الفصل الرابع

المقاومة الحيوية لأمراض البياض الدقيقى

Biological Control For Powdery Mildews

مقـــدمة:

تبقى أمراض البياض الدقيقى من أهم الأمراض التى تعانى منها محاصيل الصوبات الزجاجية، عدا عن انتشارها الواسع فى كثير من الزراعات الحقلية فى كثير من البلدان. فى الحقيقة فإن هذه المشكلة تمنع كثيراً من الزراعات الاقتصادية من أن تتم فى الصوبات الزجاجية، خاصة محصول الخيار والطماطم. ونظراً لأن المقاومة الكيماوية عليها انتقادات كثيرة من قبل منظمة الصحة العالمية، اتجهت معظم الدول إلى تركها والاتجاه للمقاومة الحيوية.

لقد ذكر Jarvis & Belanger سنة ١٩٩٤ أن هناك مشاكل كبيرة تتسبب عن أمراض البياض الدقيقى، بدأت تظهر على الطماطم لأول مرة فى شمال أمريكا والتى أرعبت كثيراً من مزارعى الصوبات الزجاجية فى كندا. هناك قليل جداً من المبيدات الفطرية مسجلة رسمياً لمقاومة هذا المرض فى محاصيل الصوبات الزجاجية، كذلك فإن كثيراً من المبيدات الفطرية تفقد كفاءتها بسرعة بسبب ظهور سلالات من الكائن الممرض مقاومة لهذه المركبات الكيماوية. هذه الأوضاع أدت إلى تكثيف الدراسات لاكتشاف طرق مقاومة حيوية ضد أمراض البياض الدقيقى.

عوامل المقاومة الحيوية لأمراض البياض الدقيقي

تذكر المراجع العلمية أن هناك كثيراً من عوامل المقاومة الحيوية، ذات كفاءة فى مقاومة أمراض البياض الدقيقى، والأكثر اهتماماً فى هذا الموضوع هم العلماء الكنديون حيث ساهم الكثير منهم فى تطوير أو اكتشاف هذه العوامل. هناك قوائم طويلة تذكرها التجارب المعملية العلمية التى تبحث فى مقاومة أمراض البياض الدقيقى، إلا أن أهم عوامل المقاومة الحيوية التى تستعمل على نطاق تجارى ضد أمراض البياض الدقيقى، هى:

١- الفطـــر Ampelomyces quisqualis Ces : Schlecht

مقـــدمة:

كـان أول ذكـر لهـذا الفطر على أسـاس أنه علوى التطفل hyperparasite (يتطفل على فطريات ممرضة) على فطـريات البياض الدقيق التى تصـيب البرسـيم (هذا مـا ذكـره Varwood سنة ١٩٣٢)، ومنذ ذلك الوقت أجريت على هذا الفطر عديد من التجارب وثبت أنه يضاد حـيوياً عديداً من أفراد عـائلة البياض الدقيقى Erysiphaceae ، وفى التـجـارب المعملية ثبت بأنه يقاوم البياض الدقيقى على كثير من العوائل النباتية. وعلى أية حال فإنه تحت ظروف الصوب الزجاجية أو الظروف الحقلية فإن معظم التجارب قد أفادت بأن هذا الفطر فعال فقط تحت الظروف البيئية عالية الرطوبة. لقد ذكر Jarvis & Slingby سنة ١٩٧٧ أنه يجب إستـعمـال الماء رشـاً مع أو أثناء رش المعلق الجرثومى للفطر على النبـات، وذلك لتلبيـة احتـيـاجاته من الرطوبة. هذا الإجـراء أعطى نتـائج مـرضيـة، ولكن الأبحـاث استمرت على هذا الفطر لتحسين طرق استعماله.

في أوائل الثمانينات ذكر كل من Kreking & Sundheim، بأن أهم صفات الفطر *A. quisqualis* بأنه يتحمل عديداً من المبيدات الفطرية، ويمكن استعماله مع هذه المبيدات فى الأبحـاث التى كـانت تجرى ضد الفطر مسبب البياض الدقيق على الخيـار فى الصـوبات الزجاجية *Sphaerotheca fuligenea*. بالإضافة لذلك فإن Philipp *et al* سنة ١٩٩٠ ذكر بأن الفطر *A. quisqualis* يعطى مقاومة جيدة لمرض البياض الدقيقى فى الخيار اذا استعمل المعلق الجرثومى مع ٢ ٪ زيت البارافين.

إن النجاح المتواصل لهذا الفطر فى مقاومة أمراض البياض الدقيقى، أدى إلى الاهتمام به تجارياً ، وصرح باستعماله فى أواخر الثمانينيات فى أستراليا، إلا أن متطلباته من الرطوبة تعيق استعماله على نطاق واسع فى الحقول الواسعة. حديثاً فإن شركة Ecogen قد طورت تشكيلات (تركيبات) أساسها سلالة AQ10 والتى تتحمل الرطوبة المنخفضة. ولقد ذكر أن هناك مقاومة جيدة ضد مرض البياض الدقيقى على الخيار، يمكن الحصول عليها من هذه التشكيلات، عندما يكون المرض غير شديد الوطأة. هذا الفطر مسجل حالياً ويباع تجارياً.

الدراسة التفصيلية للفطر

يتواجد الفطر بشكل طبيعى متطفلاً على الأوعية البكنيدية فى فطريات البياض الدقيقى. إن هذا الفطر المتطفل على الفطريات الممرضة، يكون متطفلاً وداخلاً كلية ضمن الميسيليوم، الحوامل الكونيدية، الجراثيم الكونيدية والثمار الاسكية لعديد من الأجناس المهمة من العائلة *Erysiphaceae*، من ضمنها البياض الدقيقى فى العنب المتسبب عن الفطر *Uncinula necator* والبياض الدقيق فى القرعيات المتسبب عن *Erysiphe cichoracearum* والبياض الدقيقى فى الخيار المتسبب عن الفطر *Sphaerotheca fuliginea* والبياض الدقيق على التفاح المتسبب عن الفطر *Podosphaera leucotricha* والبياض الدقيق فى الورد المتسبب عن *Sphaerotheca pannosa*.

يتطلب الفطر المضاد *A. quisqualis* ماءً حراً ليهاجم مستعمرات البياض الدقيقى. يمكن أن تحدث الإصابة خلال ٢٤ ساعة على حرارة ٢٠°م. بعد حدوث الإصابة يتشعب الفطر خلال هيفات الفطر المتطفل عليه (العائل) مؤديا إلى خفض النمو وأخيراً موت الميسيليوم، وتتدهور المستعمرات الفطرية خلال ٧-١٠ أيام. تتكون الأوعية البكنيدية للفطر *A. quisqualis* بعد ٧-١٠ أيام داخل الحوامل الكونيدية لفطر البياض الدقيقى. عندما تكون الأوعية البكنيدية رطبة عن طريق المطر، فإن الجراثيم الكونيدية للفطر *A. quisqualis* تندفع فى معلاق جلاتينى، والذى لايلبث أن يذوب وتظهر الكونيديات بواسطة رذاذ المطر.

يكون ظهور تجمعات الفطر *A. quisqualis* فى الطبيعة متأخراً عدة أسابيع بعد ظهور وتكشف فطريات البياض الدقيقى. من الصعب ملاحظة هذا الفطر قبل نهاية موسم النمو أو بعد فترة طويلة تكون خلالها فطريات البياض الدقيقى قد كونت تركيبات الـ Cleistothecia (الثمار السكية المقفلة) التى تقضى عليها فترة الشتاء والتى تحقق استمرارية المرض، إلا أن هناك استثنادات لذلك، حيث إن الفطر المتطفل المضاد لايسمح للفطر الممرض بالتكاثر قبل أن يقتله، هذا يؤدى فى النهاية إلى أن أوبئة البياض الدقيقى، ومستوى أضرارها على العوائل القابلة للإصابة تكبح قبل أن تبدأ فى التأثير، وذلك عند استعمال الفطر المضاد.

فى حالة أمراض البياض الدقيقى فى العنب فإن إصابة المجموع الخضرى بالفطر المسبب للمرض *U. necator* تبدأ بعد أسبوعين من تفتح البراعيم (فى أمريكا فى منتصف

مايو)، فى حين أن إصابة تجمعات الفطر الممرض بالفطر المضاد، لاتحدث قبل ثلاثة شهور من بداية إصابة البراعم (فى شهر أغسطس فى أمريكا).

أجريت أبحاث كثيرة ومحاولات عديدة لمقاومة البياض الدقيقى عن طريق معاملة بذور النباتات التى تهاجمها فطريات البياض الدقيقى بالفطر، المضاد *A. quisqualis*، إلا أن النتائج غير قاطعة والأبحاث مستمرة. عادة ما يستعمل الفطر المضاد بتركيز $^{٦}١٠$ جرثومة كونيدية/مل. وعلى أية حال فإن توفر الماء الحر ضرورياً لحدوث الإصابة بالكونيديات، عند توفر ذلك، فإنه يؤدى إلى درجة عالية من تثبيط المرض والتحكم فى بيئة الصوبا الزجاجية. إن الخفض فى حدوث البياض الدقيقى عل الجذر من ٤٣-١٣ ٪، قد تم الحصول عليه، عن طريق رش النباتات فى الحقل بمعلق جراثيم كونيدية تركيز $^{٦}١٠$ مل سبعة مرات، كل أسبوع مرة.

إن نجاح إصابة مستعمرات البياض الدقيق بالفطر *A. quisqualis* تحت ظروف الحقل يمكن أن تتم وتصل نسبة المقاومة إلى قيمة عالية، وذلك عن طريق استعمال اللقاح رشاً على شكل محلول، فوراً أو خلال سقوط الأمطار، وعلى أية حال فإن المشاكل العملية المنطقية التى تصاحب هذا الإجراء تجعله غير عملى للاستعمالات التجارية على نطاق واسع فى الحقل.

إن عدم إمكانية التنبوء الصحيح لحدوث الأمطار فى الصيف، يجعل رش المعلق الكونيدى قبل سقوط الأمطار فى درجة المخاطرة. أما رش المعلق الجرثومى أثناء سقوط الأمطار، يتطلب استجابة سريعة وإجراءات فنية جيدة، وذلك حتى تتم العملية بنجاح، بغض النظر عن صعوبة التنقل واستعمال أجهزة الرش. وبالتالى فإنه بعد عدة أبحاث وتجارب على الفطر *A. quisqualis* كعامل مقاومة حيوية للبياض الدقيقى، ثبت بأنه لايزال يتطلب سقوط أمطار أو رطوبة عالية، وهو تحت هذه المتطلبات يصعب تطبيقه تجارياً لغاية ١٩٩٤.

فى سنة ١٩٩٥ اكتشف Falk *et al* طريقة جديدة لاستعمالها مع فطر المقاومة الحيوية المذكور سابقاً أثناء تطبيق المقاومة فى الحقل، حيث يمكن للقاح أن ينتشر طبيعياً على النبات العائل بواسطة المطر تحت الظروف المثلى للإصابة بهذا الفطر المضاد. ذكر الباحث أنه اكتشف طريقة لتنمية *A quisqualis* على فتائل (جمع فتيلة) من القطن، حيث ينمو الفطر وتتشكل الأوعية البكنيدية على سطوح هذه الفتائل، ثم بعد ذلك توزع هذه الفتائل على

عروش أشجار العنب، حيث يأخذ الانتشار الطبيعى مجراه للفطر قبل سقوط المطر. وهذه الطريقة تقلل من صعوبة رش الفطر أثناء حدوث المطر، لأن سقوط المطر هو الذى يوزع الجراثيم دون تدخل الإنسان.

عـزلات الفطـر A. quisqualis

للفطر عزلتين هامتين هما G5 و G-273، كل منهما تكون قادرة على الاصابة والتكاثر على جميع عزلات فطريات البياض الدقيقى التابعة لكل من الفطريات:

1- *Uncinula necator* 2- *Sphaerotheca fuliginea* 3- *S. macularis*

على كل من العنب، الخيار والفروالة بالترتيب. يحدث انهيار كامل تقريباً لمستعمرات البياض الدقيقى فى منطقة الحقن بكل من السلالاتين. تتراوح نسبة انهيار الحوامل الكونيدية من ٧٩-١٠٠ ٪ على المستعمرات المحقونة بالسلالة G-5، أما السلالة G-273 فهى تسبب تحطيماً للحوامل الكونيدية بنسبة تتراوح ما بين ٦٦,٤-٩٩,٨ ٪.

فى جميع الحالات فإن الفطر *A. quisqualis* ينتج أوعية بكنيدية على مستعمرات البياض الدقيقى المتطفل عليها خلال عشرة أيام بعد الحقن. وعلى أية حال فإن هذا التجرثم للفطر، لايكون دائماً متكافئاً مع تحطم الحوامل الكونيدى للفطر الممرض. فمثلاً عندما تستعمل عزلة البياض الدقيقى Elvira-F-1 (البياض الدقيق على العنب) وحقنها بالسلالة G-273، فإن النسبة المئوية لمستعمرات البياض الدقيقى التى تحمل عشرة أو أكثر من الأوعية البكنيدية للفطر *A. quisqualis* كانت أقل من ٢٢ ٪، مع أن جميع الهيفات والحوامل الكونيدية تكون قد تحطمت.

تأثير الرطوبة علي كفاءة الفطر A. quisqualis

عندما تكون النباتات جافة فإن السلالة *G-5* والسلالة *G-273* لا تكون فعالة أو عالية التطفل عندما تضاف على النبات كواقيات Protectants، قبل حقن نبات العنب بفطر البياض الدقيقى بمدة ٢٤ ساعة. مع أن جميع النباتات المحقونة بهذه الطريقة تكون مصابة بالفطر *U. necator*، إلا أنه لايحدث أى انهيار ملاحظ على مستعمرات البياض الدقيقى،

ولا يلاحظ أى تجرثم للفطر *A. quisqualis*، وعلى أية حال فإنه عند حفظ النباتات رطبة (عليها قطرات ماء أو مطر) لمدة ٢٤ ساعة بعد استعمال لقاح الفطر *U. necator* فإنه يحدث نشاط واضح للفطر *A. quisqualis* ويظهر تطفله، ويحدث خفض أكبر من ٥٠٪ فى نسبة النباتات المصابة بواسطة ١٧ عزلة من ١٨ عزلة من عزلات الفطر *U. necator*. إن النسبة المئوية للنباتات المصابة بالعزلة Chardonnay LI-3 لم يخفض، ولكن ١٠٠٪ من مستعمرات البياض الدقيقى التى تكونت قد أصيبت بالعزلة G-5 و G-273 من الفطر *A. quisqualis* عندما حفظت النباتات رطبة بعد الحقن بالفطر الممرض *U. necator*. من بين العزلات الأخرى للفطر *U. necator* فإن النسبة المئوية لمستعمرات البياض الدقيقى المصابة تتراوح من ٦٧–١٠٠٪ بالنسبة للعزلة G-5 ، وتتراوح من ٧٥–١٠٠٪ لجميع العزلات بواسطة العزلات المضادة G-273.

تأثير الفطر *A. quisqualis* على فطريات البياض الدقيقي الأخرى

إن تحطيم وانهيار مستعمرات فطريات البياض الدقيقى بواسطة الفطر *A. quisqualis* تكون كاملة بالنسبة للفطر *U. necactor* على شتلات العنب (٩٥,٨ – ٩٩,٨٪)، وكذلك بالنسبة للفطر *S. macularis* على أوراق الفراولة (٩٣,٧٪ – ٩٨٪) وذلك باستعمال السلالات G-273، SF-419 ، SF-423 من الفطر *A. quisqualis* (جدول رقم ٢٩). الانهيار الذى يحدث بواسطة هذه العزلات الثلاثة على الفطر *S. fuliginea* على نبات *Sen-eca zucchini* ، ٢٨,٤ – ٤٤,٦٪.

تتكون أوعية بكنيدية كثيرة للفطر *A. quisqualis* على الفطر *U. necator* على غراس العنب تقدر بحوالى (١٢٧٠ – ١٧٩٠) وعاء بكنيدى/سم٢، أكثر منه فى بقية أنواع البياض الدقيقى الأخرى. يكون عدد الأوعية البكنيدية المتكونة للفطر *A. quisqualis* على مستعمرات فطر البياض الدقيقى *S. macularis* على أوراق الفرازلة والفطر *S. fuliginea* على نبات *S. zucchini* أقل نسبياً.

جدول رقم (٢٩) : النسبة المئوية لانهيار الحوامل الكونيدية لثلاثة أنواع من البياض الدقيقى. إنتاج الأوعية البكنيدية للفطر *A. quisqualis* فى مستعمرات البياض الدقيقى.

نوع البياض الدقيقي	٪ إنهيار الحوامل الكونيدية بالسلالات			عدد الأوعية البكنيدية/سم٢ من سطح الورقة		
	G-273	SF-419	SF-423	G-273	SF-419	SF-423
U. necator	٩٩,٧	٩٥,٨	٩٩,٨	١٢٧٠	١٧٩٠	١٦٤٠
S. macularis	٩٣,٧	٩٧,٧	٩٨,٠	٥٦	٢٦	٥٣
S. fuliginea	٣٩,٤	٢٨,٤	٤٤,٦	٤٢٠	١٨٠	٤٩٠

ملاحظات على الجدول:

كونيديات الفطر *A. quisqualis* (٢ x ١٠^{٦}/مل فى ٠,٠٢٪ Tween 20) كانت ترش حتى يسيل المحلول من على سطح الجزء النباتى. مستعمرات الفطر *U. necator* ذات عمر سبعة أيام وكذلك فطريات البياض الدقيقى الأخرى على الأوراق. كانت تحفظ الأوراق فى الظلام لمدة ٢٤ ساعة ثم يجرى عليها الاختبار بعد ٩ أيام.

نمو الفطر *A. quisqualis* على فتائل القطن:

عند تنمية الفطر *A. quisqualis* على فتائل القطن، يعطى نمواً جيداً وتتكون أوعية بكنيدية وتنطلق جراثيم كونيدية فى العزلات الثلاثة G-273 ، SF-419 ، SF-423، فى حين أن نمو الفطر على الجوت Jute يكون ضعيفاً بالنسبة لجميع العزلات (جدول رقم ٣٠). أما بالنسبة لمادة السيزال Sisal، فإن النمو يكون متوسطاً لجميع العزلات باستثناء العزلة SF-419 التى تنمو بضعف شديد على هذه المادة.

إن خلط مستخلص نخالة القمح مع البيئة التى ينمو عليها الفطر *A. quisqualis* يحسن نمو السلالة G-273. يكون عدد الجراثيم الكونيدية المنطلقة من فتائل القطن زائداً بنسبة ٠,٤٥ x ١٠^{٦}/سم^{٢} فى بيئة MEA (مولت اكستراكت آجار) ويكون على بيئة WBMA (نخالة قمح + مولت + آجار) بنسبة ٦,١٥ x ١٠^{٦}/سم^{٢}.

جدول رقم ٣٠ : نمو الفطر *A. quisqualis* على بيئة MEA تم نقله على ثلاث مزارع فتيلية منقوعة فى بيئة MEA بعد ١٨ يوماً على حرارة ٢٤°م.

العزلة	المادة الأساسية التى ينمو عليها الفطر	النمـــــــو	
		عدد الأوعية البكنيدية/سم٢	عدد الجراثيم الكونيدية X ٦١٠/سم
G-273	قطن	٩٥	٠,٥٢
	سيسل	٣٣	٠,٢٦
	جوت	١٠	٠,٠٣
SF-419	قطن	١٤٠	٠,٦
	سيسل	٠٠٣	٠,٠٢
	جوت	صفر	٠,٠٣
SF-423	قطن	١٩٩	٠,٣٨
	سيسل	٦٣	٠,١٩
	جوت	٠٦	٠,١٦

ملاحظات على الجدول:

بيئة MEA تتكون من ٦٠ غرام مستخلص مولت + ٢ غرام إسبراجين DL + ١ غرام اجار + ١٠٠٠ مل ماء، pH 6.5. كانت الجراثيم الكونيدية ١٠^{٦}/مل تعوم فى ٨ مل من ٤ ٪ MEA مع ٠,٢ ٪ اسبرجين DL.

طول الفتيلة ١م وكانت تغسل لمدة ساعتين فى ماء معقم، وتوضع فى دوارق ثم تعقم. كانت تعد الأوعية البكنيدية على طول ١٠سم من الفرع. الكونيديات المنطلقة كانت توضع فى ٢٠ مل ماء معقم وتضاف إلى الدوارق المحتوية مزرعة الفتيلة ثم تعد بجهاز عد كرات الدم.

استعمال فتائل القطن في الحقل

فى التجارب التى أجريت سنة ١٩٩٥ من قبل Falk *et al* تبين أنه فى جميع التجارب خفضت عدد الأوراق المصابة بالمرض فى كل فرع (جدول ٣١). تكون شدة الإصابة على الأوراق التى عليها فطر البياض الدقيقى قد انخفضت تحت مستوى الكنترول باستعمال فتيلة واحدة على الفروع ذات طول ١٥سم عند وضعها فى قاعدة الفرع، ولكن أفضل نتائج يمكن الحصول عليها عند وضع الفتيلة فى فترة أولى مراحل نمو الفرع ذى الطول ١٥سم، وتوضع فتيلة أخرى عند ابتداء مرحلة التزهير. كذلك فإن إصابة الثمار تنخفض عند وضع الفتيلة

على الفرع طول ١٥سم. يجب ألا يتأخر وضع أول فتيلة حتى بداية التزهير، لأن ذلك يؤدى إلى تقليل كفاءة الفطر المضاد فى المقاومة الحيوية.

أما عن انتشار وحيوية الجراثيم الكونيدية المنطلقة من الفتيلة القطنية، فقد أمكن اكتشاف وجود جراثيم كونيدية للفطر *A. quisqualis* خلال فترة سقوط الأمطار بعد ثلاثة شهور من وضع هذه الفتائل فى الحقل واستمر تواجدها لغاية آخر موسم الشتاء. يبدأ انطلاق الجراثيم الكونيدية من الفتائل بعد وصل الفتائل بيومين. تكون حيوية الجراثيم الكونيدية المنطلقة من الفتائل كاملة ولا تنخفض بتقاوم زمن الانطلاق. يمكن أن تبقى الجراثيم حيوية فى الفتيلة لمد ١-٢ شهر.

جدول رقم (٣١) : تثبيط مرض البياض الدقيقى فى العنب باستعمال العزلة G-273 من الفطر *A. quisqualis* النامية على مزرعة فتائل من القطن والمعلقة مع عروش العنب

المعاملـــة	عدد الأوراق المصابة فى كل فرع	٪ سطح الورقة المصابة بالمرض	٪ سطح عنقود العنب المصاب بالمرض
كنترول	١٠,٢	١٩,١	٣٨,٢
أفرع طول ١٥سم	٧,٥	١٤,٤	١٢,٤
أفرع طول ١٥سم + تزهير	٥,٢	٦,٦	١٥,٧
أزهار	٤,٤	١٢,٧	٣٤,٩

ملاحظات على الجدول:

سلالة G-273 من الفطر A. quisqualis كانت تنمى على فتائل القطن المنقوعة فى بيئة نصف صلبة من MEA، والتى بعد ذلك تجفف ثم تعلق على أفرع العنب، عندما تكون النموات الحديثة بطول ١٥سم. ومرة ثانية توضع هذه الفتائل عند التزهير، أو أن توضع هذه الفتائل عند فترة التزهير فقط.

كانت تقدر نسبة الإصابة فى الأوراق فى أول شهر يوليو.

كانت تقدر نسبة الإصابة على العنقود فى أواخر شهر أغسطس، وتحدد الإصابة على عشرة ثمرات من كل عنقود.

٢- الفطـــر *Tilletiopsis* spp.

هناك عديد من الأنواع تتبع هذا الجنس، قد ذكر بأن لديها صفات التضاد ضد أمراض البياض الدقيقى على عديد من النباتات. كان كل من Hock & Providenti سنة ١٩٧٩ أول من ذكـرا بأن هناك حـالة تضـاد بين *Tilletiopsis* sp والبياض الدقيقى على الخيار المتسبب عن *S. fuliginea* ثم بعد ذلك وفى سنة ١٩٨٤ أكد كل من Buchenauer & Hij-wegen أن أنواع *Tilletiopsis* تتواجد دائماً على النباتات المصابة بأمراض البياض الدقيقى ولها علاقة مع جميع أفراد العائلة Erysiphaceae.

أجريت تجـارب معمليـة كثيرة على هذا الفطر، وكـانت نتائجهـا ممتازة فى مقـاومـة أمراض البيـاض الدقيقى، إلا أن مـا يؤخذ على هذا الفطر هو انخفاض كفاءته بشدة تحت الظروف ذات الرطوبة المنخـفـضـة. فى السنوات الأخـيـرة فـإن Urquhart *et al* سنـة ١٩٩٤استطاع أن يعزل عديداً من سلالات *Tilletiopsis* spp. من أوراق النباتات المصابة بالبياض الدقيقى، ولقد أثبت هؤلاء العلماء أن هناك نوعين، هما:

1- Tilletiopsis washingtonensis Nyland, *2- T. pallescens Gokhale* عند استعمالها بمعدل ١ x ١٠^٨ جرثومة كونيدية/مل يمكن أن يخفضا بشكل معنوى حدوث مرض البياض الدقيـقى فى الخيار تحت ظروف الصوبا الزجاجية. كـذلك فإن Knudsen & Skou سنة ١٩٩٣ ذكرا بأن هناك مقاومة جيدة لبعض أمراض البياض الدقيقى باستعمال *T. albes-cens*، ولكن يجب توفر الرطوبة بنسبة عالية للحصول على كفاءة عالية فى مقاومة المرض.

يعتبر *Tilletiopsis pallescens* خميرة شبيهة بالفطر، تتواجد طبيعياً على أوراق بعض النباتات المصابة بالبياض الدقيقى، وقد تبين أن هذه الخـميرة ذات كفاءة عالية جداً فى مقاومة البياض الدقيقى على نباتات الخيار تحت الظروف التجارية فى الصوبات الزجاجية. إن هذه الخميرة (تطلق جراثيمها باندفاع) تخفض نمو الهيفات وتخفض تجرثم الفطر *S. fu-liginea*.

وجد أن النباتات التى تعامل بمعلق جراثيم *T. pallescens* لها تأثير معنوى فى خفض تكشف البياض الدقيقى على النباتات المعاملة عند مقارنتها بالكنترول. فى إحدى التجارب (التى بدأت فى ٢٧ يونيو إلى ١١ يوليو) وجد أن كثافة الجراثيم الكونيدية للفطر الممرض قد

إنخفضت بحوالى ٥٧٪، من ٢٩,٧ x ١٠^{٣} إلى ٠,٨ x ١٠^{٣} خلية/سم^{٢} من أسطح أوراق النباتات التى عوملت ثلاث مرات بمعلق جراثيم الفطر المضاد، عند ما أخذت العينات بعد أسبوعين من الرش الأول، كان الخفض ٥٧,٣٪ فى نباتات الكنترول. خلال هذه التجربة كانت الحرار ٢٤,٥°م والرطوبة النسبية ٦٠٪. أما فى تجربة أخرى (من ١٢ سبتمبر إلى ٢٦ سبتمبر) كانت الكثافة الأولية للجراثيم الكونيدية للفطر الممرض قد إنخفضت حوالى ٩٩٪ (من ١٨,٨ x ١٠^{٣} إلى ٠,٢٤ x ١٠^{٣} خلية/سم٢ من سطح الورقة) على النباتات المعاملة ثلاثة مرات بمعلق جراثيم الفطر المضاد، عندما أخذت العينات بعد أسبوعين من الرشة الأولى.

لقد اختبر فطر *T. pallescens* كعامل مقاومة حيوية ضد مرض البياض الدقيقى فى الورد المتسبب عن الفطر *Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*. أجريت التجربة على نوع الورد المبقع *Rosa* sp. على شتلات ذات عمر سنة واحدة تحت الظروف التجارية فى الصوبا الزجاجية خلال فصل الصيف عندما يكون مرض البياض الدقيقى على أشده. خضعت النباتات المصابة بالمرض لواحدة من المعاملات الآتية: يستعمل فيها معلق جراثيم *T. pallescens* رشاً ثلاثة مرات بين الرشة والأخرى ٣-٤ أيام. استعمل الماء المعقم ثلاث مرات فى الكنترول.

الثانية : كان يستعمل معلق جراثيم الفطر مرة واحدة.

الثالثة : كان يستعمل راشح المزرعة دون جراثيم.

بعد أسبوعين من المعاملة يبدأ تكشف المرض، ثم تقدر كفاءة الفطر المضاد، عن طريق كثافة الجراثيم الكونيدية على عينات من الوريقات. كانت النتائج كالآتى:

تنخفض جراثيم (ينخفض التجرثم) البياض الدقيقى على النباتات المعاملة ثلاثة مرات بمعلق جراثيم الفطر المضاد من ٤٧٪ فى الكنترول إلى ٩٧٪ فى المعاملة. لايوجد هناك فرق معنوى فى كثافة الجراثيم الكونيدية بين النباتات المعاملة مرة واحدة بمعلق جراثيم الفطر المضاد والنباتات المعاملة مرة واحدة من راشح مزرعة الفطر. كان الخفض من ٧٨-٩٤٪ فى عدد الجراثيم الكونيدية.

فى هذه الدراسة تبين أن المعلق الجرثومى للفطر *T. pallescens* أو راشح المزرعة كلاهما يقوم بمقاومة حيوية ممتازة ضد فطر البياض الدقيقى فى الورد ولديه كفاءة فى المقاومة الحيوية للبياض الدقيقى تجارياً فى الصوبات الزجاجية.

إن كفاءة المقاومة الحيوية لهذا الفطر، يمكن أن تكون بسبب الإنزيمات أو مواد ناتجة من الميتابولزم أو عن فعل الاتحاد بين العاملين. إن نتائج استعمال راشح المزرعة يدل على وجود نشاط لإنزيم B-1,3 glucanase فى راشح المزرعة، وهذا يؤدى إلى القول بأن هذا الإنزيم له دور فى مقاومة البياض الدقيقى. أما عن دور المضادات الحيوية فى هذه المقاومة، فقد ذكر أنها تأتى فى المرحلة الثانية لتأثير *S. flocculosa* ودوره فى مقاومة أمراض البياض الدقيقى. كذلك فإن تأثير راشح المزرعة لوحده (دون وجود جراثيم) على نسبة تجرثم فطر البياض الدقيقى، يؤدى إلى القول بأن هناك مركبات تفرز فى هذا الراشح تكون مضادة للفطر الممرض. ولقد عزل Choudhury *et al* سنة ١٩٩٤ مادتين فعالتين ضد الفطريات وضد البكتيريا من راشح مزرعة الفطر *S. rugulosa* و *S. flocculosa*.

لاتظهر على النباتات أية أضرار عند استعمال معلق الجراثيم أو راشح مزرعة جراثيم الفطر المضاد المستعمل فى المقاومة الحيوية. يوصى دائماً باستعمال معلق الجراثيم ثلاثة مرات وذلك لوقاية النباتات طيلة موسم النمو من الإصابة بفطريات البياض الدقيقى، لأن الرشة الواحدة تقى النبات فترة قصيرة ويعود المرض للظهور.

٣- *Sporothrix* sp.

من أهم الأنواع التابعة لهذا الجنس هى:

1- *Sporothrix flocculosa* Traquair Show & Jarris

2- *Sporothrix rugulosa*

وهما من الخمائر التى تشبه الفطريات السطحية وقد أمكن عزلهما وتعريفهما سنة ١٩٨٨، وقد ثبت بأن لديهما قدرة كبيرة وفعالة ضد أمراض البياض الدقيقى خاصة فى الخيار. عند إختبار هذين الفطرين على أمراض البياض الدقيقى الأخرى، تبين أن لهما الكفاءة نفسها والتضاد نفسه ضد كثير من أمراض البياض الدقيقى خاصة على الورد، القمح،

البيجونيا. ولقد ذكر Hajlaaui & Belanger سنة ١٩٩٣ أن النوع *S. flocculosa* أقل فى متطلباته من الرطوبة من النوع *S. rugulosa* أو نوع الجنس *T. washingtoensis*. هذه النتيجة أدت إلى استعمال *S. flocculosa* بشكل واسع ضد أمراض البياض الدقيقى على معظم محاصيل الصوبات الزجاجية، حيث استعمل (هذا الفطر) تجارياً وأعطى نتائج جيدة على الورد، حيث أعطى نتائج تشابه بل وأفضل من نتائج استعمال المبيد الفطرى Dodemorph acetate (Meltatox) والكبريت الميكرونى المسمى Micro-Niasul. بالإضافة لذلك فإن بعض التجارب أثبتت أن هذا الفطر يحسن من نوعية ازهار الورد، وذلك نتيجة تجنب الآثار الجانبية الضارة والسامة للنبات من قبل المبيدات الفطرية.

إن هذا الجنس فى طريقه للتسجيل عالمياً والتصريح باستعماله تجارياً، والذى يبذل الجهد فى ذلك هم العلماء الكنديون كما ذكرنا سابقاً ، فإن هذه الخميرة الشبيهة بالفطر مضادة لكثير من أفراد فطريات البياض الدقيقى وخاصة البياض الدقيقى فى الورد المتسبب عن الفطر *Sphaerotheca pannosa* Var. *rosae* والبياض الدقيقى فى النجيليات المتسبب عن الفطر *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* والبياض الدقيقى فى الخيار المتسبب عن *Sphaerothe-ca fuliginea*.

تعتمد كفاءة هذا الفطر فى المقاومة الحيوية على الرطوبة النسبية السائدة فى الصوبا الزجاجية أو فى الحقل أثناء الاستعمال، وبالتالى فإن الصوبا الزجاجية التى يتوفر فيها رطوبة متحكم بها، تكون فيها فعالية الفطر المضاد عالية ومفيدة على مستوى تجارى. ولقد تبين فى إحدى التجارب على البياض الدقيقى فى الورد فى الصوبا الزجاجية أن كفاءة *S. flocculo-sa* فى المقاومة الحيوية لهذا المرض تتفوق على كفاءة بعض المبيدات الفطرية الكيماوية. وعلى أية حال فمن المهم أن نذكر أنه فى حالة الظروف البيئية التى تكون فيها الرطوبة النسبية أقل من ٦٠ ٪، فإن حدوث البياض الدقيقى يزداد بسرعة وذلك لقلة كفاءة الكائن المضاد الذى يحتاج رطوبة نسبية عالية جداً.

إن معاملة المعلق الجرثومى للفطر بـ ١ ٪ بارافين تكون فعالة فى تخفيض حدوث مرض البياض الدقيقى. هذا التكنيك قد ذكر بواسطة Philipp *et al* سنة ١٩٩٠ وذلك ليخفف من متطلبات الرطوبة العالية خاصة فى مقاومة البياض الدقيقى فى الخيار فى الحقل، وتظهر هذه المعاملة بكفاءة ١٠٠ ٪ مع الفطر *A. quisqualis*، كذلك فإن هؤلاء الباحثين لم يجدوا

أية آثار جانبية أو سامة لاستعمال البارافين، فى حين أن Jarvis سنة ١٩٩٢ ذكر أن هناك بعض أعراض التسمم تظهر فى نباتات الخيار فى الصوبا الزجاجية، وأن Pelanger سنة ١٩٩٤ لاحظ تسمماً بسيطاً على نباتات الورد المعاملة بالبرافين. هناك بعض الباحثين ذكروا استعمال بعض الزيوت وبعض المواد المخفضة لعملية النتح يمكن استعمالها لتخفيض حدوث أمراض البياض الدقيقى بالمقاومة الحيوية.

لقد استطاع Belanger & Benyagoub سنة ١٩٩٥ اكتشاف سلالات جديدة من الفطر المضاد *S. flocculosa* مقاومة للمبيدات الفطرية التى تستعمل على نباتات الورد لمقاومة البياض الدقيقى وخاصة المبيد الفطرى الجهازى Meltatox (Dodemorph - acetate). إن هذه السلالة قادرة على النمو وتكوين مستعمرات على بيئة صلبة معاملة بمقدار ٣٠٠ ميكوغرام/مل من المبيد الفطرى، هذا التركيز يزيد عن الجرعة الموصى بها بحوالى ٥٠٪، وهذه الكمية تثبط نمو السلالة الأصلية تثبيطاً تاماً. هذه الميزة فى المقاومة قد حصل عليها بعد اجراءات معملية عديدة. عند إختبار هذه السلالة لمقدرتها على المقاومة الحيوية، فوجد أنها قادرة على أن تستعمر ميسيليوم الفطر *S. fuliginea* مسبب البياض الدقيقى على الخيار بكفاءة تشبه كفاءة السلالة الأصلية الأم، بالإضافة إلى أن السلالة الجديدة لم تكن مقيدة فى مقدرتها على مقاومة البياض الدقيقى عندما تستعمل ممزوجة مع المبيد الفطر Meltatox، بينما السلالة الأصلية لاتكون قادرة على التطفل أو استعمار الكائن الممرض مع وجود المبيد الفطرى السابق. هذه السلالة الجديدة سوف يكون لها تطبيقات عملية واسعة فى المقاومة الحيوية لأمراض البياض الدقيقى فى المستقبل، يطلق على هذه السلالة اسم SF-RM.