اعداد:
د. نورس عبد الاله الكويتي
قسم وقاية النبات
كلية الزراعة-جامعة بغداد

فايروسات نظري (المحاضرة العاشرة)

طرائق مقاومة فايروسات النبات:

نظراً للخسائر العالية التي تسببها الامراض الفايروسية على مختلف المحاصيل حول العالم لذا توجب ايجاد طرائق فاعلة لمقاومة الفايروسات و الحد من انتشارها. لحد لان لا توجد طريقة فاعلة للقضاء على الفايروسات مباشرة عند اصابتها للنبات (مثل المبيدات الكيميائية) لذا تتبع وسائل عدة للتقليل من شدة الاضرار التي تحدثها الاصابة الفايروسية و الحد من انتشارها و القضاء على مصادر العدوى الفايروسية. هناك طرائق عدة للحد من الاصابة الفايروسية و السيطرة عليها و تشمل:

اولاَ: تجنب الاصابة الفايروسية:

هناك وسائل عدة لتجنب حدوث الاصابة بالفايروس على النبات العائل وهي:

1. **ازالة مصدر العدوى من الحقل: تتمثل هذه الطرائق من المكافحة ازالة المصادر الاولية للعدوى الفايروسية في الحقل مثل النباتات الشاردة voulanteer plants (نباتات ناتجة من الموسم السابق من المحصول نفسه) او نباتات من محاصيل اخرى سواء كانت موسمية او دائميه و نباتات الادغال التي توفر ملاذ امن للفايروس او نواقله.**
2. **استعمال تقاوي او بذور خالية من الفايروس virus free seeds :هناك العديد من الفايروسات التي تنتقل بالبذور و التقاوي و التي تعد من وسائل انتشار الفايروسات المهمة اذ تشكل البذرة المصابة او الحاملة للفايروس مصدر للعدوى الفايروسية اما في حالة استعمال الاجزاء الخضرية في اكثار المحصول مثل الدرنات او الفسائل فان ذلك يزيد من احتمال انتشار الفايروس وخاصة اذا تم اخذ الاجزاء الخضرية من نباتات مصابة. لذا يتوجب زراعة بذو او تقاوي خالية من الفايروس لتجنب الاصابة الفايروسية. وتتجلى اهمية البذور والتقاوي في نشر الاصابة الفايروسية في الحقل وذلك لان الاصابة تحدث في مراحل مبكرة من عمر النبات وتشكل النباتات الناتجة من بذور مصابة بالفايروس مصدر عدوى للنباتات حديثة النمو في الحقل مؤلفة بؤر عدوى متعددة و منتشرة تتوزع بين النباتات في الحقل وتكون جاذبة للنواقل الفايروسية التي تسرع من انتشار الفايروس في الحقل.**

تعد البذور الحاملة للفايروس من الوسائل الفاعلة لانتشار الفايروسات لمسافات بعيدة g distance Lon movement نتيجة حركة البذور والتقاوي من خلال عمليات الاستيراد والتصدير لذا فان الحصول على تقاوي خالية من الفايروس تعد وسيلة فاعلة للتخلص من الفايروسات تعد وسيلة فاعلة للتخلص من الفايروسات ومنع انتشارها.

3. الطرائق الزراعية: تتبع الوسائل او الطرائق الزراعية في تجنب حدوث الاصابة الفايروسية مثل تعديل مواعيد الزراعة (الزراعة المبكرة او المتأخرة للنبات لغرض الهروب من الاصابة او العدوى عن طريق النواقل الحشرية) او عن طريق كسر دورة المحصول باتباع دورات زراعية.

4. الحجر الزراعي Plant quarantine : تتخذ معظم البلدان في العالم تدابير وقائية ضد دخول الفايروس من خلال تشريع قوانين تنظم دخول المواد النباتية و ذلك لمنع او اللحد من دخول افات غير مستوطنة داخل البلد. تختلف اجراءات الحجر الزراعي بين بلد واخر وفق نوع الفايروس والمحصول الاقتصادي اذ تتخذ اجراءات مشددة ضد الفايروسات اللائي يسببن وبائية على المحاصيل داخل البلد المعني. ويتطلب الحجر الزراعي توفر فحوصات دقيقة ومعتمدة واطئة الكلفة للكشف عن الفايروسات او نواقلها في المواد النباتية الواردة للبلد. تتخذ احياناً اجراءات مشددة ضد البلدان التي يظهر فيها وباء فايروسي يسبب اضراراً جسيمة على المحصول الذي يصيبه مثل حظر استيراد اي محصول من هذا البلد من دون اللجوء الى فحص المواد النباتية علاوة على اتلاف المواد النباتية الورادة.

ثانياً: مكافحة نواقل الفايروس:

هناك العديد من الفايروسات النباتية التي تنتقل بوساطة النواقل سواء كانت تعود الى مفصلية الارجل او الفطريات او الديدان الثعبانية او النباتات الزهرية المتطفلة او عن طريق الانسان الذي بدوره يساهم في نقل بعض الفايروسات من خلال العمليات الزراعية او عن طريق تلويث الايدي والملابس بالنسبة للعاملين بالزراعة. تشمل مكافحة نواقل الفايروس الاتي:

1) **مكافحة النواقل المحمولة جواً : هي تلك النواقل التي تغزو النباتات عن طريق الجو ويجب تحديد نوع الناقل قبل اتخاذ تدابير المكافحة ففي بعض الاحيان قد يكون احد الانواع الناقلة اكثر كفاءة في نقل فايروس معين عند وجوده مع الانواع الاخرى او قد يكون الناقل زائراً وليس مستوطناً. تشمل طرائق مكافحة النواقل المحمولة جواً الاتي:**

أ. المبيدات الحشرية: تستعمل المبيدات في المكافحة لمنع حدوث الضرر الذي تسببه الآفات المختلفة وابقائها تحت مستوى الضرر الاقتصادي. اما في حالة النواقل الحشرية فان مكافحتها تعد مشكلة بسبب امكانية عدد قليل من افراد الحشرات المجنحة من نقل الفايروس بكفاءة عالية ومن ثم انتشاره الى النباتات الاخرى. وتعد المبيدات التلامسية اقل فاعلية في مكافحة النواقل وتتطلب استعمالها ورشها بصورة مستمرة علاوة على قتلها لكائنات غير مستهدفة. اما المبيدات الجهازية فأنها اكثر فاعلية في مكافحة النواقل الفايروسية وفي الحد من انتشار الفايروسات وبخاصة تلك التي تنقل بطريقة باقية بسبب طول مدة اكتساب الحشرة الناقلة للفايروس فيمكنها من القضاء على الناقل قبل او اثناء اكتسابها للفايروس اثناء التغذية وقبل اكتسابها القدرة على النقل. اما بالنسبة للفايروسات التي تنقل بطريقة غير باقية فان استعمال المبيدات الجهازية غير فاعل في الحد من انتشار هذه الفايروسات كون الناقل يكتسب الفايروس بسرعة

وينقله بوقت قصير اثناء تغذيته على نبات ثاني قبل تأثير المبيد على الناقل. يمكن استعمال الزيوت المعدنية في مكافحة الناقل والحد من انتشار الفايروسات التي تنقل بصورة غير باقية وذلك لان الزيوت المعدنية او النباتية تغطي اوراق النبات بطبقة رقيقة من الزيت مما يؤثر على سلوك الحشرات وعادات تغذيتها وتعيق دخول اجزاء الفم الى النبات وبالتالي عدم قدرة الناقل على اكتساب او نقل الفايروس علاوة على تأثير الزيوت القاتل على الناقل.

ب. الطرائق الزراعية: يمكن التلاعب بطرائق الزراعة لغرض مكافحة الحشرة الناقلة او تشتيتها مثل تطبيق الزراعة المختلطة او استعمال الاصناف المقاومة للحشرات او استخدام نباتات لا تفضلها النواقل الحشرية لاحتوائها على شعيرات او مواد طاردة.

ج. الطرائق الفيزيائية: يمكن حماية النباتات بالحواجز لمنع وصول النواقل اليها مثل استعمال قماش الملل او استعمال الالواح الصفراء اللون كمصائد لجذب الحشرات اليها . كما يمكن تشتيت الناقل من خلال استعمال شرائط الالمنيوم ووضعها بين النباتات مما يؤدي الى انعكاس الاشعة فوق البنفسجية مما يمنع من انتشار النواقل على النباتات.

2) **مكافحة النواقل في التربة: تستعمل بعض المركبات المعقمة للتربة للقضاء على نواقل الفايروس في التربة مثل الفطريات والديدان الثعبانية ولكن هناك محددات لغرض اجراء المكافحة باستعمال المبيدات الكيميائية في التربة مثل انها تتطلب كميات كبيرة من المادة الكيميائية لغرض معاملة الحجوم الكبيرة و المساحات الواسعة من الترب ،واستمرارية حدوث النقل بالنواقل على الرغم نم الوصول الى نسب قتل عالية تصل الى 99,99% اذ يتبقى عدد كاف من الافراد الناقلة القادرة على احداث الاصابة. كذلك فان الكثير من المركبات الكيميائية المستعملة في مكافحة النواقل في التربة هي غير امينة بيئياً وتم حضر استعمالها في الكثير من البلدان لسميتها المفرطة. يمكن الاستعاضة عن تطبيق المكافحة الكيميائية واستبدالها بالطرائق الفيزيائية في المكافحة و خاصة في الزراعة المحمية مثل تطبيق البسترة الشمسية وخاصة في البلدان التي يمتاز مناخها بارتفاع درجات الحرارة للقضاء على الفايروسات ونواقلها او يمكن استعمال الدورات الزراعية للحد من انتشار النواقل في التربة.**

ثالثاً: طرائق حماية النبات:

يمكن تطبيق طرائق وقاية البنات وحمايته من تطور المرض حتى في حالة العدوى ووجود مصادر العدوى و النواقل. وهناك ثلاث طرائق لغرض حماية النبات الاولى هي تمنيع النبات عن طريق العدوى بسلالة ضعيفة لحمايته من السلالات الشديدة والثانية هي استعمال مواد كيميائية مضادة للفايروس والثالثة هي اتباع الطرائق الوراثية لإنتاج نباتات مقاومة او منيعة سواء كانت هذه الطرائق تقليدية او تعديل النبات جينياً.

I. تمنيع النبات باستعمال مسببات مرضية او الوقاية بالتضاد cross protection :يتم حماية النبات من خلال استعمال سلالة ضعيفة او فايروس مرافق satellite virus لتمنيع النبات ضد السلالات الشديدة من الفايروس. تتضمن هذه الطريقة اجراء عدوى على النبات بالسلالة الضعيفة من الفايروس (وتسمى ايضاً السلالة الواقية protecting strain او السلالة المُضعّفة او غير الضارية او تحت الضارية) بهدف الحماية من السلالة الشديدة والتي تسمى بالسلالة المتحدية challenging strain وبالتالي تؤدي الى الحماية منها وظهور اعراض طفيفة فقط عند اصابتها بالسلالة الشديدة. من الصعوبات التي تواجه هذه الطريقة:

1. **على الرغم من استخدام سلالات ضعيفة لغرض التمنيع فان هذه السلالات بدورها تسبب خسائر اقتصادية تتراوح ما بين 5-10%.**
2. **قد تشكل السلالات الضعيفة تهديداً للأصناف الاخرى التي قد تكون حساسة لهذه السلالة وقد تشكل النباتات الممنعة تهديداً للنباتات او الاصناف الاخرى الحساسة او اذ قد تتحول الى مصدر اصابة بالسلالة الضعيفة او حتى الشديدة بالنسبة للنباتات الاخرى غير الممنعة.**
3. **قد يحصل تغاير في السلالة الضعيفة لتتحول الى سلالة شديدة نتيجة لحدوث طفرة mutation او اعادة تركيب recombination.**
4. **قد تحصل خسائر مضاعفة نتيجة الاصابة المشتركة بفايروس اخر بعيد القرابة عن الفايروس الذي تم التمنيع ضده.**
5. **تتطلب تشغيل ايادي عاملة كثيرة لإجراء التمنيع وخاصة في حالة المحاصيل قصيرة دورة الحياة او الموسمية.**
6. **قد تسبب الوقاية بالتضاد ظهور فايروسات جديدة نتيجة حدوث اعادة تركيب بين الفايروسات.**

تمتاز السلالة الضعيفة التي تم انتخابها لغرض اجراء التمنيع او الوقاية بالتضاد بالاتي:

أ. **ان تسبب السلالة ظهور اعراض طفيفة فقط لا غير في جميع العوائل التي تصيبها قياساً بالسلالات الاخرى الاشد ضرراً وكذلك يجب ان لا تؤثر على المواصفات التسويقية للمحصول.**

ب. **يجب ان تُحدث عدوى جهازية وتصيب جميع اجزاء النبات او جميع الانسجة النباتية في الاقل.**

ج. **يجب ان تمتاز بثباتيه جينية عالية ولا تتغاير الى سلالات شديدة.**

د. **لا تنتقل بسهولة بوساطة نواقلها ال نباتات او محاصيل اخرى غير مستهدفة.**

ه. **ان توفر حماية ضد اكبر عدد ممكن من السلالات الشديدة**

و. **يجب ان يكون اللقاح الواقي متاح ومتوفر وغير مكلف عند انتاجه ويمكن تطبيقه من قبل المزارعين ضد المحصول المستهدف.**

ويمكن تمنيع النباتات باستعمال فايروسات مرافقة satellite viruses و التي هي عبارة عن فايروسات صغيرة الحجم ترافق الفايروسات الاخرى و تشاركها في التضاعف باستعمال بروتين غلافها او انزيماتها

المصنعة و ذلك لأنها لا تمتلك جميع المعلومات الوراثية اللازمة لتضاعفها في جينومها لذا فهي تستغل الفايروسات لأخرى لتضاعفها وتصنيع جسيماتها. يؤدي تضاعف الفايروسات المرافقة الى تأخير دورة تضاعف الفايروسات التي ترافقها وبالتالي تؤدي الى انتاج عدد جسيمات اقل واحياناً عدم انتاج جسيمات. وتقسم الفايروسات المرافقة الى ثلاثة انواع، الاول الفايروسات لاتي تسبب زيادة في شدة الاعراض و الثاني الفايروسات التي لا تؤثر على شدة الاعراض والثالث الفايروسات التي تؤدي الى تقليل شدة الاعراض و يعد النوع الاخير هو الفايروس المرافق الاكفأ للاستعمال في الوقاية بالتضاد وتمنيع النبات ضد الفايروسات شديدة الضراوة . وتعد الفايروسات المرافقة من العوامل الحيوية الواعدة الممكن تطبيقها في الوقاية ضد الفايروسات.

II. المواد الكيمياوية المضادة للفايروس Antivirus

هي مواد مثبطة لتضاعف الفايروس و التي يمكن استعمالها في تثبيط الفايروس داخل النبات لذا فهي تعد طريقة وقاية مباشرة للنبات عند تطبيقها ضد العدوى الفايروسية وهنالك بعض الصعوبات التي تواجه تطبيق او ايجاد مثل هذه المركبات المضاد للفايروس وتشمل:

1. يجب ان تثبط الفايروس عند الاصابة وتمنع تضاعفه داخل النبات دون ان تحدث ضرراً على خلايا النبات وتعد هذه الميزة من المشاكل المستعصية لان الفايروسات تتضاعف داخل الخلايا النباتية وتستخدم محتويات الخلية في تضاعفها مما يؤدي الى زيادة احتمال الاضرار بالنبات عند استعمال مواد ضد الفايروس.

2. يجب ان تكون هذه المركبات ذات تأثير جهازي وذلك لتكون فاعلة في تثبيط الفايروس عند دخوله النبات بوساطة نواقله.

3. مدة بقاء المركب وقدرته على الاحتفاظ بفاعليته داخل النبات يجب ان تكون مقبولة وذلك لان المعاملة المتكررة بالمضاد الفايروسي قد تكون غير عملية اوقد تؤدي الى حدوث تأثير سلبي على النبات عند تكرار المعاملة بالمضاد الفايروسي.

4. يجب ان تكون كلفة انتاج المادة واطئة عند تصنيعها على المستوى التجاري وخاصة عند معاملة المحاصيل على نطاق واسع. ويمكن استثناء الكلفة الواطئة للمركب الكيميائي عند استعماله بكميات قليلة وعلى نطاق ضيق مثل مكافحةٍ الفايروسات داخل البيوت الزجاجية وخاصة لنباتات الزينة.

5. يجب ان لا تكون مؤثرة على الانسان وان تكون مطابقة لضوابط الصحة العامة.

III. الاصناف المقاومة للفايروس

تعد زراعة الاصناف المقاومة للفايروس من الطرائق الواعدة في مقاومة الفايروسات ولذلك حاول المشتغلون في تربية النبات البحث عن جينات مقاومة لاستنباط اصناف مقاومة للفايروسات وهناك مصدرين وراثيين للحصول على الجينات المقاومة وهي الجينات الطبيعية و الجينات الدخيلة او المعدلة.

تقسم النباتات وفقاً لاستجابتها للإصابة بالفايروس الى:

أ. المنيعة immune : او نباتات غير عائلة للفايروس وهي النباتات اللاتي لا يستطيع الفايروس من التضاعف في خلاياها وانتاج جسيمات عند اجراء عدوى عليها.

ب. ممكنة الاصابة infectable :او نباتات عائلة للفايروس وهي النباتات التي يستطيع الفايروس من اصابتها والتضاعف داخل خلاياها وتشمل:

i. المقاومة ذات الحساسية المفرطة الفائقة resistant extreme hypersensitivity يتضاعف الفايروس في عدد محدود من الخلايا تقتصر على منطقة العدوى فقط.

ii. المقاومة ذات الحساسية المفرطة resistant hypersensitivity تكون الاصابة الفايروسية مقتصرة على نطاق محدود من الخلايا تحيط بالخلايا المصابة الاوليةمكونة بقع موضعية متنخرة واضحة.

iii. المتحسس للإصابة susceptible يصيب الفايروس ويتضاعف داخل خلايا العائل ويتحرك جهازياً.

iv. الحساس sensetive يتفاعل النبات للإصابة بظهور اعراض شديدة.

v. المتحمل tolerant استجابة ضئيلة او عدم استجابة للإصابة ولا يظهر اي تأثير على العائل مما يؤدي الى ظهور الاصابة الكامنة.

هناك ثلاث انواع من المقاومة او المناعة المتخصصة ضد فايروس معين تشمل:

1. المناعة immunity مقاومة تشمل جميع الافراد من النوع النباتي ضد فايروس معين وتتعلق بالمدى العائلي للفايروس.

2. مقاومة الصنف cultivar resistance وهي افراد او خطوط او اصناف ضمن النوع الواحد تُظهر مقاومة لفايروس معين في حين لا تُظهر اصناف اخرى تابعة للنوع نفسه مقاومة ضد الفايروس نفسه.

3. المقاومة المكتسبة او المستحثة aquired or induced resistance يظهر هذا النوع من المقاومة على العوائل المتحسسة عند اجراء عدوى عليها بفايروس او اي مسبب ممرض اخر فتتحفز المقاومة داخل خلايا العائل نتيجة الاصابة.

اهم الصعوبات التي تواجه طريقة مقاومة الاصناف

a. صعوبة ايجاد جينات مقاومة في الاصناف و الانواع المتقاربة و المتوافقة جنسياً لذا فانه يتم الاستعانة بالأدغال و النباتات الطبيعية للحصول على الجينات او احداث طفرات باستخدام المواد الكيميائية او الاشعاعية للحصول على جينات مقاومة.

b. المدة التي يبقى فيها الجين مقاوماً لغاية ظهور سلالة فايروس جديد تكسر مقاومة الجين. ويبلغ عدد الجينات المقاومة للفايروسات التي وجدت 87 جين تتضمن 75 جين تم كسر المقاومة فيها.

c. ارتفاع كلف برامج تربية وتحسين النبات لغرض الحصول على جين او جينات مقاومة علاوة على طول مدة الحصول على جين مقاوم واختباره.

d. اصابة اكثر من نوع فايروسي للمحصول الواحد لذا يتوجب ايجاد اكثر من جين مقاومة لعدة فايروسات.

اهم المشاكل التي تواجه الاصناف المتحملة:

1. **النبات المتحمل المصاب قد يشكل مصدر اصابة للعوائل الاخرى لذا يتوجب عدم زراعة الاصناف المتحملة والحساسة سوية عند توفر ظروف ملائمة لانتشار الفايروس.**
2. **يساهم النبات المتحمل في ادخال عدد كبير من الفايروسات الى الزراعة مما قد يؤدي الى تغيير المكونات الجينية للعائل او الفايروس ويؤدي الى كسر صفة التحمل وظهور سلالات او انواع فايروس جديدة.**
3. **احلال الاصناف المتحملة ادى الى قلة الاهتمام بإيجاد او البحث عن جينات مناعة ضد الفايروسات لغاية كسر صفة التحمل للأصناف.**
4. **زيادة حساسية الاصناف المتحملة المصابة بالفايروسات للإصابة بالفطريات.**