مرض العفن الأسود. وذلك عندما تم حقنها بالفطر وخزنت على ٢٠°م لمدة ٢٨ يومًا. وكان ذلك التأثير لمعاملة الشيتوسان مصاحبًا بضعف فى نشاط الإنزيمات المحللة للأنسجة (polygalacturonase، و cellulase، و pectic lyase) فى النسيج المجاور للبقع المرضية، حيث انخفض نشاطها إلى أقل من ٥٠٪ مما كان عليه الحال فى ثمار المقارنة التى لم تُعامل بالشيتوسان. كذلك ثبطت المعاملة بالشيتوسان إنتاج الثمار لكل من حامضى الأوكساليك والفيوماريك (oxalic & fumaric acids) وهما من المركبات المخلبية، وكذلك سموم العائل alternariol، و alternariol monomethylether، وحفزت إنتاج الفيتوألاكسين ريشتين rishitin فى أنسجة الثمرة (Reddy وآخرون ٢٠٠٠).

كما أدت معاملة الجزر المخزن بالـ chitosan hydrolysate (وهو الذى يحضر من الـ chitosan بفعل الإنزيم chitosanase N-174 *Streptomyces*) بتركيز ٠,٢٪ (وزن/حجم) إلى حماية جذور الجزر من الإصابة بالفطر *Sclerotinia sclerotiorum* أثناء التخزين، بحثها الجذور على تطوير مقاومة ضد الفطر (Molloy وآخرون ٢٠٠٤).

المعاملات الفيزيائية المثيرة للمقاومة الطبيعية

الصدمات الحرارية

تؤثر معاملة ثمار الحمضيات بالصدمة الحرارية بعد الحصاد فى إنتاج الكيومارينات coumarins المضادة للفطريات فى قشرتها. وفى الليمون الأضاليا أدت المعاملة الحرارية إلى إنتاج الـ scoparone بعد التعرض للإصابة بالفطر *Penicillium* sp.، وقد ارتبط هذا التراكم معنويًا بالمقاومة (Da Rocha & Hammerschmidt ٢٠٠٥).

الأشعة فوق البنفسجية

تجرى معاملة التعريض للأشعة فوق البنفسجية – أساسًا – لأجل مكافحة بعض الإصابات المرضية، من خلال حثها للمقاومة الطبيعية فى الأنسجة النباتية الحية.

أدى تعريض درنات البطاطس للأشعة فوق البنفسجية بجرعة ١٢.٥ أو ١٥ كيلوجول/م^{2} (kJ/m^{2}) إلى تثبيط إصابتها بكل من العفن الجاف الذى يسببه الفطر *Fusarium solani*. والعفن الطرى الذى تسببه البكتيريا *Erwinia carotovora* بصورة تامة، وذلك عندما كان تخزين الدرنات فى حرارة ٨°م لمدة ٣ شهور، دون أى تأثير للمعاملة على التبرعم، أو على قوام الدرنات أو صلابتها أو لونها (Ranganna وآخرون ١٩٩٧).

كما أدت معاملة جذور البطاطا بالأشعة فوق البنفسجية UV-C بجرعة ٣.٦ كيلوجول/م^{2} إلى الحد – بشدة – من إصابتها بالفطر *Fusarium solani* – المسبب لعفن الجذور الفيوزارى – أثناء التخزين، وكان ذلك مصاحبًا بزيادة فى نشاط الـ phenylalanine ammonia-lyase فى الجذور المعاملة (Stevens وآخرون ١٩٩٩).

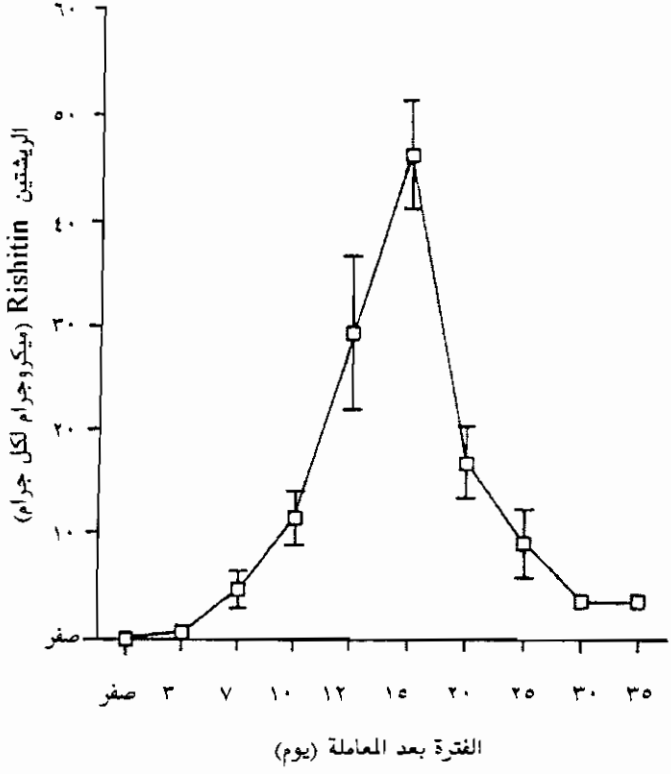
كذلك أدى تعريض الأسبرجس للأشعة فوق البنفسجية UV-C بطول موجى ٢٥٤ نانوميتر بجرعة قدرها أكثر من ٠.٠١ جول/سم^{2} إلى نقص جوهرى فى معدل إصابة المهاميز بالفطر *Botrytis cinerea* تحت ظروف العدوى الصناعية به (Marquenie وآخرون ٢٠٠٢).

ويؤدى تعريض ثمار الطماطم للأشعة فوق البنفسجية أثناء تخزينها إلى تراكم الفيتوألاكسين phytoalexin ريشتين rishitin بها (شكل ٩–٣)، وهو الذى يلعب دورًا فى مقاومة بعض الإصابات المرضية (عن Arul وآخرين ٢٠٠١).

وأدت معاملة ثمار الفلفل الحلو والطماطم بتقنية (تسمى SYNERGOLUX) تستخدم فيها الأشعة فوق البنفسجية والأوزون إلى تقليل إصابتها بالأعفان، علمًا بأن المعاملة تراوحت بين ١٥، و ٦٠ ثانية. وقد خفضت المعاملة من نشاط الإنزيم pectinesterase فى ثمار الطماطم مقارنة بما حدث فى ثمار الكنترول (Mednyánszky وآخرون ١٩٩٤).

أدى تعريض ثمار الفلفل للأشعة فوق البنفسجية UV-C بأى جرعة (من ٠.٢٢ إلى

٢.٢٠ كيلوجول/م^{٢} (kJm^{-2}) إلى حث تكوين مقاومة جهازية بالثمار أمكن معها مقاومة الإصابة بالبوتريتس (*Botrytis cinerea*) في الثمار المخزنة على ١٣ أو ٢٠°م (Mercier وآخرون ٢٠٠١).



شكل (٩–٣): تراكم الريشتين rishitin بثمار الطماطم استجابة لتعريضها للأشعة فوق البنفسجية أثناء التخزين.

وأدت المعاملة بالـ UV-C إلى حث المقاومة ضد الإصابات المرضية في أبصال البصل وجذور الجزر وثمار الفلفل والطماطم (Da Rocha & Hammerschmidt ٢٠٠٥).

ويظهر في جداول (٩–٧) بيانًا بعديد من الأمثلة لاستخدام الأشعة فوق البنفسجية UV-C في مكافحة أمراض المخازن في المحاصيل البستانية.

جدول (٩–٧): أمثلة للمعاملة بالأشعة فوق البنفسجية UV-C لأجل مكافحة أمراض المخازن فى المحاصيل البستانية ,عن Terry & Joyce ٢٠٠٤).

المحصول والصنف		جرعة الـ UV-C المثلى ($kJ\ m^{-2}$)	المسبب المرضى المستهدف
الكيوى	*A. deliciosa* (kiwifruit) cv. Hayward	٠,٥	*B. cinerea*
البصل	*Allium cepa* (onion) cv. Walla Walla	٧,٣٣–٣,٥٨	لم يحدد
الفلفل الحلو	*Capsicum annuum* (bell pepper) cvs. Bell Boy and Delphin	٠,٨٨	*B. cinerea*
الليمون البنزهير	*Cirus aurantifolia* (lime) cv. Tahiti	٥,٠	*P. digitatum*
البرتقال	*Cirus cinensis* (orange) cvs. Biondo Comune and Washington Navel	٠,٥–٠,٣	لم يحدد
البرتقال	cvs. Tarocco and Valencia Late	١,٥–٠,٥	لم يحدد
البرتقال	cvs. Shamouti and Valencia	٥,٠	*P. digitatum*
الليمون الأضاليا	*Cirus limon* (lemon) cv. Eureka	٥,٠	*P. digitatum*
الجريب فروت	*C. paradise* (grapefruit) cv. Marsh Seedless	٥,٠	*P. digitatum*
		٨,٠–١,٦	*P. digitatum*
		٢,٢	*P. digitatum*
الجريب فروت	cv. Star Ruby	٠,٥	*P. digitatum*
التانجرين	*Citrus reticulata* (tangerine) cv. Dancy	٠,٨٤	*Alternaria citri*
		٣,٦	*Geotrichum candidum*
		١,٣	*P. digitatum*
الكوسة	*Cucurbita pepo* (zucchini squash) cv. Tigress	٩,٨٦–٤,٩٣	لم يحدد
الجزر	*Daucus carota* (carrot) cv. Caropak	٨,٨–٤.٤	*B. cinerea*
البطاطا	*Ipomea batatas* (sweet potato) cv Jewel and Carver	٤,٨	*Fusarium* spp. and *Rhizopus* spp.

تابع جدول (٩-٧).

	المحصول والصنف	جرعة الـ UV-C المثلى ($kJ\ m^{-2}$)	المسبب المرضى المستهدف
البطاطا	cv Georgia Jet	٣٦	*Rhizopus* spp.
البطاطا	cv. Jewel	٣.٦	*Fusarium solani*
الكمكوات	*Fortunelia margarita* (kumquat) cv. Nagami	٥,٠	*P. digitatum*
		١.٥	*P. digitatum*
الفراولة	*F. ananassa* (strawberry) cv. Pajaro	١.٠-٠.٥	*B. cinerea*
الفراولة	cv. Kent	٠,٢٥	*B. cinerea*
الفراولة	cv. Elsanta	١٥,٠-٠,٥	*B. cinerea*
الطماطم	*Solanum lycopersicum* (tomato)	٧,٥	*Alternaria alternata*
	cv. Tuskegee 80-130	٧,٥	*B. cinerea* and *Erwinia* spp.
		٣.٦	*Rhizopus stolonifer*
		٣.٧	*B. cinerea*
التفاح	*Malus domestica* (apple) cv. Golden Delicious	٧.٥	*Alternorio* sp. And *Monilinia* sp.
		٤.٨	*Alternaria* sp. And *Monilinia* sp.
		٧.٥	*C. gloeosporioides*
التفاح	cv. Empire	١,٣٨	*B. cinerea and P. digitatum*
المانجو	*M. indica* (mango) cv. Tommy atkins	لم تحدد	لم يحدد
الخوخ	*Prunus persica* (peach) cv. Loring	٢٠	*Monilinia fructicola*
الخوخ	cv. Elberta	٢٠-٤,٨	*Monilinia fructicola*
الخوخ	cv. Loring and Elberta	٧.٥-٤.٨	*Monilinia fructicolo*
الخوخ	cv. Loring	٧.٦	*B. cinerea*
عنب المائدة	*Vitis vinifera* (table grape) cv. Italia	٠,٥-٠,١٢٥	*B. cinerea*