الفصل السابع

بدائل المبيدات المصرح باستخدامها فى مكافحة الأمراض

على الرغم من أن مصطلح "بدائل المبيدات" يمكن أن يتسع ليتضمن كافة وسائل المكافحة بغير المبيدات (بما فى ذلك مختلف الأساليب الزراعية والمكافحة البيولوجية ووسائل حثّ المقاومة الجهازية) .. فإننا نقصر مناقشتنا هنا على بدائل المبيدات التى تعامل بها النباتات رشًّا أو عن طريق التربة — مثل المبيدات — ولكنها لا تعد من المبيدات، ولا تحتوى على كائنات دقيقة، وليس لاستعمالها تأثيرات سلبية على البيئة والإنسان والحيوانات الزراعية والحياة البرية، مثلما تؤثر المبيدات.

المستخلصات النباتية

إن المستخلصات النباتية المستعملة فى مكافحة المسببات المرضية كثيرة جدًّا ومتنوعة، وهى تحتوى — غالبًا — على زيوت قد تكون أساسية essential oils، أو نباتية vegetable oils، وقد يرجع تأثيرها إلى ما تحتويه من زيوت، أو إلى ما قد يتواجد فيها من مركبات طبيعية مضادة للمسببات المرضية أو حاثة لتنشيط الجهاز الدفاعى النباتى.

استعمال المستخلصات النباتية فى مكافحة الفطريات

من بين الدراسات الهامة فى هذا المجال ما يلى:

● وُجد 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 – أسبوعيًا – بهذا المستخلص بتركيز ٢٪ إلى مكافحة مرض البياض الدقيقى (*S. fuliginea*) بنفس كفاءة مبيد البينوميل. وجعلت المعاملة أوراق الخيار أكثر اخضرارًا ولمعانًا.

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، وأيضًا يؤدى إلى زيادة إنتاج الإثيلين.

ويبدو أن المستخلص التجارى Milsana flüsing يؤدى 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).

فقد 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 نشاطًا مضادًا 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 الدقيقى *Leveillula taurica*، وفطر *Alternaria alternata* فى الفلفل (Ziv وآخرون ١٩٩٤).

● 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 التوالى (Prithiviraj وآخرون ١٩٩٨).

● وجد كذلك أن مستخلصات بعض النباتات الطحلبية liverworts (من الـ Bryophytes)، مثل: *Bazzani trilobata*، و *Diplophyllum albicans* تؤدى 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 Linn *Robinia pseudoacacia* يحتوى على مركبين نشطين بيولوجيًا يلعبان دورًا فى مكافحة الفطر *Sphaerotheca fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى فى الخيار عند رش نباتات الخيار بهما (Zhang وآخرون ٢٠٠٧).

● أدت معاملة نباتات الفلفل – عن طريق التربة – بمستخلص حشيشتى البحر: *Stokeyia indica*، و *Solieria 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 الزغبى والبياض الدقيقى، هذا فى الوقت الذى لم يكن فيه للتيموركس أى تأثير سلبى على عشائر الأعداء الطبيعية (Reuveni وآخرون — Biomar Israel Ltd — الإنترنت — ٢٠٠٧).

● اخُتبر معمليًا تأثير مستخلصات ٣٤٥ نوعًا نباتيًا، و ٤٩ زيتًا أساسيًا على الفطر *Botrytis cinerea*. ولقد أظهر ١٣ مستخلصًا نباتيًا 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 (*Thymus zygis*) والقرفة (*Cinnamomum zelyanicum*)، والـ clove (وهو *Eugenia carophyllata*). ولقد كانت أكثر مكونات الزيوت تواجدًا وأقواها تأثيرًا ضد الفطر 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) نشاطًا معنويًا مضادًا لفطريات التربة *Phizoctonia solani*، و *Corticium rolfsii*، و *Sclerotinia sclerotiorum*. ولقد أدت المعاملة بالزيت إلى الحد بشدة من إنبات الجراثيم الأسكية للفطر *S. sclerotiorum* وصل إلى ١٠٠٪ تقريبًا 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 cepivorumn* على خفض أعداد الأجسام الحجرية للفطر فى التربة. ونجد تحت الظروف الطبيعية أن الأجسام الحجرية للفطر تنبت وتُحدث الإصابة استجابة لمنبهات كيميائية خاصة تفرزها جذور العائل، وتعد الـ alkenyl L-cystein sufoxides التى تتواجد بإفرازات جذور الثوميات هى المواد الأولية للمركبات المتطايرة allyl sulfides، و propyl sulfides التى تحفز إنبات الأجسام الحجرية. هذا إلاّ 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 ببروميد الميثايل. ولقد كان مستوى إهلاك الأجسام الحجرية الذى حققته المعاملة بمسحوق الثوم بمعدل ١١٢ كجم للهكتار (٤٧ كجم للفدان) مماثلاً لذلك الذى حققته المعاملة ببروميد الميثايل بمعدل ٤٤٨ كجم للهكتار (١٨٨ كجم للفدان). وعلى الرغم من الخفض الشديد الذى حققته تلك المعاملات فى أعداد الأجسام الحجرية للفطر، فإن الفطر المرض سبب أضرارًا 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 *Eqyisetum arvense* لأجل مكافحة الأمراض الفطرية، مثل مرض الذبول الطرى، وتبين أن هذا النبات يحتوى على سيليكا طبيعية بنسبة ١٥٪-٤٠٪. وتستخدم سيليكات البوتاسيوم – حاليًا — كبديل لهذا المستخلص (Quarles ٢٠٠٧).

استعمال المستخلصات النباتية فى مكافحة البكتيريا

وجد أن رش نباتات الطماطم بمستخلص أى من التوم أو نبات *Ficus carica* يخفض من شدة إصابتها بكل من المسببات المرضية البكتيرية *Clavibacter michiganesis* subsp. *michiganensis* (مسبب مرض التقرح البكتيرى)، و *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (مسبب مرض النقط البكتيرية)، و *Xanthomonas vesicatoria* (مسبب مرض البقع البكتيرية)، حيث أدت المعاملة إلى مقاومة الأمراض بنسبة ٦٥٪، و ٣٨٪ للمستخلصين — على التوالى — مقارنة بالمقاومة القياسية باستعمال المركبات النحاسية (Balestra وآخرون ٢٠٠٩).

استعمال المستخلصات النباتية فى مكافحة الفيروسات

وجد أن معاملة الأوراق السفلى للنباتات — رشًّا 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 — لعامل مثبط للفيروسات virus inhibitory agent.

فقد أدى رش نباتات فاصوليا المنج *Vigna radiata* بمستخلص نبات *C. aculeatum* إلى تقليل إصابتها بفيرس موزايك فاصوليا المنج الأصفر، حيث كانت النباتات المعاملة إما عديمة الأعراض أو ظهرت عليها أعراض طفيفة للإصابة بالفيرس 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 مقدرها ٣٤ كيلو دالتون. ولقد أدت معاملة النباتات بهذا البروتين إلى حثها لتطوير مقاومة عالية جدًّا ضد الإصابات الفيروسية. وأمكن ملاحظة تلك الحالة بعد ساعات قليلة من عدوى النباتات بالفيرس، حيث كانت البقع المرضية

إما أقل عددًا، وإما غائبة تمامًا. وتبعًا للنوع النباتي، 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 tee tree (وهو *Melaleuca alternifolii*)، 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 واى البطاطس فى الفلفل بواسطة المنّ *Myzus persicae* (Lowery وآخرون ١٩٩٧).

الزيوت المعدنية

تفيد الزيوت المعدنية كثيرًا فى الحد من انتشار الفيروسات غير المتبقية التى تنقلها الحشرات.

وقد وجد أن الزيوت تتجمع فى الشقوق الدقيقة بين خلايا البشرة، وهى نفس المنطقة التى تتغذى فيها حشرة المنّ. وعندما تتغذى الحشرة تتلوث أجزاء الفم الثاقبة الماصة بالزيت، ومن هذه اللحظة تتوقف قدرتها على التقاط الفيرس، أو نقله، أو إحداث إصابة جديدة.

وقد ثبت فاعلية الزيوت فى تقليل انتقال الفيروسات غير المتبقية، ونصف المتبقية. والمتبقية التى ينقلها المنّ، والفيروسات التى تنقلها الذبابة البيضاء.

واستخدمت الزيوت بنجاح على نطاق تجارى فى إنتاج كل من: الفلفل، والكوسة، والطماطم فى الولايات المتحدة وبعض الدول الأخرى.

وعند استخدام الزيوت فى مكافحة المنّ يجب الاستمرار فى رش النباتات بصفة دورية حتى الحصاد، كما يجب أن يغطى الرش جميع أجزاء النبات؛ لأن الزيت يعطى وقاية فقط ولا يقتل الحشرة، كما يجب أن يكون الرش كل خمسة أيام فى الأوقات التى تكثر فيها الأطوار المجنحة. وكل سبعة أيام فى النباتات السريعة النمو كالقرعيات والطماطم.

الكبريت والمركبات النحاسية

إن أهم المواد غير العضوية غير المخلقة التى يُسمح باستعمالها فى مكافحة الأمراض فى الزراعات العضوية، هى تلك التى يكون أساسها النحاس والكبريت، وهى مركبات تستخدم منذ مئات السنين، وهى رخيصة الثمن، ومتوفرة، ولا تشكل تهديدًا للبيئة.

للمركبات النحاسية تأثير واسع واقٍ ضد مدى واسع من مسببات الأمراض الفطرية والبكتيرية، ولكن لا يمكن الاعتماد الكامل عليها فى المكافحة؛ ذلك لمحدودية تأثيرها. كذلك فإن للكبريت بعض التأثير على عديد من مسببات الأمراض، وبخاصة تلك المسببة للبياض الدقيقى (Toike وآخرون ٢٠٠٠).

الكبريت

يمكن استعمال الكبريت تعفيرًا، وكمسحوق قابل للبلل، وكمسحوق، وكسائل، وهو فعّال خاصة ضد أمراض البياض الدقيقى، وبعض الأصداء، ولفحات الأوراق وأعفان الثمار، كما أنه يفيد مع العنكبوت الأحمر والتربس.

ومن أهم عيوب استعمال الكبريت احتمال إحداثه لأضرار بالنباتات فى الجو الذى ترتفع حرارته عن ٣٢°م، كما أنه لا يجوز خلطه مع المبيدات الأخرى، ولا يجوز استعماله فى المكافحة قبل مرور ٢٠ إلى ٣٠ يومًا على آخر رشة بالزيوت؛ نظرًا لأن تفاعلهما معًا يمكن أن يحدث أضرارًا أشد بالنباتات.

لا يعد الكبريت سامًا للثدييات، ولكنه قد يُلهب الجلد والعيون، علمًا بأن الـ LSD_{50} = ٥٠٠٠ مجم لكل كيلوجرام (Colorado State University – الإنترنت – ٢٠٠٦).

المركبات النحاسية

إن من أهم المركبات النحاسية المستخدمة في مكافحة الأمراض في الزراعات العضوية كل من: أيدروكسيد النحاس (مثل الكوسيد)، وأكسيد النحاس، وأوكسي كلورور النحاس (مثل الكبرافيت)، وكبريتات النحاس.

يفضل عند الرش بالمركبات النحاسية أن يكون pH محول الرش أعلى من ٦,٠، وإلاّ فإنه يمكن أن يسبب سمية للنباتات.

بعد وصول أيون النحاس إلى الفطر أو البكتيريا فإنه يتحد بعديد من المجموعات الكيميائية مثل الـ imidazoles، والـ phosphates، والـ sulfhydryls، والـ hydroxyls التي تتواجد في عديد من البروتينات ويعطل عملها، مما يؤدى إلى وقف عمل البروتين ذاته.

هذا .. ويُمتص أيون النحاس بواسطة الجراثيم الفطرية أثناء إنباتها؛ ولذا .. يتعين تكرار الرش بالنحاس أثناء النمو النباتي للمحافظة على استمرار تواجده في السطح الورقي، علمًا بأن النحاس يمكن أن يبقى على الأوراق مدة ٧–١٤ يومًا ما لم يغسل بفعل الأمطار أو مياه الرى بالرش.

وقد طورت بعض المسببات المرضية البكتيرية سلالات مقاومة للمركبات النحاسية.

وبينما تنخفض سمية المركبات النحاسية بالنسبة للإنسان، فإنها تعد عالية السمية للأسماك، والنحل، والحيوانات الزراعية، ومختلف الكائنات الدقيقة بما في ذلك تلك التي قد تستخدم في المكافحة الحيوية (Resource Guide for Organic Insect and Disease Management – كورنل – الإنترنت – ٢٠٠٦).

أملاح البيكربونات

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

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

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

اللبن الفرز

يؤدى رش الشتلات بمسحوق لبن فرز (منزوع الدسم) مجفف يحتوى على ما لا يقل عن ٣٥٪ بروتين، بتركيز ١٠٪ إلى مكافحة انتشار الفيروسات التى تنتقل ميكانيكيًا – مثل فيرس موزايك التبغ – عند تداول البادرات (Bosland & Votava ٢٠٠٠).

الشيتين والشيتوسان

تستخلص البروتينات الشيتينية من الأغلفة الخارجية الصلبة لبعض الأحياء المائية، مثل الجمبرى، وسرطان البحر، وغيرهما.

وقد استخدمت البروتينات الشيتينية فى تحضير مركبات تجارية مثل الشيتوسان chitosan، وهى تكسب النباتات مقاومة ضد الإصابة بالفطريات والنيماتودا كما يستدل من الأمثلة التالية:

- وجد Evans (١٩٩٣) أن إضافة الشيتين chitin إلى التربة أفاد فى مكافحة الفطر *Plasmodiophora brassicae* مسبب مرض الجذر الصولجانى فى الكرنب الصينى.
- أكسبت معاملة البذور بالشيتوسان نباتات الطماطم مقاومة للفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* مسبب مرض عفن التاج والجذور، ولكن إضافة المركب إلى التربة — مع معاملة البذور — حققت نتائج أفضل فى 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 الفيوزارى، هذا بينما لم يؤثر غمس الجذور فى الشيتوسان chitosan على شدة الإصابة إلاّ عندما أجريت على صنف متحمل للمرض. ولقد أدت معاملة التربة بالشيتين إلى زيادة أعداد البكتيريا والأكتينوميسيتات actiomycets بها. وتجدر الإشارة إلى أنه لا إضافة الشيتين إلى التربة ولا غمس جذور الشتلات فى 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).

المواد الحائلة للمقاومة

تستحِثُ مركبات بسيطة – لا تتشابه فى تركيبها – تطوير مقاومة جهازية فى

نباتات متباعدة عن بعضها تقسيميًا ضد عديد من المسببات المرضية الفطرية والبكتيرية والفيروسية. ويترافق مع ظهور المقاومة الجهازية المستحثة تراكم سريع لمركبات دفاعية لا تتشابه فى تركيبها وذات وظائف متباينة، مثلما يحدث طبيعيًا فى حالات المقاومة الوراثية (Kuć ٢٠٠١). ويعرف عدد من تلك المركبات الحاثة للمقاومة، إلّا إنها – وباستثناء القليل منها – مركبات مخلقة لا يسمح باستعمالها فى الإنتاج العضوى.

إن المعاملة الموضعية ببعض الأملاح، مثل الفوسفات والفوسفيت، والسيليكات والأوكسالات تستحث مقاومة جهازية ضد مدى واسع من المسببات المرضية. كذلك وجد أن العناصر الدقيقة – وبخاصة الزنك والنحاس والمنجنيز – يمكن أن تقوى الجهاز المناعى النباتى. كذلك يعد الشيتين والشيتوسان – اللذان سبقت الإشارة إليهما – من المواد الحاثة للمقاومة للأمراض.