الفصل السابع

المقاومة المستحثة كيميائيًّا ضد الأمراض

تستحِثُ مركبات بسيطة – لا تتشابه فى تركيبها – تطوير مقاومة جهازية فى نباتات متباعدة عن بعضها تقسيميًّا ضد عديد من المسببات المرضية الفطرية والبكتيرية والفيروسية. ويترافق مع ظهور المقاومة الجهازية المستحثة تراكم سريع لمركبات دفاعية لا تتشابه فى تركيبها وذات وظائف متباينة، مثلما يحدث طبيعيًّا فى حالات المقاومة الوراثية (Kuć ٢٠٠١).

إن المعاملة الموضعية ببعض الأملاح، مثل الفوسفات والفوسفيت، والسليكيات، والأوكسالات تستحث مقاومة جهازية ضد مدى واسع من المسببات المرضية. كذلك وجد أن العناصر الدقيقة – وبخاصة الزنك والنحاس والمنجنيز – يمكن أن تقوى الجهاز المناعى النباتى. ومما يذكر أن التنشيط يبلغ أقصاه عندما تظهر العوامل البيولوجية للبقع المتحللة الموضعية.

كذلك فإن البقع المحلية ربما كانت هى التى تبدأ منها الخطوات الأولى فى المقاومة الجهازية المستحثة التى تسببها المعاملة بالأحماض الدهنية غير المشبعة فى البطاطس، وتلك التى يسببها بروتينات الـ harpin التى تنتجها بعض البكتيريا النباتية الممرضة، وبيبتيدات الـ elicitin التى تنتجها بعض أنواع الجنس *Phytophthora*.

وبالإضافة إلى ما تقدم بيانه من مركبات مُحدِثة للمقاومة الجهازية المستحثة بعد تسببها فى تكوين بقع محلية متحللة فإن التركيزات غير القاتلة من بعض مبيدات الحشائش (PPO type) لها نفس التأثير (Oostendorp وآخرون ٢٠٠١).

كذلك يتوفر عدد من المركبات التى تستحث مقاومة جهازية واسعة المدى، والتى منها المركبات التى تُعرف بالرموز: INA، و ASM، و BTH، و BABA.

ويتناول Hammerchmidt (٢٠٠٤) موضوع الآليات والتطبيقات العملية للمقاومة المستحثة للأمراض الفطرية فى النباتات.

أملاح الفوسفات

من بين الأسمدة الفوسفاتية الشائعة الاستعمال السوبر فوسفات الأحادى، والسوبر فوسفات الثلاثى، وفوسفات ثنائى الأمونيوم، وفوسفات أحادى الأمونيوم، وفوسفات أحادى البوتاسيوم، وجميعها توفر أيون الفوسفات للنبات من حامض الفوسفوريك المستخدم فى إنتاج تلك الأسمدة. ويستخدم النبات الفوسفات فى كلتا الصورتين HPO_4، و H_2PO، وهما اللتان تتوفران سريعًا فى التربة من الأسمدة المضافة إليها.

وقد تبين أن رش النباتات بأملاح الفوسفات يكسبها مقاومة جهازية ضد بعض الأمراض كما يتبين من الأمثلة التالية:

- وُجِدَ أن رش نباتات الطماطم بمخلوط من كل من فوسفات أحادى البوتاسيوم KH_2PO_4، وفوسفات ثنائى الصوديوم Na_2HPO_4 أحدث مقاومة جهازية فى النبات ضد الإصابة بالفطر *Sphaerotheca fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى (Reuveni وآخرون ١٩٩٣).

- تستحث مركبات الفوسفات المقاومة الجهازية فى عديد من النباتات، منها الخيار، والفاصوليا، والذرة. ويعتقد بأن خلب الكالسيوم بواسطة أيون الفوسفات عند موقع المعاملة هو الذى يعطى إشارة البدء فى المقاومة الجهازية (عن Sticher وآخرين ١٩٩٧).

- أدى رش نباتات الخيار بأملاح الفوسفات phosphate salts إلى حث تكوين مقاومة جهازية فيها ضد كل من الفطرين *Colletotrichum orbiculare* مسبب مرض الأنثراكنوز، و *Sphaerotheca fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى. وقد أظهرت النباتات المعاملة بالفوسفات تراكمًا فى حامض السلسيك، مع زيادة فى نشاط الإنزيمين ذوى العلاقة بالدفاع البنائى: الـ peroxidase، والـ polyphenoloxidase فى جميع أجزاء النبات (Orober وآخرون ١٩٩٩).

• أدى رش نباتات الخيار بـ dipotassium hydrogenophosphate (وهو: K_2HPO_4) إلى تنشيط تكوين مستوى عالٍ من المقاومة الجهازية ضد الفطر *Colletotrichum lagenarium* مسبب مرض الأنثراكنوز، وصاحبت تلك المقاومة ظهور موت موضعى لبعض خلايا الخيار بفعل ملح الفوسفات، وهو الذى تطور – فيما بعد – إلى بقع متحللة منظورة. ولقد سبق موت الخلايا تمثيل سريع لكل من الـ superoxide، والـ hydrogen peroxide، كما ظهرت – نتيجة للمعاملة بالفوسفات – زيادة موضعية وجهازية فى مستوى كل من حامض السلسيلك الحر والمرتبط (Orober وآخرون ٢٠٠٢).

• أدت معاملة نباتات الطماطم والفلفل بأى من الـ acilbenzolar-S-methyl بتركيز ٢٪ أو ٤٪ (حجم/حجم)، أو فوسفات البوتاسيوم بتركيز ٢٥ مللى مول، أو ammonium lignosulfonate بتركيز ٢٪ + ١٠ مللى مول فوسفات بوتاسيوم، ثم عدواها بالبكتيريا *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*.. أدت إلى خفض إصابتهما جوهريًّا بالبقع البكتيرية (Abbasi وآخرون ٢٠٠٢).

حامض الفوسفورس وأيونات الفوسفونيت والفوسفونات

من المصطلحات الحديثة الاستخدام – نسبيًّا فى المجال الزراعى: حامض الفوسفورس phosphorus acid (وليس حامض الفوسفوريك phosphoric acid)، وأيون الفوسفيت phosphate (وليس الفوسفات phosphate)، والفوسفونيت phosphonite، والفوسفونات phosphonate. وعلى خلاف حامض الفوسفوريك الذى يحتوى على أربع ذرات أكسجين (H_3PO_4)، فإن حامض الفوسفورس (H_3PO_3) والمركبات ذات الصلة به تحتوى على ثلاث ذرات أكسجين فقط.

وبينما يعد حامض الفوسفوريك والمركبات ذات الصلة به من المغذيات النباتية، فجميعها أسمدة فوسفاتية، فإن حامض الفوسفورس والمركبات ذات الصلة به تقوى الجهاز المناعى النباتى ضد الإصابات الفطرية. وبذا.. فإن أى من مجموعتى المركبات لا يمكن أن تحل محل الأخرى.