المكافحة بالسيليكون

أدت تغذية الخيار بالسيليكون بتركيز ١,٠ أو ١,٧ مللى مول سيليكون (فى صورة سيليكات صوديوم) إلى إحداث خفض جوهرى فى شدة الإصابة بالفطر *Phytophthora melonis* مسبب مرض عفن الجذور، وذلك مقارنة بالإصابة فى معاملة الكنترول. وقد حسَّنت معاملة السيليكون من نشاط الإنزيمين المضادين للأكسدة: كاتاليز catalase، وأسكوربيت بيروكسيديز ascorbate peroxidase؛ مما أدى إلى تحسين مقاومة المحصول لشدِّ الأكسدة – الذى استحثته الإصابة بالفطر *P. melonis* – ومن ثم إلى تحسين النمو النباتى (Mohaghegh وآخرون ٢٠١١).

لفحة الساق الصمغية

المكافحة بالتطعيم

تحدث الإصابة الابتدائية بالفطر *Didymella bryoniae* – مسبب مرض لفحة الساق الصمغية فى القرعيات – فى الجزء السفلى من تاج النبات؛ ولذا فإن الأصول المقاومة تُفيد فى مكافحة الفطر. ولقد وفرت الهجن النوعية *Cucurbita maxima* × *C. moschata* مقاومة للفطر، وكان الهجن RS 481 مناسبًا كأصل للكنتالوب؛ نظرًا لتأثيره الإيجابى على محصول الثمار وجودتها.

كذلك وُجدت المقاومة فى عديد من أنواع الجنس *Cucumis*، وفى هجن الـ *Cucurbita*، والنوع *Benincasa hispida*، وهى التى قد تُفيد كأصول فى مكافحة المرض (Louws وآخرون ٢٠١٠).

وأدى تطعيم صنف الكنتالوب Bonus II على أصول الكنتالوب Dinero، والقرع العسلى Strong Tosa إلى إكسابه مقاومة لفطر لفحة الساق الصمغية *D. bryoniae*، بينما كانت النباتات غير المطعومة قابلة للإصابة. ولم تؤثر معاملة المحاليل المغذية بتركيزات من البوتاسيوم تراوحت بين ٦٢,٥، و ٢٥٠ مجم/لتر على شدة الإصابة بالمرض (de Sousa da Silva وآخرون ٢٠١٢).

البياض الدقيقى

المقاومة بالتطعيم

تتميز بعض أصول القرع العسلى التى تستخدم فى تطعيم الخيار عليها بمقاومتها للفطر *Podosphaera xanthii* مسبب مرض البياض الدقيقى؛ فتتوفر المقاومة العالية فى الأصلين Tokiwa Power Z و White Power فى جميع مراحل النمو من البادرة إلى النبات البالغ، وتتوفر مقاومة متوسطة إلى عالية – خاصة فى النباتات البالغة – فى الأصل PPMR-1، بينما تتوفر صفة القابلية للإصابة فى الأصلين Hikari Power Gold و Shintosa. وقد وجد عند تطعيم الخيار على تلك الأصول أن تأثيرها كان قليلاً أو معدومًا على مقاومة الطعم للبياض الدقيقى فى مراحل النمو المبكرة. هذا إلا أن النباتات المطعومة على أى من الأصلين PPMR1 أو Shintosa أظهرت تحملاً أو مقاومة متزايدة للبياض الدقيقى مع التقدم فى العمر. وفى المقابل.. لم يكن للأصلين المقاومين بدرجة عالية Tokiwa Power Z و White Power تأثيرًا ملحوظًا على مقاومة الطعم فى المراحل المتأخرة من النمو (لم تكن الزيادة فى مقاومته جراء التطعيم عليهما كبيرة)، بينما أدى التطعيم على الأصل Hikari Power Gold إلى خفض مقاومة الطعم للبياض الدقيقى (Sakata وآخرون ٢٠٠٦).

لقد وجد أن الأصل المستخدم مع الخيار يمكن أن يُزيد أو يُقلل شدة الإصابة بالبياض الدقيقى حسبما إذا كان الأصل مقاومًا أم غير مقاوم للمرض. وتبين أن الأصول المقاومة للبياض الدقيقى تؤدى إلى زيادة محتوى الطعوم من السيليكا (SiO_2)، التى تلعب دورًا رئيسيًّا فى مقاومة المرض. وعلى العكس أدى استعمال أصول أخرى كتلك التى تحمل ثمارًا غير شمعية bloomless إلى زيادة إصابة الطعوم بكل من البياض الدقيقى والفطر *Corynespora* sp. (مسبب مرض الـ target spot)؛ الأمر الذى ربما كان نتيجة لتقليل الأصل لامتصاص السيليكا (Louws وآخرون ٢٠١٠).

المكافحة الحيوية

يفيد فى مكافحة مرض البياض الدقيقى فى القرعيات 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، والخضراوات الأخرى (Abo-Foul وآخرون ١٩٩٦).

ويفيد الفطر السطحى النمو *Tilletiopsis pallescens* فى مكافحة الفطر *S. fuliginea* فى الخيار. ويزداد نمو الفطر *T. pallescens* مع زيادة الرطوبة النسبية حتى ٩٠٪، وعند تواجد الفطر *S. fluiginea*، وبإضافة زيت اللفت بنسبة ١٪ إلى معلق جراثيم الفطر عند انخفاض الرطوبة النسبية إلى ٧٠٪. هذا ولم يلاحظ أى دليل على اختراق الفطر *T. pallescens* لأى من خلايا العائل (الخيار)، أو غزل الفطر *S. fuliginea* (Urqyhart & Punja ١٩٩٧).

ويستدل من نتائج دراسات Verhaar 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 فاعلية الفطر *V. lecanii* فى مكافحة البياض الدقيقى فى الخيار.

وقد تبين لدى مقارنة ثلاثة فطريات من تلك المستعملة فى المكافحة الحيوية للفطر المسبب لمرض البياض الدقيقى فى الخيار أن *Sporothrix flocculosa* كان أثرها فاعلية – حيث أعطى مكافحة بدرجة مماثلة لتلك التى حُصل عليها بالرش مرة واحدة بأى من المبيدين الفطريين ببيريميت bupirimate أو إمازاليل imazalil فى صنف مقاوم جزئيًّا للمرض، بينما كان الفطر *Ampelomyces quisqualis* عديم الفائدة، وكان تأثير الفطر *Verticillium lecanii* فى مكافحة المرض محدودًا.

ولقد أدت معاملة الخيار بأى من مستحثات المقاومة: K_2HPO_4، ومستخلص البروبولس propolis (وهى مادة راتينجية شمعية القوام يجنيها النحل من براعم الأشجار)، وراشح كلاً من *Bacillus subtilis*، و *Trichoderma harzianum* إلى خفض الإصابة بالفطر *Sphaerotheca fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى، وذلك بدرجات مختلفة، كما أدت إلى زيادة نشاط إنزيمات الدفاع بدرجات مختلفة كذلك، مقارنة بما حدث فى نباتات معاملة الكنترول. وكانت أكثر المعاملات تأثيرًا هى التى كانت بخليط من مستخلص البروبولس مع راشح كلاً من *Bacillus*، و *Trichoderma* وكانت جميع المعاملات بالمستحثات أفضل من المعاملة بالمبيد الفطرى توباس ١٠٠ Topas-100 فى مكافحة المرض (Mahdy وآخرون ٢٠٠٦).

وتتوفر منتجات تجارية تحتوى على كائنات دقيقة (مثل: Actinovate AG، و Companion، و BU EXP 1216 C، و BU EXP1216S) تُستخدم فى مكافحة

الفطر *Podosphaera xanthii* – مُسبب مرض البياض الدقيقى فى القرعيات. وقد وجد أن تبادل استعمال أى من تلك المنتجات مع نصف المعدل الموصى باستخدامه من مبيدات البياض الدقيقى التجارية يُفيد فى مكافحة البياض الدقيقى فى كل من الكوسة والكنتالوب (Zhang وآخرون ٢٠١١).

ومن بين المركبات الحيوية التجارية الأخرى التى أثبتت فاعلية فى المكافحة الحيوية للبياض الدقيقى، ما يلى:

- AQ10، وهو يحتوى على الفطر *Ampelomyces quisqualis*، والذى طُوِّر خصيصًا لمكافحة البياض الدقيقى، حيث يُتلف جراثيم الفطر الممرض.
- Serenade، وهو يحتوى على البكتيريا *Bacillus subtilis*، التى تمنع الفطر الممرض من إصابة النبات.
- Sporodex، وهو يحتوى على الخميرة *Sporothrix flocculosa*، التى تفيد فى مكافحة البياض الدقيقى فى الزراعات المحمية.

يُعاب على المكافحة الحيوية احتياجها إلى رطوبة نسبية عالية لتكون فعالة فى المكافحة؛ الأمر الذى يناسب زيادة الإصابة بالبياض الدقيقى (Nunez-Palenius وآخرون ٢٠٠٦).

المكافحة بالمستخلصات النباتية

وجد أن المعاملة أسبوعيًّا بمحلول مائى من مستخلصات أوراق نبات الـ Knotweed وهو (*Reynoutrica sachalinensis*) بتركيز ٢٪ أدت إلى مكافحة الفطر *S. fuliginea* فى الخيار بذات كفاءة المبيد الفطرى بينوميل benomyl، ولم تؤثر المعاملة على محصول الثمار، ولكن تكرار الرش جعل أوراق النباتات لامعة، وأقتم 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* فيتوألاكسينات 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.

ويحتوى المستخلص المائى للنبات *Rabinia pseudoacacia* على مركبين نشطين بيولوجيًّا يلعبان دورًا فى مكافحة هذا المستخلص للفطر *Sphaerotheca fuliginea*، مسبب مرض البياض الدقيقى فى الخيار (Zhang وآخرون ٢٠٠٨).

ويُستخدم مستخلص نبات الروبارب الصينى *Rheum officinale* فى الصين كمنتج تجارى بتركيز ٥ جم/لتر فى مكافحة البياض الدقيقى فى الخيار الذى يسببه الفطر *Podosphaera xanthii*. ولقد وصلت كفاءة المكافحة إلى ٨٠٪ عندما استخدم المستخلص بمعدل ١٠–٥٠ مجم مادة فعالة/لتر (٣ رشات) أو بمعدل ٢٠–٥٠ مجم مادة فعالة/لتر (رشتان). وكان محصول الخيار المعامل بالمستخلص مماثلاً لمحصول المعاملة بالمبيد triadimefon، أو أعلى منه، وأعلى بمقدار ٥٣٪ عن محصول معاملة الكنترول غير المعاملة (Yang وآخرون ٢٠٠٩).

كما وجد أن مستخلص النباتين *Euphorbia humifusa*، و *Robinia pseudoacacia* الصينيان منعا إصابة الخيار بالفطر *Spherotheca fuliginea* – مسبب مرض البياض الدقيقى – كما أفادا – كذلك– فى العلاج من الإصابة بالمرض (Liu وآخرون ٢٠١٠).

المكافحة بالشيتوسان

كانت أقوى المعاملات تأثيرًا فى مكافحة البياض الدقيقى فى كل من الخيار والكنتالوب والفلفل، والندوة المبكرة والمتأخرة فى الطماطم، هى: الشيتوسان + زيت الزعتر، والشيتوسان + السكارين saccharin، والشيتوسان + كلوريد الكالسيوم + الخميرة *Saccharomyces cerevisiae*، والشيتوسان + monohydrogen phosphate، والسكارين + potassium monohydrogen phosphate، والشيتوسان + الخميرة *S. cerevisiae*. كذلك أحدثت المعاملة بأى من *Trichoderma harzianum* أو *Bacillus subtilis* خفضًا جوهريًّا فى الإصابات المرضية، مقارنة بتأثير المعاملات البيولوجية السابقة. أما المعاملة بأى من: *T. viride*، أو *P. fluorescens*، أو *S. cerevisiae* فكان تأثيرها فى المكافحة وسطًا (Abde-Kader وآخرون ٢٠١٣).

المكافحة باللبن الحليب

كان الرش بالتركيزات العالية من اللبن الحليب (٤٠٪، و ٥٠٪) أكثر كفاءة من المبيدات الفطرية فى مكافحة الفطر *S. fuliginea* – مسبب مرض البياض الدقيقى فى

الكوسة؛ حيث وجد ارتباط سالب بين المساحة الورقية المصابة بالفطر / ورقة مصابة وتركيز اللبن المستخدم من ٥٪ إلى ٥٠٪ (Bettiol ١٩٩٩).

المكافحة بالأحماض الأمينية

أحدث رش نباتات الخيار بمخلوط من الريبوفلافين riboflavin مع المثيونين methionine خفضًا جوهريًّا فى إصابتها بالفطر *Sphaerotheca fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى. هذا وكان أول رد فعل للمعاملة حدوث زيادة مفاجئة وحادة فى إنتاج فوق أكسيد الأيدروجين فى الأوراق، وكذلك زيادة فى نشاط الإنزيمات المضادة للأكسدة، مثل السوبر أوكسيد دسميوتيز suproxide dismutase. وأحدثت المعاملة — أيضًا — زيادة فى محتوى اللجنين بالأوراق كانت ظاهرة بعد تسعة أيام من المعاملة (Kang ٢٠٠٨).

المكافحة بأملاح الفوسفات والبوتاسيوم

أدى رش السطح العلوى للورقة الحقيقية الأولى من نباتات الخيار مرة واحدة بأى من المركبات K_2HPO_4 أو $KHPO_4$ أو $Na_4P_2O_7$، أو Na_3PO_4 بتركيز ١٠٠ مللى مولار قبل ساعتين من عدوى النباتات بالفطر *S. fuliginea*.. أدى ذلك إلى توفير حماية جهازية للنباتات من الإصابة بالبياض الدقيقى فى الورقتين الثانية والثالثة. وبينما لم تكن للمعاملة بالمركب Na_2HPO_4 أى تأثير فى هذا الشأن، فإن رش الورقة الأولى بمخلوط من المركبين $KHPO_4$، و Na_2HPO_4 أحدث مقاومة جهازية واضحة فى الورقتين الثانية والثالثة. وأدى رش الورقة الأولى بالمركب K_2HPO_4 قبل عدواها بالفطر بـ ٩٦ ساعة، أو ٤٨ ساعة، أو ساعتين إلى توفير مقاومة جهازية ظهرت على صورة نقص فى عدد مواقع الإصابة الأولى بالبياض الدقيقى بنسبة ٧٤٪، و٧٦٪، 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* معنويًّا برشة واحدة من محلول مائى لأحد أملاح الفوسفات والبوتاسيوم بتركيز ٢٥ مللى 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 جوهريًّا 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 ١٥يومًا. 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 معنويًّا 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 وقائيًّا وعلاجيًّا. وقد خفضت المعاملة من إنتاج الجراثيم الكونيدية للفطر معنويًّا. 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.

المكافحة بالسيليكون

أمكن فى المزارع المائية مكافحة البياض الدقيقى فى كل من الخيار، والكنتالوب، والكوسة بإضافة سيليكات البوتاسيوم إلى المحول المغذى بتركيز ١,٧ مللى مولارًا من السيليكون، أو رش النباتات بمحلول من المركب ذاته بتركيز ٠,١٧ مللى 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 falavonol aglycone، وتم تحديد تركيبها الكيميائى.

وأمكن مكافحة الفطر *Podosphaera xanthii* — مسبب مرض البياض الدقيقى فى الكنتالوب بمعاملة النباتات — عن طريق التربة — بسليكات البوتاسيوم. أدت المعاملة إلى تقليل كفاءة الفطر فى إحداث الإصابة وتقدمها، وفى معدل انتشارها واتساعها. ولقد كان تركيز السيليكون فى الأوراق أعلى فى حالة المعاملة الأرضية بسيليكات البوتاسيوم عما كان عليه فى حالة الرش الورقى، والتى تراكم فيها السيليكون على سطح الورقة وليس فى أنسجتها (Dallagnol وآخرون ٢٠١٢).

المكافحة بالكوبالت

أدى رش نباتات الكوسة وهى فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الأولى بكبريتات الكوبالت إلى زيادة مقاومتها الطبيعية للفطر *S. fuliginea*، حيث انخفضت شدة الإصابة بالبياض الدقيقى بزيادة تركيز محلول الرش من ٠,٠٢٥ إلى ٠,١ ملى مولارًا من كبريتات الكوبالت. كذلك كان رش النباتات بمركب فوسفات ثنائى البوتاسيوم K_2HPO_4 شديد 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 ١٩٩٥ أ).

المكافحة بالسيلينيم

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

المكافحة بماء الكلس ومضادات النتح

وُجد أن رش نباتات الكوسة أسبوعيًّا 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 أسبوعيًّا بمضاد النتح فيبور جارد Vapor Gard نتائج مماثلة للرش بماء الكلس مع المادة اللاصقة (Marco وآخرون ١٩٩٤).

المكافحة بأملاح البيكربونات

أفاد الرش بأملاح البيكربونات – مثل بيكربونات الصوديوم – فى مكافحة المرض فى الخيار (عن Palmar وآخرين ١٩٩٧).

كذلك أفادت المعاملة بأى من بيكربونات الصوديوم، أو توين٢٠ 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).

المكافحة 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).

المكافحة 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).

المكافحة بفوق أكسيد الأيدروجين والتوربو

أدى رش أوراق الخيار باى من فوق أكسيد الأيدروجين بتركيز ١٥ ملى مول أو Pharmaplant-turbo (اختصارًا: توربو Turbo، وهو منتج كيميائى جديد مضاد للفطريات) بتركيز ١ مل /لتر إلى خفض شدة الإصابة بالفطر *Podosphaera fusca* مسبب مرض البياض الدقيقى من ٩٠,٤٪ فى الكنترول إلى ١١٪–١٢٪. وعندما أضيفت إلى أى من معاملتى فوق أكسيد الأيدروجين أو التوربو معاملة تسميد عضوى (كمبوست + مستخلص كمبوست + مستخلص طحالب بحرية)، فإنها أدت — إلى جانب مكافحة المرض– إلى زيادة النمو النباتى الخضرى ومحصول الثمار المبكر والكلى (Hafez وآخرون ٢٠٠٨).

المكافحة بحامض السلسيلك

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 معنويًّا بين التركيزين المستعملين (Gamil ١٩٩٥ب).

المكافحة بمستحثات المقاومة

أدت 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 جزئيًّا 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 بطء فى كافة خطوات عملية الإصابة المرضية (Conti وآخرون ١٩٩٦). ووجد Feussner وآخرون (١٩٩٧) أن المناعة التى تكتسب ضد الإصابة بالبياض الدقيقى عند معاملة الخيار بأى من حامض السليسيلك 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.

ولقد أفادت معاملة الخيار مرة واحدة بالمنتج التجارى مِلسانا Milsana (Margo — الهند)، ثم معاملة بالمنتج بيون Bion (سنجنتا– سويسرا) فى مكافحة الفطر

Podosphaera xanthii مسبب مرض البياض الدقيقى، ولكن لم يحدث هذا التأثير فى الكوسة. كذلك أحدثت المعاملة بالمنتج التجارى رِزِّست Rezist (Stoller – تكساس) خفضًا جوهريًّا فى إصابة الخيار بالمرض. وقد أحدثت المعاملة بأى من البيون أو الرِزِّست زيادة فى نشاط إنزيم الشيتينيز chitenase؛ بما يؤيد فعلهم كمستحثات للمقاومة الجهازية المكتسبة، إلاّ أن منتج المِلسانا لم يكن له هذا التأثير؛ بما يرجح أن تأثيره كان من خلال تثبيطه المباشر للإصابة بجراثيم الفطر. وبينما لم يكن منتج الملسانا – وحده – مؤثرًا تحت ظروف الحقل ولو مع تكرار المعاملة عدة مرات، فإن المعاملة بالبيون – وحده – عدة مرات أعطت مكافحة جيدة للمرض. هذا إلا أن عدة معاملات بالبيون أثرت – كذلك – سلبًا على النمو النباتى؛ مما انعكس سلبًا على محصول الثمار. وفى المقابل .. أعطت معاملة واحدة بالملسانا قبل أو بعد معاملة واحدة بالبيون مكافحة جيدة للمرض (Bokshi وآخرون ٢٠٠٨).

استعراض للمكافحة ببدائل المبيدات

من بين بدائل المبيدات المستخدمة فى مكافحة البياض الدقيقى فى القرعيات، ما يلى:

١- زيت النيم (كما فى المنتجات التجارية Triology، و Triology 90EC وغيرهما)، وهو مستخلص من بذور شجرة النيم *Azadirachta indica*، ويستخدم كمبيد حشرى، وأكاروسى، وفطرى لمكافحته البياض الدقيقى، لكنه قد يكون ضارًا بالنحل والحشرات المفيدة؛ لذا.. يتعين استخدامه بحرص.

٢- إى ريز E-RASE، وهو مُنتج طبيعى مستخلص من زيت الهوهوبا *Buxus chinensis*، ويعمل كمبيد فطرى بالملامسة، يمكن استخدامه فى مكافحة البياض الدقيقى.

٣- زيت القرفة cinnamon oil (كما فى Cinnamite، وValero وغيرهما)، وقد أثبت كفاءة فى مكافحة البياض الدقيقى فى القرعيات.

يُعاب على استخدام الزيوت الطبيعية فى المكافحة تكلفتها العالية، حيث إن أسعارها عالية، ويتعين استخدامها عدة مرات خلال الموسم الواحد لتحقيق مكافحة يُعتد بها.

٤- الزيوت المعدنية (مثل JMS Stylet Oil)، وهى فعَّالة فى مكافحة البياض الدقيقى وأقل تكلفة عن الزيوت الطبيعية.

٥- المنتج التجارى OxiDate، وهو مبيد فطرى واسع المدى يعتمد على فوق أكسيد الأيدروجين كمادة فعالة، ويقاوم جراثيم البياض الدقيقى بالملامسة. هذا.. إلاّ إنه يَتعَين المعاملة بالـ OxiDate مرات عديدة لتحقيق مستوى ملائم من المكافحة. وجدير بالذكر أن بعض أصناف الكنتالوب تُعد حساسّة للمركب الذى يُحدث بها أضرارًا.

٦- حليب الأبقار، الذى يؤدى رشة على الأوراق إلى مكافحة الفطر المسبب للمرض، ولا تُعرف الآلية التى يُحدث بها الحليب تأثيره.

٧- السيليكون الذى تؤدى إضافته بتركيز ٢-٣ مللى مول إلى المحاليل المغذية للمزارع اللاأرضية للخيار إلى تأخير الإصابة بالبياض الدقيقى والحد منها. كذلك فإن رش نباتات الخيار بطين الـ chlorite mica – الذى يحتوى على السيليكون – يحد من إصابته بالبياض الدقيقى.

٨- أملاح الكاتيونات وحيدة التكافؤ، مثل البوتاسيوم (كما فى المنتجات التجارية لبيكربونات البوتاسيوم: Armicab 100، و Kaligreen، و FirstStep، و Remedy، و Milstop.. إلخ)، وبيكربونات الصوديوم، وبيكربونات الأمونيوم، وفوسفات أحادى البوتاسيوم (مثل: Nutrol)، وقد أثبتت جميعها قدرة على مكافحة البياض الدقيقى فى القرعيات. هذا.. وتحتوى مركبات البوتاسيوم سالفة الذكر على بوتاسيوم بنسبة تصل إلى ٣٠٪؛ لذا.. فإنها تُسوق أيضًا على اعتبار أنها أسمدة ورقية (Nunez-Palenius وآخرون ٢٠٠٦).

وقد أمكن مكافحة الفطر *Sphaerotheca fusca* مسبب مرض البياض الدقيقى فى كل من قرع الشتاء والكنتالوب والقرع العسلى بالمعاملة بأى من:

١- الفطر *Ampelomyces quisqualis* فى صورة المركب التجارى AQ10.

٢- الزيت JMS stylet-oil، وهو زيت معدنى متوسط اللزوجة.

٣- M-Pede، وهو ملح البوتاسيوم للأحماض الدهنية.

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

وكان أكثرها تأثيرًا الزيت المعدنى، إلا أنها جميعًا لم تكن بدرجة تأثير برامج المكافحة بالمبيدات بكل من الكلورثالونيل chlorothalonil والميكوبيوتانيل mycobutanil (McGarth & Shishkoff ١٩٩٩).

كما أُوصى 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.

ج- الزيوت النباتية.

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

البياض الزغبى

المكافحة المتكاملة

تتطلب إصابة القرعيات بالفطر *Pseudoperonospora cubensis* مسبب مرض البياض الزغبى توفر رطوبة حرة على سطح الأوراق لمدة لا تقل عن ٢-٣ ساعات. ولذا..