جامعة الانبار / كلية الزراعة
قسم علوم الاغذية

المادة : تصنيع حبوب ١
المرحلة :الثالثة
المحاضرة الخامسة

تخزين الحبوب
Grains Storage

الدكتور سعد ابراهيم يوسف

يكون إنتاج الحبوب موسمياً بينما استهلاكها مستمراً على مدار السنة ، لذا يجب تأمين الخزن السليم للجزء الأعظم من الحبوب المنتجة لحين الحاجة لإستهلاكها .. أي يجب وضعها في مخازن تحميها من عوامل التلف البيئية كالرطوبة والحرارة ، والبايولوجية كالحشرات ، الاعفان ، القوارض والطيور وحمايتها من التلوث والمحافظه على جودتها اثناء التخزين من خلال الحد من التغيرات التي تقلل من قيمتها الغذائية والتجارية .. كما إن التخزين يهدف إلى منع التوزيع غير المرخص للحبوب ومنتجاتها وتسهيل التعامل التجاري والمحافظة على البذور المخصصة للزراعة (التقاوي) من التلف .

د. سعد ابراهيم يوسف
جامعة الانبار / كلية الزراعة/قسم علوم الاغذية

الفقد Losses

تضيع كميات مهمة من الحبوب أو تنخفض قيمتها الغذائية أو التجارية خلال الفترة الواقعة بين جني الحاصلات واستهلاكها من قبل الانسان كغذاء أو من قبل حيواناته كعلف .. فليس كل ما يحصد يستغل بالكامل .. لذا فإن الخطوة الاولى الواجب اتخاذها في مواجهة مشكلة الغذاء هو إنقاذ ما تم زراعتة وحصاده وحمايتة ضد مختلف عوامل الضياع والتلف ، وهذا يمكن تحقيقة من خلال تداول وخزن الحبوب بصورة سليمة وكفوءة .. الخزن السليم للحبوب يعني وضع حبوب سليمة في مخزن سليم تحت ظروف سليمة .. مسببات التلف تشمل التغييرات الكيمياوية ، نمو الاحياء المجهرية ، الاصابة بالحشرات والحلم ، مهاجمة القوارض ، التداول غير الجيد ، تعريض المنتج للتقلبات المتطرفة والحادة في درجات الحرارة والرطوبة ، استخدام معدات ومخازن غير جيدة ..الخ .

النتائج المترتبة عن مصادر التلف هذه يمكن تصنيفها بحسب نتائجها الظاهرة إلى : خسارة في الوزن ، خسارة في القيمة الغذائية ، خسارة في الجودة ، الخسارة النقدية ، خسارة في السمعة ، خسارة في التقاوي والتي عادةً ترتبط بإنخفاض نسبة الانبات . من بين صفات الحبوب الطبيعية المسببة للتلف والمؤثرة فيه : تنفس الحبوب ، تركيبها الكيمياوي (خاصةً المحتوى الرطوبي) ، وضعف التوصيل الحراري للحبوب المؤدي للتدرج الحراري (Temperature gradient) .

د. سعد ابراهيم يوسف
جامعة الانبار / كلية الزراعة/قسم علوم الاغذية

شروط وظروف الخزن السليم (المامون)

ان الخزن المامون يجب ان يحافظ على النوعية والكمية، وهذا يعني حماية الحبوب المخزونة من:-

- الجو
- الاعفان وبقية الاحياء الدقيقة
- الحشرات
- الطيور
- ارتفاع درجات الحرارة والرطوبة
- الرائح الغريبة
- التلوث
- منافذ التوزيع غير المرخصة

د. سعد ابراهيم يوسف
جامعة الانبار/كلية الزراعة/قسم علوم الاغذية

خواص الحبوب المتعلقة بالتخزين

١- الطبيعة الحبيبية

- تسبب الطبيعة الحبيبية للقمح وجود فراغات بين حباته، وتتراوح نسبة الفراغ من ٢٠-٤٠%، من الحجم الكلي.
- يفيد الفراغ بين الحبوب في عملية التهوية التي تزيل روائح الحبوب أو الحرارة، حيث يستفاد من عملية التهوية في إطالة فترة تخزين الحبوب أو يمكن كذلك تخزين الحبوب باستخدام غازات خاملة مثل غاز النتروجين وثاني أوكسيد الكربون بتركيز يمنع نشاط الحشرات والكائنات الحية الدقيقة. كما تساعد الطبيعة الحبيبة في عملية النقل بواسطة النواقل المعدنية أو النقل الهوائي.

خواص الحبوب المتعلقة بالتخزين

٢- الخواص الحرارية

- تمتاز الحبوب بضعف ناقليتها للحرارة وهذه الميزة تعتبر سيئة، لأن الحبوب تحتفظ بالحرارة الناتجة عن النشاط الحيوي للحشرات والكائنات الحية الدقيقة، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الحبوب في مناطق النشاط واحتراقها ذاتيا، وتدهور جودتها وتصبح غير صالحة للاستهلاك.

د. سعد ابراهيم يوسف
جامعة الزقازيق كلية الزراعة/قسم علوم الاغذية

خواص الحبوب المتعلقة بالتخزين

٣- الهيكروسكوبية

- تعرف الهيكروسكوبية بأنها توازن رطوبة المادة مع رطوبة الجو المحيط بها. يمكن وصف الهيكروسكوبية بواسطة منحني توازن رطوبة المادة مع الرطوبة النسبية للجو المحيط .
- فمثلا عند وجود قمح ذو رطوبة ٨% في هواء ذو رطوبة نسبية ٧٥ % تنتقل الرطوبة إلى القمح حتى تصل إلى حالة التوازن وتصبح رطوبة القمح بعد ٨ أيام ١٤,٥ % ويعرف محتوى الرطوبة التوازني للحبوب بأنه محتوى الرطوبة المتوازن مع الرطوبة النسبية للجو المحيط.
- تتأثر رطوبة الهواء بدرجة الحرارة فمن المعروف أن كمية بخار الماء التي يمكن وجودها في الهواء في حالة الإشباع تتوقف على درجة حرارة الهواء فمثلا

– في درجة الحرارة ٠ م° يمكن احتواء ٤,٩ غ ماء في م٣ هواء
– أما في الدرجة ١٠ م° يمكن احتواء ٩,٤ غ ماء في م٣ هواء
– وفي الدرجة ٢٠ م° فيمكن احتواء ١٧,٥ غ ماء في م٣ هواء

د. سعد ابراهيم يوسف جامعة الإنبار كلية الزراعة/قسم علوم الأغذية

العوامل المؤثرة في عملية تخزين الحبوب

من أجل حماية المحصول أثناء فترة تخزينه من الأضرار من حيث الكمية والنوعية يجب معرفة وتطبيق مبادئ التخزين بشكل جيد. من أهم العوامل المؤثرة في عملية تخزين الحبوب:

- درجة حرارة ورطوبة الحبوب.
- درجة حرارة ورطوبة الجو المحيط.
- نسبة الشوائب الموجودة في الحبوب.
- الأحياء الدقيقة
- الحشرات.

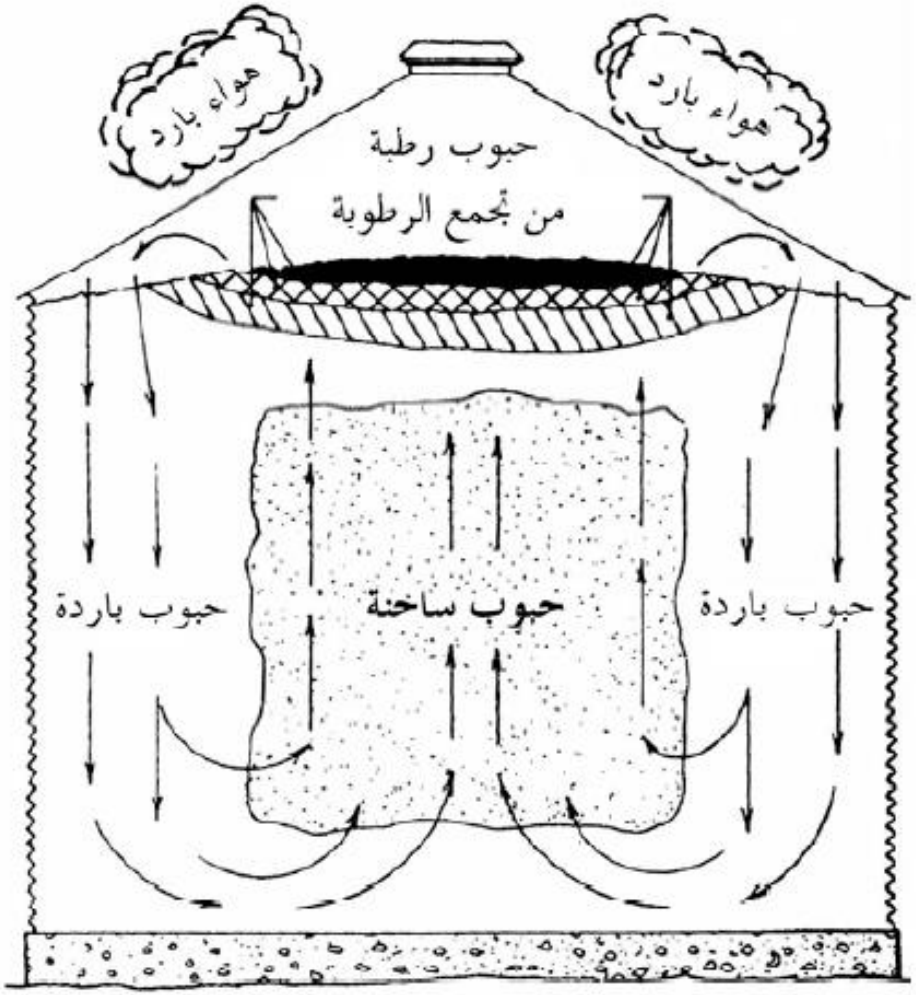
د. سعد ابراهيم يوسف
جامعة الانبار / كلية الزراعة/قسم علوم الاغذية

- تعد رطوبة ودرجة حرارة الحبوب من أهم العوامل المؤثرة في الحفاظ على سلامة الحبوب أثناء تخزينها، فالحبوب كما هي المواد الغذائية الأخرى يسهل حمايتها من التلف عند تخزينها عند درجات حرارة منخفضة أو خفض رطوبتها.
- حيث يمكن تخزين الحبوب السليمة في درجة حرارة ١٨°م ورطوبة ١٧% لمدة ٤ أسابيع أما في حال انخفاض رطوبة الحبوب إلى ١٥% فإنه يمكن تخزينها لمدة ٦ أشهر مع وجوب تهويتها.
- لذلك عند استلام حبوب ذات رطوبة أعلى من الرطوبة الحرجة للتخزين (١٤%) يجب تجفيفها مباشرة من أجل سهولة تخزينها.
- كما أن ارتفاع درجة حرارة الحبوب يزيد من سرعة تدهور مواصفات الحبوب وذلك لزيادة نشاط تنفس الحبوب ونشاط الكائنات الحية المتواجدة مع الحبوب.

د.سعد ابراهيم يوسف
جامعة الانبار - كلية الزراعة/قسم علوم الاغذية

- عند ارتفاع درجة حرارة الهواء يتم حمل بخار الماء من الحبوب وبالعكس، عند تماس الهواء بكتلة باردة فإن بخار الماء المحمول في الهواء يتكاثف على الحبوب ويمتص من قبل الحبوب كما في الشكل ٥-١.
- وعند تخزين الحبوب في منطقة تتغير درجات حرارتها الموسمية بشكل كبير تؤدي إلى تغير درجة حرارة الحبوب بشكل غير متجانس، فعندما تكون حرارة الوسط المحيط للخلية أقل من حرارة الحبوب فإن الهواء داخل الخلية، المجاور للجدران سيبرد ويشكل تيارا هوائياً هابطاً إلى أسفل الخلية وتيار هواء صاعد في وسط الخلية، حيث الحبوب ماتزال ساخنة، وبذلك يصادف التيار الهوائي الصاعد الذي يحتوي كمية بخار كبيرة الحبوب الباردة في وسط وأعلى الخلية مما يسبب تكاثف البخار على هذه الحبوب مؤدياً إلى زيادة رطوبتها.

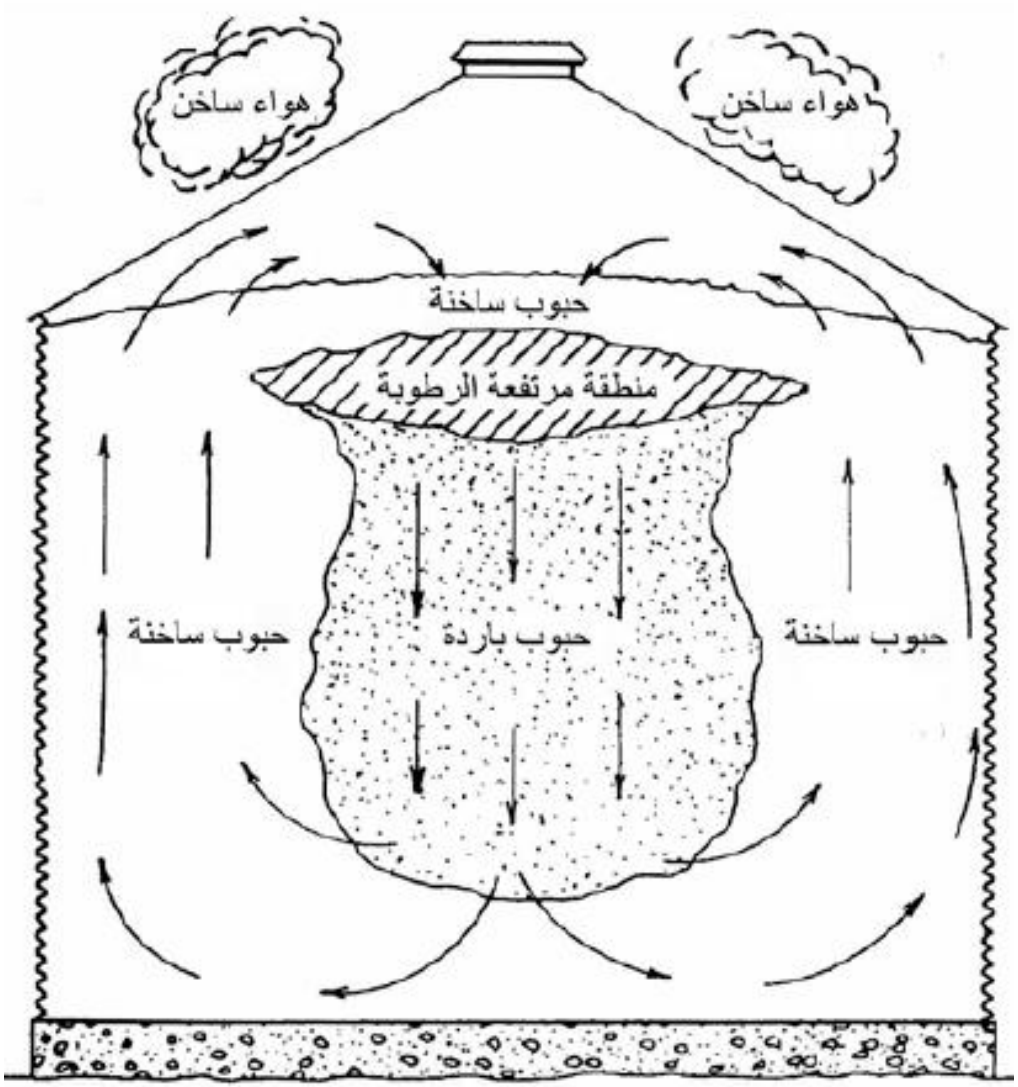
د. سعد ابراهيم يوسف
جامعة الأنبار / كلية الزراعة / قسم علوم التربة



شكل ٥-١ حركة تيارات الهواء داخل الخلية في جو بارد.

أما إذا كانت حرارة الجو المحيط حارة فإنه ينشأ تيار هوائي حار صاعد في جوار الجدار وتيار هوائي بارد في وسط الخلية ويتكاثف بخار الماء في نقطة منخفضة عن سطح الحبوب ومجاورة للحبوب الباردة في وسط الخلية ولا تتجمع الرطوبة في أعلى الخلية بسبب حرارة الحبوب المرتفعة. الشكل ٥-٢

د.سعد ابراهيم يوسف
جامعة الأنبار كلية الزراعة/قسم علوم الاغذية

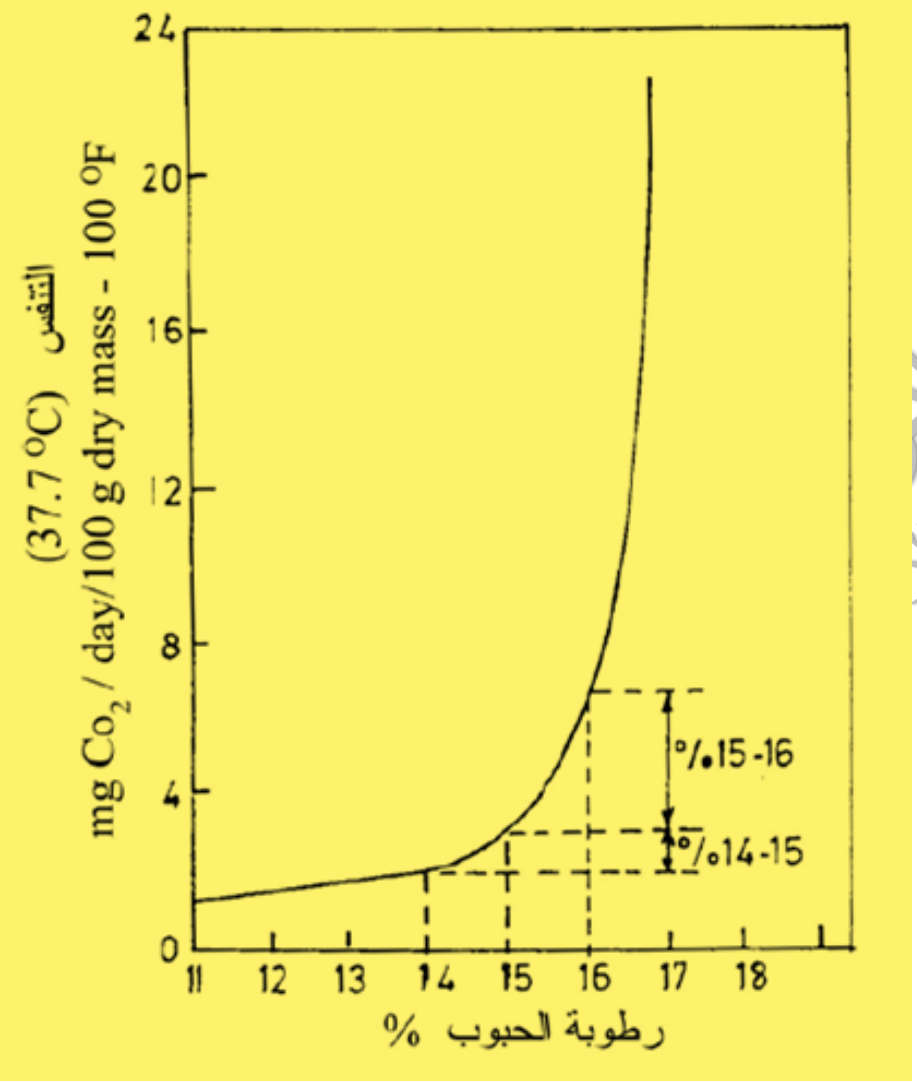


شكل ٥-٢ حركة تيارات الهواء داخل الخلية في جو حار.

- تحتوي الحبوب المخزونة على الكائنات الحية الدقيقة كالخمائر والفطور والبكتريا، كما يمكن أن تحتوي على الحشرات بأطوارها المختلفة، حيث تؤدي الكائنات الحية المرافقة للحبوب بالإضافة إلى العوامل البيئية إلى تدهور صفات الحبوب أثناء تخزينها، إلا أنه إذا تم التحكم بالرطوبة فإنه يمكن تقليل خطر ارتفاع درجة الحرارة و إصابة الحبوب بالفطريات والحشرات.
- تعد من أهم العوامل المؤثرة في نمو الأحياء الدقيقة، الرطوبة ودرجة الحرارة والزمن، فلا تنمو الأحياء الدقيقة عندما تكون رطوبة الحبوب منخفضة ولكن يبدأ نمو الأحياء الدقيقة عندما ترتفع عن ١٤%، وتزداد سرعة نمو الأحياء الدقيقة بارتفاع الرطوبة، لذلك لا بد من معرفة رطوبة الحبوب قبل تخزينها مهما كانت فترة تخزينها.

د. سعد ابراهيم يوسف
جامعة الأنبار / كلية الزراعة / قسم علوم الأغذية

- تتنفس الحبوب والأحياء الدقيقة التي تتواجد على سطح الحبوب بشكل بطيء جداً عند رطوبة أقل من ١٤% ودرجات حرارة منخفضة إلا أنه تزداد سرعة التنفس بارتفاع درجة الحرارة والرطوبة (الشكل ٥-٣).
- ينتج عن عملية التنفس طرح ثاني أوكسيد الكربون والماء ونشر كمية من الحرارة و تزداد سرعة نمو الأحياء الدقيقة نتيجة انتشار الماء والحرارة الناتج عن عملية التنفس وبذلك تزداد سرعة انتشار الماء والحرارة و بما أن الحبوب ناقل غير جيد للحرارة فإن الحرارة المتولدة لا تنتشر مما يؤدي إلى احتراق الحبوب وتفحمها.



الشكل ٥-٣ يبين العلاقة بين كمية ثاني أوكسيد الكربون المنطلقة ورطوبة الحبوب.

لتحديد فترة تخزين الحبوب قبل تضرر مواصفاتها لا بد من معرفة النقاط التالية:

- الطريقة المستخدمة في تخزين الحبوب
- حالة الحبوب قبل التخزين.
- المحتوى المائي للحبوب قبل التخزين
- الاستخدام النهائي للحبوب بعد التخزين

د.سعد ابراهيم يوسف
جامعة الانبار/كلية الزراعة/قسم علوم الاغذية

أشكال تضرر الحبوب

هناك العديد من الأشكال التي تظهر بها تضرر الحبوب عند خزنها في ظروف سيئة وبشروط غير صحيحة منها:

١. تغيرات كيميائية وبايوكيميائية منها تفاعل ميلارد، وتغير الخواص الفيزيائية والكيميائية للنشاء وتخريب البروتينات وهدم الفيتامينات و عند توفر الظروف الملائمة للإنزيمات فإن إنزيمات البروتينيز تساهم في تحلل البروتينات، أما إنزيمات اللايبيز فتحلل الليبيدات كما أنّ إنزيمات ألفا وبيتا أميليز وانزيمات الكلوكوزايديز تحلل النشاء.

٢. التضرر الناتج عن الإصابة بالأحياء الدقيقة كالفطريات والعفن.

٣. التلف نتيجة الكائنات الحية المتواجدة مع الحبوب كالقوارض والعصافير والحشرات على جزء من الحبوب.

د. سعد ابراهيم يوسف
جامعة الانبار / كلية الزراعة/قسم علوم الاغذية

التغيرات التي تحصل أثناء التخزين

- نقص وزن الحبوب المخزنة نتيجة التنفس.
- تناقص كمية السكريات.
- تغير الخواص الفيزيائية للنشاء (انخفاض لزوجته).
- تفكك الكربوهيدرات إلى غاز ثاني اوكسيد الكربون والماء.
- انخفاض مقاومة شد الكلوتين وازدياد مطاطيته (تحت تأثير الإنزيم المفكك للبروتين)
- تغيرات في فعالية الإنزيمات.
- ارتفاع نسبة الحموضة الدسمة الحرة نتيجة لفعالية إنزيم اللايبيز.
- ضياع في كمية الفيتامين B1 بنسبة ١٢-٣٠%.

د. سعد ابراهيم يوسف
جامعة الانبار / كلية الزراعة/قسم علوم الاغذية

طرائق تخزين الحبوب

تم تخزين الحبوب منذ القدم بعدة طرائق منها بطمرها تحت الأرض وذلك لحمايتها من التغيرات الجوية المحيطة، حيث أن التخزين تحت الأرض يساعد في تخفيض نسبة الأوكسجين وزيادة نسبة ثاني أوكسيد الكربون، حيث تستهلك الكائنات الحية الأو كسجين عند تنفسها وتزداد نسبة ثاني أوكسيد الكربون في وسط التخزين مما يؤدي إلى موت الكائنات الحية حيث تقتل هذه الكائنات الحية في وسط تخزين عندما تنخفض نسبة الأوكسجين إلى مادون ٢%.

بشكل عام تتوقف طريقة التخزين المستخدمة على الكمية المراد تخزينها ومدة التخزين وعلى الإمكانيات المتوفرة.

ومن الطرائق الحديثة لحفظ الحبوب استخدام الغازات الخاملة والتخزين تحت التفريغ وتخزين الحبوب بالتبريد.

د. سعد ابراهيم يوسف
جامعة البعث / كلية الزراعة / قسم علوم الأغذية

اولا:- التخزين على شكل كوم

تستخدم هذه الطريقة لتخزين كميات صغيرة ولمدة قصيرة ويتم إما في أماكن مكشوفة أومغلقة (مستودعات).

من مساوئ هذا الأسلوب سهولة إصابة الحبوب بالحشرات وتطفل العصافير والقوارض.

في السنوات الأخيرة استخدمت صوامع مصنوعة من البلاستيك البولي ايثلين عازلة للهواء والماء.

د. سعد ابراهيم يوسف
جامعة الانبار / كلية الزراعة/قسم علوم الاغذية

ثانيا:- التخزين بالاكياس

تقلل هذه الطريقة من الأضرار التي قد تلحق الحبوب عند تخزينها على شكل أكوام.

إذ يجب وضع الأكياس على سطح عازل (قواعد خشبية) يفصلها عن الأرض.

ويمكن تخزين الأكياس إما في العراء أو تحت الأسقف أو في المستودعات.

عند تخزينها في العراء يجب حمايتها من الأمطار وذلك بالتحكم بميل الأرض وبعد الأرض عن مجرى ماء الأمطار، و كذلك يجب تغطيتها بشكل محكم بقماش يمنع تسرب الماء للأكياس مثل البولي إتيلين، ورغم جميع الاحتياطات التي يمكن إجراؤها إلا أن تخزين الأكياس في العراء يعرضها للتلف بسبب ظروف التخزين السيئة نسبياً.

لذلك يفضل تخزين الأكياس تحت الأسقف أو في المستودعات، إذ تُنشأ أسقف على أرضيات مرتفعة تمنع وصول مياه الأمطار ولكن هذه الطريقة لا تمنع من وصول القوارض.

ثالثا:- التخزين في صوامع

تستخدم الصوامع في تخزين الحبوب فرطاً إذ تسهل من عملية نقل الحبوب وتوفير اليد العاملة لنقل وتفريغ الأكياس، وهي تتميز بما يلي:

- تبنى على شكل مربع أو مثمن (ذات سعة منخفضة) أو متعددة الأضلاع أو دائري (ذات سعة كبيرة) قطر ٢-٩م وارتفاع ١٠-٢٣م.
- يمكن تخزين أصناف مختلفة من الحبوب أو درجات مختلفة منه في حجرات مختلفة.
- سهولة عملية التخزين والتفريغ وانخفاض تكاليف التخزين.
- ذات استطاعة تتراوح بين ٥٠-٢٥٠طن.
- يمكن تصنيعها من مواد مختلفة و لهذا تصنف إلى:

د. سعد ابراهيم يوسف
جامعة الإنبار / كلية الزراعة / قسم علوم الأغذية

١- صوامع خشبية:

تستخدم في المطاحن الصغيرة ومن أهم مساوئها إمكانية نشوء الحريق.

٢- صوامع معدنية:

تصنع الصوامع المعدنية من عدة أنواع من المعادن، منها الصفائح الفولاذية المتعرجة والمغطاة بالزنك والألمنيوم.

تثبت الصفائح بواسطة براغي بعضها مع بعض وترتكز على قاعدة بيتونية.

تتوقف مقاومة الجدران المعدنية لضغط الحبوب على درجة جودة الصفائح المعدنية المستخدمة وقوة تثبيتها.

أحد نماذج بناء الصوامع المعدنية النموذج يدعى Lipp وهو يصنع من صفيحة واحدة على شكل حلزوني تربط ببعضها بواسطة جهاز خاص.

من أهم ميزات الصوامع المعدنية سهولة تركيبها وخفة الوزن وتكاليف الإنشاء المنخفضة، أما أهم مساوئها فهي ناقليتها للحرارة العالية لذلك تبنى في المناطق معتدلة الحرارة.

د. سعد ابراهيم يوسف جامعة الانبار / كلية الزراعة/قسم علوم الاغذية

٣- صوامع اسمنتية:

تبنى الصوامع البيتونية من الإسمنت المسلح ولها مزايا عديدة وبعض المساوئ: يمكن بناء صوامع ذات سعات كبيرة وقد يصل ارتفاعها حتى ٦٠ متر، وهي تلائم المناطق الحارة والساحلية لأنها مقاومة لنفوذ الحرارة والغازات والصدأ، ولكن تكاليف الإنشاء مرتفعة وبالمقابل تكاليف التخزين منخفضة.

حساب سعة الصومعة

عند تعبئة الخلية يعتبر حجم الفراغ المتشكل أعلى الصومعة بسبب تكوم الحبوب في المنتصف مساو لحجم قمع التفريغ تقريبا لذلك لا يعتبر وجود أي فراغ عند حساب سعة الصومعة.

حجم الخلية (V) يحسب اعتباراً من مساحة المقطع الدائري (F) وارتفاع الخلية (h) وفق المعادلة التالية:

$$V = F * h$$

وزن الحبوب (G) في الخلية يحسب وفق للمعادلة :

$$G = V * y = F * h * y$$

د. سعد ابراهيم يوسف
كلية الزراعة/قسم علوم الاغذية

حيث ان y وزن ١م٣من الحبوب مقدرا بالطن

١م٣ = ١٠ هيكتوليتر

اذا كان وزن الهكتوليتر ٧٨ يعني ذلك ان وزن ال١٠٠ ليتر =٧٨كغم

اي ان وزن ١م٣ = ٧٨٠كغم = ٠,٧٨ طن

بشكل عام من أجل حساب سعة خلية صومعة يعتبر وزن الحبوب كما يلي:

القمح =٠,٧٥ طن/م٣ الشعير= ٠,٦٠ طن/م٣

مثال: احسب وزن القمح الذي يمكن تخزينه في صومعة قطرها ٥ م وارتفاعها ١٢ م؟
الحل//

$$F = \frac{\Pi R^2}{4} = \frac{3.14^{*}5^2}{4} = 19.625m^2$$

وزن القمح الذي يمكن تخزينه:

$$G = F * h * y = 19.625 * 12 * 0.75 = 176.625ton$$

د.سعد ابراهيم يوسف
جامعة الانبار / كلية الزراعة/قسم علوم الاغذية

تهوية الحبوب

- إن عملية التهوية ضرورية للحفاظ على سلامة الحبوب المخزنة، و تجرى عملية التهوية إما بنقل الحبوب إلى صومعة فارغة أو بتمرير تيار هوائي ضمنها.
- تعتبر عملية نقل الحبوب إلى صومعة فارغة عملية مكلفة مع لزوم وجود صومعة فارغة.
- تتم عملية تمرير تيار هوائي عمودي من الأسفل إلى الأعلى إما بضغط الهواء من الأسفل أو عن طريق سحبه من الأعلى.
- ويتم أثناء بناء الصوامع بناء قنوات تهوية تؤمن توزع التهوية ضمن الصومعة بشكل متجانس.
- يجب إجراء التهوية عند وجود فرق كبير بين الرطوبة النسبية داخل الصومعة وخارجها أو وجود فرق في درجة الحرارة يتجاوز ٥ °م.

د. سعد ابراهيم يوسف
جامعة البعث / كلية الزراعة/قسم علوم الأغذية

فوائد التهوية

١) تبريد الحبوب وتأمين توزع متجانس للحرارة.

٢) الحفاظ على درجة حرارة الحبوب ضمن الحدود المثلى.

٣) سحب رائحة الحبوب المخزنة.

٤) توزيع العلاج الكيميائي للحشرات بشكل منتظم وجيد.

٥) منع الحبوب الرطبة عند تخزينها لمدة قصيرة من ارتفاع درجة حرارتها بشكل مفاجئ.

د. سعد ابراهيم يوسف
جامعة الانبار / كلية الزراعة/قسم علوم الاغذية

من المفضل أثناء التخزين خلط القمح المرتفع الرطوبة مع القمح منخفض الرطوبة ويتم حساب نسبة الخلط كما يلي:

$$w = \frac{A(H - x)}{x - L}$$

حيث ان

W كمية القمح منخفض الرطوبة

A كمية القمح ذي الرطوبة المرتفعة

H رطوبة القمح ذي الرطوبة المرتفعة

X الرطوبة المطلوبة لخلط القمح

L رطوبة القمح ذي الرطوبة المنخفضة

د. سعد ابراهيم يوسف
جامعة الانبار / كلية الزراعة/قسم علوم الاغذية

المصادر

١- السعيدي، محمد عبد عيسى. ١٩٩٢. كتاب تكنولوجيا الحبوب. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. مطابع جامعة الموصل.

https://www.researchgate.net/publication/334119896_bhth_alamn_alghdhayy_fy_alraq_almshklat_walhlwl.

د. سعد ابراهيم يوسف
جامعة الانبار / كلية الزراعة/قسم علوم الاغذية