إن التطعيم قد يشكل بديلاً مقبولاً لمعاملة التربة ببروميد الميثايل؛ وقد وُجد – على سبيل المثال – أن تطعيم الكنتالوب (هجين Cruiser) على أصول من الهجين النوعى *Cucurbita moschata* × *Cucurbita maxima* (الأصلان: RS841 إنتاج شركة بذور Séminis، و Shintosa Camelforce إنتاج شركة بذور Nunhems) يمكن أن يكون بديلاً لتعقيم التربة ببروميد الميثايل. ومع استعمال نباتات مطعومة فى الزراعة فإن كثافة الزراعة قد يمكن خفضها بنسبة ٦٠٪ مع الحصول على محصول أعلى من محصول النباتات غير المطعومة فى تربة معقمة ببروميد الميثايل. هذا.. ولم تتأثر صلابة الثمار أو محتواها من المواد الصلبة الذائبة بالتطعيم (Ricárdez-Salinas وآخرون ٢٠١٠).

الذبول الفيوزارى

المكافحة بالتطعيم

البطيخ

بدأ تطعيم القرعيات فى عشرينيات القرن الماضى، وذلك بتطعيم البطيخ على أصول من القرع العسلى *Cucurbita maschata* لأجل حمايته من الإصابة بالذبول، وأعقب ذلك – خلال حقبة الثمانينيات – استخدام الصنف Renshi من اليقطين *Lagenaria siceraria* كأصل للبطيخ، وهو المقاوم لفطر الذبول الفيوزارى *Fusarium oxysporum* f. sp. *lagenariae*. ومنذ ذلك الحين استعملت عديد من أصناف وسلالات اليقطين كأصول للبطيخ فى اليابان (Sakata وآخرون ٢٠٠٧، و Davis وآخرون ٢٠٠٨).

لقد أدى تطعيم البطيخ على اليقطين إلى مكافحة الذبول الفيوزارى وزيادة المحصول بنسبة ١٥٠٪، مقارنة بالمحصول فى معاملة الكنترول غير المطعومة (Islam وآخرون ٢٠١٣).

تتوفر المقاومة للسلالتين 0، و 1 من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *niveum* فى البطيخ، إلا أن جميع الأصناف قابلة للإصابة بالسلالة 2. يُعد هذا الفطر شديد التخصص على البطيخ؛ بما يسمح باستخدام الأنواع الأخرى القريبة كأصول مقاومة.

ولذا.. يكثر اللجوء إلى التطعيم مع الأنواع الأخرى من نفس جنس البطيخ interspecific grafting والأنواع من أجناس أخرى intergeneric grafting كأصول للبطيخ. وأكثر الأصول استخدامًا هو اليقطين bottle gourd؛ حيث يُستخدم على نطاق واسع فى اليابان، بينما يفضل استخدام الهجين النوعى Shintoza فى إسبانيا نظرًا لأنه يوفر مقاومة ضد جميع سلالات الفطر، ويحقق ثباتًا وزيادة فى المحصول نظرًا لحمايته للنباتات من الموت، مع زيادته لحجم الثمار.

وقد طور الفطر *Fusarium oxysporum* سلالة فسيولوجية جديدة قادرة على إصابة اليقطين، هى السلالة: *F. oxysporum* f. sp. *lagenariae*؛ مما استدعى البحث عن مصادر لمقاومة هذه السلالة الفسيولوجية فى هذا النوع المفضل كأصل للبطيخ؛ نظرًا لأنه يؤدى إلى زيادة محصول الثمار ويحافظ على جودتها؛ وبالفعل أمكن اكتشاف سلالات من اليقطين مقاومة للسلالة الفسيولوجية الجديدة من الفطر (Louws وآخرون ٢٠١٠).

وأفاد التطعيم على أى من هجن الـ *Cucurbita* النوعية: Shintosa Camel، أو Strong Tosa، أو أى من أصناف اليقطين Emphasis، أو Macis، أو WMXP فى مكافحة السلالتين 1، و 2 من الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* المسبب لمرض الذبول الفيوزارى فى البطيخ بدرجة أفضل من التطعيم على سلالة السترون Ojakkyo. وعلى الرغم من أن سلالات *F. oxysporum* غير المرضة، وكذلك السلالتين 1، و 2 من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *niveum* استعمرت نباتات الهجن النوعية للجنس *Cucurbita*، ونباتات اليقطين، ونباتات البطيخ المطعومة عليها، إلاّ أن الأصول الجذرية حدَّت من حركة الفطر نحو طُعم البطيخ، كما حدَّت من ظهور أعراض الذبول، وأدت إلى زيادة محصول الثمار فى الحقول الملوثة بالفطر (Keinath & Hassell ٢٠١٤).

كذلك أفاد تطعيم صنف البطيخ اللابذرى Fascination المقاوم للسلالة 1 من فطر الذبول الفيوزارى *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* على كل من صنفين من

اليقطين (*Lagenaria siceraria*)، هما: Macis، و Emphasis، وصنفين من هجن الكوسة النوعية (*Cucurbita maxima* ×*C. moschata*)، هما: Strong Tosa ، و Carnivor.. أفاد ذلك فى مقاومة فطر الذبول الفيوزارى بسلالتيه 1، و 2، حيث بلغت أقل من ٦٪، مقارنة بإصابة بلغت أكثر من ٥٢٪ فى النباتات غير المطعومة. وإلى جانب مكافحة الذبول، فإن التطعيم على هجينًا الكوسة النوعيين أدى إلى زيادة محصول الثمار من الحجم المناسب الصالح للتسويق (Keinath & Hassell ٢٠١٤).

الكنتالوب

لقد وُجدت المقاومة للسلالة 1,2 من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *melonis* – مسبب مرض الذبول الفيوزارى فى الكنتالوب – فى كل من الأصلين التجاريين P 360 و PGM 96-05، وفى الأنواع: *Benincasa hispida*، و *Cucumis metuliferus*، و *Cucumis ficifoliua*، و *Cucurbita maxima*، و *Cucurbita moschata*، و *Lagenaria siceraria*. وبينما لم يؤثر الأصلان P 360، و PGM 96-05 على محصول وجودة ثمار الصنفين Supermarket، و Proteo اللذان استُخدما كطعوم، فإن الأصل *B. hispida* أثر سلبيًّا على كل من المحصول وجودة الثمار، والأصل *C. zeyheri* أثر سلبيًّا على جودة الثمار، والأصل *C. metuliferus* أثر سلبيًّا على المحصول (Nisini وآخرون ٢٠٠٢).

إن الفطر *F. oxysporum* f. sp. *melonis* – الذى يتخصص على الكنتالوب – تُعرف منه أربع سلالات، هى: 0، و1، و 2، و 1.2 ، والأخيرة تعرف منها تباينات variants تتسبب فى حدوث اصفرار (1.2y) أو ذبول (1.2w)، حيث يرمز الحرف y للاصفرار yellows، والحرف w للذبول wilt. وتتوفر المقاومة فى هجن تجارية من الكنتالوب تحمل الجينيين السائدين Fom-1، و Fom-2 اللذان يتحكمان فى المقاومة للسلالات (0، و 2)، و (0، و1)، على التوالى، إلاّ أن المقاومة لسلالة الفطر 1.2 لم تعرف فى الكنتالوب بعد. وبسبب انتشار هذه السلالة الأخيرة كثر اللجوء إلى مقاومتها بالتطعيم على أصول مقاومة، والتى من أهمها *Cucurbita moschata*، والهجين

النوعى *C. maxima* × *C. moschata* اللذان يتميزان بمقاومتهما العالية لكل سلالات الفطر، وتوافقهما مع الكنتالوب فى التطعيم، وتأثيرهما الإيجابى على المحصول، حسب التركيب الوراثى لكل من الطعم والهجين النوعى المستخدم كأصل. ونظرًا لأن بعض التراكيب التطعيمية يحدث معها نقص فى المحصول؛ لذا.. يفضل اللجوء إلى التطعيمات داخل النوع intraspecific grafts؛ ومن ثم طُوِّرت أصول من *C. melo* تحمل مستويات متوسطة من المقاومة ومقاومة شبه تامة للسلالتين y 1.2، و 1.2w.

كذلك شاع استعمال *Benincasa cerifera* (سابقًا: *B. hispida*) كأصل للكنتالوب فى أوروبا، إلا أن الاتجاه تحول نحو الهجن النوعية مؤخرًا. ولقد وجدت عدة هجن نوعية (منها: P360، و PGM، و 05-96، و RS841) للهجين *C. maxima* × *C. moschata* حققت عند استخدامها كأصول مع الكنتالوب مقاومة للسلالة 1.2 من الفطر دون إحداثها لتأثيرات سلبية على جودة الثمار. وأخيرًا.. فإن *Cucumis zeyheri* يحمل — هو الآخر — مقاومة لسلالة الفطر 1.2 (Louws وآخرون ٢٠١٠).

ولقد أدى تطعيم الكنتالوب الشرقى *Cucumis melo* var. *makuwa Makino* على أصول من الجنس *Cucurbita* (أصلان، هما: SYTZ، و NZ1) إلى حمايته من الإصابة بالذبول الفيوزارى وتحسين المحصول كمًّا ونوعًا (Zhou وآخرون ٢٠١٤).

الخيار

تتوفر بعض المرونة فى اختيار الأصول المقاومة للأمراض فى الخيار نظرًا لأن ثماره تُحصد فى مرحلة مبكرة من نموها، ولا يعد محتواها من السكر وبعض صفات الجودة الأخرى بنفس الأهمية التى هى فى محاصيل أخرى مثل البطيخ والكنتالوب. ويعد الـ figleaf gourd (جورد ورقة التين) — وهو *Cucurbita ficifolia* — أحد أهم أصول الخيار نظرًا لمقاومته العالية جدًّا للذبول الفيوزارى. ويفضل استعمال سلالات الأصل المتحملة للحرارة المنخفضة أو المرتفعة، إضافة إلى المقاومة للفيوزاريم؛ ولذا يستخدم *C. ficifolia*

كأصل فى الجو البارد، بينما يُفضل استخدام الهجين النوعى Shintosa المقاوم للفيوزاريم والمتحمل للحرارة العالية فى الجو الحار. ويُفيد التطعيم على النوع *C. moschata* فى مقاومة كل من الذبول الفيوزارى ولفحة فيتوفثورا التى يسببها الفطر *Phytophthora melonis*، والتى يتحملها هذا الأصل. ومن ناحية أخرى.. فإن النوع *Sicyos angulatus* (وهو الـ burr cucumber يقاوم كلا من الذبول الفيوزارى ونيماتودا تعقد الجذور. وتُفيد الأنواع *Cucurbita ficifolia*، و *C. moschata*، و *C. maxima* × *C. moschata* — كذلك — فى مقاومة الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* إلى جانب مقاومتها للذبول الفيوزارى (Louws وآخرون ٢٠١٠).

المكافحة ببكتيريا المحيط الجذرى

أحدثت المعاملة بالسلالة PCL1391 من البكتيريا *Pseudomonas chlororaphis* خفضًا جوهريًّا فى إصابة البطيخ بالفطر *F. oxysporum* f. sp. *niveum* المسبب للذبول الفيوزارى، بينما كانت السلالة WCS365 من البكتريا *P. fluorescens* أقل فاعلية فى مكافحة المرض، وكان لخليط من السلالتين تأثيرًا وسطًا (Tziros وآخرون ٢٠٠٧).

كما وجد أن السلالة B068150 من البكتيريا *Bacillus* spp. توفر مقاومة جيدة تصل إلى ٥٠٪ للفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* مسبب مرض الذبول الفيوزارى فى الخيار (Li وآخرون ٢٠١٢).

المكافحة بالفطريات الداخلية التطفل

أدت معاملة الكنتالوب بفطرين متطفلين داخليًّا على الجذور (endophytes) تابعين للجنس *Cadophora* sp. إلى إضعاف تقدم فطر الذبول الفيوزارى فى خلايا الجذر، علمًا بأن هيفات الـ endophytes نمت على سطح جذور الكنتالوب واستعمرت خلايا قشرة الجذر. ولم يكن تثبيط الـ endophytes للذبول الفيوزارى فعَّالاً إلاّ عندما عُوملت الشتلات — كذلك بالفالين valine، وكان خفض الإصابة — حينئذٍ — بنسبة ٤٣٪– ٦٢٪ (Khastini وآخرون ٢٠١٤).

المكافحة بالترايكودرما

أمكن مكافحة عفن قاعدة الساق الذى يسببه الفطر *Pythium ultimum* والذبول الفيوزارى الذى يسببه الفطر *F. oxysporum cucumerinum* فى الخيار – جزئيًّا – بالمعاملة بأى من *Bacillus subtilis*، أو *Trichoderma harzianum*، كما أفاد *T. viride* فى مكافحة الذبول الفيوزارى (Hamed ١٩٩٩).

وتوفر المعاملة المشتركة بكل من الميكوريزا *Glomus intraradices*، و *Trichoderma harzianum* لنباتات الكنتالوب تعايشًا تعاونيًّا أفضل للميكوريزا، ومكافحة أفضل لمرض الذبول الفيوزارى. وقد تحققت تلك التأثيرات – كذلك – وإن كانت بدرجة أقل – عندما تمت المعاملة بفطريات ميكوريزا أخرى (هى: *G. mosseae*، و *G. claroideum*، و *G. constrictum*) مع *T. harzianum* (Martinez-Medina وآخرون ٢٠٠٩).

ولقد أدت معاملة مشاتل الخيار والتربة التى يُشتل فيها بسماد عضوى يحتوى على السلالة SQR-T037 من *Trichoderma harzianum* إلى تنويع العشائر الميكروبية فى التربة بطريقة كانت فعالة فى الحد من إصابة النباتات بالذبول الفيوزارى (Chen وآخرون ٢٠١٢).

المكافحة بمستخلصات الكمبوست

أظهرت مستخلصات الكمبوست من سبلة الخيل والماشية درجات من الحماية ضد الإصابة بالفطر *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* – مسبب مرض الذبول الفيوزارى فى الخيار – تراوحت بين ١٨,٦٪ – ٧٢,١٪ فى حالة سبلة الخيل، و٣٨,٥٪ – ٧٢,٨٪ فى حالة سبلة الماشية. وتبين أن آلية الحماية من الإصابة كانت من خلال تثبيط المستخلصات لإنبات الجراثيم الكونيدية، وكذلك إلى تأثير الكائنات الموجودة بالمستخلصات المضادة لفطر الذبول الفيوزارى (Ma وآخرون ١٩٩٩).

المكافحة بالسماد الأخضر

أدت حراثة غطاء نباتى من *Trifolium incamatum* – الذى زرع كسماد أخضر – فى التربة قبل زراعة البطيخ اللابذرى إلى خفض إصابة النباتات بالفطر *F. oxysporum* f. sp. *niveum* مسبب مرض الذبول الفيوزارى (Himmeistein وآخرون ٢٠١٤).

الذبول المفاجئ

على الرغم من إصابة الفطر *Monosproascus cannonballus* – مسبب مرض الذبول المفاجئ – لجميع القرعيات، فإن المرض يُعد شديد الخطورة فى الكنتالوب، وبدرجة أقل فى البطيخ.

ينتشر مرض الذبول المفاجئ أو التدهور Monosporascus root rot and vine decline – الذى يسببه الفطر *M. cannonballus* فى زراعات الكنتالوب والبطيخ فى المناطق شبه الجافة الحارة، وتزداد خطورته فى الأراضى الملحية والقلوية. يُنتج الفطر وفرة من الأجسام الثمرية perithecia فى نسيج القشرة بالجذور ؛ فتبدو تحت العدسة المكبرة كالفلفل الأسود المنثور (مظهر الـ pepper spot). تُنتج الأجسام الثمرية الأكياس الأسكية ascai التى يحتوى كل منها على جرثومة أسكية واحدة سوداء وذات جدار سميك، يمكنها البقاء فى التربة لفترة طويلة.

لا توفر الدورة الزراعية وتشميس وتبخير التربة سوى فائدة محدودة فى مقاومة المرض، نظرًا لقدرة الفطر على البقاء فى التربة لفترات طويلة، ولتحمله للحرارة، ولقدرته على سرعة استعمار التربة المعقمة.

يُسبب الفطر ذبولاً فجائيًّا مع اقتراب الثمار من النضج، ولا تتوفر مقاومة يُعتد بها فى أى من أصناف الكنتالوب أو البطيخ؛ ولذا كان الاتجاه نحو مقاومة المرض بالتطعيم (Louws وآخرون ٢٠١٠).

المكافحة بالتطعيم

وجد أن الصنف Brava من *Cucurbita maxima* يُفيد – كأصل لتطعيم الكنتالوب عليه – فى مكافحة حالات الذبول المفاجئ التى يسببها الفطر *M. cannonballus* بنسبة ٧٥٪–١٠٠٪ (Edelstein وآخرون ١٩٩٩).

ولقد تأكدت مقاومة مرض الذبول المفاجئ الذى يسببه الفطر *M. cannonballus* فى البطيخ والكنتالوب بالتطعيم على أصول من *Cucurbita* spp.، وهى التى تقاوم الإصابة بالفطر (Beltrán ٢٠٠٨).

وبالمقارنة.. أُصيبت نباتات الكنتالوب من صنف إيديال بالذبول المفاجئ بنسبة ١٠٠٪ عندما لم تُطعم، وكذلك عندما طعمت على أى من الأصلين: *Cucurbita ficifolia* أو *Lagenaria siceraria* (الـ bottle gourd)؛ هذا بينما لم يظهر أى ذبول عندما استخدم أى من الأصلين الكوريين New Couple 124 أو Caurgo 109+130، واللذان كان محصول الكنتالوب عليهما جيدًا وصفات الثمار جيدة وطبيعية (النوبارية – نوفمبر ٢٠٠٠).

كذلك تُعد السلالة البرية Pat 81 من *Cucumis melo* ssp. *agrestis* مقاومة للفطر *Monosporascus cannonballus*، مسبب مرض الذبول المفاجئ للكنتالوب. وقد قورن استخدام هذه السلالة كأصل لتطعيم الكنتالوب عليه مع استخدام الأصل الشائع RS 841، وهو هجين نوعى: *Cucurbita maxima* × *C. moschata*، ووجد أنه أثناء الإصابة بالمرض يتأقلم المجموع الجذرى للسلالة Pat 81 لاحتياجات النموات الهوائية لصنف الكنتالوب Piel de Sapo، ويظهر مستوى عالٍ من المقاومة للفطر مماثلاً لمستوى مقاومة RS 841، ويوفر للنبات قدرًا أكبر من الجذور السليمة مع نسبة أعلى من الكتلة البيولوجية للجذور إلى كتلة النموات الخضرية، مقارنة بالـ Piel de Sapo غير المطعوم. وفى التربة غير الملوثة بالفطر المرض كان الأصل Pat 81 أقل تأثيرًا على صفات جودة الثمار عن تأثير RS 841؛ مما ترتب عليه انخفاض فى نسبة الثمار غير الصالحة للتسويق عما فى حالة استعمال RS 841 كأصل. وبذا.. فإن استخدام Pat 81 كأصل يجمع بين ميزتى مقاومة الذبول المفاجئ وضعف التأثير السلبى للأصل على صفات جودة الثمار (Fita وآخرون ٢٠٠٧).

ولقد أظهرت الهجن النوعية *C. maxima* × *C. moschata* مقاومة جيدة للفطر. ومن أمثلة الهجن التى استخدمت كأصول للكنتالوب: TZ 148 الذى أكسب النباتات بعض

المقاومة، و Brava الذى قلل الذبول المفاجئ بنسبة ٦٣٪ – ١٠٠٪، كما استخدم Shintoza الذى أفاد كأصل للبطيخ، وقلل الإصابة بالفطر، وجنَّب النباتات ظهور أعراض الذبول عليها.

كذلك شاع استخدام أصول من الجنس *Cucurbita* للبطيخ فى المناطق التى ينتشر فيها فطر الذبول المفاجئ فى إسبانيا.

وأظهرت السلالة Pat 81 من *Cucumis melo* ssp. *agrestis* مقاومة عالية للفطر، وأكسب نباتات الكنتالوب التى طعمت عليها مقاومة عالية للمرض، كانت مماثلة لتلك التى وفرها الهجين النوعى RS 481 (Louws وآخرون ٢٠١٠).

المكافحة ببكتيريا المحيط الجذرى

أمكن عزل سلالتان من البكتيريا المحفزة للنمو النباتى من تربة معقمة بالتشميس، كانتا فعالتين فى مكافحة الفطر *Monosporascus cannonballus* مسبب مرض الذبول المفاجئ فى الكنتالوب، والسلالتان هما: BsCR من *Bacillus subtilis/amyloliquefacines*، و PpF4 من *Psudomonas putida*. وقد وجد فى البيئة الصناعية أن PpF4 ثبطت بقوة تطور تكوين الأجسام الثمرية للفطر (الـ perithecia). وفى ظروف البيوت المحمية أحدثت BsCR – منفردة، ومع PpF4 – خفضًا ثابتًا فى أعراض المرض. وتسببت BsCR – منفردة أو مع PpF4 – فى زيادة جوهرية – كذلك – فى الكتلة البيولوجية للنمو الجذرى فى كل من النباتات المحقونة بالفطر الممرض وغير المحقونة. ويبدو أن BsCR تُسهم – كذلك – فى الحد من شدة الإصابة من خلال تحفيزها للدفاع النباتى (Antonelli وآخرون ٢٠١٣).

المكافحة بسلالات ضعيفة التطفل من الفطر

أمكن مكافحة مرض الذبول الفجائى فى الكنتالوب – بيولوجيا – باستخدام عزلات ضعيفة التطفل من الفطر *Monosporascus cannonballus* (Batten وآخرون ٢٠٠٠).

المكافحة بتشميس التربة

أمكن بتشميس التربة solarization مع استعمال جرعة مخفضة (٣٠مل/م^{٢}) من الميتام صوديوم metam-sodium مكافحة الفطر *Monosprascus cannonballus* مسبب مرض الذبول الفجائى فى الكنتالوب (وكذلك الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* مسبب مرض عفن التاج الفيوزارى فى الطماطم)، علمًا بأن التشميس وحده أو استعمال المبيد وحدة لا يفيد كثيرًا فى مكافحة أى من الفطرين (Gamliel وآخرون ٢٠٠٠).

المكافحة بمستحثات المقاومة

أحدثت معاملة بذور الكنتالوب بالمثيل جاسمونيت methyl jasmonate (اختصارًا: MeJA) خفضًا جوهريًّا فى أعراض الإصابة بالذبول المفاجئ الذى يسببه الفطر *Monosporascus cannonballus* فى تربة تمت عدواها بالفطر، وكانت معاملة البذور بأى من الـ acybenzolar-S-methyl (اختصارًا: BTH)، أو dipotassium hydrogen phosphate (اختصارًا: K_2HPO_4) مؤثرة كذلك ولكن بدرجة قليلة حيث كانت النباتات المعاملة أكثر قليلاً فى مقاومة الفطر الممرض عن نباتات الكنترول؛ علمًا بأن المركبات الثلاثة هى من مستحثات المقاومة. وفى دراسة بالصوبة.. أدت معاملة البذور بالـ MeJA ثم رش النباتات بالمركب ذاته إلى تقليل شدة الإصابة بالمرض. كذلك كانت للمعاملة بالـ BTH تأثيرًا مماثلاً على المرض، ولكن المعاملة بالـ K_2HPO_4 لم تكن مؤثرة (Aleandri وآخرون ٢٠١٠).

ذبول فيرتسيليم

المكافحة بالتطعيم

لم تتوفر المقاومة لذبول فيرتسيليم (*V. dahliae*) فى أى من الأصول التى قُيمت لهذا الغرض من مختلف القرعيات، ولكن وجدت صفة تحمل الإصابة فى بعض سلالات وأصناف *Cucurbita pepo*، و *Lagenaria siceraria*. وقد أدى استخدام الهجين