الباب السادس
المكافحة بالعمليات الزراعية

يحدث المرض النباتى الطفيلى عند توفر ثلاثة عوامل أساسية ، نبات عائل قابل للإصابة بالطفيل ، طفيل قادر على إحداث الإصابة بالنبات العائل ، ظروف بيئية تتوافق مع قدرة الطفيل على إحداث المرض وتتلاءم مع استعداد النبات العائل على الإصابة. تؤثر عوامل البيئة على كل من العائل والطفيل ، فإن أمكن التحكم فى تلك العوامل لتعمل فى صالح العائل وليس فى صالح طفيلياته أمكن الحد من فرص حدوث الإصابات المرضية.

إن التحكم فى عامل أو أكثر من عوامل البيئة التى يزرع فيها المحصول يعتبر صعب التنفيذ ، فمثلا لا يمكن بسهولة التحكم فى درجات حرارة الجو أو التربة ، أو فى درجة الرطوبة الجوية أو فى شدة الإضاءة وغيرها من عوامل الجو ، والتى يمكن اعتبار كل منها بمفرده أو مجتمعا مع غيره من عوامل أخرى ذو أثر هام فى حدوث العدوى ونجاح تكشف المرض ، غير أن هناك بعض الإجراءات التى يمكن إتباعها للتحكم فى بعض عوامل البيئة ومنها إجراء تعديلات فى بعض العمليات الزراعية تؤدى إلى إحداث تغيير فى عامل أو أكثر من عوامل البيئة والوصول إلى ظروف غير ملائمة لحدوث الإصابة وإنتشار المرض ، ومن أمثلة ذلك إتباع إجراءات معينة فى عمليات خدمة التربة التى تؤثر فى مدى تفككها وقدرتها على حفظ الرطوبة وبعض الخواص الطبيعية الأخرى ، والعمليات التى تؤثر على كائنات التربة كإتباع دورة زراعية مناسبة تتعاقب فيها محاصيل معينة ، وإضافة مواد معينة للتربة تحدث تغييرات فى درجة حموضتها ، أو فى توفر عناصر كيمائية معينة ، واختيار الموقع المناسب للزراعة ، والتغيير فى مواعيد الزراعة ، وكذلك التحكم فى مياه الرى من حيث كميته والفترات بين الريات وطريقة الرى.

وقد أثبتت الدراسات ونتائج الأبحاث فى هذا المجال أنه يمكن الحد من الأضرار والتقليل من الخسائر التى تحدثها بعض الأمراض النباتية بإتباع تحويرات معينة فى العمليات الزراعية المتبعة ، لتهيئة ظروف ملائمة لنمو قوى للعائل وفى نفس الوقت لا تتلاءم تلك الظروف مع هجوم الطفيل للعائل وإصابته ، وبناء عليه فإن ذلك قد يكفل هروب العائل من الإصابة أو الحد منها لدرجة كبيرة.

وفيما يلى بيان بأهم العمليات الزراعية التى تؤثر فى الحد من انتشار مسببات الأمراض النباتية وتقليل فرص إصابتها لعوائلها.

1-6 الدورة الزراعية

يقصد بالدورة الزراعية crop rotation توالى زراعة محاصيل إقتصادية دوريا فى مساحة من الأرض قبل زراعة المحصول الذى زرع فى أول الدورة مرة أخرى. وقد عرف منذ أقدم العصور أن الزراعة المستمرة لمحصول واحد بنفس قطعة الأرض يعمل على خفض إنتاجية المحصول سنة بعد أخرى ، كما عرف أن لبعض المحاصيل مثل المحاصيل البقولية أثر مفيد على المحاصيل الأخرى التى تليها فى نفس الأرض. هذا ، وتعتبر الدورة الزراعية، بصفة عامة ، من أقدم وأكثر الطرق فاعلية لمقاومة الأمراض النباتية التى تنشأ عن الطفيلات التى تعيش فى التربة والتى تصيب المحاصيل المختلفة. ذلك بالإضافة إلى ما للدورة من فوائد أخرى ، كأثرها المفيد فى زيادة خصوبة الأرض وفى مكافحة الآفات المرضية والحشرية والحشائش الضارة. وسيكون اهتمامنا فى هذا الجزء بالحديث عن أهمية الدورة الزراعية فى مكافحة الأمراض النباتية ، ولا يعنى هذا إغفال العوامل الأخرى المؤثرة فى إنتشار الأمراض النباتية مثل خصوبة التربة ورطوبتها ودرجة حموضتها وإنتشار الحشرات والحشائش وغير ذلك.

يراعى فى تصميم الدورة الزراعية أن تكون المحاصيل المتتابعة غير قابلة للإصابة بنفس الطفيليات ، وعلى ذلك يمكن الحد من تكاثر وإنتشار مسببات الأمراض النباتية ذات المدى العوائلى الضيق والتى لا تستطيع المعيشة فى غياب العائل القابل للإصابة بها فترات طويلة. وقد نجحت تلك الوسيلة ، أى تطبيق دورة زراعية ، فى كثير من الحالات لمكافحة بعض أمراض الجذور التى لا يتيسر مكافحتها بالمبيدات الكيمائية إما لإرتفاع تكاليف المكافحة أو لصعوبة تنفيذ إجراءات المكافحة عمليا فى الحقل على نطاق واسع.

ولابد لنجاح دورة زراعية فى مكافحة مرض ما أن يصحبها مكافحة للحشائش التى تنمو مع المحاصيل المختلفة والتى قد تعول المسبب المرضى وتجدد نشاطه وتكاثره خلال فترة غياب العائل الأساسى ، وذلك كما فى حالة هالوك الفول الذى يمكنه أن يتطفل على العديد من الحشائش خلال غياب الفول وغيره من المحاصيل القابلة للإصابة به.

فى بعض الحالات ، وتحت ظروف اقتصادية معينة يتحتم زراعة محصول واحد ، بصورة مستمرة دون اتباع دورة زراعية ، كما فى كثير من زراعات القمح بالولايات المتحدة الأمريكية وزراعة الأرز فى اليابان وزراعة القصب فى كوبا. يرجع ذلك إلى أن تلك المحاصيل تدر ربحا كبيرا فى تلك البلاد يغطى مكافحة الأمراض التى تزداد شدتها سنة

بعد أخرى نتيجة التزايد التدريجى للكائنات المرضية فى التربة لتوافر الظروف الملائمة لتكاثر وانتشار لقاحها.

فى حالة الطفيليات المرضية ذات المدى العوائلى الواسع ، أو تلك التى يمكنها أن تعيش فى حالة نشطة بالتربة بعيدة عن عوائلها لفترات طويلة ، فإن تأثير إتباع دورة زراعية معينة لا يؤدى إلى نتائج فعالة فى مكافحة الأمراض التى تنشأ عنها. ولكنه يمكن القول أن التخطيط لإتباع دورة زراعية معينة يؤدى بوجه عام إلى تخفيف الأضرار التى قد تنشأ عن الطفيليات الممرضة التى تعيش بالتربة ، كما يحد من إنتشار تلك الأمراض بصورة وبائية.

تعتبر الفطريات من الطفيليات الهامة التى تعيش فى التربة وتؤثر فى نمو الكثير من المحاصيل. وقد قسم جاريت Garrett سنة 1956 فطريات التربة إلى مجموعتين أساسيتين على أساس معيشة الطور النشط من دورة حياتها كالآتى :

1- فطريات تسكن الجذور root inhabitant fungi ، أى أنها تمضى طورها النشط فى علاقة تطفلية مع جذور النباتات.

2 - فطريات تسكن التربة soil inhabitant fungi ، أى فطريات تمضى طورها النشط مترممة فى التربة.

وأوضح جاريت أن الفطريات التى تسكن الجذور تتميز بنمو نشط للطور الطفيلى منها على جذور عوائلها النباتية النامية ، ثم تلجأ إلى المعيشة الترممية فى التربة عند غياب عائلها، وهى فى حالة نمو ضعيف أو فى حالة سكون.

أما الفطريات التى تسكن التربة فيمكنها أن تعيش رميا فى التربة لفترات طويلة فى حالة نمو نشط ، ولكنها قد تلجأ ، تحت ظروف معينة إلى مهاجمة جذور بعض النباتات ، وتمضى طورا ضعيفا مختصرا ، وهى فى حالة طفيلية.

غالبية الأمراض الخطيرة التى تصيب جذور كثير من المحاصيل الزراعية تتسبب عن فطريات تعيش فى التربة وتقع ضمن المجموعة الأولى التى تعتمد لدرجة كبيرة على نمو العائل الحى القابل للإصابة بها ، وعلى ذلك فمن الممكن مكافحة الأمراض التى تتسبب عن مثل هذه الفطريات بالتحكم فى تعاقب زراعة محصول غير قابل للإصابة بمرض معين إثر محصول آخر يكون قابلا للإصابة بنفس المرض ، أى باختيار دورة زراعية مناسبة لهذا الغرض وهذا يتطلب معرفة دقيقة بتطفل المسبب المرضى والمدى العوائلى له.

من أمثلة أمراض الجذور التى تفيد فى مقاومتها إتباع دورة زراعية مناسبة مرض عفن الجذور التكساسى والمتسبب عن الفطر فيماتوتريكوم أمنيوفورم *Phymatotrichum omnivorum* والذى يمكنه إصابة أكثر من ألفى نوع من النباتات التى تنتمى للعديد من العائلات ، وقد أمكن الحد من إصابته للقطن بإتباع دورة زراعية تدخل فيها المحاصيل النجيلية التى لا تصاب بالفطر المذكور .

وتشير الأبحاث إلى أن اتباع دورة رباعية تشمل القطن واللوبيا والقمح والذرة أنقصت نسبة إصابة القطن بالمرض من حوالى 40 % إلى 5 %.

وقد وجد أن إتباع وسائل أخرى مع الدورة الزراعية يفيد كثير فى تقليل الإصابة ذلك أن لهذا الفطر القدرة على تكوين أعداد كبيرة من الأجسام الحجرية تكمن فى التربة محتفظة بحيويتها لمدة 12 سنة تصل فيها إلى عمق 30 سم. من تلك الوسائل ، وجوب العناية بخدمة الأرض لتوفير مهد صالح لإنبات البذور ولاستئصال الحشائش التى قد يتخذها الطفيل كعوائل له. كما اتضح أن اتباع دورة زراعية يتخللها ترك الأرض بور فى موسم زراعى معين مع حرثها وتعريضها للشمس أو غمرها بالمياه أدى إلى الإقلال من الإصابة فى حالة بعض الأمراض مثل الذبول الفيوزاريومى والفرتسليومى وأمراض عفن جذور الحبوب.

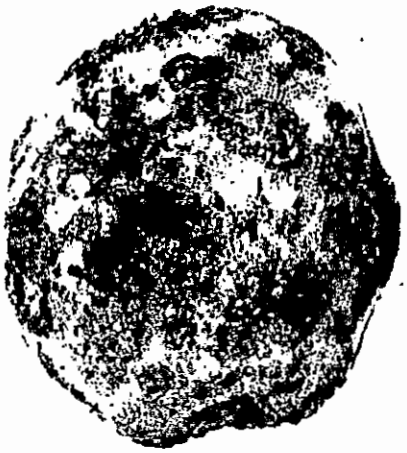
من أهم أمراض القمح التى لقيت عناية خاصة فى دراستها للوصول إلى طريقة فعالة فى مكافحتها مرض عفن الجذور المتسبب عن الفطر أفيوبولس جرامينس *Ophiobolus graminis* ، فقد وجد أن الأحياء النباتية الدقيقة التى تعيش فى التربة ، وكذلك وفرة الآزوت للإمتصاص بالتربة ، يؤثران تأثيراً كبيراً على حيوية ونشاط الفطر المذكور بالتربة ، لهذا كان لزراعة محاصيل معينة شرهة فى إمتصاص الآزوت الصالح من التربة ، فى دورة زراعية مع القمح، أثر كبير فى الحد من الإصابة بهذا المرض.

وقد ساعد إتباع دورة زراعية للبطاطس فى الإقلال من إصابة البطاطس بأمراض اللفحة المتأخرة والذبول الفيوزاريومى والذبول الفرتسليومى وفى مكافحة فطر الريزوكتونيا فى البطاطس وخاصة عندما يراعى عدم استخدام محاصيل فى الدورة تكون قابلة للإصابة بمسببات تلك الأمراض. كما وجد أن إتباع دورة زراعية للكرنب لا يوجد بها محاصيل قابلة للإصابة بمرض الجذر الصولجانى المتسبب عن الفطر بلازموديوفورا براسيكى *Plasmodiophora brassicae* (شكل 3-2) ، كان له أثر واضح فى الإقلال من الإصابة بالمرض ، فى حين أن ذلك لم يكن مؤثراً على شدة الإصابة بمرض الذبول الناتج عن الفطر فيوزاريوم أكسيسبورم كونجليتنس *F. oxysporum conglutinans* .

كما وجد أن إنتشار فيوزاريوم أكسيسبورم كيوبنز *F. oxysporum cubense* المسبب لمرض بناما فى الموز يعتبر عاملاً محدداً لزراعة الموز فى بعض مناطق زراعته بأمريكا الوسطى ، وقد تبين أن إتباع دورة زراعية فقط لم يكن كافياً للحد من المرض ، ولكن إتباع طريقة غمر الأرض بالماء وتركها بور خلال الدورة الزراعية أفاد كثيراً فى مكافحة المرض.

نجحت الدورات الزراعية كوسيلة لمكافحة كثير من الأمراض البكتيرية ، من ذلك مرضى ذبول الطماطم البكتيرى المتسبب عن البكتيريا سيدوموناس سولانسيارم *Pseudomonas solanacearum* الذى أمكن الإقلال منه بإتباع دورة زراعية يتبادل فيها الطماطم مع الذرة الرفيعة على أن لا يدخل فى تلك الدورة الباذنجانيات ، كما أمكن مكافحة مرض الذبول البكتيرى فى الموز المتسبب عن سلالة خاصة من الفطر السابق بإتباع دورة زراعية يتعاقب فيها الموز مع محاصيل أخرى غير قابلة للإصابة بالسلالة الفطرية السابقة مع تبوير الأرض لفترة معقولة.

كذلك فقد نجحت الدورة الزراعية الثلاثية فى مكافحة الجرب العادى فى البطاطس المتسبب عن البكتيريا ستربتوميسيس سكابيس *Streptomyces scabies* (شكل 16-1).



شكل 6-1 درنة بطاطس مصابة بالجرب العادى

عرف ، منذ زمن بعيد ، تأثير الدورة الزراعية على الإقلال من أعداد النيماتودا الموجودة بالتربة والتى يمكنها إصابة عائل معين. وستظل الدورة الزراعية ، رغم اكتشاف الكثير من المواد الفعالة ضد النيماتودا ، من أنسب الوسائل لمكافحتها. ومن الحالات التى نجحت فيها مكافحة مرض تعقد الجذور النيماتودى فى ولاية فلوريدا الأمريكية إتباع دورة زراعية تتبادل فيها محاصيل قابلة للإصابة بالمرض مثل البطاطس والدخان والبطيخ والقطن مع أخرى غير قابلة للإصابة بتلك النيماتودا مثل القمح والشيلم والفول السودانى ، وقد ساعد على المكافحة ترك الأرض بورا خلال موسم معين فى الدورة الزراعية. كذلك فقد أمكن فى ولاية جورجيا الأمريكية الحد من إصابة أشجار الخوخ بمرض تعقد الجذور بزراعة كروتالاريا سبكتابيلس *Crotalaria spectabilis* بين الأشجار صيفا ، وزراعة نباتات الشوفان شتاءا.

يوصى باستخدام الدورة الزراعية كوسيلة لمكافحة الأمراض الفيروسية التى تنتقل عن طريق التربة ، ويتوقف ذلك لحد كبير على مدة حيوية الفيروس فى التربة وكذلك على وسيلة نقله. وقد وجد أن مرض موزايك الكرفس كان شديد الوطأة فى الأماكن التى يزرع فيها الكرفس بصفة مستمرة ، فى حين أن الإصابة بهذا المرض قلت فى الأماكن التى يتبادل فيها الكرفس مع محاصيل أخرى غير قابلة للإصابة بفيروس مزايك الكرفس. وبالنسبة لتأثير وسيلة نقل الفيروس على إنتشار المرض فقد وجد أن التربة الملوثة بفيروس موزايك القمح ظلت محتفظة بقدرتها على إحداث المرض حتى بعد حفظها لمدة أربعة سنوات فى الصوبة وكان الرأى المرجح أن الفيروس المسبب يعيش فى كائنات ميكروسكوبية من قاطنات التربة. فقد وجدت فيروسات أخرى يمكنها المعيشة فى كائنات دقيقة بالتربة من ذلك فيروس العرق الكبير big vein فى الخس الذى يعيش داخل جراثيم الفطر البيديوم برلسيكى *Olpidium brassicae* الذى يعمل كناقل للفيروس. كذلك فإن بعض الفيروسات ومنها الفيروس المسبب لمرض التبقع الحلقى فى الطماطم والدخان تنتقل بواسطة نيماتودا زيفينيما أمريكانم *Xiphinema americanum*. بعض الأمراض الفيروسية كتجعد القمة فى البنجر وموزايك الخيار تنتقل عن طريق بذور الحامول التى تحتفظ بحيويتها فى التربة لمدد طويلة. كذلك فإن كثير من النباتات الزهرية المتطفلة ذات مدى عوائلى واسع. لهذا فإنه يجب مراعاة ناقلات الفيروسات المختلفة ومدة حياتها فى التربة بعيدة عن عوائلها عند تصميم دورة زراعية للفيروسات التى تعيش داخل ناقلات حية بالتربة.

يتضح من كل ما سبق أن هناك عوامل كثيرة تؤثر على مدى فاعلية الدورة الزراعية كوسيلة لمكافحة أمراض النبات ، سنتناولها فيما يلى :

6-1-1 مدى اتساع النطاق العائلى للطفيل ومدة حيويته فى التربة

الدورة الزراعية ذات تأثير فعال فى مكافحة الطفيليات المتخصصة على عائل واحد أو المحدودة العوائل مقارنة بالطفيليات متعددة العوائل ، إلا أن من بين هذه الطفيليات المحدودة العوائل ما يمكنها أن تعيش وتتكاثر فى بقايا المحاصيل بالتربة وذلك كما فى فطريات الفيوزاريوم المسببة لذبول القطن أو الطماطم أو الكتان لمدد غير محدودة. بعض الطفيليات لا تتكاثر بالتربة ، ولكنها تختلف فى مدة احتفاظ أجزائها التكاثرية بحيويتها فى التربة ، فجراثيم الفطر المسبب للتفحم المغطى فى القمح تحتفظ بحيويتها فى التربة لفترة قصيرة ، فى حين أن الجراثيم الساكنة للفطر المسبب لمرض الجذر الصولجانى فى الكرنب يمكنها الاحتفاظ بحيويتها لعدة سنوات. من ذلك يتضح لنا أنه كلما كانت قدرة الأجزاء التكاثرية للطفيل على الكمون فى التربة لفترات طويلة كلما تحتم إطالة فترة الدورة الزراعية. ويصعب الاعتماد بوجه عام على الدورة الزراعية كوسيلة وحيدة لمكافحة الأمراض النباتية المتسببة عن كائنات ذات مدى عوائلى واسع ، وكذلك بالنسبة للطفيليات التى يمكنها أن تعيش فى حالة مترممة فى التربة ، وأيضا تلك الطفيليات التى تكون أجسام تكاثرية تستطيع البقاء حية لفترات طويلة.

6-1-2 مدة الدورة وترتيب المحاصيل بها

يتحكم فى اختيار وترتيب المحاصيل الداخلة فى الدورة الزراعية عدة عوامل منها الآفات والأمراض النباتية التى تصيب المحاصيل المختلفة ومدى إجهاد المحاصيل المختلفة للتربة ونوعية التربة والظروف الجوية السائدة فى فصول السنة المختلفة والقيمة الاقتصادية للمحاصيل المنزرعة وإمكانية تسويقها. ويهمنا مدى قابلية النباتات المنزرعة للإصابة بالأمراض وتأثير تلك المحاصيل على كائنات التربة المرضية ومدة بقاء المسببات المرضية بالتربة ، فالمحاصيل التى تنتمى لعائلة نباتية واحدة لا ينصح بزراعتها على التوالى نظرا لاحتمال إصابتها بنفس المسببات المرضية ، كما لا ينصح بتتابع محاصيل تكون نموات أرضية متشابهة مثل الدرنات والجذور المتشحمة حيث يزيد ذلك من احتمال إصاباتها بكائن مرضى واحد ، فالبطاطس والبنجر قابلان للإصابة بالبكتيريا ستربتوميسس سكابيز *Streptomyces scabies* (شكل 6-1).

فترة بقاء المحصول بالأرض يجب أن تكون موضع اعتبار عند تصميم الدورة ، ذلك أنه كلما زادت فترة بقاء المحصول بالأرض كلما زادت فرص تعرضه للإصابة ، فالبرسيم الحجازى لا يجب أن يظل فى الأرض الموبوءة بالبكتيريا كورينيبكتيريم إنسديوزم *Corynebacteriumn insidiosum* أكثر من عامين لأن ذلك يقلل محصوله بنسبة كبيرة لإصابته بالذبول.

كما يراعى عند زراعة أرض موبوءة بكائن مرضى كمسبب الجرب العادى فى البطاطس أن تزرع بمحاصيل غير قابلة للإصابة بالمسبب المرض ، لأن ذلك يعمل على تجويع الكائن الممرض والقضاء عليه. وتتوقف فاعلية هذا الإجراء على مدى قدرة الطفيل على المعيشة الترممية.

كما يراعى فى تتابع المحاصيل ، الحشائش التى تسود فى تلك المحاصيل وعلاقتها بالمحاصيل الأخرى فى الدورة ، فمثلاً لا يزرع الشوفان فى دورة منزرع فيها كرنب حيث تكثر حشيشة الخردل البرى فى زراعة الشوفان ، وأن الخردل يصاب بالفطر المسبب لمرض الجذر الصولجانى الذى يصيب الكرنب.

3-1-6 السماد العضوى والمخلفات النباتية

تنتشر كثير من الأمراض النباتية عن طريق التسميد العضوى ، وخاصة تلك الطفيليات التى تكون أجساماً ساكنة كبعض مسببات أمراض التفحم أو تلك التى تعيش داخل بقايا الأنسجة المريضة كمسبب مرض التدرن التاجى. كذلك فإن بعض المسببات المرضية يمكنها أن تمر سليمة خلال القناة الهضمية للحيوانات. لذلك يجب مراعاة عدم استخدام السماد العضوى وما يضاف إليه من مخلفات نباتية محتمل إحتوائها على مسببات أمراض نباتية يمكن أن تصيب المحصول الذى سيزرع ، إلا بعد مضى فترة من الزمن كفيلة بالقضاء على هذه الطفيليات نتيجة للتخمرات التى تحدث. هذا بالإضافة إلى أن بعض الكائنات المرضية يشجعها وجود مواد عضوية كثيرة كمسببات التفحم اللوانى فى القمح وذبول الطماطم ، كما أن البعض الآخر من الطفيليات يثبط نشاطها وجود مواد عضوية. من ذلك يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار عند تصميم الدورة الزراعية أثر الأسمدة العضوية.

2-6 اختيار المكان المناسب لزراعة المحصول

التربة هى مهد التقاوى ومكان نمو الجذور ومصدر أساسى لتغذية النباتات ، كما أنها بيئة لمعيشة ونمو الكثير من طفيليات النبات. تختلف النباتات فى احتياجاتها من التربة ، لهذا كان إختيار التربة عاملا هاما يؤثر على المحصول النامى ومدى تعرضه للآفات وقدرته الإنتاجية. فزراعة المحصول المناسب فى المكان المناسب ذو أهمية كبيرة فى مكافحة كثير من الأمراض النباتية ، فتفضل زراعة أشجار الفاكهة فى الأماكن ذات المستوى المائى المنخفض والتى يتوفر فيها تهوية جيدة ، إذ أن تلك الأراضى تسمح للجذور بالنمو المتعمق ، كما أنها تقلل من الرطوبة الأرضية والجوية وعدم تزايدها فى البيئة المحيطة بالأشجار. كذلك فإن النباتات المنزرعة على التلال تقل بها الإصابة بالأمراض عن تلك المنزرعة بالوديان ، ومن أمثلة تلك الأمراض تجعد أوراق الخوخ وجرب التفاح واللفحة المتأخرة فى البطاطس والبياض الزغبى فى البصل. ويعلل خلو زراعات العنب ، المجاورة لبحيرة إرى Erie بالولايات المتحدة الأمريكية ، من مرض العفن الأسود إلى التهوية الجيدة الناتجة عن التيارات الهوائية المعتدلة فى تلك المنطقة. أيضا فى الولايات المتحدة الأمريكية ينتشر مرض تفحم البصل بالولايات الشمالية ولهذا فتكثر زراعة البصل فى الولايات الجنوبية ، وقد فسرت قلة الإصابة فى الولايات الجنوبية إلى إرتفاع درجة الحرارة بها مما تتسبب فى سرعة نمو البادرات والهروب من الإصابة. كذلك يوصى بزراعة الفاصوليا فى المناطق الجافة للحصول على محصول خال من مرض الأنثراكنوز.

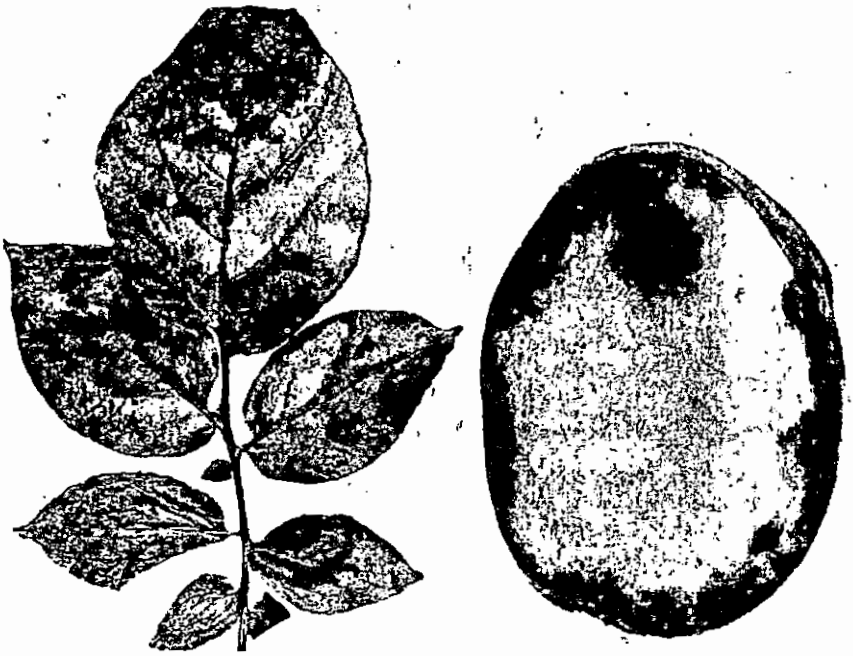
ويجب إختيار موقع مشاتل الخضر بحيث تكون معزولة بقدر الإمكان عن المناطق المزدحمة بحقول الخضر حتى تقل فرص الإصابة المرضية فى نباتات المشتل وخاصة الأمراض الفيروسية كما فى موزايك الكرنب وإصفرار البصل التقزمى.

3-6 إعداد مكان الزراعة

خدمة التربة قبل الزراعة بالحرث أو العزيق ثم التزحيف أو التخطيط عمليات لها أهميتها من الناحية الزراعية حيث يعمل على تفكيك التربة وتهويتها وإزالة الحشائش والعمل على زيادة خصوبتها. ويمكن عن طريق عمليات الحرث والعزيق أيضا الإقلال من تكاثر وإنتشار الكائنات المرضية التى تكمن بالتربة أو تعيش بها حتى تجد النبات العائل وتصيبه.

يفيد الحرث العميق فى مكافحة كثير من المسببات المرضية التى تعيش بالتربة ، حيث أن معظمها يوجد فى الطبقة العليا من التربة حتى عمق 15 - 30 سم ، وتهدف عمليات

خدمة التربة إلى تفكيكها وتهويتها ودفن بقايا المحصول السابق لتسهيل تحلله وإهلاك المسببات المرضية وغيرها من الآفات والتخلص من الحشائش. فدفن أوراق العنب الجافة المصابة بالبياض الزغبى والتى تحتوى على الجراثيم البيضية للفطر بلازموبارا فيتيكولا *Plasmopara viticola* فى آخر الموسم بطريق الحرث يمنع إنبات الجراثيم البيضية وتكوين الأكياس الجرثومية للفطر ، وينتج عن ذلك الإقلال من الإصابات الجديدة فى أول الموسم التالى. كما أن دفن بقايا درنات البطاطس المصابة بمرض اللفحة المتأخرة يعتبر وسيلة فعالة للحد من مصدر لقاح مسبب المرض فيتوفثورا إنفستانز *Phytophthora infestans* (شكل 6-2).



شكل 6-2 : اللفحة المتأخرة فى البطاطس
يمين : أعراض على درنة مقطوعة نصفيا.
يسار : أعراض على ورقة.

تتضح أهمية تفكيك التربة فى مدى الإصابات المرضية ، فزراعة تقاوى قمح ملوثة بالفطر تيليشيا كاريس *Tilletia caries* فى تربة صلبة غير مفككة ، أدت إلى زيادة كبيرة فى نسبة الإصابة بمرض التفحم المغطى ، مقارنة بالزراعة فى تربة مفككة ، ويمكن إرجاع ذلك إلى زيادة نسبة الرطوبة فى التربة غير المفككة عن الحد الملائم أو إلى تأخير الإنبات لصلابة وتماسك التربة. ينطبق ذلك أيضا على إصابة القطن بمرض الخناق المتسبب عن الفطر ريزوكتونيا سولانى *Rhizoctonia solani* ، ذلك لأن تأخير إنبات وتكشف بادرات القطن فوق سطح التربة عندما تكون غير مفككة يتيح فرص كبيرة للإصابة.

يفيد الحرث ، بالإضافة إلى ما سبق ، فى توزيع المواد السامة التى قد تتجمع فى التربة نتيجة لإفرازات جذور بعض النباتات أو كناتج من نواتج تحللها بعد موتها مثل حمض الفريوليك ferulic والكيوماريك cumaric والفانيليك vanillic ، وتوجد تلك المواد السامة فى بقع من التربة يكثر فيها وجود مواد عضوية متحللة. وعادة لا تنتشر هذه المواد السامة فى التربة بصفة عامة ، وعلى ذلك فحرث التربة وتقليبها يعمل على تخفيف أثر مثل هذه المواد السامة التى تسبب ظهور بقع بنية على جذور البادرات لكثير من النباتات.

4-6 تحديد مواعيد الزراعة

يراعى فى اختيار مواعيد الزراعة أن تكون ملائمة لنمو جيد للنباتات ومتعارضة مع ظروف حدوث تطفل ناجح بالمسببات المرضية ففى بعض الأحيان لا تنبت جراثيم الطفيل إلا تحت ظروف جوية معينة فإذا كانت قابلية النبات للإصابة أو جزء من أجزائه محددة بطور معين من النمو ، فإنه يمكن الإقلال من فرص حدوث الإصابة بالتحكم فى ميعاد الزراعة بحيث تكون النباتات غير قابلة للإصابة عندما تكون الظروف البيئية مناسبة لتكاثر طفيله وبذلك يهرب النبات من الإصابة. من ذلك التبكير فى زراعة القمح الشتوى عندما تكون درجات الحرارة والرطوبة غير ملائمين لإنبات جراثيم التفحم المغطى وبالتالى تهرب البادرات من الإصابة. كذلك وجد أن زراعة القمح فى باكستان فى وقت مبكر ، عندما تكون درجة الحرارة تزيد عن 28 °م ، يقيها من الإصابة بمرض التفحم اللوانى. وزراعة العروة الشتوية للبطاطس مبكرا يؤدى إلى إنتاج محصول مبكر ، قليلا ما يصاب باللفحة المتأخرة. ومن الأمثلة الواضحة لأهمية ميعاد الزراعة وعلاقته بالإصابة بالطفيليات الممرضة ، مرض تفحم البصل المتسبب عن الفطر يوروسستس سبيولى *Urocystis cepulae* ، الذى يمكنه إصابة البادرات بدءا من ثانى أو ثالث يوم للإنبات ولفترة ثلاثة أسابيع

من الزراعة ، بعدها تصبح النباتات مقاومة للمرض ، كما أن العدوى تحدث على حرارة تقل عن 29 °م. لهذا فإن التبكير فى زراعة البصل فى الجو الحار ، بحيث يكمل النبات عمره القابل للإصابة ، تحت ظروف حرارية غير ملائمة لحدوث التطفل تؤدى إلى نجاة النباتات من الإصابة بالمرض.

5-6 مسافات الزراعة وأعماقها

من المعروف أن إنتقال المرض النباتى من نبات إلى آخر يكون ميسرا فى حالات تزاحم النباتات ، خاصة فى حالات الإصابة بأمراض التربة كأمراض الذبول وعفن الجذور ، فقد لوحظ أن النباتات المنزرعة فى سطور أو على خطوط دون إزدحام تصاب بالأمراض بدرجة أقل من النباتات المتزاحمة. كما يساعد التزاحم على انتشار الأمراض التى تنتقل عن طريق مياه الرى أو الأمطار كمرض البقعة الزاوية فى القطن ، كذلك الأمراض التى تناسبها الرطوبة العالية فى البيئة المحيطة بالنباتات كما فى حالة أمراض البياض الزغبى والتبقع السركسبرى. لذلك يجرى عمليات الخف المناسبة بعد اكتمال تكشف البادرات ، كما يجرى تقليم الأفرع المتشابكة والمتكاثفة لأشجار الفاكهة لزيادة التهوية وللحد من إنتشار الإصابات المرضية ، كما فى تقليم أشجار المانجو للحد من إنتشار مرض البياض الدقيقى.

زيادة العمق الذى تزرع فيه البذور يزيد من فرص تعرض البادرات بالأمراض المتسببة عن طفيليات التربة مثل مسببات أمراض موت البادرات وخناق القطن وبعض أمراض التفحم، وذلك لطول فترة تعرض البادرات ، قبل ظهورها فوق سطح التربة ، لمهاجمة الطفيليات الممرضة التى تعيش فى التربة. وقد وجد أنه كلما زاد عمق زراعة القمح كلما زادت معدلات الإصابة بأمراض التفحم اللوائى والتفحم المغطى. كذلك وجد أن زراعة البطاطس على عمق قليل يخفض من إصابتها بمرض القشرة السوداء المتسبب عن الفطر ريوكتونيا سولانى *Rhizoctonia solani* .

6-6 توفير العناصر الغذائية

النبات القوى الذى يحصل على كافة احتياجاته الغذائية يعتبر بوجه عام أكثر مقاومة للأمراض من النبات الضعيف النامى تحت ظروف غذائية سيئة. ويحتاج النبات ، عادة إلى توازن غذائى للحصول على نمو طبيعى ، فهو يحتاج إلى خمسة عشر عنصرا أساسيا لنموه الطبيعى ، وغياب أو نقص فى أحد تلك العناصر قد يتسبب عنها أعراضا مرضية ، وقد

يؤدى إلى زيادة القابلية للإصابة ببعض الأمراض الطفيلية. ثلاثة من تلك العناصر وهى الأكسوجين والكربون والإيدروجين يحصل عليها النبات من الهواء الجوى والماء. العناصر الباقية بعضها يحتاج إليها النبات بكميات كبيرة نسبيا وتعرف بالعناصر الكبرى macroelements ، وهى الآزوت والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم والحديد والكبريت ، والبعض الآخر يحتاج النبات إليها بكميات ضئيلة وتعرف بالعناصر النادرة microelements وهى المنجنيز والموليبدينم والبورون والزنك والنحاس. ولا يقتصر التأثير المرضى على نقص تلك العناصر ، بل قد يتسبب عن زيادة بعضها كالبورون أعراضا مرضية لبعض النباتات.

ونظرا لفقد التربة لمقادير كبيرة من العناصر الغذائية بتوالى زراعتها بالمحاصيل المختلفة فإنه يجب تعويض ذلك بإضافة الأسمدة المناسبة وبالنوعية والكميات المطلوبة لتعويض النقص ولتلبية احتياجات النباتات المراد زراعتها مستقبلا. وتتأثر صحة النباتات وقدرتها على مقاومة الأمراض بمدى توازن العناصر الغذائية فى التربة ، ويعتقد بوجه عام أن زيادة عنصر الآزوت يقلل عادة من مقاومة النباتات للأمراض ، فتزداد إصابتها ، وذلك كما فى حالات ذبول القطن الفيوزاريومى والفرتسليومى والبياض الدقيقى فى النجيليات واللفحة النارية فى الكمثرى والتفاح ، فى حين أن زيادة عنصر البوتاسيوم يزيد بطريق مباشر أو غير مباشر من مقاومة النباتات للإصابة بالأمراض. زيادة عنصر الفوسفور قد يزيد من الإصابة فى بعض الحالات وقد يقلل منها فى حالات أخرى ، ويتوقف ذلك على المسببات المرضية ، فتزداد إصابة نباتات الكتان بالصدأ عند زيادة التسميد الفوسفاتى ، فى نفس الوقت نجد أن قلة الفوسفور تعرض كثير من النباتات لهجوم فطريات عفن الجذور. ومن المعروف أن زيادة الآزوت تؤثر على المحتويات الداخلية وتؤدى إلى نمو خضرى غزير وغض مع تقليل فى سمك أدمة الخلايا مما يجعل الأنسجة النباتية أكثر قابلية للإصابات المرضية ، بينما يؤثر البوتاسيوم على تكوين الجدر الخلوية وزيادة سمكها مما يساعد على مقاومة النباتات ضد هجوم الطفيليات ، ويتسبب النقص فى البوتاسيوم فى الحصول على تركيب نباتى ضعيف ، ويتبع ذلك سهولة حدوث الإصابات المرضية.

تشذ بعض الحالات عن القاعدة ، فزيادة التسميد الآزوتى للبنجر يساعد على مقاومته لمرض عفن الجذور المتسبب عن الفطر سكليروشيم رلفسياى *Sclerotium rolfsii* ، كما أن النقص فى الآزوت يزيد من إصابة القطن باللفحة البكتيرية المتسببة عن زانثومونـاس مالفاسيارم *Xanthomonas malvacearum*.

7-6 التغيير فى درجة حموضة التربة

تؤثر درجة حموضة التربة على نمو الكائنات الدقيقة التى تعيش فيها ، كما تؤثر على نمو المحاصيل المختلفة التى تزرع بها ، فكل من الطفيليات والنباتات العائلة يمكنها المعيشة فى نطاق معين من حموضة التربة يختلف حسب نوع الطفيل ونوع النبات. فى بعض الحالات تكون درجات الحموضة الملائمة لنمو النباتات لا تتوافق مع درجات الحموضة الملائمة لبعض الكائنات الممرضة لهذا النبات ، فمثلا نباتات العائلة الصليبية يناسبها التربة التى يميل تفاعلها إلى القلوية فى حين أن هذا التفاعل لا يلائم نمو الفطر بلازموديوفورا براسيكى *Plasmodiophora brassicae* مسبب مرض الجذر الصولجانى فى المحاصيل التابعة لهذه العائلة (شكل 3-2) ، لهذا فإن إضافة الجير إلى التربة يغير من درجة حموضة التربة مما يفيد فى مكافحة المرض المذكور. فى حالات أخرى نجد أن قلوية التربة تتلاءم مع إنتشار مرضى الجرب العادى والمسحوقى فى البطاطس ، ولهذا فإضافة الكبريت للتربة بغرض رفع درجة حموضتها يؤدى إلى خفض نسبة الإصابة بالمرض. غير أنه لم تتضح فائدة إضافة الكبريت فى بعض الحالات لمكافحة الجرب فى البطاطس ، وقد يعزى ذلك لعدم إحتواء التربة ، فى الحالات التى لم يفد فيها الكبريت فى مكافحة المرض ، على البكتيريات المؤكسدة للكبريت والتى تعمل على إنتاج حامض الكبريتيك ، وبناء على ذلك فقد إقترح بعض الباحثين إضافة الكبريت للتربة بعد تلقيحها بتلك البكتيريات. وتتراوح كمية الكبريت الممكن إضافتها للفدان ما بين 150 إلى 250 كيلو جرام. كما يمكن إستخدام كبريتات الأمونيوم بدلا من الكبريت لرفع درجة حموضة التربة. ومن الفطريات التى يناسبها الوسط القلوى الفطر أفيوبولس جراميئيس *Ophiobolus graminis* الذى يسبب مرض عفن جذور القمح.

8-6 الرى والصرف

تعتبر الرطوبة المرتفعة سواء كانت بالجو أو التربة ، من العوامل المهيئة لإحداث الأمراض النباتية وإنتشار كثير منها. كثير من الفطريات المسببة لعفن الجذور تتكاثر وتنمو وتزدهر فى التربة المبتلة ، كما أن الرطوبة الزائدة تؤثر تأثيرا ضارا على جذور النباتات فتضعف وتسهل إصابتها بالطفيليات الممرضة للجذور. ومن ذلك إصابة الموالح بمرض التصمغ الناتج عن الفطر فيثوفثورا سيتروفثورا *Phytophthora citrophthora* الذى ينتشر فى الأراضى ذات المستوى المائى المرتفع أو عند الرى الزائد وخاصة إذا لامس الماء جذوع الأشجار. ويعزى السبب لارتفاع نسب الإصابة بأمراض موت البادرات وعفن التقاوى إلى

زيادة ماء الرى وسوء صرفها. وقد وجد أن الكرنب يصاب بشدة بمرض الجذر الصولجانى عندما تكون الرطوبة الأرضية 60 % أو أكثر من السعة الحقلية ، ويقل المرض كثيرا عندما تقل الرطوبة الأرضية عن 45 % من السعة الحقلية. كذلك فإن أعلى نسبة لإصابة القطن بمرض الذبول الفيوزاريومى تحدث تحت رطوبة أرضية من 70 - 80 % من السعة الحقلية وتقل كلما قلت الرطوبة عن ذلك.

لا يجب إغفال الدور الذى يلعبه الماء الأرضى فى نشر لقاح الكائنات المرضية الأرضية حيث يعمل كوسط تسبح فيه الجراثيم المتحركة أو كوسيلة لنقل المسببات المرضية من مكان إلى آخر.

زيادة الماء فى التربة قد يكون سببا مباشرا لحدوث بعض الأمراض غير الطفيلية كالإصفرار والتقزم وقلة التفريع القاعدى فى النجيليات والإحمرار فى القطن والتصمغ فى أشجار الحلويات.

مما سبق يتضح أنه بالتحكم فى الرطوبة الأرضية يمكن الإقلال من فرص حدوث الإصابات المرضية لكثير من الأمراض النباتية ، ويمكن التحكم فى الرطوبة الأرضية بالإجراءات الآتية :

6-8-1 إختيار الأرض

فى المناطق التى تختلف فيها مواصفات الأراضى الزراعية وطوبوغرافيتها يكون إختيار الأرض لزراعة محاصيل معينة له أهمية خاصة على صحة النبات ، ويراعى فى الاختيار نوع التربة والإرتفاع وإنحدار الأرض ومستوى الماء الأرضى ومتوسط المطر السنوى ، وغير ذلك من العوامل التى لها علاقة بكمية الماء بالتربة.

6-8-2 الرى

فى المناطق التى تقل بها الأمطار فى مواسم نمو المحاصيل يكون الرى هو الوسيلة الرئيسية التى يمكن بواسطتها التحكم فى الرطوبة الأرضية. تتبع فى مصر ثلاثة طرق للزراعة ، تختلف فى تأثيرها على الرطوبة الأرضية وبخاصة فى الفترة الأولى من الزراعة. فى الطريقة الأولى والتى تعرف بالطريقة الحراتى أو الخضير تبذر التقاوى فى أرض رطبة ثم تحرث ولا تروى رية زراعة ، والطريقة الثانية وتعرف بالطريقة العفير وفيها تبذر التقاوى على أرض جافة ثم تروى رية زراعة ، والطريقة الثالثة وتعرف بالطريقة

البعلية وكانت تتبع فـى أرض الحياض التـى كـانت تغمـر بمياه النيـل أثنـاء الفيضـان ، وبعد إنحسار الماء تبذر التقاوى ولا تروى بعد ذلك • وقد وجد أن مرضـى التفحم اللوانـى والتفحم المغطى فى القمح يزيدان فى حالة الزراعة الحراتى ، عنـها فـى الزراعـة العفير ، وقـد علل ذلك بإرتفاع نسبة الرطوبة الأرضية فـى الزراعـة الحراتـى بالإضافـة إلـى أن الحبوب تكـون على أعماق أكبر مقارنة بالزراعة العفير • طريقة الرى تؤثر على إنتشار بعـض الأمـراض ، فرى الموالح المنزرع فى أحواض بطريقة الغمر يساعد على إصابة الأشجار بـالتصمغ ، أمـا إذا منع الماء من الوصول إلى جذوع الأشجار بعمل بتون حول الأشجار أو بتخطيط أحواض الرى بحيث تكون صفوف الأشجار خارجـها يساعد علـى الإقـلال مـن الإصابـة • كذلـك فـإن الـرى بـالرش وخاصـة فـى المساء قـد يساعد علـى نـشر مسببات الأمـراض وسـرعة إنتشـار الأمـراض النباتيـة ، ويظـهر ذلـك بوضـوح فـى إصابـة الطمـاطم باللفحـة المتـأخرة والمبكـرة وإصابة البسلة بلفحة الأسكوكيتا والفاصوليا بالأنثراكنوز •

3-8-6 الصرف

للصرف الجيد للمياه الزائدة والناتجة عن الـرى أو الأمطـار وذلـك عن طريـق مصـارف مكشوفة أو مصارف مغطاة يساعد على مكافحة كثير من الأمراض مثل أمراض التصمـغ فـى الموالح والتصمغ فى الحلويات وأمراض عفن الجذور وذبول البادرات •

وفى دراسة بمصر وجد أن خفض مستوى الماء الأرضى قلل من إصابة أشجار الحلويـات بمرض الصدأ المتسبب عن الفطر باكسينيا برونـى سبينوزا *Puccinia pruni-spinosae* ، وكذلك مرض التثقيب المتسبب عن الفطـر كلاستيروسـبوريم كـاربوفيللم *Clasterosporium carpophilum* ، ومـرض البيـاض الدقيقـى المتسـبب عـن الفطـر سـفيروثيكا بـانوزا *Sphaerotheca pannosa* اللـذان يصيبـان الخـوخ ، وكذلـك مـرض البيـاض الدقيقـى فـى القرعيات المتسبب عن الفطر إيريسيفى سيكوراسيرم *Erysiphe cichoracearum* •

9-6 إقتلاع النباتات المريضة

تجرى هذه العملية بالمرور الدورى على الزراعات وتقليع المريض منها والتخلص منـه ، وذلك لتقليل مصادر العدوى ، ويتبع هذه الإجراء علـى نطـاق واسـع فـى كثـير مـن زراعـات الخضر وخاصة فى الزراعات المخصصة لإنتاج التقاوى • ففى حقول إنتاج تقاوى البطـاطس يكون التفتيـش دوريـا ومنتظمـا فـى أطـوار نمـو النباتـات المختلفـة لمراقبـة ظـهور الأمـراض

المختلفة وإقتلاع النباتات المصابة قبل استفحال المرض وإعدام تلك النباتات وبخاصة الأمراض الفيروسية مثل إلتفاف الأوراق والتبرقش والإصفرار التقزمى والقمة القرمزية. التبكير فى فحص النباتات وإقتلاع المصاب تؤدى إلى تقليل اللقاحات المرضية وبالتالى تقليل فرصة إحداث إصابات جديدة وبالتفتيش على نباتات الطماطم منذ صغرها يمكن منع إنتشار الكثير من الأمراض الفيروسية كالتبرقش وتجعد الأوراق والأمراض البكتيرية والفطرية مثل ذبول الطماطم البكتيرى واللفحة المتأخرة فى الطماطم.

تتبع هذه الوسيلة أيضا فى الحد من إنتشار كثير من الأمراض التى تصيب نباتات الزينة ، وبصفة خاصة الأمراض الفيروسية مثل إصفرار الأستر والتبقع الحلقى فى الداليا وتبرقش الجلاديولس ، وكذلك فى حالات بعض الأمراض المتسببة عن فطريات أو بكتيريات كما فى أمراض الذبول الفيوزاريومى والفرتسليومى والبكتيرى فى الداليا والتدرن التاجى فى كثير من النباتات المتسبب عن البكتيريا أجروباكتيريم تيومفسينس *Agrobacterium tumefaciens* (شكل 3-6) والعفن الطرى فى نبات للكلا المتسبب عن البكتيريا إيروينيا أرويدى *Erwinia aroidae*.

وفى محاصيل الفاكهة يوصى بتقليع الأشجار فى بعض الحالات التى يصعب علاجها وذلك كما فى مرض تورد الموز والمتسبب عن فيروس تنقله حشرة من الموز ، وفى أشجار الخوخ المصابة بشدة بالأمراض الفيروسية مثل الإصفرار والتبرقش والتورد والثمرة الصغيرة.

وكذلك فى حالات إصابة التفاح والكمثرى إصابة شديدة بمرض اللفحة النارية المتسبب عن البكتيريا إيروينيا أميلوفورا *Erwinia amylovora* (شكل 3-4). كما إتبعت هذه الوسيلة فى مكافحة مرض بنما فى الموز المتسبب عن فطر فيوزاريوم اكسيسبورم كيوبنس *F. oxysporum cubense*.

ويصعب تطبيق هذه الطريقة فى المحاصيل الحقلية لكثرة عدد النباتات المنزرعة ، ولكن يمكن إتباعه فقط فى أطوار النبات الأولى إذا كان المحصول منزرعا على خطوط أو سطور ويسهل مرور العاملين عليها.

10-6 إختيار الوقت المناسب لجمع المحصول

إختيار ميعاد الحصاد أو ميعاد جمع المحصول ذو أهمية كبيرة بالنسبة لحدوث وإنتشار بعض الأمراض ، فالتأخير فى جمع الجذور الدرنية للبطاطا يقلل من الإصابة بالأمراض التى تنتشر خلال فترة التسويق والتخزين ، حيث تكون الجذور الدرنية ناضجة تماما وبها نسبة قليلة من الرطوبة.

وقت جمع المحصول خلال اليوم وخاصة بالنسبة للثمار الغضة السريعة التلف كالفراولة له تأثير على تعرضها لأمراض عفن الثمار خلال فترة التسويق ، من ذلك فقد ثبت أن الجمع المبكر فى الصباح لثمار الفراولة يعمل على عدم تلفها سريعا بفعل الميكروبات ، ذلك أن الأنسجة الباردة تقاوم التلف الميكانيكى أكثر من تلك المرتفعة الحرارة ، كما أن الميكروبات المسببة للعفن تكون أقل نشاطا فى جو الصباح البارد عنها فى جو الظهيرة الحار.

11-6 تجهيز المحصول للتسويق

يجب مراعاة تقليل الأضرار الميكانيكية على المحصول خلال عمليات الجمع والتدريج والتعبئة والنقل ، ذلك أن الجروح التى تحدث للمنتج النباتى تكون مداخل سهلة لمسببات الأمراض التى تحدث خلال عمليات التسويق والتخزين. فقد وجد فى بريطانيا أن إصابة درنات البطاطس بفطريات الفيوزاريوم تزيد كثيراً عقب تدريجها فى الماكينات وقد أرجع ذلك إلى ازدياد الجروح بالدرنات بفعل ماكينات التدريج ، ولذا يجب اختيار ماكينات التدريج ، سواء بالنسبة للبطاطس أو غيرها من المحاصيل مثل الموالح ، بحيث لا تحدث عن عملية التدريج جروح بقدر الإمكان.

عمليات الغسيل للمنتج النباتى قبل التعبئة قد يكون عاملاً مساعداً للإصابة بمسببات أمراض العفن كالعفن الأزرق والأخضر المسبب عن فطريات بنسيليم *Penicillium* وإصابة درنات البطاطس بالعفن الطرى البكتيرى ، ولهذا وجب فى حالة غسل المحصول سرعة تجفيفه جيداً وإذا كان المحصول معداً للتصدير أو التسويق الطويل وجب إضافة مواد مطهرة لماء الغسيل كما سيجىء شرحه فى موضع آخر من هذا الكتاب. أدوات التقطيع وأوعية التعبئة قد تكون وسيلة لنشر بعض الأمراض ، فدرنات البطاطس المصابة بالعفن الحلقى المتسبب عن البكتيريا كورينيبكتريم سبيدونيكم *Corynebacterium spedonicum* ، تظهر عليها إفرازات لزجة تحتوى على البكتيريا المرضية. تلك الإفرازات اللزجة تكون مصدر عدوى للدرنات الملاصقة عند التعبئة كما تكون مصدراً لتلوث العبوات مثل الأجولة

والصناديق والأسبتة ، كذلك تلوث ماكينات التدريج وسكاكين التقطيع وأيدى العمال . لهذا وجب مراعاة عدم تعبئة منتج نباتى مريض وسط المنتج السليم وكذلك ضرورة تطهير العبوات والأدوات المستخدمة وكذلك أيدى العمال كلما لامست منتجات نباتية مصابة بأمراض تنتشر فى المخزن والتسويق .

فيروس موزايك الدخان TMV الذى يصيب الدخان والطماطم مسببا مرض التبرقش ينتقل أيضا إلى النباتات فى الحقول عن طريق لفائف التبغ التى يدخنها العمال وكذلك التبغ الذى يمضغونه ، ولهذا وجب تحريم التدخين ومضغ الدخان فى حقول الدخان والطماطم وتطهير أيدى العمال وآلات التقليم أو القطف كلما لامست نباتا مصابا .

12-6 تحصين النباتات

يقصد بتحصين النباتات العمل على زيادة مقاومة تلك النباتات عن طريق ما يسمى بالمناعة المكتسبة acquired immunity وهى طريقة معروفة فى أمراض الإنسان والحيوان . المناعة المكتسبة هى المناعة الناتجة عن إصابة سابقة بطفيل معين ، فبعد الشفاء منه تتواجد أجسام مضادة antibodies فى جسم العائل نتيجة لمهاجمة الطفيل له . وقد لوحظت حالات من المناعة المكتسبة فى النباتات عند إصابتها ببعض الطفيليات الفيروسية ، فقد وجد أن نباتات الدخان المصابة بفيروس مرض البقعة الحلقية ring spot virus ، إذا استمرت فى نموها بعد الإصابة فإن الأوراق الحديثة تقل فيها الإصابة تدريجيا حتى تختفى تماما بعد ذلك ، وتنتج أوراق سليمة خالية من أعراض المرض . كذلك فإنه عند زراعة عقل من النباتات التى كانت مصابة بالفيروس فإن النباتات الناتجة عنها لا تصاب بالفيروس المذكور ، فقد اكتسبت مناعة ضده بالإصابة السابقة . المناعة المكتسبة فى تلك الحالة لا تقتصر على سلالة الفيروس الذى أحدث الإصابة ولكنها قد تكتسب ضد سلالات أخرى منه .

وقد ظهرت أهمية اختبارات المناعة المكتسبة لتحديد مدى قرابة سلالات الفيروس لبعضها فقد أمكن بهذه الطريقة معرفة أن فيروسات تبرقش الكرفس وتبرقش الخيار وتبرقش الزنبق هى سلالات لفيروس واحد .

يمكن الاستفادة من ظاهرة المناعة المكتسبة فى النباتات التى تتكاثر خضريا ، حيث أن تلقيح النباتات بسلالات ضعيفة من الفيروس تجعل كافة الأجزاء الخضرية المأخوذة من تلك النباتات الملقحة غير قابلة للإصابة بالسلالات الفيروسية ذات القدرة المرضية العالية . فقد لاحظ سالامان Salaman سنة 1933 أن نباتات الدخان ، المصابة بسلالة ضعيفة من

فيروس البطاطس X ، قاومت الإصابة بسلالة أخرى من نفس الفيروس ذات قدرة مرضية عالية ، وأطلق على هذه الظاهرة الوقاية المتبادلة cross protection ، إلا أن فائدة هذه الطريقة من الناحية التطبيقية غير مضمونة العواقب ، فقد تنشأ من السلالات الفيروسية الضعيفة والتى تستخدم فى التلقيح طفرات ذات قدرة مرضية عالية تفتك بالمحصول ، أو قد ينتج عن اجتماع السلالتين القوية والضعيفة معا إصابة مرضية شديدة.

عرفت أيضا المناعة المكتسبة ضد الأمراض الفطرية ، ولكن وجد أن تأثيرها لم يكن عاما كما هو الحال فى الأمراض الفيروسية ، وقد وجد أن تأثيرها قد يكون محددا فى مناطق العدوى السابقة فقط. وقد أمكن حماية درنات البطاطس ضد سلالة ممرضة من الفطر فيتوفثورا إنفستانز *Phytophthora infestans* (شكل 6-21) بعدوى سابقة بسلالة غير ممرضة من نفس الفطر. وقد أمكن وقاية نباتات فول الصويا ضد الفطر فيتوفثورا ميجاسبرما سوجى *P. megasperma sojae* بعدوى سابقة بالفطر فيتوفثورا كاكتورم *P.cactorum*. وقد عللت هذه الظاهرة فى الحالتين السابقتين بإفراز العائل للواقى النباتى phytoalexin خلال فترة العدوى الأولى بالفطر الضعيف ، ويمنع الواقى النباتى بعد ذلك نمو الفطر القوى الممرض إذا حدثت العدوى به عقب ذلك.