معاملات خاصة تُعطاها الكوسة قبل التخزين والشحن للحد من أضرار البرودة

المعاملات الحرارية

أدى تخزين ثمار الكوسة الزوكينى من صنف أمباسدور لمدة يومين على حرارة ١٠ أو ١٥°م – قبل تخزينها بعد ذلك على حرارة ٢,٥ أو ٥°م – إلى تأخير بداية ظهور أعراض البرودة. كذلك أدى تبادل وضع الثمار فى دورات من يومين فى حرارة منخفضة يليهما يوم واحد فى حرارة ٢٠°م إلى الحد من الإصابة بأضرار البرودة (Kramer & Wang ١٩٨٩).

كما أوضحت دراسات Wang (١٩٩١) أن تعريض ثمار الكوسة لحرارة ١٠°م لمدة يومين بعد حصادها وقبل تخزينها فى حرارة ٢,٥°م أدى إلى زيادة محتوى الثمار من حامض الأبسيسيك وتأخير ظهور أضرار البرودة وتقليل حدتها، فلم تظهر أية أعراض لأضرار البرودة إلا بعد ٦ أيام من التخزين على ٢,٥°م، وكانت الأعراض حينئذ طفيفة، بينما بدأت النقر السطحية على ثمار المقارنة (معاملة الشاهد) بعد ٤ أيام من التخزين البارد، وكانت الأعراض شديدة بعد ٨ أيام. واستمر مستوى حامض الأبسيسيك عاليًا فى الثمار التى وضعت فى البداية لمدة يوم واحد على حرارة ١٠°م عما فى ثمار الكنترول طوال فترة التخزين التى دامت لمدة ١٠ أيام. وقد أدى تشريب الثمار بحامض الأبسيسيك بتركيز ٠,٥ أو ١,٠ ملى مولار — تحت ضغط — قبل تخزينها على حرارة ٢,٥°م إلى زيادة مستوى حامض الأبسيسيك الطبيعى فى الثمار، وتأخير ظهور أعراض البرودة وتقليل شدتها، وذلك مقارنة بما حدث فى الثمار التى شُرِّبت ابتداء بالماء المقطر.

وفى دراسة لاحقة، وجد Wang وآخرون (١٩٩٢) أن تعريض ثمار الكوسة الزوكينى (صنف أمباسدور) لحرارة ١٥°م لمدة يومين قبل تخزينها على ٥°م أخَّر ظهور أعراض أضرار البرودة بنحو ٣–٥ أيام، مقارنة بالثمار التى لم تعرض لحرارة ١٥°م قبل التخزين البارد. وأوضحت الدرسة أن التخزين فى حرارة ٥°م أحدث نقصًا فى محتوى الثمار من الفوسفوليبيدات، وأن سبق تعريض الثمار لحرارة ١٥°م قلل ذلك النقص. كما انخفضت درجة تشبع الأحماض الدهنية فى الفوسفوليبيدات خلال

التخزين البارد، وقللت معاملة الثمار بحرارة ١٥°م قبل التخزين البارد من شدة الانخفاض. كذلك ازدادت نسبة الاستيرولات الحرة إلى الفوسفوليبدات الكلية أثناء التخزين البارد، ولكن ثبطت معاملة الثمار بحرارة ١٥°م من تلك الزيادة فى النسبة. وتعنى هذه النتائج أن وضع الثمار فى حرارة ١٥°م لمدة يومين قبل تخزينها فى حرارة ٥°م يحمى أغشيتها الخلوية من التلف الذى تحدثه الحرارة المنخفضة فى الليبيدات الجلسرينية glycerolipids.

كذلك وجد أن شدة أعراض أضرار البرودة فى ثمار الكوسة (صنف إليت Elite) التى خزنت فى حرارة ٥°م، ثم نقلت إلى حرارة ٢٠°م انخفضت عندما عوملت مسبقًا – قبل تخزينها البارد – بالماء الساخن على حرارة ٤٢°م لمدة ٣٠ دقيقة. كما ازداد الانخفاض فى شدة أعراض البرودة عندما عرضت الثمار لحرارة ١٥°م لمدة يومين قبل تعريضها لمعاملة الماء الساخن التى سبقت التخزين البارد على ٥°م. وبينما لم تظهر أية أعراض لأضرار البرودة على الثمار التى خزنت فى حرارة ١٥°م، فإن الفقد فى وزنها كان أكبر عما فى الثمار التى خزنت على ٥°م لمدة أسبوعين. وكان الفقد فى الوزن متماثلاً فى الثمار التى عوملت بالماء الساخن والتى لم تعامل. وقد ازداد مستوى البوترسين فى الثمار مع الوقت أثناء التخزين على ٥°م. وكان مستواه فى الثمار التى أعطيت معاملة الماء الساخن منخفضًا فى البداية، ولكنه ازداد سريعًا بعد التخزين على ٥°م، وظهرت زيادة مماثلة لذلك فى مستوى البوترسين فى الثمار التى عرضت لحرارة ١٥°م لمدة يومين. وقد انخفض مستوى الاسبرميدين والاسبرمين فى كل المعاملات أثناء التخزين على ٥°م، ولكن ذلك الانخفاض قلت حدته فى قشرة الثمار التى عوملت بحرارة ١٥°م أو بالماء الساخن عما فى ثمار الكنترول (Wang ١٩٩٤).

كما أدت معاملة تعريض الثمار لحرارة ١٥°م لمدة يومين قبل تخزينها على ٥°م إلى تثبيط حدوث أى زيادة فى نشاط إنزيم البيروكسيديز peroxidase، وخفض التدهور فى نشاط إنزيم الكاتاليز؛ الأمر الذى لم يحدث فى الثمار المخزنة فى حرارة ٥°م، والذى يكون مصاحبًا بظهور أضرار البرودة. كما كان مستوى نشاط إنزيم superoxidase

dismutase أعلى فى الثمار التى عوملت بحرارة ١٥°م لمدة يومين عما فى ثمار الكنترول التى لم تعط هذه المعاملة (Wang ١٩٩٥).

وفى دراسة تالية وجد Wang (١٩٩٦) أن تعريض ثمار الكوسة الزوكينى صنف إليت لحرارة ١٥°م لمدة يومين قبل تخزينها على ٥°م أدى — إلى جانب تأخير ظهور أعراض البرودة — إلى التأثير على نظام مضادات أكسدة حامض الأسكوربيك فى الحرارة المنخفضة من خلال التأثير على نشاط الإنزيمات.

Ascorbate free reaical reductase

Acorbate peroxidase

Dehydroascorbate reductase

وقد انخفض محتوى ثمار معاملة الشاهد من حامض الأسكوربيك أثناء تخزينها على ٥°م. كذلك انخفض محتوى الثمار التى عرضت لحرارة ١٥°م لمدة يومين قبل تخزينها على ٥°م .. انخفض محتواها من حامض الأسكوربيك أثناء تخزينها على ٥°م، ولكن بدرجة أقل مما فى ثمار الكنترول. أما محتوى الثمار من الدى هيدرو حامض الأسكوربيك dehydroascorbic acid فلم يتغير جوهريًا فى كلتا المعاملتين أثناء التخزين على ٥°م. وقد ازداد نشاط الإنزيمات الثلاثة المؤثرة على نظام مضادات أكسدة حامض الأسكوربيك .. ازداد نشاطها ابتداءً بعد ٤-٨ أيام من التخزين، ثم انخفض بعد ذلك فى ثمار كلتا المعاملتين، ولكن نشاط الإنزيمات ازداد إلى درجة أكبر وظل أعلى فى الثمار التى عرضت لحرارة ١٥°م لمدة يومين عما فى ثمار الكنترول.

وبالمقارنة بما سبق .. وجد Deswarte وآخرون (١٩٩٥) أن أضرار البرودة كانت أعلى جوهريًا فى الثمار التى عرضت لحرارة ٣٠°م لمدة نصف ساعة أو ثمانى ساعات قبل تخزينها على ٢°م عما فى الثمار التى لم تتلق تلك المعاملة، هذا بينما لم تظهر على الثمار التى خزنت على ١٠ أو ١٣°م أية أضرار. كذلك أوضح Jacobi وآخرون (١٩٩٦) أن تعريض ثمار الكوسة الزوكينى لهواء ساخن رطب استمر إلى حين وصول حرارة قلب الثمار إلى ٤٥°م لمدة ٣٠ دقيقة أدى إلى زيادة اصفرار جلد الثمار أثناء التخزين.

المعاملة بأملاح الكالسيوم وبنزوات الصوديوم

أمكن خفض شدة اضرار البرودة فى ثمار الكوسة المخزنة على ٤°م بغمسها قبل التخزين فى محلول كلوريد كالسيوم بتركيز ١٪، أو بنزوات الصوديوم بتركيز ١٠ ملى مول لمدة ٣٠ دقيقة على ٢٠°م. وقد أظهرت الثمار التى عوملت ببنزوات الصوديوم إصابة بأضرار البرودة تقل عن ١٠٪ بعد ٣٠ يومًا من التخزين على ٤°م (Lee & Yang ١٩٩٩).

المعاملة بمتعددات الأمين

أدى تشريب ثمار الكوسة بأى من متعددات الأمينات polyamines: بُتريسين putrescine، أو اسبرميدين spermidine، أو اسبرمين spermine إلى توفير حماية للأغشية الخلوية، وخاصة فى معاملة الاسبيرميدين الذى قلل من التسرب الأيونى بنحو ٦٧٪ إلى ٨٢٪، مقارنة بما حدث فى ثمار الكنترول، وذلك فى الثمار التى خزنت على ٢°م. وقد تراوح التركيز المناسب من مختلف متعددات الأمين بين ٠,١، و ١,٥ ملى مول (Ramos-Clamont وآخرون ١٩٩٧).

المعاملة بالمثيل جاسمونيت

وجد أن تشريب ثمار الكوسة بمركب ميثيل جاسمونيت Methyl Jasmonate (تحت ضغط ٨٢,٧ كيلو باسكال لمدة ٣ دقائق) قبل تخزينها على حرارة ٥°م أدى إلى تأخير بداية ظهور أعراض أضرار البرودة بنحو يومين إلى أربعة أيام مقارنة بثمار معاملة الشاهد التى شُرِّبت بالماء المقطر، وبدأت تظهر عليها أعراض أضرار البرودة بعد ٤ أيام من التخزين البارد. وقد ازداد تركيز حامض الأبسيسيك فى الجدار الثمرى الخارجى لثمار معاملة الكنترول بعد معاملة البرودة. وحدثت زيادة أكبر فى تركيز الحامض فى الثمار التى عوملت بمثيل الجاسمونيت؛ مما يدل على أن الجاسمونيت قد يحفز تمثيل حامض الأبسيسيك فى الحرارة المنخفضة. وقد أظهرت الثمار المعاملة وثمار الكنترول زيادات متماثلة فى محتواها من البوتريسين puterescene عندما

تعرضت للحرارة المنخفضة. بينما انخفض محتوى الثمار من كل من الاسبرميدين spermidine والاسبرمين spermine فى الحرارة المنخفضة فى كلتا المعاملتين، إلا أن الثمار المعاملة بالجاسمونيت احتفظت بمستوى أعلى من الاسبرميدين والاسبرمين — اللذان يقللان من أكسدة الليبيدات — عن ثمار معاملة الكنترول طوال فترة التخزين على ٥°م. ويعنى ذلك أن مثيل الجاسمونيت يمنع ظهور أعراض أضرار البرودة من خلال عملية تنظيم لمستوى كل من حامض الأبسيسيك والبولى أمينات (Wang & Buta ١٩٩٤، و Wang ١٩٩٤).

التخزين

التخزين البارد العادى وأضرار البرودة

ظروف التخزين المناسبة وأعراض أضرار البرودة

تعد ثمار الزوكينى شديدة الحساسية للإصابة بأضرار البرودة، حيث تصاب بأضرار دائمة فى خلال يوم واحد إلى يومين من التخزين على حرارة تقل عن ٥°م. ومن أهم تلك الأعراض ظهور نقر سطحية دائرية أو طولية مائية المظهر على الثمار، مع تغيرات فى لونها، وتدهور فى الصفات الأكلية، مع ذبول الثمار واصفرارها وتحللها. وقد ترجع تلك الأعراض إلى الأضرار التى تُحدثها الحرارة المنخفضة بالأغشية الخلوية (Suslow & Cantwell ٢٠٠٧).

وتفقد ثمار الكوسة صلاحيتها للتسويق بعد ٥ أيام من تخزينها على ٢°م وبعد ٢٠ يومًا من تخزينها على ١٠°م. وبينما لم تظهر أى أعراض لأضرار البرودة على الثمار التى خزنت على ١٢°م، فإنها لم تكن صالحة للتسويق بعد ٢٠ يومًا بسبب تدهور صفاتها.

وبسبب أضرار البرودة، فإنه يوصى بتخزين ثمار الزوكينى على ٧–١٠°م، مع رطوبة نسبية تتراوح بين ٩٠٪، و ٩٥٪، حيث يمكن أن تحتفظ الثمار بجودتها لمدة ٧–١٤ يومًا. ويؤدى التخزين فى حرارة أعلى من ١٠°م إلى ليونة الثمار وتغير طعمها (عن Kramer & Wang ١٩٨٩).