الفصل الرابع

حصاد وتداول، وتخزين، وتصدير الخس

اكتمال التكوين للحصاد

يكون خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة جاهزًا للحصاد بعد فترة – من الزراعة بالبذرة مباشرة – تتراوح بين ٥٥، و ٦٠ يومًا فى الجو الدافئ نسبيًا إلى ١١٠–١٢٠ يومًا فى الجو البارد، وتقل الفترة التى يلزم مرورها حتى الحصاد بنحو ٣–٤ أسابيع فى حالة الزراعة بالشتل.

أما خس الرؤوس ذات الملمس الدهنى – كذلك الخس الورقى – فإنهما يكونان أبكر فى الحصاد عن خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة بنحو أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع.

ويقع خس الرومين بين خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة وخس الرؤوس ذات الملمس الدهنى من حيث عدد الأيام التى يلزم مرورها حتى يصبح النبات جاهزًا للحصاد.

ومن أهم علامات النضج فى مجاميع الخس المختلفة، ما يلى:

١ – خس الرؤوس ذات الأوراق النضرة السهلة التقصف Crisphead: صلابة الرؤوس واندماجها.

وتقسم شدة الصلابة فى خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة إلى الدرجات التالية (عن Kader وآخرين ١٩٨٥):

درجة الصلابة	خصائص الرؤوس بعد الحصاد
أ – طرية .. لم تتكون الرأس	أكثر قابلية للإصابة بالأضرار الفيزيائية، ويرتفع فيها معدل التنفس عما فى الرؤوس الأكثر اكتمالاً، وغير صالحة للتسويق.

درجة الصلابة	خصائص الرؤوس بعد الحصاد
ب – قليلة الصلابة .. الرأس متكونة قليلاً	يرتفع فيها معدل التنفس.
جـ – صلبة .. الرأس متكونة جيدًا والكثافة مثالية	ذات قدرة تخزينية عالية.
د – صلبة جدًا .. عالية الكثافة ولكن عروقها غير متشققة	أكثر قابلية للإصابة بالتبقع الصدئ والعرق الوردى، وغيرها من العيوب الفسيولوجية، وتقل قدرتها التخزينية.
هـ – شديدة الصلابة .. يوجد بها عروق متشققة	تقل فيها القدرة التخزينية بسبب وجودها فى مرحلة متقدمة من النمو، ويصعب تبريدها أوليًا بطريقة التفريغ.

٢ – خس اللاتوجا: التفاف الأوراق حول بعضها البعض بصورة جيدة

٣ – خس الرومين: امتلاء الرأس وكبر حجمها.

٤ – الخس الورقى: وصول النبات إلى أكبر حجم له، أو قبل ذلك فى حال ارتفاع الأسعار.

وتجب – دائمًا – مراعاة عدم تأخير الحصاد عن الموعد المناسب؛ لأن ذلك يؤدى إلى تصلب الأوراق، واكتسابها طعمًا مرًا بمجرد اتجاها نحو الإزهار.

الحصاد

يجرى الحصاد إما يدويًا أو آليًا.

يجرى الحصاد اليدوى بقطع ساق النبات بسكين حاد أسفل سطح التربة بقليل، ويحدد مكان القطع بحيث تترك الأوراق المسنة الصفراء والأوراق القديمة الخضراء على سطح التربة، ويلى ذلك تشذيب الرأس والتخلص من أى أوراق أخرى خارجية غير جيدة المظهر. وفى الولايات المتحدة يُحتفظ بنحو ٥–٧ أوراق خارجية فى الرؤوس التى تعبأ فى الكراتين دونما تغليف، بينما يكتفى بترك ورقة خارجية واحدة أو اثنتان عندما يعبأ الخس مغلفًا.

ويجرى الحصاد الآلى بواسطة آلات كبيرة تقوم بإجراء عمليتى الحصاد والتعبئة فى

صناديق بلاستيكية أثناء سير الآلة فى الحقل (شكل ٤-١، يوجد فى آخر الكتاب)، وتعتمد بعض آلات حصاد الخس على أشعة إكس لتحديد مدى صلابة الرؤوس كدليل على اكتمال النمو، وهى طريقة أكثر دقة من طريقة الجَس اليدوى.

حصاد المِسكَلَن

إن المِسكَلَن Mesclun كلمة فرنسية تعنى سلطة، وهو عبارة عن خليط من الأوراق غير المكتملة التكوين لعديد من الأنواع النباتية. ويجد المِسكَلَن رواجًا فى كل من فرنسا وإيطاليا. وقد يدخل ضمن مكونات المِسكَلَن ما يلى: الخس الرومين الأخضر والأحمر، والخس الورقى المشرشر، والخس الورقى الأخضر والأحمر من طراز ورقة البلّوط، والهندباء، والشكوريا، والسبانخ، وأوراق البنجر، والسلق السويسرى الأحمر. وتكون زراعة المحاصيل المختلفة - عادة - فى سطور مستقلة على قمة مصاطب، بينما تزرع أصناف الخس مخلوطة معًا.

ونظرًا لأن المِسكَلَن يتكون من أوراق صغيرة جدًا لا يتعدى طولها ١٠-١٢ سم؛ لذا .. فإنها يجب تحصد يدويًا بعناية باستعمال سكين أو محش. وعادة .. يحصد كل صنف أو طراز من الخس أو محصول ورقى منفردًا ويعبأ منفردًا. ولكن قد يحدث فى حالات أخرى أن تزرع تلك الأصناف والطرز والمحاصيل مختلطة، وقد تزرع أصناف الخس فقط مختلطة بينما تزرع المحاصيل الأخرى منفردة. يجرى الحصاد أعلى منطقة التاج لكى تتمكن النباتات من معاودة نموها وإنتاج محصول جديد من الأوراق؛ بما يسمح بإعادة حشها مرتين أو ثلاث مرات (عن Ryder ١٩٩٩).

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 صناديق من الكرتون، يتسع 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.

يتبين مما تقدم أن الخس لا يغسل قبل تبريده أوليًّا وتخزينه، ولكنه قد يبرد أوليًّا – أحيانًا – بالغمر فى الماء المثلج، كما قد يبلل أحيانا بالماء قبل تبريده مبدئيًّا بالتفريغ.

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

ولمزيد من التفاصيل عن عبوات الخس ومواصفاتها، ورتب الخس ومواصفاتها فى الولايات المتحدة .. يراجع Seelig (١٩٧٠). أما مواصفات الرتب الدولية للخس .. فيمكن الرجوع إليها فى (OECD ١٩٧١).

التبريد المبدئى

يجب تبريد الخس مبدئيًّا إلى ١°م بعد تعبئته مباشرة، ويتم ذلك عادة بطريقة التعريض للتفريغ vacuum cooling داخل أنبوبة ضخمة من الصلب، تتسع لنحو ٣٢٠ صندوقًا، 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 مبدئيًّا – 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 المبدئى إلى ٢°م أفضل من التبريد إلى ٤°م. كذلك قل الفقد فى الوزن عند تعبئة الخس – بعد تبريده مبدئيًّا – فى أغشية من البوليثيلين المثقب مقارنة بالفقد عندما ترك الخس دونما تغليف (Turk & Celik ١٩٩٤).

كما 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).

معاملات منظمات النمو لتأخير الشيخوخة

أظهرت الدراسات أن رش الخس بالبنزيل أدنين بتركيز ٥-١٠ أجزاء فى المليون قبل الحصاد يؤخر من شيخوخته - بعد الحصاد - لمدة ٧ أيام إضافية بعد التعبئة، إلاّ أن تأخير المعاملة لأكثر من ٣-٤ أيام قبل الحصاد جعلها عديمة الفاعلية. هذا ولا تتأثر بالمعاملة سوى الأوراق التى يصلها محلول الرش حيث تبقى خضراء اللون بينما يظهر الاصفرار على الأوراق الخارجية المماثلة فى نباتات الكنترول. وتزداد فاعلية السيتوكينين عند تخزين الخس فى حرارة عالية لفترة طويلة.

كذلك فإن للمعاملة بالبنزيل أدنين بعد الحصاد تأثير مماثل فى تأخير الشيخوخة، وتجرى المعاملة بتركيز ٢,٥-١٠,٠ أجزاء فى المليون بعد الحصاد بيوم واحد. ليس هذا فقط، بل إن منظم النمو يمكن استعماله بعد التخزين وقبل عرض الخس بالأسواق حيث يحفظ الرؤوس من سرعة التدهور والاصفرار (عن Weaver ١٩٧٢).

معاملات منع التلوث البنى للسطح المقطوع من ساق الخس

يكتسب سطح الجزء المقطوع من ساق الخس لونًا بنيًّا بعد الحصاد بسبب التغيرات التى تحدثها الجروح فى أيض الفينولات. ونجد أن أنسجة الساق القريبة من مكان القطع يزداد فيها نشاط إنزيم PAL ويتراكم فيها مشتقات حامض الكافيك خلال أسبوع

واحد من تخزين الخس على ٢,٥°م، ثم تتأكسد هذه الداى فينولات بفعل الإنزيم catechol oxidase لتكون صبغات بنية اللون.

ومن أهم مشتقات حامض الكافيك التى تتكون إنزيميًا، ما يلى:

3–Caffeoylquinic (neochlorogenic acid)
Caffeoyltartaric acid
4–Caffeoylquinic acid (kryptochlorogenic acid)
5–Caffeoylquinic acid (chlorogenic acid)
p–Coumaroylquinic acid
Feruloylquinic acid
Dicaffeoyltartaric acid
3,4–Dicaffeoylquinic acid
3,5–Dicaffeoylquinic acid (isochlorogenic acid)
4,5- Dicaffeoylquinic acid

ويُستفاد من دراسات Castaner وآخرين (١٩٩٦، و ١٩٩٧) أن معاملة الخس بالخل، أو بـ ٥٠ مل من حامض الأسيتيك/لتر، أو بحامض البروبيونيك يوقف التلون البنى فى السطح المقطوع لساق الخس أثناء التخزين والتداول التجارى

كذلك أمكن الحد من التلون البنى بغسيل أقراص من الساق بأى من المحاليل ٠,٣ مولار كلوريد الكالسيوم، أو ١,٠ مللى مولار ٤،٢– د، أو ٠,٥ مولار حامض الخليك. وأدى كلوريد الكالسيوم إلى خفض نشاط إنزيم الـ PAL إلى ٦٠٪ من الكنترول، ولكنه لم يؤثر كثيرا على تراكم المركبات الفينولية وربما أحدث الكالسيوم تأثيره من خلال خفضه لنشاط إنزيم الكايتكول أكسيديز هذا بينما أدى حامض الخليك إلى وقف نشاط إنزيم PAL كلية، وكذلك وقف إنتاج الفينولات التى تحدثها الجروح، وكان تأثير الحامض على إنزيم الـ PAL دائمًا، الأمر الذى قد يفسر دوره فى تثبيط التلون البنى (Tomás-Barberán وآخرون ١٩٩٧أ).

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 المنتَج. 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 ٢°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 البروبيلين 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).

الظروف المثلى للتخزين

التخزين المبرد العادى

يخزن الخس فى درجة حرارة الصفر المئوى، مع رطوبة نسبية تبلغ ٩٨-١٠٠٪

ويمكن أن تحتفظ الرؤوس بجودتها تحت هذه الظروف لمدة ٢-٣ أسابيع، بشرط أن تكون بحالة جيدة عند بدء تخزينها. يؤدى ارتفاع درجة حرارة التخزين، أو نقص الرطوبة النسبية عن الحدود المبينة إلى سرعة تدهور الرؤوس، حيث تذبل الأوراق، وتفقد لونها الأخضر الزاهى، وتظهر بها بقع بنية اللون، خاصة على العرق الوسطى.

وتجدر الإشارة إلى أن مدة احتفاظ الخس بجودته أثناء التخزين تتضاعف بخفض درجة الحرارة من ٣°م إلى الصفر المئوى؛ ويرجع ذلك إلى أن سرعة التنفس تزيد بشدة فى الخس مع ارتفاع درجة الحرارة عن الصفر المئوى. وتختلف الأصناف فى هذا الشأن؛ فنجد أن معدل التنفس فى الخس الورقى يبلغ ضعف معدل التنفس فى خس الرؤوس ويجب عدم تعريض الخس لدرجة التجمد فى أى وقت أثناء التخزين، علمًا بأن الخس يمكن أن يتجمد على -٠,٥°م (Lutz & Hardenburg ١٩٨٦).

تبدأ الإصابة بالعفن الطرى البكتيرى فى الأجزاء المجروحة من الأوراق، ولكن معدل الإصابة ينخفض كثيرًا فى درجة الصفر المئوى.

هذا ويجب عدم تحزين الخس مع الثمار المنتجة للإثيلين، مثل التفاح، والكمثرى، والكنتالوب، لأن الإثيلين يؤدى إلى زيادة إصابة الخس بالتبقع الصدئ.

التخزين المبرد فى الجو المتحكم فى مكوناته

يفيد تخزين الخس فى هواء متحكم فى مكوناته يحتوى على ٣٪ أكسجين، و ١,٥٪ ثانى أكسيد الكربون فى المحافظة على جودته، ومنع إصابته بالتبقع الصدئ والعرق الوردى. ويؤدى انخفاض تركيز الأكسجين عن ١٪ أو زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون عن ٢,٥٪ إلى الإضرار بالخس. تؤدى التركيزات العالية من ثانى أكسيد الكربون إلى تكون الصبغة البنية بعد نقل الخس - عند تسويقه - إلى ١٠°م فى الهواء. وتزداد شدة تكون الصبغة البنية عند انخفاض نسبة الأكسجين إلى ٢-٣٪. وتؤدى زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون إلى ٢٪ إلى تقليل الفاقد بالأعفان عند شحن الخس أو تخزينه لأكثر من شهر. ونظرًا لأن هذه الميزة تفوق احتمالات حدوث الأضرار؛ لذا يوصى - عند الرغبة فى تخزين الخس لفترات طويلة - زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون إلى ٢٪.

ويوصى Saltveit (١٩٩٧) بتخزين وشحن الخس على حرارة صفر–٥°م فى هواء يحتوى على ١–٣٪ أكسجين، وصفر٪ ثانى أكسيد كربون. أما الخس المقطع فيفضل لتخزينه فى هواء يحتوى على ١–٥٪ أكسجين، و ٥–٢٠٪ ثانى أكسيد كربون. وبينما تطبق تلك التوصيات تجاريًا بدرجة متوسطة فقط (فى الولايات المتحدة) على خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة والخس الورقى، فإنها تطبق على نطاق واسع بالنسبة للخس المجهز للاستهلاك بالتقطيع.

وقد وجد أن وقت حصاد الخس من اليوم يؤثر فى حساسية الخس للتركيزات العالية من ثانى أكسيد الكربون بعد الحصاد، وتبين أن ذلك الأمر يرتبط بمحتوى الأوراق من المواد الكربوهيدراتية الذى يتباين على مدار الساعة. ففى دراسة أجريت على صنف الخس Salinas (وهو من طراز خس الرؤوس ذى الأوراق المتقصفة) ازداد محتوى الأوراق الخارجية من النشا عندما أجرى الحصاد قبل الظهر عما كان عليه الحال عندما أجرى الحصاد بعد الظهر، ولكنه لم يتغير فى الأوراق الأخرى. كان تركيز السكروز أقل من ٥ مجم/جم وزن جاف قبل الظهيرة، ولكن الأوراق الخارجية، والورقة رقم ٢٠، ونسيج الساق كان تركيز السكروز فيها بعد الظهر ٤٣، و ٢٤، و ٦١ مجم/جم وزن جاف، على التوالى. وفى المنتج الذى تم حصاده قبل الظهر ازداد محتوى الجلوكوز بمقدار ٧٠–٢٦٠٪، والفراكتوز بمقدار ٢٠–١٢٠٪ عما فى المنتَج الذى تم حصاده بعد الظهر. وكان تركيز الجلوكوز والفراكتوز أعلى ما يمكن فى الورقة رقم ١٠ (١١٠، و ١٢٠ مجم/جم وزن جاف، على التوالى)، وانخفض بنسبة ٢٠–٥٠٪ فى الأوراق الداخلية والخارجية. وأدى تعريض الخس لتركيز ٧,٥٪ أو ١٠٪ من ثانى أكسيد الكربون لمدة ١٢ يومًا على ٢,٥°م ثم تعريضه للهواء لمدة ٣ أيام على ١٠°م إلى زيادة شدة الأضرار فى المنتج الذى تم حصاده فى الصباح عما فى المنتج الذى كان حصاده بعد الظهر، وكانت الأضرار محصورة فى الأوراق بين رقم ٧ ورقم ١٧، إلا أن أشد الأضرار كانت فى الأوراق من رقم ١٠ إلى رقم ١٥ (Forney & Austin ١٩٨٨).

وقد كان الفقد فى الوزن ومعدل التنفس أقل ما يمكن عندما كان التخزين فى هواء يحتوى على ٣٪ أكسجين، و ٣٪ ثانى أكسيد كربون، واعتبرت تلك النسب – وكذلك النسب: ٥٪ أكسجين، و ٥٪ ثانى أكسيد كربون – هى أفضل الظروف لتخزين الخس (Eris وآخرون ١٩٩٤).

وأدى التخزين فى ١,٥٪ أكسجين – مقارنة بالتخزين فى الهواء العادى – إلى خفض الإصابة بالتبقع الصدئ – الذى يحدثه الإثيلين – بشدة، وكان ذلك مصاحبًا بخفض فى نشاط إنزيمى الـ PAL والـ IAA oxidase، وفى محتوى الفينولات الذائبة. كذلك أدى المستوى المنخفض للأكسجين إلى تثبيط إنتاج الإثيلين، ومعدل التنفس، ونشاط إنزيم البولى فينول أوكسيديز (Ke & Saltveit ١٩٨٩).

إلاّ أن تخزين الخس لمدة ثلاثة أسابيع على ١°م فى هواء متحكم فى مكوناته (٣٪ ثانى أكسيد كربون + ٥٪ أكسجين، أو ١٠٪ ثانى أكسيد كربون + ١٠٪ أكسجين)، ثم لمدة ٢٤ ساعة على ٥°م فى الهواء العادى أدى إلى إحداث زيادة كبيرة فى الفينولات الكلية وفى نشاط كل من البولى فينول أكسيديز (الكايتكول أكسيديز) والبيروكسيديز، وانخفاض محتوى حامض الأسكوربيك بمقدار ٩٠٪ من محتواه الابتدائى (Leja وآخرون ١٩٩٦).

العيوب الفسيولوجية المصاحبة لظروف التخزين غير المناسبة

نتناول بالشرح تحت هذا العنوان العيوب الفسيولوجية التى تظهر برؤوس الخس أثناء التخزين – وهى التى تسببها ظروف تخزينية غير مناسبة – وكيف يمكن الحد من أضرارها.

التبقع الصدئ

يعتبر التبقع الصدئ Russet Spotting من العيوب الفسيولوجية الهامة التالية للحصاد، والتى تظهر فى خس الرؤوس من مجموعة الأوراق النضرة السهلة التقصف Crisphead، وهو أحد أعراض الشيخوخة الهامة. تظهر الإصابة فى شكل بقع صغيرة، بقطر ١–٤ مم بيضاوية، أو غير منتظمة الشكل ذات لون رمادى مائل إلى الأحمر، أو زيتونية اللون على السطح السفلى للعرق الوسطى، وخاصة على امتداد جانبى العرق الوسطى (شكل ٤–٢، يوجد فى آخر الكتاب).

وقد أظهرت الدراسات التشريحية ازدياد فى سمك الجدر الخلوية وتغير لون الخلايا فى أماكن الإصابة (عن Ke & Saltveit ١٩٨٩ب).

تزيد حدة الإصابة فى الرؤوس الزائدة النضج، والصلبة، وعند التعرض لغاز الإثيلين بتركيز ٠,١ جزء فى المليون سواء أكان مصدر الغاز من المحاصيل الأخرى المخزنة مع الخس، أم من الخس ذاته. كما يزداد ظهور الأعراض إذا بلغت درجة الحرارة نهارًا ٣٠°م أو أكثر لمدة يومين متتاليين خلال الفترة التى تسبق الحصاد بنحو ٩-١٤ يومًا. وتختلف أصناف الخس كثيرًا فى مدى قابليتها للإصابة بهذه الظاهرة.

وقد درس Ke & Saltveit (١٩٨٩أ) الإصابة بالتبقع الصدئ فى العرق الوسطى لستة أصناف من الخس خزنت على ٥°م مع التعرض للإثيلين بتركيز ١٠ ميكروليتر/لتر، ووجد أن حالة التبقع الصدئ بدأ ظهورها فى الأوراق التى كانت بعمر ٥٠ يومًا وازدادت مع زيادة عمر الأوراق حتى ١٠٠ يوم. وقد كانت أكثر الأصناف قابلية للإصابة Winter Haven، و Salinas وأكثرها مقاومة Calmar، كما وجد ارتباط بين شدة الإصابة (فى مختلف الأصناف وأعمار الأوراق) ونشاط إنزيم الـ Phenylalanine ammonia-lyase (اختصارًا PAL).

وتزداد الإصابة بالظاهرة كلما ازدادت فترة التخزين، وعند التخزين فى درجة حرارة ٥°م، ولدى حدوث أى ضرر ميكانيكى للرؤوس، أو إصابتها بالأمراض؛ حيث يزيد ذلك كثيرًا من معدل إنتاجها لغاز الإثيلين. كما تتأثر الإصابة بتركيز كل من غازى: الأكسجين، وثانى أكسيد الكربون فى هواء المخزن.

ومن الدراسات التى أجريت على علاقة الإثيلين، والأكسجين، وثانى أكسيد الكربون بالظاهرة ، ما يلى:

ظهرت حالة التبقع الصدئ russet spotting عند تواجد الإثيلين فى هواء المخزن، ولو بتركيزات منخفضة وصلت إلى ٠,١ ميكروليتر/لتر، ووصلت الحالة إلى أقصى مداها فى تركيز ١٠ ميكروليتر/لتر على ٣°م. هذا بينما أدى خفض تركيز الأكسجين فى هواء المخزن إلى ٨٪، أو زيادة تركيز الأكسجين إلى ٥٪ – أو إلى أعلى من ذلك – إلى منع ظهور هذه الحالة الفسيولوجية. وعمليًا .. لا يجب استعمال التركيزات المرتفعة من ثانى أكسيد الكربون لأنها تحفز ظهور الصبغة البنية (عن Lougheed ١٩٨٧).

وأدت معاملة الخس بالإثيلين بتركيز ١٢٦ ميكرومول/م^3 على ٦°م إلى ظهور أعراض

التبقع الصدئ على ٥-١٠٪ من نسيج العرق الوسطى بحلول اليوم الثالث من بدء المعاملة بالإثيلين، وعلى ٣٠-٣٥٪ بحلول اليوم التاسع، بينما أدت المعاملة السابقة لمعاملة الإثيلين بالمركب 1-methylcyclopropene وهو مثبط لفعل الإثيلين - لمدة ٤ ساعات على ٦°م إلى منع ظهور أعراض التبقع الصدئ (Fan & Mattheis ٢٠٠٠).

ومن الدراسات التي أجريت حول التغيرات الفسيولوجية المصاحبة للظاهرة، ما يلي:

وُجد أن الإثيلين يؤدى إلى زيادة نشاط إنزيم PAL فى الصنف الحساس ساليناس، بينما لم تكن للمعاملة بالغاز أى تأثير على الصنف كالمار المقاوم للظاهرة.

كما وجد Ke & Saltveit (١٩٨٦) أن معاملة الخس الحساس أيسبرج بالكالسيوم بتركيز ٠,٣-٠,٥ مول، أو بالأوكسين ٢،٤- د 2,4-D بتركيز ٠,١-١,٠ ملى مول تمنع ظهور الظاهرة، وتقلل جوهريًا من نشاط إنزيم PAL فى الأوراق.

وأدى تخزين خس الآيس برج فى ١,٥٪ أكسجين - مقارنة بالهواء العادى - إلى إحداث تثبيط شديد فى الإصابة بالتبقع الصدئ (الذى يسببه التعرض للإثيلين)، وكذلك إلى تثبيط نشاط PAL، والبيروكسيديز، والـ IAA oxidase، وإلى خفض محتوى الفينولات الذائبة. كذلك فإن المستوى المنخفض من الأكسجين ثبط كلا من إنتاج الإثيلين والتنفس (Ke & Saltveit ١٩٨٩ب).

كذلك أدى تعريض أوراق الخس للإثيلين على ١٥ أو ٢٠°م إلى سرعة وصول نشاط إنزيم PAL إلى أقصى معدل له ولكن على مستوى من النشاط أقل مما كان عليه الحال على ٥°م. وقد توافقت الزيادة فى نشاط PAL مع تراكم فى الفينولات الذائبة الكلية والإصابة بالتبقع الصدئ (Ritenour وآخرون ١٩٩٥).

وارتبطت المستويات النهائية لكل من نشاط الـ PAL وشدة الإصابة بالتبقع الصدئ المحدثتان بفعل الإثيلين .. ارتبطتا بشدة فى مختلف الأصناف، وظروف التخزين، ومواعيد الحصاد. وفى المقابل كان الارتباط ضعيفًا بين محتوى إندول حامض الخليك الحر فى العرق الوسطى للأوراق وشدة الإصابة النهائية بالتبقع الصدئ فى مختلف

الأصناف، وظروف الزراعة، ومواعيد الحصاد، كذلك لم يرتبط تطور تكوين البراعم الجانبية جوهريًا مع أى من أعراض التبقع الصدئ أو محتوى العرق الوسطى من إندول حامض الخليك الحر (Ritenour وآخرون ١٩٩٦).

ولقد اقترح أن الإثيلين يحفز نشاط إنزيم PAL الذى يؤدى إلى تراكم المركبات الفينولية فى الخلايا، وهى التى تؤدى إلى تلونها ثم موتها. وعلى الرغم من إمكان زيادة أيض المركبات الفينولية بالشدّ الفيزيائى، فإن الأعراض المميزة للتبقع الصدئ لا تظهر إلا بعد تعرض الأنسجة للإثيلين فى الحرارة المناسبة؛ مما يعنى أن للإثيلين تأثيرات أخرى إلى جانب تحفيز أيض الفينولات (عن Peiser ١٩٩٨).

وقد تبين أن أولى مراحل ظهور أعراض التبقع الصدئ تكون مستقلة عن الزيادة التى تحدث فى نشاط الـ PAL وفى تمثيل المركبات الفينولية على خلاف ما اقترح سابقًا. هذا إلاّ أن تراكم المركبات الفينولية يسهم فى التلون البنى الذى يظهر بعد ذلك والذى يميز أعراض التبقع الصدئ (Peiser وآخرون ١٩٩٨).

ويرتبط تحفيز الإثيلين لنشاط إنزيم البيروكسيديز peroxidase بزيادة فى كل من تكوين اللجنين وسمك الجدر الخلوية، وهى التى تعد أحد مظاهر الإصابة بالتبقع الصدئ. هذا .. وتتأكسد النواتج الأيضية الأخرى مثل الفلافونات وحامض الكلورجنك – بمساعدة إنزيم البولى فينول أوكسيديز polyphenoloxidase – لتكون الصبغات البنية (عن Fan & Mattheis ٢٠٠٠).

ولقد أظهرت دراسة على صنفين حسّاسين (هما: Salinas، و Red Coach) وآخرين مقاومين (هما: El Toro، و Calmar) للتبقع الصدئ عدم وجود ارتباط قوى بين محتوى العرق الوسطى للأوراق من إندول حامض الخليك الحر وشدة الإصابة النهائية بالتبقع الصدئ بعد ثمانية أيام من التخزين على ٥°م (Ritenour وآخرون ١٩٩٦).

وتقل الإصابة بالتبقع الصدئ فى الظروف التالية:

١ – عند تجنب تراكم الإثيلين فى هواء المخزن.

٢ – عند التخزين على الصفر المئوى.

٣ - عند انخفاض نسبة الأكسجين فى هواء المخزن إلى ١-٨٪.

٤ - عند زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون فى هواء المخزن، إلاَ أن ذلك يتسبب فى الإصابة بالصبغة البنية.

٥ - عند عدم اكتمال تكوين الرؤوس وضعف صلابتها.

٦ - عند عدم سبق تعرض الرؤوس لأى شدٍّ بيئى.

٧ - فى الأصناف غير الحساسة، مثل كالمار (عن Ryder ١٩٧٩، و Lipton ١٩٨٧، و Ritenour وآخرين ١٩٩٥).

هذا .. ويتعين دائمًا تجنب كل مصادر الإثيلين فى مخازن الخس، وهى: الثمار المنتجة للإثيلين (مثل الطماطم والكنتالوب)، والآليات التى تستخدم الوقود الحفرى كمصدر للطاقة (حيث تستبدل بتلك التى تعمل بالبطاريات الكهربائية).

الصبغة البنية

تظهر الحالة الفسيولوجية المعروفة باسم الصبغة البنية Brown Stain على صورة بقع بنية صغيرة، ذات حافة قاتمة، ومركز غائر قليلاً على سطح الورقة، أو بالعرق الوسطى فقط بالقرب من قاعدة النصل، كما تتلون حواف أوراق القلب غالبًا باللون الأحمر

وتحدث الإصابة لدى تخزين الخس فى جو متحكم فى مكوناته يزيد فيه تركيز ثانى أكسيد الكربون عن ٢٪، وتزداد الحالة سوءًا بنقص تركيز الأكسجين إلى ٣٪.

وقد ازدادت شدة الإصابة بالتخزين على الصفر المئوى مقارنة بالتخزين على ٢,٥°م.

وتباينت أصناف الخس فى شدة حساسيتها للإصابة بالصبغة البنية، ومن بين ١١ صنفًا تم اختبارها كانت الأصناف Greenland، و Climax، و Francisco أقلها إصابة وإن لم تكن مقاومة (Brecht وآخرون ١٩٧٣).

وأدى خفض مستوى الإثيلين عند تخزين الخس (على صفر أو ٢٠°م) من ميكروليتر واحد/لتر إلى ٠,٠٠٥ ميكروليتر/لتر إلى زيادة فترة صلاحيته للتخزين وتأخير التلون البنى بالأوراق. وقد وجد أن مستوى الإثيلين العادى حول الخس المعد للتسويق التجارى يتراوح - عادة - بين ٠,١١، و ٠,٨٥ ميكروليتر/لتر. وقد ازدادت فترة تخزين الخس

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.

ولكن يسمح بوجود تلون أحمر خفيف (الأمر الذى يحدث عند تعرض الخس للحرارة المنخفضة قبل حصاده) إلا إذا أثر ذلك بصورة جوهرية على مظهر الخس.

وبصورة عامة .. يجب أن يكون المنتج بحالة جيدة تسمح له بتحمل النقل والتداول والوصول إلى الأسواق بحالية مرضية.

يصنف الخس إلى ثلاث درجات، كما يلى:

١ – الدرجة الأولى Class I:

يجب أن تكون رؤوس هذه الدرجة ذو نوعية جيدة، وتظهر بها الصفات المميزة للصنف أو الطراز، وخاصة اللون، كما يجب أن تكون الرؤوس جيدة التكوين، وصلبة (ويستثنى من شرط الصلابة الخس المنتج فى الزراعات المحمية)، وخالية من الأضرار الفيزيائية، والتدهور، وأضرار الصقيع.

وفى الطرز التى تكون رؤوسًا يجب أن تحتوى الرأس على قلب واحد جيد التكوين (ويستثنى من ذلك الشرط الخس المنتج فى الزراعات المحمية).

٢ – الدرجة الثانية Class II:

تضم هذه الدرجة الرؤوس التى لا تتوفر فيها شروط الدرجة الأولى، ولكنها تكون جيدة التكوين بشكل كافٍ وخالية من الأضرار التى يمكن أن تحط من نوعيتها. ويمكن لرؤوس الدرجة الثانية أن يظهر عليها تغيرات لونية بسيطة، وأضرار بسيطة من فعل الآفات. ويمكن أن يوجد بالطرز التى تكون رؤوسًا قلبًا صغيرًا، ولكن – حتى هذا القلب الصغير – لا يشترط تواجده فى الخس المنتج فى الزراعات المحمية.

٣ – الدرجة الثالثة Class III:

يجب أن تتوفر فى منتج هذه الدرجة الشروط ذاتها التى أسلفنا بيانها بالنسبة لمنتج الدرجة الثانية، ولكن يسمح بتلوث الأوراق قليلاً بالتربة أو بيئة الزراعة شريطة ألاّ يؤثر ذلك كثيرًا على مظهر الرؤوس.

يحدد الحد الأدنى لوزن الرؤوس فى الرتبتين الأولى والثانية، كما يلى:

١ – فى خس الآيس برج (خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة): ٣٠٠ جم بالنسبة

للمحصول المنتج فى الزراعات الحقلية، و ٢٠٠ جم بالنسبة لمحصول الزراعات المحمية.

٢ – فى طرز الخس الأخرى: ١٥٠ جم بالنسبة للمحصول المنتج فى الزراعات الحقلية، و ١٠٠ جم بالنسبة لمحصول الزراعات المحمية.

أما بالنسبة لرؤوس الدرجة الثالثة فإن الحد الأدنى لوزنها – أيًا كانت طريقة إنتاجها – هو ٨٠ جم.

فى كل الرتب .. يجب ألاّ يزيد الفرق بين أكبر الرؤوس وأصغرها فى العبوة الواحدة عن الحدود التالية:

وزن الرؤوس فى العبوة (جم)	الفرق المسموح به (جم)
١٥٠ >	٤٠
٣٠٠–١٥٠	١٠٠
٤٥٠–٣٠٠	١٥٠
٤٥٠ <	٣٠٠

يسمح فى كل عبوة من عبوات الدرجة الأولى بنسبة ١٠٪ من الرؤوس التى لا تتوفر فيها شروط الدرجة فيما يتعلق بالجودة والحجم، شريطة أن تحقق تلك الرؤوس شروط الدرجة الثانية، كما يسمح فى كل عبوة من عبوات الدرجة الثانية بنسبة ١٠٪ من الرؤوس التى لا تتوفر فيها شروط تلك الدرجة فيما يتعلق بالجودة والحجم والشروط العامة للدرجة، شريطة أن تكون خلوًا من الأعفان والتدهور الذى يجعلها غير صالحة للاستهلاك، ويسمح كذلك فى كل عبوة من عبوات الدرجة الثالثة بنسبة ١٥٪ من الرؤوس التى لا تحقق الحد الأدنى لمواصفات تلك الدرجة، شريطة أن تكون خلوا من الأعفان والتدهور الذى يجعلها غير صالحة للاستهلاك.

وفى كل الدرجات يسمح بنسبة ١٠٪ بالعدد من الرؤوس التى لا تتوفر فيها شروط الحجم، ولكنها تزن مالا يزيد عن ١٠٪ بالزيادة أو بالنقص عن الحجم المطلوب.

يجب أن يكون محتوى كل عبوة متجانسًا، وأن تكون كل الرؤوس من أصل واحد وصنف واحد وأن تكون متماثلة فى الجودة والحجم.

كما يجب أن تكون الطبقة المرئية فى كل عبوة ممثلة للعبوة كلها.

يجب وضع الرؤوس فى العبوة فى صفوف، فيما لا يزيد عن ثلاث طبقات. وإذا كانت الرؤوس فى طبقتين فإنهما يجب أن تكونا متقابلتين، وفى حالة وجود طبقة ثالثة فإن إثنتان منها يجب أن تكونا متقابلتين.

وتجب تعبئة الخس بطريقة لا تسمح بشدة انضغاطه أو بوجود فراغات بين الرؤوس.

كما يجب أن تكون العبوة نظيفة تمامًا وخاصة من الداخل، ويسمح بوضع ملصقات على الرؤوس، شريطة ألاّ تحتوى على أحبار أو صموغ سامة.

ويجب أن توضع على كل عبوة البيانات التالية:

١ – اسم المصدر وعنوانه.

٢ – اسم المنتج (الخس) وطرازه.

٣ – فى حالة الإنتاج فى زراعات محمية يوضح ذلك.

٤ – اسم الصنف (اختيارى).

٥ – اسم الدولة المصدرة.

٦ – الدرجة (الرتبة)، والحجم بالحد الأدنى للوزن أو بالعدد.

٧ – الوزن الصافى (اختيارى).