

الوحدة الثامنة  
علاقة الوراثة بأمراض النبات

- الأهداف : من المتوقع في نهاية دراسة هذه الوحدة ان يكون الطالب قادرا علي أن :
- ١- يفهم العلاقة الجينية بين المسبب المرضي والعائل النباتي والسبب الوراثي وراء التخصص العائلي للمسببات المرضية .
  - ٢- يستوعب السلالات الفسيولوجية من المسببات المرضية المختلفة وطرق نشأتها العامة والخاصة .
  - ٣- يتعرف علي نظرية الجين للجين في تخصص الإصابة بالمسببات المرضية .
  - ٤- توضيح مدى خطورة جينات الضراوة في المسببات المرضية في كسر صفات المقاومة في العائل النباتي .
  - ٥- تحديد العوامل التي تحدد بداية وتكشف المرض .

٦- يدرك السبب في أن القليل من الكائنات الممرضة التي تكون قادرة على مهاجمة عدة أنواع يكون بسبب إما أنها تمتلك عدة جينات متنوعة الشدة أو بسبب أن جينات الشدة ذات مدى تأثير واسع إلى حد ما .

٧- يفهم دور Flor كمؤسس لنظرية الجين للجين التي توصل إليها في عام ١٩٤٢ من دراساته على المقاومة للفطر *Melampsora lini* المسبب لصدأ الكتان .

٨- يستعرض كيفية حدوث التوازن بين كل من البطاطس كعائل نباتي والفطر المسبب للندوة المتأخرة في ظل ظهور المرض بحالة وبائية .

٩- يتعرف علي دور Russel , 1972 في توضيح مقاومة بنجر السكر للفطر *Peronospora farinosa f . sp. Betae* المسبب لمرض البياض الزغبى التي ترجع إلى مقاومة النبات لكل من :  
إنبات الجراثيم الكونيدية على سطح الأوراق ، عملية العدوى ، نمو الفطر في أنسجة الورقة ،  
عملية التجزئ ، هذا فضلا على تحمل النبات للإصابة والذي يتحكم فيه عوامل كمية .

١٠- يدرك تقسيم Abdallah & Hermsen , 1971 للمقاومة الأفقية إلى طرازين ، أحدهما يرجع إلى جينات غير متخصصة ، والأخر يتحكم فيه جينات متعددة متخصصة في المقاومة ولكنها لا تكون متخصصة ضد سلالات من المسبب المرضي ، ويعتقد أن هذا الطراز من المقاومة ينشأ في عشائر العائل التي تنمو في المناطق التي يتواجد فيها الطفيل بحالة مستوطنة .

١١- يدرك دور Van der Plank كمؤسس لمدرسة المقاومة الرأسية والمقاومة الأفقية ، والذي ربط بين هذين النوعين من المقاومة وبين سرعة تكاثر الطفيل وانتشار المرض في النباتات المزروعة ، وكذلك مع سرعة ظهور سلالات جديدة من الطفيل وفقد المقاومة .

١٢- يستوعب أنه تبعا لنظرية Van der Plank فإن المقاومة تكون رأسية عندما يصبح الصنف مقاوما لسلالة او لعدد محدود من سلالات الطفيل ، بينما تكون المقاومة أفقية عندما يكون الصنف مقاوما بنفس الدرجة لجميع سلالات الطفيل .

## المرض والأوبئة

المرض هو حالة فسيولوجية غير طبيعية ، يتعرض أثناءها النبات لمعاناة مستمرة من جراء تطفل أحد المسببات المرضية عليه ، ويستبعد هذا التعريف كل الحالات غير الطبيعية التي لا تحدثها المسببات المرضية ، سواء كانت وراثية المنشأ ، أم ترجع لأسباب فسيولوجية ، وتعرف الحالات الأخيرة بإسم العيوب الفسيولوجية وهي غير معدية بطبيعة الحال .

المرض المتوطن Endemic disease : هو المرض الذى يوجد بصورة دائمة فى منطقة معينة على أنواع نباتية معينة وفى مستوى معين لا يتغير .

المرض النباتي الوبائي Epiphytotic disease : هو المرض الذي يظهر على النبات بحالة شديدة فى عشيرة من العائل بسبب حدوث زيادة كبيرة طارئة فى عشيرة الطفيل .

الطفيليات الإجبارية Obligate parasites : هي الطفيليات التي لا يمكنها النمو رميا في الظروف الطبيعية .

الطفيليات الإختيارية Faculative parasites : يستخدم هذا المصطلح لوصف الكائنات الممرضة التي تنمو رميا بصورة أساسية ولكنها تصبح متطفلة في ظروف خاصة .

العائل Host : هو الكائن الحى الذى يأوى الطفيل ويمده بالغذاء اللازم لنموه وتكاثره ، وقد يستخدم مصطلح عائل للدلالة على نبات واحد أو عشيرة من النباتات أو مرتبة تقسيمية معينة ، وفى علم النيماتولوجي لا يعد النبات عائلا إلا إذا سمح بتكاثر النيماتودا التى أصابته .

المسبب المرضي **Pathogen** : هو الكائن القادر على إحداث المرض فى عائل معين أو فى مجموعة من العوائل .

القدرة على الإصابة **Pathogenicity** : يعنى بهذا المصطلح قدرة المسبب المرضي ، وقد توصف هذه القدرة بنوعية المقاومة التى يمكنها التغلب عليه فنجد مثلا **Horizontal pathogenicity** ، **Vertical pathogenicity** .

يقابل مصطلح العائل القابل للإصابة **Suscept** (وهى تتناسب عكسيا مع المقاومة ويقدر كلاهما على مقياس واحد ، أما المقاومة فهى قدرة العائل على الحد من نمو وإنتشار الطفيل ، ويعنى بهذا المصطلح فى علم الـ **نيماتولوجي** إختراق أعداد قليلة من اليرقات حتى فى وجود أعداد كبيرة من اليرقات وتوفر الظروف المناسبة للإصابة) ويقابل هذا المصطلح المسبب المرضي **Pathogen** بينما يقابل العائل **Host** الطفيل **Parasite**.



## الجينات والمرض

عندما تصبح النباتات المختلفة مثل الطماطم و التفاح أو القمح مريضه نتيجة الإصابة بالكائن الممرض . فإن الكائن الممرض بشكل عام يختلف مع كل نوع من العوائل النباتية وغالبا ما يكون متخصصا مع عائل النباتى معين.

فالفطر *Fusarium oxysporum lycopersici* الذى يسبب الذبول فى الطماطم يهاجم الطماطم فقط وليس له إطلاقا أى تأثير على التفاح أو القمح أو أى نباتات أخرى . الفطر *Puccinia graminis tritici* الذى يسبب صدأ الساق فى القمح يهاجم القمح فقط .

ما الذى يجعل تكشف المرض ممكنا فى العائل ???

- هو وجود جين أو اكثر فى الكائن الممرض للتخصص والشدة ضد عائل معين والذى بدوره يمتلك جينات معينة للتخصص وللقابلية للإصابة بكائن ممرض معين .

- إن الجين أو الجينات المسؤولة عن الشدة فى الكائن الممرض تكون عادة متخصصة لواحد أو لقليل من أنواع نباتات العائل المتقاربة وراثيا . وأيضا فإن الجينات التى تجعل عائل نباتى قابل للإصابة لكائن ممرض معين تكون موجودة فقط فى ذلك العائل الوحيد ومن المحتمل أن تكون موجودة فى قليل من أنواع نباتات العائل المتقاربة .

- الظهور المتزامن والتفاعل بين الجينات للشدة فى الكائن الممرض والجينات الخاصة بالقابلية للإصابة فى العائل هى التى تحدد بداية وتكشف المرض .

## نظرية الجين للجين Gene for gene theory

تنص هذه النظرية على أن كل جين في العائل يتحكم في إستجابته للمسبب المرضي ، يقابله جين آخر في المسبب المرضي يتحكم في قدرته على إصابته للعائل ، ولا يمكن التعرف على أى جين في العائل أو في المسبب المرضي إلا في وجود الجين المناظر له .

يعد Flor هو مؤسس نظرية الجين للجين التي توصل إليها في عام ١٩٤٢ من دراساته على المقاومة للفطر *Melampsora lini* المسبب لصدأ الكتان ولقد أثبتت فكره جين لكل جين أولاً في حالة الكتان ولكن تبين حدوثها عملياً في أصداء أخرى وفي أمراض أخرى ناتجة عن مسببات مختلفة وقد تبين أنه في كل هذه الأمراض عندما يكون الصنف مقاوما للكائن الممرض كنتيجة لـ ١ ، ٢ ، ٣ جينات مقاومه فإن الكائن الممرض الذي يمكن أن يهاجمه يحتوي أيضاً على ١ ، ٢ ، ٣ جينات لشدة الاصابه بالترتيب مع جينات العائل .

جينات المقاومة فى العائل تكون سائدة **R** بينما جينات القابلية للإصابة تكون متنحية ، ومن ناحية أخرى فى الكائن الممرض جينات عدم القدرة على إصابه العائل تكون عادة سائدة (**A**) بينما جينات الشدة تكون متنحية (**a**) .

عندما يكون هناك صنفان من النبات أحدهما يحمل جين للمقاومة **R** ، على هذا فإن الاتحادات الجينية يمكن أن تكون كالتى :

جينات الشدة أو عدم الشدة فى الكائن الممرض	جينات المقاومة أو القابلية للإصابة فى النبات		عملية ذات جين واحد
	مقاومة للإصابة ( <b>R</b> )	قابلية للإصابة ( <b>R</b> )	
عدم الشدة <b>A</b> سائدة	<b>AR</b> (-)	<b>AR</b> (+)	
الشدة <b>A</b> متنحية	<b>AR</b> (+)	<b>AR</b> (+)	

( - ) = عدم التوافق في التفاعل و بالتالى لا يوجد إصابه ( مقاومة ) .

( + ) = التوافق في التفاعل و تحدث إصابة ( قابلية للإصابة ) .

من الإحتمالات الأربعة لتفاعلات الجينات احتمال واحد فقط **AR** يكون مقاوم أما باقى الاحتمالات الأربعة فهى القابلية للإصابة كالأتى :

التركيب **Ar** : تحدث الإصابة بسبب أن العائل يفتقر إلى الجينات المقاومة **R** .

التركيب **aR** : تحدث الإصابة بسبب أن الكائن الممرض يمتلك جين الشدة **a** الذى يهاجم بشكل متخصص هذا الجين المعين للمقاومة **A** فى العائل .

التركيب **ar** : تحدث الإصابة بسبب أن العائل يحمل الجين القابلية للإصابه **r** والكائن الممرض يحمل جين الشدة **a** .

تكون النباتات مقاومه لبعض الكائنات الممرضة إما بسبب :

– انتسابها إلى مجموعات تقسيميه تكون منيعة لهذه الكائنات .  
– امتلاك هذه النباتات لجينات للمقاومة موجهه مباشرة ضد جينات الشدة فى الكائن الممرض ( مقاومة حقيقية ) .

– لأسباب مختلفه منها هروب النباتات أو تحملها للإصابه ( مقاومة ظاهرية ) .  
يهمنا فى هذا الجزء التناول بالتفصيل للمقاومة الحقيقية **True resistance**

## التغيرات ونشوء السلالات فى المسبب المرضى

تختلف الطفيليات ( فطريات – بكتريا – فيروسات – نيماتودا – ميكوبلازما ) فى قدرتها المرضية virulence. كما تختلف سلالات الطفيل الواحد فى هذه القدرة كما تختلف النباتات فى قابليتها للإصابة susceptibility بواحد أو أكثر من هذه السلالات .

إستمرار زراعه الأصناف المقاومة من النبات يؤدى ذلك إلى زيادة مستمرة فى سلالات الفطر الشرسة الجديدة وعلى ذلك فبعد فترة من الوقت يصبح المجموع النباتى الذى كان يعرف بمقاومتها الشديدة قابل للإصابة مرة أخرى بالسلالة أو السلالات الجديدة التى ينتجها الفطر الأمر الذى يستدعى معه بدأ برامج تربية جديدة لاستحداث أصناف مقاومه لهذه السلالات الشرسة الجديدة .

هناك تحدي دائم وحرب مستمرة بين مربى النباتات من ناحية وبين المسببات المرضية من ناحية أخرى فكلما إكتشف المربى صنفا نباتيا مقاوما كان ذلك مدعاة للضغط على الطفيل لانتخاب سلالات أشد ضراوة من ذى قبل. من ذلك يتضح أهمية استمرار عمليات التربية لإيجاد أصناف مقاومه للأمراض النباتية.

يطلق على المجموع النقية المتجانسة من النوع الواحد من الكائن الحى اسم سلالة **Race**. وتعرف السلالات الفسيولوجية **physiological races** بأنها مجاميع من الفطريات والبكتيريا تنتمى إلى نفس النوع وتتميز بتشابها مورفولوجيا وفسيولوجيا، ولكنها تتميز بتباين قدراتها على إحداث الاصابه فى أصناف **Cultivars** النوع النباتى الواحد.

تحتوي السلالات الفسيولوجية الجديدة على جينات جديدة للضراوة تكون قادرة على كسر جينات المقاومة التى تتوفر فى الأصناف التجارية المزروعة.

# نشأة السلالات الفسيولوجية

تنشأ السلالات الفسيولوجية الجديدة بواسطة طرق عامه ووسائل متخصصة.

أ- الطرق العامة

## ١- الطفرات Mutations

تعد الطفرات هي أكثر الطرق التي تظهر بها السلالات الفسيولوجية الجديدة في الفطريات. تتوقف قدرة أى طفرة على البقاء على مدى تأثير هذه الطفرة على عمليات التمثيل الغذائي الطبيعية للفطر ، وعلى قدرة السلالة الحاملة لها على منافسة السلالات الاخرى ، الأمر الذى يتوقف على مدى التوافق أو عدم التوافق بين كل منها والأصناف المنتشرة فى الزراعة .  
الجدير بالذكر أن طفرات الضراوة تتراكم واحدة تلو الأخرى فى نفس العزلة الفطرية ، مما يؤدي إلى ظهور سلالات معقدة **Complex races**.



– الطفرة هي تغير مفاجيء تقريبا فى المادة الوراثيه للكائن الحى والتي عندها تنتقل بنمط وراثى إلى النسل . تحدث الطفرة إما ذاتيا فى الطبيعة أو يمكن إحداثها بواسطة بعض أنواع الإشعاعات ( أشعة X ، الاشعه فوق البنفسجية) أو بعض المركبات الكيمائية مثل حمض النيتروز.

- نظرا للنسل الكثير الذى ينتجه الكائن المرضى فإن احتمال حدوث الطفرة فى هذا النسل العديد احتمالات عالية ونظرا للعدد الذى حصر له فى نسل الكائن الدقيق فمن المحتمل أن عددا كبيرا من الطفرات مختلفة فى شدتها عن أبويها تظهر فى الطبيعة كل سنة.

- بجانب ذلك باعتبار أن عددا قليلا فقط من الأصناف المتماثلة وراثيا لكل محصول نباتى تزرع باستمرار فوق مساحه كبيرة من الأرض ولفترة محددة لعدة سنوات وباعتبار الصعوبات الداخلة فى التغيير من صنف إلى آخر من غير إعطاء مهله كافيه فإن التهديد فى ظهور طفرات جديدة وشديدة تهاجم الصنف المقاوم سابقا تعد حقيقة واقعة .

– التكاثر الجنسي والانعزالات الوراثية :

يعمل التكاثر الجنسي على ظهور الانعزالات الجديدة للجينات عند الانقسام الاختزالي من خلال التوزيع الاعتباطى لكروموسومات والعبور الكروموسومى ويتكون نتيجة لذلك اتحادات وراثية جديدة recombinations وهذه بالطبع تؤدى إلى نشوء سلالات جديدة .

## ب - الوسائل المتخصصة

تختلف تبعاً لنوع الكائن الممرض:-

- ففي الفطريات يتم نشوء سلالات جديدة بوسائل شبيهة بالتكاثر الجنسي:

## Parasexualism - Heterokaryosis Heteropolidy

في البكتيريا تعتبر الطفرات أهم مصدر للاختلافات الوراثية في البكتيريا ، بما في ذلك ظهور السلالات الفسيولوجية الجديدة الأكثر ضراوة ، نظراً لأن الخلايا البكتيرية أحادية لذا فإن الطفرات المتكونة تظهر تأثيرها في الحال .

تستطيع البكتيريا إنتاج تراكيب وراثية جديدة من خلال ظاهرتي Transformation ، وال Transduction والتي تتطلب وجود فيروسات بكتيرية Bacteriophage لحدوثها. وعموماً فإن طرق انتقال المادة الوراثية الثلاثة في البكتيريا وهم

## Transduction - Transformation - Conjugation

تعد وسائل شبيهة بالتكاثر الجنسي.



٣- فى الفيروسات فإن الطفرات هى الوسيلة الوحيدة لظهور التباينات الوراثية الجديدة فى الفيروسات وبالنظر إلى أن الفيروسات توجد بأعداد فلكية فى النباتات ، لذا فإنه يتوقع ظهور أعداد كبيرة من الطفرات فى النبات الواحد ، مهما كانت معدلات ظهور الطفرات منخفضة .