

Les stratégies de défense des plantes

SERGE KAUFFMANN • STÉPHAN DOREY • BERNARD FRITIG

Pour améliorer la protection des plantes, on étudie leurs mécanismes naturels de défense contre les micro-organismes : elles reconnaissent l'agent pathogène, déclenchent une réaction locale, puis globale, et «mémorisent» l'attaque pour réagir plus efficacement lors d'un éventuel assaut ultérieur.

A chaque instant les plantes doivent faire face à l'agression de champignons, de bactéries, de virus ou encore de nématodes (des vers) et, bien sûr, d'insectes ou d'herbivores. Ne pouvant fuir devant l'agresseur, elles ont élaboré au cours de leur évolution des défenses efficaces contre les divers agents pathogènes, et aujourd'hui l'apparition d'une maladie est plus l'exception que la règle. Pourtant, près de 20 pour cent des récoltes sont perdues à cause de l'attaque d'agents microbiens. De surcroît, ce résultat n'est obtenu que par l'emploi massif de produits phytosanitaires : le marché mondial des fongicides est estimé, à lui seul, à 40 milliards de francs.

Cette utilisation de substances aidant les plantes à lutter contre les micro-organismes pathogènes est contestée, car elle n'est pas sans conséquences sur l'environnement. Depuis quelques années, la connaissance des mécanismes de défense des plantes a notablement progressé, et de nouvelles stratégies de protection des végétaux sont envisagées : elles sont fondées sur une stimulation maîtrisée des défenses que les plantes ont naturellement élaborées au cours de l'évolution. Elles complèteraient, voire remplaceraient, les méthodes actuelles de phytoprotection.

Dans la nature, la plupart des espèces végétales sont protégées contre la plupart des micro-organismes. Ces derniers sont généralement incapables de franchir les barrières protectrices externes des plantes, par exemple la cuticule, une cire qui recouvre les feuilles, ou la paroi

pecto-cellulosique, l'enveloppe semi-rigide qui entoure les cellules végétales (la pectine et la cellulose sont les deux principaux constituants de cette paroi). Cette résistance passive existe indépendamment de la présence d'un agent pathogène. Toutefois, certains agresseurs contournent ces barrières mécaniques et pénètrent dans les plantes par les pores naturels, les stomates, ou par une blessure accidentelle. Les envahisseurs ne se développent pas nécessairement dans la plante, car ils n'y trouvent pas toujours les éléments nécessaires à leur multiplication.

De la défense passive à la défense active

Lorsqu'un agent pathogène dispose des armes nécessaires pour envahir une plante, ou bien la plante ne le détecte pas, et l'envahisseur en profite : l'issue de l'interaction peut être fatale pour la plante hôte ; ou bien la plante parvient à confiner l'agresseur sur le site d'attaque grâce à la mise en place de défenses actives, déclenchées par la présence de l'agent pathogène.

Ces mécanismes de défense se déroulent en trois phases. La première, l'étape de reconnaissance de l'agent pathogène, est essentielle, puisque, sans elle, les étapes ultérieures ne se déclenchent pas. La deuxième phase est celle de l'activation d'une cascade de signaux dans les cellules attaquées et de la transmission des signaux d'alerte aux cellules environnantes et à la plante entière. Enfin, au cours de la troisième étape, les réactions de défense s'expriment.

Ce scénario – perception, signalisation, réaction – est celui de toute méthode de défense active contre un agresseur. Ainsi, lors d'une infection chez les mammifères, l'agent infectieux est détecté, divers signaux activent le système immunitaire et des réactions de défense adaptées s'expriment.

Dès qu'une plante détecte un agent pathogène, elle met en place un des systèmes de défense naturelle les plus efficaces : une réaction d'hypersensibilité. Cette réaction violente se manifeste souvent par l'apparition d'une petite tache nécrotique localisée sur le site de pénétration du parasite (voir les figures 1 et 2) :

1. LA DÉFENSE ACTIVE des plantes lors de l'attaque d'un micro-organisme pathogène a deux objectifs : elle limite la dissémination de l'agent pathogène au site d'attaque et prépare la plante à mieux réagir à une possible agression ultérieure. Deux mécanismes concourent à stopper l'assaillant. D'une part, sur le site de pénétration de l'agresseur, les cellules infectées s'autodétruisent (a) pour retarder la progression de l'agresseur ; on constate une tache nécrosée en lumière visible. D'autre part, avant de s'autodétruire, les cellules émettent des signaux d'alerte vers les cellules avoisinantes, créant une zone de résistance locale acquise où s'accumulent de nombreux composés de défense. Cette zone, plus large que la zone nécrosée est visualisée chez le tabac quand la feuille est observée sous un rayonnement ultraviolet (b). Des signaux d'alerte sont également envoyés dans la plante entière (c) pour créer un état de veille qui lui permettra de réagir encore plus efficacement contre une nouvelle infection : c'est la résistance systémique acquise.