلات للشمس بعد معاملتها (وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى - جمهورية مصر العربية ١٩٩٧).

ولقد وجد أن الفطر *Coniothyrium minitans* يتطفل على الفطر *Sclerotium cepivorum* مسبب مرض العفن الأبيض فى البصل. وتؤدى معاملة البذور أو التربة بغبار الجراثيم البكنيدية للفطر المتطفل إلى حماية نباتات البصل من الإصابة بالعفن الأبيض فى تربة ملوثة بالفطر *S. cepivorum*، مثلما كان تأثير معاملة البذور بالمبيد الفطرى كالوميل calomel على المرض، إلا أن تلك المعاملة الأخيرة أثرت سلباً على النمو النباتى. ولذا.. فقد أوصى باستخدام غبار الجراثيم البكنيدية فى مكافحة العفن الأبيض فى البصل، وهو الأكثر أماناً والأقل تكلفة (Ahmed & Tribe ١٩٧٧).

وأظهر الفطر *Gliocladium roseum* قدرة على مكافحة الفطر المسبب للعفن الأبيض، كما أظهر تحملاً للمبيدات الفطرية iprodione، و vinclozolin، و procymidone؛ مما يجعله مناسباً عند الحاجة إلى استخدام جرعات منخفضة من تلك المبيدات مع المعاملة بالفطر (Harrison & Stewart ١٩٨٨).

وأمكن - فى مصر - مكافحة المرض بنسبة بلغت ٨٠٪ باستعمال فطر الميكوريزا *Trichoderma harzianum*، ولكن المكافحة بهذه الطريقة كانت أقل كفاءة عندما أجريت المعاملة بالميكوريزا فى الجو البارد وعندما أجرى الرى أكثر من مرة واحدة (عن Entwistle ١٩٩٠).

وتمكن Kay & Stewart (١٩٩٤) من مقاومة مرض العفن الأبيض حيويًا بمعاملة التربة بأى من الفطريات *Chaetomium globosum*، أو *Trichoderma viride*، أو *T. harzianum*، حيث بلغ معدل المقاومة حوالى ٧٠٪ من معاملة الكنترول، وكانت

مماثلة تقريباً للمقاومة بمعاملة البذور بمبيد بروسيميدون procymidone بمعدل ٠.٥ جم مادة فعالة لكل ١٠٠ جم من البذور. وقد أضيفت الفطريات إلى تربة الزراعة (الموجودة في صناديق) على صورة مخلوط من: الرمل ونخالة القمح والبيئة المزروع فيها الفطر (المضروبة بالخلط) بنسبة ١ : ١ : ٢، وذلك بمعدل ٠.١٪ من النخالة/ جم من التربة الجافة. أما إضافة الفطريات على صورة غطاء للبذور Seed Coatings، أو على صورة أقراص ألجينية alginate pellets فإنها كانت أقل كفاءة في مكافحة المرض.

كذلك أدت عدوى نباتات البصل بفطر الميكوريزا *Glomus* sp. (عزلة Zac-19) إلى توفير حماية جوهرية للنباتات من الإصابة بالعفن الأبيض لمدة ١١ أسبوعاً بعد الشتل. وحتى في غياب الفطر المسبب للمرض.. أدت العدوى بالميكوريزا إلى زيادة محصول البصل بنسبة ٢٢٪ (Torres-Barragán وآخرون ١٩٩٦).

كذلك تأكدت التضادية الحيوية لخمسة فطريات على الفطر *Sclerotium cepivorum*،

وهي:

Chaetomium globosum

Coniothyrium minitans

Trichoderma harzianum (C52 & D73)

T. koningii (C62).

T. virens (GV4).

وكانت مكافحة التي وفرتها المعاملة بتلك الفطريات مماثلة لتلك التي أحدثتها معاملة البذور بالمبيد الفطري بروسيميدون procymidone (بمعدل ١ جم مادة فعالة/ ١٠٠ جم بذرة)، وذلك عندما أضيفت الفطريات إلى التربة وقت الزراعة في صورة مخلوط من الرمل والنخالة والفطر بنسبة ١ : ١ : ٢. ولقد أدت المعاملة بالسلالة C52 من *T. harzianum*، و C62 من *T. koningii* خفضاً جوهرياً لنسبة حدوث الإصابة من ٣٩.٨٪ في معاملة الكنترول إلى ٧.٧٪، و ٥.٤٪، على التوالي. هذا.. إلا أن مكافحة

فطر العفن الأبيض تناقصت بمرور الوقت إلى أن وصلت الإصابة إلى أكثر من ٩٥٪ في كل المعاملات مع نهاية وقت التجربة (McLean & Stewart ٢٠٠٠).

وأدت المعاملة بالميكوريزا *Glomus* sp. (السلالة: Zac-19) إلى تأخير الوصول إلى الحالة الوبائية للإصابة بالعفن الأبيض (الذى يسببه الفطر *Sclerotium cepivorum*) في البصل - تحت ظروف الحقل - بنحو أسبوعين، ووفرت حماية جوهرية ضد الإصابة بالمرض لمدة ١١ أسبوعاً بعد الشتل، مقارنة بما حدث في معاملة الكنترول التى لم تُعامل بالميكوريزا. وقد أظهرت معاملة الميكوريزا زيادة مقدارها ٢٢٪ في محصول البصل بغض النظر عن تواجد فطر العفن الأبيض من عدمه (Torres-Barragán وآخرون ١٩٩٦).

وفي دراسة أخرى أدت معاملة البصل بالميكوريزا *Glomus intraradices* إلى تقليل إصابته بالعفن الأبيض بنسبة ٥٠٪، مقارنة بالإصابة في معاملة الكنترول، وكان ذلك التأثير مماثل لتأثير المعاملة بالمبيد Folicur 3.6F. وقد وُجد ارتباط جوهري سالب بين الإصابة بالمرض واستعمار الميكوريزا للجذور (Jaime وآخرون ٢٠٠٨).

المكافحة بالمستخلصات النباتية

أدى غمس شتلات البصل في محلول من السابونين Saponin بتركيز جرام واحد لكل ١٠٠ مل (سم^٣) من الماء لمدة خمس دقائق إلى خفض معدل الإصابة بالعفن الأبيض. كذلك أحدث خلط بقايا جذور البرسيم الحجازى بالتربة الملوثة بالفطر المسبب لمرض العفن الأبيض نتائج مماثلة. وكانت معدلات المكافحة مماثلة لتلك التى حُصل عليها من المكافحة بالسوميسيلكس والبنليت. هذا مع العلم بأن السابونين مركب مضاد للميكروبات يتواجد طبيعياً في عديد من محاصيل المراعى البقولية، ويستخلص - تجارياً - من البرسيم الحجازى (Omar وآخرون ١٩٩٦).

كذلك أظهر السابونين saponin المصنَّع (synthetic) قدر عالٍ من الكفاءة (٥٩,٢٪) في خفض إصابة البصل بالعفن الأبيض، وأعطى محصول عالٍ للفدان، مقارنة بالمعاملة بالمبيد الفطرى Folicur وبفطر الميكوريزا *T. harzianum*، لكن بقيت المعاملة بالمبيد

الفطرى هي الأعلى فى خفض الإصابة (٦,٨٧٪)، وفى محصول الفدان (Abdel-Momen وآخرون ٢٠٠٠).

المكافحة بمخلفات البصل المكمر

دُرس احتمال مكافحة الفطر *Sclerotium cepivorum* مسبب مرض العفن الأبيض فى البصل بإضافة المخلفات المكورة للبصل إلى التربة؛ حيث يؤدى كمر المخلفات إلى قتل ما قد يوجد فيها من أجسام حجرية، بينما تؤدى إضافتها للتربة إلى تحفير إنبات الأجسام الحجرية التى توجد فى التربة؛ وبذا.. يتم التخلص منها وقد وجد أن كمر مخلوط ١٠ : ١ (وزن/ وزن) من مخلفات البصل الطازجة التى تحتوى على ٨٠٪ رطوبة والمخلفات الجافة ثم كمره لمدة ٣ أيام على ٤٨-٦٠ م أدى إلى قتل الأجسام الحجرية التى لُوِّث بها المخلوط قبل كمره. وتبين بالكروماتوجرافى الغازى احتواء المخلوط قبل وبعد كمره لمدة ٣ أو ٧ أيام على ٤٢ أو ٥٤ م على المركب di-n-propyldisulphide (اختصاراً: DPDS) المحفز لإنبات الأجسام الحجرية للفطر. ولقد وجد أن المخلفات المكورة كانت أقوى تأثيراً فى قتل الأجسام الحجرية عن المخلفات الطازجة. ويستفاد من ذلك أهمية استخدام مخلفات البصل التى يستوجب التخلص منها فى محطات تصنيع ومحطات تجهيز وتعبئة البصل - وذلك بعد كمرها- فى مكافحة فطر العفن الأبيض فى حقول البصل (Coventry وآخرون ٢٠٠٢).

المكافحة بمستحضات إنبات الأجسام الحجرية

لا تنبت الأجسام الحجرية للفطر *S. cepivorum* إلا فى وجود منبهات متطايرة من الـ sulfides والـ thioles.

وبينما خفضت معاملة التربة بمسحوق الثوم أعداد الأجسام الحجرية للفطر، فإن الإصابة بالعفن الأبيض لم تتأثر جوهرياً، بينما أحدثت المعاملة بالداى أليل داى سلفيد diallyl disulfide (اختصاراً: DADS) خفضاً كبيراً فى كل من أعداد الأجسام الحجرية فى التربة ومعدل الإصابة بالمرض.

وقد حققت معاملة التربة بالمبيد Folicur (وهو tebuconazole) وقت زراعة البذور درجة من المكافحة لمرض العفن الأبيض في البصل، كما أدت إضافة محفز إنبات الأجسام الحجرية diallyl disulphide (اختصاراً: DADS) إلى خفض أعداد الأجسام الحجرية في التربة وتقليل مستوى الإصابة بالمرض بنحو ٤٥٪. هذا.. بينما أدت المعاملة المشتركة بالـ Folicur والـ DADS إلى إنتاج محصول مقبول من البصل؛ بخفض الإصابة من ٧٥٪ إلى ١١٪ وزيادة المحصول من ١٥ طن/هكتار إلى ٤٤ طن (من ٦,٣ طن/فدان إلى ١٨,٥ طن)، بالمقارنة بما حدث في معاملة الكنترول (Dennis ٢٠٠١).

العفن الاسكيريوشي

المكافحة بالميكوريزا

أدى تلقيح البصل بالميكوريزا *Trichoderma asperellum* إلى خفض شدة الإصابة بالفطر *Sclerotium rolfsii*. كذلك أدى التلقيح بالميكوريزا والفطر المرض معاً إلى زيادة نشاط الإنزيمات: glucanase، و chitinase، و peroxidase في كل من أبصال، وجذور ثلاثة أصناف من البصل، مقارنة بالوضع في نباتات الكنترول، إلا أن درجة الاستجابة تباينت بين الأصناف، وكان أكثرها استجابة الصنف Red Satan (Guzmán-Valle وآخرون ٢٠١٤).

العفن القاعدي

المكافحة بالميكوريزا

تؤدي معاملة بذور البصل بفطر الميكوريزا *Trichoderma harzianum* إلى خفض إصابة البصل بفطر العفن القاعدي الفيوزاري *F. oxysporum f. sp. cepae* بإفراز الميكوريزا لمركبات مضادة للفطر المرض (Coskuntuna & Ozer ٢٠٠٨).

الفصل الرابع عشر

محاصيل الخضر الرئيسية الأخرى

البسلة

الذبول الفيوزارى

المكافحة الحيوية

أحدثت معاملة البسلة بكل من الـ *Trichoderma* والـ *Pseudomonas* خفضاً فى إصابة البسلة بذبول فيرتسيليم تحت ظروف الصوبة، مقارنة بخفض قدره ٨٣٪ عندما كانت المعاملة بالكاربندازيم carbendazim (Sharma ٢٠١١).

البياض الدقيقى

المكافحة بالمستخلصات النباتية

أمكن خفض شدة الإصابة بالبياض الدقيقى فى البسلة بأى من التحضيرين أجوين ajoene وهو مستخلص من الثوم، ونيمازال neemazal وهو مستخلص من النيم *Azadirachta indica*. وقد تراوحت التركيزات المستعملة بين ١٠٠-٧٥٠، و ٥٠-٢٥٠ جزء فى المليون للمركبين على التوالي (Prithiviraj وآخرون ١٩٩٨).

المكافحة بحامض السلسليك

أحدثت معاملة البسلة بحامض السلسليك salicylic acid - رشاً على الأوراق بتركيز ١,٥ مللى مولار - أحدثت مقاومة جهازية ضد فطر البياض الدقيقى دامت ١٣ يوماً بعد المعاملة، وظهرت على كل من الأوراق الأعلى والأوراق الأدنى من الأوراق التى عُوملت، علماً بأن هذا التركيز من الحامض لم يحدث أى ضرر بنباتات البسلة. وأدى قطع الأوراق المعاملة بعد يوم واحد من المعاملة إلى منع ظهور المقاومة الجهازية بصورة تامة (Frey & Carver ١٩٩٨).

المكافحة بالفنيل ألانين وحامض الفيروليك

حَفَزَت المعاملة المشتركة بكل من الـ L-phenylalanine والـ ferulic acid — جوهرياً — نشاط الـ phenylalanine ammonia lyase، كما حفزت تراكم الأحماض الفينولية وحامض السلسيلك في البسلة، وكذلك أدت إلى خفض إنبات الجراثيم الكونيدية لفطر البياض الدقيقى *Erysiphe pisi*. وكان التأثير الفعال لكل من المركبين فى خفض إنبات الجراثيم الكونيدية هو ١٠٠ جزء فى المليون (Singh وآخرون ٢٠١٠).

الصدأ

المكافحة بمستحضات المقاومة

أدت معاملة البسلة بالـ benzothiadiazole (اختصاراً: BTH)، أو بالـ DL-β-aminobutyric acid (اختصاراً: BABA) إلى حث المقاومة ضد الفطر *Uromyces pisi* خلال المراحل المبكرة والمتأخرة للإصابة. وقد حدث ذلك بآليات مختلفة للمركبين؛ حيث حَفَزَت المعاملة بالـ BTH نشاط البروتينات ذات العلاقة بالنشاط الباثولوجى المرض *pathogenesis-related proteins*، مثل: β -1,3-glucanase، و *chitinase*، و *peroxidase* فى كل من النباتات المقاومة والقابلة للإصابة، بينما لم تؤثر المعاملة بالـ BABA على نشاط تلك الإنزيمات، ولكنها زادت جوهرياً من المحتوى الفينولى الكلى للنباتات (Barilli وآخرون ٢٠١٠).

الفاصوليا

أمراض الجذور

المكافحة بالكمبوست ومستخلصاته

تؤدى معاملة الفاصوليا بالكمبوست أو مستخلصات كمبوست من سبلة الدواجن أو النبات *Urtica sp.* إلى تحقيق مكافحة جيدة — تحت ظروف الحقل — لكل من عفن الجذور الرايزكتونى (*Rhizoctonia solani*)، وتبقع الأوراق الزاوى (*Phaeoisariopsis griseole*) (Joshi وآخرون ٢٠٠٩).

المكافحة البيولوجية

أظهر فطر الميكوريزا *Gliocladium virens* تأثيراً مضاداً لمسببات أمراض الذبول في الفاصوليا، وهي: *Corticium rolfsii*، و *Rhizoctonia solani*، و *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. ولقد حدث تثبيط لنمو هيفات تلك الفطريات عند منطقة التلامس مع فطر الميكوريزا، حيث انتفخت وانحنت، واخترقتها هيفات الميكوريزا. وأفرزت الميكوريزا نواتج أيضية متطايرة وغير متطايرة تثبتت نمو الفطريات الممرضة.

وباختبار ثمانى مبيدات فطرية.. كان المبيد أنتراكول Antracol (وهو propineb) الأكثر كفاءة ضد الفطريات الممرضة دون أن يكون مثبطاً للميكوريزا حتى عندما استعمل بتركيز ٥٠ ميكروجرام/ مل.

وأدت معاملة بذور الفاصوليا بكتلة جراثيم الميكوريزا بتركيز ٠,١٪ مع أى من المبيدات Opus، أو Contaf، أو Antracol (بتركيز ٠,١٪) إلى زيادة إنبات البذور، والنمو الخضري، وقوة النمو، وعدد الأوراق/ نبات، كما خفضت جوهرياً من معدل الإصابة بالذبول (Mukherjee & Tripathi ٢٠٠٠).

وأفاد استخدام أياً من فطرى الميكوريزا *Glomus mosseae*، أو *G. fasciculatum* فى مكافحة الحيوية للفطر *Sclerotinia sclerotiorum* فى الفاصوليا (Aysan & Demir ٢٠٠٩).

ويكافح مرض عفن الجذور الرايزكتونى فى الفاصوليا - الذى يسببه الفطر *Rhizoctonia solani* - بيولوجياً بالبكتيريا *Pseudomonas* CMR12a، وهى التى تُنتج ال phenazine وال cyclic lipopeptides المؤثرة فى عملية المكافحة (D'aes وآخرون ٢٠١١).

الصدأ

المكافحة بالفطر *V. lecanii*

كان الفطر *Verticillium lecanii* أكثر كفاءة في مكافحة صدأ الفاصوليا الذي يسببه الفطر *Uromyces appendiculatus* عن المكافحة الكيميائية، فضلاً عن أنه كان أقل تكلفة بحوالي ٢٠٪ (Carrión وآخرون ١٩٩٩).

الأنثراكنوز

المكافحة بالمعاملة بسيليكات البوتاسيوم ومولبيدات الصوديوم

أحدثت معاملة رش النيمات الخضرية للفاصوليا بخليط من سيليكات البوتاسيوم ومولبيدات الصوديوم (بتركيز ٣٥ جم/ لتر، و ٩٠ جم/ هكتار، على التوالي) خفضاً في إصابة النباتات بالفطر *Colletotrichum lindemthianum* مسبب مرض الأنثراكنوز (Polanco وآخرون ٢٠١٤).

تبقع الأوراق الزاوى

المكافحة بأملاح البوتاسيوم

أفاد رش الفاصوليا بأى من سيليكات البوتاسيوم أو أيدروكسيد البوتاسيوم في خفض شدة إصابتها بالبكتيريا *Pseudocercopora griseola* - مسببة مرض تبقع الأوراق الزاوى - دون وجود فرق معنوى بين المعاملتين؛ بما يعنى عدم وجود تأثير مباشر لتراكم السيلينيوم في أوراق النباتات على مكافحة المرض (Rodrigues وآخرون ٢٠١٠).

اللوبياء

أعفان الجذور

المكافحة ببعض المركبات الكيميائية

أدى نقع بذور اللوبيا في محلول ٩٪ سوربات البوتاسيوم Potassium sorbate أو بنزوات الصوديوم، أو في محاليل ٢٠ مللى مول acetylsalicylic acid مع الرش بمعدل

١,٠ جم/ لتر، و ٧,٥ مللى مول من نفس المركبات إلى إحداث خفض جوهري في إصابة الجذور بكل من *F. solani*، و *R. solani* تحت ظروف الصوبة. وكانت أفضل المعاملات تحت ظروف الحقل هي نقع البذور في محلول ٢٠ مللى مول acetylsalicylic acid ثم الرش بمحلول ٧,٥ مللى مول من نفس المركب؛ حيث انخفضت الإصابة بعفن الجذور بنسبة ٤٠٪، وكذلك معاملات الرش بسوربات البوتاسيوم وبنزوات الصوديوم، التي أحدثت خفضاً مماثلاً - تقريباً - في نسبة الإصابة (El-Mougy وآخرون ٢٠٠٤).

المكافحة بالمستخلصات النباتية

على الرغم من تثبيط النمو الميسيليومي للفطر *Pythium aphanidermatum* في البيئة الصناعية لدى معاملتها بأى من مستخلصات النباتات: الزنجبيل ginger (وهو: *Zingiber officinale* الذى كان أقوى المستخلصات تأثيراً)، أو الصبار aloe (وهو *Aloe vera*)، أو الكولا المرة bitter cola (وهي: *Garcinia cola*)، أو النيم (وهو: *Azadirachta indica*)؛ فإن تلك المستخلصات لم يكن لها تأثير يذكر على إصابة اللوبيا بعفن الجذور الذى يسببه الفطر تحت ظروف الحقل (Suleiman & Emua ٢٠٠٩).

الذبول الفيوزارى

المعاملة بالأوزون

أدى تعريض نباتات اللوبيا للأوزون إلى خفض إصابتها بالذبول الفيوزارى (*Fusarium oxysporum*)، وزيادة قوة النمو النباتي، مع تنشيط لإنزيمات الـ β -1,3-glucanase، والـ peroxidase، والـ phenylalanine ammonia lyase، وهي إنزيمات ذا علاقة بالدفاع النباتي وحث المقاومة، وذلك مقارنة بما حدث في كل من نباتات الكنترول التي لم تُعامل بالأوزون، والنباتات التي عوملت بتركيزات أقل أو أعلى من التركيز الذى أحدث تلك التأثيرات (Nagendra- Prasad وآخرون ٢٠٠٩).

أمراض النموات الخضرية

المكافحة بثاني أكسيد التيتانيوم

يُعد ثاني أكسيد التيتانيوم (TiO₂) محفز للنمو يلعب دوراً كمضاد حيوى لأمراض اللوبيا فى نيجيريا. وقد أحدثت معاملتان للوبيا بالمركب بمعدل ١٢٥ مل/ هكتار (٥٢,٥ مل/ فدان) فى كل مرة تحسیناً جوهرياً فى نمو اللوبيا والمحصول، وخفضاً فى أمراض النموات الخضرية والقرون. ولقد تراوحت الزيادة فى المحصول بين ٩٪، و ٥١٪ (Owolade & Ogunleti ٢٠٠٨).

نيماتودا تعقد الجذور

المكافحة البيولوجية

أحدثت معاملة بذور اللوبيا وتربة الزراعة بعدة أنواع من الجنس *Bacillus* خفضاً جوهرياً فى فقس بيض النيماتودا *M. javanica*، وازداد معدل موت يرقات النيماتودا بمرور الوقت، كما ازداد إنبات البذور والنمو النباتى الخضرى والجذرى بالمعاملة. وقد أظهر النوع البكتيرى *B. subtilis* أقوى تأثير فى تثبيط تكوين العقد الجذرية (Dawar وآخرون ٢٠٠٨).

ثاقبة القرون وخنفساء القرون

المكافحة بالمستخلصات النباتية

أدى رش نباتات البامية بخليط من مستخلص أوراق النيم مع مستخلص من أى من أوراق حشيشة الليمون أو الكارى الأفريقى African curry أو الطماطم، أو ال bitter leaf أو خليط من مستخلص أوراق الكافور مع مستخلص أوراق ال African bush tea .. أدى ذلك إلى إحداث خفض كبير فى أعداد ثاقبة القرون *Maruca vitrata* بالأزهار والقرون، وخنفساء القرون الماصة *Clavigralla tomentosicollis*؛ الأمر الذى قلل بدرجة كبيرة من أضرار القرون، وأدى إلى زيادة محصول البذور، مقارنة بالوضع فى نباتات الكنترول (Oparaeke وآخرون ٢٠٠٥).

الفول

سوسة الفول

المكافحة بالزيوت الأساسية

أمكن مكافحة سوسة الفول *Bruchus dentipes* بالمعاملة بعدد من الزيوت الأساسية التي عُزلت من كل من: *Achilla gypsicola*، و *Satureja hortensis*، و *Origanum acutidens*، و *Hypericum scabrum*، وبخاصة *O. acutidens*، و *S. hortensis* اللذان تميزا بارتفاع محتوَاهما من: الكارفانول (carvacol) (٨٦,٩٩٪)، و γ -terpinene (٠,٧١٪)، و α -terpinene (٢٠,٩٤٪)، على التوالي)، و *p-cymene* (١٢,٣٠٪، و β -caryophyllene (١,٣٠٪، و β -caryophyllene (١,٠٨٪، على التوالي). ولقد تسببت كل الزيوت (بجرعة ٢٠ ميكروليتر) في موت كامل للسوسة في خلال ٣٦ ساعة، إلا أن تلك التي استخلصت من *O. acutidens*، و *S. hortensis* أحدثتا ذلك التأثير في خلال ٦ ساعات فقط من المعاملة؛ وبذا.. فإنه يمكن استخدامهما كمبيدات نباتية لسوسة الفول (Tozlu وآخرون ٢٠١١).

الخضر الكرنبية (الصليبيات)

الذبول الفيوزاري

المكافحة ببكتيريا المحيط الجذري

ثبطت السلالة LRB₃W₁ من البكتيريا *Pseudomonas fluorescens* نمو الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *conglutinans* في البيئة الصناعية، كما ثبطت إصابة النباتات بمرض الإصفرار الذي يسببه الفطر. ولقد وجد في ظروف الصوبة أن البكتيريا استمر تواجدها بنحو ١٠^٦ - ١٠^٧ وحدة مكونة للمستعمرات /CFU جم من تربة المحيط الجذري لمدة ٤ أسابيع بعد التلقيح بالبكتيريا. وبينما لم يثبط المبيد الفطري benomyl شدة المرض عندما استخدم بتركيز منخفض (١ أو ١٠ ميكروجرام/مل)، فإن شدة المرض

انخفضت عندما أجريت معاملة مشتركة بكل من البكتيريا والتركيز المنخفض من المبيد، وهي المعاملة التي أعطت نتائج أفضل من المعاملة بالبكتيريا منفردة، علماً بأن بقاء البكتيريا لم يتأثر بتواجد المبيد الفطري (Someya وآخرون ٢٠٠٧).

الجزر الصولجاني

يكافح مرض الجزر الصولجاني club root في الصليبيات، الذي يسببه الفطر *Plasmodiophora brassicae* باتباع وسائل متعددة كما يأتي بيانه.

المكافحة بزراعة الأصناف المقاومة

تتوفر الأصناف المقاومة في بعض الأصناف من الكرنب، واللفت، والكيل، وكرنب بروكسل، والقنبيط، والبروكولي، والكرنب الصيني، والفجل، ولكن يعاب على استعمال الأصناف المقاومة أن الفطر يكون - بسرعة - سلالات جديدة قادرة على التغلب على حالة المقاومة.

المكافحة بإضافات مخلفات الدواجن للتربة

أفاد استخدام مخلفات الدواجن بمعدل ٣٠٠ جم للنبات (حوالي ٣,٥ طن للفدان) في خفض شدة الإصابة بالمرض (Velandia وآخرون ١٩٩٨).

المكافحة بالبورون

عُرف منذ أربعينيات القرن العشرين أن توفر البورون ساعد في تقليل تأثير الصليبيات بالإصابة بالجزر الصولجاني، وقد وجد Dixon (١٩٩٦) أن البورون يمنع التحول من البلازموديوم plasmodium إلى الاسبورانجيم sporangium في الشعيرات الجذرية وفي خلايا البشرة.

المكافحة بمستخلصات الطحالب البحرية

أفادت معاملة التربة بمنشط النمو النباتي العضوي PlasmaSoil المستخلص من الطحالب البحرية في مكافحة مرض الجزر الصولجاني في الصليبيات (Kammerich وآخرون ٢٠١٤).

المكافحة بسيناميد الكالسيوم

تؤدى معاملة التربة بسيناميد الكالسيوم إلى زيادة محصول الكرنب حتى فى الأراضى الموبوءة بشدة بالفطر *P. brassicae*، وذلك لأنه يقلل حيوية جراثيم الفطر الساكنة فى التربة. ويتطلب تحقيق أعلى كفاءة ممكنة من سيناميد الكالسيوم رى التربة رياً خفيفاً بعد معاملتها بالمركب حتى ترتفع الرطوبة الأرضية فى الهواء الموجود بفراغات التربة، وهو الذى يعمل على إطلاق وإذابة وتوزيع السيناميد cyanamide الذى ينتج عن تحلل سيناميد الكالسيوم، ويعمل على تلامس السيناميد مع أكبر عدد من الجراثيم الساكنة فى التربة. ويتعين الزراعة فى خلال أسبوع واحد إلى أسبوعين بعد المعاملة نظراً لأن سيناميد الكالسيوم سريع التحلل، وهو يحمى النباتات من الإصابات المبكرة - التى تكون أشد تأثيراً على المحصول - عن الإصابات التالية، وهى التى لا توفر المعاملة بسيناميد الكالسيوم حماية منها (Klasse ١٩٩٦).

المكافحة ببعض مضادات الأوكسينات

أدت معاملة التربة ببعض مضادات الأوكسينات، مثل 2,3,5-triiodobenzoic acid بتركيز ١٠ ميكروجرام/ لتر، والإبوكسيدون epoxydon (وهو مركب مستخلص من الفطر *Phoma glomerata*) بتركيز ٢٥٠ ميكروجرام/ مل.. أدت إلى حماية النباتات من الإصابة بالجذر الصولجاني، ويبدو أن المكافحة تمت من خلال منع تكوين الثآليل الجذرية التى تتطلب كثرة الانقسامات الخلوية، لأن مركب الإبوكسيدون لم يكن له نشاط قوى مضاد للميكروبات، كما لم يستحث فيها أى مقاومة مكتسبة (Arie وآخرون ١٩٩٨).

البياض الزغبى

المكافحة بحامض الفوسفونيك

أدى رش نباتات القنبيط بحامض الفوسفونيك phosphonic acid فى الحقل قبل الحصاد بما لا يزيد عن ثلاثة أسابيع إلى خفض الإصابة بالبياض الزغبى بعد الحصاد.

وأدى الرش مرتان قبل الحصاد بنحو ثلاثة أسابيع وأسبوع واحد بمعدل ٢,٤ كجم من المادة الفعالة/ هكتار (١,٠ كجم/فدان) إلى خفض إصابة الأقراص بالبياض الزغبى من ٩٢٪ فى الكنترول إلى ٨٪. وقد بلغ الحد الأقصى لمتبقيات الفوسفونيت phosphonate عند الحصاد ١٢ ميكروجراماً/ جرام (١٢ جزء فى المليون). ولم تلاحظ أى تأثيرات لمعاملة حامض الفوسفونيك على مظهر الأقراص أو موعد حصادها، ولكنها قللت المحصول معنوياً بنسبة ٨٪ (McKay وآخرون ١٩٩٢).

كذلك أدى رش بادرات القنبيط بالتحضير التجارى فيتوجارد (Phytogard) وهو يحتوى على ٥٨٪ فوسفونات البوتاسيوم K_2HPO_3 ، و٤٢٪ ماء قبل أو بعد عداوها بالفطر المسبب للبياض الزغبى إلى توفير حماية كاملة لها (حيث منعت تجرثم الفطر) عندما كان التركيز المستخدم ٠,٧٪ أو أعلى من ذلك. وفى النباتات الصغيرة توفرت الحماية الكاملة بتركيز ١,٠٪. وقد استمرت فاعلية المعاملة لمدة ١٥ يوماً فقط؛ مما يعنى أن تأثيرها لم يكن جهازياً. ولكن عندما أجريت المعاملة للنباتات - وهى بعمر ٣٠ يوماً - عن طريق التربة فإنها وفرت حماية لجميع الأوراق من الإصابة؛ وربما كان ذلك بسبب صعود المركب - مع الماء الممتص - إلى أعلى النبات (Bécot وآخرون ٢٠٠٠).

المكافحة بمستحضات المقاومة

أدت معاملة بذور الكرنب والكيل بالمركب CGA245704 (يعرف كذلك باسم benzothiadiazole) - وهو منشط للمقاومة الجهازية المكتسبة - إلى حماية البادرات من الإصابة بالفطر *P. parasitica*، علماً بأن المعاملة أثرت على تجرثم الفطر (Jensen وآخرون ١٩٩٨).

وفى دراسة أجريت على القنبيط أظهرت البادرات والنباتات الصغيرة التى حقنت بالفطر بعد معاملتها بالمركب benzothiadiazole بمدة يوم واحد إلى ثلاثين يوماً مقاومة جهازية ضد الإصابة بالفطر. وقد تأثر النمو النباتى سلبياً بالمعاملة وازداد التأثير بزيادة تركيز المركب المستعمل، وعند تركيز ٠,٠٥ مجم من المادة الفعالة/ مل - وهو التركيز

الذى أحدث أكبر قدر من المقاومة الجهازية - كان النقص في النمو حوالى ٢٢٪ (Godard وآخرون ١٩٩٩).

نيماتودا تعقد الجذور

المكافحة بالترايكودرما

أدت معاملة الكرنب بالترايكودرما (*Trichoderma*) باستعمال خليط من ثلاث عزلات هي: Tvc1، و Tvc2، و Tvc3 مع الشيتين chitin إلى مكافحة كل من الفطر *Sclerotinia sclerotiorum* مسبب مرض عفن الرأس head rot، ونيماتودا تعقد الجذور *M. incognita*، وصاحبت تلك المعاملة زيادة في نشاط أربعة إنزيمات ذى أهمية في الدفاع النباتى ضد الإصابة بالأمراض، وهى: phenylalanine ammonia-lyase، و peroxidase، و polyphenol oxidase، و chitinase (Longanahan وآخرون ٢٠١٠).

الخنفساء البرغوثية

المكافحة بالمثيل جاسمونيت ومحفزات المقاومة

يُعد الكرنب الصينى المزهرة (*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis*) خُضْرُ ورقى ذو ساق مُزهرة، وهو قابل للإصابة ببيرقات الخنفساء البرغوثية المخططة *Phyllotreta striolata* أثناء النمو، ولعفن الساق أثناء التخزين . ولقد وجد أن نقع البذور في محلول مثيل الجاسمونيت بتركيز ١,٠ ميكرومول أو محلول الـ benzothiadiazole (اختصاراً: BTH) بتركيز ٢٤٠ ميكرومول أدى إلى التغلب جوهرياً على ضرر الحشرة، وعلى عفن الساق بعد الحصاد. وقد صاحبت المعاملة زيادة في نشاط الجينات PDF1.2، و PR1، و WRKY33 ذات الصلة بالمقاومة الحشرية، علمًا بأن الجين PDF1.2 ذو صلة - كذلك - بالمقاومة للأعفان البكتيرية بعد الحصاد (Zhang وآخرون ٢٠١٣).

الخس

سقوط الخس (الاسكليروتينيا)

المكافحة الحيوية

يُظهر فطرا الميكوريزا *Trichoderma harzianum*، و *T. viride* نشاطاً مضاداً للفطر *Sclerotinia spp.* فى الاختبارات المعملية. كما وُجد أن معاملة التربة - فى الزراعات المحمية - بالسلالة C52 من *T. harzianum* قللت جوهرياً إصابة الخس بالفطر *Sclerotinia minor*؛ حيث كانت الإصابة ٥٠٪ من الإصابة فى معاملة الكنترول، وقريبة من الإصابة عندما أجريت المعاملة بالمبيد الفطرى القياسى كاربندازيم carbendazim، والتي كانت ٥٧٪ من الإصابة فى معاملة الكنترول. وفى مزيد من التجارب بلغت نسبة مكافحة المرض ٥٥-٧٨٪ أياً كانت طريقة المعاملة بفطر الميكوريزا، وهى التى كانت بالخلط مع التربة، وباستعماله على صورة حَبَّات pellets، وبغمس جذور الشتلات فى معلق من جراثيمه، وذلك دون وجود فروق معنوية بين المعاملات الثلاث، أو بينها وبين المعاملة بالكاربندازيم (Jones & Stewart ١٩٩٧).

كما أظهر التحضير التجارى contans لفطر مكافحة الحيوية *Coniothyrium minitans* فاعلية فى مكافحة الفطر *Sclerotinia sclerotiorum* - مسبب مرض سقوط الخس، ولكنه لم يؤثر على الفطر *S. minor* المسبب - كذلك - لنفس المرض، كما لم يكن لأى من التحضيرات التجارية المستخدمة للفطرين *Trichoderma harzianum* (التحضيران: Plant Shield، و Supersivit)، و *Gliocladium virens* (التحضير: Soilgard)، وللبكتيريا *Bacillus subtilis* (التحضير: Companion).. لم يكن لها أى تأثير على أى من الفطرين المرضيين (Chitrampalam وآخرون ٢٠٠٨).

البياض الزغبي

المكافحة بمستحضات المقاومة

تؤدى معاملة الخس بال DL-3-amino-butyric acid (اختصاراً: BABA) إلى حمايته من الإصابة بالفطر *Bremia lactucae* - مسبب مرض البياض الزغبي - بترسيب

الكالوز في التراكيب الفطرية الأولية التي تصيب العائل. أما المعاملة بالـ BABA عن طريق الأوراق أو الجذور - بعد حدوث الإصابة - حتى في المراحل المتقدمة من تطور المرض - فإنها تحد من الإصابة. وتظهر المقاومة المستحثة في صورة عديد من الاستجابات مثل فرط الحساسية في خلايا البشرة (إذا أُجريت المعاملة بعد يوم من بدء الإصابة)، وترسيب الكالوز بكثرة في المصحات الفطرية الأولية (إذا أُجريت المعاملة بعد يومين من بدء الإصابة)، وتحفيز تراكم فوق أكسيد الأيدروجين H_2O_2 في ميسيليوم الفطر وتغير لونه إلى الأحمر (إذا أُجريت المعاملة بعد ٣-٤ أيام من بدء الإصابة). وفي كل الحالات يفشل الفطر في التجرثم (Cohen وآخرون ٢٠١١).

النقط البكتيرية

المكافحة بمستحضات المقاومة

توفر المعاملة بالمنتج التجاري Bion 50 (وهو: Acibenzolar-S-methyl؛ اختصاراً: ASM) حماية للخس من الإصابة بمرض النقط البكتيرية الذي تسببه البكتيريا *Xanthomonas campestris* pv. *vitiens*، حيث كانت فعالة في خفض شدة المرض ونمو البكتيريا، مقارنة بما حدث في معاملة الكنترول ومعاملة الرش بأيدروكسيد النحاس. وتبين أن معاملة الـ ASM للنباتات الملقحة بالبكتيريا تستحث زيادة في نشاط الإنزيمات ذات العلاقة بالدفاع ضد الأمراض، مثل الشيتينيز chitinase (Yigit ٢٠١١).

الخرشوف

عفن البذور

المكافحة بالشيتوسان

أحدثت معاملة بذور الخرشوف بشيتوسان ذي وزن جزيئي منخفض زيادة جوهرية في نسبة الإنبات وفي نمو البادرات، كما وفرت حماية للبذور من الإصابة بالفطريات المسببة للأعفان بتقليل تلوثها بها (Ziani وآخرون ٢٠١٠).

العفن الأبيض

المكافحة بمستحضات المقاومة

استحضت معاملة سقى التربة بمحلول من المركب β -aminobutyric acid (اختصاراً: BABA) مستوى عالٍ من المقاومة ضد الفطر *Sclerotinia sclerotiorum* – مسبب مرض العفن الأبيض – فى بادرات صنفين من الخرشوف، مع إحداث زيادة ثابتة فى نشاط إنزيم البيروكسيداز (Marcucci وآخرون ٢٠١٠).

الفراولة

البياض الدقيقى

المكافحة الحيوية

يستعمل الفطر *Ampelomyces quisqualis* فى مكافحة الحيوية للبياض الدقيقى. وهو فطر متطفل على الفطر المسبب للبياض الدقيقى، وتتوفر منه تحضيرات تجارية. مثل: أسباير Aspire، و AQ-10.

كما أدت المعاملة بالعزلة BS061 من البكتيريا *Bacillus sp.* – التى حُصِلَ عليها من ورقة نباتية – إلى إحداث خفض جوهري فى إصابة الخيار والفراولة بالبياض الدقيقى، وإلى تثبيط نمو غزل الفطر *Botrytis cinerea*، كما أحدث راسح مزرعة هذه العزلة تأثيراً مماثلاً فى تثبيط نمو غزل مختلف الفطريات (Kim وآخرون ٢٠١٣).

المكافحة بالأحماض الأمينية

يحقق الرش الأسبوعى للفراولة بمخلوط الميثونين مع الريبوفلافين methionine-riboflavin mixture – فى وجود الضوء – كفاءة فى مكافحة البياض الدقيقى تماثل كفاءة الرش بالمبيدات المستعملة فى مكافحة المرض. ويتكون هذا المخلوط من الريبوفلافين بتركيز ٢٦,٦٢ ميكرومولار، والدى إل ميثونين بتركيز ١ مللى مولار، وكبريتات النحاس بتركيز ١ مللى مولار، وأى من المواد الناشرة: sodium dodecyl sulfate بتركيز ١٠٠٠

ميكروجرام/ مل، أو توين ٢٠ Tween 20، أو تريتون إكس ١٠٠ Triton X-100. ومن أهم مزايا هذا المخلوط احتوائه على مكونات غذائية قابلة للتحلل البيولوجي.

يؤدي استعمال هذا المخلوط في الضوء إلى إنتاج عدد من المركبات النشطة في الأكسدة يكون لها تأثير قاتل على مدى واسع من الكائنات الدقيقة (Tzeng وآخرون ١٩٩٦، و Wang & Tzeng ١٩٩٨).

العفن الرمادي

المكافحة بالزيوت النباتية

أظهر زيت الزعتر (*Thymus vulgaris*) فاعلية كبيرة ضد الفطر *Botrytis sp.* في البيئة الصناعية، بينما أظهر زيت الكمون (*Cuminum cyminum*) تثبيطاً للفطر عندما استخدم بتركيز أعلى. وكان التركيز المؤثر لزيت الزعتر على الإصابة بالفطر في الثمار هو ٢٠٠ ميكروليتر/لتر (٩٢٪ تثبيط للفطر)؛ هذا بينما تطلب الأمر تركيزاً أعلى من زيت الكمون لإحداث تثبيط للفطر في الثمار. وأدى الجمع بين زيت الزعتر وزيت الكمون إلى تثبيط كامل للفطر في البيئة الصناعية. كذلك أدى الجمع بين السلالة A7 من البكتيريا *Lactobacillus plantarum* وأي من زيت الزعتر أو زيت الكمون إلى تثبيط تام لنمو الغزل الفطري في البيئة الصناعية. وتحسنت مكافحة الفطر كثيراً في ثمار الفراولة بالمعاملة بالبكتيريا مع ٥٠ ميكروليتر/ لتر من زيت الكمون أو البكتيريا مع ١٠٠ ميكروليتر/ لتر من زيت الزعتر، وذلك مقارنة باستعمال البكتيريا منفردة أو أي من الزيتين منفرداً. هذا. وقد تحسنت جودة ثمار الفراولة (من حيث الـ pH والحموضة ومحتوى حامض الأسكوربيك) عندما كانت المعاملة بزيت الكمون مع البكتيريا بدرجة أكبر عما كان الحال عندما كانت المعاملة بزيت الزعتر مع البكتيريا (Zamani-Zadeh وآخرون ٢٠١٤).

المكافحة الحيوية

يمكن مكافحة الفطر *B. cinerea* في الفراولة بالمعاملة بالفطر *Paenibacillus polymyxa* (Helbig ٢٠٠١).

القلب الأحمر وعفن التاج

المكافحة ببكتيريا المحيط الجذري

أحدثت ثلاث سلالات من بكتيريا المحيط الجذري، هي: السلالة G-584 من *Bacillus amyloliquefaciens*، والسلالة G-V1 من *Raoultella terrigena*، والسلالة 2R1-7 من *Pseudomonas fluorescens* تثبيطاً للغزل الفطري لكل من الفطرين: *Phytophthora fragaria var. fragaria*، و *P. cactorum* مسبباً مرض القلب الأحمر وعفن التاج - على التوالي - في الفراولة. كذلك أفادت المعاملة بأى من السلالات البكتيرية الثلاث مكافحة للفطرين في ظروف البيوت المحمية بلغت ٥٩٪ وتساوت مع المكافحة باستعمال المبيد Aliette. أما تحت ظروف الحقل فقد تباين تأثير الأنواع البكتيرية في مكافحة المرضين، وإن كانت قد خفضت - جوهرياً - من الإصابة المرضية بكليهما، ولو بدرجات أقل مما حدث تحت ظروف الزراعة المحمية، حيث تراوحت بين ٣٧٪، و ٤٥٪ لأفضل المعاملات (Anandhakumar & Zeller ٢٠٠٨).

الجزر

فطريات الألترناريا والبوتريتيس

المكافحة بالمعاملات الفيزيائية للبذور

وجد عند معاملة بذور الجزر بعدد من الطرق الفيزيائية لمكافحة الفطرين *Alternaria dauci*، و *A. radicina*، ما يلي:

١- لم تكن مكافحة أى من الفطرين بمستحضات المقاومة الطبيعية فعالة.

٢- كذلك لم تكن المعاملة مرضية بمعظم تحضيرات الكائنات الدقيقة، وحُصِلَ على أفضل نتائج لمعاملات الكائنات الدقيقة بالسلالة MF 416 من البكتيريا *Pseudomonas* sp.، والسلالة IK 726 من *Clonostachys rosea*.

٣- حُصِلَ على مستوى مماثل من المقاومة بمعاملة البذور بمستحلب من زيت الزعتر فى الماء بتركيز ١٪.

٤- أعطت المعاملة بأى من البخار المهوى aerated steam أو الماء الساخن أو الإليكترونات (electron treatment) نتائج جيدة، وكانت معاملة البخار المهوى هي الأفضل (Koch وآخرون ٢٠١٠).

المكافحة بمستحضات المقاومة

أدت معاملة الجذر بأى من حامض السلسيلك بتركيز ١٠٠ ميكرومول، أو الشيتوسان بتركيز ٠,٠٢٪ أو بالمنتج المغذى المخلبى أليكسين Alexin بتركيز ١٪، ثم تلقح النباتات بعد ذلك بعشر ساعات بالفطر *Alternaria radicina*، أو *Botrytis cinerea* إلى خفض شدة الإصابة بهما بعد ١٠ أيام من العدوى، وذلك مقارنة بالإصابة فى معاملة الكنترول. وكانت أفضل المعاملات هي معاملة الشيتوسان، وتلتها معاملة الألكسين، ثم معاملة حامض السلسيلك. وأدى مزيد من الرش بتلك المستحضات إلى إحداث خفض جوهري فى الإصابات المرضية بعد ٢٥ يوماً من العدوى. وقد أظهرت النباتات المعاملة نشاطاً عالياً فى كل من: الك *chaclone synthase*، والك *Peroxidase*، والك *polyphenoloxidase*، و *phenylalanine ammonia-lyase*، والك *chitinase*؛ والك β -1,3-glucanase، والك *lipoxygenase* والفينولات الكلية، كما أظهر الفحص الميكروسكوبى للنباتات المعاملة ضعفاً فى النمو الفطرى وفى استعمارها للنباتات، أى إن المعاملات استحثت مقاومة كانت متماثلة بينها؛ بما يعنى أنها ربما تكون قد نشطت المسار البنائى لحامض السلسيلك (Jayaraj وآخرون ٢٠٠٩).

عفن الجذور (اسكليروتينيا)

المكافحة بالشيتوسان وحامض السلسيلك

أدت المعاملة بأى من الشيتوسانات *chitosans* أو الك *acetyl salicylic acid* إلى تقليل شدة إصابة الجذر أثناء التخزين بالفطر *Sclerotinia sclerotiorum* مسبب عفن الجذور، وازداد تثبيط نمو الغزل الفطرى بزيادة الوزن الجزيئى للشيتوسانات. وأدت المعاملة - كذلك - إلى زيادة نشاط الإنزيمات: *phenylalanine ammonia*

layse، والـ polyphenoloxidase، والـ peroxidase في الجذور المعاملة (Ojaghian وآخرون ٢٠١٣).

السبانخ

الذبول الفيوزاري

المكافحة الحيوية

وجد من بين ٦٦٣ عزلة من البكتيريا والفطريات من جذور السبانخ أن أربع عزلات بكتيرية منها قللت من إصابة السبانخ بالفطر *F. oxysporum* f. sp. *spinaciae* مسبب مرض الذبول الفيوزاري، وأحدثت عزلة منها، هي SM10 - التي تبين أنها سلالة من البكتيريا *Enterobacter cloacae* - خفضاً جوهرياً في الإصابة بالمرض. ولقد أمكن ملاحظة تواجد هذه البكتيريا في أوعية الخشب بجذور السبانخ؛ بما يعنى أنها endophytic بالسبانخ (Tsuda وآخرون ٢٠٠١).

الفصل الخامس عشر

الزراعات المحمية الأرضية واللاأرضية

تتعدد وسائل مكافحة الأمراض والآفات في الزراعات المحمية، وقد تناولنا هذا الموضوع بالتفصيل في كتاب "أصول الزراعة المحمية" (حسن ٢٠١٢)، الذي يمكن الرجوع إليه لتلك التفاصيل، وتقرر مناقشتنا في هذا الفصل على جوانب بدائل المبيدات التي يمكن الاستفادة منها في كل من الزراعات الأرضية واللاأرضية.

التحكم في الطول الموجي للأشعة النافذة من الأغشية البلاستيكية

يمكن عن طريق الغطاء البلاستيكي للبيوت المحمية التحكم في أطوال الموجات الضوئية التي يُسمح بنفاذها؛ الأمر الذي يمكن أن يؤثر في نمو وتجترثم عديد من الفطريات الممرضة للنباتات. فمن المعروف منذ ستينيات القرن العشرين أن الأشعة فوق البنفسجية - وخاصة في المدى الموجي من ٢٨٠ إلى ٣٢٠ نانو ميتر (أى الـ UV-B) - تؤثر في تجترثم كثير من الأجناس الفطرية، مثل: *Alternaria*، و *Botrytis*، و *Cercospora*، و *Cercospora*، و *Fusarium*، و *Helminthosporium*، و *Stemphylium*، و *Trichoderma*. وربما يكون للضوء الأزرق تأثير حاد للتجترثم كما في *Trichoderma*، و *Vericillium agaricinum*، أو تأثير مثبت كما يحدث مع *Alternaria cichorii*، و *Alternaria tomato*، و *Helminthosporium*، وقد وجد أن تجترثم *Botrytis cinerea* يُستحث بواسطة الأشعة البنفسجية UV-B، ويُثبط بواسطة الضوء الأزرق. كما وجد تأثير عكسي لكل من الضوء الأزرق والأشعة فوق البنفسجية على كل من إنتاج الحوامل الكونيدية وعلى المراحل الأخيرة للتجترثم في الفطريات. كذلك وُجد أن التعريض للضوء الأزرق يثبط إنتاج الجراثيم الأسبورانجية في أوراق الخيار المصابة بالفطر *Pseudoperonospora cubensis*.

كذلك أظهرت الدراسات أن تعريض مزارع الفطر *B. cinerea* لومضات قصيرة من الضوء الأحمر يثبط التجرثم، بينما يؤدي تعريضها لومضات الأشعة تحت الحمراء إلى تحفيز التجرثم. كذلك فإن التجرثم الذى يحدث فى الظلام يمكن تثبيطه بالتعريض بعد ذلك للضوء الأزرق. وهذا التثبيط يبدأ بتحول صبغة ميكوكروم mycochrome من صورة M_B التى تستحث التجرثم إلى صورة M_{Nuv} التى تثبطه (Raviv & Reuveni 1998).

ويستعمل فى معظم البيوت البلاستيكية أغطية بلاستيكية تحتوى على مواد تعترض الأشعة فوق البنفسجية بهدف زيادة طول فترة حياة الغطاء، الذى يكون منفذاً للأشعة النشطة فى البناء الضوئى. تنقسم تلك الأغطية إلى فئتين تعترض إحداهما معظم الموجات الضوئية التى تكون بطول ١٦٠ نانوميترًا أو أقصر من ذلك ($<306\text{ nm}$)، بينما تعترض الثانية الموجات الضوئية التى تكون بطول ٣٨٠ نانوميترًا أو أقل ($<380\text{ nm}$).

وقد أوضحت عديد من الدراسات أن الأغطية الـ $<380\text{ nm}$ تقلل من تجرثم الفطر *Botrytis cinerea*، وتقلل من أعداد الآفات الحشرية، ومن الإصابات الفيروسية التى تنقلها الحشرات إلى النباتات (عن Costa وآخرين ٢٠٠١).

كما وجد أن الأغطية الـ $<380\text{ nm}$ تتميز - كذلك - بأنها تزيد من دوام حيوية جراثيم الفطر *Beauveria bassiana* المستعمل فى مكافحة الحيوية، وذلك مقارنة بحالة الجراثيم عند استعمال الأغطية الـ $<360\text{ nm}$ (Costa وآخرون ٢٠٠١).

إن بداية التفكير فى مكافحة الإصابات المرضية فى البيوت المحمية بالتحكم فى الطول الموجى للضوء النافذ من خلال الغطاء كانت فى عام ١٩٧٣، وذلك بالنسبة للفطر *Botrytis cinerea*.

وقد أدت تغطية البيوت المحمية بأغشية الفينيل vinyl films الماصة للأشعة فوق البنفسجية - ذات الموجات الضوئية الأقصر من ٣٩٠ نانوميتر - إلى مكافحة الجزئية للعدوى الرمادى - الذى يسببه الفطر *B. cinerea* - فى كل من الطماطم والخيار، مقارنة بالوضع فى البيوت المحمية المغطاة بأغشية غير ماصة للأشعة فوق البنفسجية.

وقد أدى استعمال الأغشية الماصة للأشعة فوق البنفسجية إلى تثبط تطور تكوين أبوتيسيا *apothecia* الفطر *Sclerotinia sclerotiorum* - مسبب مرض عفن الساق - في كل من الباذنجان والخيار. وكذلك تثبيط تجرثم الفطر *Alternaria dauci* مسبب مرض لفحة الأوراق في الجزر، و *A. porri* مسبب مرض لفحة الأوراق في بصل ويلز *Allium fistulosum*، و *A. solani* مسبب مرض اللفحة المبكرة في الطماطم، و *Botrytis squamosa* مسبب مرض لفحة الأوراق في الشيف الصيني *Allium tuberosum*، وقد صاحبت تلك التأثيرات انخفاض في شدة الإصابات المرضية في شتى المحاصيل المذكورة.

كذلك وجد أن استعمال أغشية من البوليثيلين الأزرق لغطاء البيوت المحمية - بدلاً من الأغشية الماصة للأشعة فوق البنفسجية أحدث خفصاً واضحاً في انتشار البياض الزغبى - الذى يسببه الفطر *Pseudoperonospora cubensis* - في الخيار، حيث لم ينتشر الفطر إلا في الأوراق الحديثة في قمة النبات (Raviv & Reuveni 1998).

وأدى استعمال غطاء من البوليثيلين المضاف إليه صبغة زرقاء اللون (ذات قدرة على امتصاص الطيف الأزرق تبلغ ذروتها عند ٥٨٠ نانو متراً).. أدى استعمالها في إنتاج الخيار في البيوت المحمية إلى تثبيط جوهري في إصابة النباتات بالفطر *P. cubensis* مسبب مرض البياض الزغبى، وفي قدرة الفطر على إنتاج الأكياس الجرثومية، بينما أدت فلترة الطيف في منطقة الأشعة فوق البنفسجية (٢٨٠ إلى ٣٢٠ نانومتراً) - أى جعله يسمح بمرور الأشعة فوق البنفسجية - إلى تحفيز الإصابة بالفطر دون التأثير على قدرة الفطر على إنتاج الأكياس الجرثومية. هذا إلا أن محصول الخيار لم يزد جوهرياً تحت الغطاء الأزرق - على الرغم من انخفاض شدة الإصابة بالبياض الزغبى - وربما كان ذلك بسبب انخفاض شدة الأشعة النشطة في البناء الضوئى تحت الغطاء البلاستيكي الأزرق (Reuveni & Raviv 1997).

ولقد وجد أن امتصاص الـ UV-B كان فعالاً في تثبيط تكوين الأكياس الاسبورانجية sporangia للفطر *P. cubensis* عندما كان ذلك الامتصاص مقروناً - كذلك - بامتصاص للموجات الضوئية في منطقة الضوء الأخضر والأصفر، ولكنه لم يكن مؤثراً خلال مرحلة الإصابة الفطرية للنباتات. هذا بينما أدى خفض شدة الضوء الأخضر/الأصفر الذي يصل للفطر والنبات إلى التأثير على كل من مراحل التطور الفطري والإصابة، وخفضاً جوهرياً شدة الإصابة بالبياض الزغبي في الخيار. وعلى الرغم من انخفاض شدة الإشعاع النشط في البناء الضوئي PAR بسبب امتصاص الأشعة في المدى الموجي الأخضر والأصفر، فإن المحصول لم ينخفض، ربما بسبب أن الأغشية الزرقاء خفضت من شدة الإصابة بالمرض (Raviv & Reuveni ١٩٩٨).

إن أغلب الأغشية المعاملة ضد الأشعة فوق البنفسجية تمنع نفاذ غالبية الأشعة فوق البنفسجية التي تقل أطوال موجاتها عن ٣٦٠ نانوميتر، إلا أن بعض المواد التي تُعامل بها الأغشية يمكنها منع نفاذ الموجات التي يقل أطوالها عن ٣٨٠ نانوميتر. وقد أدى استخدام تلك الأغشية الأخيرة إلى خفض أعداد الذبابة البيضاء والمنّ والتربس على الخضراوات النامية تحتها مقارنة بالأعداد التي إصابتها تحت الأغشية التي تمنع نفاذ الأشعة التي يقل أطوال موجاتها عن ٣٦٠ نانوميتر. ويُعتقد أن ذلك الخفض في أعداد الحشرات كان له علاقة بحدوث تحور في النظام الحشري الطبيعي لاستخدام الأطوال الموجية للأشعة فوق البنفسجية أثناء الطيران والتوجه نحو العوائل. وقد تبين أن حشرات الذبابة البيضاء العادية وذبابة البيوت المحمية البيضاء وتربس الأزهار الغربية تفضل دخول البيوت المحمية التي تسمح أغطيتها بنفاذ قدر أكبر من الأشعة فوق البنفسجية (Costa وآخرون ٢٠٠٣).

ولقد أمكن الحد من انتشار الأمراض الفيروسية التي تنقلها الحشرات إلى النباتات بتطوير أساليب زراعية تعتمد على طول الموجات الضوئية التي تتعارض مع بحث الحشرات عن عوائلها، وتوجيهها إليها، واستقرارها عليها (Antignus ٢٠٠٠).

ومن الأمثلة الأخرى للدراسات التي أجريت على التحكم في الطول الموجي للأشعة النافذة من خلال أغشية البيوت المحمية لأجل مكافحة الأمراض، ما يلي:

- انخفضت أعداد الذبابة البيضاء المتواجدة على النباتات في البيوت المحمية البلاستيكية المغطاة بأغشية الفينيل vinyl films المتصلة للأشعة فوق البنفسجية عما في البيوت المحمية المغطاة بأغشية الفينيل العادية (Shimada ١٩٩٤).

- أدى استعمال أغشية بلاستيكية مانعة للأشعة فوق البنفسجية في البيوت المحمية إلى إحداث خفض كبير في أعداد الحشرات الرئيسية: صانعات الأنفاق *Liriomyza trifolii*، وتربس الأزهار *Frankliniella occidentalis*، والذبابة البيضاء *Bemisia tabaci*، وكذلك خفض معدلات الإصابات الفيروسية التي تنقلها تلك الحشرات (Antignus وآخرون ١٩٩٦).

- أدى استعمال غطاء فينيل ماص للأشعة فوق البنفسجية UV-absorbing film إلى تثبيط تجرثم كلاً من *Botrytis cinerea*، و *Sclerotinia sclerotiorum*، و *Alternaria solani*، وخفض شدة الإصابة بها على الطماطم بنسبة ٦٠٪-٧٠٪ تحت ظروف الحقل (Shim وآخرون ١٩٩٨).

- أدى استعمال شرائح من البولي إيثيلين قادرة على منع نفاذ الأشعة ذات الطول الموجي حتى ٤٠٥ نانوميتر (near ultra violet light) إلى إحداث خفض شديد في إنتاج الجراثيم الكونيدية للفطر *Botrytis cinerea*، مع خفض مماثل في نسبة الإصابة بالعفن الرمادي في كل من الفاصوليا والفراولة (West وآخرون ٢٠٠٠).

- أدت معاملة بادرات الطماطم والفلفل والقرع العسلي بالضوء الأحمر إلى خفض معدل إصابتها بالذبول الطرى الذي يسببه الفطر *Phytophthora* sp. بنسبة وصلت إلى ٧٩٪، حيث أصيبت ٢١٪ إلى ٣٦٪ من البادرات التي عُوِّملت بالضوء الأحمر، مقارنة بإصابة ٧٨٪ إلى ١٠٠٪ من نباتات الكنترول (Islam وآخرون ٢٠٠٢).

- أدى استعمال الأغشية البلاستيكية المتصلة للأشعة فوق البنفسجية إلى الحد من

أعداد المنّ *Macrosiphum euphorbiae*، و *Acyrtosiphum lactucae* وتأخير استعماره لزراعات الخس المحمية، مع تقليل أعداد النباتات التي أصيبت بالفيروسات التي ينقلها المنّ (أساساً الـ poty viruses)، كما أحدث استعمال تلك الأغشية خفضاً مماثلاً في أعداد التريبس *Frankliniella occidentalis* وانتشار فيروس ذبول الطماطم المتبقع، هذا إلا أن الغطاء لم يكن مؤثراً على أعداد ذبابة البيوت المحمية البيضاء (Diaz وآخرون ٢٠٠٦).

• أدى استعمال الأغشية البلاستيكية الماصة للأشعة فوق البنفسجية إلى خفض أعداد الذبابة البيضاء جوهرياً إلى صفر-٠,٥ ذبابة لكل ورقة طماطم فُحصت، مقارنة بـ ١-٥ ذبابات لكل ورقة عندما استعملت الأغشية البلاستيكية التقليدية، وصاحب ذلك انخفاض في نسبة الإصابة بفيروس اصفرار وتجعد أوراق الطماطم إلى صفر-٢٥٪ تحت الأغشية الماصة للأشعة فوق البنفسجية، مقارنة بـ ٤-٧٠٪ إصابة تحت الأغشية التقليدية (Rapisarda وآخرون ٢٠٠٦).

• وقد وجد Vakalounakis (١٩٩٢) أن نفاذية غطاء الصوبة للأشعة تحت الحمراء ليلاً كانت ٧,٣٪ فقط عند استعمال غطاء فينيل vinyl ماص لهذه الأشعة، بينما وصلت إلى ٥٠,٩٪ عندما استعمل غطاء من البوليثلين العادي. وقد صاحب ذلك انخفاض في الإصابات المرضية (الندوة المبكرة التي يسببها الفطر *A. solani*، وعفن الأوراق الذي يسببه الفطر *Cladosporium fulvum*، والعفن الرمادي الذي يسببه الفطر *Botrytis cinerea*) بنسبة تراوحت من ٤٠-٥٠٪ عندما استعمل الغطاء غير المنفذ للأشعة تحت الحمراء، كما كانت النباتات أقوى نمواً وأكثر تكيّفاً في الحصاد بنحو شهرين مما كانت عليه الحال عندما استعمل غطاء من البوليثلين العادي

كما وجد أن الموجات الضوئية التي تنبعث من مصادر الإضاءة المختلفة (أى خلفية الإضاءة) تؤثر في تثبيط الأشعة فوق البنفسجية بي UV-B لفطر البياض الدقيقي *Podospaera xanthii*. وكان التثبيط بفعل التعريض للأشعة UV-B بجرعة: واحد W/m^2 لمدة ١٠ دقائق أعلى ما يمكن في وجود الضوء الأحمر، أو في الغياب التام للإضاءة. وكان

تثبيط فطر البياض الدقيقى أقل ما يمكن فى وجود الأشعة فوق البنفسجية UV-A أو الأشعة الزرقاء، وذلك مقارنة بالوضع فى النباتات التى تعرضت - فقط - لـ ١٦ ساعة من الإضاءة اليومية الطبيعية + إضاءة من لمبات الصوديوم ذات الضغط العالى التى تُنتج إشعاع ذات مدى عريض من الموجات الضوئية مع ذروة فى منطقة الضوء الأصفر إلى البرتقالى. ولقد أحدث التعريض اليومي للـ UV-B بجرعة: واحد W/m^2 - بدءاً من يوم العدوى بالفطر - خفضاً جوهرياً فى شدة الإصابة بالمرض إلى ١٥٪، مقارنة بشدة إصابة بلغت ١٠٠٪ فى نباتات الكنترول. وبلغ أقصى تثبيط للمرض عندما كان التعريض للـ UV-B لمدة ١٥ دقيقة، حيث كانت الإصابة ١,١٪ فقط، إلا أنه كان الضرورى تقليص فترة التعريض إلى ٥-١٠ دقائق لتجنب أضرار الأشعة على النباتات. ولم يكن لتعريض النباتات للأشعة فوق البنفسجية لمدة يومين قبل عدوها بالفطر أى تأثير - سلبى أو إيجابى - على شدة الإصابة. ولقد ثبتت الأشعة فوق البنفسجية إنبات الجراثيم، والإصابة، واتساع البقع المرضية، وتجرثم الفطر. ويُستفاد مما تقدم إمكان مكافحة فطر البياض الدقيقى فى الخيار بتعريض النباتات للأشعة فوق البنفسجية UV-B، وزيادة فاعلية المعاملة بالتعريض فى الوقت ذاته للضوء الأحمر، وخاصة إجراء المعاملة ليلاً، حيث يمكن تجنب التأثير السلبى للضوء الأزرق والـ UV-A على كفاءة المعاملة. ويبدو أن الـ UV-B تُحدث تأثيرها مباشرة على الفطر، ولا تستحث مقاومة فى النبات ضده (Suthaparan وآخرون ٢٠١٤).

المكافحة الحيوية

بدأ توفر الأعداء الطبيعية لمكافحة الآفات فى زراعات الخضر فى البيوت المحمية بأوروبا فى ستينيات القرن الماضى، وحدث تغير من سيادة المكافحة بالمبيدات إلى مكافحة متكاملة متقدمة للآفات، وذلك فى خلال ٢٠ عاماً بعد ذلك. وحالياً.. يقوم المزارعون حول العالم بإدخال ملايين الأعداء الطبيعية فى البيوت المحمية لمكافحة الآفات. ويتوفر تجارياً نحو ١٠٠ نوع من الكائنات المفيدة المستخدمة فى مكافحة جميع الآفات الحشرية والأكاروسية الهامة. وفى شمال أوروبا تُحلُّ معظم - إم لم تكن كل - المشاكل الحشرية دونما استخدام للمبيدات الحشرية.

أما تطوير المكافحة البيولوجية للأمراض فقد بدأت متأخرة، وإن كانت قد تسارعت وتيرتها؛ وذلك لأجل الوصول بها إلى نفس مستوى نجاح المكافحة الحيوية للآفات الحشرية والأكاروسية.

ويسعى مربو النبات - حالياً - ليس فقط إلى إنتاج أصناف مقاومة للأمراض والآفات، ولكن أيضاً لأجل إنتاج أصناف قادرة على جذب الأعداء الحيوية إليها بعد تعرضها للإصابة بالآفات، وإنتاج أصناف يمكن أن تُهيئ "بيئة عمل" working environment أكثر مناسبة للكائنات المستخدمة في المكافحة الحيوية (Van Lenteren ٢٠٠٠).

إن المكافحة الحيوية للأمراض والآفات تحتل موقعاً متميزاً في الزراعات المحمية، بالنظر إلى إمكان التحكم في موقع المكافحة مكانياً وبيئياً. هذا بالإضافة إلى كونها أقل تكلفة وأكثر مناسبة لمحاصيل الصوبات التي قد تُحصَد ثمارها يومياً؛ الأمر الذي يستحيل معه معاملتها بالمبيدات.

مكافحة مسببات الأمراض

تتنوع كثيراً الكائنات المستخدمة في المكافحة الحيوية لمسببات الأمراض، كما يلي:

المنتجات المستخدمة في المكافحة الحيوية للمسببات المرضية التي تعيش في التربة

إن أهم المنتجات المستخدمة في هذا الشأن، ما يلي:

١- منتجات تحتوي على الفطر *Coniothyrium minitans*:

يقوم هذا المتطفل بإتلاف الأجسام الحجرية للفطرين *Sclerotinia sclerotiorum*، و *S. minor*، وهو يسوق كحبيبات قابلة للبلل تحت الاسم التجاري Contans.

٢- منتجات تحتوي على الفطر *Gliocladium virens* (= *Trichoderma virens*):

عزل هذا الفطر في أواخر ثمانينات القرن الماضي من تربة بولاية ميرلاند الأمريكية. ثم تبين أنه يتواجد في التربة في جميع أنحاء العالم، وقد استخدم في مكافحة الفطرين

Pythium ultimum، و *Rhizoctonia solani* فى مخاليط الزراعات اللاأرضية، وهو يسوق تحت الاسم التجارى SoilGard.

٣- الفطر *Trichoderma harzianum* السلالة (T-22):

أنتجت هذه السلالة فى أواخر ثمانينات القرن الماضى بطريقة إندماج البروتوبلاست بين كل من T-95 (وهى سلالة من *T. harzianum* عُزلت من تربة من كولومبيا وتعد منافساً قوياً على استعمار المحيط الجذرى النباتى)، و T-12 (وهى - كذلك - سلالة من *T. harzianum* عُزلت من نيويورك). ويمكن لهذه السلالة (T-22) التى تعد منافساً قوياً بالمحيط الجذرى استعمار كل أجزاء المجموع الجذرى والبقاء لفترة طويلة عند استعمالها فى معاملة الجذور أو التربة سقياً أو كحبيبات، وهو يسوق تحت الاسم التجارى RootShield كحبيبات، وكذلك الاسم PlantShield كمعلق مائى يحتوى على كونيديات الفطر.

ولقد أظهرت المنتجات التجارية للفطر قدرة على مكافحة عفن التاج والجذور الفيوزارى فى الطماطم، والفطريات *R. solani*، و *Catharanthus* sp.، و *Pythium* spp. فى عدد من نباتات الزينة. وتتساوى قوة المكافحة التى يوفرها الفطر مع تلك التى تُحدثها المبيدات الفطرية.

ويقوم الفطر *T. harzianum* بفعله من خلال عدة آليات، منها التطفل الفطرى mycoparasitism عن طريق إنتاج إنزيمات الشيتينات chitinases، وال β -1-3- glucanases، وال β -1-4-glucanases، ومضادات الحيوية antibiotics، والتنافس competition، وإذابة المغذيات النباتية غير العضوية، وحث المقاومة، وتثبيط نشاط إنزيمات المسببات الممرضة ذات الأهمية فى التطفل المرضى لها.

حققت هذه السلالة ومنتجاتها التجارية انتشاراً واسعاً، ومن بين السلالات الأخرى للفطر ذاته كلاً من: T-35 (أو Trichodex) من إسرائيل، و Binab T من السويد، و Supresivit من جمهورية التشيك.

٤- الاستربتومييسيت *Streptomyces griseoviridis* (السلالة: K61) .

يُسوق هذا الاستربتومييسيت تحت الاسم التجاري Mycostop، وكان قد عزل ابتداءً من الاسفاجنم، واستُخدم في مكافحة الحيوية للذبول الفيوزارى للقرنفل. كذلك يُفيد هذا المنتج في مكافحة الفطر *Pythium aphanidermatum*.

٥- الفطر *Gliocladium catenulatum* (السلالة J1446):

عُزلت هذه السلالة من التربة بأحد الحقول في فنلندا، وهي المكون الفعال في المنتج التجارى Primastop. ومن بين الفطريات التى ينجح هذا الفطر فى مكافحتها: تساقط البادرات، وأعفان البذور، وأعفان الجذور، وأمراض الذبول. ويسوق المنتج التجارى كمسحوق قابل للبلل يمكن استخدامه فى معاملة التربة والجذور والنموات الخضرية، ويُستخدم - خاصة - فى معاملة مخاليط الزراعة لمكافحة فطريات الذبول الطرى: *Pythium spp.* و *Rhizoctonia solani*. وقد تبين من بعض الدراسات أن فاعلية *G. catenulatum* فى مكافحة كانت مماثلة لفاعلية المبيدين الفطريين propamocarb، و tolclofos.

٦- السلالة غير الممرضة Fo47 من الفطر *Fusarium oxysporum*:

عُزلت هذه السلالة من تربة مثبطة للفيوزاريم بفرنسا، وهى فعالة ضد أمراض الذبول الفيوزارى فى عدد من النباتات، منها الطماطم والقرنفل، وضد مرض عفن التاج والجذور الفيوزارى فى الطماطم. ومن بين آليات فعل هذه السلالة: المنافسة على الكربون. والمنافسة المباشرة مع السلالات الممرضة، وحث المقاومة بالعائل.

٧- البكتيريا *Bacillus subtilis* var. *amyloliquefaciens* (السلالة FZB24):

تأتى بعض الأنواع البكتيرية التابعة للجنس *Bacillus* الثانية فى الترتيب من حيث الاستخدام فى مكافحة الحيوية بعد البكتيريا التابعة للجنس *Pseudomonas*، وذلك من بين كل الأجناس البكتيرية. وتسوق البكتيريا *Bacillus subtilis* تحت الاسم التجارى Kodiak، وتستخدم فى معاملة البذور وإضافة للتربة. كذلك أنتج المستحضر

BioYield الذى يحتوى على نوعى البكتيريا *Bacillus amyloliquefaciens*، و *B. subtilis* لأجل استخدامه فى الزراعات المحمية.

ومن بين سلالات *B. subtilis* التى اختبرت لمكافحة الفطرين *Pythium aphanidermatum*، و *Phytophthora nicotianae* فى الطماطم والخيار بالزراعات المحمية، كانت أفضلها السلالتين FZB13، و FZB44، كما حفزت السلالة FZB-G نمو نباتات الطماطم. وأنتجت السلالتان FZB C، و FZB G مضادات حيوية من البيبتيدات الفعالة ضد الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (Paulitz & Bélanger 2001).

المنتجات المستخدمة فى مكافحة الحيوية لأمراض النومات الخضرية

إن من أهم المنتجات المستخدمة لهذا الغرض، ما يلى:

١- الفطر *Ampelomyces quisqualis*:

يُعد الفطر *A. quisqualis* أول فطر عُرف بتطفله على فطريات البياض الدقيقى، وهو مضاد لأنواع من الرتب الفطرية: Erysiphales، و Mucorales، و Perisporiales. ولقد وجد أن *A. quisqualis* يستعمر الهيفات والجراثيم الكونيدية وحواملها conidiophores لعوائله.

لا يكون هذا الفطر فعالاً فى مكافحة إلا فى ظروف الرطوبة النسبية العالية جداً؛ ولذا.. اقترح الرش بالماء - عند المعاملة بالفطر - كوسيلة لرفع الرطوبة النسبية، إلا أن عملية الرش تلك تقلل - فى حد ذاتها - من شدة نشاط الفطر *S. fuliginea*. ويعد الفطر *A. quisqualis* متحملاً لبعض المبيدات الفطرية، مما يسمح باستخدامه ضمن برنامج مكافحة المتكاملة ضد البياض الدقيقى عندما تكون الرطوبة النسبية عالية. وتحت ظروف الحقل اقترح استخدام مخلوط من *A. quisqualis* مع ٢٪ زيت بارافين لمكافحة البياض الدقيقى.

وقد أُنتج التحضير AQ-10 الذى يحتوى على الفطر *A. quisqualis* فى صورة حبيبات قابلة للانتشار فى الماء على اعتبار كونه سلالة جديدة يمكن أن تعمل فى ظروف

الرطوبة النسبية المنخفضة، وهو مسجل للاستخدام مع عديد من محاصيل الخضر والفاكهة، ويوصى بأن يستعمل معه مادة ناشرة للماء للتغلب على احتياجات الفطر للرطوبة.

٢- الفطر *Trichoderma harzianum* (السلالة T-39):

طُورت السلالة T-39 من الفطر *T. harzianum* في إسرائيل واستخدمت في إنتاج المستحضر التجارى TRICHODEX، وهو فعّال ضد الفطر *Botrytis cinerea*، ويستخدم في مكافحته. وهو يعمل من خلال منافسته الفطر الممرض على الغذاء وإعاقته لقدرته على إنتاج الإنزيمات المحللة، كما يمنع اختراق الفطر الممرض لأنسجة العائل وتحليله لها.

٣- البكتيريا *Bacillus subtilis* (السلالة QST713):

يُعد المنتج التجارى Serenade أفضل تحضيرات هذه السلالة البكتيرية، وهو فعّال ضد أكثر من ٤٠ مرضاً نباتياً، من بينها العفن الرمادى (*B. cinerea*)، وتساقط البادرات (*P. ultimum*، و *R. solani*)، والبياض الدقيقى. وتعمل البكتيريا من خلال عدة آليات منها: التنافس، والتطفل، والتضادية الحيوية، وحث المقاومة الجهازية (Paulitz & Bélanger ٢٠٠١).

ومن بين الدراسات التى أجريت فى مجال المكافحة الحيوية للفطريات، ما

يلى:

- أدت المعاملة بمستخلصات كومبوست كلا من سبلة الماشية وسبلة الخيل إلى مكافحة الفطر *Pseudoperonospora cubensis* - مسبب مرض البياض الزغبى فى الخيار - بشكل جيد تحت ظروف الزراعات المحمية (Ma وآخرون ١٩٩٦).

- أمكن مكافحة فطريات البياض الدقيقى بالفطر المتطفل *Ampelomyces quisqualis* الذى يُنتج جراثيم كونيدية لزجة يمكن أن تنتشر مع رذاذ الماء، وكذلك بجراثيم الفطر المضاد *Sporothrix spp.* الشبيه بالخميرة. يعد كلا الكائنين فعالاً ضد الفطر *Sphaerotheca fuliginea* المسبب للبياض الدقيقى فى القرعيات فى الرطوبة

العالية. ويعنى ذلك ضرورة توفير رطوبة عالية مع تعريض النباتات لرذاذ من الماء على فترات للمساعدة على انتشار جراثيم الكائنات المستعملة فى مكافحة الحيووية، ولكن يراعى ألا تتبقى أغشية مائية على النباتات لفترات طويلة؛ لكى لا تساعد على انتشار مسببات مرضية أخرى خطيرة؛ مثل الفطر *Botrytis cinerea*.

• ومن الفطريات الأخرى التى تُضاد فطريات البياض الدقيقى كل من: *Tilletiopsis spp.*، و *Stephanoascus* (عن Jarvis ١٩٨٩).

• حقق استعمال الفطر *Gliocladium roseum* نجاحاً كبيراً فى مكافحة مرض العفن الرمادى فى الفراولة، حيث ثبتت عزلاته نمو الفطر *B. cinerea* بنسبة ٩٨٪ فى اختبارات على مختلف الأجزاء النباتية (الأوراق، والبتلات، والأسدية الزهرية) المفصولة عن النبات وغير المفصولة، وكان أكثر كفاءة عن غيره من الكائنات المستخدمة فى مكافحة الحيووية. مثل: *Trichoderma viride*، و *Alternaria alternata*، و *Myrothecium verrucaria*، و *Penicillium spp.*، كما كان أكثر كفاءة عن المبيد الفطرى القياسى كابتان. وفى دراسة أخرى حقق استخدام الفطر *G. roseum* تثبيطاً للعفن الرمادى تراوح بين ٧٩٪، و ٩٣٪ فى أسدية أزهار الفراولة، وبين ٤٨٪، و ٧٦٪ فى ثمارها، وقد تماثل فى تلك الكفاءة مع الكائنات الرئيسية المستخدمة فى مكافحة الفطر *B. cinerea* بيولوجياً أو كان أكفاً منها. وظهرت كفاءة هذا الفطر فى مكافحة العفن الرمادى حتى فى ظروف الرطوبة النسبية العالية جداً فى البيوت المحمية البلاستيكية. كما أظهر فاعلية كبيرة فى مكافحة ليس فقط فى أزهار وثمار الفراولة، وإنما فى نمواتها الخضرية كذلك، وهى التى تعد المصدر الرئيسى للإصابة بالفطر تحت ظروف الحقل، وتراوحت كفاءته فى تثبيط إنتاج الفطر *B. cinerea* لجراثيمه بين ٩٠٪، و ١٠٠٪ وتشابه فى ذلك مع كفاءة أقوى المبيدات المستعملة فى مكافحة الفطر، وهى الكلوروثالونيل *chlorothalonil*.

• وقد جرت محاولات ناجحة لاستعمال نحل العسل فى نقل الفطر *G. roseum* إلى أزهار الفراولة، قامت فيها الحشرة بنقل الفطر بكفاءة إلى الأزهار أثناء زيارتها لها،

واستخدم لأجل ذلك مسحوق من الفطر وضع فى موزع للقاح الفطرى على خلية النحل (عن Sutton وآخرين ١٩٩٧).

• بينما أدت عدوى نباتات الطماطم فى مزرعة لا أرضية بالفطر *Phytophthora nicotianae* إلى خفض جوهرى فى الوزن الجاف للنموات الهوائية والجذرية، فإن معاملة المزرعة بالبكتيريا *Bacillus subtilis* ثببت النمو الفطرى وأحدثت زيادة جوهرية فى محصول الطماطم مقارنة بمحصول نباتات الكنترول التى لم تعامل بالبكتيريا (Grosch & Grote ١٩٩٨).

• أفاد فى المكافحة الحيوية للفطر *F. oxysporum* f. sp. *fragariae* المسبب لمرض الذبول الفيوزارى فى الفراولة عدوى التربة بكائنين دقيقين، هما: B501 من البكتيريا *Bacillus* spp. والعزلة S506 من الاستربتومييس *Streptomyces* spp. مع المحافظة على تواجدهما فى التربة بتركيز مرتفع حتى بداية الإزهار، وهى المرحلة التى تبدأ عندها أعراض الذبول فى الظهور على نباتات الفراولة. وبالمقارنة بالتبخير ببرومييد الميثايل الذى أدى إلى مكافحة المرض بنسبة ١٠٠٪، أدت المعاملة بالباسيلس على تحقيق ٩٤٪ مكافحة ولم تختلف جوهرياً عن معاملة برومييد الميثايل، بينما أعطت معاملة الاستربتومييسس مكافحة بنسبة ٧٧٪ وكانت أقل جوهرياً من معاملتى برومييد الميثايل والباسيلس (Wang وآخرون ١٩٩٩).

• وجد أن لكل من التريكودرما *Gliocladium virens* (كما فى التحضير التجارى RootShield)، والبكتيريا *Radoporiidum diobovatum* (السلالة S33) القدرة على مكافحة تقرح الساق الذى يحدثه الفطر *Botrytis cinetea* بنباتات الطماطم فى الزراعات المحمية (Utkhede وآخرون ٢٠٠١).

• أدت معاملة الطماطم بالفطر *Penicillium oxalicum* - فى كل من الزراعات المائية والزراعات العادية فى التربة - إلى الحد من إصابتها بفطر الذبول الفيوزارى

الجزرى للطماطم ولم يؤثر على تواجد فطر الذبول فيه (DeCal وآخرون ١٩٩٧).

• تبين لدى اختبار عدد من الكائنات الدقيقة المستخدمة فى مكافحة الحيوية للمسببات المرضية التى تعيش فى التربة أن أكثرها قدرة على الاحتفاظ بحيويتها لفترات طويلة فى مخاليط الزراعة التى تُعدُّ للاستعمال (ولكنها قد تخزن لفترات متباينة قبل استعمالها) كلا من البكتيريا *Bacillus subtilis*، والميكوريزا *Trichoderma harzianum* (Nemec ١٩٩٧).

• وجد تحت ظروف الصوبات أن كفاءة كلا من *T. harzianum* T39، و *Aureobasidium pullulans* فى مكافحة فطر البوترتيس كانت أعلى من كل من المبيد الفطرى ذو التأثير الواسع المدى tolylfuanid والمبيد الفطرى المتخصص iprodione، إلا أن مكافحة كانت أفضل بالنسبة لإصابات السوق عنها بالنسبة لإصابات الثمار (Dik & Elad ١٩٩٩).

• أفادت المعاملة بالسلالة BACT-O من *Bacillus subtilis* فى الحد من إصابة الخس بالفطر *Pythium aphanidermatum* فى المزارع المائية (Utkhede وآخرون ٢٠٠٢).

• تعطى المعاملة بالكومبوست المضاف إليه الفطر *Pythium oligandrum* مكافحة جيدة جداً للفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* فى مزارع الطماطم فى البيت موس، وتحدث المقاومة بتكوين تراكيب فيزيائية فى المواقع المحتملة للإصابة تعيق حدوث الإصابة وتقدم الفطر (Pharand وآخرون ٢٠٠٢).

• أظهر عديد من أنواع الكائنات الدقيقة قدرة عالية على الحد من إصابة الطماطم فى الزراعات المائية بعفن الجذور الذى يسببه الفطر *Pythium ultimum*، وكان منها ما يلى :

Penicillium brevicompactum

Penicillium solitum strain 1.

Pseudomonas fluorescens subgroup G. strain 2.

Pseudomonas marginalis

Pseudomonas putida subgroup B strain 1.

Pseudomonas syringae strain 1.

Trichoderma atroviride

(Gravel وآخرون ٢٠٠٧).

• أدت معاملة نباتات الطماطم النامية فى مزارع الصوف الصخرى بسلالات من الفطر المحفز للنمو النباتى *Fusarium equiseti* إلى توفير حماية جيدة للنباتات ضد الإصابة بالفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* مسبب مرض عفن التاج والجذر الفيوزارى. وقد أظهرت الدراسة أن مستخلصات ساق النباتات المعاملة بالفطر *F. equiseti* - سواء أكانت قد حقنت بفطر عفن التاج والجذر الفيوزارى أم لم تحقن - كانت مثبطة لإنبات الجراثيم الميكروكوكونية للفطر الممرض ولاستطالة أنابيبها الجرثومية فى البيئات الصناعية (Horinouchi وآخرون ٢٠٠٨).

• درس تأثير ثلاثة منتجات تجارية تستخدم فى المكافحة الحيوية على مكافحة ثلاثة من مسببات الأمراض التى تصيب الطماطم عن طريق الجذور فى مزارع للأرضية مغلقة تتكون فيها بيئة الزراعة إما من البيت، وإما من الخفاف pumice، ولقد وُجد أن مستوى المكافحة المرضية يتباين تبعاً لنوع الكائن المستخدم فى المكافحة الحيوية، وبيئة الزراعة، والمسبب المرضى، كما يلى:

١- أدت المعاملة بالمنتج Binab T (الذى يحتوى على خليط من كل من الفطرين *Trichoderma polysporum*، و *T. harzianum*)، أو Gliomix (الذى يحتوى على الفطر *Gliocladium cantenulatum*)، أو Mycostop (الذى يحتوى على الاستربتومييسيت *Streptomyces griseoviridis*) فى بيئة الخفاف إلى تقليل الإصابة المرضية بالمسببات الثلاثة: *Pythium aphanidermatum*، و *Pythophthora cryptogea*، و *Fusarium oxysporum* f. sp. *radices-lycopersici*.

٢- لم يكن لك Mycostop تأثير جوهري على مستوى الإصابة بأى من المسببات المرضية الثلاثة فى البيت، على الرغم من أن كلاً من الـ Binab T، والـ Gliomix حققا مكافحة بيولوجية ناجحة.

٣- فى كلتا البيئتين كانت المكافحة الحيوية للفطر *F. oxysporum* f. sp. *raics- lycopersici* ضعيفة مقارنة بتلك التى تحققت مع أى من *P. aphanidermatum*، أو *P. cryptogea*.

٤- تحسن نمو نباتات الطماطم بعد معاملة بيئة الزراعة بأى من المنتجات الحيوية الثلاثة فى وجود أى من المسببات المرضية الثلاثة، مقارنة بنموها فى معاملات الكنترول (Khalil وآخرون ٢٠٠٩).

• أمكن عزل بكتيريا (أعطيت الكود LSW25) من المحيط الجذرى لنباتات الطماطم كانت سالبة لصبغة جرام، ومضادة للبكتيريا *Pseudomonas corrugata* - التى تُصيب أوعية نباتات الطماطم وتحللها- ومحفزة لنمو بادرات الطماطم. وقد انتخبت من هذه العزلة طفرة طبيعية مقاومة للمضاد الحيوى rifampicin (أعطيت الكود LSW25R) لتسهيل تتبعها، وعُرِّفت بأنها *Pseudomonas* spp.، وأعطيت الاسم *Pseudomonas* sp. LSW25R. شبطت هذه البكتيريا النمو الهيفى لإثنى عشر فطراً، مثل *Botrytis cinerea* على بيئة آجار V8. وبالاستعانة بالميكروسكوب الإليكترونى الماسح، وجد أن هذه العزلة لا تستعمر فقط سطح الجذور حول الفتحات الطبيعية للتفرعات الجذرية الدقيقة، وإنما - كذلك - تحت خلايا البشرة. ولقد نجحت العزلة LSW25R فى استعمار جذور بادرات الطماطم والفلفل والباذنجان، وحفزت جوهرياً طول بادرات الطماطم ووزنها الطازج والجاف عند تلقيحها بتركيز ١٠^٨ وحدة مكونة للمستعمرات /cfu مل، وحفزت جوهرياً نمو بادرات الباذنجان والفلفل عند استعمالها بتركيز ١٠^٤ /cfu مل؛ بما يعنى أن التركيز المناسب من هذه البكتيريا لتحفيز النمو يختلف من نوع نباتى لآخر. كذلك فإن كثافة تواجد هذه البكتيريا داخل الجذور وأول أوراق الطماطم - عند قاعدة النبات - كانت أكثر من

٩,٣ × ١٠^٣ /cfu جم. وقد وجد أن التأثير المحفز لهذه البكتيريا حدث في كل من ظروف التغذية الطبيعية، وكذلك عند نقص أى من النيتروجين أو الكالسيوم، إلا أن امتصاص الكالسيوم لم يزد إلا في ظروف التغذية الطبيعية، وقد أسهمت تلك الزيادة في خفض الإصابة بتعفن الطرف الزهري (Lee وآخرون ٢٠١٠).

مكافحة الحشرات

مكافحة الذبابة البيضاء

يتطفل الزنبور *Encarsia formosa* على حشرة الذبابة البيضاء. يبلغ طول أنثى الزنبور البالغة حوالي ٠,٥ مم، وهي تعيش لمدة ١٤ يوماً، تتغذى خلالها على الإفرازات السكرية للذبابة البيضاء. تضع الأنثى خلال حياتها حوالي ٦٠ بيضة، كل منها منفردة على الطور الثالث - فقط - لحوريات الذبابة البيضاء. يفقس البيض خلال أربعة أيام في حرارة ٢١ م، لتتطفل يرقات الزنبور على حوريات الذبابة.

ولدرجة الحرارة تأثير كبير على سرعة تكاثر كل من الطفيل (الزنبور) والحشرة (الذبابة البيضاء)؛ حيث تكون مدة دورة حياة كل منهما - باليوم - كما يلي:

<i>Encarsia</i>	الذبابة البيضاء	الحرارة
-	٧٢	١٠
٥٥	٥١	١٥
٢٥	٣٧	٢٠
١٥	٢٥	٣٠

ويتبين من ذلك أن مكافحة الحيوية للذبابة البيضاء تكون أكثر فاعلية في حرارة أعلى من ٢٠ م. كذلك ينخفض نشاط الزنبور المتطفل في الإضاءة الضعيفة. ويعتبر الزنبور أكثر حساسية للمبيدات الحشرية من الذبابة البيضاء ذاتها.

يُرَبَّى الزنبور المتطفل على أوراق التبغ أو الطماطم، ويسمح له بالتطفل على حوريات الذبابة البيضاء قبل توزيعه بتجانس تام داخل البيوت المحمية (عن Gould ١٩٨٧)، ويستخدم الزنبور المتطفل لهذا الغرض منذ أكثر من ٧٠ عاماً.

كذلك تتطفل سلالة من الفطر *Cephalosporium lecanii* على ذبابة البيوت المحمية البيضاء التي عزلت منها. ويتوفر الفطر في صورة تحضير تجارى يعرف باسم Mycotal، وهو لا يؤثر على الزنبور *Encarsia formosa* المتطفل على الذبابة.

يتطفل الفطر على جميع أطوار الذبابة البيضاء *T. vaporariorum* فيما عدا البيض. ويكفى - عادة - رشّتان بالفطر إذا أحسن توقيتهما لمكافحة الحشرة بصورة جيدة طوال موسم النمو. ويلزم لإصابة الفطر للحشرة توفر رطوبة نسبية عالية (أقل من ٠,٢ كيلو باسكال $<0.2 \text{ Kpa Vpd}$) لمدة عشرة أيام. أما عملية تطفل الفطر على الحشرة لحين قضائه عليها فلا يلزم - لاستمرارها - توفر رطوبة نسبية عالية، بينما تلزم رطوبة نسبية عالية مرة أخرى لأجل تجرثم الفطر (عن Grange & Hand ١٩٨٧).

وقد أفادت المعاملة بكل من الفطر *Beauveria bassiana* (التحضير التجارى BotaniGard الذى يحتوى على $٥,١٣ \times ١٠^٣$ كونيديا/مل)، والمفترس *Dicyphus hesperus*، والمتطفل *Encarsia formosa* فى مكافحة ذبابة البيوت المحمية البيضاء *Trialeurodes vaporariorum* (Labbé وآخرون ٢٠٠٩).

يعمل الفطر *Beauveria bassiana* من خلال اتصاله بالسطح الخارجى للحشرة، ثم اختراقه لها وقتلها، وهو يسوق تجارياً تحت أسماء مختلفة، منها Naturalis-O، و BotaniGard.

كما استعمل مستحضر تجارى من الفطر *Verticillium lecanii* - يعرف باسم ميكوتال Mycotal فى مكافحة ذبابة البيوت المحمية البيضاء على الخيار. ومن بين التحضيرات التجارية لهذا الفطر: Vertalec، و Mycotal.

واستخدمت الجراثيم الكونيدية للفطر *Aschersonia* - الذى يتطفل على الذباب الأبيض - فى مكافحة ذبابة البيوت المحمية البيضاء.

مكافحة حشرة المن

يُعرف عالمياً أكثر من ٤٠٠٠ نوع من المن، ومن أهمها - فى الزراعات المحمية - من الخوخ الأخضر *Myzus persicae*، ومن القطن *Aphis gossypii*، ومن البطاطس

Macrosiphum euphorbiae. ويُعد من الخوخ الأخضر أكثرها خطورة على محاصيل البيوت المحمية بسبب اتساع مدى عوائله وكثرة الفيروسات التي يُسهم في نقلها وصعوبة مكافحته.

هذا.. ويمكن لإناث المنّ إنتاج أجيال جديدة من الحشرة دون حاجة للتزاوج، حيث تُنتج صغاراً مباشرة دون المرور بطور البيضة، وتسهم تلك الخاصية في الازدياد الفجائي الكبير في أعداد الحشرة. ويتعين تعليم المواقع التي يكتشف تواجد المنّ بها؛ ليتمكن إحكام عملية المكافحة.

وبينما تميل أفراد منّ الخوخ الأخضر للتعنقد على النموات الحديثة الغضة، فإن من الفطن غالباً ما ينتشر بانتظام على امتداد ساق النبات. كذلك يقل عدد أفراد منّ القطن المجنحة عما في منّ الخوخ الأخضر.

ومن بين أهم أعراض الإصابة بالمنّ: إنتاج الإفرازات السكرية (العسلية) التي تنمو عليها الفطريات المترمة السوداء (sooty mold) على الأوراق، وتكون البقع الصفراء على سطح الأوراق العلوى، وظهور الجلود التي تطرحها الحشرات على الأوراق، والتفاف الأوراق، وتشوه النموات الجديدة.

ومن أهم الحشرات المستخدمة في مكافحة المنّ في الزراعات المحمية ما يلي:

<i>Chrysoperla carnea</i> , <i>C. rufilabris</i> & <i>Chrysopa</i> sp.	أسد المنّ
<i>Aphidoletes aphidimyza</i>	ذبابة المنّ
<i>Aphidius colemani</i> & <i>A. maticariae</i>	الزنابير المتطفلة
<i>Hippodamia convergens</i>	خنفساء أبو العيد

هذا.. ويتطفل الزنبور *Aphidius matricariae* على نوع المنّ *Myzus persicae* فقط. يبلغ طول الحشرة المتطفلة البالغة نحو مليمترين، وتضع الإناث بيضها في جسم حشرة المنّ الصغيرة؛ حيث تفقس إلى يرقات خلال ١٣ يوماً، وتخرج من ثقب تصنعه في حشرة المنّ التي تبقى كـ"مومياء" ملتصقة بالأوراق.

وقد استخدم في مكافحة المنّ الخوخ الأخضر، ونوع المنّ *Macrosiphum euphorbiae* على نباتات الباذنجان مجموعة من الأعداء الطبيعية للمنّ تشكلت من الطفيل *Aphelinus asychis*، ونوعى أسد المنّ *Chrysoperla perla*، و *C. formosa* (Rott & Ponsoyby ٢٠٠٠).

كذلك تتطفل يرقات الذبابة *Aphidoletes aphidimyza* على عدة أنواع من المنّ، خاصة تلك التي تكوّن مستعمرات عنقودية؛ مثل *Aphis gossypii*. تضع الأنثى بيضها (نحو ٧٠ بيضة) على السطح السفلى للأوراق قريباً من مستعمرات المنّ. وبعد فقس البيض تتغذى كل يرقة من الطفيل على نحو ١٠ أفراد من المنّ قبل أن تتحول إلى عذارى في غضون ٤ أيام من الفقس. يتم إدخال الطفيل إلى الصوبات كعذارى محملة في البيت موس؛ حيث ينثر بالقرب من النباتات بمعدل ٢-٥ عذارى/ م^٢ بمجرد مشاهدة مستعمرات المنّ. ويكرر ذلك بعد نحو ٢-٤ أسابيع أخرى.

ومن بين الفطريات المستخدمة في مكافحة المن، ما يلي:

يتطفل فطران، هما: *Cephalosporium aphidicola*، و *Entomophthora coronata* على حشرة منّ الخوخ الأخضر. ولكن مستحضرات النوع الثاني ليست مأمونة الاستعمال بالنسبة للإنسان (عن توفيق ١٩٩٣).

يستعمل كذلك الفطر المتطفل *Cephalosporium lecanii* في مكافحة عدة أنواع من المنّ؛ منها:

Myzus persicae

Aphis gossypii

Aphis fabae

Brachycaudus helichrysi

ويتوفر الفطر في صورة تحضير تجارى يعرف باسم Vertale (نسبة إلى الاسم السابق لجنس الفطر *Verticillium*). والفطر حساس لعديد من المبيدات الفطرية. يُرش التحضير التجارى المحتوى على الجراثيم الكونيدية للفطر عند وجود إصابة منخفضة بالمنّ. مع ضرورة توفير رطوبة عالية (تزيد على ٨٥٪) لمدة حوالى ١٠ ساعات يومياً خلال فترة تطفل الفطر على المنّ. يلاحظ التطفل بظهور نمو أبيض قطنى من هيفات الفطر على المنّ.

مكافحة التربس

يتوفر للمكافحة البيولوجية للتربس نوع مفترس من العناكب يعرف باسم *Amblyseius mackensie*، وكذلك سلالة متطفلة من الفطر *C. lecanii*.

كما تستعمل في مكافحة التربس شرائط لاصقة، تلتصق بها يرقات الحشرة التي تسقط من الأوراق إلى التربة عندما يأتي وقت تحولها إلى عذارى. تعرف هذه الشرائط باسم Thripstick؛ وهي توضع أسفل النباتات لاصطياد اليرقات (عن Gould 1987).

كذلك نجح Chambers وآخرون (1993) في مكافحة التربس *Frankliniella occidentalis* على الفلفل باستعمال الـ anthocorid المفترس *Orius laevigatus*، وكانت المكافحة أفضل في ظروف الإضاءة الجيدة، وعندما كانت الإصابة بالتربس منخفضة ابتداءً.

مكافحة صانعات الأنفاق

تكافح صانعة الأنفاق *Liriomyza bryoniae* على الطماطم بالرش بالدايمثويت، والمالاتيون. والدايازينون، والبيروثرويدات الجهازية، ولكن أمثال هذه المبيدات لا يمكن استعمالها ضمن برامج المكافحة المتكاملة التي تشتمل على عنصر المكافحة الحيوية.

ويعرف حالياً عدد من المتطفلات التي تتطفل على صانعات الأنفاق؛ مثل: *Dactirsa sibirica*، و *Diglyphus isaea*، و *Opius pallipes*، وجميعها تستعمل على نطاق تجارى في مكافحة صانعات الأنفاق في الطماطم.

تضع المتطفلات الداخلية *Dactirsa*، و *Opius* بيضها داخل أجسام يرقات صانعات الأنفاق. وهي تحفر داخل الأنفاق، ويستغرق الطفيل ١٦ يوماً إلى أن ينضج (في حرارة ٢١م)؛ حيث تعيش الأنثى الناضجة لمدة ١٠ أيام تضع خلالها حوالى ٩٠ بيضة.

أما *Diglyphus* فهو متطفل خارجى، وتضع الأنثى بيضها منفرداً، كل بيضة منها على إحدى يرقات صانعة الأنفاق. تتغذى يرقة الطفيل - بعد فقسها - على عائنها، ثم تتحول إلى عذراء داخل النفق.

وتزود البيوت المحمية بمتطفلات صانعات الأنفاق؛ إما كعذارى في علب كرتونية صغيرة، وإما كأفراد في أنابيب بلاستيكية.

مكافحة يرقات حشرات رتبة حرشفية الأجنحة

تعرف يرقات رتبة حرشفية الأجنحة Lepidopterae باسم الجراتات caterpillars، وتشمل يرقات أبو دقيق والفرشات التي تعد من أخطر الآفات الزراعية. تكافح هذه اليرقات بنجاح كبير برشها بجراثيم البكتيريا *Bacillus thuringiensis*، أو ببلورات البروتين الذى تفرزه البكتيريا، علماً بأنه ليست لهذه المعاملة أية تأثيرات سلبية على أية كائنات أخرى من تلك التى تستعمل فى مكافحة الحيوية. وتتوفر تحضيرات تجارية من هذه البكتيريا تستعمل فى مكافحة؛ مثل المبيد دايبيل Dipel.

تكون هذه البكتيريا شديدة التأثير على اليرقات الصغيرة؛ ولذا.. يجب استعمالها بمجرد ملاحظة أضرار تغذية اليرقات على النباتات. وهى تعمل كسمّ معدى؛ حيث تتحلل البللورات البروتينية - داخل معدة اليرقة - إلى سمّ يؤذى الأغشية المبطنة للقناة الهضمية للحشرة، ويؤدى إلى تورمها بشدة. هذا.. وليس لهذا السمّ أية تأثيرات على الإنسان أو الحيوانات الزراعية (عن Gould ١٩٨٧).

هذا.. ويبين جدول (١٥-١) أمثلة لعديد من الأعداء الطبيعية الحشرية والأكاروسية المستخدمة فى مكافحة الحشرات والعناكب فى البيوت المحمية.

جدول (١٥-١): أمثلة للأعداد الطبيعية الحشرية والأكاروسية المستخدمة فى البيوت المحمية.

الاسم العادى	الاسم العلمى	الآفات المستهدفة بالمكافحة
متطفل الذبابة البيضاء	<i>Encarsia formosa</i>	الذبابة البيضاء، وخاصة ذبابة البيوت المحمية البيضاء
متطفل الذبابة البيضاء	<i>Eretmocerus eremicus</i>	الذبابة البيضاء، وخاصة ذبابة أوراق الكوسة الفضية
	<i>Eretmocerus mundus</i>	
متطفل صانعات الأنفاق	<i>Diglyphus spp., Dacnusa spp.</i>	صانعات الأنفاق
مدمر الخنفساء المغبرة	<i>Cryptolaemus montrouzieri</i>	خنفساء الموالح المغبرة
متطفل الخنفساء المغبرة	<i>Leptomastix dactylopii</i>	خنفساء الموالح المغبرة

تابع جدول (١٥-١).

الاسم العادى	الاسم العلمى	الآفات المستهدفة بالمكافحة
ذبابة المنّ	<i>Aphidoletes aphidimyza</i> المنّ	
متطفل المنّ	<i>Aphidius colemani</i> منّ الخوخ ومنّ الكنتالوب	
متطفل المنّ	<i>Aphidius ervi</i> , <i>Aphelinus abdominalis</i> منّ البطاطس	
مفترس حشرات التربة	<i>Atheta coriaria</i> عذارى تريس الأزهار الغربى	
النيماطودا Entomopathogenic	<i>Steinernema feltiae</i> , plus others يرقات بعوضة الفطر	
العناكب المفترسة للتريس	<i>Hypoaspis miles</i> عذارى تريس الأزهار الغربى	
العناكب المفترسة للعنكبوت الأحمر	<i>Phytoseiulus persimilis</i> , other phytoseiids العنكبوت الأحمر	
	<i>Amblyseius californicus</i>	
أسد المنّ	<i>Chrysoperla</i> sp. المنّ - الذبابة البيضاء - العنكبوت الأحمر	
قرصان الحشرات	<i>Orius insidiosus</i> التريس وآفات أخرى	
مفترس التريس	<i>Neoseiulus cucumeris</i> , <i>Amblyseius degenerans</i> <i>Amblyseius cucumeris</i>	
متطفل الفراشات	<i>Trichogramma brassicae</i> بيض الفراشات	

مكافحة الأكاروسات

يستعمل العنكبوت المفترس *Phytoseiulus persimilis* فى مكافحة العنكبوت الأحمر العادى ، ولكن يشترط لذلك أن تكون الحرارة بين ١٨ م° ، و ٢٤ م° ؛ حيث يكون تكاثر العنكبوت المفترس أسرع كثيراً من تكاثر العنكبوت الأحمر. فمثلاً.. يتكاثر العنكبوت المفترس بمعدل يبلغ ضعف معدل تكاثر العنكبوت الأحمر فى حرارة ٢٠ م° ؛ وبذا.. يمكن الحيلولة دون زيادة أعداد العنكبوت الأحمر إذا أُدخل العنكبوت المفترس إلى الصوبة قبل بدء تكاثر العنكبوت الأحمر. هذا.. إلا أن كفاءة العنكبوت المفترس تقل كثيراً فى الحرارة المنخفضة ، ويتوقف عن التكاثر فى حرارة ٢٧ م° ، بينما يتكاثر العنكبوت الأحمر بسرعة كبيرة فى هذه الدرجة ؛ حيث يكمل دورة حياته خلال ٣-٤ أيام.

يتعين إدخال العنكبوت المفترس إلى داخل البيوت سنوياً فى كل موسم ؛ لأنه - على خلاف العنكبوت الأحمر العادى - ليس له طور سكون ، كما يجب توزيع أعداده بتجانس

داخل الصوبة. ويلاحظ أن العنكبوت المفترس شديد الحساسية لعدد من المبيدات التي تستعمل في حماية المحاصيل المزروعة، خاصة المبيدات الفسفورية العضوية والبيرثرويدية. ويكثر العنكبوت المفترس - عادة - على نباتات الفاصوليا (عن Gould ١٩٨٧).

وقد تمكن Nihouls (١٩٩٣) من إحداث التوازن بين العنكبوت المفترس *P. persimilis* والعنكبوت الأحمر *T. urticae* في زراعات الطماطم المحمية، بإدخال العنكبوت المفترس من أحد جانبي الصوبة، مع مكافحة العنكبوت الأحمر - في جانب الصوبة الآخر - باستعمال المبيدات (توركيو ٥٠٪ / Torque 50%، و نسورن ٥٠٪ / Nissorum 50%). وقد احتاج الأمر إلى ٣٣٠٠ فرد - فقط - من العنكبوت المفترس / ١٠٠ م^٢ من الصوبة، وثلاث رشات بالمبيدات - على ٥٠٪ من النباتات - لأجل تأمين مكافحة العنكبوت الأحمر لمدة ٣٠ أسبوعاً؛ حيث إن التوازن المطلوب بين الكائنين استمر تلقائياً بمجرد حدوثه.

وأمكن تحسين المكافحة الحيوية للعنكبوت الأحمر *Tetranychus urticae* في زراعات الخيار المحمية بالاستعانة بالعدو الطبيعي المتخصص *Stethorus punctillum* مع العدو غير المتخصص *Neoseiulus californicus* (Rott & Ponsonby ٢٠٠٠).

مشاكل المكافحة الحيوية

من أهم مشاكل تطبيق مبدأ المكافحة الحيوية في الزراعات المحمية ما يلي:

١- مشاكل تقنية تتعلق بالإنتاج المكثف للمتطفلات أو المفترسات؛ فهي يجب أن تُنتج على نطاق تجارى بمعرفة شركات متخصصة، وأن يكون استعمالها على أسس ثابتة ومستقرة؛ لكي تستمر هذه الشركات في عملها. وتنهض بهذا الدور في مصر - حالياً - وزارة الزراعة التي تقوم بالإنتاج التجارى لأسد المنّ، والفيروسات المستعملة في مكافحة فراشة درنات البطاطس.

٢- مشاكل إدارية تتعلق بضرورة المتابعة الدائمة والمستمرة لأعداد الحشرة الضارة، وأعداد الطفيليات أو المفترسات. وبدء التطفل أو الافتراس، وتوطده، واستمراره، مع استمرار التوازن المطلوب بين الطفيل أو المفترس وعائله.

٣- مشاكل نفسية يجب أن يواجهها المنتج الذي تعود على الحصول على مكافحة سريعة وكاملة للآفات باستعمال المبيدات؛ فهذا الأمر لا يتحقق أبداً في المكافحة البيولوجية، وعلى المنتج أن يغير من فلسفته ونظرتة إلى كثير من الأمور، كما يلي:

أ- يتعين - بداية - إدخال أعداد محدودة من الحشرة الضارة التي يرغب في مكافحتها والسماح لها بالتكاثر وإحداث ضرر محدود؛ لكي يتوفر الغذاء اللازم للمفترس أو الطفيل قبل إدخاله الصوبة، وإذا وجد المنتج صعوبة في تقبل ذلك، فليس أقل من إدخال الحشرة ومفترسها أو طفيلها في آن واحد، أو الانتظار لحين تكاثر الحشرة - طبيعياً - وبداية أضرارها قبل إدخال أعدائها الطبيعيين.

ب- لا يمكن - أبداً - تحقيق مكافحة كاملة عند الاعتماد على المكافحة الحيوية؛ فالحشرة الضارة يجب أن تكون متواجدة باستمرار، وإلا انقرضت أعداؤها التي لا تجد - حينئذٍ - غذاءً مناسباً لها. وبذا.. فإنه يتعين تقبل بعض الأضرار الحشرية البسيطة في ظل نظام المكافحة الحيوية، ولكن هذه الأضرار تبقى في الحدود المسموح بها والمحددة سلفاً.

ج- تكون المكافحة الحيوية بطيئة؛ فمثلاً قد تستغرق مكافحة العنكبوت الأحمر العادي مدة ٦ أسابيع.

٤- مشاكل فنية تتعلق بعملية التطبيق ذاتها؛ مثل:

أ- قد يؤدي أى تأخير في إدخال الطفيل أو المفترس إلى الصوبة إلى حدوث أضرار كبيرة من جراء تكاثر وتغذية الآفة، التي قد تتزايد أعدادها إلى مستويات تفقد معها المكافحة الحيوية فاعليتها.

ب- ضرورة تغيير بعض عمليات الخدمة الزراعية؛ مثل تقليل عملية إزالة الأوراق السفلية والفروع الزائدة التي تأوى أعداداً كبيرة من الطفيليات أو المفترسات النشطة بيولوجياً.

ج- قد يؤدي القضاء على الآفات الهامة - مع عدم استعمال المبيدات في مكافحة - إلى تكاثر آفات أخرى واستفحال أخطارها. ويؤدي استعمال المبيدات في مكافحة هذه الآفات إلى فشل مكافحة الحيوية.

ممارسات خاصة لمكافحة الأمراض والآفات في الزراعات اللاأرضية

تتميز الزراعات اللاأرضية - خاصة المائية منها - بإمكان تطبيق وسائل لمكافحة الآفات فيها بيسر وسهولة وفاعلية كبيرة يصعب - أو يستحيل - تطبيقها في الزراعات المحمية العادية، ومن هذه الوسائل ما يلي:

تعقيم أو تطهير المحاليل المغذية في النظم المغلقة

إن المحاليل المغذية المستعملة في المزارع المائية ذوات النظم المغلقة - مثل تقنية الغشاء المغذى - تكون في البداية خالية تماماً من جميع مسببات المرضية. وإذا ما حدث وتلوثت تلك المحاليل بمسببات الأمراض فإنه يمكن تعقيمها بصورة أيسر مما في حالة تعقيم التربة أو بيئات الزراعة الأخرى. وسبب هذه السهولة في التعقيم أن المحلول الغذائي المستعمل يمر جميعه من خلال أنبوب واحد قبل تجميعه في خزان المحلول.

ومن أهم الوسائل المستعملة في تعقيم المحاليل المغذية في النظم المغلقة ما يلي:

التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية Utra-Violet:

تفيد هذه المعاملة - وحتى ٢٥٠ ميغا جول/سم^٢ - في خفض أعداد الكائنات الدقيقة في المحاليل المغذية. فمثلاً. وجد Buyanovsky وآخرون (١٩٨١) أن معاملة التعريض للأشعة فوق البنفسجية ($572 \text{ Jm}^{-2}\text{h}^{-1}$) - لمدة ٣ ساعات يومياً طوال فترة زراعة الطماطم - أحدث نقصاً في عدد الكائنات الدقيقة بالمحلول المغذى من ٥٠٠ - 800×10^3 إلى $10 - 100 \times 10^3$ / مل، لكن Collins & Jensen (١٩٨٣) يذكران أنه بينما كانت معاملة التعريض للأشعة فوق البنفسجية مجدية في تقليل أعداد البكتيريا المسببة للأمراض في تقنية الغشاء المغذى في المملكة المتحدة، فإن هذه المعاملة لم تكن

مفيدة في أريزونا؛ لأنها أحدثت نقصاً في أعداد البكتيريا خلال اليومين الأولين فقط من المعاملة. أعقبته زيادة أعداد البكتيريا بعد ذلك إلى ما كانت عليه قبل الإشعاع، حتى مع استمرار الإشعاع. وبينما تسببت المعاملة في قتل الجراثيم السابحة (zoospores) لفطر الـ *Pythium* في المحاليل المغذية، إلا أنها تسببت أيضاً في تحويل الحديد المخلوب إلى صورة غير ميسرة لامتصاص النبات؛ وهو الأمر الذي تطلب إضافة مزيد من الحديد بعد كل معاملة تعريض للأشعة.

ولكن وُجِدَ - لحسن الحظ - أن طرز الحديد المخلوبة تتباين في مدى تأثرها بالأشعة فوق البنفسجية (عن Cooper ١٩٨٢).

وقد أثبتت دراسات Schwartzkopf وآخرون (١٩٨٧) على المزارع المائية للخس أن معاملة المحاليل المغذية بجرعات منخفضة من الأشعة فوق البنفسجية كانت وسيلة فعالة للتخلص من البكتيريا في المحلول المغذي، كما أحدثت المعاملة تحسناً في النمو النباتي. وعلى الرغم من أن الجرعات العالية من الأشعة أحدثت خفضاً قدره ٩٨٪ في أعداد البكتيريا - مقارنة بخفض قدره ٨١٪ فقط في حالة الجرعات المنخفضة - إلا أن الجرعات العالية أحدثت - كذلك - نقصاً جوهرياً في النمو النباتي.

التعقيم بالموجات فوق الصوتية Ultra-Sonic

تفيد هذه المعاملة - كذلك - في خفض أعداد الكائنات الدقيقة في المحلول المغذي، ولكن يعتقد أنها تؤدي - مثل معاملة الأشعة فوق البنفسجية - إلى التأثير على تيسر الحديد المخليبي في المحلول المغذي.

المعاملة بفوق أكسيد الإيدروجين

تكون المعاملة بفوق أكسيد الأيدروجين بمعدل ١٠٠ جم/م^٣ مع منشط لمدة خمس دقائق. علماً بأن هذه الطريقة تؤثر بالأكسدة، بما قد يؤثر على كل من الحديد والمنجنيز ويقلل من تيسرهما للنبات (عن Archer وآخرين ١٩٩٧).

المعاملة بالأوزون

تكون المعاملة بالأوزون ozonation بمعدل ١٠ مجم أوزون/م^٣ لمدة ساعة، علماً بأن هذه الطريقة — كذلك — تؤثر بالأكسدة.

لقد وجد أن ضخ الأوزون في المحاليل المغذية بالزراعات المحمية على صورة فقاعات متناهية الصغر microbubbles يُساعد في زيادة معدل ذوبانها وبقائها في المحاليل لفترة أطول عما لو كان ضخه على صورة فقاعات أكبر millibubbles. وقد ساعد ذلك في تطهير المحاليل من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *melonis*، والبكتيريا *Pectobacterium carotovorum* اللذان تم تلوئثها بهما (Kobayashi وآخرون ٢٠١١).

التعقيم بالحرارة

تبدو فكرة تعقيم المحاليل المغذية بالحرارة أمراً ممكناً، وكل ما تتطلبه هو توفير حل مناسب لضرورة برودة المحلول المغذى إلى درجة الحرارة العادية قبل إعادة ضخه في المزرعة من جديد. ويمكن أن يتحقق ذلك إما بإجراء التعقيم في بداية الليل حينما يتوقف ضخ المحلول المغذى بصورة طبيعية، وإما بتخصيص خزائين للمحلول يتم تعقيم المحلول في أحدهما، بينما يستعمل المحلول في الآخر، على أن يُعكس الأمر كلما دعت الضرورة إلى تكرار عملية التعقيم.

ويكفي تسخين المحلول المغذى لمدة ٣٠ ثانية على ٩٥° م لأجل تطهيره بدرجة مقبولة (عن Archer وآخرين ١٩٩٧).

التعقيم بالترشيح في المزارع المائية المغلقة

من السهولة بمكان تمرير المحلول المغذى على مرشحات (فلاتر) تعمل على منع مرور الكائنات المسببة للمرض قبل وصول المحلول المغذى إلى خزان التجميع. وقد استعمل Schwartzkopf وآخرون (١٩٨٧) فلاتر تحت ميكروسكوبية (ذات فتحات بقطر ٠,٢٢ مللي ميكرون) في مزارع مائية للخس، أدت إلى التخلص من البكتيريا بنسبة وصلت إلى ٩٩٪، وأحدثت تحسناً في النمو النباتي مقارنة بمعاملة الشاهدة.

ويذكر Goldberg وآخرون (١٩٩٢) أن الفطر *Pythium aphanidermatum* يُحدث مشاكل كبيرة في المزارع المائية المغلقة للخيار والطماطم؛ لأن جراثيمه السابحة تنتقل مع المحلول المغذى لتصيب جميع النباتات في المزرعة. وقد أمكن مكافحة الفطر بصورة كاملة بإمرار المحلول المغذى الملوث بالجراثيم السابحة للفطر ثلاث مرات على مرشحين؛ أولهما ذو ثقب بقطر ٢٠ ميكرومتر، وثانيهما ذو ثقب بقطر ٧ ميكرومترات. ولم يكن المرشح الأول (ذو الثقب الأوسع) - وحده - كافياً للتخلص من الجراثيم السابحة للفطر.

هذا.. إلا أن Lillo وآخرون (١٩٩٣) وجدوا أن المحاليل المغذية المرشحة سرعان ما تلوثت مرة أخرى بالبكتيريا؛ حيث لم يجدوا فرقاً معنوياً بين أعداد البكتيريا في المحاليل المغذية المرشحة وغير المرشحة، وكل ما تأثر بعملية الترشيح هو تواجد المركبات العضوية (الكربونية) التي كان تركيزها الكلي ٢٣ جزءاً في المليون في المحاليل غير المرشحة، انخفض إلى ١٥ جزءاً في المليون في المحاليل المرشحة، وكانت جميعها من المركبات الشبيهة بالتانين واللجنين.

وكان الترشيح الرملي البطئ slow sand filter كافٍ للتخلص من نحو ٨٢٪-٩٥٪ من فطر *Fusarium oxysporum* غير المرض في المحاليل المغذية بالمزارع المائية المغلقة للخس (Oberti ١٩٩٥).

ويتوقف مدى كفاءة التخلص من المسببات المرضية من المحاليل المغذية في مزارع الصوف الصخرى المغلقة - باستعمال مرشحات رملية - على كل من دقة حبيبات الرمل في المرشحات، وسرعة عملية الترشيح. ولقد قورنت مرشحات رملية من ثلاثة أحجام لحبيبات الرمل المستخدمة فيها: دقيقة (٠,١٥ - ٠,٢٠ مم)، ومتوسطة الدقة (٠,٢ - ٠,٨ مم)، وخشنة (٠,٥ - ١,٦ مم). مع سرعتين للترشيح، هما: ١٠٠، و ٣٠٠ لتر/م^٢ في الساعة، وذلك على نفاذ كل من الفطرين *Phytophthora cinamomi* و *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*، وفيرس موزايك الطماطم في مزارع الصوف الصخرى للطماطم. وقد أوضحت الدراسة، ما يلي:

١- مُنع الفطر *P. cinamomi* - تماماً - من النفاذ من خلال المرشحين الدقيق والمتوسط الدقة عندما كانت سرعة الترشيح ١٠٠ لتر/م^٢ في الساعة.

٢- أمكن التخلص من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *lcoopersici* وفيرس موزايك الطماطم بنسبة ٩٩٪ خلال الأيام الثلاثة الأولى من الترشيح بسرعة ١٠٠ لتر/م^٢ في الساعة، ولكن استمر تواجدهما في المحلول المغذى لفترة طويلة؛ أى أفادت المرشحات فى إبطاء حركتيهما، ولكنها لم تلغ تواجدهما.

٣- نفذت المسببات المرضية الثلاثة من جميع الفلاتر عندما كانت سرعة الترشيح ٣٠٠ لتر/ م^٢ فى الساعة (Runia وآخرون ١٩٩٧).

وقد أفاد الترشيح البطني فى الفلاتر الرملية فى تخليص المحاليل المغذية فى المزارع المائية المغلقة من مسببات بعض الأمراض، وتبين فى إحدى الدراسات أن كفاءة التخلص من مسببات الأمراض بلغت ٨٦٪. وقد أمكن باتباع تلك الطريقة إبطاء انتشار الإصابة بالذبول البكتيرى فى الطماطم بدرجة كبيرة (Mine وآخرون ٢٠٠٢).

كما نجح استعمال المرشحات المانعات للتسرب وذات الثقوب الدقيقة (leak-proof, micropore filters) فى التخلص من الجراثيم السابحة لفطر البثيم - مسبب مرض عفن بثيم الجذرى - من المحلول المغذى الدوار فى المزارع المائية للطماطم. استخدم لأجل ذلك نوعان من الفلاتر، هما:

أ- Membrane Module Filter ذات ثقوب سعة ٠,٠١ ميكروميتر يمكنه التخلص نهائياً من الجراثيم السابحة والبكتيريا.

ب- Sediment Filter Cartridge ذات ثقوب سعة ٠,٥ ميكروميتر يمكنه التخلص من الجراثيم السابحة دون البكتيريا.

ويمكن لكلا النوعين من الفلاتر تحمل ضغط يصل إلى ٢,٥ كجم/ سم^٢ وتسمح بإنسياب المحلول المغذى بمعدل ٥٠ لتر/ دقيقة.

تعد هذه الطريقة لتعقيم المحاليل المغذية أقل تكلفة من الطرق الأخرى، مثل المعاملة بالأشعة فوق البنفسجية، والتعقيم الحرارى، والتعريض للأوزون، والمعاملة بالموجات فوق الصوتية (Tu & Harwood ٢٠٠٥).

كما دُرس تأثير كل من الترشيح الفائق tangential ultrafiltration system، والترشيح البطئ خلال الرمل slow sand filtration فى التخلص من المسببات المرضية التى قد تتواجد فى المزارع المائية، واستخدام - كبديل لتلك المسببات - الفطر *Pythium oligandrum*، والبكتيريا *Bacillus subtilis*، علماً بأنهما من الكائنات المفيدة وليستا من المسببات المرضية، ولكنهما اختيرا كموديلين للكائنات الدقيقة لسهولة زراعتهما فى البيئات الصناعية، ولعدم إضرارهما بالنباتات، ولتشابههما مع الفطريات البيضوية العادية والمسببات المرضية البكتيرية. ولقد أوضحت الدراسة أن الترشيح الفائق شديد الفاعلية فى التخلص من كل من *P. oligandrum*، و *B. subtilis*، حيث لم يظهر أى أثر لهما باختبار ال-PCR فى المحاليل المغذية المرشحة. كذلك أدى الترشيح البطئ خلال الرمل إلى التخلص التام من *P. oligandrum*، ولكنه كان أقل كفاءة فى التخلص من *B. subtilis* (Belbahri وآخرون ٢٠٠٧).

ويُستدل من دراسة أجريت على انتشار جراثيم وأعضاء تكاثر الفطر *Phytophthora cactorum* مُسبب مرض عفن التاج فى المزارع المائية المغلقة للفراولة إمكان منعه بالترشيح البطئ للمحلول المغذى باستخدام الفلاتر الرملية (Martinez وآخرون ٢٠١٠).

معاملة المحاليل المغذية بغاز ثانى أكسيد الكربون

أدى حقن المحاليل المغذية بفقاعات دقيقة microbubbles من غاز ثانى أكسيد الكربون تحت ضغط منخفض إلى تثبيط كل من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *melonis* والبكتيريا *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*. بدأ الحقن على ٤٠-٤٥ م^٢ وضغط ٤ ميجاباسكال عند ملفات التسخين وانتهى بحرارة ١٥ م^٢ وضغط

١,٥ ميغاباسكال عند وعاء الخلط. ولم يكن لهذه المعاملة أية تأثيرات سلبية على نمو الخس في المحاليل المغذية المعاملة (Kobayashi وآخرون ٢٠١٣).

زيادة الضغط الأسموزي للمحاليل المغذية

وجد أن مساحة بقع البياض الزغبي الورقية في الخيار (التي يسببها الفطر *Pseudoperonospora cubensis*) تنخفض بزيادة الضغط الأسموزي للعصير النباتي (النُّسغ)، وذلك من خلال تثبيط الضغط الأسموزي العالى لنمو الهيفات الفطرية، أيًا كان تركيب المحلول المغذي الذي كان متباينًا في ضغطه الأسموزي (Tanaka وآخرون ٢٠٠٢).

التحكم في نسب ومستويات العناصر بالمحاليل المغذية

تلعب نسب ومستويات العناصر في المحاليل المغذية - خاصة مستويات العناصر الكبرى. ونسبة البوتاسيوم إلى النيتروجين - دورًا هامًا في حماية النباتات من بعض الإصابات المرضية.

فمثلاً.. درس Dhanvantari & Papadopoulos (١٩٩٥) تأثير استعمال نسب مختلفة من البوتاسيوم إلى النيتروجين في المحاليل المغذية (هي النسب: ٣٠٠: ٣٠٠، ٤٠٠: ٢٠٠، و ٤٨٠: ١٢٠) على إصابة الطماطم بمرض عفن الساق البكتيري، الذي تسببه البكتيريا *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* في مزارع الصوف الصخرى. وقد كان متوسط طول العفن الذي أحدثته البكتيريا على سيقان النباتات - عندما بلغت من العمر ١١ أسبوعًا - هو: ٤٣٥، و ٥٠٧، و ٦٣ ملليمترًا لمعاملات نسب البوتاسيوم إلى النيتروجين المنخفضة، والمتوسطة، والعالية (المبينة أعلاه)، على التوالي.

وبدراسة تأثير التباين في مستوى مختلف العناصر في المحاليل المغذية بمزارع الصوف الصخرى على شدة الإصابة بالفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* مسبب مرض عفن التاج والجذر الفيوزاري، وجد ما يلي:

١-ازدادت شدة الإصابة بالمرض جوهرياً بزيادة تركيز أى من النيتروجين الأمونيومى (مثل سلفات النشادر)، وفوسفات أحادى الصوديوم، والحديد المخلبي، وسلفات المنجنيز، وسلفات الزنك.

٢-انخفضت شدة الإصابة بزيادة تركيز أى من النيتروجين النتراتى (مثل نترات الكالسيوم) وكبريتات النحاس.

٣-قللت المستويات المنخفضة من نترات النشادر (عند ٣٩ إلى ٧٩ جزء فى المليون من النيتروجين/ لتر) من شدة الإصابة، إلا أن المستويات العالية منها (أكثر من ١٠٠ جزء فى المليون نيتروجين/ لتر) أدت إلى زيادة الإصابة بالمرض.

٤-لم تتأثر شدة الإصابة بتركيز سلفات المغنيسيوم فى المحلول المغذى (Duffy & Défago ١٩٩٩).

وتؤدى زيادة النيتروجين فى الطماطم بزيادة تركيز العنصر فى المحلول المغذى إلى:

١-زيادة القابلية للإصابة بكل من البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* مسبب مرض النقط البكتيرية، والفطر *Oidium lycopersicum* مسبب مرض البياض الدقيقى.

٢-خفض القابلية للإصابة بالفطر *Botrytis cinerea*.

هذا بينما لم يكن لتركيز النيتروجين بالنبات تأثيراً على قابليته للإصابة بالفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* مسبب مرض الذبول الفيوزارى (Hoffland وآخرون ٢٠٠٠).

كما تزداد قدرة نباتات الطماطم على مقاومة البكتيريا *Ralstonia solanacearum* مسببة مرض الذبول البكتيرى - فى كل من الأصناف المقاومة والقابلة للإصابة - بزيادة تركيز الكالسيوم فى المحاليل المغذية؛ علماً بأن الأصناف ذات المقاومة العالية تتميز بالقدرة العالية على امتصاص الكالسيوم (Yamazaki ٢٠٠١).

لكن ليس من الممكن الحد من إصابة الخيار في الزراعات المحمية بالبياض الزغبى عن طريق خفض تركيز النيتروجين في المحاليل المغذية والتحكم في محتوى الأوراق من العنصر (Tanaka وآخرون ٢٠٠٠).

إضافة المواد الناشرة إلى المحاليل المغذية في المزارع المائية

تعتمد عديد من المسببات المرضية على الجراثيم السابحة zoospores في إحداث الإصابة، حيث يعرف حوالى ١٤٣ نوعاً من تلك المسببات المرضية المكونة للجراثيم السابحة. والتي تتباين كثيراً في وضعها التقسيمى (جدول ٨-٤).

جدول (٨-٤): المسببات المرضية الهامة المنتجة للجراثيم السابحة (عن Stanghellini & Miller ١٩٩٧).

الجنس	العائلة	الرتبة	الصف
<i>Albugo</i>	Albuginaceae	Peronosporales	Oomycetes
<i>Peronophythora</i>	Pythiaceae		
<i>phytophthora</i>			
<i>Pythium</i>			
<i>Plasmopara</i>	Peronosporaceae		
<i>Pseudoperonospora</i>			
<i>Sclerophthora</i>			
<i>Sclerospora</i>			
<i>Aphanomyces</i>	Saprolegniaceae	Saprolegniales	
<i>Synchytrium</i>	Synchytriaceae	Chytridales	Chytridiomycetes
<i>Olpidium</i>	Olpidiaceae	Spizellomycetales	
<i>Physoderma</i>	Physodermataceae	Blastocladales	
<i>Plasmodiophora</i>	Plasmodiophoraceae	Plasmodiophorales	Plasmodiophoromycetes
<i>Polymyxa</i>			
<i>Spongospora</i>			

تتشرك تلك المسببات المرضية فى صفة مشتركة وهى إنتاجها لجراثيم غير جنسية وحيدة الخلية متحركة ذات هدب واحد أو هديبين تعرف باسم الجراثيم السابحة، وهى تُنتج إما داخل أوعية بها vesicles، وإما فى أكياس اسبورانجية sporangia. وبعد انطلاقها من أوعيتها - وفى وجود الرطوبة الحرة - فإنها تسبح لفترة قصيرة تختلف من دقائق إلى ساعات إلى أن تتمكن من خلال آلية كيميائية من رصد عائله المناسب. وتعد الجراثيم السابحة هى المسئول الأول عن انتشار المسبب المرضى المنتج لها والتعرف على عائله المناسب.

يتبين مما تقدم أن مسببات الأمراض المنتجة للجراثيم السابحة zoospores تُحدث أخطر أمراض الجذور فى الزراعات المائية المغلقة؛ حيث تتسبب الجراثيم السابحة - التى تُحدث الإصابات الأولية - فى الانتشار السريع جداً للمرض عن طريق المحلول الغذى الدوار.

وقد وجد أن المواد البيولوجية الناشرة biosurfacts - مثل الرامنوليبيدات rhamnolipids، والسابونين saponin - كان لها تأثير قوى فى مكافحة أحد تلك المسببات المرضية - وهو: *phytophthora capsici* - فى الفلفل؛ فقد أدت إضافة الرامنوليبيد إلى المحلول الغذى بتركيز ١٥٠ ميكروجرام مادة فعالة/مل، أو السابونين بتركيز ٢٠٠ ميكروجرام مادة فعالة / مل إلى قتل الجراثيم السابحة للفطر، ومنع انتشار الفطر بنسبة ١٠٠٪. سواء استخدم الصوف الصخرى، أم مخلوط مجهز كبيئة للزراعة. وفى غياب المعاملة بأى من المادتين الناشرتين، فإن جميع نباتات المزرعة ماتت فى خلال ٦-٧ أسابيع من عدوى السويقة الجنينية السفلى لنبات واحد بالفطر، وهو النبات الذى كان المصدر الذى حدثت منه الإصابات الثانوية. كذلك فإن حقن الرامنوليبيد فى خط الرى - فى كل رية - أدى إلى مكافحة المرض بنسبة ١٠٠٪. ويعنى ذلك أن الناشرات الحيوية يمكن أن تكون بدائل مناسبة للمواد الناشرة الصناعية وميكروبات مكافحة الحيوية المستخدمة فى مكافحة المسببات المرضية المنتجة للجراثيم السابحة فى نظم الزراعات المائية المغلقة (Nielsen وآخرون ٢٠٠٦).

ولقد استخدمت المواد الناشرة المحضرة صناعياً synthetic biosurfactants - التى تقلل من التوتر السطحي - فى مكافحة الأمراض التى تنتشر بواسطة الجراثيم السابحة. وكان أول استعمال لهذا الغرض فى مكافحة فيروس العرق الكبير فى الخس الذى ينتقل للخس بواسطة الجراثيم السابحة للفطر *Olpidium brassicae*؛ الأمر الذى اكتشف دون قصد حين وجد أن بعض المبيدات - مثل benzimidazole - تكافح الفطر، ثم تبين أن المواد الخاملة inert material التى توجد فى هذا المبيد - وفى عدد كبير غيره - تعد مواد ناشرة، وأنها هى التى تؤثر فى الجراثيم السابحة للفطر. وقد استخدمت بعد ذلك مادة ناشرة غير أيونية هى أجرال ٩٠ Agral 90 (إنتاج ICI) فى مكافحة المرض فى المزارع المائية التجارية للخس، ثم ثبتت فاعليته فى مكافحة فيروس بقع الكنتالوب المتحللة melon necrotic spot virus فى الخيار، والذى ينقله نفس الفطر.

وقد أعقب ذلك استخدام المواد الناشرة المصنعة فى مكافحة بعض المسببات المرضية لأمراض الجذور، مثل: *Pythium aphanidermatum*، و *Phytophthora parasitica*، و *Phytophthora capsici*.

يؤدى استعمال تلك المواد الناشرة إلى فقدان الغشاء البلازمى للجراثيم السابحة لنفاذيتها؛ ومن ثم فقدتها لقدرتها على الحركة، ثم موتها (Stanghellini & Miller ١٩٩٧).

وقد أمكن مكافحة الفطر *Olpidium brassicae* الناقل لمرض تحلل الخس الحلقى lettuce ring necrosis disease فى مزارع الغشاء المغذى للخس، وذلك بمعاملة المحلول المغذى بكل من الـ thiophenate-methyl والزنك مجتمعين، علماً بأن المعاملة بأى منهما منفرداً لم تُعط نفس المستوى من المكافحة (Vanachter ١٩٩٥).

كما أمكن مكافحة الفطر *Phytophthora nicotianae* فى المزارع الأرضية للطمطم باستعمال المواد الناشرة الـ non-ionic alcohol alkoxyolate (مثل MBA 1301،

و (MBA 1303). أدت تلك المركبات إلى موت الجراثيم السابحة كلية وخفض إنتاج الأكياس الجرثومية الاسبورانجية لدى استعمالها بتركيز ٥ ميكروجرام/ مل. إلا أنها لم تكن مؤثرة على النمو الميسيليومي عندما استعملت بتركيز ١٠٠ ميكروجرام/ مل (De Jonghe وآخرون ٢٠٠٧).

المعاملة بالسيليكون

عرفت أهمية السيليكون في زيادة مقاومة النباتات للأمراض منذ أواخر السبعينيات، عندما وجد أنه يفيد في مكافحة أمراض عصفة الأرز Rice Blast، ولفحة الغمد Sheath Blight في الأرز، والبياض الدقيقى فى الشعير، والقمح، والخيار. وفي البداية كان يضاف السيليكون إلى التربة بكميات كبيرة وصلت إلى ٤,٥ طنًا من SiO_2 /هكتار لمكافحة البياض الدقيقى فى القمح، بينما تطلبت مقاومة البياض الدقيقى فى الخيار إضافة ٢-٤ أطنان من سيليكات الكالسيوم، أو ٢,٥-٤,٥ طنًا من سيليكات البوتاسيوم للهكتار.

وتلت ذلك محاولة إضافة السيليكون إلى النباتات بطريقة الرش على النموات الخضرية؛ حيث استعملت كل من ميتاسيليكات الصوديوم sodium metasilicate بتركيز ٤٤٠ جزءًا فى المليون، وإيثوكسى سيلاتران 1-ethoxysilatran بتركيز ١٨٠ جزءًا فى المليون فى مكافحة مرض عصفة الأرز.

وقد وجد Menzies وآخرون (١٩٩٢) أن رش نباتات الخيار، والكنتالوب، والكوسة بمحلول سيليكات البوتاسيوم بتركيز ١٧ مللى مولار سيليكون، أو إضافة السيليكون - بالتركيز نفسه- إلى المحاليل المغذية للمزارع المائية التى تنمو فيها النباتات - قبل يوم من حقنها بالفطر *Sphaerotheca fuliginea* (المسبب للبياض الدقيقى فى الخيار والكنتالوب). أو بالفطر *Erysiphe cichoracearum* (المسبب للبياض الدقيقى فى الكوسة) - أحدث نقصًا معنويًا فى إصابته بالبياض الدقيقى

مقارنة بمعاملة الشاهد. وأوضحت الدراسة أن السيليكون - وليس البوتاسيوم في معاملة سيليكاك البوتاسيوم - كان هو المسئول عن المقاومة للبياض الدقيقى.

كذلك وجد أن إضافة السيليكون إلى المحاليل المغذية فى المزارع المائية يحد كثيراً من الإصابة بالفطرين *Pythium ultimum*، و *Pythium aphanidermatum* فى الخيار، وكلاهما من الفطريات الخطيرة التى يمكن أن تنتشر بسرعة كبيرة فى المزارع المائية فى الظروف البيئية المناسبة. ويتبين من دراسات Cherif & Belanger (١٩٩٢)، Cherif (وآخرين ١٩٩٤) أن إضافة السيليكون بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون (١,٧ مللى مولار) إلى المحاليل المغذية أحدثت نقصاً جوهرياً فى الإصابة بالفطر *P. aphanidermatum* (عند حقن المزارع به)، مع زيادة المحصول الكلى للخيار، والمحصول الصالح للتسويق، والوزن الجاف للنباتات مقارنة بمعاملة الحقن بالفطر دون إضافة للسيليكون. كما أوضحت الدراسة أن معاملة السيليكون وحدها - دون الحقن بالفطر - لم يكن لها تأثيرات إيجابية على النباتات.

وأدت إضافة السيليكون إلى المحلول المغذى - فى مزارع الصوف الصخرى - بتركيز ٠,٧٥ مللى مولار باستعمال ميتاسيليكاك البوتاسيوم إلى زيادة محصول الخيار بنسبة ٣,٢٪، مقارنة بمعاملة عدم إضافة السيليكون. كما أحدثت إضافة السيليكون انخفاضاً فى معدل الإصابة بالفطر *Fulvia fulva*، ولكن إضافته لم يكن لها أى تأثير على القدرة التخزينية للثمار المنتجة (Tanis ١٩٩١).

وقد أدى نمو نباتات الخيار فى محلول مغذٍ يحتوى على السيليكون إلى سرعة ترسيب العنصر فى أنسجة الورقة، وخاصة فى قواعد الشعيرات، مع زيادة فى مقاومة النباتات للفطر *Sphaerotheca fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى، مع تركيز العنصر فى نسيج البشرة حول مواقع الإصابة بالفطر (Samuels وآخرون ١٩٩١).

وفى مقابل مزايا إضافة السيليكون إلى المحاليل المغذية، فإنه - بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون - يُكسب الثمار لوناً شاحباً غير عادى (Samules وآخرون ١٩٩٣).

وأمكن فى المزارع المائية مكافحة البياض الدقيقى فى كل من الخيار، والكنتلوب، والكوسة بإضافة سيليكات البوتاسيوم إلى المحلول المغذى بتركيز ١,٧ مللى مولاراً من السيليكون، أو رش النباتات بمحلول من المركب ذاته بتركيز ٠,١٧ مللى مولاراً من السيليكون قبل سبعة أيام من عدواها بالفطر المسبب للمرض، حيث أدت أى من هاتين المعاملتين إلى تقليل ظهور الإصابة بالمرض (Menzies وآخرون ١٩٩٢).

وقد برهنت دراسات Fawe وآخرون (١٩٩٨) على أن السيليكون يعمل على زيادة مقاومة نباتات الخيار للفطر المسبب للبياض الدقيقى، وذلك بتحفيزه للنشاط الأيضى المضاد للفطر فى الأوراق المصابة، بتكوينه لنواتج أيضية ذات وزن جزيئى منخفض. وقد عزلت إحدى تلك المركبات - التى اعتبرت من الفيتوأكسينات Phytalexins - وعُرفت بأنها فلافونول أجليكون flavonol aglycone، وتم تحديد تركيبها الكيميائى.

المعاملة بالمركبات الشيتينية

المركبات الشيتينية Chitinic هى مركبات مستخلصة من الجدر الخارجية الصلدة للكائنات البحرية. ويصنع من هذه المركبات تحضيرات تجارية تفيد فى مكافحة الأمراض النباتية؛ مثل تحضير الشيتوسان Chitosan.

وقد وجد El-Ghaouth وآخرون (١٩٩٤) أن إضافة الشيتوسان إلى المحاليل المغذية - فى مزارع تقنية الغشاء المغذى - بتركيز ١٠٠ أو ٤٠٠ جزء فى المليون - أدى إلى حماية نباتات الخيار من الإصابة بالفطر *Pythium aphanidermatum*، ونشط فى النباتات عدة استجابات دفاعية؛ منها: تكوين موانع فيزيائية تركيبية structural barriers فى أنسجة الجدر، وتحفيز تكوين الإنزيمات المضادة للفطريات Chitinase، و Chitosanase، و β -1,3-glucanase فى كل من الجذور، والأوراق. وبينما لم يكن للشيتوسان تأثيرات ضارة على الخيار، فإنه أثر سلبياً على نمو الفطر المسبب للمرض؛ حيث أحدث تورمات فى جدره الخلوية، وأدى إلى تكوين فجوات بخلاياه، وتسبب - أحياناً - فى تحلل البروتوبلازم فيه.

وأحدثت معاملة بيئات زراعة الطماطم بالشيتوسان chitosan بمعدل ١٢,٥-٣٧,٥ مجم/ لتر نقصاً جوهرياً في الإصابة بالفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis- lycopersici* وما يحدثه من أضرار بالنمو الجذرى وموت للنباتات، وكان التركيز الأعلى هو الأفضل في تقليل الإصابة حيث انخفض معها معدل موت النباتات بأكثر من ٩٠٪، وكان محصول الثمار معادلاً للمحصول في حالة غياب الفطر الممرض. وقد أثر الشيتوسان من خلال زيادته مقاومة النباتات لاستعمار الفطر لها، حيث ظل الفطر في النباتات المعاملة بالشيتوسان محصوراً في طبقتى البشرة والقشرة، وظهر بالهيفات الفطرية اضطرابات خلوية على صورة زيادة في الفجوات وغياب كامل للبروتوبلازم، كما تكون بالعائل حواجز تركيبية عند أماكن محاولة اختراق الفطر له، كذلك حدث فيه انسداد للأوعية الخشبية بتكوين تيلوزات tylosis، ووفقايع، ومواد osmophilic (Lafontaine & Benharmou ١٩٩٦).

تزويد المحاليل المغذية ببكتيريا وفطريات مكافحة الحيوية

أدى إدخال أى من عدد من الكائنات الدقيقة المستخدمة في مكافحة الحيوية للفطر *Pythium aphanidermatum* في المحاليل المغذية للمزارع المائية للخيار إلى الحد من الإصابة بالفطر، وكانت الكائنات الدقيقة المستعملة هي:

Pseudomonas fluorescens

Streptomyces griseoviridis

Pythium oligandrum

Trichoderma harzianum

وقد ارتبطت شدة تثبيط الفطر الممرض إيجابياً بعدد الأكتينومييسيتات الخيطية المتواجدة في المحلول المغذى بوسائد الصوف الصخرى. وقد أوصى بعدم تطهير المحاليل المغذية في النظام المغلق حتى لا يتم التخلص من تلك الأكتينومييسيات، علماً بأن أعدادها انخفضت قليلاً بعد المعاملة بالأشعة فوق البنفسجية، وأصبحت وسطاً بعد الترشيح البطيء، بينما كانت أعلى ما يمكن في الكنترول (Postma وآخرون ٢٠٠١).

وقد أمكن عزل سلالات من كل من البكتيريا *seudomomonas* sp. و *Azospirillum*

sp. و *Bacillus* sp. من المحيط الجذرى لنباتات الطماطم والخيار في الزراعات المائية

كانت مضادة لكل من المسببات المرضية *Fusarium* sp.، و *Pythium* sp.، و *Rhizoctonia* sp. (Chao وآخرون ١٩٩٧).

ومن أمثلة وسائل مكافحة الحيووية التي يسهل تطبيقها في المزارع المائية المغلقة ما يلي:

إضافة بكتيريا الـ *Pseudomonads*

تعرف عدة أنواع بكتيرية مفيدة للنباتات تتبع الجنس *Pseudomonas*. تعيش هذه البكتيريا في التربة في محيط النمو الجذري (الـ Rhizosphere) للنباتات، وتعمل على تحفيز النمو النباتي. كما تُضاد نمو وتكاثر بعض الأنواع الميكروبية الأخرى الممرضة للنباتات.

وقد وجد Buysens وآخرون (١٩٩٣) أن تزويد مزارع الطماطم المائية (تقنية الغشاء المغذى) بالسلالة 7NSK2 من البكتيريا *Pseudomonas aeruginosa* أعطى مكافحة جيدة للفطر *Pythium* spp. وأمكن التغلب على الذبول الطرى لبادرات الطماطم بمعاملة البذور بالفطر *P. aeruginosa*، ووفرت حماية إضافية من الإصابة بالفطر؛ وذلك بإضافة البكتيريا إلى المحلول المغذى ذاته.

كذلك درس Rankin & Paulitz (١٩٩٤) تأثير إضافة عدد من عزلات النوعين البكتيريين *Pseudomonas corrugata*، و *P. fluorescens* على نمو نباتات الخيار وحمايتها من الإصابة بالفطر *Pythium aphanidermatum* في مزارع الصوف الصخرى. وعلى الرغم من تباين العزلات في مدى تأثيرها، إلا أن كلا النوعين البكتيريين أحدثا زيادة كبيرة في الوزن الجاف للنبات، وزيادة بنسبة ٣٢٪-٤١٪ في عدد الثمار في غياب الفطر. بينما كانت الزيادة في عدد الثمار الصالحة للتسويق عند إضافة البكتيريا - مقارنة بمعاملة الشاهد - أكثر من ٦٠٠٪ في وجود الفطر.

إضافة فطريات الميكوريزا

توفر فطريات الميكوريزا Mycorrhizae - التي تعيش وهي متصلة اتصالاً بيولوجياً وثيقاً بجذور النباتات - عدة فوائد للنباتات، لعل من أبرزها توفير العناصر المغذية

للنبات، خاصة عنصر الفوسفور، ومساعدة النبات على تحمل الظروف البيئية القاسية – خاصة ظروف الجفاف – وتوفير الحماية للنباتات من الإصابة ببعض الأمراض التي تعيش مسبباتها في التربة، خاصة تلك التي تحدث فيها الإصابة عن طريق الجذور.

وقد وجد Rattink (١٩٩٣) إن إضافة فطر الميكوريزا *Trichoderma harzianum* إلى مزارع تقنية الغشاء المغذى أدت إلى حماية نباتات الطماطم من الإصابة بمرض عفن التاج والجذر الفيوزارى الذى يسببه الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*؛ حيث انخفضت نسبة النباتات المصابة – نتيجة لإضافة فطر الميكوريزا بنحو ٧٠٪ أو أكثر. وبالمقارنة ٠٠ فإن معاملة المزرعة المائية – بعزلة من *Streptomyces griseoviridis* أو بعزلتين غير ممرضتين non-pathogenic من الفطر *F. oxysporum* – لم تنجح فى مقاومة مرض عفن التاج والجذر الفيوزارى بكفاءة فطر الميكوريزا.

الفصل السادس عشر

مكافحة أمراض ما بعد الحصاد

بدائل الكلور المستخدمة فى التطهير السطحي

يُعد الكلور أكثر المطهرات استخدامًا فى صناعة المنتجات البستانية المجهزة جزئياً fresh-cut. هذا إلا أن ظهور حالات من التلوث الميكروبي ارتبطت باستهلاك الخضر المجهزة جزئياً المعاملة بالكلور أثار تساؤلات حول كفاءته فى توفير الأمان لاستخدام تلك المنتجات. كذلك توجد مخاطر بيئية وصحية لمعاملات الكلور، جعلت من الضرورى البحث عن مطهر آخر للاستخدام فى صناعة الخضر سابقة التجهيز، خاصة وقد ازدادت المطالبة بالحد من استهلاك المياه ومن مشاكل تصريفه فى الصناعات الغذائية. وقد وجد البديل للكلور فى كل من: ثانى أكسيد الكلورين chlorine dioxide، والأوزون، والأحماض العضوية، والـ peroxyacetic acid، وفوق أكسيد الأيدروجين، والـ electrolyzed oxidizing water (Olmez & Kretzchmar ٢٠٠٩).

لقد وجد أن الماء الحامضى المحلل كهربائياً acidic electrolyzed water يُمثل بديلاً فعالاً وآمناً لهيبوكلوريت الصوديوم للاستخدام فى التخلص من التلوث الميكروبي للغذاء؛ فهو يُعد قاتلاً لكل من البكتيريا والفيروسات، وبدرجة أقل للفطريات. بدأ استخدام هذه التقنية فى اليابان، ثم أُجريت عليها دراسات فى كل من الصين وكوريا وكندا وأوروبا، وهى طريقة مبشرة للاستخدام فى كل من الإنتاج الزراعى وعمليات التداول بعد الحصاد (Issa-Zacharia وآخرون ٢٠١٠).

المكافحة الحيوية

تُعرف مجموعة كبيرة من الكائنات الدقيقة التى تُستخدم فى مكافحة الحيوية لأمراض بعد الحصاد فى الخضر والفاكهة، وهى تعمل إما من خلال التضادية الحيوية وإما عن طريق التنافس على الغذاء والمكان (Wilson وآخرون ١٩٩١).

ومن مميزات مكافحة الحيوية لأمراض بعد الحصاد أن العوامل البيئية من حرارة ورطوبة يكون متحكم فيها؛ الأمر الذى يفيد فى انتظام نشاط الكائنات المستخدمة فى المكافحة. هذا .. إلا أن بدء المكافحة بعد الحصاد لا يفيد مع الإصابات التى تكون قد بدأت بالفعل قبل الحصاد، سواء أكانت تلك الإصابات نشطة أم فى حالة سكون، وكذلك عندما تكون المنتجات قد تعرضت للتجريح أثناء الحصاد. ولذا .. فإن المعاملات المبكرة بكائنات المكافحة البيولوجية قبل الحصاد قد تسمح بالاستعمار المبكر لتلك الكائنات لسطح الثمار؛ مما قد يوفر لها حماية من الإصابة، خاصة عند تعرضها للتجريح. ولتأمين نجاح استخدام كائنات المكافحة الحيوية قبل الحصاد، فإنها يجب أن تتحمل الأشعة فوق البنفسجية، والحرارة العالية، وظروف الجفاف. وقد نجح اللجوء إلى معاملات قبل الحصاد مع معاملات بعد الحصاد فى محاصيل مثل الفراولة والعنب والتفاح (Ippolito & Nigro ٢٠٠٠).

ينبغى أن يؤخذ فى الاعتبار عند الاعتماد على المكافحة الحيوية للأمراض بعد الحصاد أن تركيبة المنتج التجارى (formulation) وطريقة المعاملة به تلعبان دوراً أساسياً فى كفاءة المنتج ونجاحه فى المكافحة. ونظراً لأن المبيدات الفطرية البيولوجية لا تكون غالباً فى كفاءة المبيدات الكيميائية، فإن المكافحة الحيوية يجب أن تكون أحد مكونات المكافحة المتكاملة، وأن يكون الهدف هو تقليل الاعتماد على المبيدات قدر المستطاع (Spadaro & Gullino ٢٠٠٤).

مكافحة الأمراض الفطرية بالبكتيريا

أمكن مكافحة الفطر *Botrytis cinerea* مسبب مرض العفن الرمادى بمعاملة ثمار الطماطم - بعد الحصاد - بالبكتيريا *Bacillus amyloliquefaciens* (Mari) وآخرون (١٩٩٦).

كما أدى رش درنات البطاطس - أثناء مرورها على السيور قبل تخزينها - بمعلق للسلاطة S 11: T: 07 من البكتيريا *Entrobacter cloacae* إلى إحداث مقاومة للفطر

Fusarium sambucinum مسبب مرض العفن الجاف الفيوزارى بدرجة تزيد بمقدار ٥٠٪ عن تلك التى يحققها استعمال المبيد الوحيد المصرح به للاستعمال مع البطاطس المخصصة للاستهلاك الآدمى، وهو thiabendazole (عن وزارة الزراعة الأمريكية – الإنترنت – ٢٠٠٧، و Schisler وآخرون ٢٠٠٠).

وكانت لمعاملة ثمار الطماطم بأى من عدد من الأنواع البكتيرية المتوسطة القدرة على تحمل الملوحة قدرة عالية على خفض الإصابة بالفطر *Botrytis cinerea* مسبب مرض العفن الرمادى. ومن بين الأنواع البكتيرية التى تم اختبارها وأعطت نتائج جيدة، ما يلي (Sadif-Zouaoui وآخرون ٢٠٠٨):

Bacillus spp. (subtilis or licheniformis)

Planococcus rifietoensis

Halomonas subglaciescola

Halobacillus lutorglis

Marinococcus litoralis

Salinococcous roseus

Halovibrio variabilis

Halobacillus halophilus

Halobacillus trueperi

ووجد أن معاملة ثمار الكنتالوب بعد الحصاد بالسلالة EXWB1 من البكتيريا *Bacillus subtilis* تحد من إصابتها بأمراض بعد الحصاد، ومنها الإصابة بالفطر *Alternaria alternata* التى انخفضت بنحو ٧٧,٢٪ جراء المعاملة، كما أنها تبطئ التغيرات الفسيولوجية التى تحدثها تلك المسببات المرضية. تفرز هذه السلالة مادة ناشرة بيولوجية تسمح للبكتيريا بالبقاء على سطح ثمرة الكنتالوب الطارد للماء hydrophobic، وتنتشر بسرعة ١٢٥ ميكروميتر/ ساعة على سطح الثمرة فى حرارة الغرفة والرطوبة العالية. تؤدى المعاملة إلى تأخير تنفس الثمار، وذروة إنتاجها للإثيلين

بنحو يومين، وتخفضه بمقدار ٧٢,٣٪. كما تحتفظ الثمار المعاملة بمحتويات عالية من السكر وفيتامين C ومستويات منخفضة من الأحماض العضوية وتحافظ على محتواها المائي وامتلائها في حرارة الغرفة (Wang وآخرون ٢٠١٠).

مكافحة الأمراض الفطرية بالخميرة والفطريات الأخرى

أدى رش نباتات الفراولة أثناء إزهارها بالخميرة *Cryptococcus albidus* (وهي التي كانت قد عُزلت - أصلاً - من ثمار فراولة ناضجة) إلى خفض معدل إصابة الثمار الناضجة بالفطر *Botrytis cinerea* - مسبب مرض العفن الرمادي بنسبة تراوحت بين ٢١٪، و٣٣٪ (Helbig ٢٠٠٢).

كما أدت المعاملة المختلطة بكل من الخميرة *Candida utilis* والشيتوسان chitosan إلى مكافحة عفن ثمار الطماطم الذي يسببه الفطرين *Alternaria alternata*، و *Geotrichum candidum* (Neeta وآخرون ٢٠٠٦).

وأدت معاملة ثمار الطماطم بعد الحصاد بالخميرة *Pichia guilliermondii* إلى حمايتها من الإصابة بكل من الفطريات *Alternaria solani*، و *Rhizopus stolonifer*، و *Botrytis cinerea* دون التأثير على صفات جودة الثمار (Zhao وآخرون ٢٠٠٨ أ).

وقد أظهرت الخميرة *P. guilliermondii* الحية (وليست مزارعها المقتولة بالأتوكليف أو راشح مزارعها) قدرة على الحد من إصابة ثمار الطماطم بالفطر *Rhizopus nigricans* أثناء التخزين إذا ما عوملت الثمار بالخميرة أولاً. هذا ولا تنتج الخميرة مركبات مضادة للفطر، وإنما هي تُعد منافساً قوياً له على كل من الغذاء والجروح التي ينفذ منها الفطر ليصيب الثمرة (Zhao وآخرون ٢٠٠٨ ب).

كما أدى رش نباتات الفراولة قبل الحصاد بالفطر *Hanseniaspora uvarum* إلى توفير حماية جوهريّة للثمار من أعفان بعد الحصاد؛ فضلاً عن المحافظة على صفات الجودة فيها، وكان ذلك مصاحباً بزيادة في بعض الإنزيمات ذات الصلة بالدفاع، مثل: الـ peroxidase، والـ superoxide dismutase، والـ catalase، والـ polyphenoloxidase،

والـ *ascorbate*، والـ *B-1,3-glucanase*، والـ *pleny alanine ammonia-lyase*، والـ *peroxidase*، مع انخفاض في محتوى الـ *melonid aldehyde* (Cai وآخرون ٢٠١٥).

المعاملات الفيزيائية

الماء الساخن

وفرت معاملة ثمار كنتالوب الجاليا بالماء الساخن على ٥٩ ± ١ م لمدة ١٥ ثانية، مع التفريش (الحك بالفرش الدوارة) أفضل حماية لها من الإصابة بالأعفان بعد فترة طويلة من التخزين ثم التسويق، وقد استخدم في المعاملة معدة تجارية يمكنها معاملة ٣ أطنان من الثمار في الساعة. وقد أوضح الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح أن التفريش مع الماء الساخن أزال التربة والغبار وجراثيم الفطريات من سطح الثمار، كما لَحَمَ وأحکم إغلاق الفتحات الطبيعية ببشرة الثمرة جزئياً أو كلياً (Fallik وآخرون ٢٠٠٠).

كما أدت معاملة ثمار الكنتالوب بالماء الساخن على ٥٥ م إلى تقليل إصابته بعفن الثمار الذي يسببه الفطر *Fusarium sp.* أثناء التخزين، وذلك عندما أُجريت العدوى بالفطر الممرض ٢٤ ساعة بعد الغمر في الماء الساخن. ولقد كان مرد الانخفاض الجزئي في إصابة الثمار المقاومة المستحثة للعائل التي حدثت بفعل الصدمة الحرارية، والتي يُستدل عليها من زيادة نشاط إنزيم البيروكسيديز *peroxidase*. ومع ذلك، فإن التأثيرات القاتلة للماء الساخن، وكذلك للمعاملة باليود *iodine* على حرارة الغرفة، أو باليود في الماء الساخن على ٥٥ م يُستدل منها على أن معظم الانخفاض في الأعفان حدث عندما أُجريت تلك المعاملات بغمس الثمار بعد الحصاد. ولقد كان غمس الثمار في اليود في الماء الساخن على ٥٥ م بنفس فاعلية المعاملة بالمبيد التجاري *guazatine* بتركيز ٥٠٠ جزء في المليون. وأدت المعاملة باليود في الماء الساخن على ٥٥ م بتركيز ٣٠ جزءاً في المليون إلى زيادة الفترة التخزينية للثمار مع المحافظة على صلابتها، كما حدث في حالة المعاملة بالمبيد. لقد كانت

أفضل المعاملات فى مكافحة العفن بعد الحصاد هى الرش بالـ benzothiadiazole قبل الحصاد بأسبوعين ثم الغمر فى اليود على ٥٥ م بعد الحصاد (Bokshi وآخرون ٢٠٠٧).

الأشعة فوق البنفسجية

تجرى معاملة التعريض للأشعة فوق البنفسجية - أساساً - لأجل مكافحة بعض الإصابات المرضية، من خلال حثها للمقاومة الطبيعية فى الأنسجة النباتية الحية.

أدى تعريض درنات البطاطس للأشعة فوق البنفسجية بجرعة ١٢,٥ أو ١٥ كيلوجول/م^٢ (kJ/m²) إلى تثبيط إصابتها بكل من العفن الجاف الذى يسببه الفطر *Fusarium solani*، والعفن الطرى الذى تسببه البكتيريا *Erwinia carotovora* بصورة تامة، وذلك عندما كان تخزين الدرنات فى حرارة ٨ م^٢ لمدة ٣ شهور، دون أى تأثير للمعاملة على التبرعم، أو على قوام الدرنات أو صلابتها أو لونها (Ranganna وآخرون ١٩٩٧).

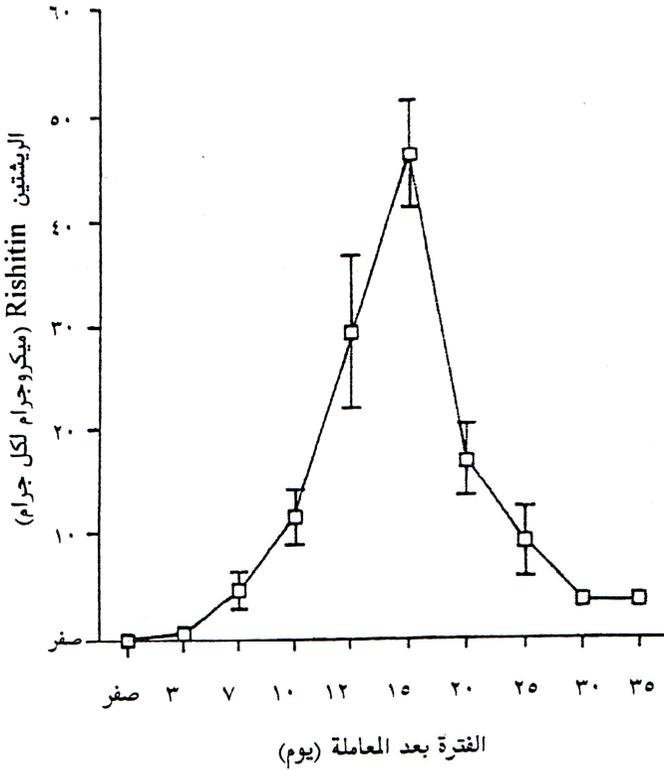
كذلك أدى تعريض درنات البطاطس المعدة لاستخدامها كتقاو - أثناء التخزين - للأشعة فوق البنفسجية C (أو UV-C) بمعدل ٣٤,٥ كيلوجول/kJ م^٢ مع إضاءة فلورسنتية إلى حمايتها من الإصابة بالعفن الطرى الذى تسببه البكتيريا *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*، مع تجنب التأثير السلبي على التبرعم الذى يحدثه التعرض للأشعة فوق البنفسجية، على خلاف الإضاءة، علماً بأن المعاملة أدت إلى زيادة محتوى الدرنات من كل من: الـ chaconine- و الـ solanine- (Rocha وآخرون ٢٠١٥).

ويؤدى تعريض ثمار الطماطم للأشعة فوق البنفسجية أثناء تخزينها إلى تراكم الفيتوأكسين phytoalexin ريشتين rishitin بها (شكل ١٦-١)، وهو الذى يلعب دوراً فى مقاومة بعض الإصابات المرضية (عن Arul وآخرون ٢٠٠١).

وأدت معاملة ثمار الفلفل الحلو والطماطم بتقنية (تسمى SYNERGOLUX) تستخدم فيها الأشعة فوق البنفسجية والأوزون إلى تقليل إصابتها بالأعفان، علماً بأن المعاملة تراوحت

بين ١٥، و ٦٠ ثانية. وقد خفضت المعاملة من نشاط الإنزيم pectinesterase في ثمار الطماطم مقارنة بما حدث في ثمار الكنترول (Mednyánszky وآخرون ١٩٩٤).

أدى تعريض ثمار الفلفل للأشعة فوق البنفسجية UV-C بأى جرعة (من ٠,٢٢ إلى ٢,٢٠ كيلوجول/م²kJm²) إلى حث تكوين مقاومة جهازية بالثمار أمكن معها مقاومة الإصابة بالبوتريتس (*Botrytis cinerea*) في الثمار المخزنة على ١٣ أو ٢٠ م² (Mercier وآخرون ٢٠٠١).



شكل (١٦-١): تراكم الريشتين rishitin بثمار الطماطم استجابة لتعريضها للأشعة فوق البنفسجية أثناء التخزين.

وأدت المعاملة بالـ UV-C إلى حث المقاومة ضد الإصابات المرضية في أبصال البصل وجذور الجزر وثمار الفلفل والطماطم (Da Rocha & Hammerschmidt, 2005).

كما أدت معاملة ثمار الفراولة بالأشعة فوق البنفسجية UV-C قبل تخزينها إلى خفض إصابتها بالأمراض والتحلل، خاصة بالفطر *Botrytis cinerea*، كما أدت إلى زيادة نشاط الإنزيمين: phenylalanine ammonia lyase و chitinase، وكذلك بعض البروتينات ذات العلاقة بالحد من الإصابة (الـ PR proteins)، وجميعها إنزيمات وبروتينات تلعب دوراً ضد عديد من المسببات المرضية (Pombo وآخرون, 2011).

كما أدت معاملة جذور البطاطا بالأشعة فوق البنفسجية UV-C بجرعة 3,6 كيلوجول/م² إلى الحد - بشدة - من إصابتها بالفطر *Fusarium solani* - المسبب لعفن الجذور الفيوزاري - أثناء التخزين، وكان ذلك مصاحباً بزيادة في نشاط الـ phenylalanine ammonia-lyase في الجذور المعاملة (Stevens وآخرون 1999).

كذلك أدى تعريض الأسبرجس للأشعة فوق البنفسجية UV-C بطول موجي 254 نانوميتر بجرعة قدرها أكثر من 0,01 جول/سم² إلى نقص جوهري في معدل إصابة المهاميز بالفطر *Botrytis cinerea* تحت ظروف العدوى الصناعية به (Marquenie وآخرون 2002).

هذا .. ويظهر في جداول (1-16) بيانياً بعديد من الأمثلة لاستخدام الأشعة فوق البنفسجية UV-C في مكافحة أمراض المخازن في محاصيل الخضر.

المعاملة بالزيوت الأساسية

تلعب الزيوت الأساسية دوراً كمضادات فطرية، واستخدم بعضها لهذا الغرض في دراسات بعد الحصاد. ومن أهم مميزاتا صلاحيتها للاستعمال في صورة أبخرة، ويعتقد بأنها تلعب دوراً في آليات الدفاع النباتي ضد الكائنات الدقيقة الممرضة.

جدول (١٦-١): أمثلة للمعاملة بالأشعة فوق البنفسجية UV-C لأجل مكافحة أمراض المخازن في المحاصيل البستانية (عن Terry & Joyce ٢٠٠٤).

المسبب المرضي المستهدف	جرعة الـ UV-C المثلئ (kJ m ⁻²)	المحصول والصف
لم يحدد	٧,٣٣ - ٣,٥٨	<i>Allium cepa</i> (onion) cv Walla Walla
<i>B. cinerea</i>	٠,٨٨	<i>Capsicum annuum</i> (bell pepper) cvs. Bell Boy and Delphin
<i>P. digitatum</i>	١,٣	
لم يحدد	٩,٨٦ - ٤,٩٣	<i>Cucurbita pepo</i> (zucchini squash) cv. Tigress
<i>B. cinerea</i>	٨,٨ - ٤,٤	<i>Daucus carota</i> (carrot) cv. Caropak
<i>Fusarium</i> spp. and <i>Rhizopus</i> spp.	٤,٨	<i>Ipomea batatas</i> (sweet potato) cv. Jewel and Carver
<i>Rhizopus</i> spp.	٣,٦	cv. Georgia Jet
<i>Fusarium solani</i>	٣,٦	cv. Jewel
<i>P. digitatum</i>	١,٥	
<i>B. cinerea</i>	١,٠ - ٠,٥	<i>F. ananassa</i> (strawberry) cv. Pajaro
<i>B. cinerea</i>	٠,٢٥	cv. Kent
<i>B. cinerea</i>	١٥,٠ - ٠,٥	cv. Elsanta
<i>Alternaria alternata</i>	٧,٥	<i>Solanum lycopersicum</i> (tomato)
<i>B. cinerea</i> and <i>Erwinia</i> spp.	٧,٥	cv. Tuskegee 80-130
<i>Rhizopus stolonifer</i>	٣,٦	
<i>B. cinerea</i>	٣,٧	

وقد اختبر تأثير عديد من المكونات المتطايرة لبعض الزيوت الأساسية على نمو كثير من الفطريات - التي تسبب مشاكل مرضية لمنتجات الخضر والفاكهة بعد الحصاد - وذلك في البيئة الصناعية. تضمنت المكونات المتطايرة ما يلي:

(E)-anethole	p-anisaldehyde	carvacrol
(-)-carvone	1,8-cineole	(+)-limonene
myrcene	(+/-)-alpha-phellandrene	(+)-alpha-pinene

أما الفطريات التي أُجرى عليها الاختبار فقد اشتملت على ما يلي :

<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Monilina laxa</i>
<i>Mucor piriformis</i>	<i>Penicillium digitatum</i>
<i>Penicillium italicum</i>	<i>Penicillium expansum</i>
<i>Rhizopus stolonifer</i>	

ولقد حُصل على أفضل النتائج باستعمال الـ carvacrol (وهو فينول)؛ فعند تركيز ١٢٥ جزءاً في المليون توقف نمو جميع الفطريات بصورة تامة ونهائية (بفعل fungicidal أى قاتل للفطريات) فيما عدا بالنسبة للفطر *P. italicum*، كذلك توقف إنبات جراثيم *M. laxa*، و *M. piriformis*، و *R. stolonifer* عند نفس التركيز، ولكن ليس عند تركيز ٦٢ جزءاً في المليون.

كذلك ظهر تأثير مؤقت للنمو الفطري (fungistatic) عندما كانت المعاملة بأى من المركبات *p-anisaldehyde* (وهو ألدهايد)، أو *(-)-carvone* (وهو كيتون)، أو *(E)-anethole* (وهو إثير ether) عند ٢٥٠-١٠٠٠ جزء في المليون، وذلك بترتيب تنازلي لتأثير تلك المركبات (Caccioni & Guizzardi ١٩٩٤).

وأوضحت عديد من الدراسات فاعلية بعض الزيوت الأساسية فى وقف نمو الفطر *Botrytis cinerea*. ومن بين الزيوت التى تأكد جدواها فى هذا الشأن كلاً من الزعتر الأحمر *Thymus zygis*، والفصوص البرعمية لـ *Eygenia caryophyllata*، وأوراق القرفة *Cinnamomum zeylanicum*. كذلك فإن الزيت الأساسى لكل من *Monarda citrodora*، و *Melaleuca alternifolia* تظهر نشاطاً مضاداً لمدى واسع من الفطريات التى تصيب الخضر والفاكهة بعد الحصاد.

ويبدو أن تأثير الزيوت لا يرجع إلى مركب واحد بعينه في الزيت الأساسي، وإنما إلى تأثير تداؤبي synergistic لعدد من تلك المركبات، وهي التي تتواجد في كل زيت - عادة - بالعشرات وربما بالمئات (Sydney Postharvest Laboratory Information Sheet - الإنترنت - ٢٠٠٧).

وقد أدى غمس ثمار الطماطم في مستحلب زيت الزعتر thyme بتركيز ٥٪ أو زيت الـ oregano بتركيز ١٠٪ إلى خفض إصابته أثناء التخزين بكل من الفطرين *Botrytis cinerea*، و *Alternaria arborescens* (Plotto وآخرون ٢٠٠٣).

كما أدت معاملة ثمار الطماطم بالمركب trans-cinnamaldehyde بتركيز ١٣ مللي مول (وهو مركب يتواجد طبيعياً في النباتات) إلى خفض أعداد البكتيريا والفطريات على سطح الثمرة إلى العُشر عندما كان غمس الثمار لمدة ١٠ دقائق، وإلى تأخير ظهور أي نموات فطرية لمدة أسبوع كامل عندما كان الغمس لمدة ٣٠ دقيقة مع حفظ الثمار بعد ذلك في جو معدل على ١٨ م°؛ علماً بأن *Penicillium sp.* كان هو الفطر السائد على كأس الثمار المخزنة (Smid وآخرون ١٩٩٦).

كذلك استخدم الكارفون carvone - الذي يُتَحصَل عليه من الزيت الأساسي للنبات *Carum carvi* - تجارياً في منع تزرع البطاطس في المخازن إضافة إلى أنه وفر لها حماية من الإصابة بالأعفان، وهو يتوفر تجارياً في هولندا تحت الاسم التجاري TALENT (عن Tripathi & Dubey ٢٠٠٤).

هذا.. ويمكن أن تنتقل يرقانة القواقع (*Deroceras reticulatum*) slugs مع درنات البطاطس من الحقول إلى المخازن إذا ما كان الموسم رطباً وأجرى الحصاد والتربة رطبة، حيث تنتقل اليرقانة مع الطين الذي قد يكون ملتصقاً بالدرنات؛ بما يعني استمرار حدوث الأضرار في المخازن. وقد وجد أن معاملة الدرنات المخزنة بمانع التبرعم المحتوى على الكارفون carvone (التحضير التجاري Talent) بمعدل ٥٠ مل من المركب التجاري لكل طن من الدرنات أدت إلى مكافحة اليرقانات في خلال أيام قليلة (Ester & Trul ٢٠٠٠).

وإضافة إلى ما تقدم بيانه فقد أثبتت الزيوت الأساسية لنباتات أخرى جدواها في حماية بعض المنتجات البستانية من الإصابة بالأعفان بعد الحصاد. وكان منها ما يلي (عن Tripathi & Dubey ٢٠٠٤):

Salvia officinalis *Mentha arvensis*

Zingiber officinale

هذا .. ولم تكن أبخرة الزيوت الأساسية لكل من الزعتر والأوريغانو وحشيشة الليمون فعالة في مكافحة مسببات أمراض ثمار الطماطم بعد الحصاد: *Botrytis cinerea*، و *Alternaria arborescens*، و *Geotrichum candidum*، و *Rhizopus stolonifer*.. لم تكن فعالة في وقف الإصابات المرضية في الثمار المعدية بتلك المسببات، على الرغم من أنها كانت فعالة - بدرجات متفاوتة - في وقف نمو تلك الفطريات في البيئات الصناعية؛ فضلاً عن أن أبخرة بعض الزيوت أحدثت أضراراً بالثمار المعاملة عندما امتدت المعاملة لفترات طويلة. وبالمقارنة.. فإن غمس الثمار في مستحلب زيت الزعتر بتركيز ٥٠٠٠ جزء في المليون أو زيت الأوريغانو بتركيز ١٠٠٠٠ جزء في المليون خفضت إصابة الثمار المحقونة بالفطرين *B. cinerea*، و *A. arborescens* (Plotto وآخرون ٢٠٠٣).

وُدُرِس تأثير المعاملة بخمسة زيوت أساسية (هي زيوت: الزعتر *thyme*، والمريمية *sage*، وجوزة الطيب *nutmeg*، والـ *eucaptus*، والقرفة الصينية *cassia*) على نمو الفطر *Alternaria alternata* في البيئة الصناعية، حيث أظهر زيتا القرفة والزعتر نشاطاً مضاداً للفطر. وبينما ثبت زيت القرفة نمو الفطر كلية عند استعماله بتركيز ٣٠٠ - ٥٠٠ جزء في المليون، فإن زيت الزعتر كان تثبيطه ٦٢٪ فقط عندما استعمل بتركيز ٥٠٠ جزء في المليون. كذلك تُبَطِّئُ نبات جراثيم الفطر ونمو أنابيبها الجرثومية في بيئة مرق الدكستروز والبطاطس عندما كانت المعاملة بزيت القرفة بتركيز ٥٠٠ جزء في المليون. وعند معاملة الثمار ذاتها انخفضت إصابة الثمار بالفطر عندما استعمل زيت القرفة بتركيز ٥٠٠ جزء في المليون (Feng & Zheng، و Feng وآخرون ٢٠٠٧).

كما دُرُس تأثير الزيوت الأساسية التي حُصل عليها من النموات الهوائية لبعض نباتات العائلة الشفوية Lamiacea على مرض العفن الرمادى بالطماطم، الذى يسببه الفطر *B. cinerea*. حُصل على الزيوت من نباتات الأوريغانم (*origanum* وهو: *Origanum* *Lavandula stoechas* var. lavender والخزامى (*syriacum* var. *bevanil*)، وحصى البان أو إكيل الجبل (*rosemary* وهو: *Rosmarinus officinalis*). ولقد وجد أن كلاً من أبخرة الزيوت، والزيوت ذاتها تثبط نمو الفطر *B. cinerea* بدرجة تتناسب طردياً مع التركيز المستخدم منها، وكان تأثير الأبخرة أكثر ثباتاً من تأثير التلامس المباشر مع الزيوت. وأدت المعاملة بأبخرة الأوريغانم بتركيز ٠,٢ ميكروجرام/مل من الهواء إلى التثبيط الكامل لنمو الفطر، ولم يحدث ذلك بفعل أبخرة الخزامى وحصى البان إلا عندما استخدمنا بتركيز ١,٦ ميكروجرام/مل من الهواء. وبالنسبة لمعاملات الملامسة مع الزيوت ذاتها، فقد ثبت زيت الأوريغانم نمو الفطر عندما استعمل بمعدل ١٢,٨ ميكروجرام/مل، أما الزيتون الآخران فقد كانا فعالين عندما استخدمنا بمعدل ٢٥,٦ ميكروجرام/مل. وقد أحدثت الزيوت تغيرات مورفولوجية كبيرة ضارة فى هيفات الفطر شملت تجلط السيتوبلازم وامتلائه بالفجوات، والضمور، والتسرب الأيونى، ومنع تكوين الجراثيم الكونيدية (*Soylu* وآخرون ٢٠١٠).

ولقد قدّم Sivakumar & Bautista-Baños (٢٠١٤) عرضاً شاملاً لاستخدامات الزيوت الأساسية فى مكافحة أمراض بعد الحصاد فى الحاصلات البستانية، وتأثيراتها وكيفية فعلها فى الآليات الدفاعية للنسيج النباتى، وكذلك تأثيراتها على صفات جودة الثمار الطازجة.

المعاملة بمركبات الأيض الثانوية كمثيرات للمقاومة

يُعرف حالياً حوالى ١٠٠٠٠ من مركبات الأيض النباتى الثانوية – التى أمكن التعرف على تركيبها الكيميائى – والتى ثبت أن لها خاصية التضادية الحيوية للمسببات المرضية، ولكن العدد الحقيقى قد يصل إلى ٤٠٠٠٠٠٠ مركب يمكن أن يلعب

معظمها دوراً أساسياً في التفاعلات بين العوائل النباتية والمسببات المرضية. ونظراً لأصلها النباتي فإن تلك المركبات تتحلل بيولوجياً ولا يتبقى أثر منها في البيئة (Tripathi & Dubey ٢٠٠٤).

ونلقى الضوء في هذا المقام على المعاملات التي تتضمن بعض مركبات الأيض الثانوية، مثل:

المثيل ساليسيلات

أدى تبخير ثمار الفراولة بالـ methyl salicylate إلى خفض إصابته بالعفن الرمادي بنسبة الثلث مقارنة بالإصابة في ثمار الكنترول. وقد تحول الـ methyl salicylate في الثمار إلى حامض سلسيلك وأدى إلى زيادة نشاط الشيتينيز (Kim & Choi ٢٠٠٢).

حامض الجاسمونك والميثيل جاسمونيت

يعد كل من حامض الجاسمونك (jasmonic acid)، والميثيل جاسمونيت (methyl jasmonate) — اللذان يطلق عليهما معاً اسم jasmonates — من الهرمونات الطبيعية المنظمة للنمو النباتي، والتي يعرف وجودها في المملكة النباتية على نطاق واسع. وهي تتراكم في الأنسجة النباتية التي تتعرض للإصابة بالمسببات المرضية، بما يفيد بأنها تلعب دوراً في حث النظام الدفاعي في النباتات. ولقد تبين أنها تنشط الجينات التي تشفر لتمثيل مضادات الفطريات مثل الـ thionin، والـ osmotin، وبعض الفيتوأكسينات.

ولقد استخدم الـ methyl jasmonate كمعاملة بعد الحصاد للحد من إصابة الفراولة بالعفن الرمادي الذي يسببه الفطر *Botrytis cinerea*.

ومما يميز الـ methyl jasmonate أنه متطاير فلا توجد حاجة لغمر الثمار في الماء، كما أن رائحته زكية. ومن خصائصه الارتباط بالمواد البوليميرية؛ مما يطيل من فترة تواجده في المخازن المعاملة. أما حامض الجاسمونيك فهو قابل للذوبان في الماء، مما يجعله صالحاً لمعاملات الغمر (Tripathi & Dubey ٢٠٠٤).

تفيد معاملة ثمار الفراولة بالمثيل جاسمونيت methyl jasmonate فى مكافحة الأعفان. وهذا المركب رخيص نسبياً ولا يلزم للمعاملة به سوى كميات بسيطة، فلا يحتاج الأمر لأكثر من ٢٥ مل (سم^٣) منه لمعاملة حمولة شاحنة كاملة، وهو لا يترك أى أثر متبق.

تجرى المعاملة فى حرارة ٢٠ م° باستعمال أبخرة المركب، ولهذا السبب فإنها ربما لا تكون مجدية مع محصول التصدير الذى يتعين تبريده أولاً فى خلال ساعة واحدة من حصاده، بينما تتطلب المعاملة بالمركب ساعتين على الأقل.

كما أدت معاملة ثمار الطماطم بأبخرة المثيل جاسمونيت إلى تثبيط إنتاج الجراثيم وإنباتها فى الفطر المسبب للأنثراكنوز *Colletotrichum coccodes* على الرغم من عدم تأثير تلك الأبخرة على إنبات جراثيم الفطر وتكوين مستعمراته فى البيئات الصناعية، بما يعنى أن المثيل جاسمونيت يؤثر على الفطر فى الثمار من خلال دور له فى التفاعلات بين الثمار والفطر الممرض (Tzortzakis ٢٠٠٧).

الأيزوثيوسيانات

أدى تبخير ثمار الفراولة بعد الحصاد بال allyl-isothiocyanate (بمعدل ٠,١ مجم/ لتر) لمدة ٤ ساعات إلى خفض إصابته بالفطر *Botrytis cinerea* مسبب مرض العفن الرمادى (Ugolini وآخرون ٢٠١٤).

مركبات عطرية طبيعية أخرى تنتجها الثمار

تتميز المركبات الطبيعية المسؤولة عن النكهة المميزة لعدد من النباتات بخصائص تجعلها مناسبة لاستعمالها فى معاملات بعد الحصاد للمحاصيل البستانية، ومن أهم تلك الخصائص أنها متطايرة volatile. وقليلة الذوبان فى الماء، وسهلة الإدمصاص، وقليلة أو عديمة السمية نظراً لكونها مركبات طبيعية، وتعطى تأثيرها عند تركيزات شديدة الانخفاض.

ولقد وجد - على سبيل المثال - أن عددًا من المركبات المتطايرة التي تنتجها ثمار الخوخ أثناء نضجها تعد شديدة السمية للفطريات. كما وجد أن مقاومة الفراولة للإصابة بالأعفان عند تخزينها في تركيزات عالية من ثاني أكسيد الكربون مردها إلى إنتاج الثمار لتركيزات عالية من الأسيتالدهيد وخلات الإثيل ethyl acetate تحت تلك الظروف. ولقد تبينت فاعلية الأسيتالدهيد في مكافحة عديد من الكائنات الدقيقة - الفطرية والبكتيرية - المسببة للأعفان.

ومن المواد الأخرى القابلة للتطاير المسؤولة عن النكهة والتي أظهرت قدرة على الحد من الإصابة بالأعفان غير الأسيتالدهيد ما يلي :

benzaldehyde	cinnamaldehyde	ethanol
benzyl alcohol	nerolidol	2-nonanone
(E)-2-Hexanal	Hexenel	(C ₆)aldehydes

(Tripathi & Dubey ٢٠٠٤).

وقد وجد أنه يفيد تبخير ثمار الفراولة ببعض الغازات والمركبات العطرية القابلة للتطاير والتي تنتجها ثمار الفراولة بصورة طبيعية.. يفيد استعمالها في تثبيط نمو الكائنات المسببة للأعفان، ولكن يتعين تحديد التركيز الذي يحقق الهدف دون التأثير على طعم الثمار أو نكهتها. ودون ترك أى متبقيات غير مرغوب فيها على المنتج الطازج. فمثلاً.. وجد أن المعاملة بغاز الأسيتالدهيد acetaldehyde بتركيز ١٥٠٠ جزء في المليون لمدة ٤ ساعات أدى إلى خفض الإصابة بالعفن الرمادي بنسبته ٢٠٪ مع تحسين طعم الثمار ونكهتها كذلك. هذا.. إلا أن الأسيتالدهيد يمكن أن يقلل من حموضة الثمار ومحتواها من المواد الصلبة الذائبة، وإلى زيادة محتواها من الكحول الإيثيلي؛ والإثيل أسيتيت ethyl acetate، والإثيل بيوتريت ethyl butyrate. كذلك يمكن للمركبين الطبيعيين اللذان تنتجهما ثمار الفراولة، وهما: bezylaldehyde، و 2-nonanone .. يمكنهما تثبيط نمو الفطر *B. cinerea* دون إحداث تأثير سلبي على طعم الثمار أو نكهتها (عن Perkins-Veazie & Collins ١٩٩٥).

كذلك أثبت المركب hexenal-2-(E) فاعلية في مكافحة أعفان الثمار. وظهر - في البيئات الصناعية - أن عملية إنبات جراثيم الفطر *B. cinerea* كانت أكثر حساسية للمركب عن عملية نمو الغزل الفطري. وقد أدت التركيزات المنخفضة من المركب إلى تحفيز النمو الفطري، وهو الأمر الذى حدث - كذلك - عند معاملة الثمار ذاتها؛ مما يعنى ضرورة زيادة تركيز المركب لى يكون فعالاً في تثبيط أعفان الثمار بعد الحصاد (Fallik وآخرون ١٩٩٨).

كذلك أدت معاملة الفراولة بهذا المركب العطري المتطاير hexenal-2-(E) إلى إحداث نقص جوهري في الإصابة بالعفن الرمادى عند إجراء المعاملة أثناء تخزين الثمار لمدة ٧ أيام على ٢ م^٢، ثم نقلها - بعد توقف المعاملة - إلى ٢٢ م^٢ لمدة ٣ أيام، وذلك مقارنة بثمار معاملة الكنترول. وبالمقارنة فإن المعاملة بأى من المركبات العطرية hexenal-2-(E) hexenal diethyl acetal، أو benzaldehyde، أو methyl benzoate لم تكن مؤثرة (Ntirampemba وآخرون ١٩٩٨).

وعندما عرضت ثمار فراولة مصابة طبيعياً بالفطر *B. cinerea* لأبخرة عديد من المركبات المتطايرة التى تتواجد طبيعياً في الثمار. وجد أن الكثير من تلك المركبات، مثل: benzaldehyde، و methyl benzoate، و methyl salicylate، و 2-nonanone، و 2-hexenal diethyl acetal، و hexenal-1-ol-2-(E) تثبط نمو الفطر عند تركيبات منخفضة تقدر بالجزء في المليون. كذلك كان لبعض المركبات تأثيرات سلبية على جودة الثمار. وبينما كانت بعض المركبات فعالة بعد فترة قصيرة من المعاملة بها، لزم استمرار المعاملة على الدوام بمركبات أخرى لى تكون فعالة (Archbold وآخرون ١٩٩٧).

المعاملة بمركبات حيوية مضادة للفطريات والبكتيريا

حامض الخليك

يفيد التبخير بحامض الخليك كوسيلة للتعقيم السطحى لمنتجات الخضر والفاكهة الطازجة، وهو منتج طبيعى لا ضرر منه على صحة الإنسان. ولا يقتصر فعل حامض

الخليك على خفض الرقم الأيدروجيني فقط، وإنما يتعداه إلى اختراقه للخلايا الميكروبية، وإحداث سميته فيها. ولقد أفادت المعاملة بأبخرة حامض الخليك في مكافحة عديد من الأعفان في التفاح والعنب والمشمش والبرقوق والكريز (Tripathi & Dubey ٢٠٠٤).

وأوضحت دراسات Sholberg & Gaunce (١٩٩٥) أن تبخير ثمار بعض المحاصيل (الطماطم، والتفاح، والعنب، والبرتقال، والكيوي) بعد الحصاد بحامض الخليك بتركيزات تراوحت بين ٢,٠ و ٤,٠ جم/ لتر من الهواء (بعد حقنها بفطريات متنوعة؛ هي: *Botrytis cinerea*، و *Penicillium expansum*، و *P. italicum*) منع تعفنها دون أن تحدث أية تأثيرات سلبية بها. وقد أدت زيادة الرطوبة النسبية (من ١٧٪ إلى ٩٨٪) إلى زيادة فاعلية المعاملة عندما أجريت على أى من ٥ م أو ٢٠ م.

كما أوضحت بعض الدراسات أن معاملة ثمار عدد من النباتات بأبخرة حامض الخليك يمكن أن تثبط الإصابات الفطرية بفاعلية. ولقد وجد أن التبخير ثلاث مرات ببخار حامض الخليك بتركيز ٢ جم/ لتر أحدثت خفضاً في إصابة ثمار الفراولة بالفطر *Botrytis cinerea* بنسبة ٥٦٪، بينما أحدثت معاملة التبخير مرة واحدة بتركيز ٦ جم/ لتر إلى خفض الإصابة بنسبة ١٢٪ (Hassenberg وآخرون ٢٠١٠).

حامض الأراشيدونك

أدت معاملة الخس بحامض الأراشيدونك arachidonic acid إلى إحداث زيادة جوهرية في نشاط كل من الـ guaiacol peroxidase، والـ polyphenol oxidase، والـ protease؛ إضافة إلى زيادة مقاومته للإصابة بفطر العفن الرمادي *Botrytis cinerea* (Zlotek & Wojcik ٢٠١٤).

الشيتوسان

إن الشيتوسان chitosan - وهو اسم لطراز (منزوع الأستيل) deacetylate من الشيتينين chitin الذائب - هو مركب طبيعي يتحلل بيولوجياً، ويحصل عليه من القشرة

الصلبة للقشريات، مثل السرطان (السلطعون) والجمبرى، والذي تتوافق خصائصه مع طبيعته متعددة الكاتيونات polycationic. ولقد أثبت الشيتوسان قدرة على مكافحة عديد من أمراض قبل وبعد الحصاد فى عديد من الحاصلات البستانية، ومنها أمراض تتواجد مسبباتها فى التربة، وأخرى تصيب النموات الخضرية، كما أن منها أمراض فطرية وبكتيرية وفيروسية.

يتميز الشيتوسان والمركبات التى تشتق منه بكونها قادرة على حماية النباتات من الإصابات الفطرية بما لها من قدرة على أن تكون مضادة لها. يمكن لتلك المركبات بتركيزات شديدة الانخفاض أن تستحث آليات دفاعية فى النباتات ضد المسببات المرضية. ويمكن استعمالها على صورة محاليل، أو مساحيق، أو كأغلفة للبذور والثمار (Tipathi & Dubey ٢٠٠٤).

ويعد الشيتوسان أحد المكونات الهامة للجدر الخلوية لبعض مسببات الأمراض الفطرية.

ويُستخلص الشيتوسان من محارات الأحياء البحرية كما أسلفنا، كما ينتج من الشيتينين chitin الذى يتواجد بالهيكل الخارجى للحشرات، وهو مركب عديد التسكر ذات وزن جزيئى عال وقابل للذوبان فى الأحماض العضوية المخففة. هذا المركب غير سام وآمن بيولوجياً، ويعد من أفضل المركبات التى يمكن استعمالها فى تغليف ثمار الخضر والفاكهة الطازجة لمنع فقدها للرطوبة وتحويل تركيب جوها الداخلى، فضلاً عما يحدثه المركب من حث لإنتاج إنزيم الشيتينينز chitinase الذى يعمل كإنزيم دفاعى (Zhang & Quantick ١٩٩٨).

ولقد أوضح الفحص المجهرى أن الشيتوسان يؤثر بصورة مباشرة على مورفولوجى الفطريات الممرضة؛ بما يظهر تأثيره المثبط fungistatic والقاتل fungicidal. وإلى جانب تأثيره المباشر، فإن الشيتوسان يستحث سلسلة من التفاعلات الدفاعية ترتبط بالأنشطة الإنزيمية. ولقد وجد أن الشيتوسان يزيد إنتاج إنزيمات الـ glucanohydrolases،

والمركبات الفينولية، وتمثيل فيتوألاكسينات معينة ذات نشاط مضاد للفطريات، وكذلك فإنها تقلل من الإنزيمات المحللة، مثل الـ polygalacturonases. كما يستحث الشيتوسان تكوين الحواجز النباتية، مثل تمثيل المواد الشبيهة باللجنين. وفي بعض الأحيان أدت المعاملة بالشيتوسان إلى زيادة المحصول في غياب مسببات المرضية.

وبسبب قدرة الشيتوسان على تكوين غطاء شبه منفذ، فإنه يُسهم في إطالة فترة صلاحية المنتجات البستانية للتخزين؛ نتيجة لخفضه لمعدل التنفس ومعدل فقد الماء منها.

ولكونه مادة غير سامة تتحلل بيولوجياً، وأنه مُستحثٌ للأنشطة الدفاعية، فإن الشيتوسان يمكن الاعتماد عليه للحماية من الإصابات المرضية دونما استخدام للمبيدات (Bautista-Banos وآخرون ٢٠٠٦).

ولقد وجد أن استعمال الشيتوسان بتركيز ١٪ أو ٢٪ (وزن/حجم) كغلاف لثمار الفراولة أدى إلى خفض أعفان الثمار جوهرياً عند تخزينها على ١٣ م°، وأحدث زيادة جوهريّة في نشاط كل من الشيتينيز والـ β -1,3-gluconase مقارنة بما حدث في معاملة الكنترول. ولقد كان تأثير استعمال الشيتوسان في مكافحة الأعفان التي يسببها الفطرين *Botrytis cinerea*، و *Rhizopus spp.* مماثلاً - تقريباً - لتأثير المعاملة بالمبيد الفطري TBZ. وفضلاً عن ذلك كان للشيتوسان تأثيرات إيجابية على كل من صلابة الثمار، وحموضتها المعاييرة، ومحتواها من حامض الأسكوربيك والأنثوسيانين (Zhang & Quantick ١٩٩٨).

وإلى جانب تأثير الشيتوسان على إصابات الفراولة المرضية، فقد وجد أن له - كذلك - تأثير مضاد لعديد من الفطريات، كما اتضح من دراسات استعمل فيها المركب كغلاف لثمار الطماطم والفلفل الحلو والخيار (عن Reddy وآخرين ٢٠٠٠).

وقد أدت معاملة مكان اتصال عنق ثمرة الطماطم بالثمرة (مكان قطف الثمرة) بالشيتوسان chitosan إلى تثبيط إصابة الثمرة بالفطر *Alternaria alternata* مسبب

مرض العفن الأسود. وذلك عندما تم حقنها بالفطر وخزنت على ٢٠ م° لمدة ٢٨ يوماً. وكان ذلك التأثير لمعاملة الشيتوسان مصاحباً بضعف في نشاط الإنزيمات المحللة للأنسجة (polygalacturonase، و cellulase، و pectic lyase) في النسيج المجاور للبقع المرضية، حيث انخفض نشاطها إلى أقل من ٥٠٪ مما كان عليه الحال في ثمار المقارنة التي لم تُعامل بالشيتوسان. كذلك ثبتت المعاملة بالشيتوسان إنتاج الثمار لكل من حامض الأوكساليك والفيوماريك (oxalic & fumaric acids) وهما من المركبات المخليبية، وكذلك سموم العائل alternariol، و alternariol monomethylether، وحفزت إنتاج الفيتوألاكسين ريشتين rishitin في أنسجة الثمرة (Reddy وآخرون ٢٠٠٠).

كما أدت معاملة الجذر المخزن بالـ chitosan hydrolysate (وهو الذى يحضر من الـ chitosan بفعل الإنزيم *Streptomyces N-174 chitosanase*) بتركيز ٠,٢٪ (وزن/حجم) إلى حماية جذور الجذر من الإصابة بالفطر *Sclerotinia sclerotiorum* أثناء التخزين، بحثها الجذور على تطوير مقاومة ضد الفطر (Molloy وآخرون ٢٠٠٤).

وتبين من الدراسات على مزارع الفطر *Botrytis cinerea* (مسبب مرض العفن الرمادى) - التى أضيف إليها الشيتوسان - أن النشاط المضاد للفطر ازداد مع انخفاض الوزن الجزيئى للشيتوسان المستخدم. وعندما أُجريت الدراسة على ثمار الطماطم قللت معاملة الشيتوسان جوهرياً الإصابة بالعفن الرمادى، وأدت جميع الأوزان الجزيئية المستخدمة من المادة - بتركيز ٢٠٠٠ أو ٤٠٠٠ مجم/ لتر - إلى مكافحة تامة للفطر فى الثمار التى جُرِّحت ولُقِّحت بالفطر. وكان الشيتوسان ذات الوزن الجزيئى ٥,٧ × ١٠^٤ جم/ مول هو الأكثر كفاءة من بين كل الأوزان الجزيئية التى دُرست من الشيتوسان. كذلك تناسبت مكافحة الفطر طردياً مع التركيز المستخدم من الشيتوسان، أيًا كانت ظروف التخزين. وإلى جانب النشاط المضاد للفطريات فإن الشيتوسان استحث وسائل دفاعية فى النسيج النباتى؛ حيث ازدادت الفينولات الكلية الذائبة، وازدادت نشاط الـ polyphenoloxidase والمحتوى البروتينى الكلى (Badawy & Rabea ٢٠٠٩).

وأدى تغليف ثمار الفلفل بالشيتوسان إلى تثبيط التلف الميكروبي وإطالة فترة التخزين الممكنة، وأسهم تغليف الثمار بالجيلاتين في المحافظة على صلابة الثمار لكنه لم يسمح بإطالة فترة التخزين؛ هذا.. بينما أدى تغليف الثمار بمركب مؤلف من الشيتوسان والجيلاتين معاً - وهو مأكول- إلى خفض التحلل الميكروبي جوهرياً، وحسّن قوام الثمار، وأطال فترة التخزين البارد الممكنة حتى ٢١ يوماً دون التأثير على تنفس الثمار ومحتواها من العناصر المغذية (Poverenov وآخرون ٢٠١٤).

المعاملة بمركبات كيميائية مضادة للفطريات والبكتيريا

مركبات الكالسيوم

اقترحت معاملة ثمار الخيار بالكالسيوم قبل تعرضها للإصابة بالفطر *Botrytis cinerae* لأن المعاملة يمكن أن تزيد من مقدار الكالسيوم المرتبط بالجدر الخلوية؛ وبذا تقل فرصة هضم الكالسيوم بواسطة إنزيمات الفطر البكتينوليتية *pectinolytic enzymes* (Chardonnet & Doneche ١٩٩٥).

كما أدى غمر ثمار الكنتالوب المجروحة صناعياً في محلول كلوريد كالسيوم بتركيز ١١٪ Ca^{+2} إلى خفض إصابتها بالفطر *Myrothecium roridum* المسبب للعفن إلى نحو ٦٦٪ من شدة إصابة ثمار الكنتالوب. ونظراً لأن الكالسيوم لم يكن له تأثير مباشر على الفطر في البيئات الصناعية؛ لذا.. يعتقد بأن العنصر يحدث تأثيره بطريق غير مباشر، وذلك من خلال تأثيره على تطور الفطر الممرض في النسيج الثمري (De Lima وآخرون ١٩٩٨).

ووجد أن مقاومة البطاطس لبكتيريا العفن الطرى، والتفاح للفطر *Penicillium expansum* تزداد بزيادة محتوى أنسجتها من عنصر الكالسيوم (عن Conway وآخرون ١٩٩٤).

فوق أكسيد الأيدروجين

أفادت جميع التركيزات التي استخدمت من كل من فوق أكسيد الأيدروجين، وكلوريد الكالسيوم، والشيتوسان في مكافحة مسببات أمراض الفراولة بعد الحصاد في

كل من البيئة الصناعية وبالثمار؛ والتي شملت كلاً من *Botrytis cinerea*، و *Rhizopus stolonifer*، حيث أبطأت المعاملة - بأى تركيز - من النمو الخطى للفطريات وتجرثمها، وحدث توقف تام لها عند تركيز ١,٥٪، و ٢,٠٪، وذلك فى البيئات الصناعية. وحدث انخفاض جوهري فى إصابة الثمار بالأعفان، كان أقواه عندما كانت المعاملة بكلوريد الكالسيوم، ثم بفوق أكسيد الأيدروجين ثم بالشيتوسان. وكان التأثير الأقوى لمعاملتى كلوريد الكالسيوم والشيتوسان عندما أجريتا قبل العدوى الصناعية بفطريات الأعفان بإثنتى عشرة ساعة، بينما حدث العكس بالنسبة لمعاملة فوق أكسيد الأيدروجين؛ مما يجعل هذه المعاملة الأخيرة أقوى فى حث دفاعات الثمار ضد نشاط الفطريات الممرضة. كما يُستفاد من الدراسة أن هذه المركبات الكيميائية تعمل كمبيدات فطرية بالملامسة وجهازية، نظراً لما كان لها من تأثير حماية وآخر علاجي (El-Mougy وآخرون ٢٠٠٨).

الأوزون

أظهرت معاملة جذور الجزر - أثناء التخزين - بالأوزون بتركيز ٦٠ ميكروليتر/ لتر نقصاً قدره ٥٠٪ فى النمو اليومي لكل من الفطرين *Botrytis cinerea*، و *Sclerotinia sclerotiorum*؛ مما يدل على أن للأوزون تأثير فطرى مثبط fungistatic (Liew & Prange ١٩٩٤).

كما أدى تعريض ثمار الطماطم - بعد الحصاد - للأوزون بتركيزات تراوحت بين ٠,٠٠٥ و ٥,٠ ميكرومول/ مول إلى الحد من إصاتها بكل من الفطرين *Alternaria alternata* مسبب مرض البقع السوداء، و *Colletotrichum coccodes* مسبب مرض الأنثراكنوز، كما ازداد تأثير المعاملة بزيادة تركيز الأوزون المستعمل، إلا أن تركيز ٠,٢ ميكرومول/ مول - وهو الحد الأقصى المسموح به فى دول السوق الأوروبية لكى لا تتأثر صحة الإنسان - كان مؤثراً للغاية فى الحماية من إصابة الثمار بأى من الفطرين. هذا.. ولم تكن المعاملة بالأوزون مؤثرة على الفطر فى البيئات الصناعية؛ بما يدل على أن تأثير الأوزون فى النبات يرجع - ولو جزئياً - إلى تغيرات يحدثها فى التفاعلات بين الثمار والمسببات المرضية (Tzortzakis وآخرون ٢٠٠٨).

سلفيد الأيدروجين

وجد أن التبخير بسلفيد الأيدروجين hydrogen sulfide (أو H_2S) بمعدل ١-٢.٥ مللى مول من NaHS/لتر ثبت بفاعلية كبيرة نمو ثلاثة من المسببات المرضية الهامة للبطاطا، هي: *Rhizopus nigricans*، و *Mucor rouxianus*، و *Geotrichum candidum*، وذلك فى البيئة الصناعية، كما أدى تبخير البطاطا بسلفيد الأيدروجين إلى الحد كثيراً من تحلل وشيخوخة شرائح البطاطا. وربما يفيد المركب كبديل جديد لمبيدات البطاطا التى تُستعمل فى مكافحة العفن الأسود والعفن الطرى (Hu وآخرون ٢٠١٤).

أملاح البيكربونات

أفادت المعاملة بأى من بيكربونات البوتاسيوم، أو بيكربونات الصوديوم فى مكافحة الفطر *Alternaria alternata* فى ثمار الفلفل بعد الحصاد (Ziv وآخرون ١٩٩٤).

حامض الجبريلليك

أدت معاملة الكرفس بحامض الجبريلليك قبل التخزين على ٢ م° إلى خفض نسبة الإصابة بالعفن - بعد شهر من التخزين - إلى ٧٪ فقط مقارنة بنسبة ٣٤٪ فى معاملة الشاهد. ويبدو أن هذا التأثير كان مرده إلى إبطاء الجبرالين لتحويل مركب (+) marmesin الشديد الفاعلية ضد الفطريات إلى مركب psoralens الأقل فاعلية والمسئول فى نفس الوقت عن الحالة الطبية phytophotodermatitis التى تصيب العاملين فى حقول الكرفس والمشتغلين بتداول المحصول بعد الحصاد (Afek وآخرون ١٩٩٥).

أكسيد النيتروز

أدى تعريض بعض أنواع الثمار لغاز أكسيد النيتروز nitrous oxide (NO_2) بتركيز ١٠٪، أو ٣٠٪، أو ٥٠٪، أو ٨٠٪ مخلوطاً مع الأكسجين بنسبة ٢٠٪ إلى تأخير ظهور الإصابة بعدد من الفطريات التى حقنت بها، وإلى إبطاء اتساع البقع المرضية، وتوقف مدى تأثير المعاملة على تركيز الغاز ومدة المعاملة. ويعتقد بأن ذلك التأثير يرجع إلى التأثير المثبط المباشر للغاز على النمو الفطرى، بالإضافة إلى دور المعاملة فى زيادة المقاومة الطبيعية لأنسجة العائل.

وقد كانت الفطريات التى استخدمت فى الدراسة وتأثرت بالمعاملة كما يلى :

الفطريات	العائل
<i>Alternaria alternata</i>	التفاح
<i>Penicillium expansum</i>	
<i>Botrytis cinerea</i>	الفراولة
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>fragariae</i>	
<i>Rhizopus stolonifer</i>	
<i>Geotrichum candidum</i>	اليوسفي
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	الطماطم
<i>Colletotrichum acutatum</i>	الكاكي
<i>R. stolonifer</i>	الجوافة

(٢٠٠١ Qadir & Hashinaga)

١- 2,5-DMBA

أدى غمس ثمار الكنتالوب الأملس (التي قطفت قبل وصولها لمرحلة النضج البستاني بنحو ١٠ أيام) في الماء الساخن على ٥٠ م° لمدة دقيقتين أو رشها الـ 2,5-dimethoxybenzoic acid (اختصاراً: 2,5-DMBA) بتركيز ٠,٠١ مول إلى توفير حماية فعالة لها من الإصابة بالأعفان في المخازن على حرارة ١٥ م° (Di Venere وآخرون ٢٠٠٠).

المعاملة بمثيرات المقاومة المستحثة للأمراض

تتضمن مثيرات المقاومة المستحثة للأمراض في المنتجات البستانية بعد الحصاد عديداً من المستحاثات (وهي التي سبقت مناقشة بعضها في هذا الفصل)، والتي منها ما يلي:

أولاً: (المثيرات الكيميائية)

تقسم المثيرات الكيميائية - بدورها - إلى الفئات التالية:

١- مثيرات عضوية طبيعية:

من أمثلة تلك المثيرات ما يلي:

أ- حامض السلسيلك.

ب- الشيتوسان.

٢- مثيرات غير عضوية :

من أمثلة تلك المثيرات ما يلي :

أ- حامض الفوسفونيك phosphonate.

ب- أملاح حامض الفوسفونيك مثل فوسفونات البوتاسيوم.

٣- مثيرات عضوية مخلقة صناعياً.

من أمثلة تلك المثيرات ما يلي :

أ- الـ INA (وهو 2,6-dichloroisonicotinic acid)

ب- الـ Acibenzolar (وهو benzo-(1,2,3)-thiadiazole-7-carbothioic acid

S-methyl ester)، ويعرف اختصاراً بالأسماء: ASM، BTH، و CGA 245704،

ومن منتجاته التجارية Bion، و Actigard.

ويظهر في جدول (١٦-٢) أمثلة لبعض المستحضرات الكيميائية للمقاومة ضد أمراض

بعد الحصاد في محاصيل الخضر.

جدول (١٦-٢): أمثلة لبعض المستحضرات الكيميائية للمقاومة ضد أمراض بعد الحصاد في

بعض الخضر (Terry & Joyce ٢٠٠٤).

المسبب المرضي المستهدف	المستح الكيماوي	المحصول	
<i>B. cinerea</i>	Gibberellic acid	<i>Apium graveolens</i> (celery)	الكرفس
<i>Alternaria sp.</i>	Acibenzolar	<i>Cucumis melo</i> (rock and hami melon)	الكتالوب
<i>Fusarium sp.</i>			
<i>Rhizopus sp.</i>			
<i>B. cinerea</i>	Acibenzolar	<i>Fagaria ananassa</i> (strawberry)	الفراولة
<i>C. gloeosporioides</i>	Cytokinins		
<i>B. cinerea</i>	Methyl jasmonate		
<i>Fusarium semitectum</i>	Acibenzolar	<i>Solanum tuberosum</i> (potato)	البطاطس

ثانياً: المثيرات الفيزيائية

إن من بين المثيرات الفيزيائية لحث المقاومة في النباتات مايلي:

- ١- المعاملة الحرارية السابقة للتخزين.
- ٢- زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون.
- ٣- التعريض للأشعة المؤينة.
- ٤- التعريض للأشعة فوق البنفسجية عند طول موجي معين UV-C.

ثالثاً: المثيرات البيولوجية

تتضمن المثيرات البيولوجية عدداً كبيراً من الكائنات الدقيقة (Terry & Joyce ٢٠٠٤).

ونظراً لأن عديداً من تلك العوامل قد سبقت مناقشتها.. فإننا نقصر مناقشتنا في هذا الجزء على مثيرات المقاومة العضوية الطبيعية وكذلك تلك المخلفة صناعياً.

الـ BTH (وأيضاً الـ SAM)، والـ BABA

أحدث رش نباتات الكنتالوب مرة واحدة بالـ benzothiadiazole (اختصاراً: BTH) قبل الحصاد بأسبوعين خفصاً معنوياً في إصابات الثمار بعد الحصاد - بأمراض المخان، وخاصة تلك التي تسببها فطريات *Fusarium*، و *Alternaria*، و *Rhizopus*؛ كذلك أعطى الرش أربع مرات كل ١٢ يوماً خلال مرحلتى الإزهار ونمو الثمار بكل من β -aminobutyric acid (اختصاراً: BABA)، و 2,6-dichloroisonicotinic acid (اختصاراً: INA) نتائج مماثلة. أما قبل الحصاد فقد أدت المعاملة بأى من الـ INA أو الـ BTH إلى خفض إصابة النباتات بكل من البياض الدقيقي والبياض الزغبى (Bokshi وآخرون ٢٠٠٦).

وأحدث رش نباتات الكنتالوب قبل الإزهار بالمنشط النباتى acibenzolar-S-methyl بتركيز ٥٠ مجم/ لتر، مع غمس الثمار عند الحصاد فى الجوازاتين guazatine بتركيز ٥٠٠ مجم/ لتر.. أحدث خفصاً جوهرياً فى إصابتها بالأعفان أثناء

التخزين. ومن أهم المسببات المرضية التي تمت مكافحتها: *Fusarium* spp.، و *Alternaria* spp.، و *Rhizopus* spp.، و *Trichothecium* sp. وقد كانت المعاملة بالـ acibenzolar-S-methyl منفرداً – فعالاً جوهرياً في خفض الإصابة بالأعفان في كثير من الحالات وليست كلها، بينما كانت المعاملة بالجوازاتين منفرداً فعالة جوهرياً في خفض الإصابة بالفطر *Fusarium* spp.، ولكنها كانت أقل فاعلية ضد الفطرين *Alternaria* spp. و *Rhizopus* spp. (Huang وآخرون ٢٠٠٠).

كذلك أدى رش نباتات الكنتالوب بالمركب acibenzolar-S-methyl (اختصاراً: ASM) بتركيز ١٠٠ مجم مادة فعالة/ لتر أثناء الإزهار، وخلال مرحلة الثمار الصغيرة الحجم، والثمار الأكبر، ومرحلة تكوين الشبك .. أدى ذلك إلى استحداث مقاومة ضد الإصابة بأعفان الثمار في كل من الحقل وأثناء التخزين (Zhang وآخرون ٢٠١١).

وأدى نقع ثمار الكنتالوب بعد الحصاد في محلول acibenzolar-S-methyl بتركيز ٠,١ جم/لتر لمدة ١٠ دقائق ثم تخزينها في جو الغرفة (٢٢ ± ٢ °م، و ٥٥-٦٠٪ رطوبة نسبية) إلى زيادة نشاط الإنزيمات:

phenylalanine ammonia lyase

tyrosine ammonia lyase

cinnamate-4-hydroxylase

4-coumarate/coenzyme A ligase

peroxidase

laccase

cinnamic acid dehydrogenase

كذلك حفزت المعاملة جوهرياً من محتوى الثمار من كل من حامض الكافيك caffeic acid وحامض الفريولك ferulic acid وهما من بادئات التمثيل البيولوجي

ل اللجنين، وأدت إلى تراكم الفيئولات الكلية والفلافونويدات واللجنين، ويفيد ذلك كله في زيادة متانة الجدر الخلوية ومنع غزو المسببات المرضية للثمار (Liu وآخرون ٢٠١٤).

كذلك أدى غمس ثمار الكنتالوب بعد الحصاد في محلول acibenzolar-S-methyl (اختصاراً: ASM) إلى تقليل إصابتها بالفطر *Trichothecium roseum* مسبب مرض العفن الوردى، وصاحب ذلك تراكم لك H_2O_2 ، وانطلاق لأنيونات الـ superoxide (O_2^-)، وزيادة في نشاط الإنزيمات: NADPH oxidase، و superoxide dismutase، و ascorbate peroxidase، وتثبيط لنشاط إنزيم الـ catalase، وزيادة في محتوى المواد النشطة في الأكسدة بما في ذلك حامض الأسكوربيك، مع انخفاض في محتوى الـ glutathione. وأدى غمس الثمار في diphenylene iodonium (اختصاراً: DPI) - وهو مثبط خاص للإنزيم: NADPH oxidase - بتركيز ٥٠ ميكرومول قبل غمسها في الـ ASM إلى زيادة حجم البقع المرضية التي سببها الفطر *T. roseum* وإعكاس تأثيرات الـ ASM على مختلف القياسات التي أسلفنا بيانها؛ بما يفيد أهمية تراكم العناصر النشطة في الأكسدة ROS في المقاومة التي تستحثها معاملة الـ ASM في الكنتالوب (Ge وآخرون ٢٠١٥).

الـ harpin

أدى غمر ثمار الكنتالوب في محلول harpin (وهو حاث بكتيري لتفاعل فرط الحساسية) بتركيز ٩٠ جزءاً في المليون إلى خفض إصابتها بالأعفان التي تسببها فطريات *Alternaria alternata*، و *Fusarium semitectum*، و *Trichothecium roseum*. وذلك من خلال حث المقاومة ضدها. علماً بأن الـ harpin ليس ساماً لتلك الفطريات في البيئات الصناعية (Yang وآخرون ٢٠٠٧).

الـ BFO

تؤدي المعاملة بالمركب burdock fructooligosaccharide (اختصاراً: BFO) إلى حث الجهاز المناعي في النباتات وإكسابها مقاومة جهازية. ففي الطماطم .. أدت

المعاملة إلى تثبيط الإصابة بأمراض ما بعد الحصاد سواء أكانت الإصابة بها طبيعية، أم بالحقن كما في *Botrytis cinerea*.

وقد أحدثت المعاملة بال BFO التغييرات الإنزيمية التالية:

١-زيادة مستوى ال mRNA للجينات التى تشفر للبروتينات ذات الصلة بالنشاط المرضى (PRs)، مثل PR-1a، و PR-2a، و PR-2a (وهو extracellular β -1,3-glucanase)، و PR-2b (وهو intracellular β -1,3-glucanase)، و PR-3a (وهو extracellular chitinase). و PR-3b (وهو intracellular chitinase).

٢-تراكم ال mRNA الخاص بالجين phenylalanine ammonia lyase فى ثمرة الطماطم.

٣-زيادة نشاط إنزيمات البيروكسيداز peroxidases.

٤-زيادة تمثيل الفينولات.

إلا أن المعاملة لم تؤثر فى نشاط إنزيم البولى فينول أوكسيديز polyphenol oxidase (Wang وآخرون ٢٠٠٩).

مصادر الكتاب

- توفيق، محمد فؤاد (١٩٩٣). مكافحة البيولوجية للآفات الحشرية. وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي - جمهورية مصر العربية - ٧٢٢ صفحة.
- حسن، أحمد عبد النعم (٢٠١٠). الممارسات الزراعية لمكافحة أمراض وأفات وحشائش الخضر: البدائل العلمية والعملية المتكاملة. الدار العربية للنشر والتوزيع - القاهرة - ٧٨٣ صفحة.
- حسن، أحمد عبد المتعم (٢٠١٢). أصول الزراعة المحمية. الدار العربية للنشر والتوزيع - القاهرة - ٨٣٦ صفحة.
- حماد، شاكور محمد، وأحمد لطفى عبد السلام (١٩٨٥). الحشرات الاقتصادية في مصر والعالم العربي. دار الميرخ للنشر - الرياض - ٥٥٥ صفحة.
- وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي - جمهورية مصر العربية (١٩٩٧). برنامج مكافحة الآفات الزراعية - القاهرة - ١٧٢ صفحة.
- Abbasi, P. A., J. Al-Dahmani, F. Sahin, H. A. J. Hoitink, and S. A. Miller. 2002. Effect of compost amendments on disease severity and yield of tomato in conventional and organic production systems. *Plant Dis.* 86 (2): 156-161.
- Abbasi, P. A., N. Soltani, D. A. Cuppels, and G. Lazarovits. 2002. Reduction of bacterial spot disease severity on tomato and pepper plant with foliar applications of ammonium lignosulfonate and potassium phosphate. *Plant Dis.* 86 (11): 1232-1236.
- Abbasi, P. A. and G. Lazarovits. 2006a. Effect of soil application of AG3 phosphonate on the severity of clubroot of bok choy and cabbage caused by *Plasmodiophara brassicae*. *Plant Dis.* 90 (12): 1517-1522.
- Abbasi, P. A. and G. Lazarovits. 2006b. Seed treatment with phosphonate (AG3) suppresses pythium damping-off of cucumber seedlings. *Plant Disease* 90 (4): 459-464.
- Abd-allah, E. F. 2001. *Streptomyces plicatus* as a model biocontrol agent. *Folia Microbiologica* 46 (4): 309-314.
- Abdeldaym, E. A. et al. 2014. Effects of several amendments on organic melon growth and production, *Meloidogyne incognita* population and soil properties. *Sci. Hort.* 180: 156-160.
- Abdel-Gawad, A. A., A. M. El-Sayed, F. F. Shalaby, and M. R. Abo-El-Ghar. 1990. Natural enemies of *Bemisia tabaci* Genn. and their role on suppressing the populauon density of the pest. *Agric. Res. Rev.* 68 (1): 185-195.
- Abdelghafar, N. Y. and W. M. Abdelsayed. 1997. Biological control of bacterial soft rot of potato by using fluorescent pseudomonads. *Arab Univ. J. Agr. Sci.* 5 (2): 419-431.
- Abd El-Hafiz, M. 1999. Induction and isolation of more efficient yeast mutants for the control of powdery mildew on cucumber. *Ann. Agric. Sci. (Cairo)* 44 (1): 283-292.
- Abdel Kader, M. M., N. S. El-Mougy, and S. M. Lashin. 2013. Biological and chemical resistance inducers approaches for controlling foliar diseases of some vegetables under protected cultivation system. *J. Plant Pathol. Microbiol.* 4 (9).
- Abd-El-Kareem, F. 2009. Effect of acetic acid fumigation on soil-borne fungi and cucumber root rot disease under greenhouse conditions. *Arch. Phytopathol. Plant Prot.* 42 (3): 213-220.
- Abdel-Momen, S. M., S. A. Omar, A. A. Hanafi, and T. M. Abdel-Rahman. 2000. Different sources of saponin affecting white rot disease in onion (*Allium cepa* L.) *Bul. Fac. Agr., Cairo Univ.* 51: 365-378.
- Abdel-Rahim, M. F., M. M. Satour, K. Y. Mickhail, S. A. El-Eraki, A. Grinstein, A. Chen, and J. Katan. 1988. Effectiveness of soil solarization in furrow-irrigated Egyptian soils. *Plant Dis.* 72: 143-146.
- Abdel-Razek, A. S. 2010. Field evaluation of bacterial symbionts of entomopathogenic nematodes for suppression of hairy rose beetle, *Tropinota squalida* Scop. (Coleoptera: Scarabaeidae) population on cauliflower in Egypt. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 43 (1): 18-25.
- Abdel-Razik, A. A., A. M. Amein, A. M. El-Shabrawy, and M. H. Rushdi. 1988. Effect of certain cultural practices and fungicides on control of *Sclerotium cepivorum* on winter onion. *Egypt. J. Phytopathol.* 20: 87-97.
- Abeyinghe, S. 2009. Use of nonpathogenic *Fusarium oxysporum* and rhizobacteria for suppression of fusarium root and stem rot of *Cucumis sativus* caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*. *Arch. Phytopathol. Plant Prot.* 42 (1): 73-82.
- Abeyinghe, S. 2009. Efficacy of combined use of biocontrol agents on control of *Sclerotium rolfsii* and *Rhizoctonia solani* of *Capsicum annum*. *Arch. Phytopathol. Plant Prot.* 42 (3): 221-227.
- Abeyinghe, S. 2009. The effect of mode of application of *Bacillus subtilis* CA32r on control of *Sclerotium rolfsii* on *Capsicum annum*. *Arch. Phytopathol. Plant Prot.* 42 (9): 835-846.
- Abeyinghe, S. 2009. Induced systemic resistance (ISR) in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) mediated by rhizobacteria against bean rust caused by *Uromyces appendiculatus* under greenhouse and field conditions. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 42 (11): 1079-1087.
- Abo-Elyousr, K. A. M. and M. R. Asran. 2009. Antibacterial activity of certain plant extracts against bacterial wilt of tomato. *Arch. Phytopathol. Plant Prot.* 42 (6): 573-578.

- Abo-Elyousr, K. A. M. and H. H. El-Hendawy. 2008. Intergration of *Pseudomonas fluorescens* and acibenzolar-S-methyl to control bacterial spot disease of tomato. *Crop Protection* 27 (7): 1118-1124.
- Abo-Elyousr, K. A.M., M. A. A. Seleim, K. M. H. Abd-El-Moneem, and F. A. Saead. 2014. Integrated effect of *Glomus mosseae* and selected plant oils on the control of bacterial wilt disease of tomato. *Crop Prot.* 66: 67-71.
- Abo-Foul, S., V. I. Raskin, A. Szejnberg, and J. B. Marder. 1996. Disruption of chlorophyll organization and function in powdery mildew-diseased cucumber leaves and its control by the hyperparasite *Ampelomyces quisqualis*. *Phytopathology* 86: 195- 199.
- Afek, U., N. Aharoni, and S. Carmeli. 1995. Increasing celery resistance to pathogens during storage and reducing high-risk psoralen concentration by treatment with GA₃. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120 (4): 562-565.
- Ahmad, F., M. A. Rather, and M. A. Siddiqui. 2010. Influence of organic additives on the incidence of root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* in roots of tomato plants. *Arch. Phytopathol. Plant Prot.* 43 (2): 168-173.
- Ahmad, A., S. Shafique, and S. Shafique. 2014. Intracellular interactions involved in induced systemic resistance in tomato. *Sci. Hort.* 176: 127-133.
- Ahmed, A. H. M. and H. T. Tribe. 1977. Biological control of white rot of onion (*Sclerotium cepivorum*) by *Coniothyrium minitans*. *Plant Pathol.* 26 (2): 75-78.
- Ahmed, A. S., C. Pérez-Sánchez, C. Egea, and M. E. Candela. 1999. Evaluation of *Trichoderma harzianum* for controlling root rot caused by *Phytophthora capsici* in pepper plants. *Plant Pathol.* 48 (1): 58-65.
- Ahmed, A. S., C. P. Sánchez and M. E. Candela. 2000. Evaluation of induction of systemic resistance in pepper plants (*Capsicum annuum*) to *Phytophthora capsici* using *Trichoderma harzianum* and its relation with capsidiol accumulation. *Egypt. J. Plant Pathol.* 106: 817-824.
- Ahoonmanesh, A. and T. A. Shalla. 1981. Feasibility of cross-protection for control of tomato mosaic virus in fresh market field-grown tomato. *Plant Dis.* 65: 56-58.
- Albert, R. and H. Schneller. 1994. *Eretmocerus californicus* - a further enemy of whiteflies. (in German). *Gartenbau Magazin* 3 (5): 44-45. (c.a. Hort. Abstr. 66: 3080, 1996).
- Aleandri, M. P, R. Reda, V. Tagliavento, P. Magro, and G. Chilosi. 2010. Effect of chemical resistance inducers on the control of *Monosporascus* root rot and vine decline of melon. *Phytopathol. Mediterr.* 49: 18-26.
- Al-Mawaali, Q.S., A. M. Al-Sadi, A. J. Khan, H. D. Al-Hasani, and M. L. Deadman. 2012. Response of cucurbit rootstocks to *Pythium aphanidermatum*. *Crop Prot.* 42: 64-68.
- Al-Musa, A. 1982. Incidence, economic importance, and control of tomato yellow leaf curl in Jordan. *Plant Disease* 66: 561-563.
- Alvarez, M. A., S. Gagné and H. Antuon. 1995. Effect of compost on rhizosphere microflora of the tomato and on the incidence of plant growth - evaluation of cucumber growth enhanced by rhizosphere microorganisms. *Korean J. Plant Pathol.* 11 (4): 292-297.
- An, Y., S. Kang, K.D. Kim, B. K. Hwang, and Y. Jeun. 2010. Enhanced defense responses of tomato plants against late blight pathogen *Phytophthora infestans* by pre-inoculation with rhizobacteria. *Crop Prot.* 29: 1406-1412.
- Anad, T. et al. 2009. Chemical and biological treatments for enhancing resistance in chilli against *Colletotrichum capsici* and *Leveillula taurica*. *Arch. Phytopathol. Plant Prot.* 42 (6): 533-551.
- Anandhakumar, J. and W. Zeller. 2008. Biological control of red stele (*Phytophthora fragariae* var. *fragariae*) and crown rot (*P. cactorum*) disease of strawberry with rhizobacteria. *J. Plant Dis. Prot.* 115 (2): 49-56.
- Andreu, A. B., M. G. Guevara, E. A. Wolski, G. R. Daleo, and D. O. Caldiz. 2006. Enhancement of natural disease resistance in potatoes by chemicals. *Pest Mang. Sci.* 62 (2): 162-170.
- Anjaiah, V. 2004. Biological control mechanisms of fluorescent *Pseudomonas* species involved in control of root diseases of vegetables/fruits, pp. 453-500. In: K. G. Mukerji (ed.) *Fruit and vegetable diseases*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Antignus, Y. 2000. Manipulation of wavelength-dependent behaviour of insects: an IPM tool to impede insects and restrict epidemics of insect-borne viruses. *Virus Res.* 7 (1-2): 213-220.
- Antignus, Y. et al. 1996. The effects of UV-blocking greenhouse covers on insects and insect-borne virus diseases. *Plasticulture* No. 112: 15-20.
- Antonelli, M., R. Reda, M. P. Aleandri, L. Varvaro, and G. Chilosi. 2013. Plant growth-promoting bacteria from solarized soil with the ability to protect melon against root rot and vine decline caused by *Monosporascus cannonballus*. *J. Phytopathol.* 161:485-496.
- Archbold, D. D., T.R. Hamilton-Kemp, B. E. Langlois, and M.M. Barth. 1997. Natural volatile compounds control *Botrytis* on strawberry fruit. *Acta Hort.* No. 439 (II): 923-930.

- Arie, T., Y. Kobayashi, G. Okada, Y. Kono, and I. Yamaguchi. 1998. Control of soilborne clubroot disease of cruciferous plants by epoxydon from *Phoma glomerata*. *Plant Pathol.* 47 (6): 743-748.
- Arul, J., J. Mercier, M. T. Charles, M. Baka, and R. Maharaj. 2001. Photochemical treatment for control of postharvest diseases in horticultural crops, pp. 146-161. In: C. Vincent, B. Panneton, and F. Fleurat-Lessard (eds). *Physical control methods in plant protection*. Springer-Verlag, Berlin.
- Arseneault, T., C. Goyer, and M. Filion. 2013. Phenazine production by *Pseudomonas* sp. LBUM223 contributes to the biological control of potato common scab. *Phytopathology* 103 (10): 995-1000.
- Ashley, R. A. 2008. Having problems controlling vegetable crop diseases – try rotation. *Integrated Pest Management*. University of Connecticut. The Internet.
- Asirifi, K. N., W. C. Morgan, and D. G. Parbery. 1994. Suppression of *Sclerotinia* soft rot of lettuce with organic soil amendments. *Aust J. Exp. Agric.* 34 (1): 131-136.
- Askary, H., Y. Carriere, R. R. Belanger, and J. Brodeur. 1998. Pathogenicity of the fungus *Verticillium lecanii* to aphids and powdery mildew. *Biocontrol Science and Technology* 8 (1): 23-32.
- Atkins, S. D. et al. 2003. Development of a new management strategy for the control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in organic vegetable production. *Pest Mang. Sci.* 59 (2): 183-189.
- Autrique, A. and M. J. Potts. 1987. The influence of mixed cropping on the control of potato bacterial wilt (*Pseudomonas solanacearum*). *Ann. Appl. Biol.* 111 (1): 125-133.
- Averre, C. W. and G. V. Gooding. 2000. Virus diseases of greenhouse tomato and their management. North Carolina State University, Plant Pathology Extension. *Vegetable Disease Information Note* 15. The Internet.
- Averre, C. W., J. B. Ristaino, and J. G. Shultheis. 2000. Disease management for vegetables and herbs in greenhouse using low input sustainable methods. Plant Pathology Extension. North Carolina State University. The Internet.
- Avikainen, H., H. Koponen, and R. Tahvonen. 1993. The effect of disinfectants on fungal diseases of cucumber. *Agricultural Science in Finland* 2 (2): 179-188. (c.a. Hort. Abstr. 65: 338, 1995).
- Avilla, C., J. L. Collar, M. Duque, P. Pérez, and A. Fereres. 1997. Impact of floating row covers on bell pepper yield and virus incidence. *HortScience* 32 (5): 882-883.
- Awang, N. A., M. R. Islam, M. R. Ismail, B. Zulkrami, and D. Omar. 2013. Effectiveness of different elicitors in inducing resistance in chilli (*Capsicum annuum* L.) against pathogen infection. *Sci. Hort.* 164: 461-465.
- Aysan, E. and S. Demir. 2009. Using arbuscular mycorrhizal fungi and *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* against *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant Pathol. J.* 8 (2): 74-78.
- Badawy, M. E. I. and E. I. Rabea. 2009. Potential of the biopolymer chitosan with different molecular weights to control postharvest gray mold of tomato fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 51 (1): 110-117.
- Balestra, G. M., A. Hey Dari, D. Ceccarelli, E. Ovidi, and A. Quattrucci. 2009. Antibacterial effect of *Allium sativum* and *Ficus carica* extracts on tomato bacterial pathogens. *Crop Protection* 28 (10): 807-811.
- Balogh, B. et al. 2003. Improved efficacy of newly formulated bacteriophages for management of bacterial spot on tomato. *Plant Dis.* 87 (8): 949-954.
- Baptista, F. J., B. J. Bailey, and J. F. Meneses. 2008. Comparison of humidity conditions in unheated tomato greenhouse with different natural ventilation: yield, fruit quality and leaf chemical composition of eggplant in greenhouse cultivation. *Folia Hort.* 20 (2): 3-15.
- Barilli, E., E. Prats, and D. Rubiales. 2010. Benzothiadiazole and BABA improve resistance to *Uromyces pisi* (Pers.) Wint. in *Pisum sativum* L. with an enhancement of enzymatic activities and total phenolic content. *Eur. J. Plant Pathol.* 128: 483-493.
- Barrett, C. E. and X. Zhao. 2012. Grafting for root-knot nematode control and yield improvement in organic heirloom tomato production. *HortScience* 47 (5): 614-620.
- Bashan, Y. 1997. Alternative strategies for controlling plant diseases caused by *Pseudomonas syringae*, pp. 575-583. In: K. Rudolph et al. (eds). *Pseudomonas syringae* pathovars and related pathogens. Development in plant pathology, Vol. 9. Kluwer Academic Publishers. The Internet.
- Bashan, Y. and L. E. de Bashan. 2002. Protection of tomato seedlings against infection by *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* by using the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*. *Applied and Environmental Microbiology* 68 (6): 2637-2643.
- Batten, J. S., K. B. G. Scholthof, B. R. Lovic, M. E. Miller, and R. D. Martyn. 2000. Potential for biocontrol of *Monosporascus* root rot/vine decline under greenhouse conditions using hypovirulent isolates of *Monosporascus cannonballus*. *Europ. J. Plant Pathol.* 106: 639-649.
- Bautista-Banos, S. et al. 2006. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. *Crop Prot.* 25 (2): 108-118.

- Baysal, O., Y. Z. Gursoy, H. Ornek, B. Cetinel, and J. A. Teixeira da Silva. 2007. Enhanced systemic resistance to bacterial speck disease caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* by DL- β -aminobutyric acid under salt stress. *Physiologia Plantarum* 129 (3): 493-506.
- Becker, R. and S. A. Miller. 2009. Manging downy mildew in organic and conventional vine crops. Fact Sheet HYG-3127-09, Agricultural and Natura Resources, the Ohio State University Extension. The Internet. 4 p.
- Beckers, G. J. M. and U. Conrath. 2007. Priming for stress resistance: from the lab to the field. *Current Opinion in Plant Biology* 10 (4): 425-431.
- Bécot, S., E. Pajot, D. le Corre, C. Monot, and D. Silué. 2000. Phyto-gard (K_2HPO_3) induces resistance in cauliflower to downy mildew of crucifers. *Crop Prot.* 19 (6): 417-425.
- Belbahri, L., G. Calmin, F. Lefort, G. Dennler, and A. Wigger. 2007. Assessing efficacy of ultra-filtration and bio-filtration systems used in soilles production through molecular detection of *Pythium oligandrum* and *Bacillus subtilis* as model organisms. *Acta Hort.* 747: 97-105.
- Bell, A. A., J. C. Hubbard, L. Lui, R. M. Davis, and K. V. Subbarao. 1998 Effects of chitin and chitosan on the incidence and severity of Fusarium yellows in celery. *Plant Dis.* 82: 322-328.
- Beltrán, R., A. Vicent, J. Garcia-Jiménez, and J. Armengol. 2008. Comparative epidemiology of Monosporascus root rot and vine decline in muskmelon, watermelon, and grafted watermelon crops. *Plant Dis.* 92 (1): 158-163.
- Bengtsson, T. et al. 2014. Activation of defense responses to *Phytophthora infestans* in potato by BABA. *Plant Pathol.* 63 (1): 193-202.
- Benhamou, N. and R. R. Bélanger. 1998. Benzothiadiazole-mediated induced resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* in tomato. *Plant Physiology* 118 (4): 1203-1212.
- Benhamou, N., P. J. Lafontaine, and M. Nicole. 1994. Induction of systemic resistance to Fusarium crown and root rot in tomato plants by seed treatment with chitosan. *Phytophology* 84 (12): 1432-1444.
- Ben-Yephet, Y. and E. B. Nelson. 1999. Differential suppression of damping-off caused by *Pythium aphanidermatum*, *P. irregulare*, and *P. myriotylum* in composts at different temperatures. *Plant Dis.* 83: 356-360.
- Berbegal, M., J. Garcia-Jiménez, and J. Armengol. 2008. Effect of cauliflower amendments and soil solarization on verticillium wilt control in artichoke. *Plant Dis.* 92 (4): 595-600.
- Bettiol, V. 1999. Effectiveness of cow's milk against zucchini squash powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in greenhouse conditions. *Crop Prot.* 18: 489-492.
- Bigirimana, J. and M. Hofte. 2002. Induction of systemic resistance to *Colletotrichum lindemuthianum* in bean by a benzothiadiazole derivative and rhizobacteria. *Phytoparasitica* 30 (2): 159-168.
- Bigirimana, J., G. de Meyer, J. Poppe, Y. Elad, and M. Hofte. 1997. Induction of systemic resistance on bean (*Phaseolus vulgaris*) by *Trichoderma harzianum*. Mededelingen-Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen. Univesiteit Gent 63 (3b): 1001-1007. (c.a. Rev. Plant Pathol. 77: 6537; 1998).
- Bokshi, A. I., S. C. Morris, R. M. McConchie, and B. J. Deverall. 2006. Preharvest application of 2,6-dichloroisonicotinic acid, β -aminobutyric acid or benzothiadiazole to control post-harvest storage diseases of melons by inducing systemic acquired resistance (SAR). *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 81 (4): 700-706.
- Bokshi, A. I., S. C. Morris, R. McConchie. 2007. Environmentally-safe control of postharvest diseases of melons (*Cucumis melo*) by integrating heat treatment, safe chemicals, and systemic acquired resistance. *N. Z. J. Crop Hort. Sci.* 35: 179-186.
- Bokshi, A. I., J. Jobling, and R. McConchie. 2008. A single application of Milsana followed by Bion assists in the control of powdery mildew in cucumber and helps overcome yield losses. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 83 (6): 701-706.
- Bosland, P. W. and E. J. Votava. 2000. Peppers: vegetable and spice capsicums. CABI Publishing, Wallingford, UK. 358 p.
- Brown, S. L. and E. Brown. 1992. Effect of plastic mulch color and insecticides on thrips populations and damage to tomato. *HortTechnology* 2 (2): 208-210.
- Boucher, T. J. 2007. Perimeter trap cropping for cole crops. University of Connecticut. Integrated Post Management. The Internet. 4 p.
- Boyhan, G. E., J. E. Brown, C. Channel-Butcher, and V. K. Perdue. 2000. Evaluation of virus resistant squash and interaction with reflective and nonreflective mulches. *HortTechnology* 10 (3): 574-580.
- Brust, G. E. 2000. Reflective and black mulch increase yield in pumpkins under virus disease pressure. *J. Eco. Entomol.* 93 (3): 828-833.
- Brust, G., D. S. Egel, and E. T. Maynaed. 2003. Organic vegetable production. Purdue University, Cooperative Extension Service. The Internet. 20 p.

- Budnik, K., M. D. Laing, and J. V. da Graca. 1996. Reduction of yield losses in pepper crops caused by potato virus Y in KwaZulu-Natal, South Africa, using plastic mulch and yellow sticky traps. *Phytoparasitica* 24 (2): 119-124.
- Buller, S., D. Inglis, and C. Miles. 2013. Plant growth, fruit yield and quality, and tolerance to verticillium wilt of grafted watermelon and tomato in field production in the Pacific Northwest. *HortScience* 48 (8): 1003-1009.
- Buonaurio, R., L. Scarponi, M. Ferrara, P. Sidoti, and A. Bertona. 2002. Induction of systemic acquired resistance in pepper plants by acibenzolar-S-methyl against bacterial spot disease. *Europ. J. Plant Pathol.* 108 (1): 41-49.
- Burkhead, K. D., D. A. Schisler, and P. J. Slininger. 1994. Pyrrolnitrin production by biological control agent *Pseudomonas cepacia* B37w in culture and in colonized wounds of potatoes. *Applied and Environmental Microbiology* 60 (6): 2031-2039.
- Buyanovsky, G., J. Gale and N. Degani. 1981. Ultra-violet radiation for the inactivation of microorganisms in hydroponics. *Plant and Soil* 60: 131-136.
- Buysens, S., M. Höfte, and J. Poppe. 1993. Control of *Pythium* spp. in nutrient film technique systems with fluorescent pseudonads. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Universiteit Gent* 58 (3b). 1279-1286. c. a. Hort Abstr. 65: 2188; 1995.
- Caccioni, D. R. L. and M. Guizzardi. 1994. Inhibition of germination and growth of fruit and vegetable postharvest pathogenic fungi by essential oil components. *J. Essential Oil Res.* 6 (2): 173-179.
- Cai, Z., R. Yang, H. Xiao, X. Qin, and L. Si. 2015. Effect of preharvest application of *Hanseniaspora uvarum* on postharvest diseases in strawberries. *Postharvest Biol. Technol.* 100: 52-58.
- Caldwell, J. S. and P. Clarke. 1999. Repulsion of cucumber beetles in cucumber and squash using aluminum-coated plastic mulch. *HortTechnology* 9 (2): 247-250.
- Caldwell, B., E. Sideman, A. Seaman, A. Shelton, and C. Smart. 2013. Resource guide for organic insect and disease management. New York State Agricultural Experiment Station, Geneva, N. Y. 203 p.
- Campiglia, E., R. Mancinelli, E. Radicetti, and F. Caporali. 2010. Effect of cover crops and mulches on weed control and nitrogen fertilization in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Crop Protection* 29 (4): 354-363.
- Cao, Y. et al. 2014. Potential use of anaerobically digested manure slurry to suppress *Phytophthora* root rot of chilli pepper. *Sci. Hort.* 168: 124-131.
- Carrión, G., A. Romero, and V. Rico-Gray. 1999. Use of *Verticillium lecanii* as biocontrol agent against bean rust (*Uromyces appendiculatus*). *Fitopatologia* 34 (4): 214-219.
- Cavalcanti, F. R., M. L. V. Resende, C. P. S. Carvalho, J. A. G. Silveira, and J. T. A. Oliveira. 2007. An aqueous suspension of *Crinipellis pernicioso* mycelium activates tomato defence responses against *Xanthomonas vesicatoria*. *Crop Prot.* 26 (5): 729-738.
- Cavoski, I. et al. 2012. *Melia azedarach* controls *Meloidogyne incognita* and triggers plant defense mechanisms on cucumber. *Crop Protection* 35: 85-90.
- Chalfant, R. B., C. A. Jaworski, A. W. Johnson, and D. R. Summer. 1977. Reflective film mulches on watermelon mosaic virus, insects, nematodes, soil-borne fungi, and yield of yellow summer squash. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102 (1): 11-15.
- Chambers, R. J., S. Long, and N. L. Helyer. 1993. Effectiveness of *Orius laevigatus* and water retention and tomato growth in a soilless medium. *HortScience* 28 (10): 1005-1007.
- Chamorro, M. et al. 2015. Evaluation of biosolarization for the control of charcoal rot disease (*Macrophomina phaseolina*) in strawberry. *Crop Prot.* 67: 279-286.
- Chandel, S., E. J. Allan, and S. Woodward. 2009. Biological control of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* on tomato by *Brevibacillus brevis*. *J. Phytopathol.* 158 (7-8): 470-478.
- Chao, J. Y., B. S. Seo, and S. J. Chung. 1997. Screening and isolation of effective antagonistic rhizobacteria in hydroponics. (In Korean with English summary). *J. Korean Soc. Hort. Sci.* 38 (6): 659-665. c. a. Rev. Plant Pathol. 77: Abstr 4002; 1998.
- Chardonnet, C. and B. Doneche. 1995. Influence of calcium pretreatment on pectic substance evolution in cucumber fruit (*Cucumis sativus*) during *Botrytis cinerea* infection. *Phytoparasitica* 23 (4): 335-344.
- Chen, Y. and G. Dai. 2012. Antifungal activity of plant extracts against *Colletotrichum lagenarium*, the causal agent of anthracnose in cucumber. *J. Sci. Food Agr.* 92 (9): 1937-1943.
- Chen, M. H. and E. B. Nelson. 2008. Seed-colonizing microbes from municipal biosolids compost suppress *Pythium ultimum* damping-off on different plant species. *Phytopathology* 98 (9): 1012-1018.
- Chen, C. Q., R. R. Bélanger, N. Benhamou, and T. C. Paulitz. 1998. Induced systemic resistance (ISR) by *Pseudomonas* spp. impairs pre-and post-infection development of *Pythium aphanidermatum* on cucumber roots. *Europ. J. Plant Pathol.* 104 (9): 877-886.

- Chen, L. H. et al. 2012. Application of *Trichoderma harzianum* SQR- T037 bio-organic fertiliser significantly controls fusarium wilt and affects the microbial communities of continuously cropped soil of cucumber. *J. Soi. Food Agr.* 92: 2465-2470.
- Chen, J. P. et al. 2014. Combination effect of chitosan and methyl jasmonate on controlling *Alternaria alternata* and enhancing activity of cherry tomato fruit defense mechanisms. *Crop Prot.* 56: 31-36.
- Cheah, L. H., B. B. C. Page, and R. Shepherd. 1997. Chitosan coating for inhibition of *Sclerotinia* rot of carrots. *New Zealand J. Crop Hort. Sci.* 25 (1): 89-92.
- Chellemi, D. O., S. M. Olson, and D. J. Mitchell. 1994a. Effects of soil solarization and fumigation on survival of soilborne pathogens of tomato in northern Florida. *Plant Disease* 78 (12): 1167-1172.
- Chellemi, D. O., S. M. Olson, J. W. Scott, D. J. Mitchell, and R. McSorley. 1994b. Reduction of phytoparasitic nematodes on tomato by soil solarization and genotype. *Journal of Nematology* 25 (4 Supp): 800-805.
- Chen, C. Q., R. R. Bélanger, N. Benhamou, and T. C. Paulitz. 1998. Induced systemic resistance (ISR) by *Pseudomonas* spp. impairs pre- and post-infection development of *Pythium aphanidermatum* on cucumber roots. *Europ. J. Plant Pathol.* 104 (9): 877-886.
- Chen, C. Q., R. R. Bélanger, N. Benhamou, and T. C. Paulitz. 1999. Role of salicylic acid in systemic resistance induced by *Pseudomonas* spp. against *Pythium aphanidermatum* in cucumber roots. *Europ. J. Plant Pathol.* 105 (5): 477-486.
- Chen, C. Q., R. R. Bélanger, N. Benhamou, and T. C. Paulitz. 2000. Defense enzymes in cucumber roots by treatment with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and *Pythium aphanidermatum*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 56 (1): 13-23.
- Cherif, M. and R. R. Bélanger. 1992. Use of potassium silicate amendments in recirculating nutrient solutions to suppress *Pythium ultimum* on long English cucumber. *Plant Disease* 76 : 1008-1011.
- Chérif, M., J. G. Menzies, D. L. Ehret, C. Bogdanoff, and R. R. Bélanger. 1994. Yield of cucumber infected with *Pythium aphanidermatum* when grown with soluble silicon. *HortScience* 29 (8): 896-897.
- Chiasson, H., C. Vincent, and D. de Oliveira. 1997. Effect of an insect vacuum device on strawberry pollinators. *Acta Horticulture No.* 437: 373-377.
- Chin-A-Woeng, T. F. C., G. V. Bloemberg, I. H. M. Mulders, L. C. Dekkers, and B. J. J. Lugtenberg 2001. Root colonization by phenazine-1-carboxamide-producing bacterium *Pseudomonas chlororaphis* PCL1391 is essential for biocontrol of tomato foot and root rot. *Molecular Plant Microbe Interactions* 13 (12): 1340-1345.
- Chitrapalam, P., P. J. Figuli, M. E. Matheron, K. V. Subbarao, and B. M. Pryor. 2008. Biocontrol of lettuce drop caused by *Sclerotinia sclerotiorum* and *S. minor* in desert agroecosystem. *Plant Dis.* 92 (12): 1625-1634.
- Choi, H. W. and B. K. Hwang. 2011. Systemic acquired resistance of pepper to microbial pathogens. *J. Phytophol.* 159: 393-400.
- Cline, G. R., J. D. Sedlacek, S. L. Hillman, S. K. Parker, and A. F. Silvernail. 2008. Organic management of cucumber beetles in watermelon and muskmelon production. *HortTechnology* 18: 436-444.
- Cohen, Y. 1994. Local and systemic control of *Phytophthora infestans* in tomato plants by DL-3-amino-n-butanoic acids. *Phytopathology* 84 (1): 55-59.
- Cohen, Y. R. 2002. β -aminobutyric acid-induced resistance against plant pathogens. *Plant Disease* 86 (5): 448-457.
- Cohen, S. and V. Melamed-Madjar. 1978. Prevention by soil mulching of the spread of tomato yellow leaf curl virus transmitted by *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) in Israel. *Bull. Ent. Res.* Israel 68: 465-470.
- Cohen, Y. and U. Gisi. 1994. Systemic translocation of ^{14}C -DL-3-aminobutyric acid in relation to induced resistance against *Phytophthora infestans*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 45 (6): 441-456.
- Cohen, S., Melamed-Madjar, and J. Hameiri. 1974. Prevention of the spread of tomato yellow leaf curl virus transmitted by *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) in Israel. *Bul. Ent. Res.* Israel 64: 193-197.
- Cohen, R., D. Shteinberg, and M. Edelstein. 1996. Suppression of powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in cucumber by the detergent Zohar LQ-215. *European Journal of Plant Pathology* 102 (1): 69-75.
- Cohen, Y., A. E. Rubin, and M. Vaknin. 2011. Post infection application of DL-3-amino-butyric acid (BABA) induces multiple forms of resistance against *Bremia lactucae* in lettuce. *Eur. J. Plant Pathol.* 130: 13-17.
- Cohen, R., N. Omari, A. Porat, and M. Edelstein. 2012. Management of *Macrophomina* wilt in melons using grafting or fungicide soil application: pathological, horticultural and economical aspects. *Crop Protection* 35: 58-63.

- Cohen, R., J. Tyutyunik, E. Fallik, Y. Oka, Y. Tadmor, M. Edelstein. 2014. Phytopathological evaluation of exotic watermelon germplasm as a basis for rootstock breeding. *Sci. Hort.* 165: 203-210.
- Collage, B., M. Navarrete, G. Peyre, T. Mateille, and M. Tchamitchian. 2011. Root-knot nematode (*Meloidogyne*) management in vegetable crop production: the challenge of an agronomic system analysis. *Crop Prot.* 30: 1251-1262.
- Collina, M. 1996. Natural Products against powdery mildew. (In Italian). *Colture Protette* 25 (9): 39-42, c. a. *Hort. Abstr.* 67 (5): 4025; 1977.
- Collins, W. L., and M. H. Jensen. 1983. Hydroponics: a 1983. technology overview. The environmental Research Laboratory, Univ. Ariz., Tucson. 199 p.
- Compant, S., B. Duffy, J. Nowak, C. Clément, and E. A. Barka. (2005). Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospects. *Appl. Env. Microbiol.* 71 (9): 4951-4959.
- Conti, G. A., A. Pianezzola, A. Arnoldi, G. Violini, and D. Maffi. 1996. Possible involvement of salicylic acid in systemic acquired resistance of *Cucumis sativus* against *Sphaerotheca fuliginea*. *European Journal of Plant Pathology* 102 (6): 537-544.
- Conway, K. E., B. D. McCraw, J. E. Motes, and J. L. Sherwood. 1989. Evaluations of mulches and row covers to delay virus diseases and their effects on yield of yellow squash. *Appl. Agric. Res., N. Y.* pp. 201-207.
- Conway, W. S., C. E. Sams, and A. Kelman. 1994. Enhancing the natural resistance of plant tissues to postharvest diseases through calcium applications. *HortScience* 29 (7): 751-754.
- Cooke, L. and G. Little. 2002. The effect of foliar application of phosphonate formulations on the susceptibility of potato tubers to late blight. *Pest Management Science* 58 (1): 17-25.
- Cooper, A. 1982. Nutrient film technique. The English Language Book Society, London, 185 p.
- Cornell University. 1996. Resource guide for organic insect and disease management. Crop management practices. Cucurbit crops. The Internet.
- Coskuntuna, A. and N. Ozer. 2008. Biological control of onion basal rot disease using *Trichoderma harzianum* and induction of antifungal compounds in onion set following seed treatment. *Crop Prot.* 27: 330-336.
- Costa, H. S., D. E. Ullman, M. W. Johnson, and B. E. Tabashnik. 1993a. Antibiotic oxytetracycline interferes with *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) oviposition, development, and ability to induce squash silverleaf. *Annals of the Entomological Society of America* 86 (6): 740-748. (c. a. *Rev. Plant Pathol.* 1995, 74: 389).
- Costa, H. S., K. L. Robb, and C. A. Wilen. 2001. Increased persistence of *Beauveria bassiana* spore viability under high ultraviolet-blocking greenhouse plastic. *HortScience* 36 (6): 1082-1084.
- Costa, H. S., J. Newman, and K. L. Robb. 2003. Ultraviolet-blocking greenhouse plastic films for management of insect pests. *HortScience* 38 (3): 465.
- Coqueiro, D. S. O., M. Maraschin, and R. M. di Piero. 2011. Chitosan reduces bacterial spot severity and acts in phenylpropanoid metabolism in tomato plants. *J. Phytopathol.* 159: 488-494.
- Curlango-Rivera, G. et al. 2013. Measuring root disease suppression in response to compost water extract. *Phytopathology* 103 (3): 255-260.
- Coventry, E., R. Noble, A. Mead, and J. M. Whipps. 2002. Control of *Allium* white rot (*Sclerotium cepivorum*) with composted onion waste. *Soil Biol. Biochem.* 34 (7): 1037-1045.
- Coventry, E., R. Noble, A. Mead, F. R. Marin, J. A. Perez, and J. M. Whipps. 2006. *Allium* white rot suppression with composts and *Trichoderma viride* in relation to sclerotia viability. *Phytopathology* 96 (9): 1009-1020.
- Csizinsky, A. A., D. J. Schuster, and J. B. Kring. 1995. Color mulches influence yield and insect pest populations in tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120 (5): 778-784.
- Csizinsky, A. A., D. J. Schuster, and J. B. Kring. 1997. Evaluation of color mulches and oil sprays for yield and for the control of silver leaf whitefly *Bemisia argentifolii* (Bellows and Perring) on tomatoes. *Crop Protection* 16 (5): 475-481.
- Daayf, F., A. Schmitt, and R. R. Bélanger. 1995. The effects of plant extracts of *Reynoutria sachalinensis* on powdery mildew development and leaf physiology of long English cucumber. *Plant Disease* 79 (6): 577-580.
- Daayf, F., A. Schmitt, and R. R. Bélanger. 1997. Evidence of phytoalexins in cucumber leaves infected with powdery mildew following treatment with leaf extract of *Reynoutria sachalinensis*. *Plant Physiology* 113 (3): 719-727.
- Daayf, F., M. Ongena, R. Boulanger, I. El-Hadrami, and R. R. Bélanger. 2000. Induction of phenolic compounds in two cultivars of cucumber by treatment of healthy and powdery mildew-infected plant with extracts of *Reynoutria sachalinensis*. *J. Chem. Eco.* 26 (7): 1579-1593.

- Daayf, F., L. Adam, and W. G. D. Fernando. 2003. Comparative screening of bacteria for biological control of potato late blight (strain US-8), using in vitro, detached-leaves, and whole-plant testing systems. *Canad. J. Plant Pathol.* 25 (3): 276-284.
- D'aes, J. et al. 2011. Biological control of *Rhizoctonia* root rot on bean by phenazine- and cyclic lipopeptide-producing *Pseudomonas* CMR12a. *Phytopathology* 101 (8): 996-1004.
- Dallagnol, L. J., F. A. Rodrigues, F. A. O. Tanaka, L. Amorim, and L. E. A. Camargo. 2012. Effect of potassium silicate on epidemic components of powdery mildew on melon. *Plant Pathol.* 61: 323-330.
- Da Rocha, A. B. and R. Hammerschmidt. 2005. History and perspectives on the use of disease resistance inducers in horticultural crops. *HortTechnology* 15 (3): 518-529.
- Davis, J. R., J. C. Stark, L. H. Sorensen, and A. T. Schneider. 1994. Interactive effects of nitrogen and phosphorus on Verticillium wilt of Russet Burbank potato. *Amer. Potato. J.* 71 (7): 467-481.
- Davis, R. M., J. J. Hao, M. K. Romberg, J. J. Nunez, and R. F. Smith. 2007. Efficacy of germination stimulants of sclerotia of *Sclerotium cepivorum* for management of white rot of garlic. *Plant Disease* 91 (2): 204-208.
- Davis, A. R. et al. 2008. Cucurbit grafting. *Critical Reviews in Plant Sciences* 27 (1): 50-74.
- Davis, J. R. et al. 2010. Ecological relationships of verticillium wilt suppression of potato by green manures. *Amer. J. Potato Res.* 87 (4): 315-326.
- Dawar, S., M. Tariq, and M. J. Zaki. 2008. Application of *Bacillus* species in control of *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood on cowpea and mash bean. *Pak. J. Bot.* 40 (1): 439-444.
- Dawar, S., S. Wahab, M. Tariq, and J. Zaki. 2010. Application of *Bacillus* species in the control of root rot diseases of crop plants. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 43 (4): 412-418.
- De Cal, A., S. Pascual, and P. Melgarejo. 1997. Involvement of resistance induction by *Penicillium oxalicum* in the biocontrol of tomato wilt. *Plant Pathology* 46 (1): 72-79.
- De Cal, Garcia-Lepe, Pascual, and Melgarejo. 1999. Effects of timing and method of application of *Penicillium oxalicum* on efficacy and duration of control of fusarium wilt of tomato. *Plant Pathol.* 48 (2): 260-266.
- De Ceuster, T. J. J. and H. A. J. Hoitink. 1999. Prospects for composts and biocontrol agents as substitutes for methyl bromide in biological control of plant diseases. *Compost Science & Utilization* 7 (3): 6-15.
- De Curtis, F., G. Lima, D. Vitullo, and V. de Cicco. 2010. Biocontrol of *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii* on tomato by delivering antagonistic bacteria through a drip irrigation system. *Crop Prot.* 29 (7): 663-670.
- De Jonghe, K., D. Hermans, and M. Hofte. 2007. Efficacy of alcohol alkoxylate surfactants differing in the molecular structure of the hydrophilic portion to control *Phytophthora nicotianae* in tomato substrate culture. *Crop. Protection* 26 (10): 1524-1531.
- De Lima, G. S., I. P. Assuncao, and S. M. A. de Oliveira. 1998. Effect of treatment of melon fruits (*Cucumis melo* L.) with different calcium sources on rot caused by *Myrothecium roridum*. (In Portuguese with English Summary). *Summa Phytopathologica* 24 (3/4): 276-279.
- De Meyer, G., K. Capieau, K. Audenaert, A. Buchala, J. P. Metraux, and M. Hofte. 1999. Nanogram amounts of salicylic acid produced by the rhizobacterium *Pseudomonas aeruginosa* 7NSK2 activate the systemic acquired resistance pathway in bean. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 12 (5): 450-458.
- Denner, F. D. N., C. P. Millard, and F. C. Wehner. 2000. Effect of soil solarization and mouldboard ploughing on black dot of potato, caused by *Colletotrichum coccodes*. *Potato Research* 43: 195-201.
- Dennis, J. J. 2001. Progress towards an integrated control strategy for onion white rot disease, including the use of artificial germination stimulants. *Acta. Hort.* No. 555: 117-121.
- Dent, D. 2000. Insect pest management (2nd ed.). CABI Publishing, Wallingford, UK. 410.
- De Sousa da Silva, E. et al. 2012. Net melon resistance to *Didymella bryoniae* according to grafting and potassium levels. *Summa Phytopathologica* 38 (2): 6 p.
- De Vay, J. E. 1991a. Historical review and principles of soil solarization. In: *FAO Plant Production and Protection Paper 109*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.
- De Vay, J. E. 1991b. Use of soil solarization for control of fungal and bacterial plant pathogens including biocontrol. In: *FAO Plant Production and Protection Paper 109*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Dhanavantari, B. N. and A. P. Papadopoulos. 1995. Suppression of bacterial stem rot (*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*) by a high potassium-to-nitrogen ratio in the nutrient solution of hydroponically grown tomato. *Plant Disease* 79 (1): 83.
- Dias, R. de C. S., B. Picó, J. Herraiz, A. Espinós, and F. Nuez. 2002. Modifying root structure of cultivated muskmelon to improve vine decline resistance. *HortScience* 37 (7): 1092-1097.
- Diaz, B. M. et al. 2006. Impact of ultraviolet-blocking plastic films on insect vectors of virus diseases infesting crisp lettuce. *HortScience* 41 (3): 711-716.

- DiFonzo, C. D., D. W. Ragsdale, E. B. Radcliffe, N. C. Gudmestad, and G. A. Secor. 1996. Crop borders reduce potato virus Y incidence in seed potato. *Ann. Appl. Biol.* 129 (2): 289-302.
- Dik, A. T. and Y. Elad. 1999. Comparison of antagonists of *Botrytis cinerea* in greenhouse-grown cucumber and tomato under different climatic conditions. *Europ. J. Plant Pathol.* 15 (2): 129-137.
- Dik, A. J., M. A. Verhaar, and R. R. Bélanger. 1998. Comparison of three biological control agents against cucumber powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in semi-commercial-scale glasshouse trials. *Europ. J. Plant Pathol.* 104 (4): 413-423.
- Dik, A. J., G. Koning, and J. Köhl. 1999. Evaluation of microbial antagonists for biological control of *Botrytis cinerea* stem infection in cucumber and tomato. *Europ. J. Plant Pathol.* 105 (2): 115-122.
- Di Venere, D., V. Linsalata, and V. V. Massignan. 2000. Storage temperature, postharvest treatments, market life and quality of winter melon (*Cucumis melo* L. group *inodorus*). *Acta Hort.* No. 518: 159-165.
- Dixon, G. R. 1981. Vegetable crop diseases. Avi Pub Co., Inc., Westport, Connecticut. 404 p.
- Dixon, G. R. 1996. Repression of the morphogenesis of *Plasmodiophora brassicae* Wor. By boron - a review. *Acta Hort.* No. 407: 393-401.
- Duffy, B. K. and G. Défago. 1999. Macro- and microelement fertilizers influence the severity of *Fusarium* crown and root rot of tomato in soilless production system. *HortScience* 34 (2): 287-291.
- Edelstein, M. et al. 1999. Integrated management of sudden wilt in melons, caused by *Monosporascus cannonballus*, using grafting and reduced rates of methyl bromide. *Plant Dis.* 83: 1142-1145.
- Eikemo, H., A. Stensvand, and A. M. Tronsmo. 2003. Induced resistance as a possible means to control diseases of strawberry caused by *Phytophthora* spp. *Plant Dis.* 87 (4): 345-350.
- Elad, Y., G. Zimand, Y. Zaq. S. Zuriel, and I. Chet. 1993. Use of *Trichoderma harzianum* in combination or alternation with fungicides to control cucumber grey mould (*Botrytis cinerea*) under commercial greenhouse conditions. *Plant Pathol.* 42 (3): 324-332.
- Elad, Y., J. Kohl, and N. J. Fokkema. 1994. Control of infection and sporulation of *Botrytis cinerea* on bean and tomato by saprophytic yeasts. *Phytopathology* 84 (10): 1193-1200.
- El-Ghaouth, A., J. Arul, J. Grenier, N. Benhamou, A. Asselin, and R. Bélanger. 1994. Effect of chitosan on cucumber plants: suppression of *Pythium aphanidermatum* and induction of defense reactions. *Phytopathology* 84 (3): 313-320.
- Elmer, W. H. and F. J. Ferrandino. 2009. Suppression of verticillium wilt eggplant by earthworms. *Plant Dis.* 93 (5): 485-489.
- El-Mougy, N. S., F. Abd-El-Kareem, N. G. El-Gamal, and Y. O. Fatooh. 2004. Application of fungicides alternatives for controlling cowpea root rot disease under greenhouse and field conditions. *Egypt. J. Phytopathol.* 32 (1-2): 23-35.
- El-Mougy, N., N. El-Gamal, and M. Abdalla. 2008. The use of fungicide alternatives for controlling postharvest decay of strawberry and orange fruits. *J. Plant Prot. Res.* 48 (3): 385-396.
- El-Mougy, N. S., M. M. Abdel-Kader, S. M. Lashin, and A. A. Megahed. 2013. Fungicides alternatives as plant resistance inducers against foliar disease incidence of some vegetables grown under plastic houses conditions. *International J. Eng. Innovative Technol.* 3 (6): 71-81.
- El-Shami, M. A., D. E. Salem, F. A. Fadl, and M. M. El-Zayat. 1990b. Soil solarization and plant disease management. III. Effect of solarization of soil infested with *Fusarium* wilt pathogen on the growth and yield of tomatoes. *Agric. Res. Rev. (Cairo)*. 68 (3): 613-623.
- El-Tarabily, K. A., G. E. St. J. Hardy, and K. Sivasithamparam. 2010. Performance of three endophytic actinomycetes in relation to plant growth promotion and biological control of *Pythium aphanidermatum*, a pathogen of cucumber under commercial field production conditions in the United Arab Emirates. *Eur. J. Plant Pathol.* 128: 527-539.
- El-Wakil, N. E. and S. A. Saleh. 2009. Effects of neem and diatomaceous earth against *Myzus persicae* and associated predators in addition to indirect effects on arthropod growth and yield parameters. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 42 (12): 1132-1143.
- El-Zammar, S., Y. Abou-Jawdah, and H. Sobh. 2001. Management of virus diseases of squash in Lebanon. *J. Plant Pathol.* 83 (1): 21-25.
- Entwistle, A. R. 1990. Root diseases, pp. 103-154. In: H. D. Rabinowitch and J. L. Brewster. (eds.). Onions and allied crops. Vol. II. Agronomy, biotic interactions, pathology and crop protection. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.
- Etoh, T. 1994. Recent studies on leaf, flower, stem and root vegetables in Japan. *Hort. Abstr.* 64 (2): 121-129.
- Evans, K. A. 1993. Effects of the addition of chitin to soil on soil-borne pests and diseases. *Crop Protection in Northern Britain 1993*: 189-194. (c. a. Field Crops Abstr. 1994. 47: 1713).
- Falcioni, T. et al. 2014. Effect of salicylic acid treatment on tomato plant physiology and tolerance to potato virus X infection. *Europ. J. Plant Pathol.* 138 (2): 331-345.

- Fallik, E., O. Ziv, S. Grinberg, S. Alkalai, and J. D. Klein. 1997. Bicarbonate solutions control powdery mildew (*Leveillula taurica*) on sweet red pepper and reduce the development of postharvest fruit rotting. *Phytoparasitica* 25 (1): 41-43.
- Fallik, E., S. Grinberg, and O. Ziv. 1997. Potassium bicarbonate reduces postharvest decay development on bell pepper fruits. *J. Hort. Sci.* 72 (1): 35-41.
- Fallik, E., D. D. Archbold, T. R. Hamilton-Kemp, A. M. Clements, R. W. Collins, and M. M. Barth. 1998. (E)-2-hexenal can stimulate *Botrytis cinerea* growth in vitro and on strawberries in vivo during storage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 123 (5): 875-881.
- Fallik, E. et al. 2000. Reduction of postharvest losses of Galia melon by a short hot-water rinse. *Plant Pathol.* 49 (3): 333-338.
- Faria, M. and S. P. Wraight. 2001. Biological control of *Bemisia tabaci* with fungi. *Crop Protection* 20 (9): 767-778.
- Fawe, A., M. Abou-Zaid, J. G. Menzies, and R. R. Bélanger. 1998. Silicon-mediated accumulation of flavonoid phytoalexins in cucumber. *Phytopathology* 88: 396-401.
- Feng, W. and X. Zheng. 2007. Essential oils to control *Alternaria alternata* in vitro and in vivo. *Food Control* 18 (9): 1126-1130.
- Fereres, A. 2000. Barrier crops as a cultural control measure of non-persistently transmitted aphid-borne viruses. *Virus Research* 71 (1/2): 221-231.
- Ferguson, J. J. 2006. General guidelines for organic crop production. University of Florida, IFAS Extension 11 p. The Internet.
- Feussner, I., I. G. Fritz, B. Hause, W. R. Ullrich, and C. Wasternack. 1997. Induction of new lipoxygenase form in cucumber leaves by salicylic acid or 2,6-dichloroisonicotinic acid. *Botanica Acta* 110 (2): 101-108. c. a. *Rev. Plant Pathol.* 76 (11): 9055; 1997.
- Fita, A., B. Picó, C. Roig, and F. Nuez. 2007. Performance of *Cucumis melo* ssp. *agrestis* as a rootstock for melon. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 82 (2): 184-190.
- Fiume, F. 1994. The use of plastic tunnel for soil solarization in protected crops in southern Italy. (In Italian with English summary). *Informatore Fitopatologico* 44 (3): 52-57. (c.a. *Rev. Plant. Pathol.* 1994, 73: 7961).
- Fokkema, N. J. 1993. Opportunities and problems of control of foliar pathogens with micro-organisms. *Pesticide Sci.* 37 (4): 411-416.
- Fontenelle, A. D. B., S. D. Guzzo, C. M. M. Lucon, and R. Harakava. 2011. Growth promotion and induction of resistance in tomato plant against *Xanthomonas euvesicatoria* and *Alternaria solani* by *Trichoderma* spp. *Crop. Prot.* 30: 1492-1500.
- Fortnum, B. A., M. J. Kasperbauer, and D. R. Decoteau. 2000. Effect of mulch surface color on root-knot of tomato grown in simulated beds. *J. Nematol.* 32 (1): 101-109.
- Foster, J. M., R. P. Naegele, and M. K. Hausbeck. 2013. Evaluation of eggplant rootstocks and pepper varieties for potential resistance to isolates of *Phytophthora capsici* from Michigan and New York. *Plant Dis.* 97 (8): 1037-1041.
- Fravel, D. R. 2005. Commercialization and implementation of biocontrol. *Ann. Rev. Phytopathol.* 43: 337-359.
- French-Monar, R. D., F. A. Rodrigues, G. H. Korndorfer, and L. E. Datnoff. 2010. Silicon suppress phytophthora blight on bell pepper. *158 (7/8): 554-560.*
- Frey, S. and T. L. W. Carver. 1998. Induction of systemic resistance in pea powdery mildew by exogenous application of salicylic acid. *J. Phytopathol.* 146 (5/6): 239-245.
- Fulton, R. W. 1986. Practices and precautions in the use of cross protection for plant virus disease control. *Ann. Rev. Phytopathol.* 24: 67-81.
- Gamil, N. A. M. 1995a. Induced resistance in squash plants against powdery mildew by cobalt and phosphate sprays. *Annals of Agricultural Sciences. Moshtohor* 33 (1): 183-194.
- Gamil, N. A. M. 1995b. Aspirin induces resistance to powdery mildew in squash plants. *Annals of Agricultural Science, Mohtohor* 33 (2): 681-691.
- Gamliel, A. and J. Katan. 1991. Involvement of fluorescent Pseudomonads and other microorganisms in increased growth response of plants in solarized soils. *Phytopathology* 81: 494-502.
- Gamliel, A. and J. J. Stapleton. 1993. Effect of chicken compost or ammonium phosphate and solarization on pathogen control, rhizosphere microorganisms, and lettuce growth. *Plant Dis.* 77: 886-891.
- Gamliel, A., A. Grinstein, V. Zilberg, M. Beniches, J. Katan, and O. Ucko. 2000. Control of soilborne diseases by combination of soil solarization and fumigants. *Acta Hort. No. 532: 157-164.*
- Gardner, B. B. M. and D. R. Fravel. 2002. Biological control of plant pathogens: research, commercialization, and application in the USA. 13 p. The Internet.
- Gatto, M. A. et al. 2011. Activity of extracts from wild edible herbs against postharvest fungal disease of fruit and vegetables. *Postharvest Biol. Technol.* 61: 72-82.

- Ge, Y. H. et al. 2015. Postharvest ASM dipping and DPI pre-treatment regulated reactive oxygen species metabolism in muskmelon (*Cucumis melo* L.) fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 99: 160-167.
- Georgakopoulos, D. G., P. Fiddaman, C. Leifert, and N. E. Malathrakis. 2002. Biological control of cucumber and sugarbeet damping-off caused by *Pythium ultimum* with bacterial and fungal antagonists. *J. Appl. Microbiol.* 92 (6): 1078-1086.
- Ghini, R., W. Bettiol, C. A. Spadotto, G. E. de Moraes, L. C. Paraiba, and J. L. de C. Mineiro. 1993. Soil solarization for the control of tomato and eggplant verticillium wilt and its effect on weed and micro-arthropod communities. *Summa Phytoparasitica* 19 (3-4): 183-189 (c. a. Rev. Plant Pathol. 1995, 74: 367).
- Ghoshen, H. Z., K. M. Hameed, M. A. Turk, and A. F. Al-Jamali. 1999. Olive (*Olea europea*) jift suppresses broomrape (*Orobancha* spp.) infection in faba bean (*Vicia faba*), pea (*Pisum sativum*), and tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Weed Technology* 13 (3): 457-460.
- Giannakou, I. O., I. A. Anastasiadis, S. R. Gowen, and D. A. Prophetou-Athanasiadou. 2007. Effects of a non-chemical nematicide combined with soil solarization for the control of root-knot nematodes. *Crop Protection* 26: 1644-1654.
- Gilardi, G. et al. 2013. Integrated management of *Phytophthora capsici* on bell pepper by combining grafting and compost treatment. *Crop Prot.* 53: 13-19.
- Giorgini, M. and G. Viggiani, 1994. Results of an integrated control trial against *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae) on fresh tomatoes in protected cultivation (second crop). (In Italian with English summary). *Informatore fitopatologico* 44 (7-8): 49-53. (c. a. Hort. Abstr. 66: 1457; 1996).
- Giotis, C. et al. 2009. Effect of soil amendments and biological control agents (BCAs) on soil-borne root diseases caused by *Pyrenochaeta lycopersici* and *Verticillium albo-atrum* in organic greenhouse tomato production systems. *Europ. J. Plant Pathol.* 123 (4): 387-400.
- Gnanamanickam, S. S. 2002. Biological control of crop diseases. Marcel Dekker, Inc., N. Y. 468 p.
- Gnanamanickam, S. S., P. Vasudevan, M. S. Reddy, J. W. Klopper, and G. Defago. 2002. Principles of biological control, pp. 1-9. In: S. S. Gnanamaickam (ed.) *Biological control of crop diseases*. Marcel Dekker, Inc., N. Y.
- Godard, J. F., S. Ziadi, C. Monot, D. le Corre and D. Silué. 1999. Benzothiadiazole (BTH) induces resistance in cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) to downy mildew of crucifers caused by *Peronospora parasitica*. *Crop Prot.* 18 (6): 397-405.
- Gogo, E. O. et al. 2014. Microclimate modification and insect pest exclusion using Agronet improve pod yield and quality of French bean. *HortScience* 49 (10): 1298-1304.
- Goldberg, N. P., M. E. Stanghellini, and S. L. Rasmussen. 1992. Filtration as a method for controlling pythium root rot of hydroponically grown cucumbers. *Plant Disease* 76: 777-779.
- Gondim, D. M. F., D. Terao, A. S. Martins-Miranda, I. M. Vasconcelos, and J. T. A. Oliveira. 2008. Benzo-thiazole-7-carbothioic acid S-methyl ester does not protect melon fruits against *Fusarium pallidoroseum* but induces defense responses in melon seedlings. *J. Phytopathol.* 156 (10): 607-614.
- Gong, B. et al. 2013. Efficacy of garlic straw application against root-knot nematodes on tomato. *Sci. Hort.* 161: 49-57.
- Gooding, G. V., Jr. 1975. Inactivation of tobacco mosaic virus in tomato seed with trisodium orthophosphate and sodium hypochlorite. *Plant Disease Reporter* 59: 770-772.
- Gould, H. J. 1987. Protected crops. In: A. J. Burn, T. H. Coaker, and P. C. Jepson (Eds). *Integrated Pest Management*; pp. 403-424. Academic Pr., London.
- Grange, R. I. and D. W. Hand. 1987. A review of the effects of atmospheric humidity on the growth of horticultural crops. *J. Hort. Sci.* 62: 125-134.
- Gravel, V. et al. 2007. Control of greenhouse tomato root rot (*Pythium ultimum*) in hydroponic systems, using plant-growth-promoting microorganisms. *Cand. J. Plant Pathol.* 28 (3): 474-475.
- Greenough, D. R., L. L. Black, and W. P. Bond. 1990. Aluminum-mulch: an approach to the control of tomato spotted wilt virus in solanaceous crops. *Plant Dis.* 74: 805-808.
- Grosch, R. and D. Grote. 1998. Suppression of *Phytophthora nicotianae* by application of *Bacillus subtilis* in closed soilless culture of tomato plants. (In German with English Summary). *Gartenbauwissenschaft* 63 (3): 103-109. c. a. Rev. Plant Pathol. 78: Abstr. 524; 1999.
- Gupta, V. P., H. Bochow, S. Dolej, and I. Fischer. 2000. Plant growth-promoting *Bacillus subtilis* strain as potential inducer of systemic resistance in tomato against *Fusarium* wilt. *Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 107 (2): 145-154.
- Gurjar, M. S., S. Ali, M. Akhtar, and K. S. Singh. 2012. Efficacy of plant extracts in plant disease management. *Agr. Sci.* 3 (3): 425-433.
- Guzmán-Valle, P. et al. 2014. Induction of resistance to *Sclerotium rolfsii* in different varieties of onion by inoculation with *Trichoderma asperellum*. *Europ. J. Plant Pathol.* 138 (2): 223-229.

- Gwinn, K. D. et al. 2010. Role of essential oils in control of Rhizoctonia damping-off in tomato with bioactive Monarda herbage. *Phytopathology* 100 (5): 493-501.
- Haberele, R. and E. Schlosser. 1993. Protective and curative effects of Telmion on *Sphaerotheca fuliginea* on cucumber. Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen. Universiteit Gent. 58 (3b): 1461-1467. c. a. Rev. Plant Pathol. 73 (12): 8012; 1994.
- Hacisalihoglu, G., J. Pingsheng, L. M. Longo, S. Olson, and T. M. Momol. 2007. Bacterial wilt induced changes in nutrient distribution and biomass and the effect of acibenzolar-S-methyl on bacterial wilt in tomato. *Crop Protection* 27 (7): 978-982.
- Hafez, Y. M., Y. A. Bayoumi, Z. Pap., and N. Kappel. 2008. Role of hydrogen peroxide and pharmaplant-turbo against cucumber powdery mildew fungus under organic and inorganic production. *International J. Hort. Sci.* 14 (3): 39-44.
- Hagler, J. R. 2000. Biological control of insects, pp. 207-241. In: J. E. Rechcigl and N. A. Rechcigl (eds.). *Insect pest management*. Lewis Publishers, Boca Raton.
- Haikal, N. Z. 2007. Control of Pythium damping-off of squash (*Cucurbita pepo*) by seed treatment with crop straw and soil by the biocontrol agent *Trichoderma harzianum*. *Plant Pathol. J.* 6: 95-98.
- Haikal, N. Z. 2007. Improving biological control of fusarium root-rot in cucumber (*Cucumis sativus* L.) by allelopathic plant extracts. *International J. Agr. Biol.* 9 (3): 459-461.
- Hamed, H. A. 1999. Biological control of basal stem rot and wilt of cucumber caused by *Pythium ultimum* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*. *African J. Mycol. Biotechnol.* 7 (1): 81-91.
- Hammerschmidt, R. 2004. Induced plant resistance to fungal pathogens: mechanisms and practical applications, pp. 179-206. In: Z. K. Punja (ed.). *Fungal disease resistance in plants: biochemistry, molecular biology, and genetic engineering*. Food Products Press, N. Y.
- Hammerschmidt, R., J. P. Métraux, and L. C. Van Loon. 2001. Inducing resistance: a summary of papers presented at the first international symposium on induced resistance to plant diseases, Corfu, May 2000. *Europ. J. Plant Pathol.* 107: 1-6.
- Hanna, H. Y. 2000. Double-cropping muskmelons with nematode-resistant tomatoes increases yield, but mulch color has no effect. *HortScience* 35 (7): 1213-1214.
- Harel, Y. M., Z. H. Mehari, D. Rav-David, and Y. Elad. 2014. Systemic resistance to gray mold induced in tomato by benzothiadiazole and *Trichoderma harzianum* T39. *Phytopathology* 104 (2): 150-157.
- Harman, G. E. 2000. Myths and dogmas of biocontrol: changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. *Plant Disease* 84 (4): 377-393.
- Harman, G. E. 2006. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. *Phytopathology* 96 (2): 190-194.
- Harrier, L. A. and C. A. Watson. 2003. The role of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable cropping systems. *Adv. Agron.* 20: 185-225.
- Harrison, Y. A. and A. Stewart. 1988. Selection of fungal antagonists for biological control of onion white rot in New Zealand. *N. Z. J. Exp. Agr.* 16 (3): 249-256.
- Hartmann, H. T. and D. E. Kester. 1983. (4th ed.). *Plant Propagation: principles and practices*. Prentice/Hall International, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. 727 p.
- Hartz, T. K., C. R. Bogle, D. A. Bender, and F. A. Avila. 1989. Control of pink root disease in onion using solarization and fumigation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114: 587-590.
- Hartz, T. K., J. E. De Vay, and C. L. Elmore. 1993. Solarization is an effective soil disinfection technique for strawberry production. *HortScience* 28: 104-106.
- Hashem, M. and K. A. Abo-Elyousr. 2011. Management of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on tomato with combinations of different biocontrol organisms. *Crop Prot.* 30: 285-292.
- Hass, B., D. M. Glen, P. Brain and L. A. Hughes. 1999. Targeting biocontrol with the slug-parasitic nematode *Phasmarhabditis hermaphrodita* in slug feeding areas: a model study. *Biocontrol Science and Technology* 9 (4): 587-598.
- Hassan, M. A. E. and H. Bauchenauer. 2009. Enhanced control of bacterial wilt of tomato by DL-3-aminobutyric acid and the fluorescent *Pseudomonas* isolate CW2. *J. Plant Dis. Prot.* 115 (5): 199-207.
- Hassenberg, K., M. Geyer, and W. B. Herppich. 2010. Effect of acetic acid vapour on the natural microflora and *Botrytis cinerea* of strawberries. *Europ. J. Hort. Sci.* 75: 141-146.
- Helbig, J. 2001. Biological control of *Botrytis cinerea* Pers. Ex Fr. in strawberry by *Paenibacillus polymyxa* (isolate 18191). *J. Phytopathol.* 149 (5): 265-273.
- Helbig, J. 2002. Ability of the antagonistic yeast *Cryptococcus albidus* to control *Botrytis cinerea* in strawberry. *Biocontrol* 47 (1): 85-99.
- Herman, M. A. B., B. A. Nault, and C. D. Smart. 2008. Effects of plant growth-promoting rhizobacteria on bell pepper production and green peach aphid infestations in New York. *Crop Protection* 27 (6): 996-1002.

- Herman, M. A. B., J. K. Davidson, and C. D. Smart. 2008. Induction of plant defense gene expression by plant activators and *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* in greenhouse-grown tomatoes. *Phytopathology* 98 (11): 1226-1232.
- Hershenhorn, J. et al. 1996. Role of pepper (*Capsicum annuum*) as a trap and catch crop for control of *Orobanche aegyptiaca* and *O. cernua*. *Weed Sci.* 44 (4): 948-951.
- Hibar, K., M. Daami-Remadi, W. Hamada, and M. El-Mahjoub. 2006. Bio-fungicides as an alternative for tomato *Fusarium* crown and root rot control. *Tunisian J. Plant Prot.* 1 (1): 19-29.
- Hijwegen, T. and M. A. Verhaar. 1995. Effects of cucumber genotype on the induction of resistance to powdery mildew, *Sphaerotheca fuliginea*, by 2,6-dichloroisonicotinic acid. *Plant Pathology* 44 (4): 756-762.
- Hilje, L., H. S. Costa, P. A. Stansly. 2001. Cultural practices for managing *Bemisia tabaci* and associated viral diseases. *Crop Prot.* 20 (9): 801-812.
- Himmeistein, J. C., J. E. Maul, and K. L. everts. 2014. Impact of five cover crop green manures and actinovate on fusarium wilt of watermelon. *Plant Dis.* 98 (7): 965-972.
- Hoffland, E., J. Hakulinen, and J. A. van Pelt. 1996. Comparison of systemic resistance induced by avirulent and nonpathogenic *Pseudomonas* species. *Phytopathology* 86: 757-762.
- Hoffland, E., M. J. Jeger, and M. L. van Beusichem. 2000. Effect of nitrogen supply rate on disease resistance in tomato depends on the pathogen. *Plant and Soil* 218: 239-247.
- Hoitink, H. A. J., A. G. Stone, and D. Y. Han. 1997. Suppression of plant diseases by composts. *HortScience* 32 (2): 184-187.
- Holt, J., J. Colvin, and V. Muniyappa. 1999. Identifying control strategies for tomato leaf curl virus disease using an epidemiological model. *J. App. Ecol.* 36 (5): 625-633.
- Holzinger, A., D. Nagendra-Prasad, and G. Huys. 2011. Plant protection potential and ultrastructure of *Bacillus subtilis* 3A25. *Crop Prot.* 30: 739-744.
- Honda, N., M. Hirai, T. Ano, and M. Shoda. 1999. Control of tomato damping-off caused by *Rhizoctonia solani* by the heterotrophic nitrifier *Alcaligenes faecalis* and its product, hydroxylamine. *Ann. Phytopathol. Soc. Jap.* 65 (2): 153-162.
- Hong, J. K., B. K. Hwang, and C. H. Kim. 1999. Induction of local and systemic resistance to *Colletotrichum coccodes* in pepper plants by DL- β -amino-n-butyric acid. *J. Phytopathol.* 147 (4): 193-198.
- Horinouchi, H. et al. 2008. Control of fusarium crown and root rot of tomato in a soil system by combination of a plant growth-promoting fungus, *Fusarium equiseti*, and biodegradable pots. *Crop Protection* 27 (3-5): 859-864.
- Horticulture Australia. 2005. Control of sclerotinia diseases. *VEGE notes.* 4 p. The Internet.
- Hu, K. D., L. Y. Hu, Y. H. Li, Y. S. Liu, and H. Zang. 2014. Hydrogen sulfide acts as a fungicide to alleviate senescence and decay in fresh-cut sweet potato. *HortScience* 49 (7): 938-943.
- Huang, Y., B. J. Deverall, W. H. Tang, W. Wang, and F. W. Wu. 2000. Foliar application of acibenzolar-S-methyl and protection of postharvest rock melons and Hami melons from disease. *Europ. J. Plant Pathol.* 106: 651-656.
- Huang, H. C., R. S. Erickson, and T. F. Hsieh. 2007. Control of bacterial wilt of bean (*Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*) by seed treatment with *Rhizobium leguminosarum*. *Crop Protection* 26 (7): 1055-1061.
- Huang, Y., C. K. Xu, L. Ma, K. Q. Zhang, C. Q. Duan, and M. H. Mo. 2010. Characterisation of volatiles produced from *Bacillus megaterium* YFM3.25 and their nematocidal activity against *Meloidogyne incognita*. *Europ. J. Plant Pathol.* 126 (3): 417-422.
- Huang, C. H., P. D. Roberts, and L. E. Datnoff. 2011. Silicon suppresses fusarium crown and root rot of tomato. *J. Phytopathol.* 159 (7/8): 546-554.
- Huang, C. H. et al. 2012. Effect of application frequency and reduced rates of acibenzolar-S-methyl on the field efficacy of induced resistance against bacterial spot on tomato. *Plant Dis.* 96 (2): 221-227.
- Huber, D. M. and R. D. Graham. 1999. The role of nutrition in crop resistance and tolerance to diseases, pp. 169-226. In: Z. Rengel (ed.). *Mineral nutrition of crops.* Food Products Press, N. Y.
- Ijani, A. S. M., R. B. Mabagala, and S. Nchimbi-Mosolla. 2000. Efficacy of different control methods applied separately and in combination in managing root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in common beans. *Europ. J. Plant Pathol.* 106: 1-10.
- Ippolito, A. and F. Nigro. 2000. Impact of preharvest application of biological control agent on postharvest diseases of fresh fruits and vegetables *Crop Prot.* 19 (8-10): 715-723.
- Isakeit, T. and G. Philley. 2007. Disease management. In: *Vegetable handbook.*
- <http://aggie-horticulture.tamu.edu/extension/veg handbook/chapter7/ch...>
- Islam, T. M. and K. Toyota. 2004. Suppression of bacterial wilt of tomato by *Ralstonia solanacearum* by incorporation of composts in soil and possible mechanisms. *Microbes and environments* 19 (1): 53-60.
- Islam, S. Z., M. Babadoost, and Y. Honda. 2002. Effect of red light treatment of seedlings of pepper, pumpkin, and tomato on the occurrence of phytophthora damping-off. *HortScience* 37 (4): 678-681.

- Islam, S. Z., M. Babadoost, S. Bekal, and K. Lambert. 2008. Red light-induced systemic disease resistance against root-knot nematode *Meloidogyne javanica* and *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* DC 3000. J. Phytopathol. 156: 708-714.
- Islam, M. S., H. M. K. Bashir, M. I. A. Howlader, J. U. Sarker, and M. H. Al-Mamun. 2013. Effect of grafting on watermelon growth and yield. Khon Kaen Agr. J. 41 Suppl. 1.
- Issa-Zacharia, A., Y. Kamitani, H. S. Muhimbula, and B. K. Ndabikunze. 2010. A review of microbiological safety of fruits and vegetables and the introduction of electrolyzed water as an alternative to sodium hypochlorite solution. African J. Food Sci. 4 (13): 778-789.
- Jacobsen, B. 2002. Biological control of potato pathogens, pp. 179-189. In: S. S. Gnanamanickam (ed.). Biological control of crop diseases. Marcel Dekker, Inc., N. Y.
- Jacobson, R., A. Greenberger, J. Katan M. Levi, and H. Alon. 1980. Control of Egyptian broomrape (*Orobanche aegyptiaca*) and other weeds by means of solar heating of soil by polyethylene mulching. Weed Sci. 28: 312-316.
- Jaime, M. D. L. A., T. Hsiang, and M. R. McDonald. 2008. Effects of *Glomus intraradices* and onion cultivar on *Allium* white rot development in organic soils in Ontario. Canad. J. Plant Pathol. 30 (4): 543-553.
- Jakab, G., V. Cottier, V. Toquin, G. R. Rigoli, L. Zimmerli, J. P. Métraux, and B. Mauch-Mani. 2001. β -Aminobutyric acid-induced resistance in plants. Europ. J. Plant Pathol. 107: 29-37.
- Jarvis, W. R. 1989. Managing diseases in greenhouse crops. Plant Disease 73: 190-194.
- Javed, N., S. R. Gowen, S. A. El-Hassan, M. Inam-ul-Haq, F. Shahina and B. Pembroke. 2008. Efficacy of neem (*Azadirachta indica*) formulations on biology of root-knot nematodes (*Meloidogyne javanica*) on tomato. Crop Protection 27 (1): 36-43.
- Jayaraj, J., M. Rahman, A. Van, and Z. K. Punja. 2009. Enhanced resistance to foliar fungal pathogens in carrot by application of elicitors. Ann. App. Biol. 155 (1): 71-80.
- Jensen, B. D., A. O. Latunde-Dada, D. Hudson, and J. A. Lucas. 1998. Production of *Brassica* seedlings against downy mildew and damping-off by seed treatment with CGA 245704, an activator of systemic acquired resistance. Pesticide Sci. 52 (1): 63-69.
- Jensen, M. H., M. Valenzuela, and D. D. Fangmeyer. 1999. Using non-woven floating covers on summer squash for exclusion of whitefly-transmitted Gemini viruses. Plasticulture No. 118: 14-19.
- Jetiyanon, K. and J. W. Kloepper. 2002. Mixtures of plant growth-promoting rhizobacteria for induction of systemic resistance against multiple plant diseases. Biological Control 24 (3): 285-291.
- Ji, P. et al. 2006. Integrated biological control of bacterial speck and spot of tomato under field conditions using foliar biological control agents and plant growth-promoting rhizobacteria. Biol. Cont. 36 (3): 358-367.
- Jiang, J. F., J. G. Li, and Y. H. Dong. 2013. Effect of calcium nutrition on resistance of tomato against bacterial wilt induced by *Ralstonia solanacearum*. Europ. J. Plant Pathol. 136 (3): 547-555.
- Jogaiah, S., M. Abdelrahman, L. S. P. Tran, and I. Shin-Ichi. 2013. Characterization of rhizosphere fungi that mediate resistance in tomato against bacterial wilt disease. J. Exp. Bot. 64 (12): 3829-3842.
- Johnson, D. A., D. A. Inglis, and J. S. Miller. 2004. Control of potato tuber rots caused by oomycetes with foliar applications of phosphorous acid. Plant Disease 88 (10): 1153-1159.
- Jones, E. E. and A. Stewart. 1997. Biological control of *Sclerotinia minor* in lettuce using *Trichoderma* species. Proc. 50th N. Z. Plant Prot. Conf., 154-158.
- Joshi, D., K. S. Hooda, J. C. Bhatt, B. L. Mina, and H. S. Gupta. 2009. Suppressive effects of composts on soil-borne and foliar diseases of French bean in the field in the western Indian Himalayas. Crop Prot. 28 (7): 608-615.
- Kang, N. J. 2008. Inhibition of powdery mildew development and activation of antioxidant enzymes by induction of oxidative stress with foliar application of a mixture of riboflavin and methionine in cucumber. Sci. Hort. 118 (3): 181-188.
- Kandan, A., R. R. Commare, R. Nandakumar, M. Ramiah, T. Raguchander, and R. Samiyappan. 2002. Induction of phenyl-propanoid metabolism by *Pseudomonas fluorescens* against tomato spotted wilt virus in tomato. Folia Microbiologica 47(2): 121-129.
- Kammerich, J., S. Beckmann, I. Scharafat, and J. Ludwig-Müller. 2014. Suppression of the clubroot pathogen *Plasmodiophora brassicae* by plant growth promoting formulations in roots of two *Brassica* species. Plant Pathol. 63 (4): 846-857.
- Kaskavalci, G. 2007. Effects of soil solarization and organic amendment treatments for controlling *Meloidogyne incognita* in tomato cultivars in Western Anatolia. Turkish J. Agr. For. 31: 159-167.
- Kaskavalci, G., Y. Tuzel, O. Dura, and G. B. Oztekin. 2009. Effects of alternative methods against *Meloidogyne incognita* in organic tomato production. Ekoloji 18 (72): 23-31.
- Kasperbauer, M. J. 2004. Colored mulch starves nematodes – red plastic mulch, nematodes antidote. The Internet.

- Kasuya, M., A. R. Olivier, Y. Ota, M. Tojo, H. Honjo, and R. Fukui. 2006. Induction of soil suppressiveness against *Rhizoctonia solani* by incorporation of dried plant residues into soil. *Phytopathology* 96 (12): 1372-1379.
- Katan, J. 1980. Solar pasteurization of soils for disease control: studies and prospects. *Plant Dis.* 64: 450-454.
- Kay, S. T. and A. Stewart. 1994. Evaluation of fungal antagonists for control of onion white rot in soil box trials. *Plant Pathol.* 43 (2): 371-377.
- Keinath, A. P. and R. L. Hassell. 2014. Control of fusarium wilt of watermelon by grafting onto bottlegourd or interspecific hybrid squash despite colonization of rootstocks by *Fusarium*. *Plant Dis.* 98 (2): 255-266.
- Keinath, A. P. and R. L. Hassell. 2014. Suppression of fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* race 2 on grafted triploid watermelon. *Plant Dis.* 98(10): 1326-1332.
- Kerkeni, A., M. Daami-Remadi, N. Tarchoun, and M. Ben Khedher. 2008. Effect of bacterial isolates obtained from animal manure compost extracts on the development of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. *Asian J. Plant Pathol.* 2 (1): 15-23.
- Khalil, S., Hultberg, and B. W. Alsanius. 2009. Effects of growing medium on the interactions between biocontrol agents and tomato root pathogens in a closed hydroponic system. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 84 (5): 489-494.
- Khan, J., J. J. Ooka, S. A. Miller, L. V. Madden, and H. A. J. Hoitink. 2004. Systemic resistance induced by *Trichoderma hamatum* 382 in cucumber against *Phytophthora* crown rot and leaf blight. *Plant Dis.* 88 (3): 280-286.
- Khastini, R. O., T. Ogawara, Y. Sato, and K. Narisawa. 2014. Control of fusarium wilt in melon by the fungal endophyte *Cadophora* sp. *Europ. J. Plant Pathol.* 139 (2): 339-348.
- Kim, M. A. and S. J. Choi. 2002. Induction of gray mold rot resistance by methyl salicylate application in strawberry fruits. (In Korean with English summary). *J. Korean Soc. Hort. Sci.* 43 (1): 29-33. *c. a. Hort. Abstr.* 72 (9): Abstr. 8049; 2002).
- King, S. R., A. R. Davis, W. Liu, and A. Levi. 2008. Grafting for disease resistance. *HortScience* 43 (6): 1673-1676.
- Klasse, H. J. 1996. Calcium cyanamide – an effective tool to control clubroot – a review. *Acta Hort.* No. 407: 403-409.
- Kloepper, J. W., C. M. Ryu, and S. Zhang. 2004. Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp. *Phytopathology* 94: 1259-1266.
- Kobayashi, F., H. Ikeura, S. Ohsato, T. Goto, and M. Tamaki. 2011. Disinfection using ozone microbubbles to inactivate *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* and *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*. *Crop Prot.* 30: 1514-1518.
- Koch, E. et al. 2010. Evaluation of non-chemical seed treatment methods for the control of *Alternaria dauci* and *A. radicina* on carrot seeds. *Europ. J. Plant Pathol.* 127 (1): 99-112.
- Kokalis-Burelle, N. 2002. Biological control of tomato diseases, pp. 225-262. In: S. S. Gnanamanickam (ed.). *Biological control of crop diseases*. Marcel Dekker, Inc., N. Y.
- Kosaka, Y. and T. Fukunishi. 1997. Multiple inoculation with three attenuated viruses for the control of cucumber virus disease. *Plant Disease* 81: 733-738.
- Koron, D., S. Sonjak, and M. Regvar. 2014. Effects of non-chemical soil fumigant treatments on root colonization with arbuscular mycorrhizal fungi and strawberry fruit production. *Crop Prot.* 55: 35-41.
- Kousik, C. S., D. C. Sanders, and D. F. Ritchie 1996. Mixed genotypes combined with copper sprays to manage bacterial spot of peppers. *Phytopathology* 86: 502-508.
- Kraft, J. M. and W. Boge. 2001. Root characteristics in pea in relation to compaction and *Fusarium* root rot. *Plant Dis.* 85 (9): 936-940.
- Kring, T. B. and D. J. Schuster. 1992. Management of insects on pepper and tomato with UV-reflective mulches. *Florida Entomologist* 75: 119-129.
- Kromann, P. et al. 2012. Use of phosphate to manage foliar potato late blight in developing countries. *Plant Dis.* 96 (7): 1008-1015.
- Kuč, J. 2001. Concepts and direction of induced systemic resistance in plants and its application. *Europ. J. Plant Pathol.* 107: 7-12.
- Kuepper, G. 2004. Thrips management alternatives in the field. ATTRA Pub. No. IP132. 6 p. The Internet.
- Kuepper, G. and P. Sullivan. 2004. Organic alternatives for late blight control in potatoes. ATTRA. 8 p. The Internet.
- Kumar, P. and A. K. Sood. Integration of antagonistic rhizobacteria and soil solarization for the management of bacterial wilt of tomato caused by *Ralstonia solanacearum*. *Indian Phytopathology* 54 (1): 12-15.
- Kunwar, S. et al. 2015. Grafting using rootstocks with resistance to *Ralstonia solanacearum* against *Meloidogyne incognita* in tomato production. *Plant Disease* 99 (1): 119-124.

- Labbé, R. M., D. R. Gillespie, C. Cloutier, and J. Brodeur. 2009. Compatibility of an entomopathogenic fungus with a predator and a parasitoid in the biological control of greenhouse whitefly. *Biocontrol Science and Technology* 19 (4): 429-446.
- Labrada, R. 2010. Non-chemical alternatives to methyl bromide for soil-borne pest control. 13 p. The Internet.
- Lafontaine, P. J. and N. Benjamou. 1996. Chitosan treatment: an emerging strategy for enhancing resistance of greenhouse tomato plants to infection by *Fusarium oxysporium* f. sp. *radicis-lycopersici*. *Biocontrol Science and Technology* 6 (1): 111-124.
- Lang, J. M., D. H. Gent, and H. F. Schwartz. 2007. Management of *Xanthomonas* leaf blight of onion with bacteriophages and a plant activator. *Plant Disease* 91 (7): 871-878.
- Larentzaki, E., A. M. Shelton, and J. Plate. 2008. Effect of kaolin particle film on *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae), oviposition, feeding and development on onions: a lab and field case study. *Crop Protection* 27 (3-5): 727-734.
- Larkin, R. P. 2008. Relative effects of biological amendments and crop rotations on soil microbial communities and soilborne diseases of potato. *Soil Biol. Biochem.* 40 (6): 1341-1351.
- Larkin, R. P. and S. Tavantzis. 2013. Use of biocontrol organisms and compost amendments for improved control of soilborne diseases and increased potato production. *Amer. J. Potato Res.* 90: 261-270.
- Latha, P., T. Anand, N. Ragupathi, V. Prakasam, and R. Samlyappan. 2009. Antimicrobial activity of plant extracts and induction of systemic resistance in tomato plants by mixtures of PGPR strains and Zimmu leaf extract against *Alternaria solani*. *Biological Control* 50 (2): 85-93.
- Lazarovits, G. 2010. Managing soilborne disease of potatoes using ecologically based approaches. *Am. J. Potato Res.* 87: 401-411.
- Lebeda, A. and Y. Cohen. 2011. Cucurbit downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*) – biology, ecology, epidemiology, host-pathogen interaction and control. *Eur. J. Plant Pathol.* 129: 157-192.
- Lee, J. M. 1994. Cultivation of grafted vegetables. I. Current status, grafting methods, and benefits. *HortScience* 29 (4): 235-239.
- Lee, S. W. et al. 2010. *Pseudomonas* sp. LSW25R, antagonistic to plant pathogens, promoted plant growth, and reduced blossom-end rot of tomato fruit in a hydroponic system. *Europ. J. Plant Pathol.* 126 (1): 1-11.
- Legard, D. E., C. L. Xiao, J. C. Mertely, and C. K. Chaadler. 2000. Effects of plant spacing and control on incidence of Botrytis fruit rot in annual Strawberry. *Plant Dis.* 84 (5): 531-538.
- Leyva, M. O. et al. 2008. Preventive and post-infection control of *Botrytis cinerea* in tomato plants by hexanoic acid. *Plant Pathol.* 57 (6): 1038-1046.
- Li, L. et al. 2012. Screening and partial characterization of *Bacillus* with potential applications in biocontrol of cucumber fusarium wilt. *Crop Protection* 35 : 29-35.
- Li, B. et al. 2013. Effect of chitosan solution on the inhibition of *Acidovorax citrulli* causing bacterial fruit blotch of watermelon. *J. Sci. Food Agr.* 93 (5): 1010-1015.
- Lievens, B., K. Vaes, J. Coosemans, and J. Ryckebroer. 2001. Systemic resistance induced in cucumber against Pythium root rot by source separated household waste and yard trimmings composts. *Compost. Science & Utilization* 9 (3): 221-229.
- Liew, C. L. and R. K. Prange. 1994. Effect of ozone and storage temperature on postharvest diseases and physiology of carrots (*Daucus carota* L.). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119 (3): 563-567.
- Liljeroth, E., T. Bengtsson, L. Wiik, and E. Andreasson. 2010. Induced resistance in potato to *Phytophthora infestans* – effects of BABA in greenhouse and field tests with different potato varieties. *Europ. J. Plant Pathol.* 127 (2): 171-183.
- Lillo, C., V. Bjordal, K. Johansen, T. Nettelund, R. E. Pedersen, E. Svendsen, L. Solyberg, P. Ruoff, and S. O. Grimstad. 1993. Effects of membrane filtration on organic matter and viable bacteria in recirculating nutrient solution in greenhouse. *Acta Agriculture Scandinavica. Section B, Soil and Plant Science* (43 (2): 121-124. (c. a. Hort. Abstr. 65: 1243; 1995).
- Lin, T. C. and H. Ishii. 2009. Accumulation of H₂O₂ in xylem fluids of cucumber stems during ASM-induced systemic acquired resistance (SAR) involves increased LOX activity and transient accumulation of shikimic acid. *Europ. J. Plant Pathol.* 125 (1): 119-130.
- Lin, C. H., S. T. Hsu, K. C. Tzeng, and J. F. Wang. 2008. Application of a preliminary screen to select locally adapted resistant rootstock and soil amendment for integrated management of tomato bacterial wilt in Taiwan. *Plant Dis.* 92 (6): 909-916.
- Liu, H. C., Z. J. Kin, Y. G. Tian, and A. M. Yu. 1995. Control of *Fusarium* in watermelon by grafting in successive seasons. (In Chinese). *China Vegetables No. 1: 12-14. c. a. Rev. Plant Pathol.* 76 (8): 6534; 1997.
- Liu, L., J. W. Kloepper, and S. Tuzun. 1995a. Induction of systemic resistance in cucumber against *Fusarium* wilt by plant growth-promoting rhizobacteria. *Phytopathology* 85: 695-698.
- Liu, F. et al. 2010. Control effects of some plant extracts against cucumber powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) and their stability study. *Europ. J. Hort. Sci.* 75 (4): 147-152.

- Liu, C. H. et al. 2011. Postharvest UV-B irradiation maintains sensory qualities and enhances antioxidant capacity in tomato fruit during storage. *Postharvest Biol. Technol.* 59 (3): 232-237.
- Liu, H. X. et al. 2014. Biological control of Ralstonia wilt, Phytophthora blight, Meloidogyne root-knot on bell pepper by the combination of *Bacillus subtilis* AR12, *Bacillus subtilis* SM21 and *Chryseobacterium* sp. R89. *Europ. J. Plant Pathol.* 139 (1): 107-116.
- Liu, Y. Y. et al. 2014. Effect of postharvest acibenzolar-S-methyl dipping on phenylpropanoid pathway metabolism in muskmelon (*Cucumis melo* L.) fruits. *Sci. Hort.* 168: 113-119.
- Lobato, M. C. et al. 2008. Phosphite compounds reduce disease severity in potato seed tubers and foliage. *Europ. J. Plant Pathol.* 122 (3): 349-358.
- Lobato, M. C. et al. 2011. Effect of foliar applications of phosphite on post-harvest potato tubers. *Eur. J. Plant Pathol.* 130: 155-163.
- Loganathan, M. et al. 2010. *Trichoderma* and chitin mixture based bioformulation for management of head rot (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) deBary)-root-knot (*Meloidogyne incognita* Kofoid and White, Chitwood) complex diseases of cabbage. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 43 (10): 1011-1024.
- Louws, F. J., M. Wilson, H. L. Campbell, D. A. Cuppels, J. B. Jones, P. B. Shoemaker, F. Sahin, and S. A. Miller. 2001. Field control of bacterial spot and bacterial speck of tomato using a plant activator. *Plant Disease* 85: 481-488.
- Louws, F. J. et al. 2001. Field control of bacterial spot and bacterial speck of tomato using a plant activator. *Plant Dis.* 85 (5): 481-488.
- Louws, F. J., C. L. Rivard, and C. Kubota. 2010. Grafting fruiting vegetables to manage soilborne pathogens, foliar pathogens, arthropods and weeds. *Sci. Hort.* 127: 127-146.
- Lowery, D. T., K. C. Eastwell, and M. J. Smirle. 1997. Neem seed oil inhibits aphid transmission of potato virus Y to pepper. *Annals of Applied Biology* 130 (2): 217-225.
- Ma, L. P. et al., 1996. The inhibitory effects of compost extracts on cucumber downy mildew and the possible mechanism: (In Chinese with English summary). *Acta Phytopathologica Sinica* 23 (1): 56-60. c. a. *Rev. Plant Pathol.* 75 (10): 6714; 1996.
- Ma, L. P., F. Gao, and X. W. Qiao. 1999. Efficacy of compost extracts to cucumber wilt (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*) and its mechanisms. (In Chinese with English summary). *Acta Phytopathologica Sinica* 29 (3): 270-274. c. a. *Rev. Plant Pathol.* 79 (2): Abstr. 1187; 2000.
- Mahdy, A. M. M., M. H. Abd El-Mageed, M. A. Hafez, and G. A. Ahmed. 2006. Using alternatives to control cucumber powdery mildew under green- and commercial protected-house conditions. *Fayum J. Agr. Res. & Dev.* 20 (2): 121-138.
- Maheshwari, S. K. and L. C. Saini. 1992. Black leg of potato and its control. *Agricultural Science Digest (Karnal)* 12 (1): 53-54. (c. a. *Rev. Plant Pathol.* 1995; 74; 349).
- Maheshwari, C. U. and A. Sankaralingam. 2010. Role of toxin produced by *Alternaria alternata* in leaf blight of watermelon and its degradation by biocontrol agents. *Arch. Phytopathol. Plant Prot.* 43 (1): 41-50.
- Manikandan, R. and T. Raguchander. 2014. *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* retardation through induction of defense response in tomato plants using a liquid formulation of *Pseudomonas fluorescens* (PFI). *Europ. J. Plant Pathol.* 140 (3): 469-480.
- Manjunath, M. et al. 2010. Biocontrol potential of cyanobacterial metabolites against damping off disease caused by *Pythium aphanidermatum* in solanaceous vegetables. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 43 (7): 666-677.
- Mansour, A. N. 1997. Prevention of mosaic virus diseases of squash with oil spray alone or combined with insecticide or aluminum soil mulch. *Dirasat. Agricultural Sciences* 24 (2): 146-151.
- Marco, S. 1993. Incidence of nonpersistently transmitted viruses in pepper sprayed with whitewash, oil and insecticide, alone or combined. *Plant Disease* 77 (11): 1119-1122.
- Marco, S., O. Ziv, and R. Cohen. 1994. Suppression of powdery mildew in squash by applications of whitewash, clay and antitranspirant materials. *Phytopathology* 22 (1): 19-29.
- Marcucci, E., M. P. Aleandri, G. Chilosi, and P. Magro. 2010. Induced resistance by β -aminobutyric acid in artichoke against white mould caused by *Sclerotinia sclerotiorum* J. *Phytopathol.* 158: 659-667.
- Mari, M., M. Guizzardi, M. Brunelli, and A. Folchi 1996. Postharvest biological control of grey mould (*Botrytis cinerea* Pers.: Fr.) on fresh-market tomatoes with *Bacillus amyloliquefaciens*. *Crop Protection* 15 (8): 699-705.
- Markakis, E. A., S. E. Tjamos, I. Chatzipavlidis, P. P. Antoniou, E. J. Paplomatas. 2008. Evaluation of compost amendments for control of vascular diseases. *J. Phytopathol.* 156 (10): 622-627.
- Marquenie, D. et al. 2002. Inactivation of conidia of *Botrytis cinerea* and *Monilinia fructigena* using UV-C and heat treatment. *Int. J. Food Microbiol.* 74 (1-2): 27-35.
- Martin, W. R., Jr. 1997. Using entomopathogenic nematodes to control insects during stand establishment. *HortScience* 32 (2): 196-198.

- Martin, F. N. 2003. Development of alternative strategies for management of soilborne pathogens currently controlled with methyl bromide. *Ann. Rev. Phytopathol.* 41: 325-350.
- Martinez, F., S. Castillo, E. Carmona, and M. Avilés. 2010. Dissemination of *Phytophthora cactorum*, cause of crown rot in strawberry, in open and closed soilless growing systems and the potential for control using slow sand filtration. *Sci. Hort.* 125 (4): 756-760.
- Martinez-Medina, A., J. A. Pascual, E. Lloret, A. Roldán. 2009. Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and *Trichoderma harzianum* and their effects on Fusarium wilt in melon plants grown in seedling nurseries. *J. Sci. Food Agr.* 89 (11): 1843-1850.
- Mashela, P. W., H. A. Shimelis, and F. N. Mudau. 2008. Comparison of the efficacy of ground wild cucumber fruits, aldibar and fenamiphos on suppression of *Meloiogyne incognita* in tomato. *J. Phytopathol.* 156 (5): 264-267.
- Matheron, M. E. and M. Porchas. 2002. Suppression of Phytophthora root and crown rot on pepper plants treated with Acibenzolar-S-methyl. *Plant Disease* 86 (3): 292-297.
- Matsui, M. 1995. Efficiency of *Encarsia formosa* Gahan in suppressing population density of *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring on tomatoes in plastic greenhouse. (In Japanese with English summary). *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology* 39 (1): 25-31. (c. a. Hort. Abstr. 66: 526; 1996).
- Maude, R. B. 1990. Leaf diseases of onions, pp. 173-189. In: H. D. Rabinowitch and J. L. Brewster (eds.). Onions and allied crops. Vol. II Agronomy, biotic interactions, pathology, and crop protection. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.
- Mauromicale, G., A. Lo Monaco, A. M. G. Longo, and A. Restuccia. 2005. Soil solarization, a nonchemical method to control branched broomrape (*Orobanche ramosa*) and improve the yield of greenhouse tomato. *Weed Sci.* 53 (6): 877-883.
- Mayton, H., K. Myers, and W. E. Fry. 2008. Potato late blight in tubers - the role of foliar phosphonate applications in suppressing pre-harvest tuber infections. *Crop Protection* 27 (6): 943-950.
- McAvoy, T., J. H. Freeman, S. L. Rideout, S. M. Olson, and M. L. Paret. 2012. Evaluation of grafting using hybrid rootstocks for management of bacterial wilt in field tomato production. *HortScience* 47 (5): 621-625.
- McCarty II, D. G., S. E. E. Inwood, and B. H. Ownley. 2014. Field evaluation of carbon sources for anaerobic soil disinfestation in tomato and bell pepper production in Tennessee. *HorScience* 49 (3): 272-280.
- McConchie, R., K. McDonald, B. Anwaral, and S. C. Morris 2007. Systemic acquired resistance as a strategy for disease management in rockmelon (*Cucumis melo* var. *reticulatus*). *Acta Hort.* No. 731: 205-210.
- McGrath, M. T. and N. Shishkoff. 1999. Evaluation of biocompatible products for managing cucurbit powdery mildew. *Crop Protection* 18 (7): 471-478.
- McGrath, M. T. and N. Shishkoff. 2000. Control of cucurbit powdery mildew with JMS Stylet-Oil. *Plant Dis.* 84 (9): 989-993.
- McKay, A. G., R. M. Floyd, and C. J. Boyd. 1992. Phosphonic acid controls downy mildew (*Peronospora parasitica*) in cauliflower curds. *Aust. J. Exp. Agr.* 32 (1): 127-129.
- McLean, K. L. and A. Stewart. 2000. Application strategies for control of onion white rot by fungal antagonists. *N. Z. J. Crop Hort. Sci.* 28 (2): 115-122.
- McQuilken, M. P., J. M. Whipps, and J. M. Lynch. 1994. Effects of water extracts of a composted manure-straw mixture on the plant pathogen *Botrytis cinerea*. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 10 (1): 20-26 (c. a. Rev. Plant Pathol. 1994, 73; 7127).
- McKuria, T., P. Blaaser, U. Steiner, and H. W. Dechne. 1999. Bryophytes as a new source of antifungal substances in crop protection, pp. 483-490. In: H. Lyr, P. E. Russell, J. W. Dehne, and H. D. Sisler (eds.). Modern fungicides and antifungal compounds II. Intercept Limited, Andover, UK.
- Mednyánszky, Z., A. S. Szabó, and J. Simon. 1994. Effect of synergolux treatment on vegetables during storage. *Acta Hort.* No. 368: 281-284.
- Menzies, J., P. Bowen, D. Ehret, and A. D. M. Glass. 1992. Foliar applications of potassium silicate reduce severity of powdery mildew on cucumber, muskmelon, and zucchini squash. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117 (6): 902-905.
- Mercier, J., M. Baka, B. Reddy, R. Corcuff, and J. Arul. 2001. Shortwave ultraviolet irradiation for control of decay caused by *Botrytis cinerea* in bell pepper: induced resistance and germicidal effects. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 126 (1): 128-133.
- Messiha, N. A. S. et al. 2007. Biological soil disinfestations (BSD), a new control method for potato brown rot, caused by *Ralstonia solanacearum* race 3 biovar 2. *Europ. J. Plant Pathol.* 117 (4): 403-415.
- Miller, J. C., Jr., S. Rajapakse, and R. K. Garber. 1986. Vesicular-arbuscular mycorrhizae in vegetable crops. *HortScience* 21: 974-984.
- Mine, Y., R. Sakiyama, and H. Saka. 2002. Methodological evaluation of slow sand filters on microbe removal and performance of the filtration system against the spread of tomato bacterial wilt in NFT system. (In Japanese with English summary). *J. Jap. Soc. Hort. Sci.* 71 (1): 107-113. c. a. Rev. Plant Pathol. 81 (9): 8703; 2002.

- Mitchell, J., M. Gaskell, R. Smith, C. Fouche, and S. T. Koike. 2000. Soil management and soil quality for organic crops. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 7248. 5 p.
- Mizubuti, E. S. G., V. L. Junior, and G. A. Forbes. 2007. Management of late blight with alternative products. *Pest Technology* 1 (2): 106-116.
- Mohaghegh, P. et al. 2011. Effect of silicon nutrition on oxidative stress induced by *Phytophthora melonis* infection in cucumber. *Plant Dis.* 95 (4): 455-460.
- Molinari, S. and N. Baser. 2010. Induction of resistance to root-knot nematodes by SAR elicitors in tomato. *Crop Prot.* 29 (11): 1354-1362.
- Molloy, C., L. H. Cheah, and J. P. Koolaard. 2004. Induced resistance against *Sclerotinia sclerotiorum* in carrots treated with enzymatically hydrolysed chitosan. *Postharvest Biol. Technol.* 32: 61-65.
- Monfort, W. S., A. S. Csinos, J. Desaeger, K. Seebold, T. M. Webster, and J. C. Diaz-Perez. 2007. Evaluating *Brassica* species as an alternative control measure for root-knot nematode (*M. incognita*) in Georgia vegetable plasticulture. *Crop Protection* 26 (9): 1359-1368.
- Mosa, A. A. 1997. Effect of foliar application of phosphates on cucumber powdery mildew. *Annals of Agricultural Science (Cairo)* 42 (1): 241-255.
- Mossop, D. W. and C. H. Procter. 1975. Cross protection of glasshouse tomatoes against tobacco mosaic virus. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture* 3 (4): 343-348.
- Mukherjee, S. and H. S. Tripathi. 2000. Biological and chemical control of wilt complex of French bean. *J. Mycol. Plant Pathol.* 30 (3): 380-385.
- Mulder, A., L. J. Turkensteen, and A. Bouman. 1992. Perspectives of green-crop-harvesting to control soil-borne and storage of seed potatoes. *Netherlands J. Plant Pathol.* 98 (2): 103-114.
- Mulrooney, R. P. 2008. Rotation periods to control vegetable diseases. Cooperative Extension. University of Delaware. The Internet.
- Munoz, Z., A. Moret, and S. Garcés. 2008. Assessment of chitosan for inhibition of *Colletotrichum* sp. on tomatoes and grapes. *Crop Prot.* 28 (1): 36-40.
- Nagendra-Prasad, D., N. Sudhakar, K. Murugesan, and N. Mohan. 2009. Application of ozone on induction of resistance in *Vigna unguiculata* cv. Co 6. against fusarium wilt. *Arch. Phytopathol. Plant Prot.* 42 (7): 633-642.
- Narusaka, Y., M. Narusaka, T. Horio, and H. Ishii. 1999. Comparison of local and systemic induction of acquired disease resistance in cucumber plants treated with benzothiazoles or salicylic acid. *Plant and Cell Physiology* 40 (4): 388-395.
- Narusaka, Y., M. Narusaka, T. Horio, and H. Ishii. 1999. Induction of disease resistance in cucumber by acibenzolar-S-methyl and expression of resistance-related genes. *Ann. Phytopathol. Soc. Japan* 65 (2): 116-122.
- Natwick, E. T. and A. Durazo, III. 1985. Polyester covers protect vegetables from whiteflies and virus disease. *Calif. Agr.* 39 (7/8): 21-22.
- Navi, S. S. and R. Bandyopadhyay. 2002. Biological control of fungal plant pathogens, pp. 354-365. In: J. M. Waller, J. M. Lenné, and S. J. Waller (eds.). *Plant pathologist's pocketbook* (3rd ed.) CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Neeraja, C. et al. 2010. Biotechnological approaches to develop bacterial chitinases as a bioshield against fungal diseases of plants. *Critical Rev. Biotechnol.* 30 (3): 231-241.
- Neeta, S., U. Verma, and P. Awasthi. 2006. A combination of the yeast *Candida utilis* and chitosan fruit rot in tomato caused by *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler and *Geotrichum candidum* Link ex Pers. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 81 (6): 1052-1056.
- Nega, E., R. Ulrich, S. Werner, and M. Jahn. 2003. 2003 Hot water treatment of vegetable seed - an alternative seed treatment method to control seed borne pathogens in organic farming. *J. Plant Dis. Prot.* 110 (3): 220-234.
- Nelson, N. O. and R. R. Janke. 2007. Phosphorus and management in organic production systems. *HortTechnology* 17: 442-454.
- Neubauer, C. and B. Heitmann. 2014. Biofumigation potential of Brassicaceae cultivars to *Verticillium dahliae*. *Europ. J. Plant Pathol.* 140 (2): 341-352.
- Nielsen, C. J., D. M. Ferrin, and M. E. Stanghellini. 2006. Efficacy of biosurfactants in the management of *Phytophthora capsici* on pepper in recirculating hydroponic systems. *Canad. J. Plant Pathol.* 28 (3): 450-460.
- Nihouls, P. 1993. Asynchronous populations of *Phytoseiulus persimilis* Athias - Henriot and effective control of *Tetranychus urticae* Koch on tomatoes under glass. *J. Hort. Sci.* 68 (4): 581-588.
- Nijoroge, S. M. C., M. B. Riley, and A. P. Keinath. 2008. Effect of incorporation of *Brassica* spp. residues on population densities of soilborne microorganisms and on damping-off and fusarium wilt of watermelon. *Plant Disease* 92 (2): 287-294.

- Nisini, P. T., G. Colla, E. Granati, O. Temperini, P. Crino, and F. Saccardo. 2002. Rootstock resistance to fusarium wilt and effect on fruit yield and quality of two muskmelon cultivars. *Sci. Hort.* 93: 281-288.
- Noble, R. and E. Coventry. 2005. Suppression of soil-borne plant diseases with composts: a review. *Biocontrol Sci. Technol.* 15 (1): 3-20.
- Ntirampemba, G., B. E. Langlois, D. D. Archbold, T. R. Hamilton-Kemp, and M. M. Barth. 1998. Microbial populations of *Botrytis cinerea*-inoculated strawberry fruit exposed to four volatile compounds. *Journal of Food Protection* 61 (10): 1352-1357.
- Oberti, D. 1995. Use of slow sand filters and pre-filters in NFT culture of head lettuces. (In French). *Revue Horticole Suisse* 68 (11/12): 25-36. c. a. Hort. Abstr. 66: Abstr. 8530; 1997.
- Oostendorp, M., W. Kunz, B. Dietrich, and T. Staub. 2001. Induced disease resistance in plants by chemicals. *Europ. J. Plant Pathol.* 107: 19-28.
- Ohio State University Extension. 2005. Ohio vegetable production guide 2005. Bulletin 672. 279 p.
- Ojha, S. and N. C. Chatterjee. 2011. Mycoparasitism of *Trichoderma* spp. in biocontrol of fusarial wilt of tomato. *Arch. Phytopathol. Plant Prot.* 44 (8): 771-782.
- Oka, Y., R. Offenbach, and S. Pivonia. 2004. Pepper rootstock graft compatibility and response to *Meloidogyne javanica* and *M. incognita*. *J. Nematol.* 36 (2): 137-141.
- Oka, Y., N. Shapira, and P. Fine. 2007. Control of root-knot nematodes in organic farming systems by organic amendments and soil solarization. *Crop Protection* 26 (10): 1556-1565.
- Olivier, C., D. E. Halseth, E. S. G. Mizubuti, and R. Loria. 1998. Postharvest application of organic and inorganic salts for suppression of silver scurf on potato tubers. *Plant Dis.* 82 (2): 213-217.
- Oiliver, C., C. R. MacNeil, and R. Loria. 1999. Application of organic and inorganic salts to field-grown potato tuber can suppress silver scurf during potato storage. *Plant Dis.* 83 (9): 814-818.
- Olivieri, F. P. et al. 2012. Phosphite application induce molecular modifications in potato tuber periderm and cortex that enhance resistance to pathogens. *Crop Prot.* 32: 1-6.
- Olmez, H. and U. Kretzschmar. 2009. Potential alternative disinfection methods for organic fresh-cut industry for minimizing water consumption and environmental impact. *Food Sci. Technol.* 42 (3): 686- 693.
- Omar, S. A., N. A. I. Osman, and A. A. Hanafi. 1996. Controlling white rot disease in onion using alfalfa saponin. *Bull. Fac. Agr., Univ. Cairo* 47: 319-330.
- Ondiaka, S., N. K. Maniania, G. H. N. Nyamasyo, and J. H. Nderitu. 2008. Virulence of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* to sweet potato weevil *Cylas puncticollis* and effects on fecundity and egg viability. *Annals of Applied Biology* 153 (1): 41-48.
- Ongena, M., A. Giger, P. Jacques, J. Dommes, and P. Thonart. 2002. Study of bacterial determinants involved in the induction of systemic resistance in bean by *Pseudomonas putida* BTP1. *Europ. J. Plant Pathol.* 108 (3): 187-196.
- Oparaeke, A. M., M. C. Dike, and C. I. Amatobi. 2005. Botanical pesticide mixtures for insect pest management on cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp plants - 2. The pod borer, *Maruca vitrata* Fab. (Lepidoptera: Pyralidae) and pod sucking bug, *Clavigralla tomentosicollis* Stal (Heteroptera: Coreidae). *Agricultura Tropica et Subtropica* 38 (2): 33.
- Orober, M., J. Siegrist, and H. Buchenauer. 1999. Induction of systemic acquired resistance in cucumber by foliar phosphate application, pp. 339-348. In: H. Lyr, P. E. Russell, H. W. Dehne, and H. D. Sisler (eds). *Modern fungicides and antifungal compounds II*. Intercept Limited, Andover, UK.
- Orober, M., J. Siegrist, and H. Buchenauer. 2002. Mechanisms of phosphate-induced disease resistance in cucumber. *Europ. J. Plant Pathol.* 108: 345-353.
- Oseto, C. Y. 2000. Physical control of insects, pp. 25-100. In: J. E. Rechcigl and N. A. Rechcigl (eds.). *Insect pest management*. Lewis Publishers, Boca Raton.
- OSU, Oklahoma State University. 2014. Mechanical pest controls. Oklahoma Cooperative Extension Service. HLA-6432. 4 p. The Internet.
- Ovadia, A., R. Biton, and Y. Cohen. 2000. Induced resistance to downy mildew and fusarium wilt in cucurbits. *Acta Hort.* No. 510: 55-59.
- Owolade, O. F. and D. O. Ogunlet. 2008. Effects of titanium dioxide on the diseases, development and yield of edible cowpea. *J. Plant Prot. Res.* 48 (3).
- Paik, S. P., S. K. Kyumg, J. J. Kim, and Y. S. Oh. 1996. Effect of bioactive substance extracted from *Rheum undulatum* on control of cucumber powdery mildew. *Korean J. Plant Pathol.* 12 (1): 85-90. c. a. *Rev. Plant Pathol.* 76 (2): 183; 1997.
- Pajot, E., D. le Corre, and D. Silué. 2001. Phytograd and DL- β -amino butyric acid (BABA) induce resistance to downy mildew (*Bremia lactucae*) in lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Europ. J. Plant Pathol.* 107 (9): 861-869.

- Pal, K. K. and B. M. Gardener. 2006. Biological control of plant pathogens. The Plant Health Instructor DOI: 10.1094/PHI-A-2006-1117-02. The Internet. 25 p.
- Palmer, C. L., R. K. Horst, and R. W. Langhans. 1997. Use of bicarbonates to inhibit in vitro colony growth of *Botrytis cinerea*. Plant Dis. 81: 1432-1438.
- Palti, J. 1981. Cultural practices and infectious crop diseases. Springer-Verlag, Berlin. 243 p.
- Pane, C., G. Celano, D. Vilecco, and M. Zaccardelli. 2012. Control of *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata* and *Pyrenochaeta lycopersici* on tomato with whey compost-tea applications. Crop Prot. 38: 80-86.
- Pavlou, G. C., D. J. Vakalounakis, and E. K. Ligoxigakis. 2002. Control of root and stem rot of cucumber, caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*, by grafting onto resistant rootstocks. Plant Dis. 86 (4): 379-382.
- Peacock, L. and G. A. Norton. 1990. A critical analysis of organic vegetable crop protection in the U. K. Agriculture, Ecosystems & Environment 31 (3): 187-197.
- Pentangelo, A., A. Carboni, G. Grssi, I. Giordano, and A. Ragozzino. 1999. Use of agri-fabric tissue to protect processing tomato from CMV and TSWV. Acta Hort. No. 487: 171-178.
- Peralta, L. and L. Hilje. 1993. Intention to control *Bemisia tabaci* on tomato with systemic insecticides incorporated in beans as a trap crop, plus oil applications. (In Spanish with English summary). Manejo Integrado de Plagas No. 30: 21-23. (c. a. Hort. Asbtr. 65: 2195; 1995).
- Pereira, J. C. R., G. M. Chaves, L. Zambolim, K. Matsuoka, R. S. Acuna, and F. X. R. do Vale. 1996. Control of *Sclerotium cepirorum* by the use of vermicompost, solarization, *Trichoderma harzianum* and *Bacillus subtilis*. (In Portuguese with English Summary). Summa Phytopathologica 22 (3/4): 228-234. c. a. Rev. Plant Pathol. 77 (2): Abstr. 1267; 1998.
- Perring, T., R. Royalty, and C. A. Farrar. 1989. Floating row covers for the exclusion of virus vectors and the effect on disease incidence and yield of cantaloupe. J. Econ. Entomol. 82: 1709-1715.
- Perring, T. M., C. A. Farrar, M. J. Blua, H. L. Wang, and D. Gonsalves. 1995. Cross protection of cantaloupe with a mild strain of zucchini yellow mosaic virus: effectiveness and application. Crop Production 14 (7): 601-606.
- Pharand, B., O. Carisse, and N. Benhamou. 2002. Cytological aspects of compost-mediated induced resistance against fusarium crown and root rot in tomato. Phytopathology 92 (4): 424-438.
- Pieterse, C. M. J. et al. 2001. Rhizobacteria-mediated induced systemic resistance: triggering, signaling and expression. European Journal of Plant Pathology 107: 51-61.
- Pill, W. G., C. M. Collins, B. Goldberger, and N. Gregory. 2009. Responses of non-primed or primed seeds of 'Marketmore 76' cucumber (*Cucumis sativus* L.) slurry coated with *Trichoderma* species to planting in growth media infested with *Pythium aphanidermatum*. Sci. Hort. 121 (1): 54-62.
- Pinese, B., A. T. Lisle, M. D. Ramsey, K. H. Halfpapp, and S. de Faveri. 1994. Control of aphid-borne papaya ringspot potyvirus in zucchini marrow (*Cucubita pepo*) with reflective mulches and mineral oil-insecticide sprays. International Journal of Plant Management 40 (1): 81-87.
- Plotto, A., D. D. Roberts, and R. G. Roberts. 2003. Evaluation of plant essential oils as natural postharvest disease control of tomato (*Lycopersicon esculentum*). Acta Hort. No. 628: 737-745.
- Polanco, L. R. et al. 2014. Management of anthracnose in common bean by foliar sprays of potassium silicate, sodium molybdate, and fungicide. Plant Dis. 98 (1): 84-89.
- Pombo, M. A., H. G. Rosli, G. A. Martinez, and P. M. Civello. 2011. UV-C treatment affects the expression and activity of defense genes in strawberry fruit (*Fragaria x ananassa*, Duch). Postharvest Biol. Technol. 59: 94-102.
- Porras, M., C. Barrau, and F. Romero. 2006. Effects of soil solarization and *Trichoderma* on strawberry production. Crop Protection 26 (5): 782-787.
- Porras, M., C. Barrau, F. T. Arroyo, B. Santos, C. Blanco, and F. Romero. 2007. Reduction of *Phytophthora cactorum* in strawberry fields by *Trichoderma* spp. and soil solarization. Plant Dis. 91 (2): 142-146.
- Porter, L. D., N. Dasgupta, and D. A. Johnson. 2005. Effects of tuber depth and soil moisture on infection of potato tubers in soil by *Phytophthora infestans*. Plant Dis. 89 (2): 146-152.
- Postma, J. et al. 2001. Disease suppressive soils culture systems; characterization of its microflora. Acta Hort. No. 554: 323-331.
- Poverenov, E. et al. 2014. Effects of chitosan-gelatin edible coating on postharvest quality and storability of red bell peppers. Postharvest Biol. Technol. 96: 106-109.
- Prekins-Veazie, P. and J. K. Collins. 1995. Strawberry fruit quality and its maintenance in postharvest environments. Adv. Strawberry Res. 14: 1-8.
- Premachandra, W. T. S. D., H. Mampitiyarachchi, and L. Ebssa, 2014. Nemato-toxic potential of betel (*Piper betle* L.) (Piperaceae) leaf. Crop Prot. 65: 1-5.
- Prithiviraj, B., U. Singh, K. P. Singh, and K. Plank-Schumacher. 1998. Field evaluation of ajoene, a constituent of garlic (*Allium sativum*) and neemazal, a product of neem (*Azadirachta indica*) for the control of powdery mildew (*Erysiphe pisi*) of pea (*Pisum sativum*). Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 105 (3): 274-278. c. a. Rev. Plant Pathol. 78 (9): 6236, 1999.
- Pulitz, T. C. and R. R. Bélanger. 2001. Biological control in greenhouse systems. Ann. Rev. Phytopathol. 39: 103-133.

- Pullman, G. S., J. E. De Vay, C. L., Elmore, and W. H. Hart. 1984. Soil solarization: a non-chemical method for controlling diseases and pests. Univ. Calif., Div. Agric. & Nat. Res. Leaflet 21377.8 p.
- Pung, H. and S. Cross. 2014. Alternative fungicides for *Sclerotinia* disease control of horticultural crops. Serve-Ag Research Pty Ltd. The Internet.
- Punja, Z. K. and R. S. Utkhede. 2003. Using fungi and yeasts to manage vegetable crop diseases. Trends in Biotechnol. 21 (9): 400-407.
- Qadir, A. and F. Hashinaga. 2001. Inhibition of postharvest decay of fruits by nitrous oxide. Postharvest Biology and Technology 22: 279-283.
- Quarles, W. 2007. Least-toxic controls of plant diseases. Brooklyn Botanic Garden. 8 p. The Internet.
- Raj, H. and I. J. Kapoor. 1997. Possible management of Fusarium wilt of tomato by soil amendments with composts. Indian Phytopathology 50 (3): 387-395.
- Ramamoorthy, V. and R. Samiyappan. 2001. Induction of defense-related genes in *Pseudomonas fluorescens* - treated chilli plants in response to infection by *Colletotrichum capsici*. J. Mycol. Plant Pathol. 31 (2): 146-155.
- Ramamoorthy, V., T. Reguchander, and R. Samiyappan. 2002. Induction of defense-related proteins in tomato roots treated with *Pseudomonas fluorescens* Pfl and *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Plant and Soil 239 (1): 55-68.
- Ramamoorthy, V., T. Raguchander, and R. Samiyappan. 2002. Enhancing resistance of tomato and hot pepper to Pythium diseases by seed treatment with fluorescent Pseudomonads. Europ. J. Plant Pathol. 108 (5): 429-441.
- Ranganna, B., A. C. Kushalappa, and G. S. V. Raghavan. 1997. Ultraviolet irradiance to control dry rot and soft rot of potato in storage. Canad. J. Plant Pathol. 19 (1): 30-35.
- Rankin, L. and T. C. Paulitz. 1994. Evaluation of rhizosphere bacteria for greenhouse. (In Spanish with English summary). Horticulture Argentina 14 (37): 44-51. c. a. Rev. Plant Pathol. 76 (10): 8147; 1997.
- Rapisarda, C. et al. 2006. UV-absorbing plastic films for the control of *Bemisia tabaci* (Gennadius) and tomato yellow leaf curl disease (TYLCD) in protected cultivations in Sicily (South Italy). Acta Hort. No. 719: 597-604.
- Rattink, H. 1993. Biological control of fusarium crown and root rot of tomato on a recirculation substrate system. Mededlingen von de Faculteit Landbouwwetenschappen, Universiteit Gent 58 (3b): 1329-1336. (c. a. Hort. Abstr. 65: 2189, 1995).
- Raupach, G. S. and J. W. Klopper. 1998. Mixtures of plant growth-promoting rhizobacteria enhance biological control of multiple cucumber pathogens. Phytopathology 88 (11): 1158-1164.
- Raupach, G. S. and J. W. Klopper. 2000. Biocontrol of cucumber diseases in the field by plant growth-promoting rhizobacteria with and without methyl bromide fumigation. Plant Dis. 84: 1073-1075.
- Raupach, G. S., L. Liu, J. F. Murphy, S. Tuzun, and J. W. Klopper. 1996. induced systemic resistance in cucumber and tomato against cucumber mosaic cucumovirus using plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR). Plant Disease 80: 891-894.
- Raviv, M. and R. Reuveni. 1998. Fungal photomorphogenesis: a basis for the control of foliar diseases using photosensitive covering materials for greenhouse. HortScience 33 (6): 925-929.
- Reddy, M. V. B., P. Angers, F. Gastaigne, and J. Arul. 2000. Chitosan effects on blackmold rot and pathogenic factors produced by *Alternaria alternata* in postharvest tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125 (6): 742-747.
- Reitz, S. R., G. Maiorino, S. Olson, R. Sprengel, A. Crescenzi, and M. T. Momol. 2008. Integrating plant essential oils and kaolin for the sustainable management of thrips and tomato spotted wilt on tomato. Plant Dis. 92 (6): 878-886.
- Reuveni, R. and M. Raviv. 1997. Control of downy mildew in greenhouse-grown cucumbers using blue photosensitive polyethylene sheets. Plant Disease 81 (9): 999-1004.
- Reuveni, M., V. Agapov, and R. Reuveni. 1993. Induction of systemic resistance to powdery mildew and growth increase in cucumber by phosphates. Biological Agriculture & Horticulture 9 (4): 305-315.
- Reuveni, M., V. Agapov, and R. Reuveni. 1995. Suppression of cucumber powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) by foliar sprays of phosphate and potassium salts. Plant Pathology 44 (1): 31-39.
- Reuveni, M., V. Agapov, and R. Reuveni. 1996. Controlling powdery mildew caused by *Sphaerotheca fuliginea* in cucumber by foliar sprays of phosphate and potassium salts. Crop Protection 15 (1): 49-53.
- Rezende, J. A. M. and D. A. Pacheco. 1998. Control of papaya ringspot virus-type W in zucchini squash by cross-protection in Brazil. Plant Dis. 82: 171-175.
- Ribas-Agusti, A. 2013. Effects of different organic anti-fungal treatments on tomato plant productivity and selected nutritional components of tomato fruit. J. Hort. Sci. Biotechnol. 88 (1): 67-72.

- Ricárdez-Salinas, M., M. V. Huitrón-Ramírez, J. C. Tello-Marquina, and F. Camacho-Ferre. 2010. Planting density for grafted melon as an alternative to methyl bromide use in Mexico. *Sci. Hort.* 126 (2): 236-241.
- Ristaino, J. B. and W. Thomas. 1997. Agriculture, methyl bromide, and the ozone hole - can we fill the gaps?. *Plant Dis.* 81 (9): 964-977.
- Ristaino, J. B., K. B. Perry, and R. D. Lumsden. 1991. Effect of solarization and *Gliocladium virens* on *Sclerotium rolfsii*, soil microbiota, and the incidence of southern blight of tomato. *Phytopathology* 81: 1117-1124.
- Rivard, C. L. and F. J. Louws. 2008. Grafting to manage soilborne diseases in heirloom tomato production. *HortScience* 43: 2104-2111.
- Rivard, C. L., S. O'Connell, M. M. Peet, and F. J. Louws. 2010. Grafting tomato with interspecific rootstock to manage diseases caused by *Sclerotium rolfsii* and southern root-knot nematode. *Plant Dis.* 94 (8): 1015-1021.
- Rivard, C. L., S. O'Connell, M. M. Peet, R. M. Welker, and F. J. Louws. 2012. Grafting tomato to manage bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum* in the southeastern United States. *Plant Dis.* 96 (7): 973-978.
- Roberts, P. D. et al. 2008. Evaluation of spray programs containing famoxadone plus cymoxanil, acibenzolar-S-methyl, and *Bacillus subtilis* compared to copper sprays for management of bacterial spot on tomato. *Crop Prot.* 27 (12): 1519-1526.
- Robinson, J. 2007. Insect management. In: vegetable handbook. <<http://aggie-horticulture.tamu.edu/extension/veghandbook/chapter6/ch...>>.
- Rocha, A. B. O., S. L. Honorio, C. L. Messias, M. Oton, and P. A. Gomez. 2015. Effect of UV-C radiation and fluorescent light to control postharvest soft rot in potato seed tubers. *Sci. Hort.* 181: 174-181.
- Rod, J. 1994. The use of soil solarization to control clubroot (*Plasmodiophora brassicae*). *Ochrana Rostlin* 30 (3): 183-188. (c. a. Rev. *Plant Pathol.* 1994, 73: 7953).
- Rodrigues, F. A. et al. 2010. Foliar spray of potassium silicate on the control of angular leaf spot on beans. *J. Plant Nutr.* 33 (14): 2082-2093.
- Rodriguez, Pérez, A., S. Diaz. Hernández, and L. Gallo Llobet. 2005. Eradication of *Phytophthora nicotianae* and *Rhizoctonia solani* by double layer solarization in tomato seedbeds. *Acta Hort.* No. 698: 207-211.
- Romero, A. M. and D. F. Ritchie. 2004. Systemic acquired resistance delays race shifts to major resistance genes in bell pepper. *Phytopathology* 94: 1376-1382.
- Romero, A. M., C. S. Kousik, and D. F. Ritchie. 2001. Resistance to bacterial spot in bell pepper induced by acibenzolar-S-methyl. *Plant Dis.* 85 (2): 189-194.
- Hong, J. C. et al. 2011. Management of bacterial wilt in tomatoes with thymol and acibenzolar-S-methyl. *Crop Prot.* 30: 1340-1345.
- Rosa, E. A. S. and P. M. F. Rodrigues, 1999. Towards a more sustainable agriculture system: the effect of glucosinolates on the control of soil-borne diseases. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 74 (6): 667-674.
- Rui, C. H. and B. Z. Zheng. 1990. Yellow sticky traps combined with a mixture of insecticides for the integrated control of glasshouse whitefly. (In Chinese with English summary). *Acta Agriculturae Universitatis Pekinensis* 16 (4): 429-435 (c. a. Hort. Abstr. 64: 3678; 1994).
- Sadif-Zouaoui, N., et al. 2008. Ability of moderately halophilic bacteria to control grey mould disease on tomato fruits. *J. Phytopathol.* 156 (1): 42-52.
- Sahebani, N. and N. Hadavi. 2009. Induction of H₂O₂ and related enzymes in tomato roots infected with root knot nematode (*M. javanica*) by several chemical and microbial elicitors. *Biocontrol Science and Technology* 19 (3): 301-313.
- Saindon, G., H. C. Huang, and G. C. Kozub. 1995. White mold avoidance and agronomic attributes of upright common beans grown at multiple planting densities in narrow rows. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120 (5): 843-847.
- Sakata, Y., M. Sugiyama, T. Ohara, and M. Morishita. 2006. Influence of rootstocks on the resistance of grafted cucumber (*Cucumis sativus* L.) scions to powdery mildew (*Podosphaera xanthii* U. Braun & N. Shishkoff). *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 75 (2): 135-140.
- Sakata, Y., O. Takayoshi, and S. Mitsuhiro. 2007. The history and present state of the grafting of cucurbitaceous vegetables in Japan. *Acta Hort.* No. 731: 159-170.
- Saligkari, I. D., F. T. Gravanis, and H. A. S. Epton. 2002. Biological control of *Botrytis cinerea* on tomato plants by the use of epiphytic yeasts *Candida guilliermondii* strains 101 and US 7 and *Candida oleophila* strain 1-182:1 in vivo studies. *Biological Control* 25 (2): 143-150.
- Sameza, M. L. et al. 2014. Potential use of *Eucalyptus globules* essential oil against *Phytophthora colocasiae* the causal agent of taro leaf blight. *Europ. J. Plant Pathol.* 140 (2): 243-250.
- Samuels, A. L., A. D. M. Glass, D. L. Ehret, and J. G. Menzies. 1991. Mobility and deposition of silicon in cucumber plants. *Plant, Cell and Environment* 14: 485-492.

- Samuels, A. L., A. D. M. Glass, D. L. Ehret, and J. G. Menzies. 1993. The effects of silicon supplementation on cucumber fruit: changes in surface characteristics. *Ann. Bot.* 72 (5): 433-440.
- Sánchez-Rojo, S. et al. 2011. Salicylic acid protects potato plants from phytoplasma-associated stress and improves tuber photosynthate assimilation. *Amer. J. Potato Res.* 88 (2): 175-183.
- Sang, M. K., J. G. Kim, and K. D. Kim. 2010. Biocontrol activity and induction of systemic resistance in pepper by compost water extracts against *Phytophthora capsici*. *Phytopathology* 100 (8): 774-783.
- Sang, M. K. et al. 2014. Priming-mediated systemic resistance in cucumber induced by *Pseudomonas azotoformans* GC-B19 and *Paenibacillus elgii* MM-B22 against *Colletotrichum orbiculare*. *Phytopathology* 104 (8): 834-842.
- Sang, M. K., J. D. Kim, B. S. Kim, and K. D. Kim. 2011. Root treatment with rhizobacteria antagonistic to phytophthora blight affects anthracnose occurrence, ripening, and yield of pepper fruit in the plastic house and field. *Phytopathology* 101 (6): 666-678.
- Sariah, M. and K. Tanaka. 1995. Effect of flooding on the viability and pathogenicity of sclerotia of *Sclerotium rolfsii* in Malaysian soil. *International Journal of Pest Management* 41 (2): 97-99.
- Saucke, H. et al. 2009. Effect of sowing date and straw mulch on virus incidence and aphid infestation in organically grown faba beans (*Vicia faba*). *Ann Appl. Biol.* 154 (2): 239-250.
- Saxena, G. 2004. Biocontrol of nematode-borne diseases in vegetable crops, pp. 397-450. In: K. G. Mukerji (ed.). *Disease management of fruits and vegetables*. Vol. 1. Fruit and vegetable diseases. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.
- Sayama, H., T. Sato, M. Kominato, T. Natsuaki, and J. M. Kaper. 1993. Field testing of a satellite-containing attenuated strain of cucumber mosaic virus for tomato protection in Japan. *Phytopathology* 83: 405-410.
- Scherf, A., J. Treutwein, H. Kleeberg, and A. Schmitt. 2012. Efficacy of leaf extract fractions of *Glycyrrhiza glabra* L. against downy mildew of cucumber (*Pseudoperonospora cubensis*). *Europ. J. Plant Pathol.* 134 (4): 755-762.
- Schisler, D. A., P. J. Slininger, G. Kleinkopf, R. J. Bothast, and R. C. Ostrowski. 2000. Biological control of Fusarium dry rot of potato tubers under commercial storage conditions. *Amer. J. Potato Res.* 77 (1): 29-40.
- Schisler, D. A., P. J. Slininger, R. W. Behle, and M. A. Jackson. 2004. Formulation of *Bacillus* spp. for biological control of plant disease. *Phytopathology* 94: 1267-1271.
- Schuerell, S. J. and W. F. Mahaffee. 2004. Compost tea as a container medium drench for suppressing seedling damping-off caused by *Pythium ultimum*. *Phytopathology* 94: 1156-1163.
- Schuenger, A. C. and C. S. Brown. 1997. Spectral quality affects disease development of three pathogens on hydroponically grown plants. *HortScience* 32 (1): 96-100.
- Schwartzkopf, S. H., D. Dudzinski, and R. S. Minners. 1987. The effects of nutrient solution sterilization on the growth and yield of hydroponically grown lettuce. *HortScience* 22: 873-874.
- Sclar, D. C., D. Greace, A. Tupy, K. Wilson, S. A. Spriggs, R. J. Bishop, and W. A. Cranshaw. 1999. Effects of application of various reduced-risk pesticides to tomato with notes on control of greenhouse whitefly. *HortTechnology* 9 (2): 185-189.
- Semisi, S. T., T. Mauga, and E. Chan. 1998. Control of the leaf blight disease, *Phytophthora colocasiae* Racib in taro *Colocasia esculenta* (L.) Schott with phosphorous acid. *J. South Pacific Agric.* 5 (1): 77-83.
- Sewify, G. H., S. Abol-Ela, and M. S. Eldin. 2000. Effect of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) and granulosis virus (GV) combinations on the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Celychidae). *Bul. Fac. Agric., Cairo Univ.* 51: 95-106.
- Shalaby, F. F., A. A. Abdel-Gawad, A. M. El-Sayed, and M. R. Abo-El-Ghar. 1990. Natural role of *Eretmocerus mundus* Mercet and *Prospaltella lutea* Masi on populations of *Bemisia tabaci* Genn. *Agric. Res. Rev.* 68 (1): 197-208.
- Sharaf, N. S. and T. F. Allawi. 1981. Control of *Bemisia tabaci* Genn., a vector of tomato yellow leaf curl virus disease in Jordan. *Zeitschrift für Pflanzkrankheiten und Pflanzenschutz* 88: 123-131. (c. a. Hort. Abstr. 51: 7025, 1981).
- Sharma, P. 2011. Evaluation of disease control and plant growth promotion potential of biocontrol agents on *Pisum sativum* and comparison of their activity with popular chemical control agent - carbendazim. *Journal of Toxicology and Environmental Health Sciences* 3 (5): 127-138.
- Sharma, P. 2002. Induction of systemic resistance in cauliflower to downy mildew by exogenous application of plant activator. *Ann. Plant Prot. Sci.* 10 (1): 99-102.
- Sharma, M. P., A. Gaur, Tanu, and O. P. Sharma. 2004. Prospects of arbuscular mycorrhiza in sustainable management of root - and soil-borne diseases of vegetable crops, pp. 501-539. In: K. G. Mukerji (ed.) *Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands*.

- Sharma, M. P., A. N. Sharma, and S. S. Hussaini. 2011. Entomopathogenic nematodes, a potential microbial biopesticide: mass production and commercialization status – a mini review. Arch. Phytopathol. Plant Prot. 44 (9): 855-870.
- Shim, H. S. et al. 1998. Studies on the inhibition of plant disease using ultraviolet-absorbing vinyl film. (In Korean with English summary). RDA J. Crop Prot. 40 (2): 46-49.
- Shimada, T. 1994. Control of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius), using vinyl films that absorb ultraviolet. (In Japanese with English summary). Proc. Kanto-Tosan Plant Prot. Soc. No. 41: 213-216. c. a. Hort. Abstr. 66: Abstr. 1456; 1996.
- Sholberg, P. L. and A. P. Gaunce. 1995. Fumigation of fruit with acetic acid to prevent postharvest decay. HortScience 30 (6): 1271-1275.
- Shoresh, M., I. Yedidia, and I. Chet. 2005. Involvement of jasmonic acid/ethylene signaling pathway in the systemic resistance induced in cucumber by *Trichoderma asperellum* T203. Phytopathology 95: 76-84.
- Siddiqui, I. A. and S. Ehteshamul-Haque. 2000. Use of *Pseudomonas aeruginosa* for the control of root rot-root knot disease complex in tomato. Nematol. Médit. 28: 189-192.
- Siddiqui, Y., S. Meon, R. Ismail, M. Rhamani, and A. Ali. 2008. Bio-efficiency of compost extracts on the wet rot incidence, morphological and physiological growth of okra (*Abelmoschus esculentus* [(L.) Moench]). Scientia Horticulture 117 (1): 9-14.
- Siddiqui, Z. A., A. Qureshi, and M. S. Akhtar. 2009. Biocontrol of root-knot nematode *Meloidogyne incognita* by *Pseudomonas* and *Bacillus* isolates on *Pisum sativum*. Archives of Phytopathology and Plant Protection 42 (12): 1154-1164.
- Silué, D., E. Pajot, and Y. Cohen. 2002. Induction of resistance to downy mildew (*Peronospora parasitica*) in cauliflower by DL-β-amino-n-butanoic acid (BABA). Plant Pathol. 51 (1): 97-102.
- Silva-Aguayo, G. and R. E. Cancelado. 2006. Botanical insecticides. In: Radcliffe's IPM world textbook, University of Minnesota. The Internet.
- Silva, H. S. A. et al. 2004. Induction of systemic resistance by *Bacillus cereus* against tomato foliar diseases under field conditions. J. Phytopathol. 152 (6): 371-375.
- Singh, H. B. and A. K. Handique. 1997. Antifungal Activity of the essential oil of *Hyptis suaveolens* and its efficacy in biocontrol measures in combination with *Trichoderma harzianum*. Journal of Essential oil Research 9 (6): 683-687.
- Singh, P. and Z. A. Siddiqui. 2010. Biocontrol of root-knot nematode *Meloidogyne incognita* by the isolates of *Bacillus* on tomato. Archives of Phytopathology and Plant Protection 43 (6): 552-561.
- Singh, P. and Z. A. Siddiqui. 2010. Biocontrol of root-knot nematode *Meloidogyne incognita* by the isolates of *Pseudomonas* on tomato. Arch. Phytopathol. Plant Prot. 43 (14): 1423-1434.
- Singh, D. P. et al. 2010. Exogenous application of L-phenylalanine and ferulic acid enhance phenylalanine ammonia lyase activity and accumulation of phenolic acids in pea (*Pisum sativum*) to offer protection against *Erysiphe pisi*. Arch. Phytopathol. Plant Prot. 43 (15): 1454-1462.
- Sivakumar, D. and S. Bautista-Baños. 2014. A review on the use of essential oils for postharvest decay control and maintenance of fruit quality during storage. Crop Prot. 64: 27-37.
- Slusarenko, A. J., A. Patel, and D. Portz. 2008. Control of plant diseases by natural products: Allicin from garlic as a case study, pp. 313-322. In: Sustainable disease management in a European context. The Internet.
- Slusarski, C. and S. J. Pietr. 2009. Combined application of dazomet and *Trichoderma asperellum* as an efficient alternative to methyl bromide in controlling the soil-borne disease complex of bell pepper. Crop Prot. 28 (8): 668-674.
- Smid, E. J., L. Hendriks, H. A. M. Boerriqter, and L. G. M. Gorris. 1996. surface disinfection of tomatoes using the natural plant compound trans-cinnamaldehyde. Postharvest Biology and Technology 9 (3): 343-350.
- Smith, K. M. 1977. Plant viruses. (6th ed.) Chapman and Hall. London, 241 p.
- Smolinska, U., M. J. Morra, G. R. Knudsen, and R. L. James. 2003. Isothiocyanates produced by Brassicaceae species as inhibitors of *Fusarium oxysporum*. Plant Dis. 87(4): 407-412.
- Smolinska, U., B. Kowalska, and M. Oskiera. 2007. The effectivity of *Trichoderma* strains in the protection of cucumber and lettuce against *Rhizoctonia solani*. Veg. Crop Res. Bul (Warsaw) 67: 81-93.
- Someya, N. et al. 2007. Combined application of *Pseudomonas fluorescens* strain LRB₃W1 with a low dosage of benomyl for control of cabbage yellows caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *conglutinans*. Biocontrol Sci. Technol. 17 (1): 21-31.
- Soylu, S., M. Soyly, S. Kurt, and D. K. Ekici. 2005. Antagonistic potentials of rhizosphere-associated bacterial isolates against soil-borne diseases of tomato and pepper caused by *Sclerotinia sclerotiorum* and *Rhizoctonia solani*. Pakistan J. Biol. Sci. 8 (1): 43-48.

- Soylu, E. M., S. Soyly, and S. Kurt. 2006. Antimicrobial activities of the essential oils of various plants against tomato late blight disease agent *Phthophthora infestans*. Mycopathologia 161 (2): 119-128.
- Soylu, E. M., S. Kurt, and S. Soyly. 2010. *In vitro* and *in vivo* antifungal activities of the essential oils of various plants against tomato grey mould disease agent *Botrytis cinerea*. International J. Food Microbiol. 143 (3): 183-189.
- Spadaro, D. and M. L. Gullino. 2004. State of the art and future prospects of the biological control of postharvest fruit diseases. International J. Food Microbiol. 91 (2): 185-194.
- Spence, N. J., A. Mead, A. Miller, E. D. Shaw, and D. G. A. Walkey. 1996. The effect on yield in courgette and marrow of the mild strain of zucchini yellow mosaic virus used for cross-protection. Annals of Applied Biology 129 (2): 247-259.
- Spletzer, M. E. and A. J. Enyedi. 1999. Salicylic acid induces resistance to *Alternaria solani* in hydroponically grown tomato. Phytopathology 89 (9): 722-727.
- Stanghellini, M. E. and R. M. Miller. 1997. Biosurfactants: their identity and potential efficacy in the biological control of zoospore plant pathogens. Plant Dis. 81 (1): 4-12.
- Sterk, G., K. Bolckmans, and J. Eyal. 1996. A new microbial insecticide, *Paecilomyces fumosoroseus* strain Apoka 97, for the control of the greenhouse whitefly, pp. 461-466. In: Brighton Cop Protection Conference: Pests & Diseases. Vol. 2. British Crop Protection Council, Farnham, UK.
- Stevens, C., V. Khan, M. A. Wilson, J. Brown, and A. Y. Tang. 1988a. Control of southern blight in bell peppers by soil solarization. (Abstr.). HortScience 23: 830-831.
- Stevens, C., V. Khan, A. Y. Tang, and C. Bonsi. 1988b. The effect of soil solarization on growth response and root knot damage of sweet potato. (Abstr.) HortScience 23: 827.
- Stevens, C., V. Khan, A. Y. Tang, and M. A. Wilson. 1988c. The effect of soil solarization on earliness and yield of cabbage and broccoli. (Abstr.). HortScience 23: 829.
- Stevens, C. et al. 1999. Induced resistance of sweet potato to fusarium root rot by UV-C rays. Crop Protection 18 (7): 463-470.
- Sticher, L., B. Mauch-Mani, and J. P. Métraux. 1997. Systemic acquired resistance. Ann. Rev. Phytopathol. 35: 235-270.
- Stone, A. G., G. E. Vallad, L. R. Cooperband, D. Rotenberg, H. M. Darby, R. V. James, W. R. Stevenson, and R. M. Goodman. 2003. Effect of organic amendments on soilborne and foliar diseases in field-grown snap bean and cucumber. Plant Dis. 87 (9): 1037-1042.
- Strobel, N. E., C. Ji, S. Gopalan, J. A. Kuc, and S. Y. He. 1996. Introduction of systemic acquired resistance in cucumber by *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* 61 HrpZ_{ps} protein. Plant Journal 9 (4): 431-439.
- Suarez-Estrella, F., C. Vargas-Garcia, M. J. Lopez, C. Capel, and J. Moreno. 2007. Antagonistic activity of bacteria and fungi from horticultural compost against *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*. Crop Protection 26 (1): 46-53.
- Subbarao, K. V. and J. C. Hubbard. 1996. Interactive effects of broccoli residue and temperature on *Verticillium dahliae* microsclerotia in soil and on wilt in cauliflower. Phytopathology 86 (12): 1303-1310.
- Sudha, A. and P. Lakshmanan. 2009. Integrated disease management of powdery mildew (*Leveillula taurica* (Lev.) Arn.) of chilli (*Capsicum annum* L.). Arch. Phytopathol. Plant Prot. 42 (4): 299-317.
- Suleiman, M. N. and S. A. Emua. 2009. Efficacy of four plant extracts in the control of root rot disease of cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.) African J. Biochem. 8 (16): 3806-3808.
- Sultana, V., J. Ara, and S. Ehteshamul-Haque. 2008. Suppression of root rotting fungi and root knot nematode of chili by seaweed and *Pseudomonas aeruginosa*. J. Phytopathol. 156 (7-8): 390-395.
- Summers, C. G., J. J. Stapleton, A. S. Newton, R. A. Duncan, and D. Hart. 1995. Comparison of sprayable and film mulches in delaying the onset of aphid-transmitted virus diseases in zucchini squash. Plant Dis. 79 (11): 1126-1131.
- Suthaparan, A. et al. 2014. Suppression of cucumber powdery mildew by supplemental UV-B radiation in greenhouses can be augmented or reduced by background radiation quality. Plant Dis. 98 (10): 1349-1357.
- Sutton, J. C. et al. 1997. A versatile adversary of *Botrytis cinerea* in crops. Plant Disease 81 (41): 319-328.
- Takeshita, M. et al. 2013. Induction of antiviral responses by acibenzolar-S-methyl against cucurbit chlorotic yellows virus in melon. Phytopathology 103 (9): 960-965.
- Talavera, M., K. Itou, and T. Mizukubo. 2002. Combined application of *Glomus* sp. and *Pasteuria penetrans* for reducing *Meloidogyne incognita* (Tylenchida: Meloidogynidae) populations and improving tomato growth. Appl. Entomol. Zool. 37 (1): 61-67.
- Tamietti, G. and D. Valentino. 2001. Soil solarization: a useful tool for control of verticillium wilt and weeds in eggplant crops under plastic in the Po Valley. J. Plant Pathol. 83 (3): 173-180.

- Tanaka, S. et al. 2000. Effect of nitrogen concentrations of nutrient solution on the occurrence and development of downy mildew in susceptible and resistant cucumber cultivars. (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 69 (3): 339-345. c. a. Rev. Plant Pathol. 79 (12): 8928; 2000.
- Tanaka, S., T. Ito, Y. Ochi, Y. Someya, and T. Hirabayashi. 2002. Effect of osmotic pressure and calcium concentration of nutrient solution on lesion development in downy mildew-susceptible and resistant cucumber cultivars. (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 71 (3): 405-410. c. a. Rev. Plant Pathol. 81 (11): Abstr. 11324; 2002.
- Tanis, C. 1991. Research on cucumbers, silicon does indeed increase yield. Groenten + Fruit, Glasgroenten 1 (42): 40-41. (c. a. Hort. Abstr. 63: 7536; 1993).
- Terry, L. A. and D. C. Joyce. 2004. Elicitors of induced disease resistance in postharvest horticultural crops: a brief review. Postharvest Biology and Technology 32: 1-13.
- Thao, H. T. B. and T. Yamakawa. 2009. Phosphite (phosphorous acid): fungicide, fertilizer or bio-stimulator? . Soil Sci. Plant Nutr. 55 (2): 228-234.
- Thao, H. T. B., T. Yamakawa, A. K. Myint, and P. S. Sarr. 2008. Effects of phosphite, a reduced form of phosphate, on the growth and phosphorous nutrition of spinach (*Spinacia oleracea* L.). Soil Sci. Plant Nutr. 54 (5): 761-768.
- Thies, J. A., J. D. Mueller, and R. L. Fery. 1998. Use of a resistant pepper as a rotational crop to manage southern root-knot nematode. HortScience 33 (4): 716-718.
- Titone, P., Q. Migheli, M. Acutis, and A. Garibaldi. 1998. Potassium monophosphate in the control of powdery mildew on zucchini. (In Italian with English summary). Colture Protette 27 (4): 73-79. c. a. Rev. Plant Pathol. 77 (10): 8427; 1998.
- Tomlinson, J. A. and B. J. Thomas. 1986. Studies on melon necrotic spot virus disease of cucumber and the control of the fungus vector (*Ospidium radicale*). Annals of Applied Biology 108 (1): 71-80.
- Torres-Barragán, A., E. Zavaleta-Mejía, C. González-Chávez, and R. Ferrera-Cerrato. 1996. The use of arbuscular mycorrhizae to control onion white rot (*Sclerotium cepivorum* Berk.) under field conditions Mycorrhiza 6 (4): 253-257.
- Tozlu, E. et al. 2011. Chemical compositions and insecticidal effects of essential oils insolated from *Achillea gypsicola*, *Satureja hortensis*, *Origanum acutidens* and *Hypericum scabrum* against broadbean weevil (*Bruchus dentipes*). Sci. Hort. 130: 9-17.
- Treder, W. and G. Cieslinski. 2005. Effect of silicon application on cadmium uptake and distribution in strawberry plants grown on contaminated soil. J. Plant Nutr. 28 (6): 917-929.
- Trionfetti Nisini, P., A. Buzi, E. Granati, G. Chilosi, P. Crino, and P. Magro. 2000. Screening for resistance to *Didymella bryoniae* in rootstocks of melon. Bulletin OEPP 30 (2): 231-234.
- Tripathi, P. and N. K. Dubey. 2004. Exploitation of natural products as an alternative strategy to control postharvest fungal rotting of fruit and vegetables. Postharvest Biology and Technology 32: 235-245.
- Tsror, L. 1999. Biological control of early blight in tomatoes. Acta Hort. No. 487: 271-273.
- Tsuda, K., Y. Kosaka, S. Tsuge, Y. Kubo, and O. Horino. 2001. Evaluation of the endophyte *Enterobacter cloacae* SM10 isolated from spinach roots for biological control against fusarium wilt of spinach. J. Gen. Plant Pathol. 67 (1): 78-84.
- Tu, J. C. and B. Harwood. 2005. Disinfestation of circulating nutrient solution by filtration as a means to control *Pythium* root rot of tomatoes. Acta Hort. No. 695: 303-308.
- Tzeng, D. D. S., H. C. Tzeng, R. S. Chen, A. H. Cheng, C. C. Tsai, C. W. Chen, T. C. Hwang, Y. Yeh, and J. E. DeVay. 1996. The use of MR formulation as a novel and environmentally safe photodynamic fungicide for the control of powdery mildews. Crop Prot. 15 (4): 341-347.
- Tziros, G. T., A. L. Lagopodi, and K. Tzavella-Klonari. 2007. Reduction of fusarium wilt in watermelon by *Pseudomonas chlororaphis* PCL1391 and *P. fluorescens* WCS365. Phytopathol. Mediterr. 46: 320-323.
- Tzortzakis, N. G. 2007. Methyl jasmonate-induced suppression of anthracnose rot in tomato fruit. Crop Protection 26 (10): 1507-1513.
- Tzortzakis, N., I. Singleton, and J. Barnes. 2008. Impact of low-level atmospheric ozone-enrichment on black spot and anthracnose rot of tomato fruit. Postharvest Biology and Technology 47 (1): 1-9.
- Ugolini, L., C. Martini, L. Lazzeri, L. D'Avino, and M. Mari. 2014. Control of postharvest grey mould (*Botrytis cinerea* Per. Fr.) on strawberries by glucosinolate-derived allyl-isothiocyanate treatments. Postharvest Biol. Technol. 90: 34-39.
- Umamaheswari, C., A. Sankaralingam, and P. Nallathambi. 2009. Induced systemic resistance in watermelon by biocontrol agents against *Alternaria alternata*. Archives of Phytopathology and Plant Protection 42 (12): 1187-1195.
- Umesh, K. C., J. Valencia, C. Hurley, W. D. Gubler, and B. W. Falk. 1995. Stylet oil provides limited control of aphid-transmitted viruses in melons. California Agriculture 49 (3): 22-24.

- Uppal, A. K., A. El Hadrami, L. R. Adam, M. Tenuta, and F. Daayf. 2008. Biological control of potato *Verticillium* wilt under controlled and field conditions using selected bacterial antagonists and plant extracts. *Biol. Cont.* 44 (1): 90-100.
- Urquhart, E. J. and Z. K. Punja. 1997. Epiphytic growth and survival of *Tilletiopsis pallescens*, a potential biological control agent of *Sphaerotheca fuliginea*, on cucumber leaves. *Canad. J. Bot.* 75 (6): 892-901.
- USEPA, United States Environmental protection agency. 1997. Innovative uses of compost: disease control for plants and animals. EPA530-F-97-044. 4 p. The Internet.
- Utkhede, R., C. Bogdanoff, and J. McNevin. 2001. Effects of biological and chemical treatments on *Botrytis* stem canker and fruit yield of tomato under greenhouse conditions. *Canadian J. Plant Pathol.* 23 (3): 253-259.
- Utkhede, R. S., C. A. Lévesque, and D. Dinch. 2002. *Pythium aphanidermatum* root rot in hydroponically grown lettuce and the effect of chemical and biological agents on its control. *Canad. J. Plant Pathol.* 22 (2): 138-144.
- Vakalounakis, D. J. 1992. Control of fungal diseases of greenhouse tomato under long-wave infrared-absorbing plastic film. *Plant Dis.* 76: 43-46.
- Valsov, Yu. I., T. A. Yakutkina, and S. V. Balaeva. 1974. Studies on protective inoculation of tomatoes against virus diseases in the Leningrad region (In Russian). *Trudy Vsesoyuznogo Nauchno-Issledovatel-Skogo Instituta Zashchity Rastenii* 41: 46-49.
- Vanachter, A. 1995. Development of *Olpidium* and *Pythium* in the nutrient solutions of NFT grown lettuce, and possible control methods. *Acta Hort.* No. 382: 187-196.
- Van Bockhaven, J., D. De Vleeschauwer, and M. Hofte. 2013. Towards establishing broad-spectrum disease resistance in plants: silicon leads the way. *J. Exp. Bot.* 64 (5): 1281-1293.
- Van Bruggen, A. H. C. and A. J. Termorshuizen. 2003. Integrated approaches to root disease management in organic farming systems. *Australasian Plant Pathol.* 32 (2): 141-156.
- Vanderveken, J. and S. Coutisse. 1975. Control of tobacco mosaic virus in tomato by cross protection. (In French). *Mededelingen van de faculteit landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent* 40: 791-797.
- Van de Veire, M. and D. Degheele. 1996. Toxicity of the fungal pathogen *Paecilomyces fumosoroseus* strain Apopka 97 to the greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* and the parasitoid *Encarsia formosa*, and first results of a control experiment in glasshouse tomatoes. *OILB/SROP* 19 (1): 191-194.
- Van Lenteren, J. C. 2000. A greenhouse without pesticides: fact or fantasy?. *Crop Prot.* 19 (6): 375-384.
- Van Loon, L. C., P. A. H. M. Bakker, and C. M. J. Pieterse. 1998. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. *Ann. Rev. Phytopathol.* 36: 453-483.
- Vann, S. 2012. Alternative plant disease management practices for the home garden. University of Arkansas, Cooperative Extension Service. FSA7562. 6 p. The Internet.
- Vavrina, C. S., P. A. Stansley, and T. X. Liu. 1995. Household detergent on tomato: phytotoxicity and toxicity to silverleaf whitefly. *HortScience* 30 (7): 1406-1409.
- Velandia, J., R. P. Golindo, and C. A. de Moreno. 1998. Poultry manure evaluation in the control of *Plasmodiophora brassicae* in cabbage. *Agronomia Colombiana* 15 (1): 1-6.
- Veloso, J. and J. Diaz. 2012. *Fusarium oxysporum* Fo47 confers protection to pepper plants against *Verticillium dahliae* and *Phytophthora capsici*, and induces the expression of defense genes. *Plant Pathol.* 61: 281-288.
- Verhaar, M. A., T. Hijwegen, and J. C. Zadoks. 1996. Glasshouse experiments on biocontrol of cucumber powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) by the mycoparasites *Verticillium lecanii* and *Sporothrix rugulosa*. *Biological Control* 6 (3): 353-360.
- Verhaar, M. A., K. K. Ostergaard, T. Hijwegen, and J. C. Zadoks. 1997. Preventive and curative applications of *Verticillium lecanii* for biological control of powdery mildew. *Biocontrol Science and Technology* 7 (4): 543-551.
- Verhaar, M. A., T. Hijwegen, and J. C. Zadoks. 1998. Selection of *Verticillium lecanii* isolates with high potential for biocontrol of cucumber powdery mildew by means of components analysis at different humidity regimes. *Biocontrol Science and Technology* 8 (4): 465-477.
- Verma, H. N., S. Srivastava, Varsha, and D. Kumar. 1996. Induction of system resistance in plants against viruses by a basic protein from *Clerodendrum aculeatum* leaves. *Phytopathology* 86 (5): 485-492.
- Vieira, R. F., T. J. P. Junior, H. Teixeira, and J. E. de S. Carneiro. 2010. White mold management in common bean by increasing within-row distance between plants. *Plant Disease* 94 (3): 361-367.
- Vieira dos Santos, M. C. and R. H. C. Curtis. 2013. Effect of plant elicitors on the reproduction of the root-knot nematode *Meloidogyne chitwoodi* on susceptible hosts. *Europ. J. Plant Pathol.* 136 (1): 193-202.
- Vincent, C., B. Panneton, and F. Fleurat-Lessard (eds.). 2001. Physical control methods in plant protection. Springer-Verlag, Berlin. 329 p.

- Vincent, C., G. Hallman, B. Panneton, and F. Fleurat-Lessard. 2003. Management of agricultural insects with physical control methods. *Ann. Rev. Entomol.* 48: 261-281.
- Waller, J. M., J. M. Lenné, and S. J. Waller (eds.). 2002. *Plant Pathologist's pocketbook*. (3rd ed.). CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Walters, S. A. 2003. Suppression of watermelon mosaic virus in summer squash with plastic mulches and row covers. *HortTechnology* 13 (2): 352-357.
- Wang, C. and Y. Fan. 2014. Eugenol enhances the resistance of tomato against tomato yellow leaf curl virus. *J. Sci. Food Agr.* 94 (4): 677-682.
- Wang, S. Y. and D. D. S. Tzeng. 1998. Methionine-Riboflavin mixtures with surfactants and metal ions reduce powdery mildew infection in strawberry plants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 123 (6): 987-991.
- Wang, Q. and J. P. T. Valkonen. 2009. Cryotherapy of shoot tips: novel pathogen eradication method. *Trends in plant Sci.* 14 (3): 119-122.
- Wang, Z. W., X. Z. Li, Y. L. Liu, and J. J. Wang. 1999. Biological control of strawberry with antagonistic microbes. (In Chinese). *Chinese Journal of Biological Control* 15 (4): 187. c. a. *Hort. Abstr.* 70 (6): 4620; 2000.
- Wang, F., G. Feng, and K. Chen. 2009. Defense responses of harvested tomato fruit to burdock fructooligosaccharide, a novel elicitor. *Postharvest Biol. Technol.* 52 (1): 110-116.
- Wang, Y. et al. 2010. Postharvest biological control of melon pathogens using *Bacillus subtilis* EXWB1. *J. Plant Pathol.* 92 (3): 645-652.
- Webb, S. E. and S. B. Linda. 1992. Evaluation of spunbonded polyethylene row cover as a method of excluding insects and viruses affecting fall-grown squash in Florida. *Journal of Economic Entomology* 85: 2344-2352.
- Webb, S. E. and S. B. Linda. 1993. Effect of oil and insecticide on epidemics of potyviruses in watermelon in Florida. *Plant Disease* 77 (9): 869-874.
- Weintraub, P. G. and A. R. Horowitz. 1999. Management of the whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.) on melon by vacuum removal. *Insect Science and its Application* 19 (2/3): 173-178.
- Weintraub, P. G., Y. Arazi, and A. R. Horowitz. 1996. Management of insect pests in celery and potato crops by pneumatic removal. *Crop Protection* 15 (8): 763-769.
- Weinzierl, R., T. Henn, P. G. Koehler, and C. L. Tucker. 2006. *Microbial insecticides*. IFAS Extension, University of Florida. The Internet.
- Wen, A., B. Balogh, M. T. Momol, S. M. Olson, and J. B. Jones. 2009. Management of bacterial spot of tomato with phosphorus acid salts. *Crop Prot.* 28 (10): 859-863.
- Weng, Z. X., B. D. Li, and D. X. Feng. 1993. Study on enhancement of cucumber resistance and yield by grafting on *Cucurbita ficifolia* (In Chinese). *Chinese Vegetables* No. 3: 11-15. (c. a. *Rev. Plant Pathol.* 74: 1575; 1995).
- West, J. S. et al. 2000. Spectral filters for the control of *Botrytis cinerea*. *Annals of Applied Biology* 136 (2): 115-120.
- Whipps, J. M. 1997. Developments in the biological control of soil-borne plant pathogens. *Adv. Bot. Res.* 26: 1-134.
- Whipps, J. M. and S. P. Budge. 2000. Effect of humidity on development of tomato powdery mildew (*Oidium lycopersici*) in the glasshouse. *Europ. J. Plant Pathol.* 106: 395-397.
- White, R. E. 1987. *Introduction to the principles and practice of soil science*. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 244 p.
- Wicks, T. G., B. Hall, and P. Pezzaniti. 1994. Fungicidal control of metalaxyl-insensitive strains of *Bremia lactucae* on lettuce. *Crop Protection* 13 (8): 617-623.
- Wilson, C. L. et al. 1991. Biological control of post-harvest diseases of fruits and vegetables: alternatives to synthetic fungicides. *Crop Prot.* 10: 172.
- Wilson, M. J., D. M. Glen, S. K. George, and L. A. Hughes. 1995. Biocontrol of slug in protected lettuce using the rhabditid nematode *Plasmarhabditis hermaphrodita*. *Biocontrol Science and Technology* 5 (2): 233-242.
- Wilson, C. L., J. M. Solar, A. El-Ghaouth, and M. E. Wisniewski. 1997. Rapid evaluation of plant extracts and essential oils for antifungal activity against *Botrytis cinerea*. *Plant Dis.* 81 (2): 204-210.
- Wise, C., J. Falardeau, I. Hagberg, and T. J. Avis. 2014. Cellular lipid composition affects sensitivity of plant pathogens to Fengycin, an antifungal compound produced by *Bacillus subtilis* strain CU12. *Phytopathology* 104 (10): 1036-1041.
- Wraight, S. P., R. I. Carruthers, S. T. Jaronski, C. A. Bradley, C. J. Garza, and S. Galaini-Wraight. 2000. Evaluation of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fimosoroseus* for microbial control of the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. *Biological Control* 17 (3): 203-217.
- Wróbel, S. 2012. Comparison of mineral oil and rapeseed oil used for the protection of seed potatoes against PVY and PVM infections. *Potato Res.* 55: 83-96.
- Wurms, K., C. Labbé, N. Benhamou, and R. R. Bélanger. 1999. Effects of Milsana and benzothiadiazole on the ultrastructure of powdery mildew haustoria on cucumber. *Phytopathology* 89: 728-736.

- Xie, B. Y., H. X. Li, and L. X. Feng. 2002. Induction of resistance to *Phytophthora capsici* in pepper plants by DL- β -amino-butyric acid. (In Chinese with English summary). Acta. Hort. Sinica 29 (2): 137-140. c. a. Rev. Plant Pathol. 81 (11): Abstr. 11365; 2002.
- Xu, S. et al. 2014. In vitro and in vivo control of *Alternaria alternata* in cherry tomato by essential oil from *Laurus nobilis* of Chinese origin J. Sci. Food Agr. 94 (7): 1403-1408.
- Yamazaki, H. 2001. Relation between resistance to bacterial wilt and calcium nutrition in tomato seedlings. JARQ, Jap. Agric. Res. Quart. 35 (3): 163-169.
- Yamazaki, H. and T. Hoshina. 1995. Calcium nutrition affects resistance of tomato seedlings to bacterial wilt. HortScience 30 (1): 91-93.
- Yan, Z., M. S. Reddy, C. M. Ryu, J. A. McInroy, M. Wilson, and J. W. Kloepper. 2002. Induced systemic protection against tomato late blight elicited by plant growth-promoting rhizobacteria. Phytopathology 92: 1329-1333.
- Yan, Z., M. S. Reddy, and J. W. Kloepper. 2003. Survival and colonization of rhizobacteria in a tomato transplant system. Canadian J. Microbiology 49 (6): 383-389.
- Yan, F., S. Xu, Y. Chen, and X. Zheng. 2014. Effect of rhamnolipids on *Rhodotorula glutinis* biocontrol of *Alternaria alternata* infection in cherry tomato fruit. Postharvest Bio. Technol. 97: 32-35.
- Yanar, Y., D. Yanar, and N. Gebologlu. 2011. Control of powdery mildew (*Leveillula taurica*) on tomato by foliar sprays of liquid potassium silicate (K_2SiO_3). African J. Biotechnol. 10 (16): 3121-3123.
- Yandoc-Ables, C. B., E. N. Roskopf, and E. M. Lamb. 2007. Management of *Phytophthora* crown rot in pumpkin and zucchini seedlings with phosphonates. Plant Disease 91 (12): 1651-1656.
- Yang, B., G. Yonghong, G. Yurong, and Z. Jie. 2007. Postharvest harpin treatment suppresses decay and induces the accumulation of defense related enzymes in hami melons. Acta. Hort. No. 731: 439-450.
- Yang, X., X. Ma, L. Yang, D. Yu, Y. Qian, and H. Ni. 2009. Efficacy of *Rheum officinale* liquid formulation on cucumber powdery mildew. Crop Protection 28 (12): 1031-1035.
- Yassin, A. M. 1983. A review of factors influencing control strategies against tomato leaf curl virus disease in the Sudan. Tropical Pest Management 29: 253-256.
- Yigit, F. 2011. Acibenzolar-S-methyl induces lettuce resistance against *Xanthomonas campestris* pv. *vittians*. African J. Biotechnol. 10 (47): 9606-9612.
- Yogev, A. et al. 2009. Suppression of bacterial canker of tomato by composts. Crop Protection 28: 97-103.
- Yousef, S. A., M. M. El-Metwally, S. A. Gabr, and A. H. Al-Ghadir. 2013. New strategy for managing damping-off and root rot disease of cucumber caused by *Rhizoctonia solani* by seed soaking in formula of antioxidant with micronutrients. Plant Pathol. Microbiol. 4 (9).
- Yu, X. C. et al. 1997. Study on low temperature tolerance in grafted cucumber seedling (In Chinese with English summary). Acta Hort. Sinica 24 (4): 348-352. (Hort. Abstr. 68 (6): 4982; 1998).
- Yu, Y., J. K. Schjoerring, and X. Du. 2011. Effects of silicon on the activities of defense-related enzymes in cucumber inoculated with *Pseudoperonospora cubensis*. J. Plant Nutr. 34 (2): 243-257.
- Yuan, C. and D. E. Ullman. 1996. Comparison of efficiency and propensity measures of vector importance in zucchini yellow mosaic potyvirus transmission by *Aphis gossypii* and *A. craccivora*. Phytopathology 86: 698-703.
- Yücel, S., A. Özarslandan, A. Colak, T. Ay, and C. Can. 2007. Effect of solarization and fumigant applications on soilborne pathogens and root-knot nematodes in greenhouse-grown tomato in Turkey. Phytoparasitica 35 (5): 450-456.
- Zahir, Z. A., M. Arshad, and W. T. Frankenberger, Jr. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. Adv. Agron. 81: 97-168.
- Zamani-Zadeh, M., S. Soleimani-Zad, M. Sheikh-Zeinoddin, and S. A. H. Goli. 2014. Integration of *Lactobacillus plantarum* A7 with thyme and cumin essential oils as a potential biocontrol tool for gray mold rot on strawberry fruit. Postharvest Biol. Technol. 92: 149-156.
- Zamir, D., Y. Zakay, M. Zeidan, and H. Czosnek. 1991. Combating the tomato yellow leaf curl virus in Israel: the agrotechnical and the genetics approaches, pp. 9-13. In: H. Laterrot and C. Trousse (eds.). Resistance of the tomato to TYLCV. INRA, Montfavet, France.
- Zehnder, G. W., C. B. Yao, J. F. Murphy, E. R. Sikora, and J. W. Kloepper. 2000. Induction of resistance in tomato against cucumber mosaic cucumovirus by plant growth-promoting rhizobacteria. Biocontrol 45 (1): 129-137.
- Zehnder, G. W., J. F. Murphy, E. J. Sikora, and J. W. Kloepper. 2001. Application of rhizobacteria for induced resistance. European Journal of Plant Pathology 107: 39-50.
- Zhang, D. and P. C. Quantick. 1998. Antifungal effects of chitosan coatings on fresh strawberries and raspberries during storage. J. Hort. Sci. Biotechnol. 73 (6): 763-767.
- Zhang, Z. Y., G. H. Dai, Y. Y. Zhuge, and Y. B. Li. 2008. Protective effect of *Robina pseudoacacia* Linn Y. extracts against cucumber powdery mildew fungus, *Sphaerotheca fuliginea*. Crop Prot. 27 (6): 920-925.

- Zhang, P. Y., J. C. Wang, S. H. Liu, and K. S. Chen. 2009. A novel burdock fructooligosaccharide induces changes in the production of salicylates, activates defense enzymes and induces systemic acquired resistance to *Colletotrichum orbiculare* in cucumber seedlings. *J. Phytopathol.* 157 (4): 201-207.
- Zhang, Z. et al. 2011. Multiple pre-harvest treatments with acibenzolar-S-methyl reduce latent infection and induce resistance in muskmelon fruit. *Sci. Hort.* 130: 126-132.
- Zhang, L. J., G. Wang, F. Zhang, and S. Zhu. 2013. Soaking seeds in methyl jasmonate or benzothiadiazole induces resistance to an insect pest and stem decay in *Brassica campestris* L. ssp. *chinensis*. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 88 (6): 715-720.
- Zhao, Y., K. Tu, X. Shao, W. Jing, J. L. Yang, and Z. P. Su. 2008a. Biological control of the post-harvest pathogens *Alternaria solani*, *Rhizopus stolonifer* and *Botrytis cinerea* on tomato fruit by *Pichia guilliermondii*. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 83 (1): 132-136.
- Zhao, Y., K. Tu, X. Shao, W. Jing, and Z. Su. 2008b. Effects of the yeast *Pichia guilliermondii* against *Rhizopus nigricans* on tomato fruit. *Postharvest Biology and Technology* 49 (1): 113-120.
- Zhou, X. et al. 2014. Using *Cucurbita* rootstocks to reduce Fusarium wilt incidence and increase fruit yield and carotenoid content in oriental melons. *HortScience* 49 (11): 1365-1369.
- Ziani, K., B. Ursua, and J. I. Maté. 2010. Application of bioactive coatings based on chitosan for artichoke seed protection. *Crop Prot.* 29 (8): 853-859.
- Ziv, O., C. Shifris, S. Grinberg, E. Fallik, and A. Sadeh. 1994. Control of *Leveillula taurica* mildew (*Oidiopsis taurica*) on pepper plants (In Arabic with English summary). *Hassadeh* 74 (5): 526-532. (c. a. Rev. Plant Pathol. 1994, 74: 5782).

صَدْرَ للمؤلف

صَدْرَ للمؤلف الكتب التالية:

أولاً: فى مجال أساسيات وتقنيات إنتاج وتداول الخضر

- ١- أساسيات إنتاج الخضر وتكنولوجيا الزراعات المكشوفة والمحمية (١٩٨٨). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٩٢٠ صفة.
- ٢- تكنولوجيا الزراعات المحمية (الصوبات) (١٩٩٠). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٣٥ صفة.
- ٣- أساسيات إنتاج الخضر فى الأراضى الصحراوية (١٩٩٣). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٢٨٥ صفة.
- ٤- إنتاج وفسيولوجيا واعتماد بذور الخضر (١٩٩٤). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٢٨٥ صفة.
- ٥- أساسيات وفسيولوجيا الخضر (١٩٩٨). المكتبة الأكاديمية - ٥٩٦ صفة.
- ٦- تكنولوجيا إنتاج الخضر (١٩٩٨). المكتبة الأكاديمية - ٦٢٥ صفة.
- ٧- الأساليب الزراعية المتكاملة لمكافحة أمراض وآفات وحشائش الخضر (١٩٩٩). المكتبة الأكاديمية - ٥٨٦ صفة.
- ٨- تكنولوجيا الزراعات المحمية (١٩٩٩). المكتبة الأكاديمية - ٥٣٥ صفة.
- ٩- الممارسات الزراعية لمكافحة أمراض وآفات وحشائش الخضر: البدائل العلمية والعملية المتكاملة (٢٠١٠). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٧٨٣ صفة.
- ١٠- تكنولوجيا وفسيولوجيا ما بعد حصاد الخضر الثمرية (٢٠١١). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٤٥٢ صفة.
- ١١- تكنولوجيا وفسيولوجيا ما بعد حصاد الخضر غير الثمرية (٢٠١١). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٤٦٤ صفة.
- ١٢- أصول الزراعة العضوية: ما لها وما عليها (٢٠١١). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٩٤ صفة.

- ١٣- أصول الزراعة المحمية (٢٠١٢). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٨٣٦ صفحة.
- ١٤- أساسيات وتكنولوجيا إنتاج الخضر (٢٠١٥). دار الكتب العلمية والدار العربية للنشر والتوزيع، ومكتبة أوزوريس، والمكتبة الأكاديمية - ٩٦٨ صفحة.
- ١٥- تداول الحاصلات البستانية: تكنولوجيا وفسولوجيا ما بعد الحصاد (٢٠١٥). دار الكتب العلمية، والدار العربية للنشر والتوزيع، ومكتبة أوزوريس، والمكتبة الأكاديمية - ٥٤٨ صفحة.
- ١٦- الأهمية الغذائية والطبية للخضروات. (٢٠١٥). دار الكتب العلمية والدار العربية للنشر والتوزيع، ومكتبة أوزوريس، والمكتبة الأكاديمية - ٣٧٨ صفحة.
- ١٧- تسميد محاصيل الخضر (٢٠١٦). دار الكتب العلمية، والدار العربية للنشر والتوزيع، ومكتبة أوزوريس، والمكتبة الأكاديمية - ٦٩٣ صفحة.
- ١٨- عوامل الشد البيئي ووسائل الحد من أضرارها: الحلول التكنولوجية لتحديات ومعوقات إنتاج الخضر في الظروف البيئية القاسية. الدار العربية للنشر والتوزيع - القاهرة - ٦٤٨ صفحة.

ثانياً: في مجال إنتاج محاصيل الخضر

- ١- الطماطم (١٩٨٨). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٣١ صفحة.
- ٢- البطاطس (١٩٨٨). الدار العربية للنشر والتوزيع - ١٨٦ صفحة.
- ٣- البصل والثوم (١٩٨٨). الدار العربية للنشر والتوزيع - ١٩١ صفحة.
- ٤- القرعيات (١٩٨٩). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٢٠٧ صفحات.
- ٥- الخضر الثمرية (١٩٨٩). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٠١ صفحة.
- ٦- الخضر الثانوية (١٩٨٩). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٩١ صفحة.
- ٧- الخضر الجذرية والساقية والورقية والزهرية (١٩٩٠). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٧٤ صفحة.
- ٨- إنتاج محاصيل الخضر (١٩٩١). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٧١٢ صفحة.
- ٩- إنتاج خضر المواسم الدافئة والحارة في الأراضي الصحراوية (١٩٩٤). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٢٨٨ صفحة.

- ١٠- إنتاج خضر المواسم المعتدلة والباردة فى الأراضى الصحراوية (١٩٩٤). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٢٨٥ صفحة.
- ١١- الطماطم: تكنولوجيا الإنتاج، والفسولوجى، والممارسات الزراعية، والحصاد والتخزين (١٩٩٨). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٥١١ صفحة.
- ١٢- الطماطم: الأمراض والآفات ومكافحتها (١٩٩٨). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٢١٠ صفحات.
- ١٣- إنتاج البطاطس (١٩٩٩). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٤٤٦ صفحة.
- ١٤- إنتاج البصل والثوم (١٩٩٩). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٧١ صفحة.
- ١٥- القرعيات: تكنولوجيا الإنتاج، والفسولوجى، والممارسات الزراعية، والحصاد والتخزين (٢٠٠٠). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٤٩٨ صفحة.
- ١٦- القرعيات: الأمراض والآفات ومكافحتها (٢٠٠٠). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٣٠ صفحة.
- ١٧- إنتاج الفلفل والباذنجان (٢٠٠١). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٣٦ صفحة.
- ١٨- إنتاج الخضر البقولية (٢٠٠١). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٢٤ صفحة.
- ١٩- إنتاج الفراولة (٢٠٠٢). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٨٨ صفحة.
- ٢٠- إنتاج الخضر الكرنبية والرمامية (٢٠٠٣). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٢٧ صفحة.
- ٢١- إنتاج الخضر الخيمية والعليقية والقلقاسية (٢٠٠٣). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣١٥ صفحة.
- ٢٢- إنتاج الخضر المركبة والخبازية والقلقاسية (٢٠٠٣). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٠٠ صفحة.
- ٢٣- إنتاج الخضر الثانوية وغير التقليدية - الجزء الأول (٢٠٠٤). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٠٤ صفحات.
- ٢٤- إنتاج الخضر الثانوية وغير التقليدية - الجزء الثانى (٢٠٠٤). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٠٠ صفحة.

٢٥- إنتاج الخضر الثانوية وغير التقليدية - الجزء الثالث (٢٠٠٤). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٤٢٤ صفحة.

ثالثاً: فى مجال تربية النبات

- ١- أساسيات تربية النبات (١٩٩١). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٦٨٢ صفحة.
- ٢- تربية محاصيل الخضر (١٩٩٢). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٨٠٠ صفحة.
- ٣- تربية النباتات لمقاومة الأمراض والآفات (١٩٩٣). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٧٨ صفحة.
- ٤- الأساس الفسيولوجى للتحسين الوراثى فى النباتات: التربية لزيادة الكفاءة الإنتاجية وتحمل الظروف البيئية القاسية (١٩٩٥). المكتبة الأكاديمية - ٣٢٨ صفحة.
- ٥- الأسس العامة لتربية النبات (٢٠٠٥). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٤٧٧ صفحة.
- ٦- طرق تربية النبات (٢٠٠٥). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٩٣ صفحة.
- ٧- تحسين الصفات الكمية: الإحصاء البيولوجى وتطبيقاته فى برامج تربية النبات (٢٠٠٥). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٢٥١ صفحة.
- ٨- التكنولوجيا الحيوية وتربية النبات (٢٠٠٧). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٧٨٣ صفحة.
- ٩- تطبيقات تربية النبات فى مكافحة الأمراض والآفات (٢٠٠٨). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٥٨٥ صفحة.
- ١٠- تربية النبات لتحمل الظروف البيئية القاسية (٢٠١٢). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٥٤٤ صفحة.

رابعاً: فى مجال أصول البحث العلمى والكتابة العلمية

- ١- أصول البحث العلمى - الجزء الأول: المنهج العلمى وأساليب كتابة البحوث والرسائل العلمية (١٩٩٦). المكتبة الأكاديمية - ٤١٧ صفحة.
- ٢- أصول البحث العلمى - الجزء الثانى: إعداد وكتابة ونشر البحوث والرسائل العلمية (١٩٩٦). المكتبة الأكاديمية - ٢٧٣ صفحة.
- ٣- أصول إعداد ونشر البحوث والرسائل العلمية (٢٠٠٨). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٧٧٠ صفحة.

المؤلف فى سطور



دكتور أحمد عبد المنعم حسن – أستاذ الخضر بكلية الزراعة، جامعة القاهرة – من مواليد محافظة البحيرة ١٩٤٢. حصل على البكالوريوس من جامعة الإسكندرية بتقدير ممتاز مع مرتبة الشرف الأولى عام ١٩٦٢، والماجستير من جامعة ولاية نورث كارولينا ١٩٦٦، والدكتوراه من جامعة كورنل بالولايات المتحدة ١٩٧٠. عمل بجامعة الإسكندرية، والقاهرة، وبغداد، والإمارات العربية المتحدة. أشرف على عديد من طلبة الدراسات العليا فى جامعات القاهرة، وعين شمس، وبغداد، وعضو عديد من اللجان والجمعيات العلمية المحلية والعالمية. له ٥٦ مؤلفاً علمياً (توجد قائمة بها فى الصفحات الأخيرة من الكتاب) وأكثر من ٨٢ بحثاً علمياً منشورة فى الدوريات العلمية المحلية والعالمية. حصل على جائزة الدولة التشجيعية ووسام العلوم والفنون من الطبقة الأولى (أكاديمية البحث العلمى – مصر) عام ١٩٨٤، وأربع جوائز عن التأليف العلمى الزراعى (وزارة الزراعة – مصر) عام ١٩٨٤ والجائزة الأولى لندوة الثقافة والعلوم (دبى) عام ١٩٩١.

توزيع

القاهرة

- الدار العربية للنشر والتوزيع الحديثة (دربالة) – ٧٧ ب طريق النصر – مدينة نصر – ت: ٢٢٧٥٣٣٣٥ – ٢٢٧٥٣٣٨٨ – فاكس: ٢٢٦٣٤٥٠٣ – ٢٤٠٥٠٥٢١ – محمول: ٠١٠٠١٤٥٨٦٠٧ – ٠١٠٠٣١٠٦٩٧١ – ٠١١٤٩٩٥٥٠٠٤
- دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع – ٥٠ ش الشيخ ريحان – عابدين – ت: ٢٧٩٥٤٢٢٩ – فاكس: ٢٧٩٢٨٩٨٠.

الجيزة

- المكتبة الأكاديمية – ١٢١ ش التحرير – الدقى ت: ٣٣٣٦٢٣٤٢ – ٣٣٣٦٢٣٤٢ – ٣٣٤٨٥٢٨٢ – ٣٧٤٨٥٢٨٢ – فاكس: ٣٣٤٩١٨٩٠.

المنصورة

- المكتبة العصرية – أمام المستشفى العام القديم – ت: ٠٥٠٢٢٠٣٤١ – فاكس: ٠٥٠٢٩٤٩٠٥٥.

وكذلك يطلب من كبرى دور النشر والمكتبات فى مصر والعالم العربى

المؤلف فى سطور



دكتور أحمد عبد المنعم حسن – أستاذ الخضر بكلية الزراعة، جامعة القاهرة – من مواليد محافظة البحيرة ١٩٤٢. حصل على البكالوريوس من جامعة الإسكندرية بتقدير ممتاز مع مرتبة الشرف الأولى عام ١٩٦٢، والماجستير من جامعة ولاية نورث كارولينا ١٩٦٦، والدكتوراه من جامعة كورنل بالولايات المتحدة ١٩٧٠. عمل بجامعات الإسكندرية، والقاهرة، وبغداد، والإمارات العربية المتحدة. أشرف على عديد من طلبه الدراسات العليا فى جامعات القاهرة، وعين شمس، وبغداد، وعضو عديد من اللجان والجمعيات العلمية المحلية والعالمية. له ٥٦ مؤلفاً علمياً (توجد قائمة بها فى الصفحات الأخيرة من الكتاب) وأكثر من ٨٢ بحثاً علمياً منشورة فى الدوريات العلمية المحلية والعالمية. حصل على جائزة الدولة التشجيعية ووسام العلوم والفنون من الطبقة الأولى (أكاديمية البحث العلمى – مصر) عام ١٩٨٤، وأربع جوائز عن التأليف العلمى الزراعى (وزارة الزراعة – مصر) عام ١٩٨٤ والجائزة الأولى لندوة الثقافة والعلوم (دبى) عام ١٩٩١.

توزيع

القاهرة

- الدار العربية للنشر والتوزيع الحديثة (دربالة) – ٧٧ ب طريق النصر – مدينة نصر – ت: ٢٢٧٥٣٣٣٥ – ٢٤٠٥٠٥٢١ – ٢٢٦٣٤٥٠٣ – فاكس: ٢٢٧٥٣٣٨٨ – محمول: ٠١٠٠١٤٥٨٦٠٧ – ٠١٠٠٣١٠٦٩٧١ – ٠١١٤٩٩٥٥٠٠٤
- دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع – ٥٠ ش الشيخ ريحان – عابدين – ت: ٢٧٩٥٤٢٢٩ – فاكس: ٢٧٩٢٨٩٨٠.

الجيزة

- المكتبة الأكاديمية – ١٢١ ش التحرير – الدقى ت: ٣٣٣٦٢٣٤١ – ٣٣٣٦٢٣٤٢ – ٣٣٤٨٥٢٨٢ – ٣٧٤٨٥٢٨٢ فاكس: ٣٣٤٩١٨٩٠.

المنصورة

- المكتبة العصرية – أمام المستشفى العام القديم – ت: ٠٥٠٢٢٠٠٣٤١ – فاكس: ٠٥٠٢٩٤٩٠٥٥.

وكذلك يطلب من كبرى دور النشر والمكتبات فى مصر والعالم العربى