وعمومًا .. فإن طبقات السيوبرين أو القلين أو اللجين أو الكالوز التى تتواجد طبيعيًا وتعمل على فصل الأنسجة الداخلية للنبات عن الجو الخارجى تعد جميعها من وسائل النبات الدفاعية السابقة التكوين (عن Akai ١٩٥٩).

المقاومة السلبية الكيميائية والفسيولوجية

ترجع المقاومة الكيميائية أو الفسيولوجية السلبية إلى وجود مركبات معينة أو خصائص فسيولوجية معينة فى النبات تكسبه صفة المقاومة، ومن أمثلة ذلك ما يلى:

رقم pH العصير الخلوى

قد لا يتوفر رقم حموضة (pH) مناسب – فى العصير الخلوى – لنمو المسبب المرضى.

يكون لهذا العامل تأثير كبير فى تكاثر البكتيريا المسببة للأمراض. وقد وجد أن القدرة التنظيمية للاحتفاظ برقم ثابت للـ pH تكون أكبر فى الأصناف القابلة للإصابة منها فى الأصناف المقاومة؛ الأمر الذى يترتب عليه تغيرات كبيرة – نسبيًا – فى pH العصير الخلوى فى الأصناف المقاومة، مما يجعلها غير مناسبة لنمو البكتيريا (Klement & Goodman ١٩٦٧).

الضغط الإسموزى للعصير الخلوى

قد يؤثر الضغط الإسموزى للعصير الخلوى فى نمو الكائنات المسببة للأمراض فى حالات معينة. فمثلاً .. وجد أن الضغط الإسموزى كان أعلى فى خلايا الخس المقاومة للبياض الدقيقى مما فى الأصناف القابلة للإصابة.

نفاذية الغشاء البلازمى

وجد فى مرض صدأ الساق فى القمح أن نفاذية الغشاء البلازمى ترتبط عكسيًا بالمقاومة، وقد عُللَ ذلك بأن زيادة النفاذية تجعل من السهل على الفطر الحصول على المواد الغذائية التى تلزم لنموه (Hare ١٩٦٦).

نظرية التغذية

قد لا يتوفر الحد الأدنى المناسب من بعض العناصر الغذائية كالأحماض الأمينية، والبروتينات، والمواد الكربوهيدراتية بالقدر الذى يكفى لنمو المسبب المرضى، أو قد لا توجد هذه المواد بحالة صالحة لاستعمال الطفيل. وقد أطلق على هذا الطراز من المقاومة اسم نظرية التغذية Nutritional hypothesis.

وتأييدًا لهذه النظرية .. ذكر أنه أنتجت طفرات من الفطر *Colletotrichum orbiculare* – بالمعاملة بالأشعة فوق البنفسجية – تميزت عن السلالة الأصلية باحتياجها إلى أحماض أمينية معينة، أو إلى البيرودوكسين Pyrodoxine. ووجد أن الطفرات التى كانت بحاجة إلى أحماض أمينية معينة (هى الـ: leucine، أو isoleucine، أو serine، أو lysine، أو histidine، أو proline، أو alanine، أو valine، أو inositol)، أو إلى مركب البيريميدين pyrimidine لنموها لم تكن قادرة على إصابة بعض أصناف القاوون والبطيخ.

وقد استعادت معظم الطفرات قدرتها على التطفل عندما أضيف الحامض الأمينى اللازم لأى منها إلى سطح الورقة – عند منافذ الإصابة Infection Courts – فى صورة محلول مائى. كذلك استعادت الطفرات قدرتها على التطفل بإضافة مستخلص خلايا بشرة أوراق الخيار أو البطيخ إلى سطح الأوراق المحقونة. إلا أن أيًّا من الطريقتين لم تفلح فى استعادة الطفرة – التى يلزمها البيريميدين – لقدرتها على التطفل (عن Kiraly وآخرين ١٩٧٤).

ويعد ذلك تأكيدًا لدراسات سابقة مماثلة أجريت على الفطر *Ventura inaequalis* المسبب لمرض جرب التفاح، وحُصل فيها على عدة طفرات كان ينقص كل منها عامل نمو growth factor معين لا يمكنها تمثيله. وقد كانت هذه الطفرات غير قادرة على إصابة أصناف التفاح القابلة للإصابة، إلا أن معظمها استعاد تلك القدرة لدى إضافة عامل النمو الذى يلزمها عند منفذ الإصابة. وقد تبقت بعض الطفرات التى لم تستجب لتلك المعاملة، لأن فقدها للقدرة على التطفل كان راجعًا – كما يبدو – إلى أسباب أخرى إضافية (عن Allen ١٩٥٩).

النباتات، إذ من النادر ألا يمكن التأثير فى أى كائن دقيق - بشدة - بتركيز مناسب لمستخلص نباتى أو مواد يحصل عليها من أى من النباتات المزهرة، إلا أن وجود تلك المواد السامة لا يعنى بالضرورة أنها تحمى النبات من مسبب مرضى معين بالذات.

ويستدل من استعراض الدراسات المبكرة التى أجريت فى هذا الشأن (يراجع لذلك Kosuge ١٩٦٩) على ارتباط المحتوى الفينولى للنباتات بالمقاومة، ويشترط فى هذه الحالات أن تكون الفينولات ذاتها هى التى تكون مؤثرة فى المسببات المرضية. أما إذا كانت الفينولات تتحول إلى مواد أخرى سامة للمسببات المرضية بعد حدوث الإصابة، فإن ذلك يدخل ضمن المقاومة ذات الطبيعة النشطة.

ومن حالات المقاومة التى ترجع إلى وجود مركبات سامة للمسببات المرضية - فى الأصناف المقاومة - قبل حدوث الإصابة ما يلى:

١ - مقاومة البصل لمرض الاسوداد أو التهبب:

ترجع مقاومة البصل لهذا المرض إلى احتواء الحراشيف الخارجية للأبصال الملونة (المقاومة) على مركبين هما: الكاتيكول Catechol، وحامض بروتوكاتيكوك Protocatechuic Acid. ينتشر المركبان فى المحلول الأرضى حول الأبصال، مما يؤدى إلى منع إنبات ونمو جراثيم الفطر.

وقد وجد أن مقاومة الأبصال الملونة للفطر تفقد لدى إزالة الحراشيف الخارجية الميتة بالرغم من استمرار وجود أوراق ملونة داخلية فى البصلة. وأوضحت الدراسات التى أجريت فى هذا الشأن أن الصبغات الفلافونية flavones والأنثوسيانينية anthocyanins ليس لها أى دور مثبط للفطر، ولكن تمثيلها يرتبط بتمثيل المركبات الفينولية المسئولة عن المقاومة.

٢ - إفراز جذور أصناف البسلة المقاومة للفطر فيوزاريم - المسبب للاصفرار - لمواد سامة للفطر.

٣ - إفراز أوراق البنجر السليمة - من الأصناف المقاومة للفطر *Cercospora*

beticola المسبب لمرض تبقع الأوراق السركسبورى – لمواد مثبطة لجراثيم الفطر. وقد وجد ارتباط بين إفراز تلك المواد وعدد البقع المرضية المحلية على الأوراق. وتبين أن أعدادًا قليلة فقط من جراثيم الفطر هى التى تنبت على أوراق الأصناف المقاومة. وأن نسبة بسيطة فقط من الجراثيم هى التى يمكنها الإنبات فى قطرات الندى، أو الماء الذى تغسل به الأوراق. حتى بعد التخفيف الشديد لها.

٤ – كذلك وجد أن أسطح أوراق أصناف التفاح المقاومة للبياض الدقيقى تحتوى على مواد مثبطة لإنبات جراثيم الفطر المسبب للمرض، وأن هذه المواد تؤدى إلى حماية الأصناف القابلة للإصابة من المرض لدى معاملة أوراقها بها.

٥ – ترتبط مقاومة البطاطس للفطر *Streptomyces scabies* – المسبب لمرض الجرب – بمحتوى الدرنات من حامض الكلوروجنك Chlorogenic Acid كما يلى:

أ – توجد تركيزات من الحامض فى الأصناف المقاومة أعلى مما فى الأصناف القابلة للإصابة.

ب – يزداد تركيز الحامض فى الأنسجة الخارجية للدرنات – حيث ينمو وينتشر الفطر عند حدوث الإصابة – عما فى الأنسجة الداخلية.

جـ – يكون تركيز الحامض أعلى فى الأنسجة المحيطة بالعديسات – التى تشكل المنفذ الطبيعى للإصابة – مما فى بقية أنسجة القشرة.

د – يلعب الحامض دورًا فى تنبيه الكامبيوم الفلينى لتكوين طبقة فلينية حامية (عن Allen ١٩٥٩).

٦ – تبين أن مادة التوماتين Tomatine بتركيز ٤٥٠ جزءًا فى المليون تثبط نمو البكتيريا *Pseudomonas solanacearum* فى المزارع البكتيرية. وتوجد هذه المادة فى جذور صنف الطماطم Hawaii 5808-2 المقاوم للبكتيريا – بتركيز ٤٠٠ جزء فى المليون، ويصل التركيز فى النباتات الكبيرة إلى أكثر من ١٠٠٠ جزء فى المليون، أما الأصناف القابلة للإصابة فيتراوح تركيز التوماتين فى جذورها من ١٠٠–٣٠٠ جزء فى المليون. كما وجد أن الظروف البيئية التى تضعف المقاومة تؤدى كذلك إلى خفض تركيز التوماتين

فى الجذور. ويستدل مما تقدم على وجود ارتباط بين محتوى جذور الطماطم من التوماتين ومقاومتها لهذه البكتيريا (Gilbert & Mohanakumaran ١٩٦٩).

٧ – ترتبط المقاومة للذبول الفيوزارى فى البطيخ بوجود مستوى مرتفع من الفينولات قبل العدوى بالفطر (Mohammed وآخرون ١٩٨١).

٨ – يحتوى العصير المستخلص من جذور عدد من النباتات على مواد سامة للنيماتودا. إلا أنه لم يثبت فى أى منها أن هذه المواد هى السبب الرئيسى والوحيد للمقاومة. وغالبًا ما تعمل هذه المواد – مع عوامل أخرى – على خفض معدلات الإصابة بالنيماتودا، نظرًا لأن تلك المواد تبطئ فقط نمو وتطور النيماتودا بالنبات. ومن أمثلة ذلك مقاومة الأسبرجس للنيماتودا *Trichodorus christiei*، حيث تحتوى جذور وسيقان الأصناف المقاومة على جلوكوسيد سام للنيماتودا، يؤدى إلى سرعة موتها فى منطقة نمو الجذور. وينتشر هذا المركب السام فى التربة كذلك حول النباتات؛ ليحمى النباتات الأخرى القابلة للإصابة القريبة منه من الإصابة بالنيماتودا (عن Rhode ١٩٧٢).

ونظرًا لأهمية موضوع المركبات السامة السابقة التكوين كمكون أساسى للمقاومة السلبية. وارتباطه بموضوع مركبات الأيض الثانوية secondary metabolites التى تتنوع فئاتها ومجموعاتها كثيرًا (Hallahan وآخرون ١٩٩٢). فإننا نتناول هذا الموضوع بمزيد من التفصيل تحت عنوان مستقل.

المقاومة السلبية .. وجود مركبات سامة سابقة التكوين

يمكن باستعمال المذيبات المناسبة استخلاص عديد من المركبات ذات النشاط المضاد للميكروبات من كثير من النباتات، كذلك يمكن فصل مركبات لها تأثيرات ضارة على الحشرات سواء أكانت ناقلة للفيروسات، أم غير ناقلة لها، ويتطلب الأمر تحديد التركيب الكيميائى لتلك المركبات قبل دراسة دورها فى عملية دفاع النباتات ضد الإصابات المرضية.

وكما أسلفنا .. يعتبر الارتباط بين المقاومة وتواجد تلك المركبات بتركيزات عالية فى