الطويلة فى نهاية الكوز؛ لأنها تستنفذ الماء من الحبوب، وتُحدث فيها بعض الانكماش (يعرف باسم denting). ويكون الانكماش فى الحبوب غير مقبول إذا وصلت نسبة الفقد الرطوبى إلى ٢٪.

يجرى التبريد الأولى بطريقة الرش بالماء البارد hydrocooling، ثم يتم الفرز لاستبعاد الكيزان غير المتلئة، والصغيرة الحجم، والزائدة النضج، والمصابة بالديدان. وقد تجرى عملية الفرز قبل عملية التبريد الأولى إذا كان الجو معتدل الحرارة عند الحصاد.

يكون التبريد بالماء المثلج سريعًا حيث تكفى ١٣ دقيقة فقط على ٥,٥°م لخفض الحرارة فى مركز القولحة من ١٨ إلى ١١°م، بينما يستغرق ذلك القدر من التبريد نحو ٥ ساعات فى الغرف الباردة على ٤°م، إلا أن إضافة الثلج المجروش إلى عبوات الحقل قبل نقلها إلى الغرف المبردة يفيد فى إسراع التبريد والمحافظة على جودة الحبوب (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

يعبأ المحصول بعد ذلك فى صناديق خشبية أو بلاستيكية، تبلغ سعة كل منها من ٧-١١ كجم، وتوضع الصناديق فى المخازن، أو فى الشاحنات لنقلها إلى الأسواق. ويستمر التبريد فى الشاحنات بقذف كميات كبيرة من الثلج المجروش - إلى قطع صغيرة - على الطبقة العليا من العبوات، ويحدث التبريد عندما يتساقط الثلج ويذوب، حيث يتخلل الماء المثلج طبقات المحصول المعبأ فى الصناديق. ويمكن إجراء عملية التبريد الأولى بطريقة التفريغ Vacuum precooling، ويلزم فى هذه الحالة رش المنتج بقليل من الماء قبل تعريضه للتفريغ.

أما التدريج .. فإنه يكون تبعًا للرتب المعمول بها، ويمكن الإطلاع على مواصفات الرتب الرسمية للذرة السكرية فى الولايات المتحدة فى Hall (١٩٦٨).

التخزين

التخزين المبرد العادى والتغيرات المصاحبة للتخزين

يعد تحول السكر إلى نشا أهم التغيرات التى تطرأ على محصول الذرة السكرية بعد الحصاد. ولقد وجد كل من Appelman & Arthur منذ عام ١٩١٩ (عن Thompson &

Kelly ١٩٥٧) أن الفقد فى السكر (بتحوله إلى نشا) يستمر فى كل درجات الحرارة، إلى أن تفقد ٦٢٪ من السكريات الكلية، و ٧٠٪ من السكروز. وتلك هى حالة التوازن التى تصل إليها المواد الكربوهيدراتية المخزنة فى الحبوب. ويؤدى رفع درجة الحرارة إلى إسراع الوصول إلى حالة التوازن هذه. وإلى أن يصل الفقد فى السكر إلى ٥٠٪ .. فإن معدل الفقد يتضاعف مع كل زيادة قدرها ١٠ درجات مئوية بين درجتى حرارة الصفر، و ٣٠°م، وهو ما يتمشى مع قانون فانت هوف Van't Hoff بالنسبة للتفاعلات الكيميائية. ويوضح جدول (٩-١) التغيرات فى نسبة السكر بعد يوم واحد من الحصاد، مع التخزين فى درجات حرارة مختلفة.

جدول (٩-١): الفقد فى السكر بعد ٢٤ ساعة من تخزين كيزان الذرة السكرية ستولز إفرجرين Stowell's Evergreen فى درجات حرارة مختلفة.

حرارة التخزين (°م)	النسبة المئوية للسكر		النقص فى النسبة المئوية للسكر
	عند الحصاد	بعد ٢٤ ساعة من التخزين	
صفر	٥,٩١	٥,٤٣	٠,٤٨
١٠	٥,٨٣	٤,٨٣	١,٠٠
٢٠	٦,١٧	٤,٥٩	١,٥٨
٣٠	٥,٣٤	٢,٦٥	٢,٦٩
٤٠	٦,٧٢	٣,٦٤	٣,٠٨

إن أفضل الظروف لتخزين الذرة السكرية هى حرارة الصفر المئوى، ورطوبة نسبية من ٩٥-٩٨٪. وتفضل إضافة الثلج المجروش على قمة صناديق التعبئة. يحتفظ محصول الذرة بحالته بصورة جيدة تحت هذه الظروف لمدة ٤-٨ أيام، إلا أنه يفقد جزءًا من حلاوته. أما فى حرارة ١٠°م، فإن الذرة السكرية لا تحتفظ بجودتها لأكثر من يومين (Nelson & Steinberg ١٩٧٠).

وجدير بالذكر أنه بعد عدة أيام من التخزين تنخفض نسبة السكر فى الأصناف القياسية من نحو ٣-٥٪ إلى حوالى ٢-٣٪، بينما يكون الانخفاض فى الأصناف الفائقة الحلاوة (sh2) - تحت نفس الظروف - من ٧-١٠٪ إلى ٥-٦٪.

التخزين فى الجو المتحكم فى مكوناته

يكون تخزين الذرة السكرية فى الجو المتحكم فى مكوناته -- على الصفر المئوى – فى ٢-٤٪ أكسجين، و ٥-١٠٪ ثانى أكسيد كربون؛ إلاّ أن ذلك لا يتبع كثيرًا على النطاق التجارى. يفيد التركيز العالى لثانى أكسيد الكربون فى تثبيط فقد السكر والكلوروفيل من أوراق الكوز، بينما تؤدى زيادته عن ذلك أو انخفاض نسبة الأكسجين عن ٢٪ إلى ظهور رائحة وطعم غير مقبولين (عن Saltveit ١٩٩٧).

التخزين فى الجو المعدل

يتحقق التخزين فى الجو المعدل بتغليف كيزان الذرة بأنواع مختلفة من الأغشية، حيث يؤدى تنفس الحبوب إلى زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون ونقص نسبة الأكسجين حول الحبوب.

وقد كانت أغشية البوليولفين polyoloefin (الغشاءان AM، و K-400T) أفضل من غشاء البولى فينيل كلورايد PVC كأغشية مطاطة stretch films (أغشية تلف فيها الكيزان وتلتصق بها overwrap)، حيث أدت أغشية البوليولفين إلى زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون ونقص تركيز الأكسجين بدرجة أكبر عما كان عليه الحال عندما استعمل غشاء البولى فينيل كلورايد. وقد أفاد ذلك فى نقص الإصابة بالأعفان والمحافظة على الجودة لمدة ١٢ يومًا على حرارة ١°م، ولمدة يومين على حرارة ٢٠°م (Aharoni وآخرون ١٩٩٦).

ووجد Risse & McDonald (١٩٩٠) أن لف كيزان الذرة فى الأغشية التى تنكمش shrink films كان أفضل من لفها فى الأغشية المطاطة stretch films؛ إذ ازداد مع النوع الأول من الأغشية محتوى الهواء الداخلى من ثانى أكسيد الكربون وانخفض محتواه من الأكسجين بدرجة أكبر مما حدث مع النوع الثانى من الأغشية؛ وترتب على ذلك زيادة المحافظة على محتوى الحبوب من المواد الصلبة الذائبة الكلية عند التغليف بالـ shrink films.

كما كانت أفضل الظروف لتخزين الذرة السكرية هى بلف كل زوج من الكيزان معًا بالبلاستيك فى صينية، ثم وضع الصوانى فى كراتين مبطنة بالبلاستيك وتركها على

٢°م. أدى ذلك إلى رفع نسبة ثانى أكسيد الكربون إلى المدى الموصى به وهو ٥-١٠ كيلو باسكال، وتثبيط نمو الأعفان. وأدى فتح البلاستيك المبطن للكراتين عند رفع الحرارة إلى ٢٠°م (فى محاكاة لظروف عدم التبريد بعد انتهاء فترة الشحن أو التخزين) فى استمرار المحافظة على مستوى ثانى أكسيد الكربون المرغوب فيه على الرغم من ارتفاع معدل التنفس، وبذا .. أمكن المحافظة على المنتج لمدة أسبوعين على ٢°م ثم لمدة ٤ أيام إضافية على ٢٠° (Rodov وآخرون ٢٠٠٠).