الصغيرة الجذور ذات موسم النمو القصير، فإن المحصول الجيد من الأصناف التى تزرع لأجل "تصنيع" الـ baby carrots لا يجب أن يقل عن ١٠٠ طن للهكتار، أو حوالى ٤٢ طن للفدان، بينما يتراوح محصول معظم أصناف الاستهلاك الطازج بين ٣٠، و ٦٠ طنًا للهكتار (١٢,٥-٢٥ طن للفدان) (عن Rubatzky.وآخرين ١٩٩٩).

التداول

من أهم عمليات التداول التى تجرى للجزر بعد الحصاد ما يلى:

١ - الفرز: تجرى هذه العملية فى الحقل؛ بغرض التخلص من الجذور المتفلقة، والمتفرعة، والمقطوعة، والمصابة بالآفات .. إلخ.

٢ - الربط فى حزم: يتم ذلك فى الحقل عند الرغبة فى تسويق الجذور بعروشها.

٣ - قطع النموات الخضرية: يتم ذلك فى الحقل أيضًا عند الرغبة فى تسويق الجذور دون عروش. ويجب فى هذه الحالة .. عدم ترك أى جزء من النموات الخضرية؛ وذلك لأن الأجزاء المتروكة تذبل وتتعفن.

٤ - الغسل بالماء، والتدريج حسب الحجم والتعبئة: تجرى هذه العمليات فى محطات التعبئة، ويمكن مراجعة Whitaker وآخرين (١٩٧٠) بشأن تفاصيلها. كما يمكن الإطلاع على تفاصيل رتب الجزر ومواصفاتها فى الولايات المتحدة فى Murray (١٩٧٦)، والرتب القياسية الدولية فى OECD (١٩٧١). وتعتبر أكياس البوليثيلين المثقبة هى أهم عبوات المستهلك. وتعد عملية التثقيب ضرورية؛ لكى لا يتكون بالجذور طعم غير مقبول.

٥ - التبريد الأولى: تتم هذه العملية قبل التعبئة، وتجرى بطريقة الغمر فى الماء البارد Hydrocooling.

عمليات التداول الأولية

ينقل الجزر من الحقل إلى محطة التعبئة فى سيارات نقل كبيرة، حيث يتم تفريغ حمولتها فى الماء لتخفيف الضغوط على الجذور وتخليصها من التربة العالقة بها. ويلى ذلك غسيل حزم الجزر ذات العروش بالماء النظيف، ثم توضع مباشرة فى كراتين مشمعة

ومقاومة للماء، وغالبًا ما يضاف إليها الثلج المجروش لتبريدها وتقليل فقدها للماء. وتتم المحافظة على المنتج بعد ذلك – خلال التخزين والشحن – على حرارة الصفر المئوى ورطوبة ١٠٠٪ لمدة أقصاها أسبوعين يبدأ بعدها العرش (النموات الخضرية) فى التدهور.

أما الجزر الذى أزيلت نمواته الخضرية فإنه يتحرك من الماء الذى ألقيت فيه الحمولة التى نقلت من الحقل إلى سير متحرك حيث يمر بعديد من العمليات التى تتضمن: مزيد من الغسيل (بالرش القوى بالماء)، والتدريج حسب الحجم، والتبريد بالماء البارد. ويتم التدريج حسب الحجم قبل التبريد المبدئى لتجنب تبريد المنتج الذى لا يصلح للتسويق.

التبريد المبدئى

يستعمل فى التبريد المبدئى ماء مثلج على درجة ١°م، وهو يعمل على التخلص السريع من حرارة الحقل، إلا أن السرعة التى تتم بها عملية التبريد تتوقف على درجة حرارة المنتج الابتدائية وحجم الجذور. ويشترط لنجاح العملية توفر كميات متجددة من المياه المثلجة التى تكفى لتبريد المنتج الذى يصل إلى محطة التعبئة أولاً بالأول. وعلى الرغم من صغر مساحة السطح الخارجى للجذور بالنسبة لوزنها فإن التبريد الأولى بالماء البارد يعد أنسب وسيلة لتبريد الجزر وأكفاء من طرق التبريد المبدئى الأخرى، كما أنها تفيد فى إكساب الجذور الذابلة قليلاً من الماء؛ مما يجعلها تبدو أكثر نضارة (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

ويستدل من دراسات Toivonen وآخرين (١٩٩٣) أن حفظ الجزر على ١°م لمدة أربعة أيام بعد حصاده كان كافيًا لتقليل الفقد فى الوزن لدى عرضه للبيع بعد ذلك على ١٣°م وأكثر من ٩٥٪ رطوبة نسبية. وقد أطلقوا على عملية الحفظ البارد الأولى تلك اسم "التهيئة" preconditioning، وهى العملية التى تبين من الدراسات التشريحية أنها حفزت ترسيب السيوبرين على سطح البيريدرم، ولجننة الخلايا التى توجد تحت سطح الجذر. ويبدو أن هاتين العمليتين ساعدتا فى تقليل الفقد فى الوزن أثناء عملية العرض للبيع بالأسواق. ويعنى ذلك أن الجزر – حتى المحصول الذى يسوق طازجًا دونما تخزين – يمكن أن يستفيد من عملية التهيئة الأولية على ١°م لمدة ٤ أيام قبل تسويقه،

وذلك بتقليل التدهور – الذى يحدث أثناء التسويق – على صورة فقد فى الوزن، وتلون بنى للأنسجة، واسوداد بالأطراف، وذبول، وفقد فى بريق الجذر.

التعبئة

تنقل جذور الجزر بعد تبريدها أوليًا إلى مكان التعبئة، حيث تفحص ثانية حسب احتياجات الأسواق، ثم تعبأ إما سائبة، وإما فى عبوات المستهلك، وغالبًا ما يتوقف الاختيار بين الطريقتين على حجم الجذور؛ فالجذور الكبيرة تكون أقل صلاحية للتعبئة فى عبوات المستهلك، وعادة ما توضع فى شباك أو أكياس بلاستيكية تتسع لنحو ١٠–١٢ كجم.

وعند التعبئة فى عبوات المستهلك فإن ذلك يتم فى أكياس من البوليثيلين المثقب أو غير المثقب يوضع فيها الوزن المحدد للعبوة من الأحجام المحددة المرغوب فيها، ويتم ذلك يدويًا مع الاستعانة بميزان وغالبًا ما تحتوى العبوة التى تزن ٥٠٠ جم على حوالى ٦–١٠ جذور. توضع كل مجموعة من هذه الأكياس فى كرتونة واحدة لتسهيل تداولها، ويحافظ عليها أثناء التخزين والشحن على درجة الصفر المئوى ورطوبة نسبية ٩٥–٩٨٪.

وتتوفر آلات تقوم بعملية وضع الجزر فى الأكياس بالوزن المطلوب ولحامها دونما تدخل من الإنسان (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

وقد أعطى تخزين الجزر المعبأ فى الأكياس المصنوعة من أغشية البوليثيلين غير المثقب بسمك ٣٠ ميكرونًا – على حرارة ٢°م – أفضل النتائج مقارنة بالتعبئة فى بوليثيلين بسمك ٦٠ ميكرونًا أو بدرجات مختلفة من التثقيب (Lim وآخرون ١٩٩٨).

معاملات خاصة لتقليل الإصابة بالأعفان

أفاد غمر الجذور قبل تخزينها فى محلول Sodium-o-phenylphenate (اختصارًا: SOPP)، بتركيز ٠,١٪ فى تقليل العفن أثناء التخزين. ويجب فى هذه الحالة عدم غسل الجذور بالماء بعد غمرها فى المحلول المطهر وقبل التخزين.

وأدى تعريض جذور الجزر قبل تعبئتها للبخار لمدة ثلاث ثوان فقط، ثم تخزينها

على ٠,٥°م لمدة شهرين قبل عرضها على ٢٠°م لمدة أسبوعين .. أدى ذلك إلى إصابة ٢٪ فقط من الجذور بالأعفان مقابل ٢٣٪ إصابة بالأعفان فى الجذور التى خزنت تحت نفس الظروف ولكنها لم تكن قد عوملت بالبخار. وعندما لقحت جذور الجزر بالفطريات *Alternaria alternata*، و *A. radicina*، و *Sclerotinia sclerotiorum*، فإن نسبة الإصابة بعد فترة مماثلة من التخزين تحت الظروف السابقة كانت ٥٪ فى الجذور التى سبقت معاملتها بالبخار، و ٦٥٪ فى الجذور التى لم تسبق معاملتها (Afek وآخرون ١٩٩٩).

تداول الجزر المخصص للتصنيع

يتم نقل الجزر المخصص للتصنيع processing فى عبوات كبيرة تتسع لطن أو أكثر من طن من الجذور. وبعد إلقاء المنتج فى الماء وغسله فإنه يدرج حسب الحجم ويجهز حسب طبيعة العمليات التصنيعية المتوقعة، والتى تتضمن: التعليب، والتجميد، والتجفيف، والتخليل، والعصير، والتى قد يجهز فيها الجزر على صورة شرائح، أو مكعبات صغيرة، أو مهروس الجزر، أو جذور كاملة، أو أجزاء من الجذور. كما قد يتم تجهيز الـ baby carrots من الجذور الكبيرة بعد تقطيعها إلى أجزاء بطول حوالى ٥ سم، وتوحيد أقطارها بدقة، ثم تشكيلها على شكل جزرة صغيرة ذات سطح خارجى أملس وناعم، وتعبئتها فى أكياس من البوليثيلين بوزن محدد (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

التخزين

التخزين المبرد العادى

يمكن تخزين جذور الجزر (بدون العروش) على حرارة صفر-١°م مع ٩٨-١٠٠٪ رطوبة نسبية لمدة ٧-٩ شهور، ولكن قد تظهر الأعفان بعد الشهر السابع فى نحو ١٠-٢٠٪ من الجذور؛ ولذا .. فإن التخطيط للتخزين لمدة ٥-٦ شهور فقط يعد أكثر واقعية. ولتحقيق ذلك الهدف يتعين سرعة تبريد الجزر مبدئيًا إلى ٤°م بعد الحصاد مباشرة.

تحتفظ جذور الجزر بنضارتها تحت هذه الظروف، ولا تتعرض للانكماش،