والـ plenylalanine ammonia-lyase، والـ B-1,3-glucanase، والـ ascorbate peroxidase، مع انخفاض فى محتوى الـ melonidaldehyde (Cai وآخرون ٢٠١٥).

المعاملات الفيزيائية

الماء الساخن

وفرت معاملة ثمار كنتالوب الجاليا بالماء الساخن على ٥٩ ± ١°م لمدة ١٥ ثانية، مع التفريش (الحك بالفرش الدوارة) أفضل حماية لها من الإصابة بالأعفان بعد فترة طويلة من التخزين ثم التسويق، وقد استخدم فى المعاملة مُعِدَّة تجارية يمكنها معاملة ٣ أطنان من الثمار فى الساعة. وقد أوضح الفحص بالميكرسكوب الإليكترونى الماسح أن التفريش مع الماء الساخن أزال التربة والغبار وجراثيم الفطريات من سطح الثمار، كما لَحَمَ وأحكم إغلاق الفتحات الطبيعية ببشرة الثمرة جزئيًّا أو كليًّا (Fallik وآخرون ٢٠٠٠).

كما أدت معاملة ثمار الكنتالوب بالماء الساخن على ٥٥°م إلى تقليل إصابتها بعفن الثمار الذى يسببه الفطر *Fusarium* sp. أثناء التخزين، وذلك عندما أُجريت العدوى بالفطر الممرض ٢٤ ساعة بعد الغمر فى الماء الساخن. ولقد كان مرد الانخفاض الجزئى فى إصابة الثمار المقاومة المستحثة للعائل التى حدثت بفعل الصدمة الحرارية، والتى يُستدل عليها من زيادة نشاط إنزيم البيروكسيديز peroxidase. ومع ذلك، فإن التأثيرات القاتلة للماء الساخن، وكذلك للمعاملة باليود iodine على حرارة الغرفة، أو باليود فى الماء الساخن على ٥٥°م يُستدل منها على أن معظم الانخفاض فى الأعفان حدث عندما أُجريت تلك المعاملات بغمس الثمار بعد الحصاد. ولقد كان غمس الثمار فى اليود فى الماء الساخن على ٥٥°م بنفس فاعلية المعاملة بالمبيد التجارى guazatine بتركيز ٥٠٠ جزء فى المليون. وأدت المعاملة باليود فى الماء الساخن على ٥٥°م بتركيز ٣٠ جزءًا فى المليون إلى زيادة الفترة التخزينية للثمار مع المحافظة على صلابتها، كما حدث فى حالة المعاملة بالمبيد. لقد كانت

أفضل المعاملات فى مكافحة العفن بعد الحصاد هى الرش بالـ benzothiadiazole قبل الحصاد بأسبوعين ثم الغمر فى اليود على ٥٥°م بعد الحصاد (Bokshi وآخرون ٢٠٠٧).

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^{٢} (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).

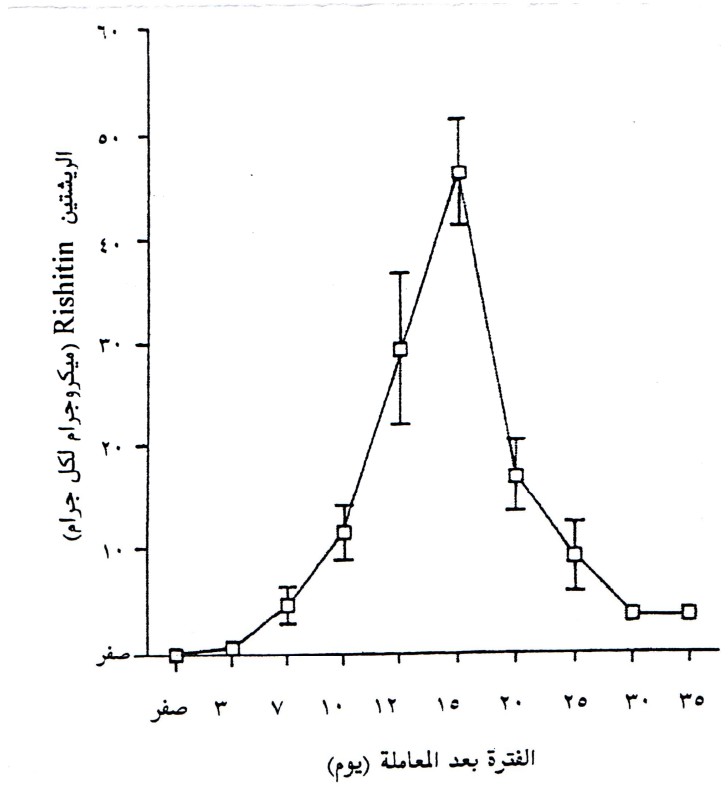
كذلك أدى تعريض درنات البطاطس المعدة لاستخدامها كتقاوٍ – أثناء التخزين – للأشعة فوق البنفسجية C (أو UV-C) بمعدل ٣٤,٥ كيلوجول kJ/ م^{٢} مع إضاءة فلورسنتينة إلى حمايتها من الإصابة بالعفن الطرى الذى تسببه البكتيريا *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*، مع تجنب التأثير السلبى على التبرعم الذى يحدثه التعرض للأشعة فوق البنفسجية، على خلاف الإضاءة، علمًا بأن المعاملة أدت إلى زيادة محتوى الدرنات من كل من: الـ ∝-chaconine والـ ∝-solanine (Rocha وآخرون ٢٠١٥).

ويؤدى تعريض ثمار الطماطم للأشعة فوق البنفسجية أثناء تخزينها إلى تراكم الفيتوألاكسين phytoalexin ريشتين rishitin بها (شكل ١٦-١)، 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^{2} kJm^{2}) إلى حث تكوين مقاومة جهازية بالثمار أمكن معها مقاومة الإصابة بالبوتريتس (*Botrytis cinerea*) فى الثمار المخزنة على ١٣ أو ٢٠°م (Mercier وآخرون ٢٠٠١).



شكل (١٦-١): تراكم الريشتين rishitin بثمار الطماطم استجابة لتعريضها للأشعة فوق البنفسجية أثناء التخزين.

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

كما أدت معاملة ثمار الفراولة بالأشعة فوق البنفسجية UV-C قبل تخزينها إلى خفض إصابتها بالأمراض والتحلل، خاصة بالفطر *Botrytis cinerea*، كما أدت إلى زيادة نشاط الإنزيمين: phenylalanine ammonia lyase، و chitinase، وكذلك بعض البروتينات ذات العلاقة بالحد من الإصابة (الـ PR proteins)، وجميعها إنزيمات وبروتينات تلعب دورًا ضد عديد من المسببات المرضية (Pombo وآخرون ٢٠١١).

كما أدت معاملة جذور البطاطا بالأشعة فوق البنفسجية UV-C بجرعة ٣,٦ كيلوجول/م^{٢} 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/سم٢ إلى نقص جوهرى فى معدل إصابة المهاميز بالفطر *Botrytis cinerea* تحت ظروف العدوى الصناعية به (Marquenie وآخرون ٢٠٠٢).

هذا .. ويظهر فى جداول (١٦–١) بيانًا بعديد من الأمثلة لاستخدام الأشعة فوق البنفسجية UV-C فى مكافحة أمراض المخازن فى محاصيل الخضر.

المعاملة بالزيوت الأساسية

تلعب الزيوت الأساسية دورًا كمضادات فطرية، واستخدم بعضها لهذا الغرض فى دراسات بعد الحصاد. ومن أهم مميزاتها صلاحيتها للاستعمال فى صورة أبخرة، ويعتقد بأنها تلعب دورًا فى آليات الدفاع النباتى ضد الكائنات الدقيقة المرضة.