التنفس وإنتاج الإثيلين

يتباين معدل تنفس الخس حسب درجة الحرارة، كما يلى:

الحرارة (°م)	معدل التنفس (ملليلتر ثانى أكسيد كربون/كجم فى الساعة)
صفر	٣-٨
٥	٦-١٠
١٠	١١-٢٠
١٥	١٦-٢٣
٢٠	٢٥-٣٠

ويُنتج الخس الإثيلين بمعدل شديد الانخفاض، حيث يقل عن ٠,١ ميكروليتر/كجم فى الساعة، إلا إنه يعد شديد الحساسية للإثيلين إذا تعرض له من مصدر خارجى؛ الأمر الذى سنتناوله بالتفصيل فى موضع لاحق من هذا الفصل.

التداول

التجهيز والتعبئة

تجب المحافظة على المنتج نظيفًا وخاليًا من التربة. ويتم تداول الخس بعناية شديدة نظرًا لسهولة تقصف أوراقه وخدشها.

تستبعد الرؤوس غير الصلبة، والمصابة بالأمراض، وتقلم الرؤوس الأخرى بحيث لا يتبقى بكل منها سوى ورقتين فقط من الأوراق المغلفة. يعبأ الخس غالبًا فى كراتين، تتسع كل منها لأربعة وعشرين رأسًا. ترتب الرؤوس فى طبقتين، بحيث تتجه سيقانها نحو الخارج. تجرى التعبئة عادة فى الحقل، ولا يضاف الثلج المجروش إلى العبوات.

ويجب أن تكون الأغشية المبطنة للكراتين التى يعبأ فيها الخس مثقبة أو منفذة للغازات حتى لا يصبح الجو الداخلى فيها ضارًا بالرؤوس من جرّاء تراكم ثانى أكسيد الكربون واستهلاك الأكسجين بالتنفس.

الغسيل

يتبين مما تقدم أن الخس المكون للرؤوس – مثل الآيس برج وذات الأوراق ذات المظهر الدهنى – لا يغسل قبل تبريده أوليًا وتخزينه، ولكنه قد يبرد أوليًا – أحيانًا – بالغمر فى الماء المثلج، كما قد يبلل أحيانًا بالماء قبل تبريده أوليًا بالتفريغ.

ولقد وجد أن غسيل خس الرومين جيدًا بماء نظيف مع استعمال نسبة منخفضة من الخس إلى الماء (١ : ١٥٠ مقارنة بنسبة ١ : ٢٠) أعطى أفضل النتائج فيما يتعلق بتكوين الروائح غير المرغوب فيها. أما الخس الذى لم يُعط معاملة الغسيل، وذلك الذى استعمل فى غسيله ماء سبق استعماله فى الغسيل، فقد احتوى فى نهاية فترة التخزين (٥°م لمدة ١٤ يومًا) على أعداد من بكتيريا حمض اللاكتيك تزيد بمقدار ٠,٨ إلى ١,٦ لو cfu/جم عما كان عليه الحال فى الخس الذى غسل بماء نظيف (Luo ٢٠٠٧).

وجدير بالذكر أن التلوث بالبكتيريا *E. coli* O157:H7 يمكن أن يحدث أيًا كانت طريقة الرى، ولا يؤدى غمر الخس لمدة دقيقة فى ماء يحتوى على ٢٠٠ جزء فى المليون من الكلورين إلى التخلص التام من تلك البكتيريا (Solomon وآخروم ٢٠٠٢).

ولقد وجد أن معاملة الخس بالماء المكلور (الذى يحتوى على ١٠٠، أو ١٥٠، أو ٢٠٠ جزءًا فى المليون من الكلورين النشط) لمدة ٢٠ دقيقة – كطريقة للتبريد المبدئى – أدت إلى خفض أعداد الميكروبات التى تلوث الخس سطحيًا بنسبة ٩٠٪–٩٩٪. وعندما كانت المعاملة بالماء المذاب فيه الأوزون Ozonated Water (بتركيز ١–١,٥ مجم أوزون/لتر) على ٤°م لمدة ٣٠ دقيقة انخفض التلوث الميكروبى بنسبة ٩٩٪، بينما أدت معاملة الأوزون لمدة ٦٠ دقيقة إلى خفض أعداد البكتيريا من الـ coliforms بنسبة ٩٩,٩٪. وقد ازدادت قدرة الأوزون على الذوبان مع الانخفاض فى حرارة الماء؛ لذا .. تعد هذه المعاملة مناسبة تمامًا لإجراء عملية التبريد الأولى بالماء البارد، أما المعاملة بالموجات فوق الصوتية أثناء الغسيل بالماء. فلم يزدد معها الخفض فى أعداد الميكروبات عن ٩٠٪ (Kim وآخرون ١٩٩٩).

التبريد الأولى

يجب تبريد الخس أوليًا إلى ١°م بعد تعبئته مباشرة، ويتم ذلك - عادة - بطريقة التعريض للتفريغ vacuum cooling داخل أنبوبة ضخمة من الصلب، تتسع لنحو ٣٢٠ كرتونة، تتعرض فيه الرؤوس لتفريغ سريع يؤدى إلى خفض درجة حرارتها إلى أقل من ١°م فى أقل من نصف ساعة. وهى أسرع وأكثر كفاءة من التبريد بالغمر فى الماء المثلج. ويفيد رش رؤوس الخس بالماء فى سرعة تبريدها بالتفريغ، وخاصة إذا كانت جافة وحرارتها تزيد عن ٢٤°م. ويتعين أن تكون الكراتين والأغشية المبطنة لها مثقبة بالقدر الذى يسمح بالنفاذ السريع لبخار الماء عند التعريض للتفريغ. وعلى الرغم من أن التبريد بالتفريغ يعنى فقد بعض الرطوبة من الخس فإنه لا يؤدى إلى ذبول الأوراق. ويلى التبريد المبدئى مباشرة نقل الكراتين إلى المخازن أو الشاحنات المبردة.

وقد وجد أن تبريد الخس أوليًا - بالتفريغ - إلى ٢°م أدى إلى احتفاظه بجودته بصورة أفضل عندما خزن بعد ذلك على الصفر المئوى ورطوبة نسبية ٨٥٪-٩٠٪ لمدة أسبوعين، وكان التبريد أوليًا إلى ٢°م أفضل من التبريد إلى ٤°م. كذلك قل الفقد فى الوزن عد تعبئة الخس - بعد تبريده أوليًا - فى أغشية من البوليثيلين المثقب مقارنة بالفقد عندما ترك الخس دونما تغليف (Turk & Celik ١٩٩٤).

وقد أدى خفض الضغط تدريجيًا بصورة معتدلة - عند تبريد الخس أوليًا تحت تفريغ - إلى تحقيق أكبر قيم لكل من صلابة الأنسجة ومحتوى حامض الأسكوربيك والكاتاليز، وذلك مقارنة بتلك القيم فى حالة الخفض السريع للضغط. كذلك حافظت معاملة الخفض التدريجى للضغط على سلامة الأغشية الخلوية، مما أدى إلى إعطاء أفضل نوعية وزيادة فترة الصلاحية للتخزين (He وآخرون ٢٠٠٤).

وإن لم تتوفر إمكانيات تبريد الخس أوليًا تحت تفريغ، فإنه يمكن تبريده بطريقة الدفع الجبرى للهواء، مع بل المنتج جيدًا بالماء النظيف قبل تعريضه للمعاملة.

تغليف الرؤوس

ينبغى توفر عدة شروط فى الأغشية التى تستعمل فى تغليف رؤوس الخس. وهى التى تعرف باسم film wraps. فالغشاء يجب أن يكون شبه منفذ للسماح بتبادل الغازات (الأكسجين وثانى أكسيد الكربون)، وبمرور بخار الماء إلى الخارج لأجل منع نمو الكائنات المسببة للأعفان. هذا إلاّ أن النفاذية الزائدة يمكن أن تسمح بمرور الرطوبة بمعدلات عالية؛ مما يؤدى إلى ذبول المنتج. ويجب أن يكون الغشاء ناعمًا ليعطى إحساسًا مريحًا للمستهلك، وذلك على خلاف الأنواع الأولى من الأغشية، وهى التى كانت قاسية وسهلة التشقق.

ويفضل إجراء التغليف قبل الشحن، وليس فى مكان الوصول، حيث يحقق ذلك المزايا التالية:

١- تتم إزالة ٢٠٪-٣٥٪ من وزن الرأس قبل تغليفها، وفى ذلك خفض لتكاليف الشحن.

٢- لا تكون الرؤوس شديدة التزاحم فى العبوات؛ وبذا تقل فرصة خدشها وتجريحها.

٣- يوفر الغشاء مزيدًا من الحماية للرؤوس.

٤- لا تكون هناك حاجة للتخلص من الأوراق المجروحة والمكسورة، ولا لإجراء التغليف فى مكان الوصول (Ryder ١٩٩٩).

وعندما كان تخزين الخس على ٠°م لمدة أسبوعين ثم على ١٢°م لمدة يومين ونصف اليوم .. حُصل على أفضل النتائج (من حيث الجودة، وعدم الذبول، وقلة الأعفان، وقلة الإصابة بالتبقع الصدئ والعرق الوسطى الوردى) عندما برد الخس مبدئيًا بالتفريغ، ثم عُبِّأ إما فى أكياس من الب ،بيلين بسمك ٤٠ ميكرونًا تكفل تهيئة جو معدل مناسب، وإما فى أغشية من البروبلين بسمك ٣٠ ميكرونًا مع بداية التخزين فى هواء يحتوى على ما لا يقل عن ٥٪ أكسجين، وخال من ثانى أكسيد الكربون (Artés & Martinez ١٩٩٦. و Martinez & Artés ١٩٩٩).