حفظ الحبوب المخزنة بالتبريد

ترجمة م. محمد عبد المطلب سويد

تتعرض محاصيل الحبوب خلال فترة تخزينها في المخازن والصوامع إلى الكثير من التلف والفساد بسبب سوء ظروف التخزين المتبعة فيها خاصة في المناطق الحارة حيث يمكن أن تصل نسبة الخسارة في كمية المخزون من بعض الحبوب إلى أكثر من ٥٠٪ . ورغم أهمية الظروف البيئية داخل المخازن والصوامع ـ درجة حرارة ، رطوبة ، كائنات دقيقة وحشرات ـ كعامل أساس يدخل في تحديد مدى تلف الحبوب المخزنة إلا أن الحرارة الذاتية التي تطلقها الحبوب أثناء عملياتها الحيوية ، وكذلك درجة الرطوبة التي تحتويها ـ خاصة بعد عمليات الحصاد مباشرة ـ يساعدان بدرجة كبيرة في تكاثر الكائنات الدقيقة المسببة للعفن مما يجعلها مرتعاً خصباً لتكاثر السوس والعث والخنافس وغيرها من الآفات الزراعية .

يمكن تخفيض نسبة تلف الحبوب المخزنة إلى حد كبير باستخدام طرق التبريد الحديثة في الصوامع العمودية التي يصل ارتفاعها إلى ٦٠ م وفي المستودعات العادية التي تصل سعتها التخزينية ٣٠٠,٠٠٠ طن وذلك عن طريق التبريد والتجفيف .

مزايا الحفظ بالتبريد والتجفيف

هناك عدة مزايا لحفظ الحبوب المخزنة بالتبريد والتجفيف يمكن ذكر بعضها فيما يلي :

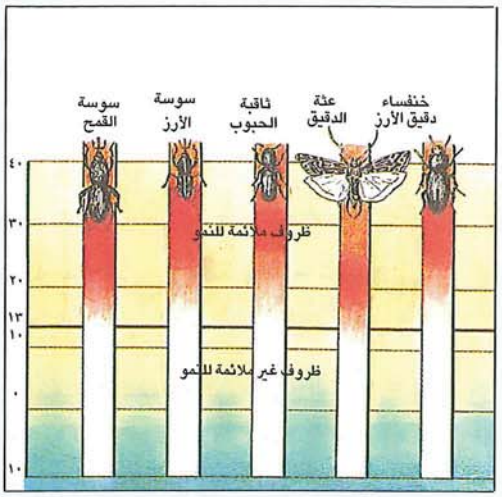
١ ــ تخفيض نسبة تلف الحبوب

تستمر الحبوب المخزنة في عملياتها الحيوية مثل عملية التنفس والتي تؤدي إلى تحويل الكربوهيدرات إلى غاز ثاني أكسيد الكربون وبخار ماء وحرارة مسببة في ذلك انخفاض وزن الحبوب المخزنة . ومن العوامل المساعدة في استمرار عملية التنفس ـ وبالتالي تخفيض المزيد من وزن الحبوب ـ ارتفاع درجتي الحرارة والرطوبة في أماكن التخزين ، عليه تعد عمليات التحكم في درجتي الحرارة والرطوبة لجعلهما مناسبتين لإيقاف عملية تنفس الحبوب من أهم الطرق لحفظها .

وتستخدم في هذه العملية طريقة التبريد والتجفيف ، ورغم أن كلا من التبريد والتجفيف يخفضان من نسبة تلف الحبوب كل على حدة حسب حالة الحبوب المخزنة ومكان تخزينها إلا أن دمج العمليتين يؤدي إلى مزيد من التخفيض حتى يصل إلى أقل معدل ممكن ، وعلى سبيل المثال فقد أوضحت بعض التجارب أنه عند تخزين ١٠٠٠ طن من حبوب القمح بوساطة التجفيف عند درجة رطوبة ١٥٪ ودرجة حرارة ٢٠°م ـ تجفيف بدون تبريد ـ كان النقص في وزن البذور ٥,٤ أطنان بعد شهر من التخزين ، أما عند دمج عمليتي التجفيف والتبريد وذلك بخفض درجة الحرارة إلى ١٠°م مع التجفيف عند نسبة رطوبة ١٥٪ فقد كان النقص في وزن نفس الكمية وبعد شهر من التخزين ٢, من الطن .

٢ ــ حماية الحبوب من الحشرات

تتراوح درجة الحرارة الملائمة لإتمام دورة حياة أغلب الحشرات والتي قد تمتد لمدة ١٠٠ يوم من ١٧ إلى ٢١°م، شكل (١)، وتعد درجة حرارة المستودعات والمخازن بيئة مثالية لنمو الحشرات وتكاثرها حيث أنها في حدود المدى الحراري الذي يسمح لكثير من الحشرات لإتمام دورة حياتها . ولكن عند تبريد هذه المستودعات والمخازن إلى درجة حرارة ١٠-١٢°م فإن نمو هذه الحشرات يتوقف ، وتبقى في حالة سبات دون أي

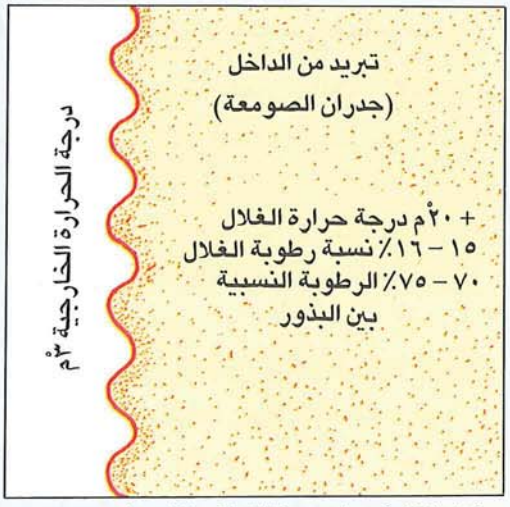


شكل (١) الشروط الحرارية المناسبة لنمو بعض حشرات المحاصيل .

نشاط ، عليه تعد طريقة التبريد إحدى وسائل مكافحة الحشرات والتي يمكن استعمالها بدلاً عن المواد الكيميائية التي تستخدم في تعقيم الحبوب .

٣ ــ منع تكثف الندى في الصوامع الفولاذية

عند تخزين الحبوب عند نسبة رطوبة ١٥٪ ودرجة حرارة ٢٠°م يحدث توازن بين الرطوبة النسبية للحبوب ورطوبة الهواء والمستودع أو المخزن ، وفي هذه الحالة يساعد ارتفاع درجة حرارة المستودع في ارتفاع الرطوبة النسبية في الهواء الموجود بين فجوات الحبوب لتصل إلى حوالي ٧٥٪ ، وعند انخفاض درجة حرارة الصومعة الفولاذية ليلاً يحدث فرق في درجة الحرارة بين جدران الصومعة والحبوب الملاصقة لها ، شكل (٢) ويؤدي ذلك إلى انخفاض درجة حرارة الهواء القريب من جدران الصومعة إلى مايسمى بنقطة الندى (Dew point) حيث يتكاثف بخار الماء الموجود في الهواء مشكلاً قطرات من الماء على الجدار الداخلي للصومعة تساعد في تعفن وتلف الحبوب الملاصقة للجدار ، إضافة إلى ذلك فإن هذه القطرات قد تكون كافية لإنبات تلك الحبوب .



شكل (٢) شروط حدوث التكاثف في الصوامع الفولاذية .

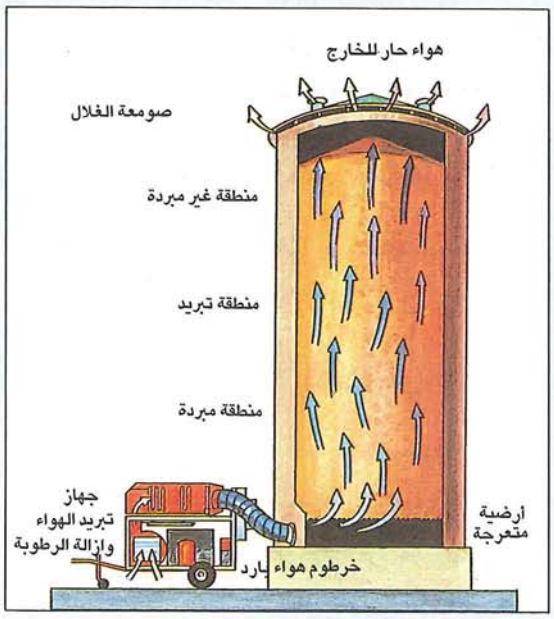
ويمكن تفادي تعفن وإنبات البذور باستخدام التبريد إلى درجة حرارة ١٠°م حيث أنه يؤدي إلى منع حدوث تكاثف قطرات الماء على جدران الصومعة الفولاذية .

٤ ــ تبديد حرارة تخزين الحبوب

تتميز الحبوب بأنها ذات صفات عازلة للحرارة ، لذلك فإن الحرارة التي تصدرها أثناء عملياتها الحيوية لا تتبدد وبالتالي تساعد على وجود بيئة صالحة لنمو وتكاثر الحشرات ، ولهذا السبب فإن أغلب المخازن والمستودعات تزود بأجهزة لتحريك الحبوب عدة مرات خلال فترة التخزين لتبديد الحرارة المنبعثة منها . وتتطلب عملية التحريك هذه طاقة لإنجازها تقدر بـ ٣ كيلوات ساعة لكل طن من الحبوب المخزنة . غير أن عملية التحريك تساعد في تلف كمية من الحبوب ـ حوالي ٠,٣ ٪ من الحبوب المخزنة ـ بسبب عملية الكشط (Abrasion) التي تحدثها شفرات أجهزة التحريك . وباستخدام تقنية التبريد يمكن الاستغناء عن عملية التحريك لاسيما وأن تبريد المخازن يستمر لفترة طويلة بسبب ضعف التوصيل الحراري للحبوب، ويوضح الجدول (١) الوقت اللازم لإعادة التبريد عند درجة ١٠°م حسب رطوبة الحبوب .

فترة إعادة التبريد إلى ١٠°م مرة أخرى	درجة رطوبة الحبوب ٪
بين ٨ ــ ١٢ شهر	١٢ ــ ١٥
بين ٦ ــ ١٠ شهور	١٥,٥ ــ ١٧,٥
بين ٤ ــ ٦ شهور	١٧,٥ ــ ١٨,٥
بين ١ ــ ٤ شهور	١٨,٥ ــ ٢٠,٠
بين ٢ ــ ٨ أسابيع	٢٠ ــ ٢٣

● جدول (١) علاقة فترة إعادة التبريد (عند درجة ١٠م°) بدرجة رطوبة الحبوب



شكل (٣) طريقة تبريد الصوامع .

طرق التبريد وأشكال المخازن

تختلف طرق التبريد حسب شكل المخزن أو الصومعة، ويمكن تفصيل ذلك في الآتي :

١ ــ تبريد صوامع الحبوب

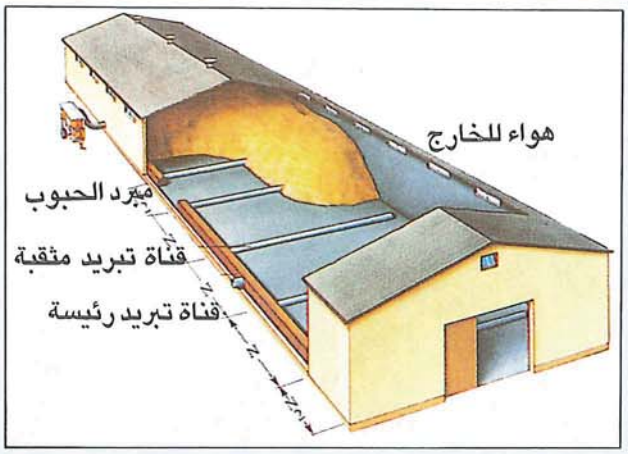
تستخدم في هذه الطريقة من التبريد مراوح ذات ضغط عال تقوم بضخ الهواء البارد الجاف من أسفل الصومعة خارجاً إلى أعلى، شكل (٣) .

٢ ــ تبريد المخازن خلوية الشكل (Silo-cells)

في هذه الطريقة تصمم المخازن لتكون على شكل خلايا، شكل (٤) حيث يمر الهواء البارد من الأنبوب الرئيس إلى كل خلية من خلايا المخزن . وهناك علاقة بين ارتفاع المخزن ومساحة قاعدة الخلية ونوع الحبوب المخزنة يتحدد بموجبها كفاءة التخزين، شكل (٥)، فمثلاً لمحصول الذرة يلزم أن يكون ارتفاع المخزن ٣٠ م عندما تكون مساحة الخلية ١٤ م^{٢}.

٣ ــ تبريد المستودعات العادية

يوضح الشكل (٦) طريقة تبريد المستودعات العادية حيث تستخدم مجاري هواء من مادة غير قابلة للصدأ لتوزيع الهواء البارد والجاف داخل المستودع . يتم تقسيم أرضية المستودع إلى عدة



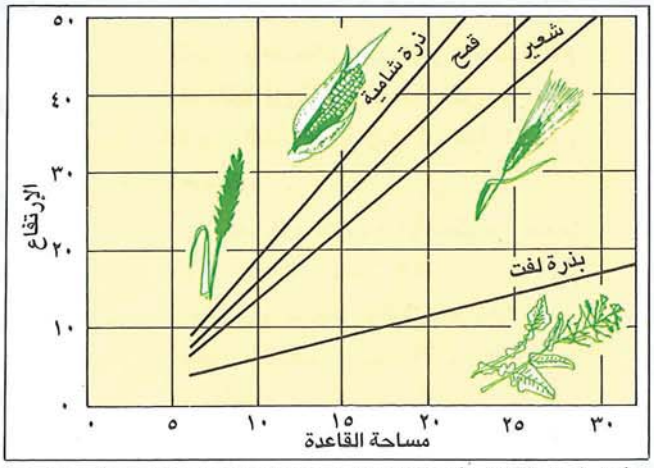
شكل (٤) تبريد المستودعات على شكل خلايا .

أقسام بحيث يمكن تبريد كل قسم على حدة ، إضافة إلى ذلك يجب أن يكون ارتفاع المستودع مساو للمسافة بين مجاري الهواء أو أكثر منها . وتتأثر مدة تبريد الحبوب في المخازن العادية من منطقة لأخرى حيث تتراوح مابين ٣ إلى ٦ كيلوات ساعة لكل طن حبوب في المناطق المعتدلة ومابين ٨ إلى ١٢ كيلوات ساعة لكل طن حبوب في المناطق الحارة .

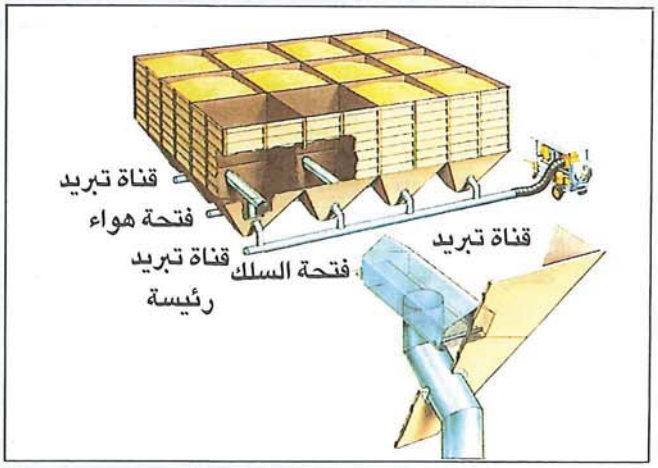
وهناك ملاحظة هامة وهي أن طريقة التهوية المستخدمة في المخازن بفتح الهواء الخارجي مباشرة إلى المخزن بوساطة مراوح عادية دون معرفة درجة رطوبته وحرارته ـ خاصة في المناطق الحارة ـ تعد ضارة وغير علمية وذلك لأن الحبوب لها خاصية امتصاص للرطوبة (Hygroscopic)، وعليه فإن الهواء عندما يكون رطباً يتسبب في زيادة رطوبة الحبوب ويؤدي إلى فسادها . كذلك فإن الهواء عندما يكون ساخناً يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الحبوب لتصبح بيئة صالحة لتكاثر الحشرات لهذا يجب عدم تهوية المستودعات أو المخازن التي تحتوي على حبوب جافة بهواء رطب ولا تلك التي تحتوي على حبوب باردة بهواء ساخن .

مما تقدم يتضح أنه باتباع طريقة التبريد والتجفيف في مستودعات ومخازن الحبوب يمكن توفير كميات كبيرة من الحبوب المخزنة التي يمكن أن تذهب سدى إذا اتبعت الأساليب القديمة، كما يمكن كذلك توفير الكثير من النفقات التأسيسية والتشغيلية .

المصدر: Sulzer Technical Review No.4 1989 P.19



شكل (٥) علاقة ارتفاع التخزين بمساحة الصومعة حسب نوع الحبوب .



شكل (٦) طريقة تبريد الصوامع العادية .