استخدام ما يعرف باسم النظام الثنائى Binary System فى الفطر Plasmodiophora brassicae المسبب لمرض تدرن الجذور فى الصليبيات ، والذى يعرف منه أكثر من ٣٠ سلالة .

ويفيد هذا النظام – بصفة خاصة – فى توضيح العلاقة بين العوائل المقاومة والسلالات الفسيولوجية القادرة على إصابتها ، وفيه يأخذ كل عائل مفرق differential host رقما هو (٢ ن) ، أما السلالة فتعطى رقماً هو مجموع أرقام العوائل التى تصيبها . فمثلا إذا كانت السلالة قادرة على إصابة العوائل المفرقة $٢^{٢}$ ، $٢^{٤}$ .. فإنها تعطى الرقم $٢^{٢} + ٢^{٤} =$ ٤ + ١٦ = ٢٠ . ونظراً لأن أى أس للرقم ٢ هو رقم أكبر من مجموع كل الأسس السابقة لنفس الرقم ، لذا .. فإن رقم السلالة يبين بجلاء العوائل التى تصيبها . ويمكن الرجوع إلى تفاصيل هذا النظام فى Dixon ( ١٩٨١ ) .

## نظرية الجين للجين Gene for Gene Theory

تنص هذه النظرية على أن كل جين – فى العائل – يتحكم فى استجابته للمسبب المرضى ، يقابله جين آخر – فى المسبب المرضى – يتحكم فى قدرته على إصابة العائل . ولا يمكن التعرف على أى جين فى العائل ، أو فى المسبب المرضى إلا فى وجود الجين المناظر له .

ويعد Flor هو مؤسس هذه النظرية التى توصل إليها فى عام ١٩٤٢ من دراساته على المقاومة للفطر Melampsora lini المسبب لصدأ الكتان ( Flor ١٩٧١ ) ، ونأخذ – كمثال لشرح النظرية – دراساته على وراثة المقاومة لسلالتى الفطر رقمى ٢٢ ، و٢٤ فى صنفى الكتان Ottawa ، و Bombay ، وضراوة هاتين السلالتين على نفس الصنفين عند تهجين السلالتين معاً ( جدولا ٧–١ ، و ٧–٢ ) . توضح النتائج بجلاء أن جينين سائدين يتحكمان فى المقاومة فى العائل ، وأن جينين متنحيين يتحكمان فى الضراوة فى المسبب المرضى كمايلى :

جدول ( ٧-١ ) : وراثة المقاومة للسلالتين ٢٢ ، و ٢٤ من الفطر Melampsora lini فى صنفين من الكتان .

| سلالة الفطر | صنف الكتان | | الجيل الأول للصنفين | الجيل الثانى للصنفين | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ottawa (LLnn) | Bombay (llNN) | (LlNn) | (L-N-) | (L-nn) | (llN-) | (llnn) |
| ٢٢ (vLvl VNVN) | يصاب | مقاوم | مقاوم | مقاوم | يصاب | مقاوم | يصاب |
| ٢٤ (VLVL vNvN) | مقاوم | يصاب | مقاوم | مقاوم | مقاوم | يصاب | يصاب |
| نسب الانعزالات المشاهدة فى الجيل الثانى | | | | ١١٠ | ٣٢ | ٤٥ | ٩ |
| نسب الانعزالات المتوقعة فى الجيل الثانى ( ٩ : ٣ : ٣ : ١ ) | | | | ١٠٩ | ٣٦ | ٣٦ | ١٢ |

جدول ( ٧-٢ ) : وراثة ضراوة سلالتى الفطر Melampsora lini رقما ٢٢ ، ٢٤ على صنفين من الكتان ( عن Manners ١٩٨٢ ) .

| صنف الكتان | سلالة الفطر | | الجيل الأول للسلالتين | الجيل الثانى للسلالتين | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ٢٢ (vLvLVNVN) | ٢٤ (VLVLvNvN) | (VLvLVNvN) | (VL-VN-) | (vLvLVN-) | (VL-vNvN) | (vLvlvNvN) |
| Ottawa (LLnn) | يصاب | مقاوم | مقاوم | مقاوم | يصاب | مقاوم | يصاب |
| Bombay (llNN) | مقاوم | يصاب | مقاوم | مقاوم | مقاوم | يصاب | يصاب |
| نسب الانعزالات المشاهدة فى الجيل الثانى | | | | ٧٨ | ٢٧ | ٢٣ | ٥ |
| نسب الانعزالات المتوقعة فى الجيل الثانى (٩ : ٣ : ٣ : ١) | | | | ٧٥ | ٢٥ | ٢٥ | ٨ |

يلاحظ فى جدولى ( ٧-١ ) ، ( ٧-٢ ) أن L ، و N يمثلان أليلى المقاومة السائدين فى العائل ، بينما يمثل l ، و n الأليلين المتنحيين للقابلية للإصابة ، كما يمثل vL ، و vN الأليلين المتنحيين للضراوة Virulence فى الفطر، بينما يمثل VL، و VN الأليلين المتنحيين

الخاصين بعدم القدرة على إحداث الإصابة Avirulence فى الفطر .

ففى الصنف Ottawa يوجد الجين L الذى يكسب الصنف مقاومة ضد سلالة الفطر رقم ٢٤ ، إلا أن هذا الجين ليس فعالاً ضد سلالة الفطر رقم ٢٢ . أما الصنف Bombay فإنه يحمل الجين الذى يكسبه مقاومة ضد سلالة الفطر رقم ٢٢ ، ولكنه ليس فعالاً ضد سلالة الفطر رقم ٢٤ .

ومن جانب الفطر .. فإن السلالة رقم ٢٢ تحمل الجين vL الذى يكسبها القدرة على إصابة الصنف Ottawa ، بينما تحمل السلالة رقم ٢٤ الجين vN الذى يكسبها القدرة على إصابة الصنف Bombay . وفى كل حالة كانت نسبة الانعزالات فى الجيل الثانى قريبة مما هو متوقع على أساس انعزال زوجين من الجينات المستقلة ، مما يدل على أن L ، و N كانا مستقلين فى العائل ، و VL ، و VN كانا مستقلين فى الفطر . وجدير بالذكر أن نسبة الانعزالات فى الجيل الثانى لتلقيح سلالتى الفطر ( جدول ٧ – ٢ ) كانت مماثلة لمايحدث فى الكائنات الثنائية التضاعف ؛ لأن كل مزرعة كانت ثنائية الأنوية Dikaryon ، ونشأت من إخصاب Pycnium ( Day ١٩٧٤ ) .

وقد أوضحت الدراسات الأولى التى أجراها Flor أن المقاومة لصدأ الكتان يتحكم فيها ٢٥ أليلاً فى خمسة مواقع جينية كما يلى :

| الموقع | عدد أليلات المقاومة | الأليلات السائدة | أليل القابلية للإصابة |
|---|---|---|---|
| K | ١ | K | k |
| L | ١١ | L إلى L10 | l |
| M | ٦ | M إلى M5 | m |
| N | ٣ | N إلى N2 | n |
| P | ٤ | P إلى P3 | p |

وتجدر الإشارة إلى أن أى صنف ثنائى التضاعف لايمكن أن يكون أصيلاً فى أكثر من خمسة أزواج من جينات المقاومة .

وبناء على نتائج دراسات Flor .. فقد اقترح أن جينات الضراوة – فى المسبب المرضى – تكون دائما متنحية ، إلا أن الدراسات اللاحقة على مسببات مرضية أخرى أوضحت أن الضراوة يمكن أن تكون أحياناً سائدة . وعندما يكون المسبب المرضى أحاديا فى طوره المتطفل – كما فى معظم الفطريات الزقية على سبيل المثال – فإن السيادة والتنحى لايمكن ظهورهما .

وقد وجد أن نظرية الجين للجين تنطبق على عديد من الحالات المرضية التى تتباين مسبباتها ما بين الفطريات ، والبكتيريا ، والفيروسات ، والنيماتودا ، والحشرات ، والنباتات المتطفلة ( جدول ٧-٣ ) .

وأغلب الحالات التى تنطبق عليها النظرية تكون فيها المقاومة بسيطة ، أو يتحكم فيها عدد محدود من الجينات ، ولكن توجد حالات قليلة ذات مقاومة كمية .

ونتناول بالشرح – فيما يلى – عدداً من الحالات الأخرى التى تنطبق عليها نظرية الجين للجين غير المقاومة للصدأ فى الكتان ، من خلال دراستنا للعوائل المفرقة واستخدامها فى تمييز السلالات الفسيولوجية .

ولمزيد من التفاصيل عن التفاعل بين العائل والطفيل فى الأمراض النباتية .. يراجع Gallegly ( ١٩٦٨ ) ، Day ( ١٩٧٤ ) ، Van der Plank ( ١٩٨٤ ) .

## استخدام العوائل المفرقة فى تمييز السلالات الفسيولوجية

يتم التعرف على السلالات الفسيولوجية باستخدام العوائل المفرقة Ditferential Hosts ، وأفضل مجموعات العوائل المفرقة هى التى يحمل كل واحد من أفرادها جيناً واحداً للمقاومة ، حتى لايُخفى فعل الجين جيناً أو جينات أخرى . ويلزم للتعرف على ($٢^{ن}$) سلالة فسيولوجية من المسبب المرضى مجموعة تضم ( ن ) من العوائل المفرقة التى يحتوى كل منها على جين مختلف للمقاومة ؛ ويعنى ذلك أن الأمر يتطلب دراسة عدد ( ن ) من كل من جينات المقاومة فى العائل ، ونفس العدد من جينات الضراوة فى المسبب المرضى .