برمنجنات البوتاسيوم منفردة، أو مع الفحم (الشاركول)، مع إمرار هواء المخزن من خلال فلاتر تحتوى على تلك المواد، وتجديد المواد ذاتها من حين لآخر.

وتجدر الإشارة إلى أن استعمال الأوزون لأكسدة الإثيلين لا يمكن تحقيقه فى هذه المخازن؛ لأن عملية الأكسدة تتطلب توفر الأكسجين بتركيزات أعلى من تلك التى تتواجد فى المخازن ذات الجو المعدل.

## استخدامات الجو المتحكم فى مكوناته

تزداد أهمية التخزين فى الجو المتحكم فى مكوناته فى إطالة فترة احتفاظ الخضر بجودتها عندما تكون درجة حرارة التخزين غير ملائمة للمنتج، وعندما تكون فترة التخزين المطلوبة أطول مما يُمكِّن من تأمينها بوسائل التخزين الأخرى. فمثلاً .. لا يكون التخزين فى الجو المعدل اقتصاديًا إذا رُغب فى تخزين الخس لمدة ٧ أيام فى حرارة صفر –٢,٢°م. أما إذا شحن محصول الخس من بلد لآخر واستغرق ذلك ثلاثين يومًا. فإن وضع المحصول فى الجو المعدل يكون أمرًا اقتصاديًا حتى لو كان التخزين فى الحرارة المنخفضة. كما يكون الجو المعدل اقتصاديًا كذلك لو أريد المحافظة على المحصول بحالة جيدة لمدة ٧ أيام فى مخازن لا يمكن – عمليًا – خفض حرارتها عن ٥–٧,٢°م.

ويتعين دائمًا ملاحظة أن نسب الغازات المناسبة للتخزين تختلف كثيرًا باختلاف المحصول والصنف المخزن، ودرجة حرارة التخزين، وطول فترة التخزين المطلوبة.

### وفيما يلى أمثلة لاستخدامات الجو المتحكم فى مكوناته فى تخزين محاصيل الخضر:

١– الطماطم:

تمكن Parsons وآخرون (١٩٧٠) من تخزين ثمار الطماطم الخضراء المكتملة التكوين مدة ٦ أسابيع فى جو معدل به ٣٪ $O_2$، وصفر٪ $CO_2$ مع حرارة ١٣°م. وعندما رفعت نسبة $CO_2$ إلى ٣٪ أو ٥٪ مع الاحتفاظ بالنسبة المخفضة من الأكسجين لم يحدث نقص

فى نسبة العفن، بل حدث – أحيانًا – ضرر من $CO_2$. وعندما نقلت الثمار الخضراء إلى الجو العادى بعد ٦ أسابيع من التخزين تحت هذه الظروف، تلونت بصورة طبيعية.

وقد ثُبِّط التلوين فى ثمار الطماطم الخضراء المكتملة التكوين خلال سبعة أسابيع من التخزين على ١٢,٥°م وحوالى ٩٠٪ رطوبة نسبية عندما تكون الهواء من ١٪ أكسجين + صفر٪ ثانى أكسيد كربون. وقد كانت الثمار أفضل طعمًا عما كان طعمها فى حالة التخزين فى تركيزات أعلى من الأكسجين (٣٪ أكسجين + ٣٪ أو ٥٪ ثانى أكسيد كربون) (عن Adamicki ١٩٩٧).

٢– الفراولة:

تخزن الفراولة بحالة جيدة لمدة ٧–١٠ أيام فى الصفر المئوى، ولمدة ٣–٥ أيام فى حرارة ٥°م، ولمدة ١–٢ يوم فى حرارة ٢١°م. ويمكن زيادة فترة التخزين إلى الضعف مع وقف عفن الثمار بالتخزين فى جو معدل به ٢٠٪ $CO_2$. ويفيد ذلك عند الشحن فى الحرارة المرتفعة نسبيًا.

٣– الخس:

تظهر على عروق الخس أثناء التخزين على حرارة ٢–٥°م بقع عديدة ذات لون بنى محمر. وتعرف هذه الظاهرة باسم التبقع الصدئ russet spotting. ويحدث ذلك أثناء الشحن، وفى المخازن المبردة، وحتى لدى المستهلك فى الثلاجات المنزلية. ويمكن الحد من هذه الظاهرة كثيرًا بتخزين الخس فى جو معدل به ٢٪–٦٪ $O_2$. علمًا بأن التركيزات الأقل من ذلك تضر بالخس، والأعلى من ذلك لا تجدى؛ فلا تجب زيادة نسبة $CO_2$؛ لأن ذلك عديم الفائدة بالنسبة لظاهرة التبقع الصدئ، بل إن زيادته قد تحدث أضرارًا شبيهة بهذه الحالة (Lipton ١٩٧٥).

كذلك احتفظ الخس بلون الأوراق الأخضر ومحتواه العالى من حامض الأسكوربيك لمدة ٢١ يومًا على ١°م عندما كان التخزين فى ١٪ أكسجين + ٣٪ ثانى أكسيد كربون.

٤- الفلفل:

كانت أعلى نسبة من ثمار الفلفل الأخضر الصالحة للتسويق بعد ٦ أسابيع من التخزين على ٨°م عندما تكون هواء المخزن من ٣٪ أكسجين + صفر ٪ ثانى أكسيد كربون. وأدى التخزين فى ٣٪ أكسجين + ٥٪ ثانى أكسيد كربون إلى زيادة الإصابة بالأعفان خلال فترة التخزين على ٢٠°م.

٥- الكرنب الصينى:

احتفظ الكرنب الصينى بصلاحيته للتسويق (ولكن مع بعض الفقد جراء الحاجة للتلقيم) لمدة ١٠٠ يوم على الصفر المئوى مع ١,٥٪ أو ٣٪ أكسجين + ٢,٥٪ ثانى أكسيد كربون؛ حيث قل الاصفرار والفقد فى الكلوروفيل.

٦- احتفظ البصل (الأبصال) بجودته بصورة أفضل فى ٠,٧٥٪ أو ١٪ أكسجين + ٢٪ ثانى أكسيد كربون، حيث قل التبرعم ونمو الجذور على مدى ٣٣ أسبوعًا من التخزين على الصفر المئوى (Adamicki ١٩٩٧).

٧- الكرنب:

يعتبر الكرنب من أصلح الخضروات للتخزين فى الجو المتحكم فى مكوناته. ومن دراسات Isenberg & Sayles (١٩٦٩) وجدا أنه عند التخزين فى حرارة الصفر المئوى. كان الجو المعدل (٥٪ $CO_2$، و ٥٪ $O_2$) أفضل من الهواء العادى. وقد ازدادت فترة التخزين عند إنقاص نسبة الغازين ($CO_2$، $O_2$) إلى ٢,٥٪ لكل منهما، لكن صاحبت ذلك زيادة حلاوة أوراق الكرنب. وكان أفضل جو معدل هو المحتوى على ٥٪ $CO_2$ و ٥٪ $O_2$؛ حيث كانت فترة التخزين أطول ما يمكن، مع احتفاظ الرؤوس بالطعم العادى. إلا أن الأصناف اختلفت فى مدى مقدرتها على التخزين تحت هذه الظروف.

## التطبيقات التجارية للجو المتحكم فى مكوناته

إن أكبر تطبيق لاستعمال الجو المتحكم فى مكوناته هو فى تخزين التفاح والكمثرى على المستوى العالمى، وبدرجة أقل فى تخزين الكرنب، والبصل الحلو (غير الحار)،