الفصل التاسع

المكافحة المتكاملة للأمراض الفطرية

نتناول بالشرح فى هذا الفصل بعض جوانب المكافحة المتكاملة لعدد من أهم الأمراض الفطرية التى تصيب محاصيل الخضر، وبخاصة الأمراض الواسعة الانتشار.

الذبول الطرى أو مرض تساقط البادرات

يسبب مرض الذبول الطرى Damping-off مجموعة متباينة من الفطريات، من أهمها *Rhizoctonia solani*، و *Fusarium solani*، و *Pythium* spp.، و *Thielaviopsis basicola*، و *Colletotrichum* spp.، و *Phytophthora* spp. ... إلخ. وقد يظهر المرض فى صورة عفن بالبذور وموت للبادرات قبل ظهورها فوق سطح التربة؛ وهو الذى يعرف بالاسم pre-emergence damping-off، أو على صورة انهيار للبادرات بعد ظهورها فوق سطح التربة، وهو ما يعرف باسم post-emergence damping-off.

ومن أهم وسائل مكافحة الذبول الطرى، ما يلى:

الأساليب الزراعية

١- العناية بتجهيز المشاتل، وتسويتها جيدًا حتى لا تتراكم الرطوبة فى أى جزء منها، مع تعقيم المشاتل إن أمكن بالبخار، أو بإحدى المركبات الكيميائية.

٢- يحسن استعمال مخاليط تربة معقمة فى المشاتل، إلا أن ذلك لا يمنع تلوث المشتل بالفطريات المسببة للذبول الطرى بعد تعقيمه.

٣- تعقيم الشتالات (صوانى الزراعة).

٤- تجنب الزراعة الكثيفة، والاعتدال فى الرى، وتحسين التهوية للمساعدة على جفاف سطح التربة بسرعة، وتوفير التدفئة فى الجو البارد لأجل زيادة قوة نمو البادرات.

٥- تنظيم عملية الرى فى المشاتل مع إجرائه فى الصباح، وتحسين الصرف فيها تجنبًا لزيادة الرطوبة الأرضية.

٦- الزراعة على مصاطب مرتفعة لتوفير صرف جيد.

٧- تجنب الزراعة العميقة للبذور عند تلوث التربة بالفطر *Acremonium* sp. الذى تناسبه الزراعة العميقة.

٨- تجنب الزراعة فى الأراضى المنضغطة، وهى التى تكون رديئة الصرف.

٩- تأجيل الزراعة إلى حين ارتفاع حرارة التربة عن ٢٠°م، حيث يساعد ذلك على تجنب الإصابة بكل من البثيم، والفيتوفثورا، والرايزكتونيا.

١٠- عدم الإفراط فى التسميد الآزوتى، مع الاهتمام بالتسميد الفوسفاتى.

المكافحة الكيميائية

تجرى المكافحة الكيميائية بواسطة المبيدات التى تستخدم فى معاملة البذور أو البادرات الصغيرة، كما يلى:

١- معاملة البذور بأحد المبيدات الفطرية المناسبة، مثل: مونسرين كومبى، أو الكوبرسان، أو الأرثوسيد ٧٥٪، أو الثيرام، أو توبسين م ٧٠، أو فيتافاكس كابتان، أو فيتافاكس ثيرام، أو فيتافاكس ٢٠٠، أو بنليت، وذلك بمعدل جرام واحد إلى جرامين من المبيد لكل كيلوجرام من البذور. تفيد هذه المعاملة فى منع أعفان البذور ومنع موت البادرات قبل الإنبات، ولكنها قليلة الفاعلية ضد تساقط البادرات التالى للإنبات مباشرة.

٢- نقع البذور لمدة ١٢ ساعة فى محلول لأحد المبيدات السابقة بتركيز جرام واحد إلى جرامين من المبيد لكل لتر من الماء، ثم تكمر البذور لمدة ٢٤ ساعة أخرى قبل زراعتها. تفيد هذه المعاملة مع بذور القرعيات.

٣- رش المشاتل جيدًا أو ترطيبها بأحد المبيدات التى سبق ذكرها بتركيز ٠,٢٥٪ بعد الإنبات مباشرة ثم أسبوعيًا لمدة ثلاثة أسابيع، ويكون الترطيب بمعدل لتر واحد من المحلول لكل متر مربع من المشتل. وتفيد هذه المعاملة فى منع الإصابة بتساقط البادرات التالى للحصاد، ووقف تقدم الإصابة إن ظهرت.

٤- معاملة النباتات فى المشاتل، أو فى الحقل — مع ماء الرى بالتنقيط — بأحد المبيدات المناسبة، مثل: الميتالاكسيل Metalaxyl (مثل الريدوميل Ridomil)، والبينوميل Benomyl (مثل البنليت Benlate).

وقد كانت أكثر المبيدات الفطرية كفاءة فى مكافحة الذبول الطرى فى الخيار المبيد ميتالاكسيل Metalaxyl لأجل مكافحة الفطرين *Pythium*، و *Phytophthora*، والمبيد إبروديون iprodione لأجل مكافحة الفطر *Rhizoctonia* (Oliverira وآخرون ١٩٩٥).

٥- كذلك وجد أن معاملة بادرات الخيار رشًّا بالمركب المخلق Benzo (1, 2, 3) thizaole-7-carbothioic acid S-methyl ester (اختصارًا: BTH) يكسب النباتات مقاومة جهازية سريعة ضد الإصابة بالفطر *P. ultimum*، بتحفيز البادرات على إنتاج مركبات فينولية بتركيزات عالية فى مواقع الإصابة بالفطر (Benhamou & Bélanger ١٩٩٨).

المكافحة الحيوية

تجرى المكافحة الحيوية لمرض الذبول الطرى فى القرعيات باستعمال تحضيرات تجارية تحتوى على كائنات دقيقة فطرية أو بكتيرية، من أمثلتها ما يلى:

١- يفيد فى مكافحة الذبول الطرى خلط البذور التى تكفى لزراعة فدان مع ١٠٠ جم من المركب الحيوى ريزو-إن، على أن يلى ذلك نقع البذور فى الماء لمدة ١٢ ساعة، ثم كمرها فى خيش مبلل بالماء لمدة ١٢ ساعة أخرى قبل زراعتها.

٢- أمكن مكافحة الذبول الطرى وعفن الجذور الذى يسببه الفطر *Pythium ultimum* - فى الخيار - بالمعاملة بأى من الفطرين *Gliocladium virens* أو *Trichoderma harzianum*، وتساوت جميع السلالات التى استعملت من أى من الفطرين فى كفاءتها فى مكافحة المرض عندما أضيفت إلى بيئة زراعة الخيار على صورة تحضير من البيت موس والنخالة بنسبة ١٪، كما أفاد استعمال بعض السلالات على صورة معلق من الجراثيم الكونيدية للفطر (Wolffhechel & Jensen ١٩٩٢). كذلك أفادت المعاملة بفطريات الميكوريزا *Glomus* spp. فى مكافحة الفطر *P. ultimum* مسبب مرض الذبول الطرى حتى ولو لقحت بيئة زراعة الخيار بالميكوريزا والبثيم معًا فى آن واحد. كما كان لإضافة فطريات الميكوريزا تأثيرات إيجابية فى تجنب بطء النمو الذى أحدثه تلقيح بيئة الزراعة (الفيرميكيوليت) بالفطر *P. ultimum* بعد ١٦ يومًا من الزراعة، أى بعد زوال خطر الإصابة بمرض تساقط البادرات (Rosendahl وآخرون ١٩٩٢).

وأفاد التلقيح ببعض عزلات فطر الميكوريزا *Trichoderma* فى حماية الخيار من إصابة البادرات بالفطر *R. solani*، وكانت أفضل المعاملات هى التى استعمل فيها فطر الميكوريزا على البذور، أو أضيف إلى التربة من مزارعة على حبوب الشعير (Askew & Laing ١٩٩٤).

وأدت معاملة بذور الخيار بأى من الفطرين *Gliocladium virens* (السلالة G872B)، أو *Trichoderma harzianum* (السلالة T12MT) إلى حماية البادرات من الإصابة بكل من الفطرين *P. ultimum*، و *R. solani*، وكانت تلك الحماية أكبر عندما تراوح pH التربة بين ٥ و ٦ عما كان عليه الحال فى pH ٧، كما كان تأثير السلالة G872B ثابتًا فى مدى من الـ EC تراوح بين ٠,٥، ١,٥. وتجدر الإشارة إلى أن معاملة بذور الخيار بأى من السلالتين T12MT، أو G872B أفادت — كذلك — فى مكافحة مرض الذبول الفيوزارى عندما تراوح الـ EC بين ٠,٥، و ١,٠، ولكنها كانت أقل فاعلية فى مكافحة الذبول فى مدى من الـ EC تراوح بين ١,٥، و ٢,٠ (Jeong وآخرون ١٩٩٧أ).

وقد أوضحت دراسات Thrane وآخرون (١٩٩٧) أن الفطر *Pythium* spp. يحفز إنبات الجراثيم الكونيدية للفطر *T. harzianum* فى الاسفاجنم بيت موس لمزارع الخيار، كما يحفزه على إنتاج إنزيمين، هما: endo-1,3-β-glucanase، و cellulase، علمًا بأن لكليهما القدرة على مكافحة الذبول الطرى المتسبب عن الإصابة بالفطر *Pythium* فى الخيار.

٣- أمكن عزل بعض سلالات من الفطر *Rhizoctonia* التى لم تكن ممرضة للخيار، ولكنها وفرت حماية للبادرات من الإصابة بسلالات ممرضة من كل من: *R. solani*، و *P. aphanidermatum* (Sneh & Ichielevich-Auster ١٩٩٨).

٤- أمكن مكافحة الذبول الطرى الذى يسببه الفطرين *P. ultimum*، و *R. solani* بمعاملة بذور الخيار أو بيئة الزراعة بعزلات خاصة من البكتيريا *Pseudomonas fluorescens* (Yeom & Park ١٩٩٥).

كذلك أمكن مكافحة الذبول الطرى المتسبب عن الإصابة بالفطر *R. solani* بشكل جيد بمعاملة بيئة الزراعة بخليط من: السلالة CHAO من البكتيريا *Pseudomonas fluoresens* وفطر الميكوريزا *Trichoderma*، والتحضير الحيوى تريكونيترين Trichonitrin (Varac وآخرون ١٩٩٦). وقد أثر تركيز الأملاح فى التربة على مدى منافسة البكتيريا *Pseudomonas putida* (السلالة Pf3) للكائنات المرضة، حيث ازدادت منافستها لها عندما كانت درجة التوصيل الكهربائى للتربة عالية نسبيًا (EC = ٢,٠)، هذا بينما كان تأثيرها ثابتًا فى مدى من الـ EC تراوح بين ٠,٥، و ١,٥ (Jeong وآخرون ١٩٩٧أ).

وقد أحدثت معاملة بذور الخيار بأى من السلالة G872B للفطر *Gliocladium virens*، أو السلالة Pf3 للبكتيريا *P. putida* .. أحدثت نقصًا فى العشائر البكتيرية الطبيعية فى التربة من كل من: *Pseudomonas* sp.، و *Bacillus* sp.، و *Flavobacterium* sp.، و *Sterptomyces* sp.، وكان النقص سريعًا فى كل من: *Pseudomonas* sp.، و *Bacillus* sp. كذلك أحدثت معاملة البذور بالعزلتين نقصًا فى العشائر الفطرية الطبيعية من كل من: *Mucor* sp.، و *Cladosporium* sp.، و *Trichoderma* sp.، و *Rhizopus* sp.، و *Aspergillus* sp.، و *Penicillium* sp.، وكان النقص أكثر وضوحًا فى كل من *Penicillium* sp.، و *Trichoderma* sp.. وقد تراوح النقص فى أعداد هذه الأجناس البكتيرية والفطرية — بعد ٨ أيام من زراعة بذور الخيار المعاملة بالعزلتين — بين ٤٤٪ و ٦٦٪ (Jeong وآخرون ١٩٩٧ب).

كما أمكن مكافحة كل من الفطرين *Pythium* sp.، و *Fusarium* spp. فى بادرات الخيار بواسطة البكتيريا *Burkholderia cepacia* (السلالة Bc-B)، وهى التى ازدادت فاعليتها بإضافة البكتيريا *Escherichia coli* (السلالة S17R1) معها، على الرغم من أن المعاملة بالبكتيريا الأخيرة — منفردة — لم تؤثر فى شدة الإصابة بأى من الفطرين (Roberts وآخرون ١٩٩٧ب).

هذا إلا أن Roberts وآخرون (١٩٩٧أ) أوضحوا فى دراسة أخرى أن البكتيريا *E. coli* (السلالة S17R1) — عندما استعملت فى معاملة البذور — كانت قادرة على

مكافحة الفطر *P. ultimum* — مسبب مرض الذبول الطرى — فى الخيار. وعلى الرغم من ضعف استعمار البكتيريا لجذور الخيار، فإن تمكنها من استعمار الجذور جيدًا لم يكن ضروريًا نظرًا لأن قدرة الفطر على إصابة البادرات تقتصر على فترة قصيرة جدًا فى بداية عملية إنبات البذور. وبالمقارنة .. فإن البكتيريا *Enterobacter cloacae* (السلالة S17-1) كانت قادرة على مكافحة الفطر واستعمار البذور جيدًا فى آن واحد.

٥- أدت المعاملة بالتحضير التجارى هالكس Halex (الذى يحتوى على ثلاث سلالات من البكتيريا المثبتة لآزوت الهواء الجوى، هى: *Azospirillium brasilense*، و ZCR *Azotobactor chroococcum*، و KPR *Klebsiella pneumoniae*) .. أدت المعاملة به إلى تقليل الإصابة بمرض تساقط البادرات (الذى تسببه الفطريات *Fusarium*، و *Rhizoctonia*، و *Pythium*، و *Sclerotinia sclerotiorum*) بنسبة ٥٦٪، كما كان للمعاملة تأثيرات إيجابية على كل من الوزن الجاف والطرى للبادرات، ومحتواها من النيتروجين، والمساحة الورقية (Hassouna وآخرون ١٩٩٨).

كذلك تفيد المكافحة الحيوية مع مختلف المحاصيل الأخرى، كما يلى:

الطماطم

أدّت معاملة بذور الطماطم أو تربة المشاتل بأى من الأنواع البكتيرية: *Azospirillium* spp.، أو *Azotobacter chroococcum*، أو *Pseudomonas fluorescens*. (وجميعها من البكتيريا التى تعيش فى محيط النموات الجذرية للنباتات) .. أدّت إلى زيادة سرعة إنبات البذور وزيادة الوزن الجاف للبادرات، وتقليل إصابتها بالذبول الطرى الذى يسببه الفطر *Rhizoctonia solani*، حيث تطفلت البكتيريا على الأجسام الحجرية للفطر. ولكن لم تكن المعاملة بهذه البكتيريا فعالة فى حرارة تزيد على ٣٠°م (Sanhita Gupta وآخرون ١٩٩٥).

كذلك أدت معاملة بذور الطماطم بالبكتيريا *Pseudomonas aeruginosa* إلى تقليل إصابتها — معنويًا — بالذبول الطرى الذى يسببه الفطر *Pythium spelendens* — فى مزارع تقنية الغشاء المغذى، وازدادت الحماية من المرض بحقن (عدوى) المحلول المغذى

ذاته بالبكتيريا التى انتشرت فى المزرعة مع المحلول المغذى (Buysens وآخرون ١٩٩٥).

البقوليات

١- المكافحة بالميكوريزا:

يكافح الذبول الطرى بيولوجيًا بواسطة معاملة البذور بالميكوريزا *Trichoderma* spp.، التى تعطى مكافحة جيدة لكل من الفطرين *Pythium* spp.، و *Rhizoctonia solani*. وعلى الرغم من أن إنبات الجراثيم الكونيدية للميكوريزا يستغرق أكثر من ١٠-١٤ ساعة فى حرارة ٢٦°م، إلا أنها تقضى على فطر البثيم بما تفرزه من سموم تصل إلى الفطر وتقتل هيفاته قبل أن يتلامسا معًا. أما مكافحة الميكوريزا لفطر الرايزكتونيا فتتم من خلال التطفل بعد أن تفرز الميكوريزا إنزيمات تحلل الجدر الخلوية للفطر.

ويمكن مكافحة الفطر *R. solani* — كذلك — عن طريق معاملة التربة بالميكوريزا *Trichoderma* spp. (Lifshitz وآخرون ١٩٨٦).

٢- المكافحة بالبكتيريا:

أمكن مكافحة الذبول الطرى الذى يسببه الفطر *P. ultimum* بنسبة ٢٣٪-٧٠٪ بمعاملة البذور بأى من نوعى البكتيريا *Pseudomonas cepacia* (السلالة AMMD)، أو *P. fluorescens* (السلالة PRA25) (Parke ١٩٩١، و Parke & Bowers ١٩٩٣، و King & Parke ١٩٩٣).

كذلك أفادت المعاملة بأى من هاتين السلالتين البكتيريتين فى مكافحة الفطرين *R. solani*، و *P. ultimum* لدى إضافتهما إلى التربة مع البيت موس، حيث أدت المعاملة إلى زيادة محصول البسلة بنسبة ١٧٪ عندما كان ستوى تواجد الفطرين فى التربة شديدًا، وبنسبة ١٢٠٪ عندما كان تواجدهما معتدلاً. وقد أمكن خلط بكتيريا الرايزوبيم المثبتة لآزوت الهواء الجوى مع بكتيريا الزيدومونادز دون أن يؤثر ذلك على مستوى المكافحة البيولوجية التى وفرتها سلالتا البكتيريا (Xi وآخرون ١٩٩٦).

وقد تمكن Ellis وآخرون (١٩٩٩) من إنتاج طفرات من العزلة 54/96 من *P.*

fluorescens كانت أكثر قدرة على مكافحة الفطر *P. ultimum* إما من خلال تثبيط تجرثم الفطر، وإما عن طريق إضعاف نمو الغزل الفطرى.

وتمت مكافحة الفطر *R. solani* فى البسلة بشكل جيد بمعاملة التربة بالبكتيريا *Bacillus subtilis*. وقد كانت المعاملة المصاحبة للزراعة قوية التأثير، واستمر تأثيرها — بدرجة أقل — عندما زرعت البسلة بعد ١٦ شهرًا من إضافة البكتيريا إلى التربة. وتزداد فاعلية البكتيريا فى الحرارة العالية مع توفر الرطوبة الأرضية (Bochow & Gantcheva ١٩٩٥).

الصليبيات

أفاد استعمال مخلوط من معلق جراثيم الفطرين *Streptomyces arenae*، و *S. chibaensis* بنسبة ١:١ — بإضافتهما إلى التربة — قبل العدوى بالفطر *R. solani* فى الحد من الإصابة بالفطر الأخير (Kundu & Nandi ١٩٩٣).

وأدت معاملة البذور بالمركب CGA 245704 — وهو منشط للمقاومة الجهازية المكتسبة — إلى حماية بادرات الكرنب والكيل من الإصابة بالفطر *R. solani*، وتوفير بعض الحماية من الإصابة بالذبول الطرى (Jensen وآخرون ١٩٩٨).

الفلفل

أمكن حماية الفلفل من الإصابة بالذبول الطرى المتسبب عن الفطر *Rhizoctonia solani* بشكل جيد بالمعاملة بكل من القطرين *Gliocladium virens* (العزلتان Gl-3، و Gl-21)، و *Trichoderma hamatum* (العزلة TRI-4) (Lewis وآخرون ١٩٩٥).

كما أمكن مكافحة كل من *R. solani*، و *Pythium ultimum* بالمعاملة بالفطر *Cladorrhinum foecundissimum* (Lewis & Larkin ١٩٩٨).

كذلك أفادت معاملة بذور الفلفل، أو مخاليط إنتاج الشتلات، أو الشتلات بمخلوط من كل من الفطر *Gliocladium virens* (السلالة Gl-3)، والبكتيريا *Burkholderia cepacia* (السلالة Bc-F) معًا .. أفاد ذلك فى حماية البادرات من الإصابة بكل من

فطريات الذبول الطرى: *R. solani*، و *P. ultimum*، و *Fusarum oxysporum*، و *Corticium rolfsii* (= *Sclerotium rolfsii*)، ولكن لم تكن المعاملة بأى منهما على انفراد فعّالة فى مكافحة الذبول الطرى (Mao وآخرون ١٩٩٨).

وللتخلص من مشكلة الذبول الطرى فى مشاتل الشتّالات، التى تزرع فيها بذور الصنف مرتفعة الثمن، تجب مراعاة ما يلى:

١- غسل الشتّالات (أحواض الزراعة) والبلاستيك المستعمل تحت الشتالات — كحاجز بينها وبين التربة — بمحلول مخفف من هيبوكلوريت الصوديوم (الكلوراكس التجارى مع الماء بنسبة ١ : ٩).

٢- توضع الشتّالات فى مكان جاف نظيف بعد تعقيمها.

٣- يوضع مخلوط الزراعة النظيف — وتتم تعبئة الأحواض — على بلاستيك نظيف.

٤- يمنع السير على مخلوط الزراعة.

٥- التأكد من نظافة الأيدى والأدوات المستخدمة فى تداول مخلوط الزراعة.

٦- يضاف الكابتان إلى المخلوط (الذى يتكون من البيتموس والرمل النظيف المغسول بنسبة ١ : ١)؛ بمعدل ٢ جم من المبيد لكل متر مكعب من المخلوط.

٧- توضع أحواض الزراعة — بعد الزراعة — فوق بعضها إلى حين ظهور أول البادرات، حيث تفرد فورًا على صناديق بلاستيكية مقلوبة، أو على قوالب من الطوب بحيث تكون بعيدة عن سطح التربة.

٨- يرش سطح الأحواض — بمجرد تفريدها — بالكابتان أو البنليت.

٩- إذا ظهر الذبول الطرى يعاد الرش — مرة أخرى — بالكابتان، أو البنليت، أو الرادوميل.

١٠- تجنب بقاء سطح مخلوط الزراعة مبتلاً طوال الوقت، مع الرى فى الصباح.

١١- توفير تهوية جيدة.

الذبول الفيوزارى

يُعد الذبول الفيوزارى Fusarium wilt — الذى يسببه الفطر *Fusarium oxysporum* — من أكثر أمراض الخضر انتشارًا، ويعرف من الفطر عديدًا من السلالات الفسيولوجية

التى تصيب كل منها محصولاً معينًا أو مجموعات محصولية متقاربة تقسيميًا. وعلى الرغم من توفر المقاومة للفطر فى عديد من الأصناف التجارية للخضر، فإن الفطر يعرف بتكوينه لسلالات باثولوجية جديدة قادرة على كسر تلك المقاومات.

ويكافح مرض الذبول الفيوزارى فى مختلف القرعيات بعدة وسائل، كما يلى:

١- اتباع دورة زراعية مدتها خمس سنوات:

يجب اتباع دورة زراعية طويلة قدر الإمكان، حتى عند زراعة الأصناف المقاومة، ولكن تجدر الإشارة إلى أن الدورة الزراعية قد لا يعول عليها كثيرًا فى مكافحة الذبول الفيوزارى حتى وإن تضمنت الدورة محاصيل لا تصاب بالفطر، ويرجع ذلك إلى أن الفطر يعيش مترممًا فى التربة على بقايا النباتات الموجودة فيها أيًا كان نوعها (عن Zuniga وآخرين ١٩٩٧).

٢- التخلص من بقايا النباتات المصابة.

٣- تعقيم التربة بالتشميس solarization، حيث أدت هذه الطريقة — فى مصر إلى مكافحة الذبول الفيوزارى فى الطماطم بصورة أفضل من تبخير التربة ببروميد الميثايل (El-Shami وآخرون ١٩٩٠أ و ١٩٩٠ب). وفى ولاية فلوريدا الأمريكية أدت معاملة التشميس إلى التخلص من فطر الذبول الفيوزارى حتى عمق ٥سم فقط، بينما أدى تبخير التربة ببروميد الميثايل إلى التخلص من الفطر حتى عمق ٣٥ سم (Chellemi وآخرون ١٩٩٤).

٤- معاملة البذور قبل الزراعة:

تعامل البذور قبل الزراعة بالمبيد الفطرى رايزولكس ثيرام بمعدل ١-٢ جم/كجم بذرة، أو التوبس إم ٧ بمعدل ٢ جم/كجم بذرة، وذلك بنقع البذور فى محلول من أى منهما لمدة ٢٤ ساعة، ثم كمرها فى خيش مبلل بالمحلول ذاته لمدة ٢٤ ساعة أخرى.

٥- زراعة الأصناف المقاومة:

تتوفر مثل هذه الأصناف بكثرة فى معظم محاصيل الخضر، ولكن يجب التنبه إلى

سلالات الفطر القادرة على كسر المقاومة؛ فعلى سبيل المثال .. توجد ثلاث سلالات من الفطر الذى يصيب الطماطم هى: سلالة صفر (وهى التى تعرف برقم ١)، وتتوفر المقاومة لها فى الغالبية العظمى من الأصناف التجارية، وسلالة رقم ١ (وهى تعرف برقم ٢)، وتتوفر المقاومة لها فى عدد كبير من أصناف الطماطم الحديثة، مثل: والتر Walter، وفلورادید Floradade، وغيرها. وسلالة رقم ٢ (وهى التى تعرف برقم ٣)، وتتوفر لها المقاومة فى بعض الأصناف التجارية، وفى بعض سلالات التربية.

٦- الزراعة فى تربة تعرف بتلوثها بسلالات فسيولوجية أخرى من الفطر *Fusarium oxysporum*، حيث وجد Homma & Ohata (١٩٧٧) أن حقن الطماطم (عدواها) بأى من ٧ سلالات فسيولوجية أخرى غير *lycopersici* (وخاصة بالسلالات الفسيولوجية: *melongenae*، و *cucumerinum*، و *batatas*، وهى المتخصصة على الباذنجان، والخيار، والبطاطا على التوالى)أدى إلى تقليل شدة إصابتها بالذبول عند حقنها – بعد ذلك – بالسلالة الفسيولوجية *lycopersici* المتخصصة على الطماطم.

كذلك وجد Tamietti وآخرون (١٩٩٣) أن الزراعة فيما يعرف بـ "التربة المثبطة للفيوزاريم" suppressive soil – *Fusarium* أدت إلى حماية النباتات من الإصابة الشديدة بالذبول الفيوزارى، وصاحبت ذلك زيادة فى نشاط عدد من الإنزيمات الهامة فى النباتات، هى:

Chitinase	Laminarinase
β-1-4-glucosidase	N-acetyl-glucosaminidase
Polyphenol oxidase	Peroxidase

وقد اقترح الباحثون أن السلالات غير المرضة من الفيوزاريم – فى التربة المثبطة للفيوزاريم – هى المسئولة عن حماية النباتات من الإصابة بالذبول الفيوزارى، وأنها – أى السلالات غير المرضة – توفر تلك الحماية بحث النباتات على زيادة مقاومته الطبيعية للإصابة.

٧- معاملة التربة والنباتات بالمبيدات:

إذا ظهر المرض أثناء موسم النمو تعامل النباتات بمخلوط من ١ جم توبسن إم ٧٠ +

١ جم رايزولكس + ١ جم ريدوميل بلاص لكل لتر ماء، مع وضع المحلول عند قاعدة ساق النبات باستخدام رشاشة منزوعة البشبورى. وعمومًا .. يفيد استعمال المبيدات الجهازية مثل البينوميل benomyl فى مكافحة المرض.

وقد أمكن التقليل من شدة إصابة نباتات القاوون بالذبول الفيوزارى بمعاملة البذور أو التربة بمبيد الحشائش ترفلورالين trifluralin، وكانت معاملة التربة (بمعدل ١ ميكروجرام/جرام من التربة) أفضل من معاملة البذور فى مكافحة المرض (Erzurum & Maden ١٩٩٥). كذلك كان مبيد الحشائش أسيتوكلور acetochlor أكثر فاعلية من الترفلورالين فى مكافحة المرض، ووجد ارتباط جوهرى سالب بين معدل الإصابة بالمرض وبين إنتاج الجلوتاثيون Glutathione فى النباتات المعاملة بعدد من مبيدات الحشائش (Bolter وآخرون ١٩٩٣).

وتأكدت فاعلية الأسيتوكلور فى مكافحة المرض فى القاوون من دراسات Cohen وآخرون (١٩٩٦) الذين وجدوا أن معاملة التربة بالمبيد بمعدل ٠,١-١,٠ ميكروجرام/جرام من التربة أحدثت نقصًا جوهريًا فى حالات الذبول على الرغم من أن المبيد لم يؤثر على الفطر ذاته فى التربة أو على إصابته للنبات، ولكن المعاملة ارتبطت بظهور زيادة معنوية فى محتوى الأوراق من الجلوكوز، والفراكتوز، والسكروز سواء أكانت النباتات محقونة (معدية) بالفطر، أم غير محقونة. كذلك ارتبطت الإصابة بالفطر إيجابيًا بانخفاض شدة الإضاءة، التى ارتبطت بدورها بانخفاض محتوى الأوراق من السكر، الأمر الذى يقدم تفسيرًا لكيفية تأثير الأسيتوكلور فى خفض معدلات الإصابة بالذبول.

٨- التطعيم على أصول مقاومة:

تلك طريقة شائعة الاستعمال فى الزراعات المحمية فى هولندا، وفى كل من الزراعات المكشوفة والزراعات المحمية فى اليابان وكوريا الجنوبية.

يكافح الذبول الفيوزارى فى زراعات البطيخ المحمية فى اليابان منذ عام ١٩٣٦ بالتطعيم على أصول من الجنس *Cucurbita*، أو من اليقطين Bottle Gourd (*Lagenaria siceraria*) المقاومين (Kuniyasu & Takeuchi ١٩٨٣، و Lu وآخرون ١٩٩٥).

ومن الأصول الأخرى التى استعملت فى مكافحة المرض فى الصين — إلى جانب اليقطين — كلاً من الجورد الشمعى *Benincasa hispida*، وصنف القرع العسلى، Yunnan Black-Seeded (Lu وآخرون ١٩٩٥).

ويكافح المرض فى الخيار فى اليابان بالتطعيم على أصول مقاومة من *Cucurbita ficifolia*، والجنس *Sicyos* (عن Kanahama ١٩٩٤).

وقد أدى تطعيم الخيار على القرع *Cucurbita ficifolia* إلى مكافحة الذبول الفيوزارى، إضافة إلى مكافحة كل من عفن الجذور الذى يسببه الفطر *Pythium*، والبياض الدقيقى الذى يسببه الفطر *S. fuliginea*، فضلاً عن زيادة كل من المحصول المبكر والكلى (Weng وآخرون ١٩٩٣).

٩- المكافحة الحيوية:

وفرت عزلتان غير ممرضتين من فطر *F. oxysporum* حماية لنباتات الخيار ضد الإصابة بالفطر *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*، وكان اختراق العزلة غير المرضة لجذور الخيار واستعمارها لأنسجته ضروريًا لتوفير تلك الحماية ضد الذبول الفيوزارى (Mandeel وآخرون ١٩٩٤). كذلك حُصل على نتائج أخرى مماثلة من دراسة استعملت فيها عزلة غير ممرضة من الفطر ذاته، حيث أحدثت تلونًا فى جذور نباتات الخيار — عند عدواه بها بتركيز عال لا يقل عن ١٠^٦ جرثومة كونيدية/جم من التربة — ولكنها لم تُحدث ذبولاً، وعلى العكس من ذلك، فإنها أدت إلى خفض معدل الإصابة بالمرض بصورة واضحة (Yang & Kim ١٩٩٦).

وقد أمكن الحد من شدة الإصابةبالذبول الفيوزارى فى القاوون بمعاملة البذور بعزلتين ممرضتين من *F. oxysporum*، وبطرازين نوعيين آخرين غير ممرضين للقاوون (هما: f. sp. *lycopersici*، و f. sp. *niveum*)، ولكن لا تخفى خطورة استعمال الطرازين النوعيين الآخرين فى إصابة الطماطم والبطيخ — على التوالى — إن هما زرعا بعد القاوون فى الحقل ذاته (Erzurum & Maden ١٩٩٥).

من المعروف أنه توجد أرض مثبطة Suppressive، وأخرى محفزة Conducive

للإصابة بالذبول الفيوزارى. وقد تمكن Larkin وآخرون (١٩٩٦) من عزل نحو ٢٠٠ عزلة من البكتيريا، والأكتينوميسيتات، والفطريات من جذور نباتات البطيخ النامية فى أرض مثبطة، وأخرى غير مثبطة للمرض. وباختبار فاعلية هذه العزلات فى إعادة القدرة على التثبيط للأراضى المثبطة التى عوملت بالميكروويف، ولخفض معدل الإصابة فى الأرض المحفزة، وجد أن عزلات غير متطفلة من الفطر *F. oxysporum* كانت هى الوحيدة التى تثبط الإصابة بانتظام، وبمعدلات تراوحت بين ٣٥٪ و ٧٥٪. وقد بدا من تلك الدراسة أن تلك العزلات تكسب النباتات مقاومة جهازية، وأنه يمكن استعمالها فى المكافحة البيولوجية لفطر الذبول.

وقد وجد Larkin & Fravel (١٩٩٨) أن المعاملة بسلالات الفيوزاريم غير المرضة المعزولة من الأراضى المثبطة للذبول Wilt-Suppressive كانت أكثر المعاملات الحيوية كفاءة فى مكافحة مرض الذبول الفيوزارى فى كل من البطيخ، والقاوون والطماطم، حيث أعطت مكافحة بنسبة تراوحت بين ٥٠٪، و ٨٠٪ فى عدة اختبارات. كذلك أدت المعاملة بأى من الفطرين *Gliocladium virens*، و *Trichoderma hamatum*، إلى خفض الإصابة بالذبول معنويًا، ولكن بنسبة أقل، حيث تراوحت بين ٣٠٪، و ٦٠٪ فقط. وقد تبين أن سلالات الفيوزايم غير المرضة أحدثت مقاومة جهازية فى النباتات، وأنها كانت فعّالة فى مكافحة المرض حتى عند تواجدها بتركيز منخفض، مع تواجد الفطر المسبب للذبول الفيوزارى بتركيز مرتفع.

وقد كانت لمعاملة التربة بفطر الميكوريزا *Trichoderm harziamum* نفس فاعلية المعاملة بالبيد بافيستين ٥٠ Bavistin 50 فى مكافحة الفطر *F. o.* f. sp. *melonis* فى حقول القاوون من طراز الأناناس، حيث أعطت المعاملة بأى منهما أعلى محصول، مقارنة بالمعاملة بفطريات أخرى (هى: *Chaetomium globosum*، و *Gliocladium penicilloids*)، ومبيدات أخرى هى: توبسن إم ٧٠ Topsin M70، وروفرال ٥٠ Rovral 50) (Mahdy & Eid ١٩٩٣).

وأمكن خفض نسبة موت نباتات الخيار التى تُحدثها الإصابة بالذبول الفيوزارى — بنسبة تزيد عن ٥٠٪، مع زيادة المحصول بنسبة تراوحت بين ١١٪، و ٣٣٪ بترطيب

التربة تحت محصول الخيار فى الزراعات المحمية بعزلة خاصة (رقم 02) من البكتيريا *Serratia marcescens* (Tiuterev وآخرون ١٩٩٥).

كذلك تمت مكافحة الفطر *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* بصورة جيدة فى الخيار بالمعاملة المزدوجة بكل من الفطر *Gliocladium virens* (سلالة G872B)، والبكتيريا *Pseudomonas putida* (سلالة Pf3) (Bae وآخرون ١٩٩٥).

كما أوضح Liu وآخرون (١٩٩٥جـ) أن تلقيح نباتات الخيار بأى من السلالة 89B-27 من *P. putida*، أو السلالة 166-90 من البكتيريا *Serratia marcescens* أكسب نباتات الخيار مقاومة جهازية ضد الإصابة بالفطر *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* المسبب لمرض الذبول الفيوزارى.

وتوضح نتائج دراسات Singh وآخرون (١٩٩٩) أنه أمكن مكافحة الفطر *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* فى الخيار بشكل جيد باستعمال سلالتين بكتيريتين منتجتين للإنزيمات الشيتينية (Chitinolytic Bacteria)، وهما: *Paenibacillus* sp. 300، و *Streptomyces* sp. 385.

ذبول فيرتسيليم

يسبب مرض ذبول فيرتسيليم فطرين، هما *Verticillium albo-atrum*، و *V. dahliae*، وهما يصيبا معظم محاصيل الخضر، وتشتد خطورة المرض فى الباذنجان والصليبيات.

وفى الباذنجان يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١- زراعة الأصناف التى تتحمل الإصابة:

تتوفر سلالات من الباذنجان يكون تطور المرض فيها بطيئًا ولا يتأثر محصولها كثيرًا بالإصابة مثلما يكون عليه الحال فى الأصناف القابلة للإصابة (Ciccarese وآخرون ١٩٩٤).

٢- استعمال أغطية التربة البلاستيكية:

على الرغم من أن أعراض الإصابة بذبول فيرتسيليم ظهرت فى ٥٠٪ من النباتات

مبكرة بمقدار ١٣ يومًا عندما استعمل الغطاء البلاستيكى الأسود للتربة، مقارنة بما كان عليه الحال عندما لم يستعمل الغطاء البلاستيكى، إلا أن النباتات التى استعمل معها الغطاء البلاستيكى كانت أقوى نموًا، وكانت ثمارها أكبر حجمًا عندما أعطيت جرعة إضافية من النيتروجين مقارنة بثمار الكنترول (Elmer & Ferrandino ١٩٩١).

٣- المكافحة الحيوية:

أفاد استعمال فطر الميكوريزا *Trichoderma etunicatum* فى توفير قدر عال من الحماية ضد الفطر *V. dahliae*، وزيادة محصول الباذنجان، وقلة تشوهات الثمار (Matsubara وآخرون ١٩٩٥).

كذلك أفادت عدوى جذور شتلات الباذنجان بالفطر *Talaromyces flavus* فى منافسة الفطر *V. dahliae*، وخفض شدة الإصابة بذبول فيرتسيليم (Fahim & Henis ١٩٩٥). وكان لاستعمال أى من فطرى المكافحة الحيوية *T. flavus*، و *Gliocladium roseum* – أو كليهما معًا – مع جرعات مخففة من المبيد ميثام–صوديوم Metham sodium .. كان لها تأثير متجمع فى مكافحة المرض. ويبدو أن دور الفطر *T. flavus* فى المكافحة الحيوية للفطر *V. dahliae* يكون من خلال إنتاجه لمركبات مضادة للفطريات ونشاط الإنزيم glucose-oxidase بالفطر المرض *V. dahliae*؛ مما يتسبب فى تأخير إنبات الجراثيم وبطء نمو الغزل الفطرى، مع تكوّن الميلانين فى الأجسام الحجرية الصغيرة الحديثة التكوين (Madi وآخرون ١٩٩٧).

ومن فطريات الميكوريزا الأخرى التى أعطت نتائج مبشرة فى مكافحة مرض ذبول فيرتسيليم فى الباذنجان الفطر *Glomus versiforme* الذى حفّز النمو النباتى إلى جانب الحد من تأثير الفطر *V. dahliae* (Li وآخرون ١٩٩٧).

أما فى الصليبيات فيجب أن تؤخذ الأمور التالية فى الاعتبار

لا تتوفر المقاومة للفطر فى أى من عوائله من الخضر الصليبية، ويعتبر الكرنب وسطًا فى شدة حساسيته للإصابة بالفطر بين القنبيط الشديد الحساسية، والبروكولى الذى لا تظهر عليه أعراض الإصابة بالمرض على الرغم من قدرة الفطر على استعمار جذوره.

وتعتبر بسترة التربة بالإشعاع الشمسى solarization هى الوسيلة الوحيدة المتاحة حاليًا – غير تعقيم التربة بالمبيدات – لمكافحة المرض. وتزداد فاعلية عملية بسترة التربة عند حرث بقايا الصليبيات فى التربة قبل بسترتها.

فمن المعروف أن بقايا الصليبيات التى تترك لتتحلل فى التربة تؤدى إلى خفض شدة الإصابة بالمرض فى الصليبيات التى تأتى بعد ذلك فى الدورة، ومرد ذلك إلى تأثير نواتج تحلل الجلوكوسينولات glucosinolates التى توجد فى الصليبيات على الفطر.

ويعتبر البروكولى أقل الخضر الصليبية إصابة بفطر الفيرتسيليم حتى وإن كانت التربة ملوثة بشدة بالفطر؛ فهو منيع ضد الإصابة بعزلات الفطر المتحصل عليها من غير الصليبيات، كما أن عزلات الفطر المتحصل عليها من مختلف الصليبيات ضعيفة القدرة على إصابة البروكولى، ولذا .. فإن زراعة البروكولى قبل القنبيط أو غيره من الصليبيات الحساسة للفطر فى الدورة – مع حراثة بقايا نباتات البروكولى فى التربة – يوفر قدرًا كبيراً من الحماية للقنبيط ضد الإصابة بالفطر (Xiao وآخرون ١٩٩٨، و Bhat & Subbarao ٢٠٠١).

ويستدل من نتائج دراسات Shetty وآخرين (٢٠٠٠) أن إصابة القنبيط بذبول فيرتسيليم تنخفض جوهريًا عند زراعته فى أرض ملوثة بشدة بالفطر سبقت معاملتها ببقايا نباتات البروكولى.

وفى الأراضى الشديدة التلوث بالفطر تُحدث إضافة بقايا نباتات البروكولى إليها خفضًا واضحًا فى استعمار فطر فيرتسيليم (لكل وحدة فطرية قادرة على إحداث الإصابة infective propagule) لجذور كل من القنبيط والبروكولى؛ بمعنى أن بقايا البروكولى فى التربة لا تقلل فقط من عدد الجسيمات الفطرية الحجرية الحية فى التربة، وإنما تقلل كذلك من قدرة الجسيمات الحجرية المتبقية على إحداث الإصابة (Shetty وآخرون ٢٠٠٠).

وتزداد فاعلية بقايا الصليبيات فى القضاء على جسيمات الفطر الحجرية فى التربة عندما تكون البقايا النباتية طازجة وقت إضافتها مقارنة بإضافتها وهى جافة، كما ترتبط

شدة فاعليتها إيجابيًا بكمية الجلوكوسينولات فى المحصول. كذلك تزداد فاعلية البقايا النباتية المحروثة فى التربة عندما تكون الحرارة ٢٠°م، وذلك مقارنة بالحرارة الأقل أو الأعلى من ذلك، ويحدث معظم الخفض فى أعداد الجسيمات الحجرية خلال الخمسة عشرة يومًا الأولى من إضافة البقايا النباتية (عن Subbarao وآخرين ١٩٩٩).

وقد وجد Subbarao وآخرون (١٩٩٩) أن بقايا البروكولى (٢٠٠ كجم/٣٦م٢) كانت إما مماثلة لكل من الكلوروبكرن والميثام صوديوم أو أكثر فاعلية عنهما فى خفض أعداد جسيمات الفطر الحجرية فى التربة، إلاّ أن دراسة لاحقة (Subbarao & Koike ٢٠٠٠) أوضحت أن تبخير التربة بمخلوط بروميد الميثيل والكوروبكرن كان أكثر فاعلية فى مكافحة المرض عن بقايا البروكولى بالتربة.

يوجد بين نواتج تحلل الجلوكوسينولات glucosinolates كلاً من الـ sulfides، والـ isothiocyanates، و الـ thiocyanates، والـ nitrils ولجميعها خصائص مثبطة أو قاتلة للفطريات.

عفن اسكليروتينيا أو العفن الأبيض

يسبب الفطر *Sclerotinia sclerotiorum* مرض عفن اسكليروتينيا أو العفن الأبيض فى عديد من أنواع الخضر منها — على سبيل المثال لا الحصر — الفاصوليا، والصليبيات والخس.

ويكافح المرض باتباع الوسائل التالية:

١- غمر الأرض بالماء لمدة ٣ أسابيع على الأقل قبل الزراعة للتخلص من جانب كبير من الأجسام الحجرية للفطر.

٢- تعقيم التربة بالميثام صوديوم فى الزراعات المحمية.

٣- اتباع دورة زراعية تدخل فيها النجيليات.

٤- زراعة الأصناف القائمة النمو من الفاصوليا (Saindon وآخرون ١٩٩٣، و ١٩٩٥).

٥- معاملة البذور بالمطهرات الفطرية.

٦- تجنب الزراعة الكثيفة.

٧- تجنب الرى الغزير، وعدم إجراء الرى بطريقة الرش.

٨- تحسين التهوية فى الزراعات المحمية.

٩- مكافحة الحشائش جيدًا بهدف تحسين التهوية بين النباتات (Burnside وآخرون ١٩٩٨).

١٠- تحسين الصرف.

١١- غير التربة بالماء أثناء الجو الحار - قبل الزراعة - بهدف التخلص من الأجسام الحجرية للفطر.

١٢- عدم الإفراط فى الرى.

١٣- الرش بالمبيدات الفطرية المناسبة: مثل:

● البينوميل: يفيد الرش بالبينوميل، علمًا بأنه يعطى مكافحة جيدة فى جميع الظروف البيئية، وفى الظروف المناسبة للإصابة الشديدة بالمرض (Boland ١٩٩٧).

● الرونيلان: ترش النباتات بالرونيلان فى حالة ظهور الإصابة بمعدل ١٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء، ويكرر الرش كل ١٠ أيام بالتبادل مع التوبسن إم ٧٠ بمعدل ١٠٠جم/١٠٠ لتر ماء، ويستمر ذلك حتى الإزهار.

● تكتو ٤٥٪: بمعدل ٢٠٠ مل (سم٣)/١٠٠ لتر ماء. تعامل بالتكتو الفاصوليا المعدة للتصدير بعد تمام عقد القرون.

ويفيد استعمال المبيدات المناسبة فى مراقد البذور، مع رش البادرات بصورة جيدة إلى أن يتساقط المبيد على سيقانها.

١٤- زراعة البروكولى فى الدورة، مع حراثة بقايا نباتات البروكولى فى التربة؛ حيث يؤدى انطلاق الأيزوثيوسيانات من بقايا البروكولى إلى القضاء على الأجسام الحجرية للفطر (عن Subbarao ١٩٩٨).

١٥- يفيد التسميد العضوى الجيد بالأسمدة البلدية وسماد الدواجن فى تقليل شدة الإصابة، وربما حدث ذلك بسبب توفير الأسمدة فرصة أكبر لتنوع وتكاثر وازدهار الكائنات المنافسة (Asirifi وآخرون ١٩٩٤).

١٦- كان من المعتقد أن الحراثة العميقة لأجل جعل الأجسام الحجرية للفطر على عمق ٢٥-٣٠ سم تعد من الوسائل الفعالة فى مكافحة المرض، إلا أنه ثبت عدم جدوى تلك العملية، وخاصة عند تواجد الفطر بكثافة عالية؛ بل إنها - على العكس من ذلك - يمكن أن تؤدى إلى زيادة تجانس توزيع الفطر فى التربة (Subbarao وآخرون ١٩٩٦).

١٧- سرعة التخلص من النباتات التى تظهر عليها الإصابة خارج الحقل إلا أنها عملية مكلفة (عن Ryder ١٩٩٩).

١٨- الرى بطريقة تعمل على بقاء سطح التربة جافًا قدر الإمكان (Univ. Calif. ١٩٨٧).

١٩- المكافحة البيولوجية:

أمكن مكافحة المرض بيولوجيًا فى الفاصوليا بصورة جيدة بعدد من الكائنات الدقيقة، وهى: *Alternaria alternata*، و *Drechslera* sp.، و *Myrothecium verrucaria*، و *Trichoderma viride*، و *Gliocladium roseum*، ولكن تأثرت فاعليتها جميعًا بكل من درجة الحرارة والرطوبة النسبية، وكان تأثيرها أقوى ما يمكن فى الظروف البيئية الأقل مناسبة لظهور المرض، وهى حرارة ٢٤°م مع رطوبة نسبية ٩٥٪-١٠٠٪. هذا .. بينما تمت مكافحة المرض بنسبة ١٠٠٪ فى جميع درجات الحرارة (٢٠-٢٨°م) والرطوبة النسبية (٩٠٪-١٠٠٪) بالمعاملة بـ *Epicoccum nigrum* (Hannusch & Boland ١٩٩٦). كما أفاد كذلك فى مكافحة الفطر كلاً من: *Gliocladium virens*، و *Coniothyrium minitans* (Tu ١٩٩٧أ)، و *T. viride*، و *G. roseum*، و *Bacillus subtilis*، رشًا على النباتات، وكان فطر الميكوريزا *T. viride* هو الوحيد الذى أعطى مكافحة مماثلة لتلك التى حُصل عليها من المعاملة بالبينوميل Benomyl (Tu ١٩٩٧ب).

ويبدو أن المكافحة البيولوجية بعديد من الكائنات الدقيقة (مثل: *B. subtilis*، و *A. alternata*، و *E. nigrum*، و *M. verrucaria*، و *Pencillium* sp.، و *T. viride*) لا تكون مجدية بشكل جوهرى إلا فى الظروف البيئية الأقل مناسبة للإصابة بالمرض (Boland ١٩٩٧).

وفي الخس .. أدت معاملة التربة بالفطرين *Coniothyrium minitans*، و *Gliocladium virens* إلى مكافحة الفطر *S. sclerotiorum* جوهريًا، كما أدى رش النموات الخضرية المتبقية في الحقل بعد الحصاد بالفطرين إلى خفض شدة الإصابة بالمرض في المحصول التالي، وذلك عندما كانت مستويات الإصابة معتدلة في المحصول السابق (Budge وآخرون ١٩٩٥).

وأفضل ما يفيد في المكافحة الحيوية للفطر *S. minor* الفطر المضاد *Sporidesmium sclerotivorum* (عن Subbarao ١٩٩٨)، كما أفاد معه أيضًا فطر الميكوريزا *Trichoderma harzianum* (Jones & Stewart ١٩٩٧)، والفطر المضاد *C. minitans*.

وقد ساعدت المعاملة بالإبروديون iprodione مرة واحدة في زيادة فاعلية الفطر *C. minitans* في مكافحة *S. sclerotiorum* دونما اعتبار لمدى تحمل *C. minitans* للإبروديون، وتشابهت معاملة الإبروديون مع *C. minutans* في تأثيرها على الفطر المسبب للمرض مع معاملة الرش كل أسبوعين بالإبروديون (Budge & Whipps ٢٠٠١).

وأحدثت المعاملة بأي من *Serratia marcescens*، أو *Streptomyces viridodiasticus*، أو *Micromonospora carbonacea* نقصًا جوهريًا في نمو الفطر *S. minor* في البيئات الصناعية، علمًا بأنها جميعًا أنتجت تركيزات عالية من كل من الـ chitinase، والـ β-1,3-glucanase، وأن الاستربتوميسيت *Streptomyces viridodiasticus*، أُنتج — كذلك — مركب أو مركبات مضادة للفطريات. وقد نجحت العزلات الثلاث — منفردة أو معًا — في خفض شدة الإصابة بالفطر *S. minor* تحت ظروف الصوبة، وكانت قادرة على التواجد والتكاثر في محيط الجذور في خلال ١٤ يومًا من الزراعة (El-Tarabily وآخرون ٢٠٠٠).

العفن الاسكلوروشي (أو اللفحة الجنوبية)

يسبب الفطر *Sclerotium rolfsii* العفن الاسكلوروشي Sclerotium Rot؛ الذي يعرف كذلك باسم اللفحة الجنوبية. ويصيب الفطر عديد من النباتات منها: الطماطم، والفلفل، والباذنجان، والبطاطس، والكوسة، والبصل، والفاصوليا، والبطاطا، وكثير من الحشائش.

ولمكافحة مرض العفن الأسكلوروشي تجب مراعاة ما يلي:

١- اتباع دورة زراعية مدتها ٣ سنوات يدخل فيها الذرة والذرة الرفيعة — اللذان لا يصابان بالفطر — وكذلك الأرز، الذى يؤدى غمر حقوله بالماء لفترات طويلة إلى القضاء على الأجسام الحجرية للفطر، كما يفيد إدخال القطن فى الدورة.

٢- تعقيم التربة بالكيماويات فى الزراعات المحمية.

٣- أفاد كذلك غمر التربة بالماء لمدة ٩ أيام فى خفض حيوية الأجسام الحجرية للفطر إلى ١٠٪ فقط من حيويتها الابتدائية، وكان فقد الأجسام الحجرية لحيويتها مصاحبًا بتحلل بكتيرى فيها، وبفقد كامل لقدرتها على إصابة الفلفل؛ الأمر الذى ترتب عليه نقص فى شدة الإصابة بالمرض من ٤٣,٧٪ فى الأرض التى لم تغمر بالماء إلى ١٢,٣٪ فقط فى الأرض التى غمرت (Sariah & Tanaka ١٩٩٥).

٤- استعمال بذور خالية من الإصابة بالمرض فى الزراعة.

٥- تجنب التسميد الآزوتى الغزير.

٦- المحافظة على بقاء سطح المصاطب جافًا عند إجراء الرى بطريقة الغمر.

٧- أدت بسترة التربة بالإشعاع الشمسى (معاملة التشميس مع استعمال البلاستيك الشفاف) لمدة ٦ أسابيع، ثم حقن التربة بالفطر *Gliocladium virens* إلى مكافحة الفطر *S. rolfsii* بصورة جيدة فى حقول الطماطم، حيث قضت المعاملة على الأجسام الحجرية للفطر بنسبة ١٠٠٪، و ٩٦٪، و ٥٦٪ حتى عمق ٣٠ سم فى سنوات مختلفة للدارسة (Ristaino وآخرون ١٩٩١).

كما أفاد تعقيم الحقول بالإشعاع الشمسى solarization لمدة ٩٨ يومًا قبل زراعة الفلفل فى ولاية ألاباما الأمريكية فى رفع حرارة التربة إلى ٤٩°م — أو أعلى من ذلك — لمدة ٤١ يومًا من فترة التعقيم، بمتوسط فرق فى درجة الحرارة قدره ١٤°م بين التربة المغطاة بالبلاستيك الشفاف والتربة المكشوفة. وقد أدى ذلك إلى التخلص التام من جميع الأجسام الحجرية لفطر *Sclerotium rolfsii* — المسبب لمرض اللفحة الجنوبية — فى السنتيمترات العشرة العلوية من التربة، وخفض نسبة الإصابة بالمرض بنسبة ٩٥٪ (Stevens وآخرون ١٩٩٨). كذلك أكدت دراسات أخرى أجريت فى ولاية نورث

كارولينا على أهمية عملية بسترة التربة بالإشعاع الشمسى لمدة ٦ أسابيع قبل الزراعة فى توفير حماية جيدة من الإصابة بالمرض (Ristaino وآخرون ١٩٩٦).

٨- أمكن مكافحة الفطر *C. rolfsii* مسبب مرض اللفحة الجنوبية فى الفلفل بالمعاملة بكل من *Glomus macrocarpum*، و *Trichoderma harzianum* معًا (Sreenivasa ١٩٩٤).

كذلك أفاد استعمال الفطر *Talaromyces flavus* فى المكافحة الحيوية للفطر *S. rolfsii*، وتحدث المكافحة بالتطفل، وترتبط بنشاط إنزيم الـ chitinase فى الفطر *T. flavus* (Madi وآخرون ١٩٩٧).

وأدت معاملة التربة بفطر الميكوريزا *Gliocladium virens* إلى مكافحة مرض سقوط البادرات الذى يسببه الفطر *S. rolfsii*، وزيادة نسبة إنبات بذور الفاصوليا فى التربة الملوثة بالفطر (Lewis وآخرون ١٩٩٣)، وكانت عزلة فطر الميكوريزا رقم Gl-3 أكثر العزلات فاعلية (Lewis & Fravel ١٩٩٦).

كذلك أحدثت معاملة بذور الفاصوليا بأى من فطريات الميكوريزا *Trichoderma viride* (عزلة 117)، أو *T. harzianum* (عزلة 74)، أو *Trichoderma* sp. (عزلة 6A) إلى مكافحة عفن الجذور الذى يسببه الفطر *S. rolfsii*، وكان *T. viride* أكثرهم فاعلية. وقد تطفلت فطريات الميكوريزا الثلاثة على هيفات الفطر *S. rolfsii*. وفى البيئات الصناعية، منعت مركبات أيضية غير متطايرة للفطر *T. viride* نمو الفطر *S. rolfsii* كلية (Roberti وآخرون ١٩٩٦). وبالمقارنة .. أوضحت نتائج Lewis & Fravel (١٩٩٦) أن *G. virens* كان أكثر فاعلية فى مكافحة المرض عن كل من: *T. viride*، و *T. hamatum*، و *T. harzianum*.

٩- إزالة وحرق جميع النباتات المصابة.

وبالإضافة إلى ما تقدم بيانه، يكافح الفطر المسبب للمرض فى البصل بمراعاة ما يلى:

١- زراعة الأصناف الملونة فى الحالات التى تشتد فيها الإصابة، وذلك لأنها أكثر مقاومة من الأصناف البيضاء. ويرجع ذلك إلى احتواء الحراشيف الخارجية الجافة،

وطبقة البشرة الخارجية للأوراق اللحمية بالأصناف الملونة على مواد فينولية تثبط نموات الفطر. ومع أنه كثيراً ما تشاهد أبصال ملونة وهى مصابة، إلا أن ذلك يرجع إلى تعرض الأوراق اللحمية المجروحة لجراثيم الفطر وقت الحصاد، حيث لا تجد أمامها المركبات التى تثبط نموها. وبالمقارنة .. نجد أن الأصناف ذات الأبصال البيضاء تزداد فرصة إصابتها بالمرض، نظرًا لأن جراثيم الفطر يمكنها النمو فى أى مكان تسقط عليه من أنسجة الأوراق اللحمية (عن Walker ١٩٦٩).

٢- العناية بإجراء عملية الحصاد بعد تمام نضج الأبصال.

٣- قطع النموات الخضرية فوق عنق الرقبة بمسافة سنتيمتر واحد، والاهتمام بإجراء عملية العلاج التجفيفى بصورة جيدة، ويساعد ذلك على عدم تسرب جراثيم الفطر المسبب للمرض إلى الأنسجة اللحمية القابلة للإصابة.

٤- فرز المحصول قبل التخزين، واستبعاد الأبصال المصابة.

٥- التخزين فى مخازن نظيفة جيدة التهوية فى درجة الصفر المئوى، مع رطوبة نسبية ٦٥٪ (عن روبرتس وبوثروويد ١٩٨٦).

٦- المكافحة الكيميائية:

أ- أدت معاملة البذور بمخلوط من الثيرام thiram والبينوميل benomyl بمعدل جرام واحد من المادة الفعالة من كل منهما لكل كيلوجرام من البذور إلى القضاء على المرض فى المملكة المتحدة، وتأكدت هذه النتائج فى دول أخرى.

ب- أدى غسيل شتلات البصل فى البينوميل بتركيز ١,٥ جم/لتر، ورش النباتات بالفولاتان Folatan (وهو مبيد حشرى) إلى خفض نسبة الإصابة بعفن الرقبة من ٨٠٪ إلى صفر٪، بينما أدى استعمال البينوميل منفردًا إلى خفض نسبة الإصابة من ٨٠٪ إلى ٢٠٪ (Osman وآخرون ١٩٩١).

الرايزكتونيا

يسبب الفطر *Rhizoctonia solani* عددًا من الأمراض الهامة فى محاصيل الخضر بخلاف مرض الذبول الطرى.

وتكافح أمراض الرايزكتونيا – مثل مرض عفن وسط الثمرة في الخيار، ومرض عفن الثمار الرايزكتونى فى القرعيات الأخرى – بالأساليب التالية:

١– استعمال أغطية التربة البلاستيكية لتجنب ملامسة الثمار للتربة الرطبة.

٢– بسترة التربة بالتشميس solarization. وقد أحدثت بسترة التربة خفضاً كبيرًا فى مدى تلوث التربة بالفطر *R. solani*، وكان ذلك مصحوبًا بزيادة فى محتواها من الفطريات المقاومة للحرارة، وبخاصة *Penicillium* spp.، مع نقص واضح فى معدل إصابة ثمار الخيار بمرض وسط الثمرة الذى يسببه فطر الرايزكتونيا (Keinath ١٩٩٥).

٣– مكافحة الفطر بيولوجيًّا باستعمال عدد من الأنواع البكتيرية، منها *Pseudomonas* spp.، و *Laethisaria* spp.

وفى البطاطس .. يكافح مرض القشرة السوداء – الذى يسببه حالة الفطر – بالوسائل التالية:

١– اتباع دورة زراعية رباعية تدخل فيها النجيليات التى لا تصاب بالفطر. علمًا بأن تكرار زراعة البطاطس فى الحقل الواحد عامًا بعد آخر يقود حتمًا على زيادة معدل الإصابة بالمرض.

٢– استخدام تقاو سليمة خالة من الإصابة بالفطر فى الزراعة.

٣– يفيد تقصير الفترة بين الزراعة والإنبات فى تقليل إصابة سيقان النباتات بالفطر، ويجرى ذلك باستعمال تقاو ذات قدرة على إعطاء نموات سريعة وقوية. وتنبيت التقاوى قبل زراعتها فى ظروف تسمح بإنتاج نموات قصيرة، وسميكة وخضراء.

٤– تفيد الزراعة السطحية للتقاوى فى تقليل فرصة حدوث إصابات مبكرة بالفطر خلال مرحلة النمو التى تزداد فيها حساسية النباتات للإصابة، على أن يتم الترديم على قواعد السيقان بعد استكمال الإنبات.

عفن الجذور الأسود فى الفاصوليا

يسبب الفطر *Thielaviopsis basieola* مرض عفن الجذور الأسود black root rot فى الفاصوليا، وهو يكافح بالوسائل التالية:

١- اتباع دورة زراعية ثلاثية تتضمن النجيليات.

٢- تعقيم التربة بالتشميس solarization.

٣- المكافحة الحيوية:

أمكن تخفيض شدة الإصابة بنسبة ٣٥,١٪ بتلقيح التربة بالعزلة TN-21 من فطر الميكوريزا *Trichodema* spp. (Silveira وآخرون ١٩٩٤).

لفحة فيتوفثورا

يسبب الفطر *Phytophthora capsici* مرض لفحة فيتوفثورا فى عديد من الخضر من أهمها الطماطم والفلفل والباذنجان والقرعيات والفاصوليا.

ويكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١- الزراعة فى مواقع جيدة الصرف، بمراعاة ما يلى:

أ- تحسين الصرف.

ب- حراثة تحت التربة قبل الزراعة.

جـ- تجنب أى تسرب فى شبكة الرى.

د- عدم الزراعة فى الأماكن المنخفضة من الحقل.

٢- اتباع دورة زراعية رباعية أو خماسية.

٣- استعمال بذور معتمدة خالية من الإصابة فى الزراعة.

٤- تجنب انتقال الفطر، من الأراضى الملوثة إلى حقل الزراعة، مع الآليات والنباتات المصابة.

٥- بسترة التربة بالتشميس solarization (Yucel ١٩٩٥).

٦- العناية بتسوية التربة وتجنب الإنخفاضات التى يمكن أن تتجمع فيها الرطوبة.

٧- الزراعة على مصاطب مرتفعة (Hwang & Kim ١٩٩٥) لا يقل ارتفاعها عن ٢٣ سم لتجنب تراكم الماء عند قاعدة النبات (Ristaino & Johnston ١٩٩٩).

٨- زراعة الأصناف المقاومة، مثل أصناف الفلفل Adra، و Emerald Isle، و Paladin. ويتميز الصنف الأخير بكونه على درجة عالية من المقاومة للمرض، فضلاً

عن صفاته البستانية الجيدة، ولكن مقاومته هى لعفن التاج والجذور، بينما لا يمكنه مقاومة لفحة الأوراق، والساق، والثمار (Ristaino & Johnston ١٩٩٩).

٩- يفيد استعمال الغطاء البلاستيكى للتربة فى العمل كحاجز أمام انتقال الفطر إلى الأجزاء الهوائية للنباتات، سواء أكان ذلك الانتقال عن طريق رذاذ الماء، أم بالهواء، ولكنه يزيد فى الوقت ذاته من انتشار الفطر — الذى قد يلوث البلاستيك سطحيًّا — بواسطة رذاذ الماء.

١٠- أفاد — كذلك — استعمال غطاء من بقايا نباتات قمح من زراعة سابقة فى الحد من انتشار الفطر بين النباتات فى الحقل (Ristaino وآخرون ١٩٩٧)، كما حُصل على نتائج مماثلة باستعمال غطاء للتربة من القش (عن Ristaino & Johnston ١٩٩٩).

١١- عدم الإفراط فى الرى (Shin & Nobuo ١٩٩٣، و Rista وآخرون ١٩٩٥). وعندما يكون الرى بطريقة الغمر، يفضل أن يجرى كل ثانى خط، أى يكون الرى فى خطوط متبادلة مع خطوط أخرى لا تروى altertnate rows تنمو فيها النباتات ويصلها ماء الرى بالنشع من الخطوط المروية (Daniell & Falk ١٩٩٤).

ويستدل — كذلك — من دراسات Café-Filho & Duniway (١٩٩٥) على أن شدة المرض تتناسب طرديًّا مع معدل الرى بالغمر، حيث لم يؤثر الفطر على المحصول عند إجراء الرى كل ثلاثة أسابيع، بينما كان النقص فى المحصول معنويًّا عند الرى كل أسبوع أو كل أسبوعين. وبالمقارنة لم يكن للرطوبة الأرضية تأثيرًا يذكر على الإصابة بالمرض فى السلالات المقاومة؛ حيث لم تحدث أية إصابة — أو كانت الإصابة قليلة للغاية — فى جميع معاملات الرى.

١٢- تقل إصابة الجذور وتاج النبات بالمرض فى حالات الرى تحت السطحى بالتنقيط حينما تكون المنقطات على عمق ١٥ سم من سطح التربة؛ وذلك مقارنة بالرى السطحى بالتنقيط أو بالغمر، كما تزداد الفائدة من الرى بالتنقيط — سواء أكان سطحيًّا، أم تحت سطحى — بجعل المنقطات بعيدة قليلاً عن ساق النبات (Café-Filho & Duniway ١٩٩٦).

أدت إضافة مادة ناشرة غير متأينة noionic surfactant (مثل أكواجرو ٢٠٠٠ إل

AquaGro 2000L) إلى مزرعة فلفل لا أرضية (مزرعة صوف صخرى) إلى التخلص الكامل من الجراثيم السابحة zoospores للفطر *P. capsici* ومكافحة المرض بصورة تامة، بينما أدى وجود نبات واحد مصاب فى المزرعة — مع عدم إضافة المادة الناشرة — إلى موت جميع النباتات فيها — أيًا كان عمرها — فى خلال أسبوعين من عدوى هذا النبات صناعيًا فى السويقة الجينية السفلى. تضاف المادة الناشرة بتركيز ٢٠ جم/م^{٣} من المحلول المغذى، وهى تشل حركة الجراثيم السابحة، التى تعد المسئول الأول عن انتشار الإصابة بالفطر (Stanghellini وآخرون ١٩٩٦). وقياسًا على هذه النتائج .. فإن إضافة المادة إلى مياه الرى بالتنقيط ربما تحقق الهدف ذاته فى زراعات الفلفل الحقلية.

١٤- أفاد فى مكافحة المرض استعمال عديد من الإضافات للتربة، سواء أكانت فى صورة أسمدة عضوية متنوعة، أم مركبات طبيعية، مثل: الشيتوسان chitosan، والهيوميت humate (حامض الهيوميك)، ومخلفات القمامة، ومخلفات المجارى المخلوطة بالمخلفات النباتية، وقشور الخشب، وقد أدت معظم هذه الإضافات — وخاصة الأخيرتين منها — إلى إحداث زيادة كبيرة فى أعداد ونشاط كائنات التربة، وكان ذلك مصاحبًا بنقص فى شدة الإصابة بالمرض (Kim وآخرون ١٩٩٧).

١٥- أفاد استعمال أملاح الفوسفيت phosphite فى المزارع المائية فى الحد من إصابة الفلفل بلفحة فيتوفثورا، ولكن النمو النباتى والمحصول انخفضا جوهريًا وظهرت على النباتات أعراض نقص الفوسفور، ولكن استعمال مزيج من ١ ملى مول بوسفات phosphate مع ٠,٣ ملى مول فوسفيت phosphite فى المحاليل المغذية أدى إلى تحسين النمو النباتى والمحصول، بينما كانت الإصابة بالفطر وسطاً بين المعاملة بالفوسفيت فقط (٠,١ أو ١,٠ ملى مول)، وبالفوسفات فقط (١ ملى مول) (Forster وآخرون ١٩٩٨).

١٦- استعمال المبيدات:

يفيد الميتالاكسيل metalaxyl (مثل الريدوميل Ridomil) فى مكافحة لفحة فيتوفثورا (Hwang & Kim ١٩٩٥)، وخاصة إذا ما اقترنت المعاملة بالرى بطريقة الخطوط

المتبادلة، أى الرى كل ثانى خط (Daniell & Falk ١٩٩٤). وقد أدت المعاملة بالميتالاكسيل فى مياه الرى إلى خفض معدل الإصابة بالمرض من حوالى ٧١٪ إلى حوالى ١٣٪ (Ristaino وآخرون ١٩٩٧).

كذلك أفاد استعمال كلا من الكوسيد ٦٠٦ Kocide 606 (أيدروكسيد النحاس) منفردًا، أو الردوميل ٢ إى Ridomil 2E مع Copper 70w رشًا على النموات الخضرية كل ٧–١٤ يومًا (Bracy وآخرون ١٩٩٦).

هذا إلا أن الفطر *P. capsici* قادر على تطوير سلالات تتحمل الميتالاكسيل، حيث ظهر فى ولايتى نورث كارولينا ونيوجيرس الأمريكيتين عديدًا من الحالات التى لم يتأثر فيها الفطر لا بالميتالاكسيل (الريدوميل)، ولا ببديله المِفينوكسان mefenoxan (الريدوميل جولد Ridomil Gold) (Parra & Ristaino ١٩٩٨)، ولذا .. فإن تبادل استعمال المبيدات، أو استعمال خليط منها يعد أمرًا ضروريًا لتوفير حماية جيدة من الإصابة والحد من ظهور السلالات المقاومة للمبيدات (Ristaino & Johnston ١٩٩٩).

عفن التاج الفيوزارى

يسبب الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* مرض عفن التاج الفيوزارى Fusarium Crown Rot فى الطماطم، كما يصيب — كذلك — الفلفل والباذنجان. وبعض البقوليات.

ويكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١– رى النباتات بمحاليل المبيدات المناسبة.

٢– زراعة الأصناف المقاومة، وهى متوفرة.

٣– المكافحة الحيوية:

أدى نقع قش الأرز فى معلق من مزارع البكتيريا *Bacillus subtilis* (سلالة NB22)، ثم خلطه بالتربة إلى تقليل الإصابة بالمرض (Phae وآخرون ١٩٩٢). كذلك أفادت معاملة التربة بفطر الميكوريزا *Trichoderma harzianum* — بالإضافة إلى: إما بسترة التربة

بالإشعاع الشمسى، وإما بتبخيرها بجرعة منخفضة من بروميد الميثايل (٣٠٠ كجم/هكتار أو ١٢٦ كجم/فدان، مقارنة بالجرعة العادية: ٧٥٠ كجم/هكتار أو ٣١٥ كجم/فدان) — أفادت فى مكافحة المرض بصورة جيدة (Sivan & Chet ١٩٩٣).

كذلك حصل Tu & Zheng (١٩٩٤) على مكافحة جيدة للمرض باستعمال أى من الكائنات الدقيقة:

Gilocladium roseum	*Bacillus subtilis*
G. virens	*Pseudomonas fluorescens*

وقد حصل الباحثان على أفضل مكافحة للمرض باستعمال *G. roseum*. وعمومًا .. كانت الفطريات (*Gilocladium* spp.) أفضل فى مكافحة المرض من نوعى البكتيريا المستخدمين.

عفن الجذر والتاج والثمار الفيوزارى فى القرعيات

يسبب الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucurbitae* مرض عفن الجذور والتاج والثمار الفيوزارى فى مختلف القرعيات.

ويكافح المرض بالوسائل التالية:

١- اتباع دورة زراعية ثلاثية.

٢- زراعة بذور خالية من الإصابة.

٣- معاملة البذور بالماء الساخن على حرارة ٥٥°م لمدة ١٥ دقيقة، أو بنقعها فى محلول ٠,١٪ كلوريد الزئبق لمدة ١٠-١٥ دقيقة.

٤- أمكن مكافحة الفطر *F. solani* f. sp. *cucurbitae* جيدًا، وذلك بالجمع بين التعقيم الشمسى solarization لمدة ٣-٦ أسابيع، وإضافة سيناميد الكالسيوم بمعدل ١٠٠ جم/م^2 من سطح التربة، وقش القمح الجاف المقطع إلى أجزاء صغيرة (Bourbos وآخرون ١٩٩٧).

٥- المكافحة الحيوية بالترايكودرما كما فى المنتج التجارى T22.

العفن القاعدى وعفن الجذر الفيوزارى فى البصل

يسبب المرض الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*.

ويكافح المرض بصورة جيدة بمراعاة ما يلى:

١- اتباع دورة زراعية مدتها ٣ أو ٤ سنوات.

٢- العناية بإجراء عملية الحصاد فى الموعد المناسب، وإجراء عملية العلاج التجفيفى بصورة جيدة، مع فرز الأبصال المصابة واستبعادها قبل التخزين، والعناية بعملية التخزين.

٣- زراعة الأصناف المقاومة، وهى كثيرة نسبيًا، مثل: جرانكس، ويلو سويت سبانش.

٤- تعقيم المشاتل.

٥- غمس الشتلات قبل زراعتها فى الكابتان (٧ جرامات — ١٥ جرامًا من المادة الفعّالة/لتر)، أو الثيرام (٢,٥—٥ جم من المادة الفعّالة/لتر).

٦- معاملة البصيلات قبل زراعتها بالبينوميل ١٥٪ + مانكوزيب ٦٠٪، أو بمسحوق البينوميل.

٧- المكافحة الحيوية:

أدت المكافحة الحيوية للفطر *F. oxysporum* f. sp. *cepae* بالفطر *Trichoderma harzianum* (السلالة رقم ٣١٢) تحت ظروف الحقل إلى مكافحة مرض عفن القاعدة الفيوزارى بنسبة ٨٩٪، وتماثل ذلك مع مستوى المكافحة باستعمال المبيد بينوميل benomyl (Flori & Roberti ١٩٩٣).

وفى مصر .. يوصى بمعاملة الشتلات بفطر بنيسيليوم جانسيليوم (يحتوى على ٥ × ١٠^{١٠} جرثومة/مل) من المعلق) بمعدل ٤٠ لترًا للفدان.

الندوة (اللفحة) المتأخرة

تعد الندوة (أو اللفحة) المتأخرة late blight — التى يسببها الفطر *Phytophthora infestans* — من أخطر الأمراض التى تصيب الطماطم والبطاطس.

ولمكافحة الندوة المتأخرة يراعى اتباع ما يلى:

١- عدم زراعة الطماطم بعد البطاطس — أو العكس — فى الدورة، وعدم زراعة الطماطم بالقرب من حقول البطاطس، ويفضل اتباع دورة زراعية ثلاثية أو رباعية.

٢- رش مشاتل الطماطم دوريًا بالمبيدات الفطرية المناسبة، واستخدام شتلات سليمة فى الزراعة ويفضل رشها قبل نقلها إلى الحقل الدائم بأسبوع بالترای میلتوکس فورت، أو بالريدوميل مانكوزيب بتركيز ٠,٢٥٪ لأى منهما.

٣- استخدام تقاوى بطاطس معتمدة وخالية من الإصابة فى الزراعة.

٤- التخلص من جميع نباتات البطاطس التى تنبت فى الحقل من درنات محصول سابق تكون قد تركت فى الأرض؛ وذلك قبل الزراعة بالدرنات المعتمدة.

٥- عدم إجراء الرى بطريقة الرش فى الظروف البيئية المناسبة لانتشار المرض، وخاصة مع الأصناف ذات النمو الخضرى المندمج، وفى الحقول القريبة من زراعات البطاطس.

٦- إزالة الأوراق السفلية المصابة — فى الزراعات المحمية — أولا بأول.

٧- التخلص من النباتات المصابة التى تشاهد فى الحقل — أولاً بأول — بمجرد اكتشافها.

٨- التخلص من النموات الهوائية للبطاطس المصابة قبل الحصاد برشها بحامض الكبريتيك، أو ببعض مبيدات الحشائش — مثل الدكوات diquat، والداينوسب dinoseb — بغرض القضاء على جراثيم الفطر التى تصيب الدرنات عند الحصاد.

٩- فرز الدرنات المصابة عند الحصاد، والتخلص منها خارج الحقل، واتخاذ كل الاحتياطات الممكنة لمنع تزريعها — حتى وهى فى خارج الحقل — ذلك لأنها تشكل مصدرًا رئيسيًا للإصابة بالمرض فى الزراعات التالية.

١٠- الوقاية من الإصابة فى الحقل بالرش بأحد المبيدات المناسبة — بالتناوب — بدءاً من بعد الشتل بنحو ١٥ يومًا، ثم كل ١٠-١٥ يومًا بعد ذلك. ويمكن استعمال كلا من: المبيدات التى تؤدى فعلها بالملامسة، والمبيدات الجهازية، ولكن يفضل استعمال المبيدات الجهازية فى المواسم المطرة التى يزداد فيها خطر الإصابة. ومن بين المبيدات

التى يمكن استعمالها الريدوميل مانكوزيب، والترای ميلتوكس فورت، والريدوميل + نحاس، والكوبروزان ٣١١ سوبر د بتركيز ٠,٢٥٪ لأى منها. كما يمكن استعمال مبيدات: الأنتراكول، والكوبرافيت، والدايرين، واليوبارين، والكوبرين، والكوبرانتراكول، والساندوكور. ومن الضرورى الرش فى خلال ٢٤ ساعة من سقوط الأمطار فى حالة عدم سبق الرش بأحد المبيدات الجهازية.

١١- وجد Cohen (١٩٩٤) أن رش نباتات الطماطم فى مرحلة نمو الورقة الحقيقة السادسة إلى السابعة بالحامض الأمينى غير البروتينى DL-3-amino-n-butanoic acid أدى إلى حمايتها من الإصابة بالفطر *Phytophthora infestans*. وقد أعطت رشة واحدة من هذا الحامض الأمينى بتركيز ٢٠٠٠ جزء فى المليون (١٩,٤ مللى مولاراً) — قبل الحقن بالفطر أو بعد الحقن به مباشرة — مكافحة بلغت ٩٥٪، مقارنة بمعاملة الشاهد. كما وفرت المعاملة حماية — كذلك — ضد ٧ سلالات من الفطر فى ٧ أصناف من الطماطم. ويستدل من دراسات Cohen & Gisi (١٩٩٤) أن المركب يوفر الحماية الجهازية ضد الفطر — بعد انتقاله داخل النبات — وذلك بإحداث تغييرات فى تركيب الجدر الخلوية أو فى الأيض النباتى بطريقة تجعل النبات أكثر مقاومة للإنزيمات التى يفرزها الفطر.

١٢- زراعة الأصناف المقاومة:

لا يعّول كثيرًا على مكافحة مرض الندوة المتأخرة — فى الطماطم — بزراعة الأصناف المقاومة؛ لأن المقاومة لا تتوفر فى أصناف كثيرة. ويوجد نوعان من المقاومة: الأولى بسيطة ويتحكم فيها جين واحد سائد يكسب النبات مقاومة ضد سلالة الفطر (صفر)، كما فى الصنف نيويوركر New Yorker، والثانية كمية.

البياض الدقيقى

يُصيب البياض الدقيقى عديدًا من محاصيل الخضر — بخاصة القرعيات، وتتنوع الأنواع الفطرية التى تُحدث المرض — غالبًا — باختلاف المحاصيل؛ فهى فى القرعيات غيرها فى الطماطم، وغير تلك التى تصيب البسلة أو الجزر ... إلخ.

ويكافح مرض البياض الدقيقي في القرعيات بعديد من الوسائل، كما يلي:

الأساليب الزراعية

من أهم الأساليب الزراعية التي تجب مراعاتها في مكافحة المرض، ما يلي:

١- التخلص من بقايا المحصول السابق التي تحوى الأجسام الثمرية للفطر وجراثيمه الكونيدية.

٢- التهوية الجيدة في الزراعات المحمية.

٣- زراعة الأصناف المقاومة، وهي تتوفر في القاوون (الكنتالوب) والشمام، والخيار، علمًا بأن معظم أصناف البطيخ تعد مقاومة طبيعيًا للمرض.

هذا .. وتتشابه تمامًا أعراض الإصابة بكل من الفطرين *Erysiphe cichoracearum*، و *Sphaerotheca fuliginea*، ولكن المقاومة المتوفرة في القرعيات شديدة التخصص وتكون ضد سلالات معينة من أي منهما. وكثيراً ما تبدأ الإصابة في الربيع بالفطر *E. cichoracearum*، ثم تحل محلها – تدريجيًا – الإصابة بالفطر *S. fuliginea*، ولذا .. فإن المقاومة يجب أن تكون ضد كلا الفطرين، وضد السلالات المنتشرة في منطقة الزراعة من كل منهما.

وتتوفر المقاومة للسلالة ١ من الفطر *S. fuliginea* في عديد من أصناف طراز الجاليا من القاوون، مثل الأصناف: أيديال، وتوتال، وبريمال، وفيكار، وريجال، كما تتوفر المقاومة للسلالة ٢ من الفطر ذاته في بعض الأصناف، مثل أيديال. كذلك تتوفر المقاومة للفطر *E. cichoracearum* الأقل أهمية في بعض الأصناف، مثل أيديال.

٤- التحكم في طول الموجات الضوئية في الزراعات المحمية:

ازدادت الإصابة بالفطر *S. fuliginea* في الخيار في وجود إضاءة صناعية من لمبات خاصة (broad-spectrum metal halide lamps) أعطت قدرًا عاليًا من الضوء الأزرق والأشعة فوق البنفسجية A (UV-A)، بينما كانت شدة الإصابة بالبياض الدقيقي أقل ما يمكن عندما استعمل غطاء بلاستيكي يسمح بنفاذ ضوء أحمر عند ٦٦٠ نانومترًا بنسبة ٩٩٪، وأشعة تحت حمراء بين ٧٠٠، و ٨٠٠ نانومترًا بنسبة ١٪ .. أي بدون أي ضوء أزرق أو أشعة فوق بنفسجية (Schuerger & Brown ١٩٩٧).

المكافحة بالمبيدات أو ببدائل المبيدات

يكافح البياض الدقيقى باستعمال أى من المبيدات، أو بدائل المبيدات التالية:

توباس ١٠٠ ١٠٪ مستحلب	بمعدل ٢٥ سم^3(مل)/١٠٠ لتر ماء.
أفوجان ٣٠٪ مستحلب	بمعدل ١٠٠ مل/١٠٠ لتر ماء.
كبريت زراعى النصر ٩٩٪ مسحوق تعفير	بمعدل ٣٠ كجم/فدان.
سوريل زراعى (سمارك) ٩٨٪ مسحوق تعفير	بمعدل ٣٠ كجم/فدان.
سوريل زراعى (شيخ) ٩٨٪ مسحوق تعفير	بمعدل ٣٠ كجم/فدان.
شامة ٩٩,٥٪ مسحوق تعفير	بمعدل ٣٠ كجم/فدان.
كبريدست ٩٩,٨٪ مسحوق تعفير	بمعدل ٣٠ كجم/فدان.
سوريل ميكرونى (سمارك) ٧٠٪ مسحوق قابل للبلل	بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.
سوريل ميكرونى ٨٠٪ مسحوق قابل للبلل	بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.
ثيوفيت ٨٠٪ مسحوق قابل للبلل	بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء
سولفكس أكسيل ٨٠٪ مسحوق قابل للبلل	بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء
دومارك ١٠٪ مستحلب	بمعدل ٥٠ مل/١٠٠ لتر ماء.
سومى أيت ٥٪ مستحلب	بمعدل ٣٥ مل/١٠٠ تر ماء.
كاليجرين ٨٠٪ مسحوق قابل للبلل	بمعدل ١٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.
فيكترا ١٠٪ معلق	بمعدل ١٠٠ مل/١٠٠ لتر ماء للفدان

يعد الكبريت من أهم بدائل المبيدات، ويجرى التعفير به فى الصباح الباكر أثناء وجود الندى على الأوراق بمعدل ٣٠ كجم كبريت للفدان ابتداء من الشهر الثانى بعد الزراعة، ثم يكرر التعفير مرتين كل أسبوعين بعد ذلك، مع زيادة كمية الكبريت المستعملة حسب النمو النباتى. وتجدر الإشارة إلى أن بعض أصناف الخيار والقاوون تكون حساسة للكبريت. ويمكن الرش بالكبريت القابل للبلل بتركيز ١٪، أو بالكبريت الميكرونى بتركيز ٠,٢٥٪، وذلك كعلاج مشترك ضد كل من البياض الدقيقى والأكاروسات وتكفى أى من هذه المعاملات عادة للوقاية التامة من البياض الدقيقى فى البطيخ.

وقد تقل فاعلية معاملة التعفير بالكبريت فى مكافحة المرض عند ارتفاع درجة الحرارة خلال شهر أغسطس، وينصح فى هذه الحالة برش النباتات بأحد المبيدات غير الجهازية، مثل الكاراثين القابل للبلل بمعدل ١٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء، أو الكاراثين المستحلب بمعدل ٥٠ مل (سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء، ويلزم حوالى ٤٠٠ لتر من محلول الرش للفدان.

أما فى حالة انتشار الإصابة فإنه يوصى باستعمال أحد المبيدات الجهازية المناسبة، مثل: بايلتون ٢٥٪ بمعدل ٢٥ جم/١٠٠ لتر ماء، أو الروبيجان ١٢٪ بمعدل ١٠ مل/١٠٠ لتر ماء، أو فيجيليكس ٧٥٧٥ (١٠٪) بمعدل ٦٠ مل/١٠٠ لتر ماء، أو سومى أيت بمعدل ٣٥ مل/١٠٠ لتر ماء، أو دومارك بمعدل ٥٠ مل/١٠٠ لتر ماء، أو أفيوجان ٣٠٪ بمعدل ١٠٠ مل/١٠٠ لتر ماء، أو بايفيدان ٢٥٪ بمعدل ٢٠ مل/١٠٠ لتر ماء. ويلزم ٤٠٠ لتر من محلول الرش للفدان عند استعمال أى من هذه المبيدات. ويبدأ الرش الوقائى بعد الزراعة بنحو ٢٥ يومًا، ويكرر كل أسبوعين ويكفى عادة الرش مرتان إلى ثلاث مرات بالتبادل، ولا يلزم الرش بأى من هذه المبيدات عادة فى حالة البطيخ.

المكافحة ببعض المركبات الكيميائية غير المبيدات

نجح استعمال عديد من العناصر والمركبات الكيميائية — غير المبيدات — فى مكافحة مرض البياض الدقيقى، ومن أمثلة تلك المعاملات ما يلى:

١-المعاملة بالكبريت:

سبقت مناقشة المعاملة بالكبريت بصوره المختلفة كأحد أهم بدائل المبيدات المستعملة على نطاق تجارى.

٢- المعاملة بالسيليكون:

أمكن فى المزارع المائية مكافحة البياض الدقيقى فى كل من الخيار، والقاوون، والكوسة بإضافة سيليكات البوتاسيوم إلى المحول المغذى بتركيز ١,٧ ملى مولارًا من السيليكون، أو رش النباتات بمحلول من المركب ذاته بتركيز ٠,١٧ ملى مولارًا 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 الفيتوألاكسينات Phytoalexins — وعُرِّفت بأنها فلافونول أجليكون falzvonol aglycone، وتم تحديد تركيبها الكيميائى.

٣- المعاملة 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 ملى مولارًا من كبريتات الكوبالت. كذلك كان رش النباتات بمركب فوسفات ثنائى البوتاسيوم K_2HPO_4 شديدة الفاعلية فى مكافحة المرض عندما استعمل بتركيز ٦ ملى 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 ١٩٩٥أ).

٤- المعاملة بالسيلينيم:

أدت إضافة السيلينيم إلى المحاليل المغذية بتركيز ٠,٧٥ ملى مولارًا إلى خفض الإصابة بالبياض الدقيقى فى الخيار بنسبة تراوحت بين ١٠٪، و ١٦٪ (Dik وآخرون ١٩٩٨).

٥- المعاملة بماء الكلس ومضادات النتح:

وجد أن رش نباتات الكوسة أسبوعيًا بأى من ماء الكلس Whitewash (Loven 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 أسبوعيًا بمضاد النتح فيبورجارد Vapor Gard نتائج مماثلة للرش بماء الكلس مع المادة اللاصقة (Marco & Cohen ١٩٩٤).

٦- المعاملة بالزيوت:

أدت معاملة الخيار بالتلميون Telmion (وهو تحضير تجارى يحتوى على زيت بذور اللفت بنسبة ٨٥٪) على صورة رذاذ دقيق (مست mist)، سواء أجريت 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).

٧- المعاملة بحامض السلسيلك وبعض المركبات المخلقة:

أدى نقع بذور الكوسة فى أسيتايل حامض السلسيلك acetylsalicylic acid بتركيز ٢,٥ أو ٥ ملى مولا لمدة ٢٤ ساعة إلى زيادة مقاومتها الطبيعية للفطر *S. fuliginea*. كذلك أدى رش البادرات وهى فى مرحلة الورقة الحقيقة الأولى بتركيزات مماثلة من الأسبرين إلى خفض شدة الإصابة بالمرض، ولم يكن الفرق معنويًا بين التركيزين المستعملين (Gamil ١٩٩٥ب).

وأدت معاملة الخيار بتركيزات منخفضة من المركب المخلق 2,6-dichlorisonicotinic acid (اختصارًا: 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 جزءًا فى المليون فى الصنف فلامنجو Flamingo المقاوم جزئيًا للبياض الدقيقى، و ٦ أجزاء فى المليون فى أصناف أخرى قابلة للإصابة. وقد أمكن مقاومة المرض بصورة فعّالة تحت ظروف الصوبة فى صنف الخيار فلامنجو

بمعاملة النباتات كل أسبوعين بتركيز ٠,٥ جزءًا فى المليون، علمًا بأن المعاملة كان لها تأثير تراكمى (Hijwegen & Verhaar ١٩٩٥).

ويعتقد بأن معاملة نباتات الخيار بحامض السليسيلك Salicylic acid تكسبها مقاومة جهازية ضد الإصابة بالفطر *S. fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى؛ حيث يترتب على المعاملة قبل العدوى بالفطر بطه 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* مسببًا البياض الدقيقى، إلا أن حامض السليسيلك 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.

٨- المعاملة بالمنظفات والمواد الناشرة:

أفادت معاملة نباتات الخيار بالمادة المنظفة detergent زوهار Zohar LQ-215 فى 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٪ فى 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).

٩- المعاملة بأملاح البيكربونات:

أفاد الرش بأملاح البيكربونات — مثل بيكربونات الصوديوم — فى مكافحة المرض فى الخيار (عن Palmer 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 توافيق 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).

١٠- المعاملة 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 ملى 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* معنويًا برشة واحدة من محلول مائى لأحد أملاح الفوسفات والبوتاسيوم بتركيز ٢٥ ملى مولارًا. وقد كانت أملاح الفوسفات كافية وحدها لمكافحة المرض، إلا أن كفاءتها ازدادت بإضافة توين ٢٠ Tween-20 — وهى مادة ناشرة — إليها. وكانت كفاءة المكافحة — معبرًا 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 يومًا بعد المعاملة فى نباتات خيار البيوت المحمية المصابة بالبياض الدقيقى، ولمدة ١٥ يومًا فى النباتات الكبيرة. كذلك أنقصت المعاملة جوهريًا 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 يومًا بعد المعاملة، ولكن العكس كان صحيحًا بعد ١٥ يومًا. 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* معنويًا برش النموات الخضرية مرة واحدة بمحلول مائى من أى من أملاح فوسفات أحادى البوتاسيوم، أو نترات البوتاسيوم بتركيز ٢٠ مللى مولارًا 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 ثبَّطت نموات البياض الدقيقى. وكانت المعاملة بأى من فوسفات أحادى البوتاسيوم أو فوسفات البوتاسيوم، أو نترات البوتاسيوم كل ٧ أو ١٤ يومًا شديدة الفاعلية فى الحماية من الإصابة بالبياض الدقيقى تحت ظروف الصوبة. ولم يكن البيريفينوكس 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 مولارًا 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 وقائيًا وعلاجيًا. وقد خفضت المعاملة من إنتاج الجراثيم

الكونيدية للفطر معنويًا. 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 نقصًا 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.

المعاملة بالمستخلصات النباتية

وجد أن المعاملة أسبوعيًا بمحلول مائى من مستخلصات أوراق نبات الـ Knotweed (*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 لونًا، 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 فى النبات.

ويعرف التحضير التجارى لمستخلص هذا النبات — وهو منتج ألمانى (Compo, Munste, Germany) — باسم مِلسانا فلسّج Milsana flussig. ومن المعروف أن النباتات التى تعامل بهذا المستخلص يزداد محتواها من الكلورفيل، كما يزداد فيها نشاط إنزيم β-1,3-glucanase، وإنتاج الإثيلين (Daayf وآخرون ١٩٩٥).

وفى دراسة لاحقة (Daayf وآخرون ١٩٩٧) تبين أن أوراق نبات الخيار المعاملة بمستخلص أوراق نبات *R. sachalinensis* تنتج عند عدواها بالفطر *S. fuliginea*

فيتوالآكسينات Phytoalexins مضادة للفطريات، تكون هى 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.

المكافحة الحيوية

يفيد فى مكافحة مرض البياض الدقيقى رش النباتات بعد نحو ١٥ يومًا من زراعة البذرة، أو بعد ١٠ أيام من الشتل بمخلوط من المركب بلانت جارد مع المنشط الطبيعى هيومكس بمعدل ٢٥٠ مل (سم^3) من كل منهما لكل ١٠٠ لتر ماء، مع إجراء الرش قبل الغروب. ويكرر الرش كل حوالى ١٠–١٥ يومًا حسب الحاجة.

ويمكن مكافحة الفطر *S. fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى بيولوجيًّا بالمعاملة بالفطر السطحى التطفل *Ampelomyces quisqualis* (= *Cicinnobolus cesatii*)، وهو فطر فعّال — كذلك — فى مكافحة مختلف الفطريات السطحية التطفل المسببة للبياض الدقيقى السطحية فى مختلف القرعيات، والخضروات الأخرى، وكذلك التفاح، والعنب، والمانجو (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. fluiginea*، وبإضافة زيت اللفت بنسبة ١٪ إلى معلق جراثيم الفطر

عند انخفاض الرطوبة النسبية إلى ٧٠٪. وهذا ولم يلاحظ أى دليل على اختراق الفطر *T. pallescens* لأى من خلايا العائل (الخيار)، أو غزل الفطر *S. fuliginea* (Urquhart & Punja ١٩٩٧).

ويستدل من نتائج دراسات Verhaar وآخرين (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 مصاحبًا بزيادة فى المساحات المصابة بالبياض إلا أن المكافحة الحيوية أدت فى 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 فاعلة 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 أكثرها فاعلية – حيث أعطى مكافحة بدرجة مماثلة لتلك التى حُصل عليها بالرش مرة واحدة بأى من المبيدين الفطريين ببيريميت bupirimate أو إمازاليل imazalil فى صنف مقاوم جزئيًا للمرض، بينما كان الفطر *Ampelomyces quisqualis* عديم الفائدة، وكان تأثير الفطر *Verticillium lecanii* فى مكافحة المرض محدودًا.

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 أملاح البوتاسيوم للأحماض الدهنية.

٤- التحضير التجارى Kaligreen، وهو يحتوى على بيكربونات البوتاسيوم بنسبة ٨٢٪.

وكان أكثرها تأثيرًا الزيت المعدنى، إلا أنها جميعًا لم تكن بدرجة تأثير برامج المكافحة بالمبيدات بكل من الكالوروثالونيل 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، إلاّ 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، علمًا بأن تأثيرها محدود.

جـ- الزيوت النباتية.

د- الرش ببيكربونات البوتاسيوم، علمًا بأن تأثيرها محدود، والأفضل خلطها مع الزيوت المعدنية (Cornell University ١٩٩٦).

وفى الفلفل يسبب الفطر *Leveillula taurica* مرض البياض الدقيقى الذى يُجدى معه استعمال بدائل المبيدات كما يلى:

١- الرش بالكبريت القابل للبلل.

٢- الرش بالبلانت جارد مع هيومكس بمعدل ٢٥٠ مل (سم^{٣}) من كل منهما. يبدأ الرش عن بداية عقد الثمار، ويكرر شهريًّا بعد ذلك.

٣- قللت المعاملة بأى من بيكربونات البوتاسيوم، أو بيكربونات الصوديوم بتركيز

٠,٥٪ من شدة الإصابة بالفطر *L. taurica* فى الفلفل، وكانت تلك المعاملة أفضل فى مكافحة المرض عن المعاملة بأى من البنكانازول pencanazole، أو الزيوت البستانية، أو المواد الناشرة (Ziv وآخرون ١٩٩٤، و Fallik وآخرون ١٩٩٧).

٤- أعطى الرش بفوسفات أحادى البوتاسيوم mono-potassium phosphate (KH_2PO_4) بتركيز ١٪ (وزن/حجم) مكافحة جيدة — موضعية وجهازية — ضد الإصابة بالفطر *L. taurica*، وكانت كفاءة المعاملة فى مكافحة الفطر مماثلة لكفاءة أحد المبيدات الجهازية المثبطة للاستيرول، كما لم يكن لها أى تأثيرات سلبية على النمو النباتى للفلفل (Reuveni & Reuveni ١٩٩٨).

ويكافح مرض البياض الدقيقى فى الفراولة بمراعاة ما يلى:

١- زراعة الأصناف التى تتحمل الإصابة بالمرض، علمًا بأن أصناف الفراولة تختلف كثيرًا فى تلك الخاصية.

٢- يفيد التخلص من الأوراق القديمة المصابة - أولاً بأول - فى خفض شدة الإصابة.

٣- استعمال بدائل المبيدات فى المكافحة، ومن أهمها ما يلى:

- إم بيد M-Pede.
- الكبريت، إلا أن كثرة استعماله قد تؤدى إلى احتراق الأوراق فى الجو الحار (٢٧°م أو أعلى من ذلك).
- يحقق الرش الأسبوعى للفراولة بمخلوط المثيونين 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، والـ دى إل مثيونين بتركيز ١ ملى مولار، وكبريتات النحاس بتركيز ١ ملى مولار، وأى من المواد الناشرة: sodium dodecyl sulfate بتركيز ١٠٠٠ ميكروجرام/مل، أو توين ٢٠ Tween 20، أو ترايتون إكس ١٠٠ Triton X-100. ومن أهم مزايا هذا المخلوط احتوائه على مكونات غذائية قابلة لتحلل البيولوجى.

يؤدى استعمال هذا المخلوط فى الضوء إلى إنتاج عدد من المركبات النشطة فى الأكسدة

يكون لها تأثير قاتل على مدى واسع من الكائنات الدقيقة (Tzeng وآخرون ١٩٩٦، و Wang & Tzeng ١٩٩٨).

٤- المكافحة بالمبيدات، وتتعدد التوصيات فى هذا الشأن، كما يلى:

● الرش بالكاراثين القابل للبلل بمعدل ١٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء، أو بالروبيجان ١٢٪ بمعدل ١٠ مل (سم٣)/١٠٠ لتر ماء، أو بالبايلتون ٢٥٪ بمعدل ٢٥ جم/١٠٠ لتر ماء، مع تكرار الرش كل أسبوعين، وتبادل المبيدات فى كل رشة.

● الرش بالتوبسن إم ٧٠٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ٦٠ جم/١٠٠ لتر ماء، أو بالتوباز بمعدل ١٥ مل (سم٣)/١٠٠ لتر ماء، أو بالسومى أيت بمعدل ٣٥ مل (سم٣)/١٠٠ لتر ماء، أو بالدورادو، مع تبادل استعمال المبيدات.

● الرش بالسابرول بمعدل ٢٥٠ جم للفدان، أو بالديلسين ٥٠٪ مسحوق معلق بمعدل ٨٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

● تتحقق أفضل مكافحة للعرض باستعمال خليط من البينوميل أو التوبسن إم مع الكابتان، أو الزيرام Ziram.

٥- المكافحة الحيوية:

من بين الأساليب التى ذكرت للمكافحة الحيوية للبياض الدقيقى فى الفراولة، ما يلى:

● يكافح البياض الدقيقى بالرش بالبلانت جارد مع الهيومكس بمعدل ٢٥٠ مل (سم٣) من كل منهما/١٠٠ لتر ماء بعد الشتل بنحو ١٥ يومًا، ثم بعد عقد الثمار مباشرة.

● يستعمل الفطر *Ampelomyces quisqualis* فى المكافحة الحيوية للبياض الدقيقى. وهو فطر متطفل على الفطر المسبب للبياض الدقيقى، وتتوفر منه تحضيرات تجارية. مثل: أسباير Aspire، و AQ-10.

وفى محاولة لإيجاد وسيلة بديلة للاعتماد على المبيدات الفطرية فقط فى مكافحة البياض الدقيقى فى زراعات الفراولة المحمية، وجد ما يلى:

١- لم يكن استخدام أملاح البيكربونات والزيوت المعدنية فعّالاً.

٢- أعطت المكافحة الحيوية بأى من *Ampelomyces quisqualis*، أو *Bacillus*

subtilis، أو السلالة T39 من *Trichoderma harzianum* نتائج ملموسة فى مكافحة المرض، ولكن بدرجة أقل مما لو استعملت المبيدات الفطرية.

٣- عندما تم تبادل المكافحة الحيوية مع المكافحة بالمبيدات كانت المكافحة جيدة كما فى حالة استعمال المبيدات فقط، ولكن مع نقص جوهرى فى متبقيات المبيدات بالثمار. كما لم تؤثر هذه المعاملة لا على أعداد العنكبوت الأحمر *Tetranychus urticae*، ولا على أعداد العنكبوت المفترس *Amblyseius andersoni* المستخدم فى مكافحة العنكبوت الأحمر (Pertot وآخرون ٢٠٠٨).

البياض الزغبى

تسبب فطريات مختلفة مرض البياض الزغبى فى عديد من محاصيل الخضر .

ويكافح المرض بالوسائل التالية:

١- تجنب الزراعة بالقرب من زراعات قديمة مصابة.

٢- التخلص من بقايا النباتات المصابة بدفنها فى التربة بعد الحصاد مباشرة، وكذلك التخلص من الحشائش المصابة.

٣- زراعة الأصناف المقاومة، وهى متوفرة فى كل من الخيار والقاوون (الكنتالوب) والبروكولى.

٤- تجنب زيادة الرى بالرش لأنه يوفر ظروفًا مناسبة لإنبات جراثيم الفطر، مع اتخاذ كافة الاحتياطات اللازمة لبقاء البادرات جافة قدر الإمكان.

٥- استعمال الغطاء البلاستيكى للتربة فى زراعات الأنفاق المنخفضة والبيوت البلاستيكية للحد من ارتفاع الرطوبة النسبية، حيث يؤدى البلاستيك إلى الحد من تبخر ماء الرى من سطح التربة.

٦- خفض الرطوبة داخل الأنفاق المنخفضة والبيوت البلاستيكية بالتهوية الجيدة.

٧- معاملة البذور بالماء الساخن على ٤٨-٥٠°م لمدة ٢٠ دقيقة.

٨- التحكم فى لون الغطاء البلاستيكى فى الزراعات المحمية:

أدى استعمال غطاء من البوليثيلين المضاف إليه صبغة زرقاء اللون (ذات قدرة على

امتصاص الطيف الأزرق تبلغ ذروتها عند ٥٨٠ نانو مترًا) .. أدى استعمالها فى إنتاج الخيار فى البيوت المحمية إلى تثبيط جوهرى فى إصابة النباتات بالفطر *P. cubensis* مسبب مرض البياض الزغبى، وفى قدرة الفطر على إنتاج الأكياس الجرثومية، بينما أدت فلترة الطيف فى منطقة الأشعة فوق البنفسجية (٢٨٠ إلى ٣٢٠ نانومترًا) — 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 يزدد جوهريًا تحت الغطاء الأزرق — على الرغم من انخفاض شدة الإصابة بالبياض الزغبى — وربما كان ذلك بسبب انخفاض شدة الأشعة النشطة فى البناء الضوئى تحت الغطاء البلاستيكى الأزرق (Reuveni & Raviv ١٩٩٧). وقد تناول Raviv & Reuveni (١٩٩٨) — بشئ من التفاصيل — موضوع تأثير نوع الغطاء — والأشعة التى يسمح بمرورها — على الإصابات المرضية فى الزراعات المحمية.

٩- حث المقاومة الجهازية:

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 ميكروجرامًا/جرام (١٢ جزءًا فى المليون). ولم تلاحظ أى تأثيرات لمعاملة حامض الفوسفونيك على مظهر الأقراص أو موعد حصادها، ولكنها قللت المحصول معنويًا بنسبة ٨٪ (McKay وآخرون ١٩٩٢).

كذلك أدى رش بادرات القنبيط بالتحضير التجارى فيتوجارد Phytogard (وهو يحتوى على ٥٨٪ فوسفات البوتاسيوم K_2HPO_3، و ٤٢٪ ماء) قبل أو بعد عدواها 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 يومًا فقط؛ مما

يعنى أن تأثيرها لم يكن جهازيًا. ولكن عندما أجريت المعاملة للنباتات — وهى بعمر ٣٠ يومًا — عن طريق التربة فإنها وفرت حماية لجميع الأوراق من الإصابة؛ وربما كان ذلك بسبب صعود المركب — مع الماء المتص — إلى أعلى النبات (Bécot وآخرون ٢٠٠٠).

وأدت معاملة بذور الكرنب والكيل بالمركب CGA245704 (يعرف كذلك باسم benzothiadiazole) — وهو منشط للمقاومة الجهازية المكتسبة — إلى حماية البادرات من الإصابة بالفطر *P. parasitica*، علمًا 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 يومًا مقاومة جهازية ضد الإصابة بالفطر. وقد تأثر النمو النباتى سلبيًا بالمعاملة وازداد التأثير بزيادة تركيز المركب المستعمل، وعند تركيزه ٠,٠٥ مجم من المادة الفعالة/مل — وهو التركيز الذى أحدث أكبر قدر من المقاومة الجهازية — كان النقص فى النمو حوالى ٢٢٪ (Godard وآخرون ١٩٩٩).

كما وجد Yun وآخرون (١٩٩٧) أن رش نباتات الخيار فى مرحلة الورقة الحقيقة الأولى بالفينول بتركيز ٠,٥٪، أو بحامض السلسيلك بتركيز ٠,٥٪، أو بحامض anhydrous sulfanilic بتركيز ٠,٥٪، أو بكلوريد البوتاسيوم بتركيز ٠,٣٪ .. أدت جميعها إلى نقص إصابة النبات بالبياض الزغبى مقارنة بالكنترول.

١٠- المكافحة بمستخلصات مكامير الأسمدة العضوية:

تمكن Ma وآخرون (١٩٩٦) من مكافحة مرض البياض الزغبى فى الخيار تحت ظروف الزراعات المحمية بمعاملة النباتات بمستخلصات مكامير الأسمدة العضوية الحيوانية. وقد بلغت كفاءة هذه المكامير فى مكافحة المرض — مقارنة بالكنترول — ٦٧,٣٪ لمستخلص مخلفات الخيل. و ٦٦,١ لمستخلص مخلفات الماشية، و ٥٧,٣٪ لمستخلص مخلفات الخنازير. و ٤٦.٥٪ لمستخلص مخلفات الأغنام. وأدت المعاملة إلى

إحداث زيادة فى محتوى النباتات من الكلوروفيل وزيادة فى شاط إنزيم البروكسيديز. وأدى تعقيم المستخلص إلى زيادة كفاءته النسبية فى كل من مستخلصى مخلفات الخنازير والأغنام، ولكنها أدت إلى خفض الكفاءة النسبية لمستخلص مخلفات الخيل والماشية.

١١- المكافحة بالمبيدات:

للوقاية من المرض، ترش النباتات مرة كل ٧ إلى ١٠ أيام بأحد المبيدات النباتية: دايثين م٤٥، أو داكونيل، أو داكوبر. أو تراة ميلتوكس فورتى، أو أوكسى كلورور النحاس بتركيز ٠,٢٥٪، أو كوبرين بتركيز ٠,٢٥٪، أو كوبرانتراكول ٥٥٪، بتركيز ٠,٣٥٪، أو أنتراكول ٧٠ بتركيز ٠,٢٥٪، أو كوسيد ١٠١ بتركيز ٠,١٥٪، أو جالبين نحاس بتركيز ٠,٣٥٪، أو أكروبات نحاس ٤٦٪ مسحوق قابل للبلل بتركيز ٠,١٥٪. ويفيد كذلك استعمال مبيدات البرافو، والمانزيت، والمانيب.

وتجدر الإشارة إلى أن المبيدات التى أسلفنا بيانها تفيد — إلى جانب الوقاية من الإصابة — فى علاج حالات الإصابة المحدودة.

أما عند انتشار الإصابة بصورة ملحوظة، فإن الأمر يتطلب رش النباتات بأحد المبيدات من كل من المجموعات التالية — بالتبادل — كل سبعة أيام.

المجموعة الأولى: رويدوميل بلاس ٥٠٪ بتركيز ٠,١٥٪، وريدوميل مانكوزيب ٥٨٪ بتركيز ٠,٢٥٪، وريدوميل مانكوزيب ٧٢٪ بتركيز ٠,٢٥٪، وساندوفان م ٨٪ بتركيز ٠,٢٪ وساندوكور م بتركيز ٠,٢٥٪.

المجموعة الثانية: بريفيكيور إن ٧٢,٢٪ سائل بتركيز ٠,٢٥٪.

المجموعة الثالثة: ميكال بتركيز ٠,٢٥٪، وميكال إم بتركيز ٠,٢٥٪؛ وأليت بتركيز ٠,١٥٪.

العفن الرمادى

يعد العفن الرمادى — الذى يسببه الفطر *Botrytis cinerea* — من أخطر الأمراض التى تصيب عديداً من محاصيل الخضر.

ومن أهم وسائل المكافحة المتكاملة للمرض، ما يلي:

١- يفيد تعقيم التربة — خاصة فى البيوت المحمية — فى التخلص من الفطر الذى يكون موجودًا فيها إما على صورة جراثيم فى بقايا النباتات، وإما على صورة أجسام حجرية.

٢- مقاومة الحشرات التى تُحدث جروحًا أثناء تغذيتها، والتى تحدث الإصابة بالفطر من خلالها.

٣- تجنب الرى الغزير، والرى المتأخر، والرى بالرش، والمحافظة على سطح مصاطب الزراعة جافًا فى حالة الرى بالغمر، وكذلك تجنب رقاد النموات الخضرية فى قنوات المصاطب.

٤- التربية الرأسية للنباتات، لكى لا تلامس التربة الرطبة الملوثة بالفطر.

٥- زيادة التهوية، خاصة عند قاعدة النباتات بإزالة الأوراق المسنة حتى العنقود الأول الناضج فى الزراعات المحمية. تؤدى التهوية إلى خفض الرطوبة النسبية التى تعد من أهم العوامل المسئولة عن الإصابة، فقد وجد Tezuka وآخرون (١٩٨٣) أن انتشار المرض يكون أسرع ما يمكن فى رطوبة نسبية ١٠٠٪، و ويقل انتشاره كثيرًا فى رطوبة نسبية ٨٠٪، ويمكن وقف انتشاره بدرجة مؤثرة بخفض الرطوبة النسبية فى البيوت المحمية إلى أقل من ٩٥٪، وتفيد التدفئة شتاء فى خفض نسبة الرطوبة.

٦- الرش الوقائى بالمبيدات الفطرية، وخاصة بعد الضباب، والندى، والمطر. مع تكرار الرش كل أسبوعين ما بقيت الرطوبة النسبية عالية. ومن المبيدات المستعملة (ى الوقاية من المرض (وليس للعلاج من الإصابة): الداكونيل بتركيز ٠,٢٥٪، والرونيلان بمعدل ٠,١٥٪، والسوتش ٦٢,٥٪، والروفرال بتركيز ٠,٠٩٪ وكذلك البينوميل (البنليت)، واليوبارين. ويجب أن تستعمل هذه المبيدات بالتبادل كل عشرة أيام حتى لا يؤدى تكرار استعمال مبيد واحد إلى ظهور سلالات من الفطر مقاومة له.

ويلاحظ عند استعمال المبيدات تكرار الرش على فترات متقاربة فى الظروف الجوية المناسبة لانتشار المرض، وعقب إجراء عملية التقليم.

٧- تبادل رش النباتات بالمبيدات الفطرية (مثل: إبروديون Iprodione، إبروسيمدون Procymidone، وثيرام) مع *Trichoderma harzianum*؛ بهدف الجمع بين المبيدات والمكافحة الحيوية (Elad وآخرون ١٩٩٥).

٨- زراعة الأصناف ذات النمو الخضرى المفتوح (غير المندمج)، وهى صفة تفيد كثيرًا فى خفض الرطوبة النسبية فى الهواء المحيط بالنموات الخضرية؛ ومن ثم سرعة جفافها.

٩- المعاملة بمحاليل البيكربونات:

يبدو أن رش النباتات أو غمر الثمار فى محلول بيكربونات الصوديوم، أو بيكربونات البوتاسيوم، أو بيكربونات الأمونيوم بتركيز ٢٠ مللى يمكن أن يفيد فى مكافحة الفطر. حيث ثبط هذا التركيز نمو الفطر فى البيئات الصناعية. وعلى الرغم من أن رفع الرقم الإيدروجينى الذى تسببه إضافة البيكربونات يُسهم فى الحد من النمو الفطرى. إلا أن التأثير المثبط للبيكربونات لا يقتصر على ذلك (Palmer وآخرون ١٩٩٧).

١٠- التغذية الجيدة بالكالسيوم:

من المعتقد أن معاملة نباتات الخيار بالكالسيوم قبل الإصابة بالفطر المسبب للمرض يمكن أن تؤدى إلى زيادة الكالسيوم بالجدر الخلوية؛ وبذا .. يقل هضم البكتين بواسطة الإنزيمات البكتينوليتية Pectinolytic Enzymes التى يفرزها الفطر (Chardonnet & Doneche ١٩٩٥).

١١- المكافحة الحيوية:

أدى رش نباتات الخيار بتحضير من فطر الميكوريزا *Trichoderma harzianum* بمعدل ٠,٥-١,٠ جم/لتر إلى مقاومة العفن الرمادى بكفاءة وصلت إلى ٩٠٪. وكانت المعاملة لها نفس كفاءة المعاملة ببعض المبيدات، مثل: إبروديون ipordione. أو فنكولوزولين vinclozolin بمعدل ٠,٥ جم/لتر. أو مخلوط من الداى ثوفنكارب dithofencarb مع الكاربندازيم carbendazim بمعدل ٠,٢٥ جم/لتر لكل منهما. وكانت أفضل المعاملات هى تبادل الرش بالميكوريزا مع مبيد من الداى كاربوكسيمايدات

dicarboximides. هذا وكانت الظروف البيئة المناسبة لنشاط الميكوريزا فى مكافحة العفن الرمادى هى حرارة تزيد عن ٢٠°م، ورطوبة نسبية تتراوح بين ٨٠٪، و ٩٧٪ (Elad وآخرون ١٩٩٣).

١٢- يُستدل من دراسات Louis وآخرين (١٩٩٦) أن ذبابة الفاكهة (الدروسُفيلا) *Drosophila melanogaster* تحمل كونيديات الفطر *Botrytis cinerea* — مسبب مرض عفن العناقيد فى العنب — خارجيًا وداخليًا فى جهازها الهضمى. كذلك قد تحمل الذبابة الأجسام الحجرية الدقيقة microsclerotia للفطر خلال جميع مراحل حياتها. وبذا .. يجب اعتبار الدروسوفيلا ناقلاً للفطر *B. cinerea* بصورة غير متبقية nonpersistent، ونصف متبقية semipersistent، وربما — كذلك — بصورة متبقية persistent. ويعنى ذلك ضرورة الاهتمام بمكافحة تلك الحشرة.

مكافحة العفن الرمادى فى الفراولة

على الرغم من أن العفن الرمادى يعد من أهم الأمراض التى تظهر على ثمار الفراولة بعد الحصاد، إلا أن معظم هذه الإصابات تكون كامنة بالثمار من مرحلة ما قبل الحصاد، فضلاً عن أن المرض يمكن أن يسبب خسائر فادحة قبل الحصاد كذلك.

ومن أهم وسائل مكافحة المرض التى تتبع قبل الحصاد، ما يلى:

١- زراعة الأصناف الأقل تعرضًا للإصابة:

تتباين أصناف الفراولة فى شدة قابليتها للإصابة بالعفن الرمادى، ولكنها تكون جميعًا قابلة للإصابة بالفطر، ويرجع تباينها فى شدة إصابتها — أساسًا — إلى اختلافها فى درجة صلابة الثمار، ومن ثم فى مدى سهولة تعرضها للأضرار الميكانيكية. ولكن تؤثر أيضًا فى شدة الإصابة مدى متانة جلد الثمرة وطبيعة النمو النباتى، حيث تقل الإصابة فى الأصناف ذات النمو الخضرى المفتوح وذات أعناق الثمار الطويلة التى تحمل الثمار خارج النمو الخضرى فلا تتعرض للرطوبة العالية.

وقد كانت الإصابة بالعفن الرمادى — تحت ظروف الحقل فى فلوريدا — أقل فى الصنف روزالندا مما فى الصنفين كاماروزا وسويت تشارلى، وبلغ معدل نقص الإصابة فى

روزالندا ٥٢٪، و ٧١٪-٨٦٪ عن الصنفين الآخرين على التوالى (Legard وآخرون ٢٠٠٠).

٢- إقامة مصاطب مرتفعة ذات ميل خفيف نحو الجانبين.

٣- استعمال الغطاء البلاستيكى للتربة.

٤- عدم زيادة كثافة الزراعة عما ينبغى:

وجد لدى زراعة الفراولة على مسافة ٢٣، أو ٣٠، أو ٣٨، أو ٤٦ سم بين النباتات فى الخط أن المسافات الضيقة ازدادت فيها نسبة الإصابة بالعفن الرمادى عن المسافات الواسعة، إلاّ أن المحصول الصالح للتسويق كان أعلى فى المساحات الضيقة خلال المراحل المبكرة من موسم الحصاد. كذلك كان المحصول الكلى أعلى فى حالة الزراعة على مسافات ضيقة عما فى حالة المسافات الواسعة على الرغم من زيادة نسبة الإصابة بالعفن الرمادى فى المسافات الضيقة (Legard وآخرون ٢٠٠٠).

٥- الرى بالتنقيط بعد انتفاء الحاجة — فى بداية موسم الزراعة — للرى بالرش، مع الاعتدال فى الرى.

٦- التسميد المتوازن:

ترتبط شدة الإصابة بالمرض إيجابيًا بغزارة التسميد الآزوتى، وسلبيًا مع التسميد البوتاسى الجيد (Wang ١٩٩٧).

٧- مراعاة إجراءات النظافة العامة فى الحقل، مع حصاد الثمار الناضجة، والتخلص من الثمار والأوراق المصابة — أولاً بأول — خارج الحقل.

ولكن أوضحت الدراسات أن عدم مراعاة إجراءات النظافة العامة فى الحقل (بعدم التخلص من الثمار غير الصالحة للتسويق وتركها فى الممرات بين المصاطب، وترك الأوراق التى بلغت مرحلة الشيخوخة على النباتات أو فى الخطوط دون التخلص منها) لم يكن مؤثرًا فى نسبة الثمار المصابة بالعفن الرمادى عند الحصاد فى الصنف أوزوجراندى، وكان تأثيره فى حالة الصنف سويت تشارلى مرتبطًا باقتران هذه الإجراءات بالرش الأسبوعى بالمبيدات. وعلى الرغم من ذلك، فإن

إجراء معاملات النظافة العامة مقرونة بالرش الأسبوعى بالكابتان مضافًا إليه ٤ رشات من الإبروديون iprodione أثناء قمة مرحلة الإزهار أعطى نسبة إصابة بالعفن الرمادى بعد الحصاد أقل جوهريًا من معاملة الرش الأسبوعى فقط أو معاملة النظافة العامة فقط فى كلا الصنفين (Legard وآخرون ١٩٩٧). وفى دراسة أخرى (Mertely وآخرون ٢٠٠٠) أوضح الباحثون أن المكافحة الكيميائية للعفن الرمادى — تحت ظروف فلوريدا — كانت أكفأ وأكثر ربحية من معاملات مراعاة إجراءات النظافة العامة فى الحقل.

ولمزيد من التفاصيل عن دور العمليات الزراعية فى مكافحة العفن الرمادى .. يراجع Daugaard (١٩٩٨):

٨- المكافحة بالمبيدات:

من أهم المبيدات التى يمكن استعمالها فى رش النباتات لمكافحة العفن الرمادى، ما يلى:

المبيد	المعدل
داكوانيل ٢٧٨٧	٢٥٠ جم/ لتر ماء
دياثين م٤٥	٢٥٠ جم/ لتر ماء
برافو ٥٠٠	٢٠٠ مل (سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء
ريدوميل	١٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء
مانكوزيب ٥٨٪	١٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء
رونيلان	٩٠ جم/١٠٠ لتر ماء
توبسن	٠,٣٢ كجم مادة فعّالة للفدان
كابتان	٠,٩ كجم مادة فعالة للفدان
روفرال (إبروديون)	٠,٤٥ كجم مادة فعّالة للفدان
يوبارين	٢,٥ فى الآلف
توبسن + كابتان	٠,١٪ ، و ٠,٢٪ على التوالى
ريدوميل + كابتان	٢,٥ فى الألف، و ٠,٢٪ على التوالى

المبيد	المعدل
رونيلان + كابتان	١,٥ فى الألف، و ٠,٢٪ على التوالى
انتراكول كومبى	٢,٥ فى الألف
بينوميل + كابتان	
تكتو ٤٥٪	١٥٠ مل (سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء
سوتش	٣٥٠–٥٠٠ جم/فدان

ويوصى بالرش أسبوعيًّا بمخلوط من أى من البينوميل، أو التوبسن إم، أو الرونيلان، أو الروفرال مع أى من: الكابتان أو الثيرام، أو الرش أسبوعيًّا بأى من الفنكلوزولين Vinclozolin (الرونيلان) والإبروديون iprodione (الروفرال). ويفيد استعمال مادة ناشرة مثل التريتون بى بتركيز ٠,٢٥٪ من محلول الرش فى زيادة فاعلية المكافحة.

يجب أن يبدأ الرش بالمبيدات الفطرية عند إزهار ٥٪ من النباتات، على أن يستمر كل ٧–١٠ أيام، مع تكراره بعد سقوط الأمطار.

يلاحظ أن تكرار الرش بالبينوميل يضر بالنباتات، ويؤدى إلى زيادة الإصابة بكل من فطرى الـ *Rhizopus*، والـ *Mucor*.

وقد أوصى كذلك بالرش مرتين أسبوعيًّا خلال فترة الإزهار بمختلف المبيدات الفطرية الموصى بها، ثم الرش عدة مرات خلال مراحل نمو الثمار ونضجها. كما اقترح أيضًا الرش بالمبيدات الفطرية حتى قبل الإزهار لخفض مستوى تواجد الفطر فى الحقل قبل ظهور الأزهار.

وقد ذكر إنه عندما تحط جرثومة للفطر على بتلة الزهرة — على سبيل المثال — فإنها تنبت فى خلال ٢٤ ساعة، ولكنها لا تكوّن صلة وثيقة بأنسجة البتلة قبل مرور ثلاثة أيام، وهى الفترة التى يمكن أن تؤثر فيها المبيدات، أما بعد ذلك فإنها لا تتأثر بفعل المبيدات. ولذا .. يتعين تكرار الرش كل ٣ أيام لأن الأزهار التى تحط عليها جراثيم الفطر بعد الرشة السابقة لا تتأثر فيها تلك الجراثيم بالرشة السابقة، ولا بالرش بعد مرور أكثر من ثلاثة أيام (عن Maas ١٩٨١).

إن برنامج الرش بالمبيدات فى فلوريدا يتضمن حوالى ٢٤ رشة أسبوعية بالكابتان أو الثيرام لمكافحة عدد كبير من الأمراض، ويستعمل — إلى جانب ذلك — البينوميل والكبريت حسب الحاجة لمكافحة البياض الدقيقى، كما يستعل الإبريديون وبعض المبيدات الأخرى أثناء قمة الإزهار لمزيد من الفاعلية فى مكافحة العفن الرمادى (عن Mertely وآخرون ٢٠٠٠).

وتجدر الإشارة إلى أن المبيدات الفطرية التى تفيد فى مكافحة الفطر *B. cinerea* تفيد — كذلك — فى مكافحة كل من الفطريات *Colletotrichum*، و *Gloeosporium*، و *Pezizella*، ولكنها لا تكون مؤثرة على *Rhizoctonia*، أو *Phytophthora*، أو *Rhizopus*، أو *Mucor* (عن Maas ١٩٨١).

٩- المكافحة الحيوية:

إن من أهم التوصيات التى ذكرت فى مجال المكافحة الحيوية للعفن الرمادى فى الفراولة ما يلى:

أ- الرش قبل الحصاد بالفطر *Trichoderma hzrzianum* الذى يتوفر فى صورة تحضيرات تجارية، مثل تريكودكس Trichodex (Ellis ١٩٩٦).

ب — الرش بالبلانت جارد مع الهيومكس بمعدل ٢٥٠ مل (سم^{٣}) من كل منهما/١٠٠ لتر ماء بعد شهر من الشتل، ثم مرة أخرى عند بداية عقد الثمار.

حـ- حقق استعمال الفطر *Gliocladium roseum* نجاحًا كبيرًا فى مكافحة مرض العفن الرمادى فى الفراولة، حيث ثبطت عزلاته نمو الفطر *B. cinerea* بنسبة ٩٨٪ فى اختبارات على مختلف الأجزاء النباتية (الأوراق، والبتلات، والأسدية الزهرية) المفصولة عن النباتات وغير المفصولة، وكان أكثر كفاءة عن غيره من الكائنات المستخدمة فى المكافحة الحيوية، 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* بيولوجيًا أو كان أكفأ منها. وظهرت كفاءة هذا الفطر فى مكافحة العفن الرمادى حتى فى ظروف الرطوبة النسبية العالية جدًا فى البيوت المحمية البلاستيكية. كما أظهر الفطر فاعلية كبيرة فى المكافحة 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 اللقاح الفطرى على خلية النحل (عن Sutton وآخرين ١٩٩٧).

الأنثراكنوز

يعد الأنثراكنوز — الذى يسببه فطريات تابعة للجنس *Colletotrichum* — من الأمراض التى تصيب عددًا من محاصيل الخضر.

ويكافح مرض الأنثراكنوز بالوسائل التالية:

الأساليب الزراعية

يراعى فى مكافحة الأنثراكنوز ما يلى:

١- اتباع دورة زراعية مناسبة.

٢- زراعة تقاو خالية من الإصابة.

٣- زراعة الأصناف المقاومة، وهى تتوفر فى الخيار والبطيخ، مثل أصناف البطيخ رويال جوبولى Royal Jubilee، ورويال سويت Royal Sweet، وبرنس تشارلس Prince Charles، وتشارلستون جراى Charleston Gray، وكذلك أصناف الخيار: كاليبسو Calypso، وداشر ٢ Dasher II، وبوينست Poinsett، وغيرهم.

المعاملة بالمبيدات

تجرى المعاملة بالمبيدات إما للبذور، وإما للنباتات النامية، كما يلى:

١- تعامل التقاوى قبل الزراعة بأحد المطهرات الفطرية، وتؤدى هذه المعاملة إلى التخلص من الفطر الذى يلوث البذور من الخارج. أما هيفات الفطر التى تنمو داخليًا .. فلا تفيد معها هذه المعاملة، كما لا تصلح معها معاملة الماء الساخن، وذلك لأن بذور القرعيات تعد حساسة لها.

٢- ترش النباتات كل ٧-١٠ أيام بأحد المبيدات الفطرية المناسبة، مثل البينوميل، والكارابندازيم، والمانيب، والبرافو، والمانكوزب. كذلك يستعمل البوليرام بتركيز ٠,٢٪، والأنتراكول بتركيز ٠,٢٥٪، والكوبرانتراكوال بتركيز ٠,٣٥٪ بالتبادل، كما يفيد استعمال الكبريت الميكرونى بتركيز ٠,٢٥٪.

المكافحة بمستخلصات الكومبوست

أحدثت معاملة نباتات الخيار بمستخلص مائى من الكومبوست أو بالكمبوست ذاته إلى إكسابها مقاومة جهازية ضد الفطر *C. orbiculare* مسبب مرض الأنثراكنوز، هذا بينما لم يُحدث مخلوط أساسه البيت موس مثل هذا التأثير. وقد اختلفت المقاومة الجهازية المكتسبة التى أحدثتها المعاملة بالكمبوست ذاته عن كل من تلك التى أحدثتها المعاملة بالكائنات الدقيقة، أو بحامض السلسيلك، أو بالمستخلص المائى للكمبوست (Zhang وآخرون ١٩٩٨).

المكافحة الحيوية

أحدثت بعض العزلات الفطرية التى حُصل عليها من حول جذور حشيشة زويسيا zoysiagrass (*Zoysia tenuifolia*) مقاومة جهازية فى نباتات الخيار ضد الإصابة بفطر الأنثراكنوز *C. orbiculare*. وقد كانت بعض العزلات — مثل: GS8-1، و GS8-2، و GS8-3 — قادرة على استعمار جذور الخيار، بينما لم تكن لبعضها الآخر تلك القدرة، ولكنها جميعاً كانت قادرة على إحداث المقاومة الجهازية. وقد ارتبطت درجة الحماية التى وفرتها تلك العزلات — إيجابيًا — بكل من تركيز الجراثيم الفطرية للعزلة، والفترة التى مرت بين المعاملة بها والعدوى بفطر الأنثراكنوز. وعلى الرغم من أن فترة ٢٤ ساعة

كانت كافية لبدء توفير الحماية من الإصابة بالأنثراكنوز، فإن فترة ٧٢ ساعة كانت أكثر كفاءة (Meera وآخرون ١٩٩٤، و ١٩٩٥).

كما أحدثت معاملة الخيار بأى من السلالة 89B-27 من البكتيريا *Pseudomonas putida* أو السلالة 90-166 من البكتيريا *Serratia marcescens* مقاومة جهازية ضد الإصابة بالفطر *C. orbiculare* مسبب مرض الأنثراكنوز (عن Liu وآخرين ١٩٩٥ب). وقد ازدادت المقاومة التى أحدثتها السلالة 89B-27 فى الورقة الحقيقية الأولى مع الوقت واستمر ظهورها حتى الورقة الحقيقية الخامسة على الأقل، بينما لم تستمر المقاومة التى أحدثتها المعاملة بالسلالة 90-166 سوى فى الأوراق الحقيقية الثانية، والرابعة، والخامسة (Liu وآخرون ١٩٩٥جـ). كذلك حصل Wei وآخرون (١٩٩٦) على نتائج مشابهة لدى معاملة بذور الخيار أو بيئة الزراعة بسلالات أخرى من تلك الأنواع البكتيرية. وقد حدثت مقاومة جهازية مماثلة لدى المعاملة بالسلالة Pss 61 من البكتيريا *Pseudomonas syringae*، علمًا بأن هذه البكتيريا تنتج البروتين $HrpZ_{Pss}$ الذى يستحث تفاعلات فرط الحساسية فى النبات (Strobel وآخرون ١٩٩٦).

وقد أدت معاملة البذور بمخلوط من كل من الأنواع البكتيرية: *Bacillus pumilus* (السلالة INR7)، و *Bacillus subtilis* (السلالة GB03)، و *Curtobacterium flaccumfaciens* (السلالة ME1) إلى مكافحة الفطر *C. orbiculare* فى الخيار بصورة جيدة ومستمرة فى كل من الزراعات المحمية والزراعات الحقلية على حد سواء. كما أفاد كذلك رش النباتات الحقلية بأى من *Burkholderia gladioli* (السلالة IN26)، أو *B. pumilus* (السلالة INR7) فى مكافحة فطر الأنثراكنوز (Raupach & Kloepper ١٩٩٨).

العفن الأسود ولفحة الساق الصمغية فى القرعيات

يكافح العفن الأسود ولفحة الساق الصمغية فى القرعيات — وهما اللذان يسببهما الفطر *Didymella bryoniae* — بمراعاة ما يلى:

١- اتباع دورة زراعية ثلاثية لا تزرع فيها القرعيات القابلة للإصابة.

٢- استعمال بذور معتمدة خالية من الإصابة فى الزراعة.

٣- اتباع طريقة الرى بالتنقيط لخفض الرطوبة النسبية حول النباتات وتقليل تواجد الرطوبة الحرة عليها؛ نظرًا لأن الظروف المثلى للإصابة تتطلب رطوبة نسبية لا تقل عن ٨٥٪ وتواجد رطوبة حرة لفترة ساعة واحدة إلى عشر ساعات.

٤- تجنب تجريح الثمار أثناء الحصاد؛ نظرًا لأن تلك الجروح تشكل منفذًا لإصابة الثمار بالعفن الأسود.

٥- قلب بقايا النباتات عميقًا فى التربة بعد الحصاد.

صدأ الفاصوليا

يسبب الفطر *Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus* مرض صدأ الفاصوليا، وهو يكافح باتباع الوسائل التالية:

١- تجنب الزراعة فى الحقول التى كانت مصابة بالصدأ فى العام السابق.

٢- زراعة الأصناف المقاومة، وهى متوفرة ولكن وجود أكثر من ٣٠٠ سلالة فسيولوجية من الفطر المسبب للمرض، وقدرة الفطر على تكوين سلالات جديدة قادرة على إصابة الأصناف المقاومة عند زراعتها على نطاق واسع يحد من إمكانية الاستفادة من تلك الأصناف.

٣- الرش بالكبريت الميكرونى كإجراء وقائى، وذلك بمعدل ٢٥٠جم/١٠٠ لتر ماء. وفى حالة ظهور الإصابة ترش النباتات بأى من المبيدات الجهازيةالتالية:

بلانتافكس ٢٠	بمعدل ١٠٠ مل(سم٣)/١٠٠ لتر ماء.
سابرول	بمعدل ١٥٠ مل/١٠٠ لتر ماء
سومى إيت	بمعدل ٣٥ مل/١٠٠ لتر ماء
بنليت ٥٠٪	بمعدل ٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء
بافستين ٥٠	بمعدل ٦٠ جم/١٠٠ لتر ماء
كوبرو انتراكول	بمعدل ٣٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء
سكور	بمعدل ٤٠ جم/١٠٠ لتر ماء

يفيد كذلك فى مكافحة الصدأ الرش بأى من: أنتراكول Antracol، وبايكور Baycor، وكوبرافيت Cupravit، وبرافو Bravo، وإيفيد Evade.

٦- المكافحة الحيوية:

أدت معاملة الفاصوليا بالعزلة AP-401 من البكتيريا *Bacillus subtilis* والعزلة B-138 من البكتيريا *Arthrobacter* sp. إلى تثبيط تكوين بثرات الصدأ (Centurion & Kimati ١٩٩٤أ، و ١٩٩٤ب)، وبدا أن تلك العزلات — وكذلك عزلة (رقم B206) من *Bacillus* spp. — تنتج مواد مضادة لنمو الفطر، وهى مواد ثابتة حراريًّا (*Centurion* وآخرون ١٩٩٤).

وقد كانت البكتيريا *B. subtilis* فعّالة فى مكافحة الصدأ سواء أكانت المعاملة بالبكتيريا على صورة مزارع سائلة، أم مزارع مَرقَ broth مجففة بالتجميد (مُجَفَّدة) lyophilized، وازدادت فاعليتها كلما قصرت الفترة بين المعاملة بها والعدوى (الحقن) بالفطر *U. appendiculatus*. أحدثت المعاملة نقصًا جوهريًّا فى كل من عدد بثرات الصدأ/ورقة، وإنتاج الجراثيم/ورقة، وحيوية الجراثيم المنتجة، ولكنها لم تؤثر على قطر البثرات المتكونة (Mizubuti وآخرون ١٩٩٥أ). وقد تم توفير ثلاث عزلات من البكتيريا — وهى: FF-1، و FF-5، و FF-6 — لأجل المكافحة الحيوية للصدأ (Mizubuti وآخرون ١٩٩٥ب).

كذلك أمكن مكافحة الصدأ بمعاملة نباتات الفاصوليا بالفطر *Verticillium lecanii* قبل حدوث الإصابة بالصدأ؛ أما بعد الإصابة بالصدأ فإن المعاملة بالفطر *V. lecanii* أدت إلى نقص عدد جراثيم الصدأ المتكونة، ومعدل الإصابات الجديدة (Romero & Carrion ١٩٩٥).

٧- استحداث المقاومة الجهازية فى النبات:

أحدثت معاملة نباتات الفاصوليا وهى بعمر ١٦—٢٠ يومًا بالمركب: 2,6-dichloro-isonictonic acid مقاومة جهازية بالنباتات ضد الإصابة بالصدأ، أدت إلى وقاية النباتات من المرض خلال معظم فترة نموها، ودونما حاجة إلى إعادة المعاملة بالمركب مرة أخرى (Dann & Deverall ١٩٩٦).

الجذر الصولجانى فى الصليبيات

يسبب الفطر *Plasmodiophora brassicae* مرض الجذر الصولجانى club root فى الصليبيات، وهو يكافح باتباع الوسائل التالية:

١- تفيد الدورة الزراعية التى لا تزرع فيها الصليبيات لمدة ٢-٣ سنوات فى خفض حدة الإصابة قليلاً فى المناطق الدافئة، حيث تنبت جراثيم الفطر فى التربة الدافئة الرطبة، فتقل أعدادها فى غياب العوائل.

٢- معاملة التربة قبل الزراعة بمبيد Pentachloronitrobenzene (اختصارًا: PCNB).

٣- تشميس التربة ومعاملتها بالدازوميت:

أمكن لجراثيم الفطر *P. brassicae* البقاء لأكثر من ٢٨ يومًا فى الفرن على حرارة ٤٥°م وهى فى تربة جافة، ولكنها ماتت فى خلال ١٤ يومًا على حرارة ٤٠°م وهى فى تربة رطبة، وأوضحت الدراسات أن تشميس التربة solarization مع استعمال الدازوميت Dazomet بمعدل ١٠٠ كجم/هكتار (٤٢ كجم/فدان) قلل تواجد الفطر فى العشرة سنتيمترات السطحية من التربة، وأدى إلى زيادة محصول القنبيط من ٢,٤ إلى ٤٧ طن للهكتار (من طن إلى ١٩,٧ طن للفدان) مقارنة بمعاملة الكنترول، هذا بينما أدى تشميس التربة مع التبخير ببروميد الميثايل (٩٨٪ بروميد ميثايل + ٢٪ كلوروبكرن) بمعدل ١٠٠ كجم للهكتار (٤٢ كجم للفدان) إلى تقليل تواجد الفطر فى العشرين سنتيمترًا العلوية من التربة وإلى زيادة محصول القنبيط من صفر إلى ٢٢ طن للهكتار (٩,٢ طن للفدان)، وكان الجمع بين تشميس التربة وأى من المبيدين أفضل من أى من المعاملات الثلاث منفردة (Porter وآخرون ١٩٩١).

٤- تعديل pH التربة إلى التعادل وإن كان ذلك لا ينصح به لأن الأراضى المائلة إلى الحموضة قليلاً هى أنسب الأراضى لزراعة الخضر.

٥- معاملة التربة بسينامید الكالسيوم:

تؤدى معاملة التربة بسينامید 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 سينامید الكالسيوم رى التربة ريًا خفيفًا بعد معاملتها بالمركب حتى ترتفع الرطوبة الأرضية فى الهواء الموجود بفراغات التربة، وهو الذى يعمل على إطلاق وإذابة وتوزيع السينامید cyanamide الذى ينتج عن تحلل سينامید الكالسيوم، ويعمل على تلامس السينامید مع أكبر عدد من الجراثيم الساكنة فى التربة. ويتعين الزراعة فى خلال أسبوع واحد إلى أسبوعين بعد المعاملة نظرًا لأن سينامید الكالسيوم سريع التحلل، وهو يحمى النباتات من الإصابات المبكرة — التى تكون أشد تأثيرًا على المحصول — عن الإصابات التالية، وهى التى لا توفر المعاملة بسينامید الكالسيوم حماية منها (Klasse ١٩٩٦).

٦- التسميد بمخلفات الدواجن (سماد الكتكوت):

أفاد استخدام سماد مخلفات الدواجن بمعدل ٣٠٠ جم للنبات (حوالى ٣,٥ طن للفدان) فى خفض شدة الإصابة بالمرض (Velandia وآخرون ١٩٩٨).

٧- زراعة الأصناف المقاومة، وهى تتوفر فى بعض الأصناف من الكرنب، واللفت، والكيل، وكرنب بروكسل، والقنبيط، والبروكولى، والكرنب الصينى، والفجل. ولكن يعاب على استعمال الأصناف المقاومة أن الفطر يكوّن — بسرعة — سلالات جديدة قادرة على التغلب على حالة المقاومة.

٨- استعمال شتلات غير مصابة.

٩- غمس جذور الشتلات قبل الزراعة فى ملاط رقيق القوام slurry، يتكون من ٤٪ كالومل calomel (كلوريد الزئبق)، أو يحتوى على مبيد البينوميل Benomyl، وهو أكثر فاعلية وأقل خطورة على الإنسان.

١٠- توفير البورون:

عرف منذ أربعينيات القرن العشرين أن توفر البورون ساعد فى تقليل تأثر الصليبيات بالإصابة بالجذر الصولجانى، وقد وجد Dixon (١٩٩٦) أن البورون يمنع التحول من البلازموديم plasmodium إلى الاسبورانجيم sporangium فى الشعيرات الجذرية وفى خلايا البشرة.

١١- غسل الآليات جيدًا عند تحركها من حقل مصاب إلى حقل آخر سليم.

١٢- معاملات أخرى متنوعة:

أ- 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 إلى حماية النباتات من الإصابة بالجذر الصولجانى، 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 فى النباتات أى مقاومة مكتسبة (Arie وآخرون ١٩٩٨).

ب- أدى استعمال المواد الناشرة السائلة غير الأيونية، مثل أجرال Agral، وسِتووت بلص Citowet plus، وأكواجرو ٢٠٠٠ إل AquaGro 2000-L، وكذلك الصورة المحببة أكواجرو ٢٠٠٠ جى AquaGro 2000-G .. أدى استعمالها إلى خفض شدة الإصابة بالجذر الصولجانى تحت ظروف الحقل، وازدادت فاعلية المكافحة بزيادة تركيز المادة الناشرة من ٠,١٪ إلى ٠,٢٪ ثم إلى ٠,٥٪، كما كان أكواجرو ٢٠٠٠ جى أكثر المواد الناشرة فاعلية أقلها سمية لنباتات الكرنب الصينى التى استعملت فى الدراسة مقارنة بالتحضيرات السائلة. وقد أعطت إضافة التحضيرات السائلة بتركيز ٠,٥٪ إلى حفرة الشتل، أو إضافتها على دفعتين (بتركيز ٠,٢٪ عند الشتل، ثم بتركيز ٠,٢٪ بعد ١٠ أيام أخرى) أفضل مكافحة للمرض وأعلى محصول، وازداد عدد الرؤوس الصالحة للتسويق من ٤,٧٪ فى الكنترول إلى ٨٦,٧٪ - كمتوسط عام - لمختف القطع التجريبية المعاملة، وذلك عند تلوث التربة بالمسبب المرضى. أما فى غياب *P. brassica* فإن القطع المعاملة بالمواد الناشرة كانت الرؤوس فيها أصغر حجمًا وأقل جودة مما فى الكنترول، بسبب سمية المواد الناشرة. وقد كانت الصورة السائلة للتحضير أكواجرو ٢٠٠٠ إل أقل التحضيرات السائلة سمية للنباتات (Hildebrand & McRae ١٩٩٨).

وسائل المكافحة المتكاملة لأمراض الفراولة الفطرية

من أهم وسائل الحد من انتشار وتفاقم الإصابات المرضية الفطرية فى الفراولة. ما يلى:

١- تعقيم تربة الحقل إما بالتبخير بواسطة بروميد الميثايل، وإما بالتشميس.

٢- تجهيز الحقل بطريقة تسمح بصرف الماء الزائد والأملاح جيدًا، وتفيد فى هذا الشأن زيادة ارتفاع المصاطب قدر المستطاع.

٣- استخدام شتلات خالية من الإصابات المرضية فى الزراعة، سواء أكان ذلك فى المشاتل، أم فى الحقول الإنتاجية.

٤- يفيد استعمال الغطاء البلاستيكى للتربة فى منع ملامسة الثمار لها؛ مما يحد كثيرًا من الإصابة بأعفان الثمار، ويقلل من مشكلة العفن الرمادى.

٥- تجنب زيادة كثافة الزراعة عما ينبغى حتى لا ترتفع الرطوبة النسبية كثيرًا حول النمو الخضرى، وحتى لا تطول فترة ابتلال الأوراق بالندى فى الصباح.

٦- يفيد استعمال الرى بالتنقيط — حينما تنتفى الحاجة إلى الرى بالرش — فى تجنب ابتلال النموات الخضرية؛ مما يفيد فى الحد من إصابات النموات الخضرية وأعفان الثمار.

٧- تفيد إزالة النباتات المصابة بالفيروسات والميكوبلازمات من المشاتل فى الحد من انتشار الإصابة بها. كذلك يمكن أن يفيد ذلك الإجراء فى الحد من انتشار الإصابة بالأنثراكنوز، وتبقع الأوراق العادى، وتبقع الأوراق البكتيرى فى الحالات التى لا تزيد فيها الإصابة بأى من هذه الأمراض عن بضع نباتات فى الحقل.

٨- يفيد استعمال الفطر *Trichoderma harzianum* فى مكافحة الفطريات التى تعيش فى التربة، مثل: الفيوزاريم، والرايزكتونيا، والبثيم، والـ *Colletotrichum*. يضاف *T. harzianum* إلى التربة، حيث ينافس الفطريات الأخرى الممرضة للنبات. ويقلل خطرها، ولكنه لا يوفر حماية كاملة منها.

كذلك يستعمل الفطر *T. harzianum* مخلوطًا مع الإبروديون iprodione فى المكافحة المتكاملة للبوتريتس، حيث ينافس *B. cinerea* على سطح ثمرة الفراولة، ويعد الفطر *T. harzianum* مقاومًا لمعظم المبيدات الفطرية.

٩- تجنب نقل التربة من الأماكن التى تنتشر فيها بعض الأمراض، مثل الأنثراكنوز، وذبول فيرتسيلليم، وعفن التاج الفيتوفثورى، وهى أمراض تحدثها فطريات تعيش مسبباتها فى التربة، ويمكن أن تنتقل مع التربة الملوثة.

١٠- ولهذا السبب .. يفضل بدء العمل فى أكثر الحقول خلوا من الإصابات المرضية، ثم الانتقال منها إلى الحقول الأخرى، لتقليل انتشار الأمراض بواسطة العمال والآلات.

١١- يفيد حصاد جميع الثمار الزائدة النضج، وكذلك جمع جميع الثمار المتعفنة والتخلص منها خارج الحقل ..يفيد ذلك فى الحد من انتشار بعض الأعفان مثل أعفان *Botrytis*، و *Rhizopus*.

١٢- تلعب معاملات بعد الحصاد المناسبة دورًا رئيسيًّا فى الحد من إصابة الثمار بالأعفان. ويفيد فى هذا الشأن تجنب إلحاق الضرر بالثمار، وعدم تعريضها لأشعة الشمس المباشرة قدر المستطاع، وتبريدها أوليًّا بأسرع ما يمكن بعد حصادها.

١٣- الرش بالمبيدات الفطرية المناسبة (جدول ٩-١)، ولكن استعمال المبيدات لا يؤتى ثماره فى مكافحة الأمراض إلا إذا أجرى الرش قبل حدوث الإصابة أو فى بدايتها. ويتعين وصول المبيد إلى جميع الأسطح النباتية بما فى ذلك السطح السفلى للأوراق، وهو أمر لا يتأتى إلا بالرش تحت ضغط لا يقل عن ١٠,٥ كجم/سم^{٢} (١٥٠ رطل/بوصة مربعة). ويكون الرش عادة أسبوعيًّا أو مرتين أسبوعيًّا.

ولأجل الحد من ظهور مشاكل السلالات المقاومة لمبيدات معينة، فإنه يتعين تناوب الرش بمبيدات مختلفة. ونظرًا لأن تطور المقاومة يعد مشكلة حقيقية مع مبيدات مثل البنليت Benlate، والتوبسن Topsin، والرونيلان Ronilan، فإنه يتعين دائمًا استعمالها مخلوطة بمبيدات أخرى ذات فعل مختلف مثل الكابتان Captan والثيرام Thiram.

كذلك يراعى استعمال أقل المبيدات خطرًا على الحشرات والعناكب النافعة.

جدول (٩-١): المبيدات الفطرية الموصى بها للفراولة.

المبيد		أعلى معدل من المادة الفعالة للفدان فى كل مرة	أهم الأمراض التى يكافحها
الاسم الكيمائى	الاسم التجارى		
Metalaxyl	Ridomil 2E	٢ لتر	أمراض البثيم
Iprodione	(أ)Rovral	٠,٥٤ كجم	عفن الجذور الأحمر بوتريتس، وميكور
Captan	Captan	١,٠ كجم	بوتريتس، وبقع الأوراق، والعفن الجلدى، والبياض الدقيقى. والميكور
Sulfur	Sulfur	٢ كجم	البياض الدقيقى
Benomyl	Benlate	٠,٢٣ كجم	البوتريتس، والبقع الورقية، واحتراق الأوراق، ولفحة الأوراق، والبياض الدقيقى.
Thiophanate-methyl	Topsin	٠,٣٢ كجم	البوتريتس، والبقع الورقية، واحتراق الأوراق، ولفحة الأوراق، والبياض الدقيقى.
(ب)Copper Sulfate	Kocide 101	١,٣٥ كجم	تبقع الأوراق الزاوى
Vinclozolin	Ronilan	٠,٦٥ كجم	البوتريتس، والميكور
Thiram	Thiram	١,٤ كجم	البوتريتس، والبقع الورقية. والعفن الجلدى، والبياض الدقيقى

أ- يجب عدم تأخير الرشة الأولى عن وقت إزهار ١٠٪ من النباتات، مع عدم استعمال المبيد فى أكثر من أربع رشات خلال الموسم كله.

ب- قد يؤدى الاستعمال المتكرر للمبيدات التى تحتوى على كبريتات النحاس إلى الإضرار بالنباتات.

العفن الجلدى فى الفراولة

يسبب الفطر *Phytophthora cactorum* مرض عفن الثمار الجلدى leathery rot. وهو يكافح بمراعاة ما يلى:

١- تحسين الصرف.

٢- استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة

٣- الرى بطريقة التنقيط.

٤- الرش بالمبيدات الفطرية الجهازية المناسبة، مثل الريدوميل Ridomil (وهو ميتالاكسيل metalaxyl)، والآلييت Aliette (وهو fosety-Al) كما يعطى الكابتان والثيرام مكافحة جزئية.

ويفضل إعطاء الريدوميل 2E بمعدل ٢ لتر للفدان مع مياه الرى بالتنقيط، على أن تعقب المعاملة الرش بالآلييت.

وقد وجد Ellis وآخرون (١٩٩٨) أن الرش بالفوستيل ألومنيوم (مثل الآلييت) أسبوعيًا بداية من مرحلة الإزهار حتى نهاية الحصاد بمعدل ٢,٢٤، أو ٤,٤٨ كجم من المادة الفعّالة/هكتار (٠,٩٤ أو ١,٨٨ كجم/فدان) أدى إلى مكافحة المرض بنسبة ٨٨٪، و ٩٦٪، على التوالى وبدون فرق جوهرى بين المعدلين. كما أدت إضافة الميتالاكسيل Metalaxyl مع الماء إلى التربة بمعدل ١,١٧ كجم من المادة الفعّالة/هكتار (٠,٥ كجم/فدان) مرة أو مرتين خلال المراحل الأولى للنمو وعقد الثمار إلى مكافحة المرض بنسبة ٨٢٪، و ٩٤٪ على التوالى. كذلك أعطى مجرد استعمال غطاء للتربة من القش straw mulch إلى مكافحة المرض بنسبة ٩٥٪-٩٦٪.

العفن الأبيض فى البصل والثوم

يسبب الفطر *Sclerotium cepivorum* مرض العفن الأبيض white rot فى البصل والثوم، وهو يكافح بمراعاة ما يلى:

١- التخلص من بقايا المحصول السابق بكمرها جيدًا حتى ترتفع حرارتها إلى أكثر من ٣٥°م.

٢- تبوير الأرض صيفًا 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، وبالتالى 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 Bermuda، 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.

٩- تعقيم التربة بالإشعاع الشمسى solarization، وهى عملية تقضى 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).

١٠- تبخير التربة بالميتام صوديوم (فابام Vapam) عند زراعة البصل الأخضر للتصدير.

١١- المكافحة الكيميائية للفطر فى البذور، والشتلات، والنباتات، والتربة بعد الزراعة بأى من المعاملات التالية:

أ- معاملة البذور بالإبروديون iprodione، مع إضافته للتربة أيضًا فى بداية الربيع فى الزراعات الخريفية، أو بعد ٥ أسابيع من الزراعة فى الزراعات الصيفية (Dixon ١٩٨١).

ب- غمس الشتلات قبل زراعتها مباشرة فى محلول سوميسيلكس بمعدل ٤٠ جم/لتر، أو رونيلان بمعدل ٣٠ جم/لتر مضافًا إليها التريتون ب-٦٠. وتربط الشتلات فى حزم صغيرة، بحيث تكون رؤوسها فى مستوى واحد لضمان وصول المبيد إلى كل الشتلات. ويستمر غمس الشتلات لمدة ٣-٥ دقائق، ثم تترك بعد المعاملة لتجف تمامًا قبل الزراعة (Abd-El-Razik وآخرون ١٩٨٨).

جـ- معاملة البذور بالبينوميل benomyl، كما أفادت معاملة البذور بكل من الفنكلوزولين Vinclozolin، والمكلوزولين Meclozolin بمعدل ٥٠ جم/كجم بذرة، ثم رش قواعد النباتات بنفس المبيدات بمعدل ١٠ جم فى ٣-١٠ لتر ماء/١٠٠ متر طولى من خطوط الزراعة مع تكرار المعاملة كل ٤ أسابيع.

د- تعفير البينوميل والثيوفانيت مثيل thiophanate-methyl على سطح التربة فى مواقع الزراعة.

هـ- معاملة التربة بمحلول من النابام أو الزينب عند الزراعة.

و- معاملة التربة بالإبروديون iprodione المحبب بمعدل ٦,٣ جرام/م طولى من خط الزراعة، ثم معاملة قواعد النباتات بالمبيد ذاته بمعدل ٣,١ جم/م طولى (حوالى ٢,٨ كجم/هكتار، أو نحو ١,٢ كجم/فدان) (Tropical Development Research Instiute ١٩٨٦).

ز- حصل Fullerton وآخرون (١٩٩٥) على مكافحة جيدة بالمعاملة بأى من المبيدين تبوكونازول tebuconazole، وترايا داى مينول triadimenol، حيث حققت المعاملة مكافحة بلغت نسبتها ٨٥٪ - مقارنة بالكنترول — عندما استعمل أى من المبيدين رشًّا على النباتات. كما حقق تبوكونازول مكافحة جيدة طوال موسم الزراعة عندما استعمل رشًّا على سطح التربة بعد زراعة البذور مباشرة. وحُصل على أفضل مقاومة للمرض عندما عوملت البذور بمبيد بروسيميدون procymidone، ثم رشت النباتات بعد الإنبات بأى من البروسيميدون، أو التبوكونازول، أو الترايا داى مينول، علمًا بأن أى من المبيدين الأخيرين يمكن أن يحل محل البروسيميدون فى معاملة رش النباتات.

١٢- المعاملة بالمستخلصات النباتية:

أدى غمس شتلات البصل فى محلول من السابونين Saponin بتركيز جرام واحد لكل ١٠٠ مل (سم٣) 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 طبيعيًا فى عديد من محاصيل المراعى البقولية، ويستخلص — تجاريًا — من البرسيم الحجازى (Omar وآخرون ١٩٩٦).

١٣- المكافحة الحيوية:

أمكن — 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 تقريبًا للمقاومة بمعاملة البذور بمبيد بروسيميدون procymidone بمعدل ٠.٥ جم مادة فعّالة لكل ١٠٠ جم من البذور. وقد أضيفت الفطريات إلى تربة الزراعة (الموجودة فى صناديق) على صورة مخلوط من: الرمل ونخالة القمح والبيئة المزروع فيها الفطر (المضروبة بالخلاط) 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 فى 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 أسبوعًا بعد الشتل. وحتى فى غياب الفطر المسبب للمرض .. أدت العدوى بالميكوريزا إلى زيادة محصول البصل بنسبة ٢٢٪ (Torres-Barragán وآخرون ١٩٩٦).

الجذر الوردى فى البصل

يسبب الفطر *Phoma terrestris* (سابقًا: *Pyrenochaeta terrestris*) مرض الجذر الوردى pink root فى البصل، وهو يكافح بمراعاة ما يلى:

١- اتباع دورة زراعية مناسبة لا تزرع فيها المحاصيل التى تصاب بالفطر المسبب للمرض، وهى كثيرة؛ مما يجعل الدورة غير عملية.

٢- استحدام شتلات سليمة خالية من الإصابة.

٣- زراعة الأصناف المقاومة الكثيرة التى تتوفر فى مختلف مجاميع الأصناف، وكذلك فى بعض أصناف البصل الأخضر، مثل: Beltsville Bunching.

تتضمن المقاومة للفطر عاملين، هما: مقاومة الجذور للإصابة بالفطر، وقدرة النبات على تكوين جذور جديدة بعد الإصابة، ولا ترتبط المقاومة للجذر الوردى — بدرجة عالية — بالإصابة بعفن القاعدة الفيوزارى (Thornton & Mohan ١٩٩٦).

٤- بسترة التربة بالأشعة الشمسية (تشميس التربة solarization)، أو تبخيرها ببروميد الميثايل (Sumner وآخرون ١٩٩٧).

وقد وجد Hartz وآخرون (١٩٨٩) أن بسترة التربة بالأشعة الشمسية أو تبخيرها بالميتام صوديوم Metam-Sodium قضى على مرض الجذر الوردى فى الحقل وأدى إلى تحسين النمو والمحصول، كما قضت كلتا المعاملتين — فى المشتل — على المرض فى الشتلات ولكنها لم تحم النباتات من الإصابة بعد الشتل فى حقول ملوثة بالفطر.