العائل	الفطريات
التفاح	*Alternaria alternata*
	Penicillium expansum
الفراولة	*Botrytis cinerea*
	Fusarium oxysoirum f. sp. *fragariae*
	Rhizopus stolonifer
اليوسفى	*Geotrichum candidum*
الطماطم	*F. oxysorum* f. sp. *lycopersici*
الكاكى	*Colletotrichum acutatum*
الجوافة	*R. stolonifer*

(Qadir & Hashinaga ٢٠٠١)

الـ 2,5-DMBA

أدى غمس ثمار الكنتالوب الأملس (التى قطفت قبل وصولها لمرحلة النضج البستانى بنحو ١٠ أيام) فى الماء الساخن على ٥٠°م لمدة دقيقتين أو رشها الـ 2,5-dimethoxybenzoic acid (اختصارًا: 2,5-DMBA) بتركيز ٠,٠١ مول إلى توفير حماية فعالة لها من الإصابة بالأعفان فى المخازن على حرارة ١٥°م (Di Venere وآخرون ٢٠٠٠).

المعاملة بمثيرات المقاومة المستحثة للأمراض

تتضمن مثيرات المقاومة المستحثة للأمراض فى المنتجات البستانية بعد الحصاد عديدًا من المستحثات (وهى التى سبقت مناقشة بعضها فى هذا الفصل)، والتى منها ما يلى:

أولاً: المثيرات الكيميائية

تقسم المثيرات الكيميائية — بدورها — إلى الفئات التالية:

١- مثيرات عضوية طبيعية:

من أمثلة تلك المثيرات ما يلى:

أ- حامض السلسيلك.

ب- الشيتوسان.

٢- مثيرات غير عضوية:

من أمثلة تلك المثيرات ما يلى:

أ- حامض الفوسفونيك phosphonate.

ب- أملاح حامض الفوسفونيك مثل فوسفونات البوتاسيوم.

٣- مثيرات عضوية مخلقة صناعيًّا.

من أمثلة تلك المثيرات ما يلى:

أ- الـ INA (وهو 2,6-dichloroisonicotinic acid)

ب- الـ Acibenzolar (وهو: benzo-(1,2,3)-thiadiazole-7-carbothioic acid S-methyl ester)، ويعرف اختصارًا بالأسماء: ASM، وBTH ، و CGA 245704، ومن منتجاته التجارية Bion، و Actigard.

ويظهر فى جدول (١٦-٢) أمثلة لبعض المستحثات الكيميائية للمقاومة ضد أمراض بعد الحصاد فى محاصيل الخضر.

جدول (١٦-٢): أمثلة لبعض المستحثات الكيميائية للمقاومة ضد أمراض بعد الحصاد فى بعض الخضر (Terry & Joyce ٢٠٠٤).

المحصول		المستحث الكيميائى	المسبب المرضى المستهدف
الكرفس	*Apium graveolens* (celery)	Gibberellic acid	*B. cinerea*
الكنتالوب	*Cucumis melo* (rock and hami melon)	Acibenzolar	*Alternaria sp.*
			Fusarium sp.
			Rhizopus sp.
الفراولة	*Fagaria ananassa* (strawberry)	Acibenzolar	*B. cinerea*
		Cytokinins	*C. gloeosporioides*
		Methyl jasmonate	*B. cinerea*
البطاطس	*Solanum tuberosum* (potato)	Acibenzolar	*Fusarium semitectum*

ثانيًا: المثيرات الفيزيائية

إن من بين المثيرات الفيزيائية لحث المقاومة فى النباتات مايلى:

١- المعاملة الحرارية السابقة للتخزين.

٢- زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون.

٣- التعريض للأشعة المؤينة.

٤- التعريض للأشعة فوق البنفسجية عند طول موجى معين UV-C.

ثالثا: المثيرات البيولوجية

تتضمن المثيرات البيولوجية عددًا كبيرًا من الكائنات الدقيقة (Terry & Joyce ٢٠٠٤).

ونظرًا لأن عديدًا من تلك العوامل قد سبقت مناقشتها.. فإننا نقصر مناقشتنا فى هذا الجزء على مثيرات المقاومة العضوية الطبيعية وكذلك تلك المخلقة صناعيًّا.

الـ BTH (وأيضاً الـ SAM)، والـ BABA

أحدث رش نباتات الكنتالوب مرة واحدة بالـ benzothiadiazole (اختصارًا: BTH) قبل الحصاد بأسبوعين خفضًا معنويًّا فى إصابات الثمار بعد الحصاد – بأمراض المخان، وخاصة تلك التى تسببها فطريات *Fusarium*، و *Alternaria*، و *Rhizopus*؛ كذلك أعطى الرش أربع مرات كل ١٢ يومًا خلال مرحلتى الإزهار ونمو الثمار بكل من β-aminobutyric acid (اختصارًا: BABA)، و 2,6-dichloroisonicotinic acid (اختصارًا: INA) نتائج مماثلة. أما قبل الحصاد فقد أدت المعاملة بأى من الـ INA أو الـ BTH إلى خفض إصابة النباتات بكل من البياض الدقيقى والبياض الزغبى (Bokshi وآخرون ٢٠٠٦).

وأحدث رش نباتات الكنتالوب قبل الإزهار بالمنشط النباتى acibenzolar-S-methyl بتركيز ٥٠ مجم/ لتر، مع غمس الثمار عند الحصاد فى الجوازاتين guazatine بتركيز ٥٠٠ مجم/ لتر .. أحدث خفضًا جوهريًّا فى إصابتها بالأعفان أثناء

التخزين. ومن أهم المسببات المرضية التى تمت مكافحتها: *Fusarium* spp.، و *Alternaria* spp.، و *Rhizopus* spp.، و *Trichothecium* sp.. وقد كانت المعاملة بالـ acibenzolar-S-methyl – منفردًا – فعالة جوهريًّا فى خفض الإصابة بالأعفان فى كثير من الحالات وليست كلها، بينما كانت المعاملة بالجوازاتين منفردًا فعالة جوهريًّا فى خفض الإصابة بالفطر *Fusarium* spp.، ولكنها كانت أقل فاعلية ضد الفطرين *Alternaria* spp.، و *Rhizopus* spp. (Huang وآخرون ٢٠٠٠).

كذلك أدى رش نباتات الكنتالوب بالمركب acibenzolar-S-methyl (اختصارًا: ASM) بتركيز ١٠٠ مجم مادة فعالة/ لتر أثناء الإزهار، وخلال مرحلة الثمار الصغيرة الحجم، والثمار الأكبر، ومرحلة تكوين الشبك .. أدى ذلك إلى استحداث مقاومة ضد الإصابة بأعفان الثمار فى كل من الحقل وأثناء التخزين (Zhang وآخرون ٢٠١١).

وأدى نقع ثمار الكنتالوب بعد الحصاد فى محلول acibenzolar-S-methyl (ASM) بتركيز ٠,١ جم/لتر لمدة ١٠ دقائق ثم تخزينها فى جو الغرفة (٢٢ ± ٢°م، و ٥٥٪–٦٠٪ رطوبة نسبية) إلى زيادة نشاط الإنزيمات:

phenyalanine ammonia lyase

tyrosime ammonia lyase

cinnamate-4-hydroxylase

4-coumarate/coenzyme A ligase

peroxidase

laccase

cinamic acid dehydrogenase

كذلك حفزت المعاملة جوهريًّا من محتوى الثمار من كل من حامض الكافيّك caffeic acid وحامض الفريولك ferulic acid وهما من بادئات التمثيل البيولوجى

لـ اللجنين، وأدت إلى تراكم الفينولات الكلية والفلافونويدات واللجنين، ويفيد ذلك كله فى زيادة متانة الجدر الخلوية ومنع غزو المسببات المرضية للثمار (Liu وآخرون ٢٠١٤).

كذلك أدى غمس ثمار الكنتالوب بعد الحصاد فى محلول acibenzolar-S-methyl (اختصارًا: ASM) إلى تقليل إصابتها بالفطر *Trichothecium roseum* مسبب مرض العفن الوردى، وصاحب ذلك تراكم للـ H_2O_2، وانطلاق لأنيونات الـ superoxide (O_2^-)، وزيادة فى نشاط الإنزيمات: NADPH oxidase، و superoxide dismutase، و ascorbate peroxidase، وتثبيط لنشاط إنزيم الـ catalase، وزيادة فى محتوى المواد النشطة فى الأكسدة بما فى ذلك حامض الأسكوربيك، مع انخفاض فى محتوى الـ glutathione. وأدى غمس الثمار فى diphenylene iodonium (اختصارًا: DPI)– وهو مثبط خاص للإنزيم: NADPH oxidase– بتركيز ٥٠ ميكرومول قبل غمسها فى الـ ASM إلى زيادة حجم البقع المرضية التى سببها الفطر *T. roseum* وإعكاس تأثيرات الـ ASM على مختلف القياسات التى أسلفنا بيانها؛ بما يفيد أهمية تراكم العناصر النشطة فى الأكسدة ROS فى المقاومة التى تستحثها معاملة الـ ASM فى الكنتالوب (Ge وآخرون ٢٠١٥).

الـ harpin

أدى غمر ثمار الكنتالوب فى محلول harpin (وهو حاث بكتيرى لتفاعل فرط الحساسية) بتركيز ٩٠ جزءًا فى المليون إلى خفض إصابتها بالأعفان التى تسببها فطريات *Alternaria alternata*، و *Fusarium semitectum*، و *Trichothecium roseum*. وذلك من خلال حث المقاومة ضدها. علمًا بأن الـ harpin ليس سامًّا لتلك الفطريات فى البيئات الصناعية (Yang وآخرون ٢٠٠٧).

الـ BFO

تؤدى المعاملة بالمركب burdock fructooligosaccharide (اختصارًا: BFO) إلى حث الجهاز المناعى فى النباتات وإكسابها مقاومة جهازية. ففى الطماطم .. أدت

المعاملة إلى تثبيط الإصابة بأمراض ما بعد الحصاد سواء أكانت الإصابة بها طبيعية، أم بالحقن كما فى *Botrytis cinerea*.

وقد أحدثت المعاملة بالـ BFO التغيرات الإنزيمية التالية:

١- زيادة مستوى الـ mRNA للجينات التى تشفر للبروتينات ذات الصلة بالنشاط المرضى (PRs)، مثل PR-1a، و PR-2a (وهو extracellular β-1,3-glucanase)، و PR-2b (وهو intracellular β-1,3-glucanase)، و PR-3a (وهو extracellular chitinase). و PR-3b (وهو intracellular chitinase).

٢- تراكم الـ mRNA الخاص بالجين phenylalanine ammonia lyase فى ثمرة الطماطم.

٣- زيادة نشاط إنزيمات البيروكسيديز peroxidases.

٤- زيادة تمثيل الفينولات.

إلا أن المعاملة لم تؤثر فى نشاط إنزيم البولى فينول أوكسيديز polyphenol oxidase (Wang وآخرون ٢٠٠٩).