المحاضرة الخامسة

الدفاعات النباتية : **Plant Defense**

تنمو النباتات عادة بصحة جيدة في ظل غلاف جوي مزدحم بالسبورات الفطرية والخلايا البكتيرية والفايروسات وتنمو الجذور السليمة في التربة بالرغم من الأعداد الكبيرة للمسببات سواء الفطرية منها أو البكتيرية والنيماتودا التي تحيط بالمنطقة حول الجذور Rhizosphere وأن النباتات تدافع عن نفسها بأسلحتها الدفاعية وأستطاع النبات من تطوير أستراتيجيات دفاعية ضد الكائنات الممرضة صنفت هذه الأستراتيجيات إلى قسمين أساسيين هما :

– **1** الدفاعات غير الفعالة (السلبية) Passive Defense

– **2** الدفاعات الفعالة Active Defense .

الدفاعات السلبية هي تلك الدفاعات التي تكون موجودة وبارزة قبل التعرف على المسبب المرضي أما الفعالة فهي التي تتحفز بعد تميز المسبب المرضي بواسطة العائل ، وتشمل دفاعات النبات الناجحة ما يلي :

- مرحلة ما قبل الأختراق Prepenetration

-مرحلة الأختراق Penetration .

- مرحلة الإصابة Infection .

أن الدفاعات السلبية على العموم ضد المسبب خلال مرحلتي ما قبل الأختراق والأختراق هي الأكثر فاعلية في المراحل الأولى للمرض في حين أن الدفاعات الفعالة هي مهمة وفعالة في مرحلة الإصابة .

أولاً : مرحلة ما قبل الأختراق : **Prepenetration**

أهم الحواجز في هذه المرحلة هي سطح النبات Plant surface والذي عادة ما يكون مستعمر من قبل أنواع مختلفة من الأحياء المجهرية بشقيها الممرض وغير الممرض ، وأن أغلب الأنواع الموجودة على سطح النبات والتي تستعمره هي تلك التي لها قرابة أو صلة بالطبيعة الكيمياوية والطوبوغرافية الخاصة بسطح النسيج النباتي ، وعليه فإذا كان العائل لا يملك جاذبات فيزياوية وكيمياوية كافية فأن الممرض سوف لن يستطيع التعرف بسهولة عليه وأن مدى توفر المواد المغذية يمكن أن يزيد من قوة الممرض للنبات ، وإن جميع هذه الكائنات في حالة منافسة على الكربون والنتروجين وبقية العناصر الضرورية الأخرى ، أن في بعض الفطريات يتحفز تكوين تراكيب الأختراق خلال التلامس الفيزياوي على سطح العائل النباتي وعليه فأن التغيرات يمكن أن تحدث في كيميائية سطح العائل النباتي أو طوبوغرافية السطح يمكن أن تحد من المرض النباتي ومن الأمثلة على ذلك وجود الشعيرات أو الشمع وبالتالي قلة تجمع الماء على سطح الأوراق وهذا يقلل من إنبات سبورات الفطريات .

أن العديد من الممرضات تتغير عند ملامسة سطح النبات فسبورات الفطريات تنبت وبيض النيماتودا يفقس والبكتريا تتضاعف وهكذا ، وأن التغيرات الفيزياوية والكيمياوية على سطح النبات يمكن أن تؤثر في هذه العملية فقد وجد أن (LPS Lipo polysaccharids) هو أحد مكونات سطح الخلية البكتيرية للنوع السالب لصبغة كرام وهذه المادة تسمح للأرتباط المادة الأساسية المضادة للفعل الميكروبي لتثبيط عملها وعليه فأن البكتريا الفاقدة للـ LPS هي ممرضات ضعيفة.

وعلى العموم فأن سمك الحواجز أو الدفاعات الفيزياوية ووجود الطبقة الشمعية تعتبر مهمة كدفاعات للعائل خلال المرحلة التي تسبق الأختراق والأختراق نفسه والإصابة كما تلعب تثخنات الجدران والكيوتكل كعاملان مهمان بالأختراق .

ثانياً : الأختراق **Penetration .**

A – الدفاعات السلبية **Passive Defense .**

يمكن أن تحد الحواجز الفيزياوية من أختراق المسبب ويلعب سمك الكيوتكل دوراً مهماً في السيطرة على تقدم المسبب المرضي .

أن الكيوتكل يتكون من الكايتين والدهن والسوبرين وهي تقريباً نفس المواد المكونه لخلايا الفلين الذي يمكن أعتباره هو الأخر دفاعاً سلبياً أو قد يصبح مكوناً يحدث نتيجة للأستجابة الفعالة Active Response ، هنالك العديد من الفطريات تتطلب أنزيمات للأختراق ولكن في الوقت نفسه هنالك أنزيمات ومركبات تعمل على تثبيط عمل الأنزيمات المرضية وبالتالي مقاومة النبات لها .

B – الدفاعات الفعالة **Active Defense .**

طورت النباتات عدداً من الوسائل الدفاعية لتقليل فرص دخول المسببات المرضية إليها ويعتبر تمييز العائل النباتي للمسبب المرضي هو المفتاح للدفاعات الفعالة ، ويمكن التمييز بالأشارات المتبوعة بترجمة هذه الأشارات ليحدث بعد تحفيز للجبن وبالتالي تثبيط أو قتل الكائن الغازي أو الدخيل .

هنالك ثلاث درجات للمقاومة أو الدفاعات الفعالة :-

1 – الدفاعات الأولية . **Primary Def .**

وتشمل تحديد أو تحجيم المسبب المرضي الذي يتلامس مع الخلية

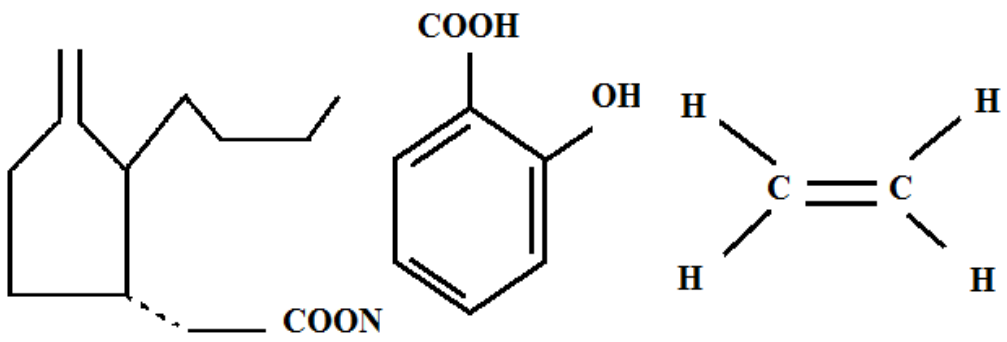
2 – الدفاعات الثانوية **Secondary Def. .**

الإستجابة الثانوية وهي تحفيز في الخلايا المجاورة للخلايا التي هي في تماس مع المسبب المرضي .

3 – الدفاعات الجهازية **Systemic Def. .**

وهي الدفاعات التي تتحفز في جميع أجزاء النبات .

أن فهم تناقل الأشارات لفهم ميكانيكية المقاومة الفعالة يتضمن أدوار من جريان أيونات Cl و K^+ التي تزودج معاً أضافة إلى الإنتاج الفجائي من بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 الذي يعتقد إلى أنه أشارة إلى قوة الخلية ، لوحظ أن مركبات مثل الـ Salicylic acid والـ Jasmonic acid والـ Ethylene ما هي ألا أمثلة على مركبات الأشارة والتي تعمل على تحفيز المقاومة والدفاع في العائل النباتي .



لوحظ أن معاملة بعض النباتات بالـ Salicylic acid وهو المادة الفعالة في الأسبرين يزيد من المقاومة الجهازية في عدد من العوائل النباتية .

ثالثاً : الإصابة **Infection .**

A – الدفاعات السلبية **Passive Def. .**

أن للنباتات القابلية على تصنيع العديد من المركبات ذات الأوزان الجزيئية المنخفضة والتي تعتبر كمركبات أيضية ثانوية Secondary Metabolism Comp هذه المواد تبرز في مقاومة المسببات المرضية وفي حالة كون هذه المركبات مصنعة قبل تعرض النبات إلى المسببات المرضية فأنها تعرف بـ Phytoanticipins وهي مركبات ذات وزن جزيئي منخفض تخزن في خلايا النبات مرتبطة مع السكر في الفجوات glycosylated (الربط بالكلوكوز) وهذه المواد على نوعين الأول ثابت الكمية لا يتغير بعد الإصابة يسمى Prohibitins والثاني يزداد تركيزه بعد الإصابة يعرف بـ Inhibitins وأظهرت الدراسات أن النباتات المعدلة وراثياً لها القدرة على تصنيع الـ glycosidie phytoanticipins وبالتالي زيادة في مقاومة النبات للأمراض .

B – الدفاعات الفعالة **Active Def. .**

وهي تشمل :-

1 – الفايتوالكسين **Phytoalexin:** مركبات تنتج بعد الإصابة (راجع محاضرة الفايتوالكسين).

2 – الإنزيمات **Enzymes :**

تلعب الأنزيمات والمضادات الحيوية دوراً في المقاومة النباتية وسجلت العديد منها في الإنسجة النباتية ومنها Chitinase و β – glucanase وهي فعالة من خلال تحطيم المسبب أو تجميعه كما دلت على ذلك النباتات المعدلة وراثياً والتي أستهدفت فيها زيادة كمية هذه الإنزيمات .

3 – فرط الحساسية **Hypersensitive Reaction (HR) .**

عبارة عن موت فجائي مبرمج لعدد من خلايا العائل يعمل على تقليل أو تحديد نمو المسبب المرضي وهذا التفاعل يعمل على تحفيز أرسال أشارات تعمل على التعجيل بموت الخلايا النباتية علاوة على تحفيز الدفاعات النباتية المسيطر عليها جينياً مثل تصنيع الفايتوالكسين والسالسالك أسيد والبروتينات ذات العلاقة بالأمراضية ، هذا الموت المبرمج للخلية المخترقة والخلايا المجاورة يتم بأشارات كيمياوية .

4 – المقاومة الجهازية **Systemic Res. .**

هذه المقاومة لا تشبه بأي حال حقيقة الجهاز المناعي في العائل وهنالك نوعين منها في النبات:

أ – المقاومة الجهازية المستحثة ISR Induced Res.

ب – المقاومة الجهازية المكتسبة SAR Acquired Res.

وكلاهما يمتلكان نفس آليات الدفاع النباتي من إنتاج مواد دفاعية كالفايتوالكسين أو بروتينات ذات علاقة بالأمراضية وهما يشتركان بالأشارات نفسها إلا أن المكتسبة صفة موروثة والثانية مستحثة .

تقسم المقاومة بالنبات إلى نوعين :

A – مقاومة وراثية (غير مستحثة) **. Genetic Resistance or Acquired**

وهي صفة موروثة بالعائل تؤدي إلى أختزال أو تقليل الضرر الناتج من المسبب وهي بنوعين :

1 – العمودية (الخاصة) .

2 – الأفقية (العامة) .

B – المقاومة المستحثة **. Induced Resistance**

وهي المقاومة التي قوامها الدفاعات الفيزياوية والتي تستحث بعد التلقيح بمسبب مرضي غير متوافق أو بكائن غير ممرض أو معاملة النبات بأحد نواتج أيضها وهي على نوعين :

1 – مقاومة موضعية **Local Res.**

تحدث قريباً من منطقة الأستحثاث وتدعى بفرط الحساسية وتشمل سرعة جفاف أو تحطم خلايا العائل .

2 – مقاومة جهازية **Systemic Res.**

تحدث في مناطق بعيدة عن منطقة الأستحثاث يترافق معها زيادة في تكوين الفايتوالكسين والبروتينات ذات العلاقة بالأمراضية .

ويمكن تقسيم الدفاعات النباتية عموماً إلى قسمين رئيسين :

دفاعات نباتية	دفاعات كيمياوية
تمنع دخول وإنتشار المسبب المرضي داخل النبات وتشمل :	الدفاع الذي يقوم به النبات ضد المسبب المرضي عن طريق إنتاج مواد كيمياوية ويشمل :
1 – الدفاعات التركيبية قبل الإصابة : مثل الشمع والثغور والعديسات وسمك طبقة الكيوتكل .	**1** – الدفاعات الكيمياوية الموجودة قبل الإصابة مثل وجود المركبات الفينولية في البصل الأحمر التي تقاوم أسوداد البصل . ووجد حامض الكلوروجينك المقاوم لمسبب الذبول الفرتسلمي في درنات البطاطا .
2 – الدفاعات التركيبية بعد الإصابة : وتقسم إلى: **A**- النسيجية : تكوين طبقة الفلين والتايلوسات وترسيب الأصماغ . **B** – الخلوية : تغيرات في مظهر جدار الخلية مثل تضخم الجدران وتحلل النواة وتكوين الحليمات الكالوسية .	**2** – الدفاعات الكيمياوية المتكونة بعد الإصابة تحصل نتيجة لتحفيز المسبب المرضي للنبات على إنتاجها وتشمل الإنزيمات والفايتوالكسين والبروتينات ذات العلاقة بالأمراضية .