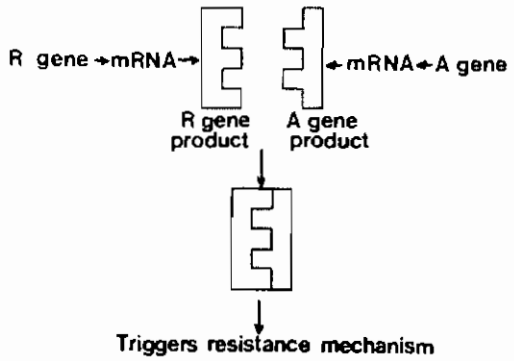
لإنتاج مركبات (يطلق عليها اسم triggers) هى التى تبدأ عن طريقها التفاعلات الدفاعية (شكل ٧-٣١).



شكل (٧-٣١): تفاعل ناتج جين المقاومة (R gene) مع ناتج جين عدم الضراوة (A gene) لإنتاج الـ trigger الذى يُطلق التفاعلات التى تؤدى إلى المقاومة.

٤ - الأحماض الدهنية

أمكن عزل الحامضين الدهنيين arachidonic acid (شكل ٧-٣٢). و eicosapentaenoic acid من الفطر *Phytophthora infestans* واكتشاف كونهما مثيرات لإنتاج الفيتوألاكسينات التربينية terpenoid phytoalexins فى البطاطس (عن Strange ١٩٩٣).

$$CH_3(CH_2)_3(CH_2CH{=}CH)_4(CH_2)_3COOH$$

شكل (٧-٣٢): الـ **arachidonic acid** الذى ينتجه الفطر ***Phytophthora infestans*** الذى يعد من مثيرات إنتاج الفيتوألاكسينات التربينية فى البطاطس.

علاقة منظمات النمو النباتية بمقاومة الأمراض

الأوكسينات

من المعروف أن الأوكسينات تقلل عمومًا من نمو الفطريات، حيث تكون المقاومة مرتبطة – عادة – بمستوى عال من الأوكسينات. وقد تنتج الفطريات المتطفلة الإنزيم

IAA oxidase الذى يعمل على تحليل الأوكسين إندول حامض الخليك. ولكن قد تلعب بعض البولى فينولات polyphenpls مثل: حامض الكافيك caffeic acid، وحامض الكلوروجينك chlorogenic acid – وهى مثبطات قوية لإنزيم IAA oxidase – دورًا هامًّا فى وقف عمل هذا الإنزيم الذى يفرزه الطفيل، وبذا .. يصبح النبات مقاومًا. وقد تلعب البولى فينولات دورًا آخر فى المقاومة من خلال أكسدتها للتربتوفان tryptophane إلى إندول حامض الخليك.

السيتوكينينات

من المعلوم أن السيتوكينينات لديها القدرة على تثبط تفاعل فرط الحساسية؛ لتتغير الاستجابة إلى قابلية للإصابة. كذلك يعتقد بأن قدرة السيتوكينينات على تأخير شيخوخة الأوراق والأزهار المفصولة ربما يرجع إلى تثبيطها لعملية الأكسدة الزائدة للدهون التى تلاحظ أثناء مراحل الشيخوخة. ولقد أوضح الكثيرون أن تفاعل فرط الحساسية يكون مصاحبًا بالأكسدة الزائدة للدهون. وقد درس Beekman & Ingram (١٩٩٤) تأثير الكينيتين: 6-furfurylaminopurine على فرط حساسية درنات البطاطس للفطر *Phytophthora infestans*. وقدَّر التفاعل بين العائل والطفيل من خلال قياسات: موت الخلايا بفرط الحساسية (التسرب الأيونى)، والدفاعات الثانوية (تراكم الفيتوألاكسين). والنمو الفطرى فى النسيج النباتى (كتلة النمو الفطرى مقدرة باختبار الـ ELISA)، وتبين من هذه الدراسة أن الكينيتين ثبط التسرب الأيونى عند تركيز ١٥–٢٤٠ ميكرومول، وقلل تراكم الفيتوألاكسينات عند تركيز ١٢٠–٢٤٠ ميكرومول، واستحث القابلية للإصابة عند تركيز أعلى من ٦٠ ميكرومول.

ويلعب الكاينتين kinetin. والـ benzimidazole دورًا فى استمرار مقاومة أوراق النجيليات للأصداء بعد فصلها عن النباتات. ولا تنمو فطريات البياض الدقيقى على أوراق الخيار الطافية على محلول من الكاينتين برغم قابلية هذه الأوراق للإصابة بعيدًا عن منظم النمو.

ومن ناحية أخرى .. وجد Kochba & Samish (١٩٧١) أن معاملة بادرات الخوخ

المقاومة للنيماتودا *Meloidogyne javanica* بالكاينتين أو نفثالين حامض الخيك NAA أفقدها مقاومتها.

الجبريللين

أدت معاملة نباتات الطماطم بحامض الجبريلليك إلى زيادة قابليتها للإصابة بذبول فيرتيسيلم، بينما أدت المعاملة بالـ CCC – وهو مضاد للجبريللين – إلى زيادة المقاومة.

حامض الأبسيسك

يعد حامض الأبسيسك abscisic acid أحد الهرمونات التى تشارك فى التفاعلات بين النباتات والمسببات المرضية. ولقد تبين أن طفرات الطماطم التى تُظهر مستوى منخفض من حامض الأبسيسك أكثر كثيرًا فى مقاومتها للفطر *Botrytis cinerea* عن الطماطم العادية غير المطفرة (الطراز البرى). وأدت معاملة الطماطم المطفرة بحامض الأبسيسك إلى استعادة قابليتها للإصابة بالفطر، بينما أدت معاملة الطراز البرى إلى زيادة قابليته للإصابة؛ بمعنى أن حامض الأبسيسك يلعب دورًا رئيسيًّا فى قابلية الطماطم للإصابة بالفطر *B. cinerea*. وقد أظهرت الدراسات أن حامض الأبسيسك يُعدِّل – سلبيًّا – من مسار الدفاع ضد المسببات المرضية المعتمد على حامض السلسيلك salicylic acid فى الطماطم (Audenaert وآخرون ٢٠٠٢).

ولمزيد من التفاصيل عن الدراسات المبكرة حول دور منظمات النمو فى مقاومة الأمراض .. يراجع Sequira (١٩٦٣).

طبيعة حالات الإفلات من الإصابة

إن الإفلات من الإصابة بالمرض قد ترجع إلى أسباب بيئية لا دخل للمقاومة الوراثية بها (مثل الزراعة المبكرة أو المتأخرة، والتغيرات الحادة فى الظروف البيئية – وخاصة درجة الحرارة والرطوبة النسبية – بما لا يتناسب وحدوث الإصابة)، أو قد ترجع إلى