

الفصل السادس

توجيه الممارسات الزراعية لخدمة الإنتاج العضوي

إن الممارسات الزراعية التي تخدم أهداف الإنتاج العضوي كثيرة ومتنوعة، وبخاصة تلك التي تفيد في مكافحة الأمراض والآفات.

فمن بين متطلبات مكافحة الأمراض والآفات والحفاظ على ما يلي:

- ١- تطبيق الدورة الزراعية وممارسات إدارة التربة والمغذيات النباتية.
- ٢- تطبيق إجراءات النظافة بإزالة نواقل الأمراض، والتخلص من بذور الحشائش وماوى الآفات.
- ٣- إجراء الممارسات الزراعية التي تُعزز سلامة النباتات، مثل اختيار الأنواع، والأصناف النباتية المناسبة لظروف الموقع، والمقاومة للآفات والأمراض المنتشرة فيه والمتحملة لأنواع الحشائش المتواجدة فيه.

وبعض مكافحة الآفات بالطرق الميكانيكية والفيزيائية والحيوية، مثل:

- ١- إدخال المفترسات والمتطفلات التي تكافح الآفات الزراعية، أو زيادة أعدادها.
- ٢- توفير الأعداء الطبيعية للآفات.
- ٣- استخدام وسائل للمكافحة، مثل الشراك والمصائد والطاردات (Ferguson ٢٠٠٦).

الدورة الزراعية

إن من أهم أهداف الدورة الزراعية، ما يلي:

- ١- المحافظة على محتوى التربة من المادة العضوية أو زيادته.
- ٢- إدارة مكافحة الآفات في المحاصيل الحولية والمعمرة.

٣- التعامل مع نقص أو زيادة العناصر.

٤- مكافحة تعرية التربة.

ويمكن بالتصميم الدقيق للدورة الزراعية المحافظة على مستوى التربة من المادة العضوية أو زيادته. فالدورات التي تدخل فيها محاصيل الحبوب الصغيرة مثل القمح والشعير والذير والشوفان والتركييل والتي تحصد بذورها (حبوبها) يمكن أن تضيف للتربة نحو ٤٠٠-٥٠٠ كجم من المادة الجافة لكل فدان، فضلاً عن أن تضمن الدورة لتلك المحاصيل يفيد في خفض شدة الإصابات المرضية في محاصيل الخضر. وبالمقارنة يخلف البروكولى نحو ٣٥٠ كجم من المادة العضوية الجافة بكل فدان. وتكون كميات المادة العضوية المتخلفة عن زراعات الطماطم، والخس والبصل والثوم حوالى ١٢٥٠ كجم، و ٦٠٠ كجم، و ٣٥٠ كجم، و ٢٥٠ كجم لكل فدان على التوالي (Mitchell وآخرون ٢٠٠٠).

إن الدورة الزراعية تلعب دوراً هاماً فى مكافحة الأمراض، ذلك لأنها تمنع الزيادة المطردة لأعداد بعض المسببات المرضية فى التربة من جهة، بالإضافة إلى خفضها لتلك الأعداد من جهة أخرى؛ بسبب حرمانها للمسببات المرضية من التكاثر على عوائلها المناسبة لها.

ومع أهمية الدورة الزراعية بالنسبة للأمراض التى تعيش مسبباتها فى التربة، فإن بعضها يُنتج تراكيب يمكنها البقاء فى التربة لعدة سنوات فى غياب عوائلها. ومن أمثلة ذلك الفطريات المسببة لكل من الجذر الصولجاني فى الصيلبيات، ولفحة فيتوفثورا، والذبول الفيوزارى فى مختلف النباتات. كذلك تتمتع عديد من المسببات المرضية بمدى عائلى كبير، الأمر الذى يجعل تنفيذ الدورة معها أمراً صعباً، ومن أمثلة ذلك فطريات اسكليروتينيا، ورايزكتونيا، وفيرتسيليم، ونيماتودا تعقد الجذور. وبالنسبة للأمراض التى تحدث الإصابة فيها من خلال النموات الخضرية للنبات. فإن جراثيم تلك المسببات قد تنتقل - مع الهواء - لمسافات كبيرة، كما فى حالات

الفصل السادس: توجيه الممارسات الزراعية لخدمة الإنتاج العضوي

أمراض البياض الزغبي والأصداء؛ الأمر الذى يجعل الدورة الزراعية قليلة الجدوى معها، ولكن الدورة تُفيد - حتى مع تلك الأمراض - فى تجنب الإصابات المبكرة التى قد تعيش الأطوار الساكنة لمسبباتها فى التربة.

وعلى الرغم من أن الدورات الزراعية تُجرى لأهداف متعددة، فإن الهدف الرئيسى منها يكون - عادة - مكافحة الأمراض؛ ولذا .. فإن مدة الدورة تتحدد بالفترة التى يجب الامتناع خلالها عن زراعة محصول معين؛ بهدف مكافحة مرض معين يصيب ذلك المحصول.

تعقيم (بسترة) التربة بالإشعاع الشمسى

يقتصر تعقيم أو بسترة التربة بالإشعاع الشمسى Solar Pasteurization of Soil على المناطق ذات الجو الحار، وفى الأراضى التى يمكن تركها دون زراعة لمدة ٤٥ يوماً على الأقل.

طريقة إجراء التعقيم بالإشعاع الشمسى

محمل (الطريقة) ومتطلبات نجاحها

يتعين عند تعقيم التربة بالتشميس تنعيمها جيداً لكى يمكن فرد الغشاء البلاستيكي عليها وجعله ملائماً لكل سطح التربة؛ ذلك لأن وجود كتل التربة (القلاقل) يعنى وجود جيوب هوائية تحت الغطاء تعمل كعازل بينه وبين التربة. مما يقلل فى فرصة رفع حرارة التربة بالتشميس.

وللسبب ذاته لا يجوز استهداف تعقيم الحقل كله بالتشميس إذا كان مجهزاً على صورة خطوط أو مصاطب، إلا إذا كان الهدف هو تعقيم سطح المصاطب فقط، وهو أمر غير مستحب لأنه يوفر فرصة لإعادة تلوث تربة سطح المصاطب المعقمة من التربة المجاورة لها غير المعقمة (DeVay ١٩٩١ ب).

تتلخص طريقة بسترة التربة بالتشميس soil solarization فيما يلي،

- ١- إزالة المخلفات النباتية من الزراعة السابقة.
 - ٢- الحراثة العميقة للتربة.
 - ٣- إضافة سبلة غير متحللة (طازجة) وخلطها جيداً بالتربة.
 - ٤ - غمر الحقل بالماء بمعدل ٢٠٠-٢٥٠ م^٣ للفدان.
 - ٥- غمر الحقل مرة أخرى بالماء بعد أسبوعين بمعدل ١٧٥-٢٥٠ م^٣ للفدان.
 - ٦- حراثة التربة وتنعيمها بعد ١٠-١٢ يوماً.
 - ٧- مدّ خطوط الري بالتنقيط.
 - ٨- تغطية التربة بغشاء بلاستيكي شفاف، مع تغطية حواف الغشاء جيداً بالتربة.
 - ٩- إضافة الماء بمعدل ٢٥ م^٣ للفدان.
 - ١٠- إضافة الماء كل خمسة أيام - لمدة ٤٥ إلى ٥٠ يوماً - بمعدل ١٧,٥ م^٣ للفدان.
- ويفيد الجمع بين الإضافات العضوية والبسترة بالتشميس soil solarization في زيادة فاعلية التشميس بفعل الحرارة التي تنتج من تحلل المادة العضوية.

ومن أهم مزايا بسترة التربة بالتشميس ما يلي،

- ١- تفيد في جميع الحالات التي لا يتوفر فيها مبيدات مسجلة للاستعمال العضوي.
- ٢- يُسمح بها في حالات الإنتاج العضوي.
- ٣- تعطى دفعة قوية للنمو النباتي القوي المبكر، وتؤدي إلى زيادة المحصول؛ فعلى سبيل المثال أحدث تعقيم التربة بالتشميس منفرداً، أو مع التلقيح بالـ *Trichoderma* spp. زيادة كبيرة في محصول الفراولة، بلغت في العام الأول للدراسة ٢٨,٢٪، و ٧٧,٦٪ على التوالي (Porras وآخرون ٢٠٠٧).

إمراض التربة للتعقيم

يجب أن تكون التربة المراد تعقيمها مستوية وخالية من الحشائش والنباتات، والمخلفات النباتية والكتل الترابية الكبيرة التي ترفع البلاستيك؛ مما يؤدي إلى تواجد

الفصل السادس: توجيه الممارسات الزراعية لخدمة الإنتاج العضوي

جيوب هوائية تقلل من كفاءة عملية التعقيم؛ ولذا .. يجب توجيه عناية خاصة إلى عملية تنعيم التربة وجعلها مستوية تمامًا.

يحرث الحقل المراد تعقيمه جيدًا حتى عمق ٣٠-٣٥ سم، ثم يروى جيدًا بالرش، أو بالتنقيط، أو بالغمر. وبعد أن تجف التربة إلى درجة تسمح بمرور الجرارات الزراعية عليها (ويستغرق ذلك مدة يوم أو يومين في الأراضي الخفيفة). يغطى سطح التربة بشرائح بلاستيكية شفافة بسبك ٤٠-٨٠ ميكرونًا، وتشد جيدًا لمنع تواجد أية جيوب هوائية تحتها، ثم تترك لمدة ٤-٨ أسابيع. هذا .. مع العلم أن شرائح البوليثلين الرقيقة هذه تكون قليلة التكلفة، ولها نفس فاعلية الشرائح السمكية.

وقد تترك مسافات بين شرائح البلاستيك للمرور عليها، وتلك المسافات تكون غير معقمة، وتشكل مصدرًا لإعادة إصابة الحقل. وتلزم المحافظة على شرائح البلاستيك أثناء التغطية من الأضرار التي يمكن أن تحدثها الطيور أو الماشية.

وبلاء لدجاج هذه الطريقة في تعقيم التربة مراعاة ما يلي،

- ١- أن تظل التربة رطبة أثناء فترة التغطية؛ لزيادة حساسية الكائنات المسببة للأمراض الموجودة بها، ولزيادة مقدرتها على التوصيل الحراري.
- ٢- إطالة فترة التغطية لمكافحة الكائنات المسببة للأمراض، والتي تكون متعمقة في التربة؛ لأن الحرارة لا ترتفع كثيرًا؛ حيث تتواجد هذه الكائنات.

اختيار البلاستيك المناسب للتعقيم

يفضل لتعقيم التربة استعمال بلاستيك بسبك ٢٥ ميكرونًا؛ لأنه يكون أرخص وأكثر كفاءة. لكن نظرًا لكثرة تعرضه للتمزق من أقل ضغط عليه .. يفضل بلاستيك بسبك ٤٠-٨٠ ميكرونًا، مع الحرص على رتق أية تمزقات باستعمال شريط لاصق شفاف. ولا يفضل استعمال بلاستيك يزيد سُمكه على ٨٠ ميكرونًا؛ لأنه يعكس قدرًا أكبر من الأشعة الشمسية؛ مما يؤدي إلى انخفاض كفاءته في رفع حرارة التربة.

ويمكن استعمال بلاستيك شفاف يحتوى على مثبتات للأشعة فوق البنفسجية، تعمل على إبطاء تدهوره بفعل تلك الأشعة؛ الأمر الذى يسمح بإطالة فترة التعقيم، أو حفظه بعد التعقيم وإعادة استعماله، أو استمرار استعماله بعد التعقيم كغطاء بلاستيكي للتربة.

طريقة التغطية بالبلاستيك

يمكن إجراء التعقيم إما فى شرائط (لا يقل عرضها عن ٦٠-٩٠ سم) فوق مصاطب الزراعة، وإما بتغطية كل سطح التربة. تتميز طريقة الشرائط المعقمة بانخفاض تكلفتها. إلا أنه يترتب عليها تواجد مساحات غير معقمة بين الشرائط المعقمة تشكل مصدراً لإعادة تلوث الجزء المعقم.

وعند تغطية كل الحقل بالبلاستيك يتعين الترديم جيداً بالتربة حول حواف الشرائط البلاستيكية المتجاورة، أو لصقها معاً بشرط لاصق شفاف مقاوم للحرارة.

أهمية رطوبة التربة خلال فترة التعقيم

يجب أن تبقى التربة رطبة طوال فترة التعقيم؛ لأن الرطوبة تجعل الكائنات الدقيقة الممرضة أكثر حساسية للحرارة، فضلاً عن كونها تزيد من سرعة التوصيل الحرارى. وتجعل ارتفاع الحرارة يمتد إلى عمق أكبر فى التربة. ويتحقق ذلك فى الأراضي الثقيلة؛ وذلك برى التربة رية غزيرة، ثم فرش البلاستيك فى أقرب وقت ممكن بعد ذلك. أما فى الأراضي الرملية التى تُروى بالتنقيط، فإن شبكة الري يجب أن تبقى تحت البلاستيك مع الري مرة واحدة أو مرتين أسبوعياً خلال فترة التعقيم؛ وذلك للمحافظة على مستوى مرتفع من الرطوبة خلال التعقيم.

وعموماً .. يجب أن تكون رطوبة التربة حتى عمق ٦٠ سم فى حدود ما لا يقل عن ٧٠٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية (DeVay ١٩٩١ ب).

فترة التغطية المناسبة

كلما طالت فترة التغطية بالبلاستيك ازدادت كفاءة عملية التعقيم؛ حيث يزداد الارتفاع في حرارة التربة ويكون لعمق أكبر. وغالبًا ما يكفي التعقيم لمدة ٤-٦ أسابيع خلال أشد المواسم حرارة، ولكن إطالة الفترة إلى ٨ أسابيع يكون أكثر فاعلية. هذا .. وتستمر فاعلية التعقيم بالإشعاع الشمسي - عادة - لموسمين زراعيين كاملين.

تأثير التعقيم بالإشعاع الشمسي على مسببات الأمراض والآفات التي تعيش في التربة

إذا أجرى التعقيم بالإشعاع الشمسي - بصورة صحيحة - خلال شهور الصيف الحارة، فإن درجة الحرارة ترتفع تحت الغطاء البلاستيكي إلى ما بين ٦٠°م على عمق ٥ سم و ٣٩°م عند عمق ٤٥ سم.

ويكون هذا الارتفاع في حرارة التربة سببًا رئيسيًا في القضاء على عديد من مسببات الأمراض والآفات التي تعيش في التربة، إما بصورة مباشرة، وإما بصورة غير مباشرة من خلال تأثير عملية التعقيم على بيولوجي التربة.

تتفاوت الكائنات الدقيقة في تأثرها بالحرارة بسبب تباينها في حساسية أغشيتها الخلوية وتباين محتواها من إنزيمات التنفس في تأثرها بالحرارة العالية (DeVay ١٩٩١ ب).

يلزم للتخلص من الكائنات الدقيقة المتوسطة التحمل للحرارة mesophylic organisms حوالي ٢-٤ أسابيع من التعرض لحرارة ٣٧°م، ولكن تلك الفترة تنخفض إلى ست ساعات عند ارتفاع الحرارة إلى ٤٧°م (DeVay ١٩٩١ أ).

وعلى الرغم من تباين الكائنات التي تعيش في التربة في الجرعات الحرارية (الحرارة والمدة) القاتلة لها، فإنه يكفي - عادة - دقائق قليلة من التعرض لحرارة تزيد عن ٤٥°م للوصول إلى ٩٠٪ قتل، أو ما يعرف بـ LD₉₀ (Stapleton ١٩٩١ - FAO Plant Production and Protection Paper 109 - الإنترنت).

أولاً: مسببات الأمراض

يؤدي تعقيم (بسترة) التربة بالإشعاع الشمسي إلى القضاء على عديد من الفطريات التي تعيش في التربة وتصيب مختلف المحاصيل الزراعية؛ مثل (عن Katan ١٩٨٠):

المرض	المحاصيل	الفطر
ذبول فيرتسليم	الطماطم - البطاطس - الباذنجان - الفراولة - القطن - الزيتون	<i>Verticillium dahliae</i>
الذبول الفيوزاري	الطماطم - القارون - البصل - - الفراولة - القطن	<i>Fusarium oxysporum</i>
الجذر الوردي	البصل	<i>Pyrenochaeta terrestris</i>
الجذر القليني	الطماطم	<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>
اللثة الجنوبية	الفول السوداني	<i>Sclerotium ralfsii</i>
عفن الجذور وتناقص البادرات	البطاطس - البصل - الفاصوليا - القطن	<i>Rhizoctonia solani</i>
عفن البذور والجذور	القطن	<i>Thielaviopsis basicola</i>
الذبول الطري	القطن	<i>Pythium ultimum</i>
عفن القرون	الفول السوداني	<i>Pythium myrothecium</i>
الجذر الصولجاني	الكرنب	<i>Plasmodiophora brassicae</i>
لفحة أسكوكيتا	الطماطم	<i>Didymella lycopersici</i>

ثانياً: النيماتودا

لا تتأثر الفطريات المتحملة للحرارة، والأكتينومييسيتات، والزيدومونادز الفلورية fluorescent pseudomonads والـ *Bacillus* spp. سوى قليلاً بالحرارة أثناء عملية الـ solarization، وسرعان ما تستعيد نشاطها لتستعمر التربة دون منافسين لها بعد انتهاء عملية التعقيم؛ الأمر الذي يفيد في مكافحة النيماتودا (عن Giannakou وآخرين ٢٠٠٧).

الفصل السادس: توجيه الممارسات الزراعية لخدمة الإنتاج العضوي

يؤدي تعقيم التربة بالإشعاع الشمسي إلى تخفيض أعداد النيماتودا التي توجد في التربة حتى عمق حوالي ٣٠ سم، أما في الأعماق الأكبر من ذلك فإن الارتفاع في درجة حرارة التربة لا يكون بالقدر الذي يمكن أن يؤثر في النيماتودا؛ ولذا .. فإن التعقيم بالإشعاع الشمسي يكون أكثر فاعلية في مكافحة النيماتودا بالنسبة للمحاصيل ذات الجذور السطحية.

وتبعاً لـ Gamliel & Stapleton (١٩٩٣) فإن الجمع بين التسميد بزرق الدواجن مع التعقيم بالإشعاع الشمسي يزيد - كثيراً - من فاعلية التعقيم في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور.

ويستدل من دراسات Oka وآخرين (٢٠٠٧) إمكان مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita*، و *M. javanica* في الزراعات العضوية بالجمع بين تشميس التربة soil solarization والإضافات العضوية، وهي التي استخدم منها في هذه الدراسة سبلة الدواجن، وكسب بذرة القطن، ومسحوق الريش، وكسب بذرة فول الصويا. هذا في الوقت الذي أدى فيه تشميس التربة إلى مكافحة النيماتودا جزئياً، بينما لم تكن للإضافات العضوية - منفردة - أي تأثير. ويبدو أن الجمع بين التشميس والإضافات العضوية ساعد في رفع حرارة التربة بقدر أكبر، بالإضافة إلى تراكم الأمونيا والأمونيوم - من المخلفات العضوية - تحت الغطاء.

تأثير التعقيم بالإشعاع الشمسي على الحشائش

يقضى التعقيم بالإشعاع الشمسي على عديد من الحشائش الحولية والمعمرة (Pullman وآخرون ١٩٨٤).

التعقيم بالبخار

تعقم التربة بحقتها بالبخار لمدة ٣٠ دقيقة، حتى تصل حرارتها إلى ٨٠-٨٥°م. ويتم الحقن بالبخار من خلال أنابيب مثقبة تثبت في تربة البيوت المحمية على عمق ٣٠

سم، مع تغطية سطح التربة أثناء التعقيم برقائق بلاستيكية للمحافظة على رفع حرارة التربة.

كما قد يتم حقن البخار في تربة الحقل أو البيوت المحمية من خلال أنابيب عمودية بطول ٤٠-٥٠ سم تبعد بعضها عن بعض بنحو ٢٢ سم، وتثبت خلف حفارات صغيرة تتصل برأس موزعة للبخار، ثم بمصدر البخار بواسطة خرطوم، وتتم تغطية المساحة المعاملة أولاً بأول للمحافظة على درجة الحرارة المرتفعة لمدة ٣٠ دقيقة.

كما قد تعامل التربة بالبخار من خلال أنابيب مثقبة تُمد فوق سطح التربة، وتغطي برقائق من البلاستيك المقاوم للحرارة مع تثبيت حواف الرقائق جيداً بواسطة التربة. ويؤدي ضخ البخار في الأنابيب المثقبة إلى رفع البلاستيك، وحينئذٍ يُخفف ضغط البخار إلى الحدود الدنيا. وللحصول على أفضل النتائج يجب استمرار الغطاء والمعاملة بالبخار لمدة ٦-٨ ساعات. وتتوقف درجة تغلغل البخار في التربة على مدى العناية بفلاحتها. وتعتبر هذه الطريقة أقل الطرق تكلفة (عن Nelson ١٩٨٥).

وعند تعقيم بيئات الزراعة وأوعية نمو النباتات بالبخار يراعى أن تستمر المعاملة لمدة ٣٠ دقيقة بعد أن تصل أبعد نقطة في المخلوط إلى حرارة ٨٢°م (١٨٠°ف). ويتضمن ذلك أن يكون الحد الأدنى لدرجة الحرارة هو ٨٢°م لمدة ٣٠ دقيقة، لكن معظم البيئة والمواد المعقمة تكون حرارتها مثل درجة حرارة البخار؛ أى ١٠٠°م. ويراعى .. عن تعقيم الأحواض أو الشتلات المستخدمة في الزراعة - أن تفصل بينها مسافة ٢,٥ سم رأسياً ومن الجانبيين، حتى يمكن أن يتخلل البخار بينها بسهولة.

وتؤدي هذه المعاملة إلى التخلص من معظم بذور الحشائش والكائنات المسببة للأمراض من فطريات، وبكتيريا، ونيماطودا، وفيروسات، وكذلك الحشرات، إلا أنها تُبقى على بعض الكائنات المفيدة التى بإمكانها أن تنافس الكائنات الضارة على الأكسجين. والكان، والغذاء، وتحد من قدرتها على البقاء، لكن هذه الكائنات المفيدة يمكن القضاء عليها أيضاً إذا ارتفعت درجة حرارة البيئة إلى ١٠٠°م. ولهذا يفضل أن

الفصل السادس: توجيه الممارسات الزراعية لخدمة الإنتاج العضوي

يكون التعقيم على حرارة ٦٠-٧١ م لمدة ٣٠ دقيقة، حيث يتم القضاء على معظم الكائنات الضارة مع الإبقاء - قدر الإمكان - على الكائنات المفيدة. ويتحقق ذلك بأجهزة خاصة تقوم بخلط البخار بالهواء بدرجة معينة يمكن بواسطتها التحكم في درجة حرارة مخلوط الغازين قبل دخولهما في البيئة المراد تعقيمها. ويوضح جدول (٦-١) درجات الحرارة اللازمة للقضاء على مختلف الآفات النباتية.

جدول (٦-١): درجات الحرارة اللازمة (لمدة ٣٠ دقيقة) للقضاء على مختلف الآفات النباتية.

الآفات التي يتم التخلص منها	الحرارة (م) لمدة ٣٠ دقيقة
النيماتودا	٥٠
فطر <i>Rhizoctonia solani</i>	٥٣
معظم البكتيريا المسببة للأمراض النباتية	٦٠
معظم الفطريات المسببة للأمراض	٦٣
الحشرات التي تعيش في التربة	٧١-٦٠
معظم الفيروسات المسببة للأمراض النباتية	٧٠
كل البكتيريا المسببة للأمراض النباتية	٧١
معظم بذور الحشائش	٧٠-٨٠
بذور الحشائش والفيروسات المقاومة للحرارة	٩٥-١٠٠

الحراثة المعتدلة

إن لحراثة التربة تأثيرات سلبية على محتواها من المادة العضوية؛ فبينما قد توفر الحراثة المعتدلة ظروفًا أرضية أفضل للنمو النباتي ومكافحة الحشائش على المدى القصير، فإن الحراثة الكثيفة للأراضي الزراعية أدت - تاريخيًا - إلى فقد كبير في كربون التربة تراوح بين ٣٠٪، و ٥٠٪.

إن الحراثة التقليدية تعمل على تفكيك تجمعات التربة، وتعرض مزيد من المادة

العضوية للتحلل الميكروبي والأكسدة، وتعد أحد الأسباب الرئيسية في تدهور بناء التربة على المدى الطويل. كذلك فإن القنوات الدقيقة والقنوات الأوسع التي تتواجد في التربة جراء العمليات الطبيعية مثل تحلل الجذور ونشاط الديدان يمكن القضاء عليها بالحراثة. وعندما تكون الحراثة عميقة - وهو الإجراء التقليدي عند تجهيز التربة - فإنها تكون مكلفة.

ولذا .. يوصى في الزراعات العضوية باتباع ما يعرف بـ "الحراثة المعتدلة" conservation tillage، وفيها يبقى ما لا يقل عن ٣٠٪ من سطح التربة يغطى بمخلفات من المحصول السابق. وبذلك الطريقة يقل دمج المخلفات في التربة، وتقل تهوية التربة بدرجة زائدة، ويُحافظ على محتوى التربة من المادة العضوية (Mitchell وآخرون ٢٠٠٠).

الغطاء النباتي

إن الغطاء المحصولي cover crops (وهو أى غطاء نباتي أخضر للتربة) يعمل على تقليل فقد العناصر من التربة، ثم إضافتها إليها ثانية - عند قلبه فيها - في صورة عضوية. وأكثر المحاصيل استخداماً لهذا الغرض البقوليات والحبوب الصغيرة والصليبيات، وخاصة من الجنس *Brassica*. وتتميز البقوليات بقدرتها على تثبيت آزوت الهواء الجوى من خلال بكتيريا العقد الجذرية. وتقلب هذه المحاصيل - عادة - عندما تكون نسبة الكربون إلى النيتروجين فيها أقل من ١٠:٢٠؛ الأمر الذى يحد من التنافس على النيتروجين بين المحصول الاقتصادى المزروع وكائنات التربة التى تقوم بتحليل النموات الخضراء بعد قلبها في التربة.

وعلى الرغم من أن قلب النموات المكتملة النمو التى تزيد فيها نسبة الكربون إلى النيتروجين عن ١٠:٢٠ تؤدي إلى حدوث نقص مؤقت في النيتروجين المتوفر لإجل نمو المحصول الاقتصادى، فإن هذه النموات تعد وسيلة فعالة لزيادة نسبة المادة العضوية في التربة.

الفصل السادس: توجيه الممارسات الزراعية لخدمة الانتاج العضوي

هذا .. ويتوفر - عادة - للنمو المحصول أقل من ٥٠٪ من النيتروجين المتواجد في المحصول الأخضر بعد قلبه في التربة، بينما يبقى الجزء الأكبر من النيتروجين في صورة عضوية بالمادة العضوية للتربة غير ميسر في الحال للنبات. ويعنى ذلك أن جزءاً من النيتروجين العضوى المتوفر في السماد الأخضر الذى يُقلب في التربة يتمعدن سريعاً خلال الأسابيع الأولى من قلبه. وعندما تكون نسبة الكربون إلى النيتروجين بالسماد الأخضر أقل من ٢٠:١، فإن معدل تمعدن النيتروجين يزداد لمدة ٣-٦ أسابيع بعد القلب، ثم يقل معدل التمعدن كثيراً بعد الأسبوع السادس إلى الثامن. وعندما يتمعدن النيتروجين العضوى يجب أن يكون المحصول الاقتصادى متواجداً في الحقل، والا تعرض النيتروجين للفقد.

إن استعمال الصليبيات - مثل *Brassica carinata*، و *B. nigra*، و *B. juncea* - كسماد أخضر يُقلب في التربة يفيد كثيراً في مكافحة الفطر *Fusarium oxysporum* مسبب مرض الذبول الفيوزارى، من خلال تأثير مركبات الأيزوثيوسيانات isothiocynates - التى تنتج من تحلل تلك النباتات - على تثبيط نمو الغزل الفطرى وإنبات كلاً من الجراثيم الكونيدية والكلاميدية للفطر. وقد تبين أن أكثر مركبات الأيزوثيوسيانات تأثيراً كانت الـ *propenyl* والـ *ethyl*، كما كانت مركبات أخرى منها، مثل الـ *benzyl*، والـ *phenethyl* ذات تأثير سام على الفطر كذلك (Smolinska وآخرون ٢٠٠٣).

كذلك أدت حرائة مخلفات البروكولى في التربة إلى خفض معدلات إصابة القنبيط بذبول فيرتسليم الذى يسببه الفطر *V. dahliae*، وذلك من خلال خفض المخلفات لأعداد الأجسام الحجرية *microsclerotia* للفطر (Subbarao & Hubbard وآخرون ١٩٩٦).

كما أدى قلب بعض أنواع الجنس *Brassica* في التربة كسماد أخضر إلى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور. بتأثير الجليكوسينولات *glucosinates* التى تنتجها تلك النباتات

على خفض أعداد النيماتودا في التربة؛ ومن ثم خفض ما تحدثه من أضرار بجذور النباتات المنزرعة (Monfort وآخرون ٢٠٠٧).

أمكن تعريف نحو ١٠٠ نوع مختلف من الجلوكوسينولات، وهي تختلف تركيبياً - أساساً - في مجموعة الـ R، التي قد تكون أليفاتية aliphatic، أو أروماتية aromatic، أو مختلطة المجموعة الحلقية heterocyclic.

يؤدي تحليل الجلوكوسينولات بواسطة الإنزيم myrosinase إلى إطلاق أيونات الكبريتات والجلوكوز وعدداً من المركبات النشطة بيولوجياً، منها: الأيزوثيوسيانات isothiocyanates والنيتريلات nitrils، والثيوسيانات thiocyanates. وتتأثر نواتج التحلل بكل من مجموعة R والـ pH.

ومن بين نواتج تحليل الجلوكوسينولات تعد الأيزوثيوسيانات هي الأقوى بيولوجياً، حيث تُعد مضادات حيوية قوية لكل من الفطريات والبكتيريا والحشرات، ويرجع تأثيرها القوي إلى تفاعلاتها بمجموعات الـ sulphydryl وروابط الـ disulphide، ومجموعة الأمينو في البروتينات والأحماض الأمينية؛ ومن ثم تكوينها لمركبات ثابتة (Rosa & Rodrigues ١٩٩٩).

وقد أدت زراعة الأغذية النباتية شتاءً، ثم قطعها في الربيع وتركها على سطح التربة كغطاء mulch جاف قبل شتل الطماطم إلى الحد من نمو الحشائش، وكانت أكثر الأغذية النباتية فاعلية الشوفان، ولكن خليط من الشوفان مع الـ hairy vetch (وهو *Vicia villosa*) أعطى أكبر قدر من المادة العضوية (٧,٩ طن مادة جافة/هكتار)، بينما أعطى غطاء الـ hairy vetch منفرداً أكبر قدر من النيتروجين (٢٥٨ كجم N/هكتار) (Campiglia وآخرون ٢٠١٠).

التحميل وزراعة النباتات المرافقة

يغيد التحميل - في الزراعات العضوية - في توفير حماية جزئية من الإصابات

الفصل السادس: توجيه الممارسات الزراعية لخدمة الإنتاج العضوي

الحشرية، حيث تبذل الحشرة جهداً أكبر في البحث عن عائلها المحبب لها بين المحاصيل المزروعة، وتتعرض أثناء حركتها للأعداء الطبيعية. ويجب اختيار المحاصيل التي تُزرع معاً بحيث لا تتعارض في نموها أو في احتياجاتها من عمليات الخدمة، كما يجب ألا تكون من نفس العائلة النباتية أو تصاب بنفس الحشرات.

وأدت زراعة نباتات مرافقة companion plants للكنتالوب، سواء أكانت من تلك الطاردة لخنافس الخيار (مثل الفجل، وحشيشة الدّود *Tanacetum vulgare*، وأبو خنجر *Tropaeolum spp.*)، أو الجاذبة للحشرات النافعة (مثل الحنطة السوداء *Fagopyrum esculentum*، واللوبياء، والهندقوق *Melilotus officinalis*) إلى زيادة النمو الخضري ونقص أعداد خنافس الخيار، وخاصة خنفساء الخيار المخططة (Cline وآخرون ٢٠٠٨).

خط المخلفات النباتية بالتربة

تؤدي حراثة بعض المخلفات النباتية في التربة إلى التأثير سلبياً على بعض مسببات الأمراض التي تعيش في التربة؛ حيث تقل أعدادها؛ وبذا .. تسهل مكافحتها.

ومن أمثلة مسببات الأمراض التي أمكن مكافحتها بهذه الطريقة ما يلي (عن Palti

:١٩٨١)

المخلفات النباتية التي

المرض	مسبب المرض	أفادت في مكافحته
ذبول البطاطس	<i>Verticillium albo-atrum</i>	قش الشعير
القشف الأسود في البطاطس	<i>Rhizoctonia solani</i>	قش القمح
عفن الجذور الأسود في الفاصوليا	<i>Thielaviopsis basicola</i>	مخلفات الشوفان، والذرة، والبرسيم الحجازي
عفن أفانوميس في البسلة	<i>Aphanomyces euteiches</i>	مخلفات الصليبيات

وأدى خلط تفل الزيتون (الكسب الناتج بعد استخلاص زيت الزيتون بالعصر) بالتربة إلى تثبيط الإصابة بالهالوك في الطماطم والبسلة والبقول (Ghoshen وآخرون ١٩٩٩).

إضافات الأسمدة الحيوانية

إن إضافة الأسمدة العضوية الحيوانية الكاملة التحلل - والخالية من مسببات الأمراض - إلى التربة تؤدي إلى تثبيط نشاط وتكاثر مختلف مسببات الأمراض التي تعيش في التربة؛ ويرجع ذلك إلى التحول المفاجئ الذي يحدث في أعداد ونوعيات مختلف الكائنات الدقيقة في التربة لدى إضافة السماد العضوي الحيواني إليها، ذلك لأن هذه الأسمدة تحتوي على أعداد هائلة من هذه الكائنات، فضلاً عما توفره من طاقة لنمو وتكاثر هذه الكائنات والكائنات المماثلة الموجودة أصلاً في التربة. ويكون لنشاط هذه الكائنات الدقيقة - وما تفرزه خلال نشاطها من مضادات حيوية - تأثيرات سلبية كبيرة على نشاط مسببات الأمراض في التربة.

تتوفر أدلة محدثة على أن التسميد العضوي الجيد يمكن أن يؤدي إلى مقاومة محدودة من المصبات المرضية، منها:

<i>Aphanomyces</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.
<i>Macrophomina phaseolina</i>	<i>Pyrenochaeta omnivorum</i>
<i>Phytophthora</i> spp.	<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>
<i>Rhizactonia solani</i>	<i>Sclerotinia</i> spp.
<i>Sclerotium</i> spp.	<i>Streptomyces</i> spp.
<i>Thielaviopsis basicola</i>	<i>Verticillium</i> spp.

وفي بعض الأحيان يُنشط السماد العضوي إنبات التراكيب الساكنة مثل الأجسام الحجرية sclerotia والجراثيم الكلاميدية chlamydospores والجراثيم البيضية oospores ولكنها لا يمكنها منافسة النشاط الميكروبي الرمى، كما قد لا يتوفر لها العائل المناسب فتموت. وفضلاً عن ذلك فإن النشاط الحيوي القوي الذي يوفره السماد العضوي يمكن أن يمنع إنبات الجراثيم أو يؤدي إلى تحللها وموتها المباشر، ويسهم في

الفصل السادس: توجيه الممارسات الزراعية لخدمة الإنتاج العضوي

هذا الأمر كلا من *Pseudomonas spp.* و *Streptomyces spp.* والبروتوزوا protozoa (Whipps ١٩٩٧).

كما تُنشط الأسمدة العضوية نُمو الكائنات المترمة في التربة، التي تثبط - بدوها - نمو الكائنات الممرضة للنباتات. وعلى سبيل المثال .. وجد Asirifi وآخرون (١٩٩٤) أن تسميد حقول الخس بأى من سماد الماشية أو زرق الدواجن (سماد الكتكوت) ثبط نمو الفطر *Sclerotinia sclerotiorum* مسبب مرض عفن اسكليروتينيا الطرى.

التجهيز الجيد لحقل الزراعة

تؤدى الحراثة الجيدة وقلب المخلفات النباتية فى التربة إلى سرعة التخلص من مصدر الغذاء الذى يمكن أن يعتمد عليه المسبب المرضى فى غياب العائل، كما يعرضه للمنافسة القوية من كائنات التربة الأخرى.

كذلك يغيد تمزيق ودفن بقايا النباتات فى التربة فى زيادة فاعلية الدورة الزراعية وسرعة التخلص من المسببات المرضية التى قد توجد فيها. كذلك يساعد دفن البقايا النباتية فى تقليل فرصة وصول المسببات المرضية إلى المحاصيل التالية فى الدورة. أما تمزيق البقايا النباتية فإنه يساعد فى سرعة تحلل كلا من المادة العضوية والمسببات المرضية المتواجدة فيها. فمثلاً .. يمكن للبكتيريا المسببة للعفن الأسود فى الصليبيات أن تعيش على البقايا النباتية - غير المقطعة - فى التربة لمدة عام، ولكن تمزيق تلك البقايا يقلل مدة بقاءها إلى أقل من شهرين (عن Isakeit & Philley ٢٠٠٧).

هذا .. وتشتد الإصابة بعفن الجذور الفيوزارى الذى يسببه الفطر *Fusarium solani* - عادة - فى الأراضي الندمجة compact؛ ولذا .. فإن التجهيز الجيد لحقل الزراعة وتفكيك التربة يفيد فى تجنب الإصابة الشديدة بهذا المرض. وكمثال على ذلك فإن تقليل انضغاط التربة بالحراثة الجيدة يجعل على خفض إصابة الفاصوليا بعفن الجذور الفيوزارى الذى يسببه الفطر *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* (Harveson وآخرون ٢٠٠٥). وبينما يؤدى تفكيك التربة إلى سهولة النمو الجذرى فيها. فإن المجموع

الجذرى الضعيف لا يمكنه النمو فى الأراضى المندمجة. وفى المقابل .. وجد أن سلالات البسلة ذات المجموع الجذرى القوى تميزت بالقدرة الأكبر على النمو فى تلك الأراضى وفى وجود الفطر *F. solani* (Kraft & Boge ٢٠٠١).

زراعة المحاصيل الشراكية والصائدة والحاجزة

المحاصيل الشراكية والصائدة

تعرف المحاصيل الشراكية باسم Decoy Crops، وهى ليست من عوائل مسببات الأمراض التى تستعمل فى مكافحتها، ولكنها تزرع بهدف تنشيط إنبات ونمو الأطوار الساكنة من مسببات الأمراض التى تعيش فى التربة - فى غياب عوائلها المناسبة - الأمر الذى يؤدى إلى سرعة موتها والتخلص منها.

أما المحاصيل الصائدة Trap Crops فهى نباتات شديدة القابلية للإصابة بالآفات أو مسببات الأمراض التى تُستخدم تلك النباتات فى مكافحتها. ويستفاد من هذه النباتات فى المكافحة بزراعتها ثم قلبها فى التربة - أو حصادها - بعد إصابتها، ولكن قبل أن تتكاثر عليها مسببات المرضية وتكمل دورة حياتها، حيث يؤدى ذلك إلى خفض تواجد تلك المسببات المرضية فى التربة.

ومن أمثلة النباتات الصائدة ومُسببات الأمراض التى تستخدم تلك النباتات ضى مكافحتها ما يلى (بحن Palti ١٩٨١).

النباتات التى أفادت فى التخلص منه	المرض والمسبب المرضى والعائل
الزوان، و <i>Papaver rhoeas</i> ، و <i>Reseda odorata</i>	تتأثر جذور الصليبيات <i>Plasmadiophora brassicae</i>
الداتورة	الجرب المحوقى فى البطاطس <i>Spongopora subterranea</i>
دوار الشمس، والقرطم، والكتان، والبرسيم الحجازى، والحمص	الهالوك <i>Orobanche spp.</i>

الفصل السادس: توجيه الممارسات الزراعية لخدمة الإنتاج العضوي

النباتات التي أفادت في التخلص منه	المرض والمسبب المرضي والمائل
حشيشة السودان	العدار <i>Striga asiatica</i>
<i>Sesamum</i> و <i>Tagetes patula</i>	نيماتودا تعقد الجذور <i>Meloidogyne</i> spp.
<i>orientale</i> ، والخروع، والأقحوان	
(الكريزانثيم)، والفول السوداني	
<i>Tagetes patula</i>	نيماتودا تفرج الجذور <i>Pratylenchus penetrans</i>
الأسبرجس	النيماتودا <i>Trichodorus</i> spp.

ومن الأمثلة الأخرى للمحاصيل المانحة، ما يلي،

- ١- زراعة الـ Hubbard Squash لجذب ثاقبة ساق الكوسة وخنفساء الخيار المخططة بعيداً عن زراعات البطيخ والقرع العسلى والكنطلوب.
- ٢- زراعة الذرة السكرية أو العادية لجذبها (قبل بزوغ الحريرة) لثاقب الذرة الأوروبى بعيداً عن زراعات الفلفل، وجذب دودة الكوز (دودة الثمار) بعيداً عن زراعات الطماطم.
- ٣- زراعة الصليبيات ثم قلبها فى التربة قبل اكتمال تطور النيماتودا المكونة للحوصلات فيها.

يتطلب اللجوء إلى المحاصيل المانحة في مكافحة العُضرات الإلماء بتحضير من الحقل، كما يلي،

- ١- طريقة تغذية الآفة ووضعها لبيضها؛ علماً بأن المحصول الصائد يجب أن يكون أكثر جاذبية للآفة - بكثير - كمصدر للغذاء وكموقع لوضع البيض عن المحصول المزروع.
- ٢- نظام تحرك الآفة فى الحقل، ففي معظم الأحيان يُركّز فى زراعة المحاصيل المانحة على جذب الآفة وتقييد حركة طورها المكتمل النمو، فلا تتحرك نحو المحصول الرئيسى. ولكن إذا ما كانت الأفراد الكاملة النمو لها قدرة عالية على الطيران، ولم يكن المحصول الصائد جاذباً لها بالقدر الكافى، فإن الآفة قد لا تُقيّد بواسطة المحصول الصائد.

٣- توزيع زراعة المحصول الصائد، فهل يزرع حول حقل المحصول الرئيسي، أم في مساحات متناثرة فيه؟. يتوقف الأمر على نظام حركة الآفة، ولا توجد قاعدة لنظام زراعة المحصول الصائد يمكن أن تغطي كل الحالات، كذلك فإن الأمر يتوقف على ما إذا كان الحقل الإنتاجي شريطياً أم مربعاً.

٤- نسبة مساحة المحصول الصائد من المساحة المحصولية الإجمالية؛ فإن تلك النسبة يجب أن تكون الأفضل من الوجهتين الاقتصادية والعملية لأجل تحقيق الهدف المنشود.

٥- مصير الآفة التي تحط على المحصول الصائد؛ فما لم تمت الأطوار الصغيرة على المحصول الصائد قبل وصولها إلى طور اكتمال النمو، فإن حركتها إلى المحصول الرئيسي تصبح أمراً مؤكداً. ولذا .. يتعين فحص المحصول الصائد بصورة دورية. هذا .. مع العلم بأن بعض النباتات الصائدة يمكن أن تكون جاذبة لوضع البيض عن المحصول الرئيسي، ولكنها لا تسمح بنمو اليرقات عليها؛ مما يؤدي إلى موتها، وذلك كما في حالة الجرجير الأصفر yellow rocket الذي يجذب إليه الفراشة ذات الظهر الماسي لوضع بيضها بنحو ٢٤-٦٦ ضعف جذب الكرنب لها. لكن يرقات الحشرة لا يمكنها النمو على الجرجير الأصفر (Resource Guide for Organic Insect and Disease Management - الإنترنت - ٢٠٠٦).

المحاصيل الحاجزة أو العائقة

تفيد زراعة المحاصيل الحاجزة أو العائقة Barrier Crops في منع انتقال الإصابات الفيروسية بواسطة المن، وذلك بإحاطة الحقل بحزام من محصول آخر، مع مكافحة الحشرة في هذا الحزام.

كما يمكن خفض حدة الإصابة بفيبرس تبقع البابا الحلقى الذي يصيب القرعيات بزراعة حزام من الذرة حول حقل القرعيات، حيث تحط حشرة المن المهاجرة إلى الحقل - من الحقول المجاورة - على نباتات الذرة الأكثر طولاً والأكثر جاذبية

الفصل السادس: توجيه الممارسات الزراعية لخدمة الإنتاج العضوي

للحشرة إذا قورنت بالقرعيات؛ حيث تسبر الذرة بأجزاء، فمهما الثاقبة الماصة عدة مرات - تفقد خلالها ما قد تحمله من جزيئات هذا الفيرس - قبل أن تنتقل إلى نباتات القرعيات.

وقد أدت زراعة حزام من البطاطس أو فول الصويا أو الذرة الرفيعة أو القمح حول حقول إنتاج تقاوى البطاطس إلى خفض نسبة الإصابة بفيرس وای البطاطس بصورة جوهرية - أيًا كان الحزام المزروع - وذلك مقارنة بترك مساحة الحزام كأرض محروثة. هذا .. إلا أن الحماية التي وفرها الحزام من الإصابة بالفيرس كانت أكبر ما يكون في الخطوط الخارجية المجاورة للحزام، وأقل ما يكون في الخطوط التي توجد في مركز المساحة؛ بما يعنى أن زراعة الأحزمة الواقية حول حقول إنتاج تقاوى البطاطس يفيد إنتاج التقاوى الإلتي عندما تكون الحقول بمساحة تقل عن ٠,٢ هكتار، أى حوالى نصف فدان (DiFonzo وآخرون ١٩٩٦).

كذلك أدت زراعة محاصيل حاجزة حول حقل لإنتاج القفل إلى وقايته من الإصابة بالفيروسات غير المتبقية التي ينقلها المن، وهى: فيرس وای البطاطس، وفيرس موزايك الخيار. حُدِّمَ حزام المحاصيل الحاجزة كمتلق للفيروسات القادمة إلى الحقل من خارجه، وإن لم تؤثر فى وصول المن - بعد تجريده من تلك الفيروسات - إلى القفل. وقد بدا واضحًا أن كفاءة أحزمة المحاصيل الحاجزة تتوقف على الفيرس ذاته وخصائص نقله الحشرى، وارتفاع المحصول الحاجز وقت شدة تعرض الحقل للإنتاجى للمن المهاجر. هذا .. ويجب ألا يعمل المحصول الحاجز كماوى لأى حشرة أو مسبب مرضى يمكن أن يشكل خطورة على المحصول المزروع (Feres ٢٠٠٠).

المعاملة الحرارية للأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر

يؤدى تعريض الأنسجة النباتية لحرارة ٣٦°م إلى حدوث تثبيت كامل لبعض الفيروسات، بينما يحدث وقف لنشاط البعض الآخر. وبمضى الوقت يصبح النسيج

النباتى خاليًا من الفيروس. ومن أمثلة المعاملات التى تجرى تجاريًا - للتخلص من الفيروسات فى الأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر - ما يلى:

١- تخليص درنات البطاطس من فيروس التفاف الأوراق potato leaf roll virus بحفظ الدرنات فى حرارة ٣٦°م لمدة ٢٠ يومًا.

٢- تخليص نباتات الفراولة من فيروس التبرقش strawberry mottle virus بحفظ النباتات فى حرارة ٣٧°م لمدة ٥٠ يومًا (Smith ١٩٧٧).

٣- كما وجد Kaiser (١٩٨٠) أن تخزين درنات البطاطس المصابة - فى حرارة ٣٧°م لمدة ٣-٦ أسابيع قبل زراعتها - أدى إلى تخليصها تمامًا من الفيروسات التالية:

فيروس التفاف أوراق البطاطس Potato leaf roll virus

فيروس موزايك البرسيم الحجازى Alfalfa mosaic virus

فيروس حلقة الطماطم السوداء Tomato black ring virus

حيث لم تكتشف أى من هذه الفيروسات فى النباتات النامية من الدرنات المعاملة. هذا ... إلا أن التخزين فى حرارة ٣٧°م لمدة ٦ أسابيع أدى إلى خفض نسبة إنبات الدرنات إلى ٤٤٪-٧٨٪ فى ثمانية أصناف من البطاطس.

٤- كذلك تفيد المعاملة الحرارية فى تخليص الأجزاء الخضرية المستعملة فى التكاثر من مسببات أمراض أخرى، كما يلى (عن Palti ١٩٨١):

الحصول والجزء الخضرى المعامل	المسبب المرضى الذى يتم التخلص منه	المرض الذى يبيبه
جذور البطاطا	الفطر <i>Ceratocystis fimbriata</i>	العفن الأسود
	الفطر <i>Monilochaetes infuscans</i>	القش Scurf
	التيما تودا <i>Meloidogyne incognita</i>	تمعد الجذور
درنات الهام	التيما تودا <i>Scutellonema bradys</i>	
أبصال وبصيلات البصل	الفطر <i>Peronospora destructar</i>	البياض الزغبى
شتلات الفراولة	التيما تودا <i>Aphelenchoides fragariae</i>	
	التيما تودا <i>A. ritzenhosi</i>	

التكاثر بالتطعيم

يقتصر إكثار الخضر بالتطعيم على خضر معينة؛ هي على وجه التحديد: البطيخ، والخيار، والقاوون (الكتنلوب) بأنواعه، والطماطم، والباذنجان.

ويتم إكثار هذه الخضر بالتطعيم لتحقيق عدة أهداف، كما يلي:

- ١- زيادة تحمل النباتات للحرارة المنخفضة، والملوحة العالية، وغدق التربة.
- ٢- تحفيز امتصاص الماء والعناصر الغذائية.
- ٣- زيادة قوة النمو النباتي، وطول فترة الحصاد.
- ٤- مكافحة بعض الأمراض الهامة التي تعيش في التربة، وتصيب النباتات عن طريق الجذور.

إن من أهم الأمراض التي تمت مكافحتها بكفاءة عن طريق التطعيم على أصول مقاومة الذبول الفيوزاري، والذبول البكتيري، وذبول فيرتسيليم، وعفن جذور مونوسبراسكس *monosporascus root rot* والنيماتودا، كما أحدث التطعيم - أحياناً - زيادة في قدرة تحمل النباتات لأمراض النموات الخضرية الفطرية والفيروسية، وكذلك لبعض الحشرات (King وآخرون ٢٠٠٨).

ويذكر Lee (١٩٩٤) الأصول المبينة في جدول (٦-٢) - كأ مثله - لمقاومة أمراض الطماطم التي تعيش مسبباتها في التربة.

جدول (٦-٢): المقاومة التي توفرها بعض أصول الطماطم الشائعة الاستعمال في كل من كوريا واليابان ضد الإصابة ببعض الأمراض التي تعيش مسبباتها في التربة^(١).

فيروس	نيماتودا	<i>Pyrenochaeta</i>	<i>Verticillium</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Ralstonia</i>	
الأصل الجذري	موزايك التبغ	تعدد الجذور	<i>lycopersici</i>	<i>dahliae</i>	<i>oxysporum</i>	<i>solanacearum</i>
BF	S	S	S	R	R	
LS89	S	S	S	R	R	

أصول الزراعة العضوية: ما لها وما عليها

تابع جدول (٦-٢).

<i>Ralstonia</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Verticillium</i>	<i>Pycnochaeta</i>	نيماتودا	فيري	
<i>solanacearum</i>	<i>oxysporum</i>	<i>dahliae</i>	<i>lycopersici</i>	موزايك التبغ	تعقد الجذور	الأصل الجذري
R	R	S	S	R	S	PFN
R	R	S	S	R	R	PFNT
S	R	R	R	R	R	KNVF
						KNVF Tm
S	R	R	R	R	R	Signal
S	R	S	R	R	R	KCFT-N

(أ): R = مقاوم، و S = قابل للإصابة Susceptible.

ويعطى - فيما يلى - مزيداً من الأمثلة لحالات نجح فيها التطعيم على أصول معينة في مكافحة أمراض هامة:

● أفاد تطعيم البطيخ على اليقطين *Lagenaria siceraria* في مكافحة مرض الذبول الفيوزارى (Liu وآخرون ١٩٩٥).

● أجريت اختبارات على عدد من أصول الكنتالوب - التى تعرف بمقاومتها التامة أو الجزئية للسلاسل 1,2 من الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* - لأجل التعرف على مستوى مقاومتها للفطر *Didymella bryoniae*، حيث ظهرت مستويات عالية من المقاومة مع كل من الأصول التالية:

Cucumis anguria

C. ficifolius

C. figarei

C. metuliferus

C. zeyheri

Benincasa hispida

الفصل السادس: توجيه الممارسات الزراعية لخدمة الإنتاج العضوي

● كذلك كانت الأصول الهجين التجارية ELSI، و ES 99-13، و RS 841 من الجنس *Cucurbita* على مستوى عالٍ مماثل من المقاومة للفطر (Trionfetti Nisini وآخرون ٢٠٠٠).

● يفيد تطعيم الكنتالوب على أصول ذات نمو جذري كثيف وقوى – مثل Pat 81 من *Cucumis melo subsp. agrestis* – في حمايته من الإصابة بالتدهور (Dias وآخرون ٢٠٠٢).

● أمكن مكافحة الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* مسبب مرض عفن الجذور والساق في الخيار بالتطعيم على أصول من هجين الـ *Cucurbita* التجارية Peto 42.91، و TS-1358، و TZ-148، مع الحصول على صفات جودة ثمرية عالية (Pavlou وآخرون ٢٠٠٢).

● استُخدم لمكافحة الذبول البكتيري في الطماطم – الذي تسببه البكتيريا *Ralstonia solanacearum* أصليين مقاومين. هما أصل الباذنجان EG203، وأصل الطماطم Hawaii 7996. ولقد تراوحت نسبة الإصابة عندما استخدم أصل الباذنجان بين صفر٪، و ٢,٨٪، مقارنة بنسبة إصابة تراوحت بين ٢٤,٤٪، و ٩٢,٩٪ في نباتات الكنتالوب غير المطعومة. وبينما أدت إضافة مخلوط من اليوريا والجير المطفئ للتربة إلى زيادة فاعلية أصل الطماطم في مقاومة الذبول البكتيري، فإن تلك الإضافة – التي كان لها تأثير مثبط على البكتيريا – لم تكن مؤثرة في زيادة فاعلية أصل الباذنجان (Lin وآخرون ٢٠٠٨).

● كذلك وجد في الطماطم أن استعمال الأصل Maxifort أدى إلى مكافحة الذبول الفيوزاري بصورة تامة، بينما أدى استعمال أي من الأصولين CRA 66، و Hawaii 7996 إلى التخلص من الإصابة بالذبول البكتيري، الأمر الذي يفيد كثيراً في مكافحة المرضين عند إنتاج الأصناف غير المقاومة لهما والتي تكون متميزة بصفات جودة عالية، كما في الأصناف القديمة المتميزة heirloom varieties (Rivard & Louws ٢٠٠٨).

طريقة الزراعة

لطريقة الزراعة تأثيرات كبيرة على الإصابة بالأمراض، كما يتبين من المناقشة التالية:

الزراعة على مصاطب مرتفعة

تساعد الزراعة على مصاطب مرتفعة في سرعة تصريف مياه الأمطار، ومياه الري بالرش أو بالتنقيط، فلا تتعرض الجذور للإصابة بالأعفان. كما تعمل المصاطب المرتفعة - كذلك - على رفع حرارة التربة، مما يساعد على سرعة إنبات البذور وتقليل فرصة تعفنها (عن Isakeit & Philley ٢٠٠٧).

كثافة الزراعة

أمكن الحد من إصابة الفاصوليا بالفطر *Sclerotinia sclerotiorum* مسبب مرض العفن الأبيض تحت ظروف الري بالرش بخفض كثافة الزراعة إلى أربعة نباتات - تبعد عن بعضها البعض بمسافة متساوية - في كل متر مربع (Vieira وآخرون ٢٠١٠).

مسافة الزراعة

نجد بصورة عامة أن شدة الإصابات المرضية تزداد بنقص مساحة الزراعة. فمثلاً.. وجد أن شدة إصابة ثمار الفراولة بالبوتريتس تزداد بنقص مسافة الزراعة بين النباتات من ٤٦ سم إلى ٢٣ سم، إلا أن المحصول يزداد في المسافات الضيقة على الرغم من الإصابة (Legard وآخرون ٢٠٠٠).

عمق الزراعة

تؤدي زيادة عمق الزراعة - خاصة في الأراضي المتوسطة القوام والثقيلة - إلى ضعف تعرض درنات البطاطس للإصابة بالفطر *Phytophthora infestans* الذي يمكن لجراثيمه السابحة وأكياسه الجرثومية الانتقال إلى أسفل سطح التربة مع حركة الماء. ولكن ذلك

الانتقال يكون لمسافة أكبر في الأراضي الخفيفة عما في سواها (Porter وآخرون ٢٠٠٥).

أغطية التربة (الملش)

يفيد استعمال أغطية التربة (الملش mulches) في مكافحة الحشرات الناقلة للأمراض الفيروسية وبخاصة المنّ والذبابة البيضاء - وبذلك يمكن خفض أو تأخير الإصابة بعدديد من الأمراض الفيروسية.

وبالنسبة للمنّ .. فإنه نادراً ما يفيد استعمال المبيدات - حتى تلك غير المصرح بها في الزراعة العضوية - في مكافحة الأمراض الفيروسية التي تنقلها الحشرة؛ ذلك لأنها تكون - غالباً - غير متبقية، ولا يستغرق اكتساب الحشرة للفيروس - عادة - أكثر من ١٥ ثانية من تغذيتها على نبات مصاب، ويمكن للحشرة التي اكتسبت الفيروس أن تنقله مباشرة إلى نبات سليم - دون أن تمر بفترة حضانة - وذلك في خلال ١٥ ثانية أخرى من تغذيتها عليه. ويعنى ذلك أن الحشرة الحاملة للفيروس يمكنها نقله إلى النبات السليم قبل أن يقضى عليها المبيد.

كذلك يفيد استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة في خفض شدة الإصابة ببعض الأمراض والآفات الأخرى.

الأغطية البلاستيكية العاكسة للضوء

تستعمل لهذا الغرض الأغطية البلاستيكية (أغطية البوليثلين) البيضاء أو ذات السطح الفضي. توضع هذه الأغطية على سطح التربة قبل الزراعة لتحقيق عدة أهداف، ولكن ما يهمنا في هذا المقام أنها تعمل على طرد الحشرات؛ بسبب انعكاس الأشعة فوق البنفسجية من عليها؛ الأمر الذي يحدث ارتباكاً لبعض الحشرات (مثل: المنّ، والتربس، والذبابة البيضاء، وصانعات الأنفاق) عندما تحاول أن تحط على النباتات، وبذا فوي تفيد في مكافحة الحشرات ذاتها، وفي الحد من انتشار الأمراض الفيروسية التي تنقلها تلك الحشرات.

ومن بين الفيروسات التي تكافح بهذه الطريقة - فى الولايات المتحدة - فيروس موزايك الخيار وفيروس Y البطاطس فى الفلفل، وفيروس موزايك البطيخ فى الكوسة، وغيرها من الفيروسات، وخاصة الفيروسات غير المتبقية التى ينقلها المن، والتي لا يفيد معها - كثيراً - استعمال المبيدات ضد المن؛ حيث يمكن أن تنقل الحشرة الفيروس إلى النبات السليم قبل أن تموت بفعل المبيد.

الأغطية البلاستيكية الصفراء الجاذبة للحشرات

يفيد استخدام البلاستيك (البوليثلين) الأصفر - كغطاء للتربة فى حالة الطماطم - فى خفض معدلات الإصابة المبكرة بغيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم؛ لأنه يجذب إليه حشرة الذبابة البيضاء الناقلة للفيروس؛ مما يؤدي إلى موتها بفعل ملامستها للبلاستيك الساخن (عن Cohen & Melamed-Madjar ١٩٧٨).

كما وجد أن الأغطية البلاستيكية الصفراء - وبدرجة أقل الأغطية البرتقالية اللون - تجذب إليها حشرة من الخوخ *Myzus persicae* (عن Csizinsky وآخرين ١٩٩٥).

دور أغطية النباتات

توفر الأغطية النباتية الطافية floating plant covers (أو suspended row covers) - وهى أغطية توضع فوق النباتات مباشرة فى خطوط الزراعة - حماية من عديد من الإصابات الفيروسية التى تنقلها الحشرات، وخاصة تلك التى تنقلها حشرات المن، والذبابة البيضاء، والترس.

وهذه الأغطية غير منسوجة، وتصنع إما من البولسترين (مثل: Agryl P17، و Agronet)، وإما من البولي بروبيلين (السوفان مثل: Base UV17)، وهى خفيفة الوزن؛ حيث لا يزيد وزنها على ١٧ جم لكل متر مربع، وتسمح بنفوذ الماء والهواء، ونحو ٩٠٪ - ٩٥٪ من الضوء الساقط عليها، كما تسمح برش المبيدات من خلالها، ولا تؤدي إلى تكثيف الرطوبة. وتعمل التهوية الجيدة من خلالها على منع خفقان الغطاء بفعل الرياح.

الفصل السادس: توجيه الممارسات الزراعية لخدمة الإنتاج العضوي

توضع هذه الأغذية إما على النباتات مباشرة، وتثبت من الحواف بالقرب على ألا تكون مشدودة لكي تسمح بالنمو النباتي، وإما أنها توضع على أقواس سلكية متباعدة تُثبت على خطوط الزراعة. والطريقة الثانية هي المفضلة، ويلزم معها تغليف الأقواس السلكية بخراطيم رى بالتنقيط مُستهلكة للمحافظة على الغطاء من التمزق.

تستعمل هذه الأغذية في الزراعات الحقلية لوقاية النباتات من جميع الأمراض الفيروسية التي تنقلها الحشرات، فهي - مثلاً - تستخدم بصورة تجارية لحماية الطماطم من فيروس تجعد واصفرار الأوراق في منطقة الشرق الأوسط. وفي حماية الكوسة من فيروس تجعد أوراق الكوسة.

وإلى جانب الحماية من الإصابات الفيروسية، فإن الأغذية النباتية تحمي النباتات - ابتداءً - من الإصابات الحشرية. فمثلاً.. وفّرت هذه الأغذية حماية لنباتات الكرنب من الإصابة بكل من المنّ، والفراشة ذات الظهر الماسي، ويرقات رتبة حرشفية الأجنحة؛ الأمر الذي قلل كثيراً من الحاجة إلى استعمال المبيدات الحشرية.

وفي حالة القرعيات - وهي من المحاصيل الخلطية التلقيح - يتعين رفع الغطاء عن النباتات عند بداية مرحلة ظهور الأزهار المؤنثة.

وإلى جانب الأغذية النباتية المصنوعة من البوليسترين والبولي بروبيلين، فقد ظهرت - كذلك - أغذية طافية خفيفة الوزن مصنوعة من البوليثلين Spunboded polyethylene row covers. وقد نجح استعمال هذه الأغذية - في فلوريدا - في حماية الكوسة من الإصابة بكل من الفيروسات التي ينقلها المنّ، والتلون الفضي الذي تحدثه تغذية الذبابة البيضاء، فضلاً عن استبعاد الغطاء للمنّ، والذبابة البيضاء، وحشرات أخرى؛ الأمر الذي أدى إلى زيادة المحصول بدرجة كبيرة للغاية مقارنة بعدم التغطية، وكانت الزيادة في المحصول أكبر عندما ترك الغطاء في مكانه إلى ما بعد بداية الإزهار بمدة أسبوع واحد على الأقل (Webb & Linda 1992).

وأدى استعمال أغذية البولي بروبيلين الطافية إلى حماية نباتات الطماطم من كل من

فيرس ذبول الطماطم المتبقع الذى ينقله إليها التبريس، وفيرس موزايك الخيار والذى ينقله إليها المنّ (Pentangelo وآخرون ١٩٩٩).

كما يؤدى استعمال الأغذية النباتية الطافية لنباتات الكوسة بعد شتلها مباشرة ولمدة ١٨ يومًا فقط (حيث أزيلت بعد ذلك للسماح بتلقيح النحل للأزهار) إلى زيادة المحصول بنسبة ٦٠٪ بسبب حماية الغطاء لها من الإصابة بالذبابة البيضاء التى تنقل لها فيروسات الجيمنى (Jensen وآخرون ١٩٩٩).

تغطية النباتات بشباك بيضاء طاردة للحشرات

أدى وضع شبك بوليثلين بيضاء اللون - أعلى مستوى نباتات الفلفل بنحو ٥٠ سم - إلى خفض معدل إصابتها بفيرس موزايك الخيار وفيرس Y البطاطس اللذين ينقلهما المنّ. وكانت الشباك البيضاء أكثر فاعلية من كل من: الشباك الصفراء اللون، والشباك ذات اللون الرمادى الفاتح.

وأوضحت الدراسات أن استعمال شبك ذات فتحات بأبعاد 10×3 سم، وخيوط قطرها ١,٣ مم - والتى تقلل الإضاءة بنحو ٢٠٪ - كان أفضل من غيرها، وذلك لانخفاض أسعارها، مع احتفاظها بفاعليتها فى طرد الحشرات الناقلة للفيروسات.

وقد كان متوسط أعداد المنّ فى مساحة 30×30 سم هو ٦,٦ فردًا تحت الشباك البيضاء، مقارنة بنحو ٤٦,٠ فردًا تحت الشباك الصفراء، و ٥٥,٣ فردًا فى معاملة الشاهد بدون شبك.

وتؤدى الشباك دورًا مزدوجًا؛ فهي تطرد المنّ بما تعكسه من ضوء، كما أنها تخفى المحصول عن المنّ الذى لا يزيد مدى رؤيته على ٥٠ سم (عن Palti ١٩٨١).

المكافحة الميكانيكية للحشرات

أمكن مكافحة عديد من الحشرات الصغيرة فى حقول الفراولة بواسطة شغلها بجهاز

الفصل السادس: توجيه الممارسات الزراعية لخدمة الإنتاج العضوي

يمر على مصاطب الزراعة يطلق عليه اسم بيوفاك Biovac، وهو جهاز صمم خصيصاً للفراولة؛ حيث يخلص النباتات من الجزء الأكبر من تلك الحشرات. ويوصى بعدم استعمال الجهاز بين الساعة الثامنة صباحاً والسادسة مساءً وهي الفترة التي ينشط فيها النحل؛ ذلك لأن مروره في وجود النحل - في أحد الاختبارات - أدى إلى طيران ١٩٪ فقط من أفراد النحل، ومن بين الأعداد المتبقية .. شغل الجهاز ٦١٪ منها، بينما تعلقت الباقيات (٣٩٪) بالنباتات (Chiasson وآخرون ١٩٩٧).

كما أمكن خفض أعداد عديد من الحشرات - مثل الذبابة البيضاء والمن، و *Empoasca* spp. - بمعدلات تراوحت بين ٥٠٪، و ٧٥٪ بطريق الشفط الهوائي من أعلى المصاطب بعد تحريك تلك الحشرات من أماكنها بالأوراق بدفع تيار هوائي قوى من جانبي المصطبة. أما صانعات الأنفاق فلم تكن تلك الطريقة مؤثرة معها بسبب قدرتها القوية على الطيران (Weintraub وآخرون ١٩٩٦).

وقد أمكن بتلك الطريقة تقليص أعداد الذبابة البيضاء في حقول الكنتالوب بنسبة ٣٠٪ إلى ٦٠٪ عن طريق شفطها. أجرى ذلك بتركيب وحدة على الجرار تقوم أثناء سيره على مصاطب الكنتالوب بدفع تيار هواء قوى على جانبي المصطبة نحو النباتات في الوقت الذي يتم فيه شفط الهواء بالتفريغ من أعلى النباتات (Weintraub & Horowitz ١٩٩٩).