كذلك لا تؤثر حركة الهواء السريعة على فقد الرطوبة من الثمار أثناء التبريد الأولى، ولكن استمرار الحركة السريعة للهواء لفترة طويلة أثناء التخزين التالى للتبريد الأولى يمكن أن يؤدى إلى ذبول الثمار وانكماشها.

وبينما لا تكون الحاجة ماسة جدًّا لأن تكون الرطوبة النسبية ٩٥٪ أثناء التبريد الأولى، فإنها تكون ضرورة حتمية أثناء التخزين البارد.

هذا .. ويفضل دائمًا أن يكون التبريد الأولى فى جزء مستقل من حجرة تبريد كبيرة (عن Picha ١٩٩٧).

التخزين والشحن فى جو هوائى معدل أو متحكم فى مكوناته

تفيد زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون وخفض نسبة الأكسجين فى إبطاء نضج الثمار وتحللها بعد الحصاد، ولكن لا يمكن أن يكون ذلك بديلاً للتبريد والرطوبة النسبية العالية. وتؤدى زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون إلى ١٠٪–٢٠٪، مع خفض نسبة الأكسجين إلى ٥٪–١٠٪ إلى تثبيط إصابة الثمار بالعفن الرمادى دون أن يلحق بها أضرارًا. ولطالما استعمل ثانى أكسيد الكربون فى الماضى كمثبط للنمو الفطرى فى شحنات الفراولة باستعمال الثلج الجاف مع إحكام تغطية البالتات للمحافظة على الغاز الذى ينتج عن تسامى الثلج الجاف.

وعلى خلاف الجو المتحكم فى مكوناته controlled atmosphere – والذى يراقب فيه بدقة تركيز الغازات – فإن الجو المعدل modified atmosphere يتم التوصل إليه من خلال نظام البالتات palletization technique. يستخدم لذلك تقنية تجارية تعرف باسم نظام تكترول Tectrol System، وفيه تغطى بالتات الفراولة بكيس كبير من البوليثيلين بسمك ١٢٥ ميكرون، يتم لحامه جيدًا عند القاعدة الخشبية بشريط لاصق، أو حراريًّا، ثم يسحب الهواء من داخل البالتة حتى يحدث تفريغ جزئى، ويلى ذلك دفع مخلوط من ١٥٪–٢٠٪ ثانى أكسيد كربون مع الهواء عن طريق فتحة صغيرة توجد فى قمة الكيس، ثم تغلق هذه الفتحة جيدًا. وبمقتضى هذه التقنية تتراوح نسبة ثانى أكسيد

الكربون داخل البالتة بين ٤٪، و ٢٦٪ (عن Perkins-Veazie ١٩٩٦)، ولكن بمتوسط قدره ١٢٪–١٥٪، حيث يتساوى تقريبًا الفاقد من ثانى أكسيد الكربون بالتسرب مع المنتج منه عن طريق تنفس الثمار (Picha ١٩٩٧).

ومن أهم المشاكل المحتملة لهذا النظام انهيار العزل الغازى إما بسبب تمزق غطاء البالتة، أو عدم إحكام اللحام مع القاعدة.

ويسمح هذا النظام بشحن الفراولة مع منتجات أخرى قد تتطلب نسبة أخرى من مكونات الهواء على درجة الصفر المئوى (Kader ١٩٩١).

يمكن أن تظهر نكهة غير مرغوب فيها وروائح منفرة بثمار الفراولة فى خلال فترة لا تتجاوز ١٢ ساعة من تخزينها فى الجو المعدل أو فى الجو المتحكم فيه. وغالبًا ما يحدث ذلك نتيجة لزيادة تركيز الأسيتالدهيد بالثمار، ثم تحلله إلى كحول إثيلى، مكسبًا الثمار طعمًا كحوليًا. وتعد خلات الإثيل أكثر المركبات المتطايرة إسهامًا فى إعطاء الرائحة المنفردة فى مثل هذه الحالات.

ويمكن لثمار الفراولة أن تتحمل تركيزات عالية من ثانى أكسيد الكربون؛ مما يؤدى إلى زيادة قدرتها على تحمل التخزين. ويوصى غالبًا بزيادة تركيز الغاز إلى ١٥٪ عند التخزين على ١٠°م، وإلى ٢٠٪ عند التخزين على ٥°م. وقد كانت استجابة ثمار الفراولة لزيادة تركيز الغاز خطية فيما بين تركيز صفر٪، و ١٨٪.

وتؤدى زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون إلى ٣٪ إلى تكوين طعم غير مرغوب فيه، وتتراوح النسبة المثلى للغاز بين ١٢٪، و ١٥٪. وبينما يؤدى خفض نسبة الأكسجين إلى ما بين ٠,٥٪، و ٢٪ إلى الحد من تنفس الثمار ومن نشاط الكائنات الدقيقة المسببة للعفن، إلا أن ذلك يؤدى – كذلك – إلى تكوين طعم غير مرغوب.

ولم تؤد زيادة تركيز الغاز إلى تثبيط نمو الفطريات المسببة للأعفان فقط، بل إنها أخرت فقد الثمار لصلابتها دون أن تؤثر على طعمها (عن Kim & Wills ١٩٩٨).

وتؤدى زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون عن الحدود الموصى بها إلى ظهور طعم

غير مقبول بالثمار تتوقف شدته على كل من التركيز الذى وصل إليه الغاز ومدة التعرض له، كما تختلف الاستجابة للغاز باختلاف الأصناف (عن Fernández-Trujillo وآخرين ١٩٩٩).

يعد التخزين فى ١٥٪ ثانى أكسيد كربون أفضل وسيلة للحد من إصابة ثمار الفراولة بالفطر *Botrytis cinerea* (Wszelaki & Mitcham ٢٠٠٣).

وتقل الإصابة كثيرًا بالعفن الرمادى عند خفض نسبة الأكسجين إلى ٠,٥٪ ولكن هذا المستوى يقترب كثيرًا من المستوى الذى يضر بالثمار. كذلك تؤدى زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون عن ١٨٪ إلى تثبيط نمو عديد من الفطريات، ولكن هذه النسبة تُحدث أضرارًا بعديد من الثمار (عن Moyls وآخرين ١٩٩٦).

ويمكن لثمار الفراولة أن تحتفظ بجودتها لمدة ١٠–١٤ يومًا على حرارة ١°م فى هواء معدل يحتوى على ٣٪–٥٪ أكسجين، و ١٥٪–٢٠٪ ثانى أكسيد كربون.

كما أمكن المحافظة على نوعية ثمار الفراولة لمدة ١٤ يومًا – بصورة جيدة – بتخزينها على الصفر المئوى مع ١٢٪ ثانى أكسيد كربون، و ٦٪ أكسجين (Yang & Lee ١٩٩٩).

واحتفظت ثمار الفراولة التى قطفت فى مرحلة ثلاثة أرباع التلوين بصلابتها ولونها الأحمر الصافى بصورة أفضل من الثمار التى قطفت فى مرحلة اكتمال التلوين بالأحمر، وذلك عند تخزينها على ٤ أو ١٠°م، سواء أكان ذلك فى الهواء، أم فى الـ CA على ٥٪ أكسجين + ١٥٪ ثانى أكسيد كربون، وكانت أفضل جودة للثمار عندما خزنت فى الـ CA على ٤°م. ولقد كان التخزين فى الـ CA أفضل من التخزين فى الهواء فيما يتعلق بالمحافظة على الأنثوسيانين ومحتوى المواد الصلبة للثمار الـ ٣/٤ تلوين التى خزنت على ١٠°م؛ حيث لم تصبح كاملة الاحمرار إلاّ بعد أن نقلت إلى الهواء على ٢٠°م (Nunes وآخرون ٢٠٠٢).

وأدى تخزين الفراولة على ٥°م فى ٢٠٪ ثانى أكسيد كربون، مقارنة بالتخزين على

نفس الدرجة فى الهواء إلى انخفاض فى كل من اللون وتركيزات السكروز والسكريات المختزلة وحامض الستريك، بينما لم يؤثر التخزين فى التركيز المرتفع لثانى أكسيد الكربون على صلابة الثمار أو محتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية أو الـ pH أو الحموضة المعايرة (Pelayo-Zaldivar وآخرون ٢٠٠٧).

ومن الأهمية بمكان عند تحضير البالتات لأجل معاملتها بثانى أكسيد الكربون أن تكون الثمار مبردة جيدًا إلى الصفر المئوى؛ ذلك لأن الغطاء البلاستيكى للبالتة سوف يعيق أى تبريد إضافى. كما يتعين إجراء كل خطوات هذه العملية فى حجرات مبردة، وقبل الشحن مباشرة.

وتتكثف الرطوبة على الغشاء البلاستيكى المغلف للبالتة فى أى وقت يكون فيه ذلك الغشاء أبرد من الثمار أو أى سطح آخر بداخل البالتة؛ ولذا .. يتعين أن تكون الثمار مبردة أوليًا بشكل جيد جدًا قبل وضعها فى البالتات، وأن يتم تغليف البالتات قبل شحنها مباشرة.

وتجدر الإشارة إلى أن عملية التكثف المائى لا تحفز فقط انتشار الإصابة بالعفن الرمادى، ولكنها تضعف كذلك من متانة الكراتين وتعرض الثمار بداخل البنتس لأضرار جسيمة.

تحدث أكبر فائدة من الشحن والتخزين فى الجو المعدل عند حصاد الفراولة بعد الفترات التى كان يسودها جو بارد رطب أو ضباب كثيف، حيث قد يتجمع الماء الحر على الثمار فى الحقل، وهى الظروف التى يتوقع على أثرها انتشار الإصابة بالعفن الرمادى (عن Mitchell وآخرين ١٩٩٦).

ويتم بهذه الطريقة شحن كميات كبيرة من الفراولة من كاليفورنيا إلى الساحل الشرقى للولايات المتحدة، كما أنها صالحة للتطبيق على شحنات النقل البحرى من مصر إلى أوروبا، علمًا بأن الشحن يستمر على درجة الصفر المئوى. وبهذه الطريقة يمكن أن تحتفظ الثمار بجودتها لعدة أيام بعد خمسة أيام من الشحن البحرى.

ونظرًا للأهمية القصوى للمحافظة على سلسلة التبريد عند اتباع هذه الطريقة، فإنه يصعب تطبيقها بهدف زيادة القدرة التخزينية عند الشحن بطريق الجو، بسبب الحاجة لفتح العبوات لإجراء الفحص الجمركى فى كل من الدولتين المصدرة والمستوردة.

كذلك فإن مجرد إزالة الغطاء البلاستيكى المحيط بالبالتة لإجراء عملية الفحص يؤدى حتمًا إلى تسرب غاز ثانى أكسيد الكربون.

ولكن يفيد اتباع هذه التقنية فى الشحن البحرى للفراولة حيث تبقى الشحنة طوال فترة الشحن وهى محكمة الإغلاق؛ وبذا .. تتحقق الاستفادة المرجوة من زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون (عن Picha ١٩٩٧).

وقد ذكر أن زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون فى الهواء المحيط بالثمار يجعلها تحتفظ بصلابتها لفترة أطول مقارنة بالتخزين فى الجو العادى فى الحرارة ذاتها. ليس هذا فقط، بل إن Smith & Skog (١٩٩٢) وجدا أن تخزين ثمار الفراولة المبردة أوليًا إلى ٠,٥°م لمدة ٤٢ ساعة فى ١٥٪ ثانى أكسيد كربون أدى إلى تحسين صلابة الثمار – مقارنة بصلابتها عند بدء التخزين – فى ٢١ صنفًا من بين ٢٥ صنف تمت دراستها.

كذلك أدى تخزين الفراولة فى هواء يحتوى على ٢٠٪–٣٠٪ ثانى أكسيد كربون على حرارة ٢,٢°م لمدة يومين إلى زيادة صلابتها. وأظهر تحليل الجدر الخلوية أن الثمار المعاملة بهذه الطريقة نقص محتواها من البكتين القابل للذوبان فى الماء، بينما ازداد محتواها من البروتين الذائب الخالب chelating soluble protein، مقارنة بالثمار التى خزنت فى هواء عادى (Siriphanich ١٩٩٨).

وأعطى تعريض ثمار الفراولة لغاز ثانى أكسيد الكربون بتركيز ٢٠٪ – بصورة مستمرة – أفضل تأثير فيما يتعلق بزيادة صلابة الثمار، كما أن معاملة الثمار بالغاز بتركيز ١٠٠٪ لمدة لا تزيد عن ٣ ساعات كانت – كذلك – فعالة فى زيادة الصلابة دون التأثير سلبيًا على الجودة، إلا أن المعاملة بهذا التركيز لمدة ٤ ساعات أدت إلى تكوين طعم غير

مرغوب فيه. وقد أوصى – للحصول على أحسن جودة للثمار – عند المعاملة بالغاز بتركيز ١٠٠٪، أن يجرى ذلك لمدة ساعتين فقط (Hwang وآخرون ١٩٩٩).

كذلك وجد Watkins وآخرون (١٩٩٩) لدى معاملتهم لثمار ٧ أصناف من الفراولة بتركيز ٢٠ كيلو باسكال من ثانى أكسيد الكربون على حرارة ٢°م لمدة ٧ أيام أن المعاملة أدت إلى زيادة الصلابة فى كل الأصناف، ولكن بدرجات مختلفة. وكانت الثمار المعاملة بالغاز أضعف لونًا وأقل احمرارًا عن الثمار التى خزنت فى الهواء غير المعدل تحت الظروف ذاتها. كذلك تراكم الأسيتالدهيد، والإيثانول، وخلات الإثيل فى الثمار المعاملة بالغاز، ولكن بدرجات مختلفة، وكانت أقل تركيزات لها فى الصنف Annapolis وأعلى تركيزات فى الصنف Governer Simoe.

ويتأثر مدى الزيادة فى صلابة الثمار التى تُحدثها المعاملة بثانى أكسيد الكربون بكل من درجة نضج الثمار ودرجة حرارة التخزين (عن Harker وآخرين ٢٠٠٠)

وقد عامل Harker وآخرون (٢٠٠٠) ثمار صنف الفراولة باخارو بثانى أكسيد الكربون بتركيزات ٥٪–٤٠٪ لمدة ثلاثة أيام، ثم خزنوا الثمار على حرارة الصفر المئوى لمدة ثلاثة أسابيع، ووجدوا أن الثمار كانت أكثر صلابة فى المخزن على حرارة الصفر عما كانت عليه عند الحصاد، وأن الصلابة ازدادت بدرجة أكبر عندما عوملت الثمار بثانى أكسيد الكربون، الذى أحدث زيادة مقدارها ٦٠٪ فى شدة التصاق الجدر الخلوية بعضها ببعض. وقد استنتج الباحثون أن زيادة صلابة الثمار التى أحدثتها المعاملة بغاز ثانى أكسيد الكربون ربما تعود إلى التغيرات فى pH الجدر الخلوية الذى ربما يحفز ترسيب البكتينات الذائبة، ويزيد من شدة لصق الخلايا بعضها ببعض.

وللشحن فى الهواء المعدل تأثيرات أخرى على كل من نكهة الثمار ومحتواها من حامض الأسكوربيك، والصبغات.

فعندما عامل Fernández-Trujillo وآخرون (١٩٩٩) ثمار ٧ أصناف من الفراولة بتركيز ٢٠ كيلو باسكال من ثانى أكسيد الكربون .. وجد أن المعاملة أدت إلى زيادة

تركيز الأسيتالدهيد، والإيثانول، وخلات الإثيل فى ثمار الصنفين Honeoye، و Kent، ولكن ليس فى ثمار الصنفين Cavendish، و Annapolis. وقد اعتبر الصنفان الأول والثانى حساسين للتركيز العالى من ثانى أكسيد الكربون، بينما اعتبر الصنفان الثالث والرابع متحملين. كذلك كان نشاط الإنزيمين pyruvate decarboxylase، و alcohol dehydrogenase أعلى فى الثمار المعاملة بالغاز عما فى ثمار الكنترول فى الصنفين المتحملين، ولكن ليس فى الصنفين الحساسين. كذلك ازداد تراكم حامض الصكنك succinate فى ثمار جميع الأصناف، ولكن تركيزاته كانت أعلى فى الأصناف المتحملة عما فى الأصناف الحساسة.

وأدى تخزين ثمار الفراولة فى هواء يحتوى على ثانى أكسيد كربون بنسب عالية وصلت حتى ٢٠٪ فى حرارة صفر إلى ١°م إلى سرعة تحلل حامض الأسكوربيك إلى حامض ديهيدروأسكوربيك dehydroascorbic acid، ثم إلى مركب آخر، ربما كان 2,3-diketogulonic acid، وذلك مقارنة بالتخزين فى الهواء العادى فى الحرارة ذاتها. وبعد ٢٠ يومًا من التخزين كان تحلل حامض الأسكوربيك بدرجة أكبر عندما كان الجو المعدل (الذى يحتوى على تركيز عال من ثانى أكسيد الكربون) يحتوى – كذلك – على ١٪–٣٪ أكسجين مقارنة بتركيز > ١٤٪ (Agar وآخرون ١٩٩٥).

وازداد تركيز الأنثوسيانين فى الأنسجة الخارجية والداخلية لثمار الصنف سلفا المخزنة على ٥°م لمدة ١٠ أيام، وكانت هذه الزيادة أقل سرعة عندما عُدِّل الهواء ليحتوى على ١٠ أو ٢٠ كيلو باسكال kPa من ثانى أكسيد الكربون؛ وبذا .. كان لون الثمار أقل دكنة عند زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون فى هواء المخزن عما فى حالة التخزين فى الهواء العادى. وقد وجد كذلك أن الـ pH ازداد، بينما انخفضت الحموضة المعايرة بدرجة كبيرة أثناء التخزين، وازدادت هذه التغيرات مع زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى الأنسجة الداخلية للثمار، وربما لعبت هذه التغيرات دورًا فى التأثير على صبغة الأنثوسيانين التى يتأثر تعبير اللون فيها بالـ pH (Holcroft & Kader ١٩٩٩أ، و ١٩٩٩ ب).

ومن الممارسات الشائعة فى شحن وتسويق الفراولة تغليف عبوات المستهلك الذى يحقق هدفين رئيسيين، هما:

١– تقليل فقد الرطوبة من الثمار، ومن ثم احتفاظها بنضارتها لفترة أطول.

٢– زيادة مستوى ثانى أكسيد الكربون ونقص مستوى الأكسجين فى العبوات نتيجة لتنفس الثمار، ومن ثم الحد من نشاط الفطريات المسببة للأعفان.

وقد وجد أن تغليف عبوات الفراولة الحديثة الحصاد غير المعاملة بالمبيدات الفطرية بأغشية البولى فينيل كلوريد PVC المنفذة لغازات الهواء الجوى أدى إلى المحافظة على صفات الجودة بصورة كبيرة، حيث احتفظت الثمار بصلابتها وقل الفقد فى الوزن، وتأخر جفاف الكأس، وانخفضت جوهريًا الإصابة بالعفن الرمادى. وقد صاحبت عملية التغليف زيادة فى نسبة ثانى أكسيد الكربون فى الهواء داخل العبوات (Aharoni & Barkai-Golan ١٩٨٧).

وعبأ Perez وآخرون (١٩٩٧) ثمار الفراولة من صنف كاماروزا فى بنتس سعة ٢٥٠ جم ثم غلفوها بأغشية البولى فينيل كلورايد، أو البولى بروبلين، أو لم يغلفوها، ثم وضعوا البنتس فى حرارة ٢°م لمدة ٣ أيام، ثم فى حرارة ١٦°م لمدة ٤ أيام لمحاكاة فترتى الشحن والعرض بالأسواق، على التوالى. وقد وجد الباحثون أن مستوى ثانى أكسيد الكربون ازداد فى اليوم السابع إلى ٥٪ عند التغليف بالبولى فينيل كلورايد وإلى ١٥٪ عن التغليف بالبولى بروبلين. وفى هذا اليوم السابع كانت ثمار العبوات المغلفة بالبولى بروبلين أصلب جوهريًا عن كل من الثمار المغلفة بالبولى فينيل كلورايد والكنترول. وعلى الرغم من ازدياد دكنة اللون بصورة غير مرغوب فيها فى جميع المعاملات، إلا أن الثمار المغلفة كانت أفضل لونًا. وقد كان تركيز الكحول الإثيلى (الذى كان أهم المركبات المسئولة عن الطعم غير المرغوب فيه) فى اليوم السابع ٥٧، و ١٠٧، و ٧٥ جزءًا فى المليون فى الثمار المغلفة بالبولى فينيل كلوريد، والمغلفة بالبولى بروبلين، وثمار الكنترول غير المغلفة، على التوالى.

وقام Garcia وآخرون (١٩٩٨) بدراسة تغليف عبوات الفراولة بأنواع مختلفة من الأغشية، هى أغشية السيليلوز، والبولى بروبلين المثقب وغير المثقب، والبولى فينيل

كلورايد، مع التخزين على حرارة ١٨°م لمدة ٤ أيام، ووجدوا أن التغليف فى البولى بروبلين غير المثقب أحدث أكبر زيادة فى نسبة ثانى أكسيد الكربون وأكبر خفض فى نسبة الأكسجين داخل العبوات، وأن ثمار تلك العبوات كانت أعلى الثمار جودة، ولكن مظهرها لم يكن مرغوبًا فيه بسبب التكثف الرطوبى. وبالمقارنة حدث انكماش – بسبب الفقد فى الوزن – عندما غلفت العبوات بالسيليلوز، بينما كانت أفضل الثمار مظهرًا هى التى غلفت عبواتها بالبولى بروبلين المثقب والبولى فينيل كلورايد، ولكن الثمار التى غلفت بالبولى بروبلين المثقب تدهورت جودتها سريعًا. وفى دراسة أخرى (Garcia & Olias ١٩٩٨) خزنت الثمار على حرارة ٢°م لمدة ٣ أيام، ثم على حرارة ١٨°م، ووجد أن العبوات التى غلفت بالبولى فينيل كلورايد احتفظت بجودتها لمدة ٤ أيام على الأقل.

كما قام Nunes وآخرون (١٩٩٨) بدراسة تأثير تخزين ثمار الفراولة لمدة ٨ أيام على حرارة ١ أو ١٠°م، أو لمدة ٤ أيام على حرارة ٢٠°م، مع تغطية العبوات أو عدم تغطيتها بغشاء من البولى فينيل كلورايد على كل من الفقد الرطوبى والفقد فى حامض الأسكوربيك. وقد وجدوا أن الفقد فى حامض الأسكوربيك كان منخفضًا ولم يختلف بين معاملتى التغطية أو عدم التغطية على حرارتى ١، و ١٠°م، ولكن الفقد كان أكبر كثيرًا على حرارة ٢٠°م. وأدى التغليف إلى خفض الفقد فى حامض الأسكوربيك إلى الخُمس على حرارة ١، و ١٠°م، وإلى النصف على حرارة ٢٠°م، علمًا بأن ذلك التأثير لم يكن راجعًا إلى حدوث أى تغيرات فى مستوى الأكسجين أو ثانى أكسيد الكربون فى حالة التغليف لأن تلك التغيرات كانت محدودة للغاية؛ بما يعنى أن الفقد الرطوبى كان له تأثيرًا أكبر على حامض الأسكوربيك عن درجة حرارة التخزين. وقد أدى التغليف مع التخزين على حرارة ١ أو ١٠°م إلى خفض الفقد فى حامض الأسكوربيك إلى ١٣,٣٪ فقط من الفقد الذى حدث عند عدم التغليف مع التخزين على ٢٠°م.

إمتصاص الإثيلين المحيط بالثمار أثناء الشحن والتخزين

أدى استعمال المواد الممتصة للإثيلين – وهى التى تتكون من الفحم المشبع بالبروم،

أو من برمنجنات البوتاسيوم — إلى امتصاص الإثيلين، وربما إلى زيادة صلابة الثمار قليلاً، ولكنها لم تقلل من الإصابة بأعفان الثمار (عن Perkins-Veazie & Collins ١٩٩٥).

وبينما أدت إضافة الإثيلين بتركيز ٢٠ ميكروليتر/لتر إلى تحفيز نمو الفطريات والإسراع بشيخوخة الثمار، فإن إضافة المركبات المتصة للإثيلين — مثل برمنجنات البوتاسيوم – أدت – عند تخزين الفراولة على ٢°م – إلى تقليل الأعفان والمحافظة على صلابة الثمار.

وأدى تعريض ثمار الفراولة إلى تركيزات متناقصة من الإثيلين ما بين ١,٠، و ٠,٠٠٥ ميكروليتر/لتر على ٢٠°م، وصفر °م إلى المحافظة على صفات الجودة لفترة أطول، وتقليل الإصابة بالأعفان، مع بقاء الثمار أكثر صلابة مما فى الكنترول.

وعندما أضيفت برمنجنات البوتاسيوم للثمار المخزنة على ٢°م فى ٧٪ ثانى أكسيد الكربون، كانت الثمار أكثر صلابة (عن Kim & Wills ١٩٩٨).

ولقد أوضحت دراسات Kim & Wills (١٩٩٨) أن إضافة ثانى أكسيد الكربون وبرمنجنات البوتاسيوم معًا أدت إلى نقص تركيز الإثيلين فى الهواء أثناء التخزين، ونقص معدل تدهور الثمار. وكانت فترة احتفاظ الثمار بجودتها متناسبة عكسيًا مع لوغاريتم تركيز الإثيلين، وطرديًا مع تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون. وقد أظهرت هذه الدراسة أهمية فعل التركيز العالى لثانى أكسيد الكربون فى تثبيط إنتاج الإثيلين.

طرق الشحن

تنقل الفراولة المبردة أوليًا بطريق البر إما إلى الدولة المستوردة مباشرة، وإما إلى المطار لأجل الشحن الجوى، وإما إلى الميناء لأجل الشحن البحرى. كذلك تنقل الفراولة بعد وصولها إلى ميناء الوصول بطريق البر إلى حيث تخزن مؤقتًا لحين تسويقها.