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٪