جوهريًا على كل من الصفر، و ٢٠°م بتعبئته فى أكياس من البوليثيلين لخفض الفقد الرطوبى، مع تزويد العبوات ببرمنجنات البوتاسيوم لأجل خفض مستوى الإثيلين (Kim & Wills ١٩٩٥).

العرق الوردى

يعتبر العرق الوردى Pink Rib حالة فسيولوجية تظهر على صورة تلون وردى فى قاعدة العرق الوسطى للورقة. وتكون الإصابة فى الأوراق الخارجية فقط فى الحالات البسيطة، وتزداد – فى الحالات الشديدة – لتشمل كل أوراق النبات فيما عدا الأوراق الداخلية الصغيرة. وقد يمتد التلون الوردى من العرق الوسطى إلى العروق الفرعية الرئيسية (شكل ٤-٣، يوجد فى آخر الكتاب).

قد يظهر المرض فى الحقل قبل الحصاد، ولكن الأغلب هو ظهوره بعد الحصاد، خاصة فى الرؤوس الزائدة النضج. وتزداد شدة الإصابة عند ارتفاع درجة حرارة التخزين عن الصفر المئوى، أو نقص نسبة الأكسجين فى المخازن. وقد أمكن عزل البكتيريا *Pseudomonas marginalis* من البقع المصابة، وأدت عدوى النباتات السليمة بها إلى ظهور بقع وردية اللون بعد ٧ أيام فى الحرارة المنخفضة، وبقع بنية اللون فى الحرارة المتوسطة، والمرتفعة.

تداول الخس المجهز للاستهلاك

إن أهم مشاكل الخس المجهز للاستهلاك بالتقطيع، هى: سرعة تعرض الأوراق للذبول، وتغير لون الأسطح المقطوعة، وسرعة فقد المنتَج لفيتامين C، والتلوث بالميكروبات الضارة بصحة الإنسان.

التلوث الميكروبى

كانت أكثر الأنواع البكتيرية المرضة تواجدًا فى الخس المقطع للاستهلاك والمعبأ فى أكياس بلاستيكية مغلفة والمخزن على ٢ أو ١٠°م، ما يلى (Freire & Robbs ٢٠٠٠):

Pseudomonas aeruginosa	*P. fluorescens*
Klebsiella oxytoca	*Enterobacter cloacae*

Bacillus cepacia *Escherichia coli*

Serratia marcescens

تعيش تلك الأنواع البكتيرية على الإفرازات النباتية وتتكاثر أثناء تخزين المنتَج، ويزداد معدل تكاثرها فى الحرارة العالية وفى الجو المعتدل، ولكنها تستمر فى التكاثر – كذلك – فى الحرارة المنخفضة.

عمليات التداول والتخزين

يتم تداول الخس – الذى يسوق مقطّعًا وجاهزًا للاستهلاك – بطريقة مختلفة عن الخس العادى؛ فبعد حصاده يدويًّا تزال الساق حتى مركز الرأس، ثم يوضع فى حاويات كبيرة تنقله إلى محطة التصنيع الجزئى، وفيها يقطع الخس ويغسل فى ماء بارد، ثم يُعَّرض للطرد المركزى للتخلص من الماء الزائد، وغالبًا ما يخلط معًا عدة طرز من الخس والخضر الورقية الأخرى، والجزر المجزأ إلى قطع طولية صغيرة، والكرنب الأحمر. وقد يعامل هذا المزيج بالكلورين، أو بمركبات مضادة للأكسدة، أو بمركبات حافظة، وذلك إما أثناء الغسيل، وإما قبل التعبئة. ويلى ذلك تعبئة المزيج فى أكياس بلاستيكية شفافة خاصة تحافظ على جو معدل بداخل العبوه يحتوى على تركيز منخفض من الأكسجين (٢–٥٪) وتركيز عال من ثانى أكسيد الكربون (١٠٪). وعلى خلاف الرؤوس الكاملة للخس، فإن الخس المجهز بالتقطيع لا يُضار من تركيزات ثانى أكسيد الكربون العالية، والتى تصل إلى ١٠٪. تجرى جميع عمليات التداول فى أقل درجة حرارة ممكنة يمكن للعاملين تحملها، ويتم الشحن والتخزين والتسويق على صفر–١°م.

وقد ازداد التلون البنى بشدة فى الخس المجهز للاستهلاك – بالتقطيع – والمخزن فى الهواء العادى، بينما أدى رفع تركيز ثانى أكسيد الكربون إلى تقليل هذا العيب، وإلى التخلص منه نهائيًّا عند تركيز ٥ أو ١٠٪ من الغاز (Mateos وآخرون ١٩٩٣).

وقد أدت تعبئة الخس الرومين المعد للاستهلاك – بالتقطيع – فى أكياس مصنوعة من أغشية خاصة من البولى بروبلين مع البوليثيلين وذات نفاذية خاصة للأكسجين .. أدت تعبئته فيها إلى إحداث توازن فى مستوى الأكسجين داخل الأكياس عند مستوى

٧-١١٪، ولعب هذا الجو المعدل دورًا كبيرًا فى تأخير تلون الأنسجة وإلى زيادة فترة الصلاحية للتخزين بنحو ٥٠٪، وذلك مقارنة بالوضع عند التخزين فى الهواء العادى (Segall & Scanlon ١٩٩٦).

التغيرات الفسيولوجية

يزداد نشاط الإنزيم PAL (phenylalanine-ammonia-lyase) وتركيز المركبات الفينولية (مثل الـ chlorogenic acid، والـ dicaffeoyl tartaric acid، والـ isochlorogenic acid) فى العرق الوسطى للخس الآيس برج بعد تجريحه.

وقد دُرس تأثير المعاملة بالصدمة الحرارية على التلون البنى وأيض الفينولات فى العرق الوسطى للخس المقطع إلى أجزاء صغيرة، ووجد أنه برفع حرارة الصدمة الحرارية من ٢٠ إلى ٧٠°م انخفضت الزيادات التالية فى كل من نشاط الـ PAL وتراكم الفينولات، وكانت أكثر المعاملات فاعلية هى التعريض لحرارة ٤٥°م لمدة ١٢٠ ثانية، أو ٥٠°م لمدة ٦٠ ثانية، أو ٥٥°م لمدة ٣٠ ثانية، حيث أحدثت جميعها خفضًا جوهريًا فى كل من الزيادة فى نشاط الـ PAL والتلون البنى الذى شوهد فى أعناق أوراق معاملة الكنترول بعد تجريحها. هذا بينما أدى التعريض لحرارة ٤٥°م لمدة ٤٨٠ ثانية، أو ٥٠°م لمدة ٦٠ ثانية، أو ٥٥°م لمدة ٤٥ ثانية إلى منع زيادة نشاط الـ PAL عن مستواه الابتدائى. وقد بقيت المركبات الفينولية لمدة ثلاثة أيام عند مستواها الابتدائى فى أعناق الأوراق المقطعة التى عوملت بحرارة ٥٠°م لمدة ٩٠ ثانية أو ٥٥°م لمدة ٦٠ ثانية. هذا إلاّ أن حرارة ٥٥°م أضرت بالأنسجة. وقد خففت هذه المعاملات بشدة من تمثيل الأحماض الفينولية ونشاط إنزيم البولى فينول أوكسيديز، وبدرجة أقل إنزيم البيروكسيديز (Loaiza-Velarde وآخرون ١٩٩٧).

وتؤدى الأضرار الميكانيكية التى تحدث بالخس الآيس برج أثناء حصاده وتداوله وأثناء تجهيز الخس المقطع الطازج fresh-cut إلى زيادة إنتاج الإنزيم PAL، وتركيز عديد من المركبات الفينولية الذائبة، وهى التى يمكن أن تتأكسد إلى مركبات بنية اللون بفعل الإنزيم polyphenol oxidase (أو catechol oxidase)، كذلك يزيد التجريح من نشاط الإنزيم peroxidase وتكوين اللجنين (عن Tomás-Barberán وآخرون ١٩٩٧ب).

ووجد بعد ثلاثة أيام من تخزين الخس من طرز: الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة، والرؤوس ذات الملمس الدهنى، والرومين على ٥ أو ١٠°م حدوث زيادة كبيرة فى محتوى الأنسجة المجروحة من العرق الوسطى من كل من: الـ chlorogenic acid، والـ isochlorogenic acid، والـ caffeoyltartaric acid، والـ dicaffeoyltartaric acid، ولكن حامض الكلوروجنك كان هو الوحيد الذى تراكم فى الطرز الثلاثة (Tomás-Barberán وآخرون ١٩٩٧ب).

وازداد الفقد فى حامض الأسكوربيك - جوهريًا - عند تقطيع الخس - لأجل الإعداد للاستهلاك - يدويًا، مقارنة بالتقطيع بالسكين يدويًا، بينما ازداد الفقد فى الطريقة الأخيرة جوهريًا عمَّا كان عليه الحال عند إجراء التقطيع آليًا. وأدى التخزين على ٣°م إلى انخفاض الفقد فى حامض الأسكوربيك مقارنة بالفقد عندما كان التخزين على ٨°م (Barry-Ryan & O'Beirne ١٩٩٩).

التصدير

يكون الخس المصرى من طراز الايس برج مطلوبًا فى الأسواق الأوربية خلال الفترة من ديسمبر إلى مايو

تُحدد السوق الأوروبية ما تتطلبه من شروط فى الخس المصدوق فيها - بعد إعداده وتعبئته - فيما يلى:

١ - أن تكون الرؤوس كاملة، وغير مصابة بأية أعفان، وطازجة، والأوراق غير مرتخية

٢ - أن تكون الرؤوس نظيفة، وخالية تمامًا من الأوراق الملوثة بالتربة أو بيئة الزراعة، أو أى مادة غريبة أخرى.

٣ - أن تكون الرؤوس خالية من جميع الأضرار التى تسببها الآفات.

٤ - ألا تكون الرؤوس قد بدأت فى الاتجاه نحو التزهير.

٥ - أن تكون الرؤوس خالية من الرطوبة الحرة غير العادية ومن جميع الروائح الغريبة والطعم غير الطبيعى.

٦ - ويجب أن يكون قطع الساق قريبًا من قاعدة الأوراق الخارجية.