معاملات خاصة لإطالة فترة التخزين

١- المعاملة بالسيتوكينينات:

إن من أهم المشاكل التى يتعرض لها الأسبرجس أثناء التسويق: سرعة تحلل الكلوروفيل، وهو ما يفقدها لونها الأخضر، وقد وجد أن غمس المهاميز فى محلول منظم النمو 6-benzyl amino purine (اختصارًا: BA) – بتركيز ٢٥ جزءًا فى المليون لمدة ١٠ دقائق – يبطئ تحلل الكلوروفيل لمدة ١٠ أيام بعد المعاملة (عن Edmond وآخرين ١٩٧٥).

٢- المعاملة بالماء الساخن:

أدى غمس مهاميز الأسبرجس بعد الحصاد مباشرة فى ماء ساخن على حرارة ٤٧,٥°م لمدة ٢-٥ دقائق، ثم تبريدها مبدئيًا بأسرع ما يكون .. أدى ذلك إلى منع انحناء المهاميز بعد ٧ أيام من التخزين على ١٠°م. وأدى رفع الحرارة عن ذلك أو إجراء الغمس لمدة أطول إلى إحداث تدهور غير مقبول فى المظهر العام للمهاميز (Paull & Chen ١٩٩٩).

٣- غمر قواعد المهاميز فى محلول السكروز:

يفيد غمر قواعد الأسبرجس فى محلول سكروز بنسبة ٢٪ فى زيادة وزن المهاميز خلال اليومين الأول والثانى بعد الحصاد، ولكن تلك الزيادة كانت أقل فى الـ CA عما كانت فى الهواء العادى، وعمومًا ازدادت فترة الصلاحية للتخزين عند غمر قواعد المهاميز فى محلول السكروز، لكن الزيادة لم تكن واضحة إلا عندما كان التخزين فى الهواء وليس فى CA (Renquist وآخرون ٢٠٠٥).

التخزين والشحن

التخزين المبرد العادى

إن أفضل حرارة لتداول وتخزين الأسبرجس هى: ٢°م مع رطوبة نسبية تزيد عن ٩٥٪، حيث يمكن أن تبقى المهاميز بحالة جيدة تحت هذه الظروف لمدة ١٤-٢١ يومًا.

وتتعرض المهاميز للإصابة بأضرار البرودة إذا تعرضت لحرارة الصفر المئوى لمدة ١٠ أيام، أو لحرارة ١°م لمدة أسبوعين؛ حيث تظهر الأضرار على صورة رخاوة بالمهاميز، وتغير لون قمتها إلى الأخضر الرمادى، ويزداد ظهور تلك الأعراض بعد تعرض المهاميز للجو الدافئ. هذا .. بينما تكون المهاميز سريعة التدهور فى حرارة تزيد عن ٤°م، حيث سريعًا ما تتفتح قمتها.

وبينما يفيد غمر قواعد المهاميز فى الماء فى بقائها ممتلئة turgid ومنتصبة إلا أن ذلك الإجراء يحفز إصابة قواعد المهاميز بالأعفان (Heyes وآخرون ١٩٩٨، و Anderson & Tong ١٩٩٣، و Thompson ٢٠٠٣).

كذلك فإن توفر الماء الحر عند قواعد المهاميز يؤدى إلى زيادتها فى الطول أثناء الشحن والتخزين، وتتوقف سرعة استطالتها على درجة الحرارة؛ ففى ١°م يبلغ معدل الاستطالة ٣,٥ مم فى خلال ٨ أيام، بينما تصل الاستطالة إلى ٢٥,٤ مم خلال نفس المدة على ١٣°م، وتزداد أكثر فى درجات الحرارة الأعلى عن ذلك.

ولا يجب أبدًا تخزين الأسبرجس مع الثمار المنتجة للإثيلين مثل التفاح والكنتالوب وغيرهما، علمًا بأن الإثيلين يؤدى إلى استطالة المهاميز بصورة غير مرغوب فيها، وانحنائها، فضلاً عن تليفها وزيادة صلابتها.

ومن الأهمية بمكان المحافظة على سلسلة التبريد بداية من التبريد الأوّلى حتى وصول المنتج إلى المستهلك.

ويؤدى عدم المحافظة على سلسلة التبريد أثناء الشحن الجوى بسبب عدم توفر التبريد على الطائرات، وعدم توفر التبريد خلال فترة التحميل والتفريغ فى المطارات .. يؤدى ذلك إلى حدوث فقد كبير فى صفات الجودة. وفى محاكاة لظروف الشحن الجوى .. دُرس تأثير استعمال أنواع مختلفة من أغطية البالتات، وتأثير إضافة الثلج المجروش العادى أو الثلج الجاف (ثانى أكسيد الكربون المجمد) على درجة الحرارة داخل البالتة. وذلك بتبريد بالتة الأسبرجس أولاً إلى صفر-٢°م، ثم إجراء المعاملة، ثم

رفع حرارة الغرفة إلى ٢٠°م، مع تسجيل الحرارة خلال فترة التجربة فى مختلف أجزاء البالتة. وقد أظهرت الدراسة، ما يلى:

١- كانت تغطية البالتات بغلاف ألومنيومى aluminium foil مبطن بأى من غشاء الفقاقيع الهوائية (polybubble laminate)، أو طبقة من الفوم (foam plastic laminate)، أو التغطية بالورق بين غلافين ألومنيوميين .. كانت جميع هذه المعاملات فعّالة فى المحافظة على البرودة داخل البالتات.

٢- أدى استعمال الثلج المجروش أو الثلج الجاف إلى زيادة المحافظة على البرودة وخفض الارتفاع فى درجة حرارة البالتات.

٣- أوصت الدراسة باستعمال أى من أنواع الأغطية مع أى من نوعى الثلج فى المحافظة على الحرارة المنخفضة داخل بالتات الأسبرجس عند شحنها بطريق الجو (Bycroft وآخرون ١٩٩٦).

التخزين فى الجو المعدل

درس تأثير الجو المعدل على الأسبرجس الأبيض بتعبئة المهاميز المغلفة بأغشية النيلون (strech film) كل ٥٠٠ جم معًا، ثم تخزينها على ٢,٥، أو ٥، أو ١٠، أو ١٥، أو ٢٠، أو ٢٥°م فى الظلام التام أو فى الضوء (١٥ ± ١,٩ واط/م^{٢}) لمدة ٦ أيام، وكانت النتائج كما يلى:

١- حدث توازن بالجو الداخلى للعبوات عند ٤,٥٪-٦,٩٪ ثانى أكسيد كربون، و ٣٪-٦,٧٪ أكسجين فى خلال الساعة الأولى من التغليف، وذلك فى جميع درجات الحرارة المختبرة.

٢- وبعد ٨ ساعات من التغليف بلغ تركيز ثانى أكسيد الكربون أقصى معدل له، وهو ٥,٧٪-٩,٨٪، بينما انخفض تركيز الأكسجين إلى حده الأدنى عند ٠,٧٪-١,٠٪.

٣- أدى التغليف إلى إحداث تثبيط فى كل من الترييش (تفتح القمة)، والتليف، وتكون الأنثوسيانين، وتحلل حامض الأسكوربيك، وذلك لمدة ٦ أيام.

٤- فى حرارة ١٥°م ظهرت على المهاميز أعراض التدهور وتكونت به روائح غير مرغوب فيها.

٥- لم تؤثر الإضاءة جوهريًا على صفات الجودة (Siomos وآخرون ٢٠٠٠).

كذلك قورن تأثير تعبئة الأسبرجس فى الأغشية العادية مع تعبئته فى أغشية البولى بروبلين المثقبة أثناء حفظه لمدة ١٠ أيام على حرارة ١٥°م ورطوبة نسبية ٧٥٪، ووجد أن تركيز ثانى أكسيد الكربون تراوح بعد ١٠ أيام من التخزين بين ١٥,٥٪، و ٢٣٪. وكان الفقد فى الوزن أقل من ١,٢٪ فى الأغشية المثقبة مقارنة بنحو ١٥٪ عندما كان التخزين بدون تغليف فى ظروف مماثلة. وقد تأثر محتوى المهاميز من حامض الأسكوربيك سلبيًا بشدة فى جميع مستويات الأكسجين التى تواجدت فى داخل الأغشية المثقبة. والتى تراوحت بين ١٪، و ٦٪، ولكنه تبقى بنسبة ٤٥٪-٥٥٪ من محتواه الأصلى فى المهاميز التى حفظت فى عبوات عادية من البولى بروبلين. كذلك ارتبطت تركيزات الأكسجين فى الأغشية المثقبة بتركيزات عالية من الجلوتاثيون فى المهاميز المعبأة، وأوصت الدراسة بأن يكون تركيز الأكسجين بين ١٠٪، و ٦٪ لأجل المحافظة على تركيزات عالية من كل من حامض الأسكوربيك والجلوتاثيون بالمهاميز (Saito وآخرون ٢٠٠٠).

وبينما يمكن تخزين الأسبرجس لمدة ١٤-٢١ يومًا على ٢°م فى الهواء العادى، فإنه يمكن زيادة فترة التخزين إلى شهر كامل بالتخزين فى جو معدل على الصفر المئوى. هذا .. فى الوقت الذى يؤدى فيه التخزين على الصفر المئوى فى الهواء إلى تعريض المهاميز للإصابة بأضرار البرودة فى خلال ١٠-١٢ يومًا. ويجب أن تتراوح الرطوبة النسبية أثناء التخزين بين ٩٥٪، و ١٠٠٪ لمنع فقد المهاميز لرطوبتها ومنع فقدانها لبريقها.

وعمومًا .. فإن الأسبرجس يستفيد من زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون إلى ٥٪-١٠٪، حيث يقل التحلل وينخفض معدل تصلب المهاميز، وخاصة فى حرارة تزيد عن ٥°م. ومن أضرار التعرض لتركيزات عالية من ثانى أكسيد الكربون ظهور نقر صغيرة إلى مطاولة تحت القمة النامية مباشرة، وفى الحالات الشديدة يظهر تضليع بالمهاميز (Suslow ٢٠٠٧).

التخزين فى الجو المتحكم فى مكوناته

إن أفضل جو متحكم فى مكوناته controlled atmosphere لتخزين الأسبرجس هو الذى يحتوى على ٢٪-٣٪ أكسجين، و ٥٪-١٠٪ ثانى أكسيد كربون على حرارة ١-٢ °م. وإذا كان التخزين على الصفر المئوى فإن نسبة ثانى أكسيد الكربون المثلى تكون ١٢٪، ولكن إذا لم يكن التحكم فى حرارة التخزين مضمونًا، وكانت هناك احتمالات لارتفاع الحرارة عن ٧ °م .. فإن نسبة ثانى أكسيد الكربون يجب ألاّ تزيد عن ٧٪.

ويذكر Saltveit (١٩٩٧) أن الأسبرجس يجب أن يشحن ويخزن على درجة الصفر المئوى مع تركيز ٢٪-٣٪ أكسجين، و ٢٪-٣٪ ثانى أكسيد كربون.

من مزايا التخزين فى الهواء المتحكم فى مكوناته أن يبطئ من معدل تحلل الكلوروفيل، ويمنع الإصابة بالفطر *Phytophthora* وتكوين الألياف، كما يفيد فى الحفاظ على جودة الأسبرجس حتى ولو كان التخزين الباردة لفترة قصيرة (Salunkhe & Desai ١٩٨٤).

كذلك أدت زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون من صفر ٪ إلى ٣٠٪ (على ٣ أو ٦ °م) إلى خفض الإصابة بالعفن الطرى البكتيرى، واستمر هذا التأثير حتى بعد نقل المهاميز إلى الهواء العادى لمدة يومين على ١٥ °م. أما تركيز الأكسيجين (بين ١٪، و ٢١٪) فلم يكن مؤثرًا على الإصابة بالعفن الطرى البكتيرى.

وقد ازداد تكوين الأنثوسيانين جوهريًا فى المهاميز التى خزنت ف الهواء العادى أو فى هواء تراوحت فيه نسبة الأكسجين بين ١٪، و ١٥٪؛ مما أدى إلى ظهور لون قرمزى قاتم فى القمة؛ ولكن أمكن منع الزيادة التالية للحصاد فى محتوى المهاميز من الأنثوسيانين بتخزينها فى هواء يحتوى على ثانى أكسيد كربون بنسبة ٥٪ أو أعلى من ذلك فى الظلام، أو بنسبة ١٠٪ أو أعلى من ذلك فى الضوء (١٥ + ١,٩ واط/م^{٢}). كذلك كان لتعريض المهاميز لثانى أكسيد الكربون بنسبة ١٠٠٪ لمدة قصيرة قبل تخزينها فى الهواء على نفس درجة الحرارة .. كان له نفس فاعلية التخزين الدائم فى

الظروف التى أسلفنا بيانها، وذلك فيما يتعلق بتكوين الأنثوسيانين (Siomos وآخرون ٢٠٠١).

ويستفيد الأسبرجس من التخزين فى الجو المتحكم فى مكوناته حتى ولو كان ذلك على حرارة مرتفعة؛ فعندما خزن الأسبرجس صنف Limbras 10 فى حزم تزن كل منها ٢٠٠ جم فى الهواء (كنترول) أو فى جو معدل يحتوى على أكسجين بنسبة ٥٪ أو ١٠٪، وثانى أكسيد كربون بنسبة ٥٪، أو ١٠٪، أو ١٥٪) على ٢٠°م لمدة ٤ أيام، كانت النتائج كما يلى:

١- كانت القدرة على التخزين أطول فى الجو المتحكم فى مكوناته (٤,٥ أيام)؛ مقارنة بالتخزين فى الهواء العادى (٢,٦ يوم).

٢- كانت المهاميز المخزنة فى الجو المتحكم فى مكوناته أفضل طعمًا وكان ظهور الروائح غير المرغوب فيها أقل، مقارنة بالمهاميز التى خزنت فى الهواء العادى.

٣- كان مستوى الاستجابة متماثلاً فى مختلف نسب الأكسجين وثانى أكسيد الكربون التى درس تأثيرها (Lill & Corrigan ١٩٩٦).

٤- كذلك أفاد الجو المتحكم فى مكوناته (٢٪ أكسجين، و ١٠٪ ثانى أكسيد كربون) فى منع الفقد السريع للسكروز (منع نشاط إنزيم acid invertase)، وفى منع تراكم الأسبارجين aspargine فى قمة المهاميز مقارنة بالوضع عندما كان التخزين فى الهواء على حرارة ٢٠°م.

٥- أدى الجو المتحكم فى مكوناته على حرارة الغرفة إلى تأخير حدوث التغيرات فى مستويات الجلوتامين، وحامض الماليك، وحامض الفيوماريك فى قمة المهاميز، وإلى إبطاء استطالة المهاميز التى كانت قواعدها مستندة إلى وسائد مبللة، مقارنة بالتخزين فى الهواء العادى.

٦- يمكن القول أن محافظة الجو المتحكم فى مكوناته على مستوى السكروز المرتفع فى قمة المهاميز ساهم فى منع سلسلة التفاعلات الأيضية التى تسهم فى تدهور المهاميز المخزنة فى الهواء (Hurst وآخرون ١٩٩٧).

وقد أدت زيادة تركيز الأكسجين فى جو تخزين الأسبرجس إلى ١٠٠ كيلو باسكال إلى خفض إصابته بالأعفان. إلاّ أن تلك المعاملة صاحبتها زيادة فى إنتاج مواد متطايرة تعد من نواتج التخمر، مثل الإيثانول، والأسيتالدهيد، وخلات الإثيل؛ مما أثر سلبًا على خصائص الأسبرجس الأكلية؛ بما يعنى عدم إمكانية الاعتماد على تلك الطريقة فى خفض الإصابة بالأعفان (Wszelaki & Mitcham ٢٠٠٠).

ومن أهم العيوب التى صاحبت تخزين الأسبرجس فى الجو المتحكم فى مكوناته، ما يلى:

١- ظهرت أضرار التنقير pitting injury على مهاميز الأسبرجس لدى تخزينها لمدة أسبوع على ٦°م، وفى ٥٪ ثانى أكسيد كربون، وازدادت النقر اتساعًا وعمقًا وازداد انتشارها نحو قاعدة المهماز بزيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون إلى ١٠٪.

٢- ظهرت أضرار السطح المتموج corrugated surface عندما كان التخزين فى ٣٠٪ ثانى أكسيد كربون، وكان ظهورها عند قاعدة المهاميز فى حرارة ٣°م. وعند قمتها فى حرارة ٦°م. وازدادت شدة الإصابة فى أى مستوى من ثانى أكسيد الكربون بارتفاع درجة الحرارة (Lougheed ١٩٨٧).

الظواهر والتغيرات الفسيولوجية والفيزيائية المصاحبة للتخزين

التنفس وإنتاج الإثيلين

ينفرد الأسبرجس بأعلى معدل تنفس عقب الحصاد مباشرة من بين أكثر من ٨٠ نوعًا من الخضر والفاكهة، لكن إنتاجه من الإثيلين يعد شديد الانخفاض (عن Papadopoulou ٢٠٠١).

ويتباين معدل تنفس مهاميز الأسبرجس حسب درجة الحرارة، كما يلى:

الحرارة (°م)	معدل التنفس (ملليلتر ثانى أكسيد كربون/كجم/ساعة)
صفر	١٤-٤٠