جامعة البعث
كلية الهندسة الكيميائية والبترولية
قسم الهندسة الغذائية

معالجة الحشرات في الحبوب المخزنة

مشروع تخرج

إعداد

دعاء زكريا راضية الهنداوي

دعاء الدالاتي

إشراف
الدكتور المهندس فرحان أحمد الفين

عام 2013-2014

مقدمة 5

حشرات الحبوب المخزنة (INSECTS IN STORED GRAIN) 7

مراحل تطور الحشرات 7
البيوض Eggs 7
اليرقة Larva 7
الشرنقة Pupa 7
الحشرة البالغة Adult 7
أنواع الحشرات في الحبوب المخزونة 8
حشرات أولية primary insects 8
سوسة الأرز Rice Weevil 8
سوسة القمح Granary weevil 9
ثاقبة الحبوب الصغرى Lesser Grain Borer 12
خنفساء الكادل Cadelle 13
فراش الحبوب :Angoumois grain moth 14
خنفساء الخابرا Khapra beetle 16
حشرات ثانوية secondary insects 17
خنفساء الحبوب الصدئة Rusty Grain Beetle 18
خنفساء الدقيق الحمراء Red Flour Beetle 18
خنفساء الحبوب المنشارية Sawtoothed Grain Beetle 19
خنفساء الدقيق المتشابهة Confused flour beetle 20
خنفساء الدقيق ذات الرأس الطويل Longheaded flour beetle 21
خنفساء الجريش الصفراء Yellow mealworm 22
خنفساء الحبوب المستوية Flat Grain Beetle 23
فراش الطحين المتوسطية Mediterranean flour moth 23
حشرات عرضية Accidental insects 24
خنفساء التبغ cigarette beetle 24
حشرات كانسة Omnivorous insects 25
السمك الفضي Silverfish or firebrat 25
حشرات طفيلية ومفترسة Parasitic and predaceous insects: 27
الحلم (الاكاروس) MITES 27
دليل تشخيص أهم الآفات الحشرية والأكاروسية التخزينية 28
طرق تصنيف الحشرات 30
ملحق 32

مكافحة الحشرات 33

الإجراءات الوقائية 33
المكافحة الحيوية والبيولوجية 39
المكافحة الفيزيائية 39

المكافحة بالبرودة *39*
المكافحة بالحرارة *40*
المكافحة باستخدام الهواء المعدل *41*
المكافحة بالأشعة Gamma irradiation *41*
المكافحة بالكهرباء High frequency waves *42*
المكافحة الميكانيكية 42
الغربلة Sieving *42*
الجرش Crushing *42*
استخدام القوة الطاردة المركزية Centrifugal force *42*
المكافحة الكيميائية 43
المبيدات الحشرية بالملامسة Contact insecticides *43*
طريقة التدخين Fumigation *44*
طرق استعمال مواد التدخين 50
العوامل التي تؤثر على فعالية عملية التدخين Factors affecting efficiency of fumigation 51
المكافحة بالزيوت النباتية 53
طرائق أخرى OTHER APPROACHES 54

تهوية الحبوب في الصوامع 55

تعريف التهوية 55
فوائد التهوية 56
الهدف من التهوية 56
آلية التهوية 57
عملية نظام التهوية AERATION SYSTEM OPERATION 57
جدول عمل التهوية *58*
مباشرة بعد التخزين 59
آخر الخريف 59
فترة الثبات الشتوي 60
الربيع 60
الصيف 60
اتجاه حركة الهواء *61*
عمل المروحة اليومي 63

الاتجاهات الحديثة 65

مقدمة 65
المكافحة المتكاملة لآفات المواد المخزونة 66
الاتجاهات الحديثة في طرق مكافحة وحماية المخازن من الآفات 67
الهرمونات *67*
خصائص هورمونات الحشرات 67
استخدام الهرمونات في مكافحة حشرات المخازن 68
الفيرومونات *68*
خصائص الفيرومونات الجنسية 68

مجالات استخدام الفيرومونات 69
مانعات التغذية (مضادات التغذية) Antifeedants 71
المصطلحات.....74
المراجع.....77

مقدمة

ذكر الجيولوجيون أن للحشرات مع الإنسان قصة قديمة بدأت منذ خمسمائة ألف سنة وأكثر ومنذ هذا التاريخ والصراع بين الطرفين مستمر فكلاهما يضرب في الأرض يريد الزرع والضرع ويبغي الحياة.

وعندما وفد الإنسان إلى الأرض وجد نفسه وجهاً لوجه أمام عدو شديد وأعداد لا حصر لها من الحشرات سبقته إلى الوجود بأكثر من ثلاثمائة مليون سنة في أواسط العصر "الديفونى" تحاربه في رزقه وصحته وتنزل به أفدح الخسائر وإذا كانت الحشرات قد عاشت كل هذه السنين ولا تزال في تزايد مستمر حتى الآن فلابد أنها اختصت بقدرات هائلة وخصائص مكنت لنفسها بها في كل البيئات على الأرض.

وحشرات المخازن هي مجموعة من الحشرات ذات الأهمية الاقتصادية الكبيرة وتسبب خسائر سنوياً تقدر بعدة ملايين، حيث أنها من الآفات الحشرية الخطيرة وذلك لكثرة أنواعها وانتشارها الواسع في جميع البلاد وتحت مختلف الظروف.

ويرجع هذا الانتشار الواسع لأنها لا تقتصر على مادة واحدة في غذائها بل يتنوع غذائها ليشمل كل ما هو مخزون، فهناك مجموعة من الحشرات تتغذى على أغلب المواد ذات الأصل الحيواني أو النباتي كالجبن واللبن واللحوم والأسماك المجففة والعظام والجلود بأنواعها والشعر والفراء والريش والصوف واللباد والسجاجيد والحرير الصناعي والطبيعي والقطيفة وكذلك الأثاث المنجد حتى الجثث وبقايا الحيوانات الميتة.

وهناك مجموعة أخرى من حشرات المخازن تتغذى على الفواكه المحفوظة والمجففة والشوكولاته وأنواع عديدة من الحلوى والزبيب واللوز وجوز الهند المبشور وكذلك التمر سواء الرطب أو الجاف أو نصف الجاف مما يؤثر سلباً على محصول التمر أثناء تخزينه ويسبب له أضراراً بالغة.

هناك مجموعة أخرى من حشرات المخازن تختص بإصابة جميع أنواع الحبوب سواء الحبوب النجيلية أو البقولية ولا تترك الحبوب إلا قشوراً فارغة لا تصلح للإستهلاك أو الإنبات.عادة تبدأ الإصابة طفيفة غير محسوسة, ولكنها لا تلبث أن تزداد خطورتها بعد وقت قصير, نتيجة

التكاثر السريع لهذه الحشرات في الجو الحار خاصة الذي يتوافر في المخازن, وتتغذى معظم الحشرات على المحتوى النشوي للحبوب, ولكن اليرقات في بعض الحشرات تبدأ بإتلاف الجنين.

مما سبق يتضح أن آفات الحبوب والمواد المخزونة أصبحت تشكل مشكلة وخطراً قومياً جسيماً، وذلك لأن التخزين غير الجيد للمنتجات يترتب عليه فقد الكثير منها وخفض قيمتها الغذائية وتعرضها للإصابة بالآفات المختلفة كالحشرات والفئران والطيور والكائنات الحية الدقيقة كالفطر والبكتيريا كما تتأثر صفاتها بفعل الحرارة والرطوبة بالمخزن.

لذلك تعمل الدولة جاهدة على إتباع الطرق الحديثة والوسائل التكنولوجية المتقدمة في التخزين والمكافحة المتكاملة وذلك لتقليل الخسائر الحادثة للحبوب المخزونة وحدها والتي قدرت بما يزيد عن 15% من الإنتاج الزراعي نتيجة فعل الحشرات فقط.

ختاماً، يمكن القول أن مكافحة حشرات المخازن أمر هام لأن في ذلك الحفاظ على ممتلكات الإنسان وغذائه وكسائه وأثاث منزله.

ومن هنا سوف نلقى الضوء على أهم حشرات المخازن التي تصيب الحبوب المخزونة ومنتجاتها، بل كل ما هو مخزون مع شرح لأهم طرق الوقاية والعلاج من هذه الحشرات والله الموافق.

حشرات الحبوب المخزنة (Insects in stored grain)

مراحل تطور الحشرات

تمر حشرات الحبوب المخزنة بالمراحل التالية (الشكل 1):

البيوض Eggs

تضع الحشرات بيوضها داخل شقوق الحبات أو في الغبار مثل سوسة المخزن التي تضع بيوضها داخل الحبات.

اليرقة Larva

وهي المرحلة الوحيدة التي تنمو خلالها الحشرات وهي تستهلك عدة أضعاف وزنها من الحبوب، ولا يمكن لجلد اليرقات أن يتمدد، إنه يتغير بشكل دوري مما يسمح لها بزيادة حجمها، إن الجلد المنزوع الموجود في الحبوب أو البذور الزيتية أو منتجاتها يدل على أن الحشرات موجودة.

الشرنقة Pupa

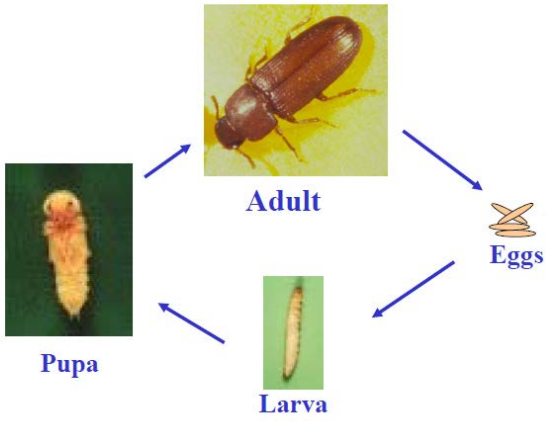
تتشكل بعد مرحلة اليرقة, لا تتغذى في هذه المرحلة حيث توضع الحشرة في خلية أو شرنقة من صنع اليرقة, تخضع لتغيرات داخلية وخارجية لتتطور إلى مرحلة الحشرة البالغة .

الحشرة البالغة Adult

إن الحشرات البالغة للمنتجات المخزنة تكون بطول 0.1-1.2 cm تملك ثلاثة أزواج من الأرجل وتنقسم أجسامها إلى ثلاثة أجزاء:

- الرأس يتضمن الفم و أعضاء الإستشعار.
- الصدر ويحمل الأرجل والأجنحة.
- البطن ويحتوي على الأعضاء التناسلية.

تستطيع الحشرات البالغة التحرك في الفراغات بين الحبوب كما أنها تستطيع أن تخترق عميقا كومة من الحبوب أو البذور الزيتية باستثناء العث وخنافس العنكبوت ويمكن لبعض حشرات الحبوب المخزنة الطيران وللخنافس أجنحة متطورة لكن لا تستطيع الطيران بالرغم من أن خنفساء الحبوب الصدئة وخنفساء الدقيق الحمراء يمكن لها أن تطير بشكل جيد.



الشكل 1: مراحل تطور الحشرات.

أنواع الحشرات في الحبوب المخزونة

إن التمييز الصحيح للحشرات الموجودة في الحبوب المخزنة مهم من أجل معرفة طرق السيطرة الأكثر ملائمة. بعض الحشرات الموجودة في الحبوب المخزنة تتغذى على الحبوب بينما البعض الأخر من هذه الحشرات تتغذى على الفطور التي قد تتطور في الحبوب المخزونة.

يمكن تقسيم الحشرات التي تصاحب الحبوب أثناء التخزين إلى ما يلي:

حشرات أولية primary insects

وهي التي تستطيع إصابة الحبوب السليمة وتتطور الأطوار المختلفة غير الناضجة النمو ضمن الحبوب، ومن أهمها:

سوسة الأرز Rice Weevil

الاسم العلمي: Sitophilus oryzae (Linnaeus)

وصف الحشرة

حشرة لونها بني محمر مائل للسواد عليها أربع بقع حمراء فاتحة أو صفراء على الظهر والصدر فيه ثغرة مستديرة الشكل, ولها خرطوم طويل مستطيل بقرب نهايته زوج من الفكوك العليا، يبلغ طولها 3–4 مم وتختلف عن سوسة الحبوب بأن لها أجنحة خلفية ولذلك يمكنها الطيران (الشكل 2).

تاريخ الحياة

يعتبر تاريخ حياة سوس الأرز وسوسة الحبوب متشابهاً تماماً، وهي حشرة قادرة على الطيران تنشط في الليل أكثر من النهار وتتغذى باستمرار فتستهلك 1مغ من القمح في اليوم , وتفضل الأماكن الرطبة بحدود 70 %، حساسة جدا للصدمات فهي تغادر كتلة الحبوب عند تقليبها. بعد التزاوج تضع الإناث بيضها في حفر تصنعها بخرطومها في الحبوب ثم تغطيها بإفراز صمغي وتتراوح ما تضعه أنثى الحشرة الكاملة من سوسة المخزن 50–150 بيضة وأنثى سوسة الأرز 300–400 بيضة وتفقس البيوض بعد عدة أيام إلى يرقات عديمة الأرجل تتغذى داخل الحبة لذلك لا ترى اليرقات ذات اللون الأبيض بين الحبوب، ثم تتحول داخلها بعد تمام نموها إلى عذراء داخل شرنقة وتخرج الحشرة الكاملة بعد أن تصنع لها ثقباً تخرج منه وتبلغ مدة الجيل بين أربعة وسبعة أسابيع، وللحشرة مابين خمسة أجيال في السنة. تعيش الحشرة الكاملة مابين شهرين وخمسة أشهر.

أضرار الحشرة

السوس بنوعيه يصيب حبوب القمح والشعير والأرز والذرة الشامية والذرة الرفيعة والمعكرونة وتصيب الحشرة الكاملة من سوسة المخزن ويرقاتها الحبوب داخل المخزن أما سوسة الأرز فإنها تستطيع الطيران وتصيب الحبوب في الحقل قبل الحصاد وفي البيدر والمخازن، ويوجد في الحبوب الصغيرة يرقة واحدة، أما الحبوب الكبيرة كالذرة الشامية فتوجد بها أكثر من يرقة داخل الحبة الواحدة، وتتكرر إصابة الحشرة للحبوب داخل المخزن وفضلاً عن هذا فإنها تعطي الحشرات الأخرى التي تسعى في إثرها فرصة التكاثر المبكر أيضاً فيزداد الضرر.

سوسة القمح Granary weevil

الاسم العلمي: Sitophilus Granarius

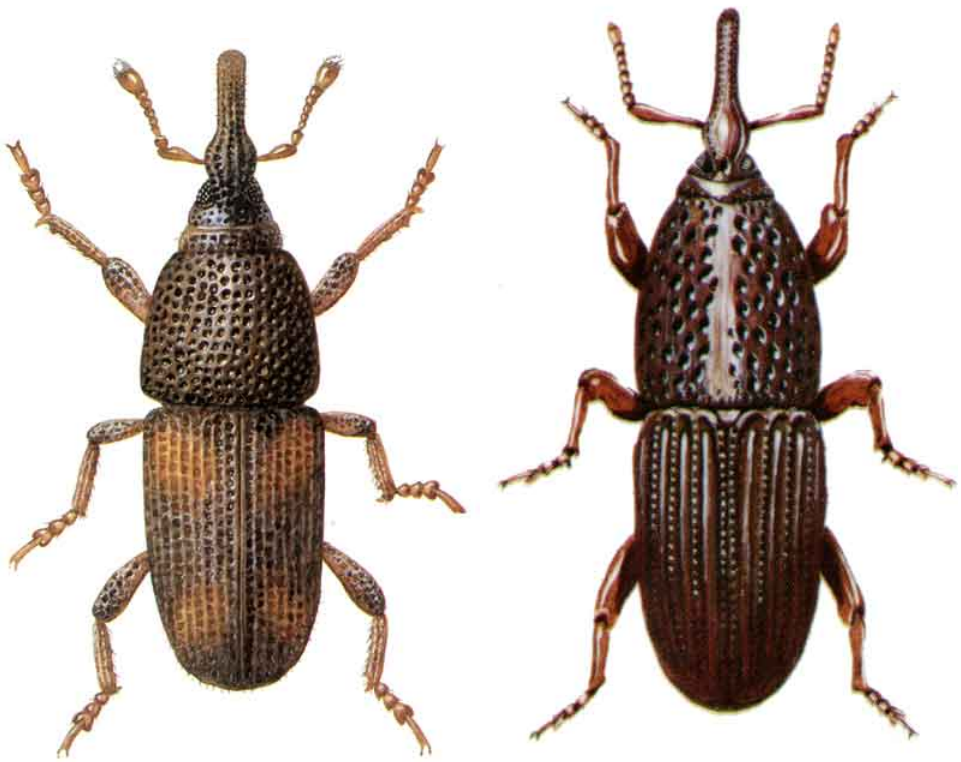
وصف الحشرة

تتميز السوسة البالغة بخرطومها المستطيل الطويل. يبلغ طول الحشرة البالغة 3.5 مم ، وهي ذات لون إما بني أو أسود. الصدر يتميز بوجود منخفضات، وليس هناك أجنحة تحت أغطية الجناح، لذا هذا النوع لا يطير. الحشرات الشبيهة بها سوسة الأرز, وسوسة الذرة. يمكن التعرف عليهم بسهولة من خلال وجود أجنحة كاملة النمو، منخفضات مستديرة على الصدر (الشكل 2).

تاريخ الحياة

تضع الأنثى بيوضها داخل الحبة بعد أن تفتح ثقب فيها. تغلق الفتحة وتفقس البيضة. تتغذى اليرقة وهي ماتزال داخل الحبة حتى تصبح شرنقة.تظهر الحشرات البالغة الجديدة بعد اكتمال التحول. يمكن للانثى أن تضع بين خمسون ومئتين وخمسون بيضة، تفقس البيوض خلال شهر في الأجواء الدافئة وتطول هذه الفترة كلما كانت الحبوب باردة.

عادة ما ترتبط الإصابة في الحقول مع المناخات الرطبة الدافئة، كما في المناطق المدارية. ان تجفيف الحبوب في ظل هذه الظروف قد يستغرق بعض الوقت، وغالبا ما ترتبط الاصابة في الحقول مع طول فترة التعرض.



الشكل 2: سوسة القمح (اليمين)، وسوسة الارز (اليسار).

فيما يلي مقارنة بين سوسة الارز وسوسة القمح:

سوسة الأرز	سوسة القمح (المخزن)
-صغيرة الحجم نسبياً (3.5-2.5مم) اللون بنى مشوب بحمرة أو أسود.	-أكبر حجماً (5-3مم) ، اللون كستنائى فاتح أو قاتم.
-الغمدان منفصلان وعل كل منهما خطوط طولية متقاربة وعليها نقر، الجناحان الخلفيان موجودان.	-الغمدان ملتحمان بجانبى الجسم والخطوط الطولية عليها متباعدة الجناحان الخلفيان غير موجودان.
-للحشرة القدرة على الطيران.	-ليس للحشرة القدرة على الطيران.
-تصيب المحصول القائم فى الحقل ثم تصيبه فى المخزن.	-إصابتها للحبوب محدودة داخل المخزن.
-يوجد على كل غمد بقعتان لونهما برتقالي.	-لا توجد بقع على الغمدين.
-الحلقة الصدرية الأولى عليها نقر مستديرة.	- الحلقة الصدرية الأولى عليها نقر طويلة نسبياً.
-تفضل الجو الحار.	- تفضل الجو المعتدل أو الحار الرطب.
-تعيش الحشرة الكاملة 5-4 شهور وتضع خلالها 400-300 بيضة، مدة الجيل أقل من شهر صيفاً.	-تعيش الحشرة الكاملة 8-7 شهور تضع خلالها 250-100 بيضة، مدة الجيل شهر صيفاً.
-تتربى اليرقة فى أحد نصفى حبة القمح وتستهلك 25% من مكوناتها.	-تتربى اليرقة وسط الحبة وتستهلك 55% من مكوناتها.
-ثقب خروج الحشرة الكاملة صغير وذو حواف منتظمة.	-ثقب خروج الحشرة الكاملة أكبر نسبياً وذو حواف ممزقة.

ثاقبة الحبوب الصغرى Lesser Grain Borer

الاسم العلمي *Rhyzopertha dominica*

وصف الحشرة

من أهم الحشرات الضارة بالحبوب وتوجد بكثرة في المخازن وتتميز عن باقي حشرات الحبوب بشكلها الأسطواني وعند النظر المباشر من الجهة العلوية يختفي الرأس بغطاء الصدر لذلك لا ترى العيون والفم إلا من الجانب ومجهزة بفكوك قوية تمكنها بهذه الفكوك ثقب الخشب والحبوب. وحجمها صغير إذ يبلغ طولها 3 مم ولونها إما بني محمر أو غامق أو أسود (الشكل 3). يمكن أن تتحمل درجات الحرارة العالية والحبوب الجافة (محتوى الرطوبة أقل من 12%). الحشرات البالغة هي حشرات طائرة، يمكن أن تعلق بسهولة بواسطة المصائد الفرمونية خلال الحصاد. ومع ذلك، فإن الاصابة قليلة بالمقارن مع نسبة الحشرات العالقة في هذه المصائد.

تاريخ حياتها

تضع الأنثى بين 200–500 فردياً أو مجاميع على الحبوب من الخارج، وتفقس البيض بعد أيام قليلة إلى يرقات بيضاء تزحف بنشاط بين الحبوب وتتغذى على الدقيق والفضلات الناتجة عن إصابة الحشرات الأخرى للحبوب.ثاقبة الحبوب الصغرى البالغة واليرقة يمكنها ثقب الحبوب من الداخل إلى الخارج ومن الخارج إلى الداخل للحبوب السليمة. الحشرات البالغة واليرقات لها فكوك قوية تستعمل لخرق الحبوب وخلق فتحات كبيرة غير منتظمة الشكل. تعيش الحشرات البالغة من شهرين إلى ثلاثة أشهر. تكمل دورة حياتها في أربعة أسابيع عند درجة حرارة 35°م وسبعة أسابيع عند درجة حرارة 22 °م وتتوقف عند حرارة أقل من 18 °م.

مقاومة المبيدات الحشرية:

تظهر ثاقبة الحبوب الصغرى مقاومة عالية للمالثيون malathion الذي يستخدم بشكل شائع في مناطق إنتاج القمح. وهي متوسطة المقاومة للمبيدات الحشرية كلوربيرفوس الميتيل، وهو متوسط إلى منخفض المقاومة لغاز الفوسفين.

الشكل 3: ثاقبة الحبوب الصغرى.

أضرار الحشرة

يمكن تمييز الاصابة البالغة بهذه الحشرة من خلال وجود رائحة عفن حلوة في المخزن. هذه الرائحة ناتجة عن فورمون التجمبع المنتج من قبل الذكور، وهو مادة اغراء فعالة للاستعمال في المصائد. هذه الأنواع قادرة جدا على التسبب بالحبات المتضرة بالحشرات حبات insect-damaged-kernels (IDK)، وهي مهمة في تقدير جودة العينات. حشرات السوس تسبب أيضا الحبات المتضرة بالحشرات (IDK)، ولكن تظل يرقاتها داخل الحبوب.

خنفساء الكادل Cadelle

الاسم العلمي* Tenebroides mauritanicus *(Linnaeus)

تعتبر أحياناً أخطر حشرات الحبوب المخزونة فإذا كثر وجودها صار ضررها شديداً وخصوصاً في المطاحن.

وصف الحشرة

حشرة مفلطحة الجسم سوداء اللون طولها 8 مم لها فكوك قوية ورأسها مع صدرها متصلان بالبطن بحلقة صغيرة (الشكل 4).

تاريخ حياتها

تمضي الحشرة بياتها الشتوي على حالة يرقة أو حشرة كاملة وتضع أنثاها بيضها على المواد الغذائية تكون نحو 1200 بيضة في مجاميع، ويفقس بعد مدة تتراوح بين 7–10 أيام في الجو الدافئ إلى يرقات لونها أبيض مصفر ورأسها أسود، وتوجد بقع سوداء على الثلاث حلقات الصدرية الأولى لونها بني غامق وتتم اليرقة دورة حياتها بعد مدة تتراوح بين شهرين وأربعة عشر شهراً ثم تنعزل في ركن من الأركان للتحول إلى عذراء ثم تخرج الحشرة الكاملة، وللحشرة الكاملة جيل واحد في السنة وتمتاز يرقات هذه الحشرة بالحفر في أخشاب المخازن والاختباء فيها حتى يتعذر إخراجها عند التنظيف ولولا أن هذه الحشرة ستستغرق وقتاً طويلاً في تاريخ حياتها وأن الخنافس والديدان تفترس بعض الحشرات وتفتك ببعضها البعض لكانت من أشد حشرات الحبوب المخزونة ضرراً.

الشكل 4: خنفساء الكادل.

فراش الحبوب: Angoumois grain moth

***الاسم العلمي (Olivier)* Sitotroga cerealella**

سميت باسم فراشة الانجوموا لأنه أول أثر لضرر الحشرة ظهر في مقاطعة أنجوموا بفرنسا عام 1736 ثم انتشرت الحشرة بعد ذلك وعرفت في بقاع كثيرة في العالم.

تعتبر هذه الحشرة من حيث الضرر على الحبوب بعد السوس وهي تصيب القمح والشعير والذرة والأرز.

وصف الحشرة

فراشة صغيرة رقيقة الجسم طولها 6 مم ولون الجسم والأجنحة الأمامية بني مصفر والأجنحة الخلفية رمادية تمتد طرفها الخارجي على شكل سبابة الإصبع وعلى طرف الأجنحة الخلفية شعور طويلة والمسافة بين طرف الأجنحة 15 مم.

تاريخ حياتها

يكثر وجودها على الحبوب المصابة وهي سريعة الطيران والانتقال وقد تضع الأنثى الواحدة تقريباً مابين 40–389 بيضة فردياً أو في مجموعات بين صفوف الذرة أو في شقوق حبوب القمح أو الشعير أو على سنابل القمح في الحقول لونه أبيض محمر تفقس البيض بعد أربعة أيام إذا كانت درجة الحرارة مرتفعة وبعد أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع إذا كانت درجة الحرارة منخفضة وتثقب اليرقة بعد الفقس داخل الحبة وتتغذى بداخلها على المواد النشوية وتكون طولها عند تمام نموها 5 مم لونها أبيض ورأسها مصفر ولها ثلاثة أزواج من الأرجل الصدرية الحقيقية وخمسة أزواج من الأرجل الكاذبة وتأكل اليرقة الغلاف البذري تاركة غطاء رقيقاً لخروج الحشرة الكاملة وقد يستدل على الإصابة بوجود الثقوب المستديرة على الحبوب وتبلغ مدة الطور اليرقي خمسة أسابيع ثم تعزل اليرقة شرنقة حريرية داخل الحبة تتحول فيها إلى عذراء وتخرج الفراشة من ثقب مستدير بالحبة بعد مدة تتراوح بين 20–25 يوماً وللحشرة بين خمسة وسبعة أجيال في السنة.

الشكل 5: فراش الحبوب.

أضرار الحشرة

تتغذى اليرقات على المواد النشوية في الحبوب، وقد تفقد وزن حبة الذرة أثناء تكوين الحشرة بمقدار 15–25% من وزن الحبة ولذلك فإنها سبب خسائر جسيمة للحبوب في المخزن وهي من الحشرات التي لديها مجالاً لزيادة الضرر فتقل وزن الحبوب وتقل قوة الإنبات، وينحط قيمة الدقيق لكثرة وجود البراز والأجزاء الحشرية الأخرى.

خنفساء الخابرا Khapra beetle

***الاسم العلمي Everts* Trogoderma granarium**

تنتشر هذه الحشرة في جميع أنحاء العالم خاصة منها القارة الأفريقية والآسيوية وبعض الدول الأوروبية وتعاني منها الكثير في سبيل القضاء عليها وذلك لأن الحشرة مقاومة لظروف المعيشة القاسية ويمكن ايجازها في الآتي:

1– تعيش على منتجات الحبوب من دقيق ومعكرونة وبسكويت وتتكاثر على بذور الخروع والقطن وقد وجد نوع منها تعيش على جميع المنتجات الحيوانية وخاصة الصوف.

2– جمع أطوار الحشرة مقاومة للحرارة والجفاف ويمكنها تحمل درجة الحرارة بمعدل 45 درجة مئوية.

3– يمكنها العيش في رطوبة نسبية منخفضة 2%.

4– تعيش اليرقة في المستودعات الفارغة لمدة 4 سنين بدون غذاء.

الوصف

الحشرة الكاملة لونها بني محمر مائل للسواد يوجد بعض البقع والتموجات على الأجنحة الغمدية لونها أحمر فاتح مائل للصفار ونلاحظ الجسم مغطى بطبقة من الشعر القصير وهذا مما يسمح لها بالانسياب بين الحبوب. طولها يتراوح مابين 1.6 –1.8 مم وتوجد أنواع من الخابرة أكبر حجماً (الشكل 6).

اليرقة

يرقة صغيرة سريعة الحركة لونها برتقالي مائل للصفار مع وجود هالة بنية اللون على ثلاثة حلقات بطنية الأخيرة طولها 3 مم تغطي جسمها شعيرات طويلة يختلف عددها حسب الأنواع

وهذا مما يساعد على التحرك والانسياب بين الحبوب بسرعة أيضاً هذا مما يساعدها على مقاومة المواد الكيماوية المخلوطة مع الحبوب لوقايتها أثناء التخزين.

تاريخ الحياة

تضع الأنثى بيضها البالغ عدد من 35–126 بيضة بين شقوق الحبة والفجوات بدون أن تعطيه مادة صمغية كما في الحشرات الأخرى وتضعه بحالة إفرادية وتاريخ حياتها من البيضة حتى الحشرة الكاملة تحتاج 26 يوماً على درجة حرارة 38 درجة مئوية أما على درجة حرارة 22–23 درجة مئوية تطول فترة الحياة إلى 60يوماً واليرقة يمكنها العيش ضمن المستودع الفارغ والذي كان فيه مخزن حنطة سابقاً مدة أربع سنوات بدون غذاء والضرر ينتج من الطور اليرقي، أما الحشرة الكاملة فترة حياتها قصيرة.

الشكل 6: خنفساء الخابرا.

حشرات ثانوية secondary insects

الحشرات الثانوية لا يمكن أن تصيب الحبوب السليمة لكنها تتغذى على الحبوب المكسورة والحطام وحبوب الأعشاب ذات الرطوبة المرتفعة، والحبوب التي تضررت بالحشرات الأولية. بشكل عام, الأطوار غير الناضجة تتواجد خارج الحبوب. على الرغم بأنه غاليا ما يظن أن الحشرات الثانوية لا يمكنها البدء بالضرر الخارجي للحبوب. إن هذا غير صحيح، حيث أنه معظم حالات تخزين الحبوب، هناك كميات كافية من الحبوب المكسور وحطامها، لدعم الضرر من قبل هذه الحشرات. علاوة على ذلك,فإن الحشرات الثانوية تساهم بشكل مباشر في تلف الحبوب تماما بشكل مشابه للحشرات الأولية. ومع ذلك، فإن أنواع الحشرات الأكثر ضررا هي تلك التي تتغذى من داخل الحبة نفسها، مما تسبب الحبوب المتضررة بالحشرات (IDK). يتم خفض سعر القمح عندما يتم تصنيف العينات في وقت البيع، استنادا إلى عدد

الحبات المتضررة بالحشرات (IDK)، بالاضافة على وجود الحشرات حية، وغيرها من عوامل جودة الحبوب.

تم العثور على سبعة أعضاء من الحشرات في مخازن الحبوب في جميع أنحاء العالم، ولكن الحشرات الأساسية لا تزال في المقام الأول من غمدية الأجنحة *Coleoptera* وقشريات الجناح *Lepidoptera*.

خنفساء الحبوب الصدئة Rusty Grain Beetle

***الاسم العلمي (Stephens)* Cryptolestes ferrugineus**

يتم وضع البيض بين الحبوب وفي الشقوق التي توجد على سطح الحبوب.تتغذى اليرقات بعد التفقيس على طبقة جنين القمح وعلى الحبوب المكسورة وغبار الحبوب. وهي تتواجد بأعداد كبيرة خصوصا خلال الشتاء، داخل المواد الناعمة التي تتواجد في مركز كتلة الحبوب. تستطيع الحشرات البالغة الطيران. يمكن أن تضع الاناث ما يصل إلى 400 بيضة خلال عمرها الذي يمتد حتى تسعة أشهر.تتميز هذه الحشرات الصغيرة (بطول 2 مم) بسهولة بواسطة قرون الاستشعار الطويلة جدا (الشكل 7).

الشكل 7: خنفساء الحبوب الصدئة.

خنفساء الدقيق الحمراء Red Flour Beetle

الاسم العلمي (Triboliumcastaneum)

وهي حشرة شائعة في الحبوب المخزونة, ومنتجات الحبوب المصنعة, والبذور الزيتية, والبندق والفاكهة المجففة. إن خنفساء الدقيق الحمراء هي حشرة خارجية أي أنها ثانوية. ونادرا ما

توجد في الحبوب وهي ترتبط أكثر بمنتجات الطحن. وتنمو خنفساء الدقيق الحمراء ببطئ وبصعوبة على الحبوب السليمة. يتسارع تكاثر الحشرة بتواجد بعض المواد الناعمة في الحبوب المخزنة وخاصة عند رطوبة حبوب أكثر من 12 %.

الخنافس البالغة بنية محمرة (طولها 2 – 4.5 ميلمتر) (الشكل 8) لها قرون الاستشعار. يمكن للأنثى أن تضع حتى 450 بيضة خلال حياتها. تعيش الحشرة البالغة من 200 يوم إلى سنتان ويطير في ظل ظروف دافئة. تكتمل دورة حياتها في أربعة أسابيع عند درجة حرارة 30 °م و 11 أسبوع عند درجة حرارة 20 °م وتتوقف تحت درجة حرارة 20 °م.

الرائحة السيئة اللاذعة للحبوب المخزنة إشارة للإصابة الكبيرة بخنافس الطحين الحمراء. تظهر خنفساء الطحين الحمراء مقاومة للملاثيون malathion ولبعض المبيدات الحشرية المستعملة للحبوب المخزنة.

الشكل 8: خنفساء الدقيق الحمراء.

خنفساء الحبوب المنشارية Sawtoothed Grain Beetle

***الاسم العلمي* Oryzaephilus surinamensis**

تصيب هذه الحشرة الحبوب المخزونة ومنتجاتها والفواكه المحفوظة وغيرها من المواد الغذائية النباتية وهي منتشرة في جميع أنحاء العالم وتعتبر أقل أهمية من أنواع السوس وثاقبة الحبوب الصغرى وهي حشرة صغيرة الحجم مفلطحة الشكل لونها بني أو أسود غامق طولها 3.5 مم سميت بالمنشارية لأنه يوجد على كل جانب من صدرها ستة أسنان متساوية (الشكل 9).

تتحرك الحشرة البالغة بسرعة على الحبوب المخزونة، وتستطيع الحشرة البالغة الطيران في الاحوال الدافئة.

تاريخ حياتها

تضع الأنثى خلال حياتها التي قد تمتد حتى عامين بيضها البالغ عددها مابين 43–85 بيضة فردياً بين وعلى مواد الطعام أو في شقوق حبوب القمح والشعير وبيضها صغير اللون مستطيل يفقس بعد 3–15 يوم إلى يرقات صغيرة تتغذى على الحبوب وتنتقل من حبة إلى أخرى وتتم نمو اليرقات بعد أسبوعين وتنسج اليرقة شرنقة تلتصق بجسم الحبوب المكسورة بإفراز صمغي ثم تتحول داخل الشرنقة إلى عذراء تخرج منها الحشرة الكاملة بعد أسبوع ومدة الجيل في الأحوال المناسبة نحو شهر.

الشكل 9: خنفساء الحبوب المنشارية.

خنفساء الدقيق المتشابهة Confused flour beetle

الاسم العلمي Triboliumconfusum

هي حشرة حمراء بنية اللون مسطحة بيضاوية الشكل طولها 3.5 مم (الشكل 10) وعلى صدرها نقط وعلى غمدها خطوط غائرة بها وتوجد في المطاحن والمخازن ومتوسط عمرها سنة وقد يصل عمرها إلى ثلاثة سنوات ومتوسط ما تضعه أنثاها على الدقيق وغيره من الأطعمة من بيوض يتراوح عدده 450 بيضة تغطيها الحشرة بإفراز لزج يغلفها بالدقيق وغيره من الأطعمة ثم تفقس بعد 11–12 يوم إلى يرقات تتحول إلى عذراء بيضاء اللون ماتلبث أن يصفر لونها وتتحول إلى اللون البني ومتوسط المدة التي ستستغرقها أطوارها من البيضة إلى الحشرة الكاملة نحو ستة أسابيع صيفاً.

الشكل 10: خنفساء الدقيق المتشابهة

خنفساء الدقيق ذات الرأس الطويل Longheaded flour beetle

الاسم العلمي* Latheticus oryzae *Waterhouse

الوصف

تبلغ الحشرة الكاملة من 2.5 الى 3 مم في الطول, اللون العام بني مصفر باهت, ولكنه زاهي (الشكل 11).

الانتشار

تنتشر في المناطق المدارية.

دورة الحياة

تعتبر درجة حرارة 35 °م , 85 % رطوبة نسبية هي انسب ظروف لتطور الحشرة, وتحت هذه الظروف يفقس البيض خلال 3,5 أيام و يستغرق الطور اليرقي 15 يوما ينسلخ خلالها 7 انسلاخات وتخرج الحشرات الكاملة من العذارى بعد 3,7 من الأيام, ويقف تطور هذه الحشرة على درجات الحرارة التي تقل عن 25 °م و رطوبة نسبية اقل من 30%, ولذلك يقتصر انتشار هذه الحشرة ونشاطها على المناطق الحارة.

الشكل 11: خنفساء الدقيق ذات الرأس الطويل.

خنفساء الجريش الصفراء Yellow mealworm

الاسم العلمي* Tenebriomolitor *L.

الحشرة الكاملة يبلغ طولها 13–15 مم, اللون العام اسود لامع مشوب بالبني – تميل إلى التفلطح. يمتد على الغمدين خطوط طويلة.الهيكل الخارجي لجسم الحشرة صلب, اللون اصفر إلى ذهبي, الطول من 2.5 إلى 3 مم ينتهي البطن بزوج من الزوائد التي لا تلتحم عند قواعدها (الشكل 12).

الشكل 12: خنفساء الجريش الصفراء.

خنفساء الحبوب المستوية Flat Grain Beetle

***الاسم العلمي* Cryptolestes pusillus**

تغزو معظم الحبوب المحزونة وتتَغذى على الحبوب المتضررة, لون الحشرة بني محمر، سريعة الحركة ومستوية وصغيرة (طولها 2 ميلمتر) (الشكل 13) ذات قرون استشعار طويلة. الحشرة البالغة يمكنها الطيران ويمكن أن تعيش لعدة شهور.تضع الإناث حتى 300 بيضة في المنتجات.

الشكل 13: خنفساء الحبوب المستوية.

فراش الطحين المتوسطية Mediterranean flour moth

ئ الإزطحى Ephestiakuehniella Zeller

تتغذى يرقات الحشرة على الدقيق ومنتجاته والفواكه المجففة والمسكرة والحبوب المجروشة وتنسج خلالها أنفاقاً متماسكة الأجزاء وتكثر هذه الكتل في المطاحن وبسبب تماسك الأنابيب وتعطلها عن العمل ونقل ضررها إلى المطاحن التي تعقم سنوياً والحشرة عبارة عن فراشة شهباء اللون يبلغ طول أجنحتها الأمامية 21 مم ولونها رمادي باهت على خطوط عرضية متعرجة وأجنحتها الخلفية بيضاء مسمرة عليها أهداب كثيفة على حافتيها (الشكل 14).

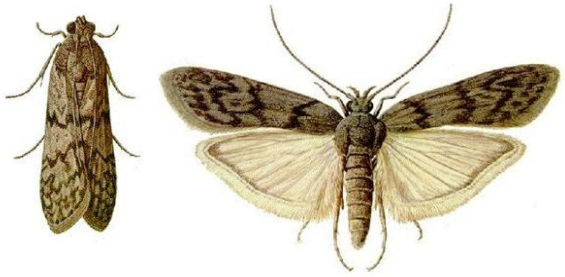
تاريخ حياتها

تضع الأنثى بيضاً صغيراً أبيض اللون على الدقيق والريش وتفقس البيض بعد بضعة أيام إلى يرقات صغيرة تبلغ طولها عند تمام نموها نصف بوصة، ولونها أبيض قرنفلي ويوجد بقع

سمراء على جسمها وتنسج اليرقة الكاملة النمو شرنقة حريرية تتحول داخل اليرقات إلى عذراء وتخرج الفراشات بعد 8–9 أسابيع.

أضرار الحشرة

تصيب يرقاتها الحبوب الصلبة الكاملة غير المكسورة ولا المجروشة وتكون نسبة الإصابة في أول الموسم بسيطة ولكنها تأخذ في الازدياد السريع أثناء النضج والحصاد وتستمر بدرجة أشد في المخزن.



الشكل 14: فراشة الطحين المتوسطية.

حشرات عرضية Accidental insects

لا تصيب الحبوب أصلا, ولكنها قد توجد أحيانا في المخازن على أكوام الحبوب, ومن أمثلتها

خنفساء التبغ cigarette beetle

الاسم العلمي Lasiodermaserricorne Fab

خنفساء التبغ حشرة بنية اللون (الشكل 15), يرقاتها بيضاء مائلة إلى البرتقالي, عليها شعيرات, رأسها منحني إلى الأسفل. تتغذى خنفساء التبغ على الأوراق الجافة وتحدث بها ثقوبا, ثم تتحول إلى حشرة كاملة, وتضع البيض على أوراق التبغ لتعيد دورة حياتها, كما تصيب الخنفساء التبغ عدد من المحاصيل المخزنة.

للوقاية من خنفساء التبغ عليك بالأتي :

1. رش المستودعات قبل دخول البالات بمحاليل مبيدات ذات أثر متبقي.

2. إحكام إغلاق المستودعات، ووضع أغطية شبكية على النوافذ.

3. عدم وضع مواد تشجع تكاثر وانتشار حشرة خنفساء التبغ بجانب المستودعات, مثل بذور القمح والقطن وغيرها.

ولمكافحة حشرة خنفساء التبغ: يجب تعقيم المستودعات بمادة فوسفيد المغنيزيوم (باشراف المؤسسة), أو غيرها من الغازات السامة, واستعمال مصائد ضوئية لمعرفة نشاط الحشرة واصطيادها, كما ينصح باستعمال المصائد الفرمونية لجذب الذكور والقضاء عليها.

الشكل 15: خنفساء التبغ.

حشرات كانسة Omnivorous insects

تعيش على الحبوب الرطبة المتعفنة, وعلى براز أنواع أخرى من الحشرات, وأجسامها الميتة, كما تتغذى على المادة الدقيقة التي تتساقط من الحبوب المصابة, ومن أمثلتها السمك الفضي خنافس الدقيق (.Tribolium sp),

السمك الفضي Silverfish or firebrat

الاسم العلمي Lepismasaccharina

الوصف

هذه الحشرة عديمة التحولAmetabolus، وهي حشرة غير مجنحة ولونها فضي نظرا لتغطية جسمها بحراشيف فضية، ويتكون بطنها من 11 حلقة عليها بعض الزوائد البطنية (الشكل

16). والقرون الشرجية طويلة عديدة الحلقات وقد يوجد بين القرنين زائدة وسطية طويلة وخيطية الشكل.

الموطن

تعيش في المناطق الحارة والمعتدلة. وتعيش في البيوت أو بين الأوراق الجافة والحشائش أو في النبات في الحقول المزروعة.

المعيشة التغذية

في البيوت، تتغذى هذه الآفة على المواد العضوية وكثيراً ما تتلف الصور والكتب بسبب تغذيتها على الصمغ والمواد النشوية الموجود بأغلفة الكتب. وفي الحقول، تتغذى على النباتات الميتة والمواد العضوية.

التكاثر :

تفقس الصغار شبيهة بالأم حيث لا تختلف عند فقسها عن الحشرة الكاملة في التركيب الخارجي. ولهذا، فإن التحول في هذه الحشرة معدوم. وتنمو الصغار إلى أن تصل إلى الطور البالغ الغير مجنح في غضون عدة أسابيع.

الأهمية

تتلف أغلفة الكتب والطبقة اللامعة في الصور والأقمشة المنشاة وغيرها بسبب تغذيتها على تلك المواد. لذا فهي توجد داخل المساكن بين الكتب وخلف الصور، وتنشط ليلا وتختبئ نهاراً وراء تلك الأشياء.

المقاومة

تقاوم هذه الآفة بتنظيف الصور والكتب من وقت لآخر لضمان التخلص منها إن وجدت، وأيضاً استعمال المبيدات المناسبة لرش المكتبات الكبيرة لحماية الكتب.

الشكل 16: السمك الفضي.

حشرات طفيلية ومفترسة Parasitic and predaceous insects:

وهي تتطفل على بعض الحشرات السابق ذكرها أو تفترسها ومن أمثلتها الطفيليات التابعة للعائلات ,Chalcididae Inchneumonidae and Braconidae ومن رتبة غشائية الأجنحة بالإضافة إلى المفترسات من أنواع الحلم المفترس والعقارب الكاذبة Pseudoscorpions ويرقات بعض الحشرات.

الحلـم (الاكاروس) Mites

حيوانات متناهية الصغر تصعب رؤيتها بالعين المجردة, ولكن من السهل تمييزها عن الحشرات, حيث تحمل الحيوانات الكاملة منها والحوريات أربعة أزواج من الأرجل, بينما تحمل اليرقات 3 أزواج فقط, كما أنه لا يظهر في الحلم تقسيم واضح لمناطق الجسم الثلاث بالإضافة إلى أن معظمها يحمل شعورا طويلة على الجسم, وإذا وجدت هذه الحيوانات بأعداد كبيرة ترى كمادة دقيقة منتشرة على سطح الأكياس أو قاعدة كومة الحبوب.

ويمكن تقسيم الحلم الذي يوجد في المخازن إلى الأقسام التالية:

حلم يتغذى على الحبوب.

حلم يتغذى على الفطريات التي توجد في الحبوب.

حلم يفترس أنواعا من حلم المخازن, أو يمتص بيض الحشرات ويرقها الصغير.

ويعتبر حلم المخازن من الآفات المهمة إذا توافرت له الظروف المناسبة من الحرارة والرطوبة المرتفعة، حيث يتكاثر بسرعة مذهلة مكونا مجموعات كثيفة قد تنتج عنها أضرار كثيرة, ومثل هذه الحالات تحدث في المناطق المعتدلة, ولكنها لم تشاهد في المناطق الاستوائية أو شبه الاستوائية.

ومن أنواع حلم المخازن حلم الدقيق (tyroglyphusfarinae de geer) وكذلك الحلم siro , Acarus , .L وهي تحمل جراثيم فطريات التخزين خارج أجسامها, وفي داخل قناتها الهضمية وفي برازها وهذه الأنواع من الحلم يمكن أن تصيب الحبوب السليمة بجراثيم الفطر, وفي النهاية تتغذى على الفطريات النامية.

دليل تشخيص أهم الآفات الحشرية والأكاروسية التخزينية

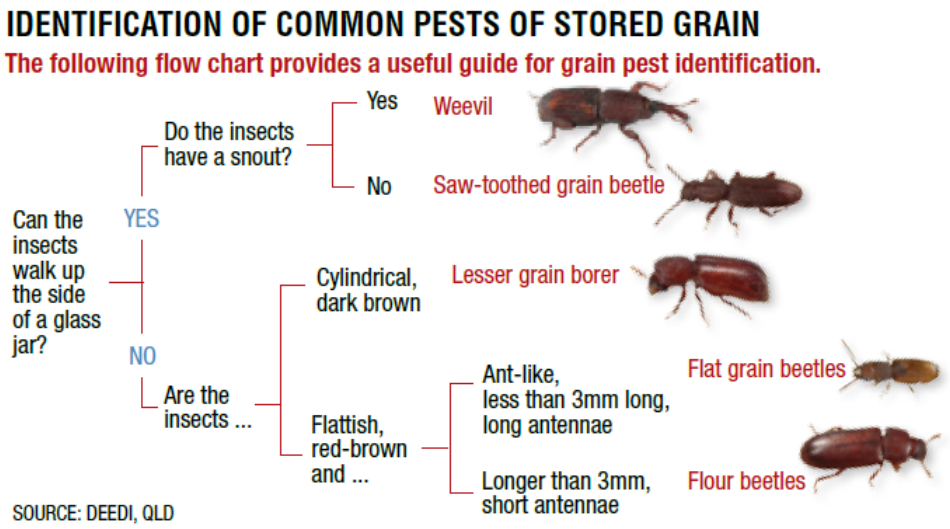
أعراض الإصابة	الحشرة المسببة
–حبوب تحتوي على يرقات مقوسة مغزلية عديمة الأرجل بيضاء اللون والرأس بني –قد يعثر على حشرات صغيرة ذات منقار رفيع لونها بني غامق و لها أربع بقع صفراء محمرة على الغمدين .	سوسة الأرز
–حبوب تحتوي على يرقات مقوسة مغزلية عديمة الأرجل بيضاء و الرأس بني . –قد يعثر على حشرات سوس صغيرة ذات منقار رفيع تتشابه مع سوسة الأرز ولكن ليس لها بقع على الأغماد.	سوسة القمح
– مواد مخزونة تحتوي على خنافس حمراء متطاولة 3.5 مم, العقل الثلاثة الأخيرة في قرون الاستشعار متضخمة بشكل هراوة . –يرقات صغيرة اسطوانية منبسطة ذات أرجل صدرية بيضاء مبقعة بالأصفر من الأعلى وتنتهي بزوج من الزوائد الشرجية .	خنفساء الدقيق الصدئية
–تتشابه مع خنفساء الدقيق الصدئية ولكنها أغمق لونا وتكون قرون الاستشعار لديها متدرجة في الضخامة من العقلة القاعدية حتى العقلة الطرفية.	خنفساء الدقيق المتشابهة
– الحبوب ومنتجاتها التصنيعية (طحين , نخالة) تحتوي على خنافس كبيرة الحجم 2 سم بنية غامقة أو سوداء براقة والصدر الأول منفصل عن الأغماد باختناق واضح .اليرقات كبيرة 2.5–3 سم صفراء إلى بنية تشبه الديدان السلكية .	خنفساء الدقيق الكبرى
–وجود خنافس صغيرة بنية غامقة 3 مم تتميز بوجود ستة أسنان منشارية على كل حافة من حواف الصدر. –يرقات تشبه خنافس الدقيق وليس لها زوائد شرجية .	خنفساء الحبوب المنشارية
–وجود خنافس صغيرة 2مم ومسطحة وصدرها الأمامي كبير نسبيا قرون الاستشعار طويلة	خنفساء الكوكوجيد الصدئية

ومتحركة (بطول نصف الجسم) والعقل الثلاثة الأخيرة متضخمة قليلا. -يرقات بيضاء عاجية لها زوائد شرجية و أرجل صدرية يصل طولها حتى 3مم	
-حبوب مثقبة بثقوب دائرية مع وجود خنافس اسطوانية بنية اللون الرأس كروي يغطيه الصدر الأول -يرقات بيضاء مقوسة صدرها الأول متضخم .	ثاقبة الحبوب الصغرى
-خنافس بيضاوية قصيرة وسمينة بنية محمرة جسمها مغطى بأوبار ناعمة ,قرون الاستشعار صولجانية . -يرقات دودية مزودة بأرجل وجسمها مغطى بأوبار بنية وتمتد أوبار الحلقة بشكل ذيل.	خابرة الحبوب
-تجمع المواد المخزونة على شكل كتل صلبة تحوي بداخلها يرقات وخنافس كبيرة الحجم . -الحشرة الكاملة سوداء 1.5سم الصدر الأول مربع الشكل وينفصل عن الأغماد باختناق واضح . -اليرقات صفراء لها أرجل صدرية ويصل طولها حتى 19 مم يوجد على الحلقة الصدرية الأولى زوج من البقع أسود اللون والحلقة البطنية الأخيرة سوداء وتنتهي بزوائد شرجية على شكل فكي كماشة .	خنفساء الكادل
-خنفساء صغيرة 3مم بنية اللون ,الرأس عمودي على محور الجسم ومختفي تحت الصدر قرون الاستشعار منشارية . -يرقات مقوسة صفراء مبيضة عليها أوبار ناعمة بنية. -تحول المادة المصابة إلى بودرة ناعمة وتثقب أوراق التبغ المخزونة.	خنفساء السجائر
-حبات الفول (حقل,مخزن) تحتوي على يرقات بيضاء مقوسة صغيرة أو يعثر على خنافس تشبه خنفساء البازلاء مع عدم وجود البقع السوداء على نهاية البطن	خنفساء الفول الكبرى
-حبوب قمح أو ذرة مثقوبة بثقوب دائرية 1-2مم وقد يعثر داخل الحبة على يرقات بيضاء لها أرجل صدرية وأرجل بطنية كاذبة لونها أحمر أو وردي او أبيض عند اكتمال النمو . -الفراشات صغيرة صفراء شاحبة أجنحتها الأمامية ضيقة وأجنحتها الخلفية بشكل مستدق إصبعي. -من دلائل الإصابة وجود السدادة عالقة على فتحة الخروج وبقاء جلد انسلاخ العذراء عالق عند فتحة الخروج.	فراشة الحبوب
-الطحين والكثير من المواد المخزونة تغطى بشبكة حريرية تجمع ذراته على شكل كتل يوجد بداخلها أو إلى جوارها يرقات بيضاء إلى قرمزية . تتميز بوجود بقع سوداء على قاعدة الأشعار الظهرية . -الفراشات صغيرة 12مم أجنحتها الأمامية مزينة بأشرطة بنية مستعرضة ,متعرجة . تقسم الجناح إلى أربعة مناطق متساوية المنطقة الطرفية منها تحتوي على تبرقشات كثيفة.	فراشة دقيق البحر المتوسط
-فراشات صغيرة 12مم الثلث القاعدي لأجنحتها الامامية بلون كريمي وثلثاها الباقيين بلون أحمر نحاسي . -اليرقات تشبه فراشة دقيق المتوسط ولكنها تمتلك بقع سوداء عند قاعدة الأشعار الظهرية.	فراشة الطحين الهندية

–وجود أنفاق حريرية يلتصق بها أجزاء من المواد المصابة ويعيش بداخلها يرقات بيضاء رمادية ,الرأس أسود والمنطقة الظهرية للصدر الأول كذلك ويميل لون نهاية الجسم إلى البرتقالي.	فراشة الطحين
–تكتل الطحين نتيجة وجود أكاروس صغير اللون لا يمكن ملاحظته إلا باسنخدام المكبرة	أكاروس الحبوب

طرق تصنيف الحشرات

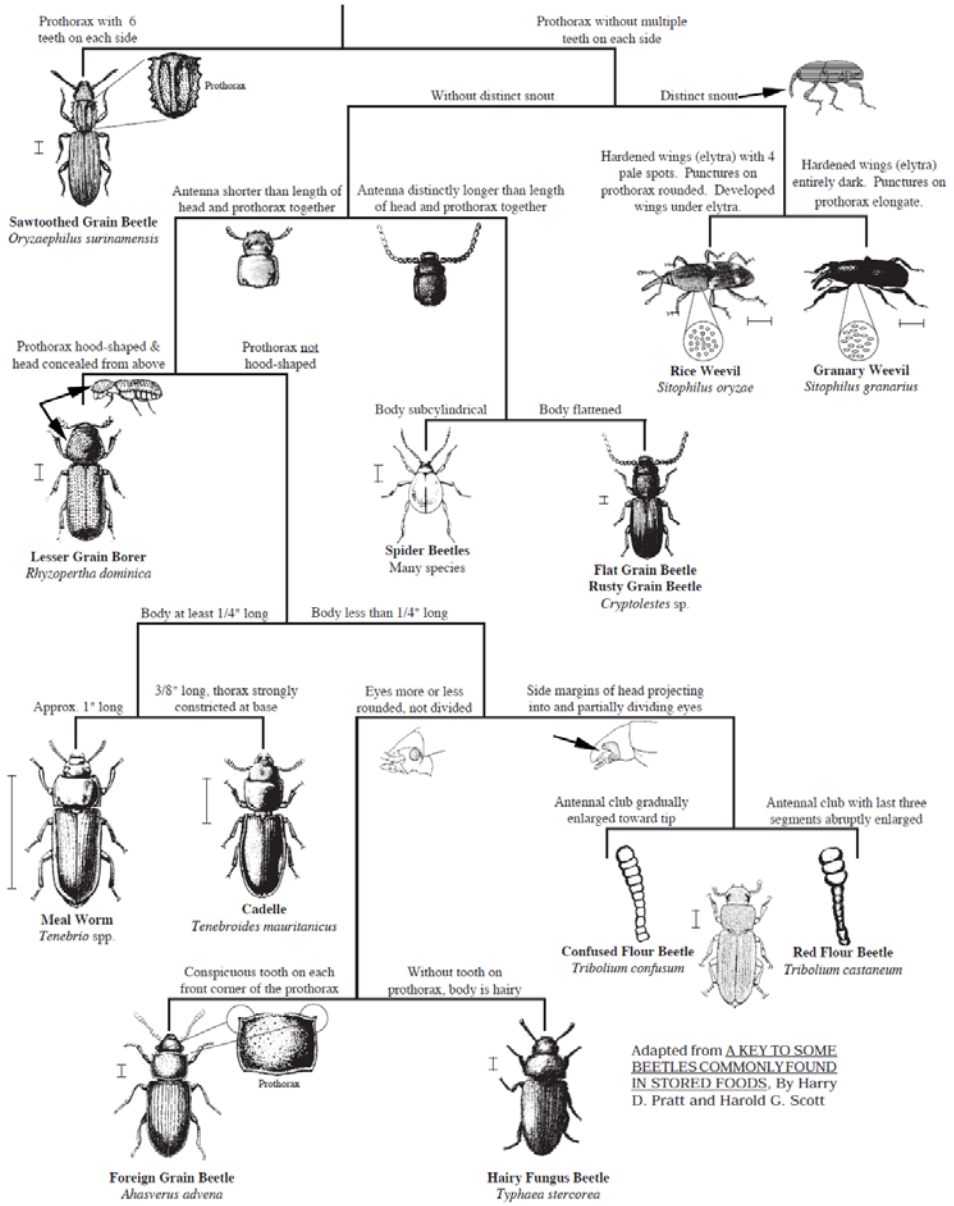
يمكن استخدام وعاء زجاجي نظيف بمثابة اختبار بسيط لتحديد أنواع خنافس الحبوب. حيث يتم وضع حشرات الحبوب الحية في وعاء زجاجي دافئ (فوق 20 °م بحيث تكون نشطة، ولكن ليس أكثر من 40 °م أو أنها ستموت). السوس وخنافس الحبوب المنشارية تستطيع السير على الجدران الزجاج بسهولة، ولكن خنافس الطحين وثاقبة الحبوب الصغرى فلا تستطيع القيام بذلك. بالنسبة للحشرات التي تستطيع المشي على الجدران الزجاجية مثل سوس الحبوب تمتلك خرطوم منحني في الجبهة ولكن خنافس الحبوب المنشارية فلا تملك خرطوم. إن التمييز بين الأنواع التي لا تستطيع المشي على الزجاج هو الأكثر صعوبة. ثاقبة الحبوب الصغرى اسطوانية ذات لون بني داكن وعادة ما يكون رأسها مطوي تحت الجسم (الشكل 17).



الشكل 17: طرق تصنيف الحشرات.

خنافس الطحين وخنفساء الحبوب المستوية مسطحة الشكل ذات لون بني نحاسي ، ورؤوسها تبرز عادة في جبهة الجسم. خنافس الحبوب المستوية عادة ما تكون صغيرة، مثل النمل مع قرون استشعار طويلة. خنافس الطحين أكبر مع قرون استشعار قصيرة.

كما يمكن استخدام الشكل 18 في تصنيف الحشرات.



الشكل 18: تصنيف الحشرات

ملحق

ملحق 1: دليل اشكال الحشرات في بريطانيا.

مكافحة الحشرات

الطرائق المستخدمة في مكافحة الحشرات:

الإجراءات الوقائية

هناك العديد من الإجراءات التي يجب اتخاذها سواء في الحقل أو عند النقل أو في المخزن حتى نجنب الحبوب الإصابة بالآفات نذكر منها:

1. يجب حصاد المحصول بعد تمام نضجه وعدم تركه في الحقل مدة طويلة بدون داع حتى لا يتعرض للإصابة بالحشرات أو القوارض والطيور, والتخلص من بقايا المحصول في الحقل حتى لا تكون مأوى للآفات ومصدرا للعدوى.
2. تطهير آلات الدراس وذلك برشها بالمعلقات أو المستحلبات.
3. تطهير المناجل والجرارات وأدوات التعبئة قبل إعادة استخدامها ويتم ذلك بعدة طرق نذكر منها:

a. التطهير الطبيعي وذلك بتعريض السطوح الداخلية والخارجية للمناجل والجرارات لأشعة الشمس المباشر في فصل الصيف ولمدة كافية مع مراعاة تقليبها.
b. التطهير بغمرها في الماء المغلي لمدة 5 دقائق ويجب عدم استعمالها إلا بعد تمام جفافها أو تبخيرها, كما يمكن تطهير الأسطح الداخلية للجرارات ويتم التأكد من نظافة وسائل النقل من بقايا الحبوب وخلافه وتطهيرها قبل وبعد استعمالها.
c. تطهير المخازن والمستودعات وإعدادها للتخزين وذلك بالتأكد من سلامتها وعدم وجود شقوق أو فجوات في جدرانها ونظافتها من مخلفات المواد المخزونة سابقا المبعثرة على الأرض, او العالقة بالسقف والجدران, وما يمكن ان تحتويه من إصابة باستخدام مكانس الشفط الكهربائية, كما يمكن تطهيرها باستعمال قاذفات اللهب وذلك للأماكن المبنية من مواد غير قابلة للاشتعال أو استعمال مولدات الدخان وترميم المبنى بحيث لا تترك فجوات او شقوق يمكن ان تأوي إليها الحشرات للاختباء.
d. تطهير المخازن باستعمال المبيدات الحشرية: يتم رش المخزن بمادة **الملاثيون او اللندين**, ويمكن استعمالها في صورة معلقات (مسحوق قابل للبلل) حتى تترك

طبقة من المبيد على الجدار بعد جفافها. ويراعى عدم استخدام المخزن المعامل قبل مضى أسبوع على الأقل من المعاملة, والمبيدات السابقة ذات تأثير طويل وباق (6–1 اشهر) ويمكن استعمال مادة **بيرثرين** 0.1% (ليس لها اثر باق) مع مادة **بيبرونيل بيوتوكسيد**, ويعرف هذا الخليط تجاريا باسم Pyrenone ومن الممكن أيضا استخدام **الايروسولات** او مولدات الدخان. ويبين الجدول اللاحق مقاومة بعض أنواع الحشرات لبعض أنواع المبيدات. يجب استعمال المبيدات الحشرية لتطهير المخازن عندما تفرغ من الحبوب وقبل إجراء عملية التخزين لأن ذلك يخفف من حدة الإصابة وتعتبر عملية وقائية يجب إجراءها.

4. تجفيف الحبوب والمواد المخزنة حيث يعتبر محتوى الرطوبة المرتفع، السبب الرئيسي لفساد القمح ولذلك الإجراء الوقائي الأكثر وضوحاً هو تخفيض الرطوبة إلى أقل من المستوى الحدي، ويجب أن ينجز ذلك بأسرع ما يمكن بعد حصاد القمح, فيجب ألا تزيد نسبة الرطوبة عن 12% في الحبوب المخزنة حتى لا يؤدي ذلك إلى زيادة نشاط بعض الحشرات والكائنات الدقيقة الأخرى مما ينتج عنه ارتفاع درجة الحرارة ودرجة الرطوبة نتيجة تنفس الحبوب والكائنات الدقيقة الأخرى. يمكن إنجاز التجفيف بدفع الهواء عبر مخزون القمح في الخلية، عند درجة حرارة منخفضة حيث يتم استخدام هواء شروطه مثالية لامتصاص الرطوبة أثناء حركته عبر القمح. يمكن تخفيض الرطوبة بمعدل أسرع، عند دفع الهواء المسخّن اصطناعياً عند رطوبة نسبية منخفضة خلال القمح. السلبية الرئيسية للهواء المسخّن هي إمكانية تضرر القمح بدرجات الحرارة المرتفعة. تستخدم أعمدة التجفيف في البلاد التي تحصد فيها الأقماح عند مستويات رطوبة 18% وما فوق. تستخدم أيضاً أعمدة التجفيف كوسيلة لتغيير خصائص مكونات القمح، مثل النشاء والبروتين وخصوصاً الغلوتين.
5. تطهير عبوات التخزين: تعامل العبوات (الأكياس التي تستخدم في تعبئة الحبوب وتخزينها) بأحد محاليل او معلقات المبيدات, خاصة اذا كان قد سبق استخدامها, ومن أكثر المبيدات استعمالا الملاثيون والبيرونون رشا أو نقعا, ولا تستعمل العبوات المعاملة إلا بعد تمام جفافها, ويعتبر تطهير العبوات على اختلاف أنواعها باستخدام الغازات والأدخنة أفضل الطرق حيث تقضي هذه المعاملة على جميع أطوار الحشرات.

6. خلط الحبوب المعدة للتخزين: يمكن خلط الحبوب المراد تخزينها قبل تعبئتها بالأكياس أو إدخالها إلى صوامع الحبوب بمواد كيماوية تمنع من تكاثر الحشرات فيها وذات سمية قليلة بالنسبة للإنسان والحيوان، ويمكن استعمال الحبوب بعد مضي عشرة أيام من استعمالها ولا تترك أثر في الحبوب وهذه الطريقة تتبع لدى كثير من دول العالم.

a. الخلط بالمسحوقات الخاملة Inert dusts: المسحوقات الخاملة مواد غير سامة, ولكنها تقتل الحشرات بتأثيرها الميكانيكي غالبا, وهى تخلط بالحبوب المعدة للاستهلاك الآدمي والحيواني, وهى لا تكسب الحبوب المعاملة رائحة او طعما غير مرغوبين, ولا تؤثر على ناتج الطحن, ولا على صحة المستهلك, ولا على حيوية الحبوب. ومن أمثلة هذه المواد **الكاؤولين, والتربة الدياتومية, وهيدروكسيد الكالسيوم, ومسحوق فوسفات الكالسيوم** بدرجة نعومة خاصة (ينفذ 90% من حبيباته من خلال منخل 200 ثقب /بوصة مربعة), ومسحوق **سيليكات الالومنيوم, وزهر الكبريت, وأكسيد المغنيسيوم والجير المطفي, ورماد الفرن, وخليط من صخر الفوسفات وزهر الكبريت** بنسبة 5:1 , ويعرف بمسحوق (قاتلسوس). وقد تم تفسير التأثير المميت لهذه المواد للحشرات بأنه يعود الى إزالة الطبقة الشمعية نتيجة كشط جزء الكيوتيكل السطحي لجلد الحشرة, أثناء تحركها بصعوبة بين الحبوب ووجود حبيبات المادة الدقيقية بين الأغشية التي تفصل بين حلقات الجسم وأعضائه, فيصبح جدار الجسم في بعض مواضعه منفذا يسمح بتبخر الماء, وبالتالي تبخر سوائل الجسم ثم إصابة الحشرة بالجفاف الذي ينتهي بالموت. ويعتقد بعض الباحثين ان كفاءة حبيبات المادة الخاملة على امتصاص الماء من جسم الحشرة هو العامل الأساسي في قدرتها على قتل الحشرة بالجفاف, ويرون ان التأثير المميت للمسحوقات الخاملة يعود الى عامل امتصاص الماء من جسم الحشرة أكثر ما يكون ناتجا عن إزالة الطبقة الشمعية او ربما يكون التأثير راجعا الى العاملين معا. وقد لوحظ ان المعاملة بالمواد الخاملة تؤدي الى انخفاض ملحوظ في معدل وضع البيض وفترة الوضع وكذلك نسبة الفقس وقد يصل الانخفاض الى 80–90%. ويتوقف تأثير هذه المواد على عدة عوامل:

i. درجة نعومة المسحوق: فكلما زادت النعومة زادت الفعالية.

ii. درجة حرارة التخزين: يزداد الأثر الفعال للمسحوق مع ارتفاع درجة حرارة التخزين.
iii. الرطوبة النسبية: يقل اثر المسحوق بارتفاع درجة الرطوبة النسبية في الجو.
iv. المحتوى المائي للحبة: يقل اثر المسحوق كلما ارتفع المحتوى المائي للحبة.
v. درجة نظافة الحبوب: يزداد فعل المسحوق بنظافة الحبوب والعكس صحيح.

وتختلف الحشرات في قدرتها على مقاومة فعل المسحوقات, فالحشرات التي يكسو جسمها شعر غزير مثل يرقات خنفساء الخابرا تكون اقدر على مقاومة اثر المسحوقات.

b. الخلط بالمسحوقات النباتية المبيدة للحشرات Plant insecticides: إن معرفة الإنسان بالنباتات السامة قديمة قدم الأزل فقد عرفها منذ ما يقرب من 2000 سنة قبل الميلاد فقد استخدم قدماء الرومان الهيلبور الأبيض veratrum) (album كمبيد للقوارض, وكان للصينيين الفضل في اكتشاف الخصائص المبيدة لجذور **نبات الدرس** (Derris) كما استخدم **البيريثروم** كمبيد حشري في إيران, كما استعملت بالمثل مستحضرات نبات الدخان لمدة قرنين, وهناك ما يزيد عن 1500 نوع من النباتات تستعمل لمكافحة الآفات الآن على مستوى العالم. ويجب أن تتميز أنواع النباتات التي تستخدم في مجال مكافحة الآفات بالخصائص الآتية:

i. ان تكون نباتات معمرة.
ii. ان تحتاج الى مساحة محدودة, والى القليل من العمل وماء الري والمخصبات.
iii. الا تتلف كلما أخذت منه عينات من المادة المبيدة.
iv. الا تتحول الى عشب او عائل لآفات.
v. ان تكون له استعمالات جانبية أخرى.

vi. ان يكون المستخلص سهل التحضير سهل الاستعمال فعالا في مكافحة الآفة المعينة دون إحداث اى ضرر لغيرها آمنا من الناحية البيئية.

وفيما يتعلق بآفات الحبوب والمواد الغذائية المخزونة يعتبر نبات النيم (M.indica=Meliaazederach=Azadirachtaindica) أفضلها. وقد أمكن عزل المادة الفعالة من الأوراق والأزهار والثمار, وتعرف بمادة Azadirachtin (800 ملليجرام/300 جم من البذور).

ويعتبر خلط الحبوب قبل تخزينها بمسحوق أوراق النيم من الإجراءات العادية التي يتبعها المزارعون في الهند, غير انه ثبت ان هذه الطريقة تحمى الحبوب بنسبة ضئيلة وقد استخدم في احد البحوث البذور الجافة الناضجة بعد طحنها خلطا مع حبوب القمح بتركيز 0.5 ,1 , 2 جزء لكل 100 جزء بالوزن من الحبوب ضد خنفساء الخابرا, وثاقبة الحبوب الصغرى, وسوسة الأرز, وأتضح ان النسبة المئوية للحبوب المصابة كانت تزيد زيادة مضطردة في العينات غير المعاملة بزيادة مدة التخزين, بعكس الحال في الحبوب المعاملة بمسحوق بذور النيم, والتي كانت نسبة الإصابة بها منخفضة, وكانت تقل بزيادة التركيز, وخلص البحث الى ان خلط حبوب القمح بتركيز 1–2 جزء /100 جزء بالوزن من الحبوب يكفي لحمايتها من الإصابة بحشرات التخزين الثلاث السابق ذكرها لمدد لا تقل عن 9,10,13 شهرا على التوالي, وقد استعملت الطريقة نفسها في حماية بذور البقول من الإصابة بخنفساء اللوبيا لمدة تتراوح بين 8–12 شهرا, وقد وصلت نسبة الإصابة بخنفساء التروجودرما بعد 380 يوما من التخزين 65.4% في الحبوب غير المعاملة مقابل 7% في الحبوب التي عوملت بتركيز 2 جزء /100 جزء من الحبوب.

وتكاد تجمع الدراسات التي أجريت على استخدام مستخلص نبات النيم لحماية الحبوب الغذائية أثناء عملية التخزين من الإصابات الحشرية على الحقائق الآتية:

- يحتوي مسحوق الأوراق والأزهار والثمار والبذور على المادة الفعالة الا ان مسحوق البذور كان أقواها فعالية.
- كان لمستخلص اى جزء من أجزاء نبات النيم السابق ذكرها تأثير طارد لفراشات دقيق البحر المتوسط, ويرقات خنافس الدقيق ذات الرأس الطويل, وثاقبة الحبوب الصغرى.

- كان لمستخلص البذور تأثير مانع للتغذية (Antifeedant) بالنسبة للخنفساء ذات الرأس الطويل, وخنفساء الدقيق الكستنائية, وخنفساء الخابرا و فراش البلح.
- كان لمستخلص البذور تأثير على التكاثر في بعض الحشرات عند تغذية العمر اليرقي الأخير على دقيق معامل بتركيزات 400 ,800 ,1600 جزء في المليون, فقد سبب التركيزان الأول والثاني في بعض آفات المخازن من الخنافس تثبيطا لوضع البيض, بينما سبب التركيز العالي منع وضع البيض كلية, ومن المعتقد ان تأثير خصوبة الإناث في هذه الحالة ناتج عن عدم تجدد الخلايا المغذية التي توجد في المنطقة الطرفية للمبايض.
- ان المعاملة بمستخلص البذور توقف عملية الانسلاخ في اليرقات كلية, او تحدث اضطرابا فيها, وان إبعاد هذا التأثير تتوقف على التركيز المستخدم, أما يرقات العمرين الأول والثاني فأنها تتميز ببطء نموها وفقد حيويتها.
- ان الحشرات واليرقات المعاملة بمسحوق الثمار او البذور تظهر عليها حالة من القلق والاضطراب والعصبية, وتفشل الأعمار الأخيرة من اليرقات في التحول الى عذارى ثم تموت.

والطريقة كما تبدو بسيطة ورخيصة وآمنة إذ لم يكن للمعاملة بها اى اثر على حيوية الحبوب فقد لوحظ ان نسبة الإنبات في الحبوب غير المعاملة بالمسحوق كانت تقل بزيادة فترة التخزين, حيث وصلت نسبة الإنبات بعد ثلاثة اشهر من التخزين الى 64.6% , في حين أدت المعاملة بالمسحوق بتركيز 5 أجزاء بالوزن /100 جزء من الحبوب الى ارتفاع نسبة الإنبات فقد وصلت الى 84.3% بعد المدة نفسها من التخزين, أى ان خلط حبوب القمح بالمسحوق بالنسبة المذكورة يحمي من فقد حيويتها أثناء التخزين.

وبالإضافة الى ذلك فلم يكن للمعاملة اثر سيئ على الطعم او الرائحة, والطعم المر للحبوب المعاملة يمكن التخلص منه بسهولة بنخل الحبوب ثم غسلها جيدا, ويعتبر استخدام المبيدات النباتية الآن في مكافحة آفات المخازن وغيرها احد الاتجاهات الحديثة التي يدعو اليها الباحثون في مجال مكافحة الآفات, لتجنب الآثار السيئة للمبيدات الكيميائية.

المكافحة الحيوية والبيولوجية

يهتم الباحثون في مجال مكافحة الحشرات حالياً بتطوير المكافحة الحيوية للحشرات وذلك بإيجاد سلالات من الذكور العقيمة أو فيروسات تهاجم الحشرات الضارة، بالإضافة إلى طرائق أخرى تعتمد على إيجاد البدائل لمواد المكافحة الكيميائية الضارة جدا بالصحة العامة والبيئة. أما المكافحة البيولوجية فتهتم بإيجاد أصناف من الحبوب أكثر مقاومة للحشرات وذلك بالاعتماد على الأصناف المحلية وتهجينها مع الأصناف عالية الإنتاج.

ويمكن ضبط الحشرات في المنتجات المخزنة بالطرق البيولوجية التي تضبط الحشرات المؤذية دون بقاء مواد كيميائية بالبناء. حيث أن جميع حشرات المنتجات المخزنة لها أعداء طبيعيين يمكن استخدامهم لمنع نمو التعداد الحشري. من بينها، يوجد دبابير صغيرة جداً (Trichogramma Evanescens) تحطم بيوض الحشرات بدون ترك أي مواد متبقية يمكن كشفها حسياً. وتفصل الدبابير الصغيرة بسهولة في نظام تنظيف القمح بعد التخزين.

المكافحة الفيزيائية

تتضمن المكافحة الفيزيائية عدة أنواع نذكر منها:

المكافحة بالبرودة

من المعروف أن نشاط الحشرات يتوقف عندما تنخفض درجة حرارة الوسط المحيط عن 10 °م، لذلك يجري اللجوء إلى تهوية الحبوب في الأيام الباردة، مما يؤدي إلى وقف النشاط الحشري. يمكن تخزين الحبوب في مستودعات مجهزة بمعدات تبريد لمنع النشاط الحشري والحد من تضرر الحبوب، حيث تستخدم وحدات متنقلة لضخ هواء مبرد في قاعدة خلايا التخزين. باستخدام هذا النظام يمكن تخزين القمح ذا مستويات الرطوبة المرتفعة لفترات طويلة.

إن خنفساء الحبوب الصدئة **rusty grain beetle** شديدية القدرة على احتمال البرد ويمكنها البقاء على قيد الحياة في درجات الحرارة تحت الصفر. إلا أنه يمكن القضاء عليها وعلى غيرها من آفات الحبوب عن طريق تخفيض حرارة الحبوب على الشكل التالي :

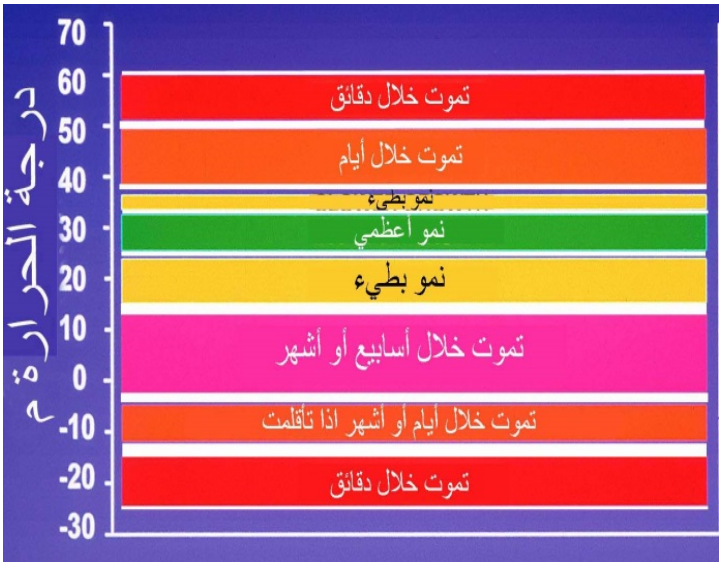
الوقت اللازم لقتل الحشرات في درجات الحبوب المختلفة

درجة حرارة الحبوب	الوقت اللازم للقضاء على الحشرات
-5°C	12 أسبوع
-10°C	8 أسابيع
-15°C	4أسابع
-20°C	أسبوع واحد

المكافحة بالحرارة

تعرض الحبوب أو منتجاتها كالسميد والدقيق إلى تيار هوائي ساخن يرفع درجة حرارتها إلى 50–55 °م لمدة 15 دقيقة ثم تبرد بعد ذلك مما يؤدي إلى إحداث صدمة حرارية تقتل معظم الأطوار الحشرية. لقد أجريت عدة اختبارات على هذه الطريقة وقد أثبتت نجاحها كما أنها رخيصة التكاليف بالمقارنة مع طريقة التبريد. إن جودة الخبز تتضرر إذا تعرض القمح لدرجة حرارة 60 °م لفترة طويلة من الزمن .

و يبين الشكل (22) تأثير درجة الحرارة على الحشرات الملوثة للحبوب:



الشكل(22):تأثير درجة الحرارة على نمو الحشرات

المكافحة باستخدام الهواء المعدل

و يتم ذلك بالقضاء على الحشرات نتيجة تخفيض نسبة الأوكسجين إلى ما دون 2%.

يستخدم عادة غاز النتروجين أو ثاني أكسيد الكربون الذي يحرم الحشرات من الأوكسجين ويمكن أن يبقى في القمح المخزن لفترة طويلة. وقد اختبر تخزين القمح السليم في جو من الهواء أو من النتروجين (يحوي 0.04% أوكسجين) عند درجات الحرارة 20 °م و30 °م. تم تنفيذ الاختبار على حمولتين من القمح :

كانت الأولى نقية وعالية الجودة, والثانية من النوع التجاري الربيعي الشمالي الغامق وبمحتويات رطوبة من 13% و حتى 18%

عند محتوى رطوبة 16%: كان القمح التجاري المخزن في النتروجين خالي من تضرر الجنين بعد 40 أسبوع, وكان القمح المرتفع الجودة بعد 48 أسبوع, بينما نفس القمح المخزن في الهواء، كان تضرر الجنين 100% و95% على الترتيب.

و قد تم حرمان القمح المخزن من الأوكسجين بوضعه بحاوية محكمة الإغلاق، والسماح للحشرات والحبوب بالتنفس، هذا سبب زيادة نسبة CO_2.

للقضاء على 100% من كل أطوار calandra granrialor أوsitophilus granaries تم إجراء تجارب متنوعة، لزيادة مستوى CO_2 وتخفيض الأوكسجين في تخزين محكم الإغلاق لعدد مختلف من الأيام. بشكل عام: تعتبر الحشرات الناضجة، الطور الأكثر مقاومة لحجب الأكسجين بينما تعتبر اليرقات بالطور الأول هي الأكثر حساسية. تؤثر متغيرات مختلفة على تخفيض الأوكسجين وزيادة CO_2.

وتبين أنّ تركيز غاز CO_2 ارتفع إلى 90–95% عندما كانت رطوبة الحبوب 22–24% بينما ارتفع إلى 70–75% عندما كانت رطوبة الحبوب 19%، وارتفع إلى 50% عندما كانت رطوبة الحبوب 18%, و ارتفع إلى 35–40% عندما كانت رطوبة الحبوب بحدود 17%.

المكافحة بالأشعة Gamma irradiation

استخدمت أشعة جاما (كوبلت 60) بنجاح في تعقيم حشرات المخازن, وكانت التأثيرات الجانبية للأشعة على الحبوب ضئيلة للغاية. حيث تمنع الأشعة فقس البيض, وتوقف تطور اليرقات والعذارى, وتقتل الحشرات الكاملة لخنفساء الحبوب المنشارية التي توجد بالثمار

المعاملة دون أن تؤثر على قيمتها الغذائية أو طعمها أو رائحتها أو مذاقها, و ذلك لفترات 12,9,6,3 شهرا بعد التخزين.

المكافحة بالكهرباء High frequency waves

تستخدم على نطاق ضيق لارتفاع تكاليفها, وتتلخص الطريقة في امرار الحبوب على سير وسط مجال كهربائي ذي ذبذبة عالية للقضاء على جميع أطوار الحشرات داخل الحبوب وخارجها.

المكافحة الميكانيكية

إن عملية مكافحة الحشرات غير مجدية في بعض الأحيان وخاصة عندما تكون فترة تخزين الحبوب قصيرة، لذلك يجري عزل الحشرات وبعض أطوارها المتواجدة مع الحبوب ميكانيكيا بواسطة الغربلة مما يقلل من تكاليف تخزين وتصنيع هذه الحبوب.

وتشمل المكافحة الميكانيكية الغربلة والجرش واستخدام القوة الطاردة المركزية.

الغربلة Sieving

هذه الطريقة يتبعها صغار المزارعين والتجار, وتعمل الغربلة على فصل الحشرات الموجودة خارج الحبوب, وعلى فصل بعض الشوائب وكسر الحبوب, ولكنها لا تفصل الأطوار الحشرية التي توجد داخل الحبة (كثير من اليرقات والعذارى) أو التي تلتصق بها (بيض خنافس البقول) ويجب التخلص من نواتج الغربلة وإعدامها, ويلجأ الى نخل الدقيق للغرض نفسه مع تكرار العملية عدة مرات, لفصل اليرقات التي تظهر أسبوعيا بعد فقس البيض.

الجرش Crushing

تفيد هذه الطريقة في حماية الفول والعدس من الإصابة بخنافس البقول, وتؤدي هذه الطريقة إلى القضاء على الأطوار الحشرية داخل الحبوب, كما أن الحشرات لا تقبل على إصابة الحبوب بعد جرشها, ولا ينصح بجرش الفول إلا اذا كان معدا للاستهلاك في هذه الصورة, وكانت نسبة الإصابة أعلى من 20%.

استخدام القوة الطاردة المركزية Centrifugal force

يستخدم جهاز خاص يعرف بالـ Entoleter للقضاء على الحشرات الموجودة في الدقيق وأطوارها عن طريق فصلها بخاصية الطرد المركزي, والجهاز شائع الاستعمال في مطاحن الدقيق الحديثة.

المكافحة الكيميائية

تُعدّ المكافحة الكيميائية الطريقة الأكثر استخداماً بالمقارنة مع الطرائق السابقة بسبب فعاليتها العالية، لكن يجب أن تطبق باعتدال لما للمواد الكيميائية المستخدمة من ضرر على صحة المستهلك في حال زيادة تركيزها المتبقي ولقد وضعت بعض القوانين في العالم التي تثبت الحدود العليا المسموح بها للآثار المتبقية للمبيدات. إن هذا النوع من المكافحة علاجي وليس وقائياً ويفضل عدم اللجوء إليه إلا في حالات الضرورة.

هناك نوعان من المكافحة الكيميائية، الأول ويستخدم فيه مواد الملامسة التي تغطي الحبوب وتؤثر على الجهاز الهضمي للحشرات المتواجدة معها، والثاني تكون فيه المواد الكيميائية بصورة غاز وتسبب قتل كافة الأطوار الحشرية عن طريق التأثير على الجهاز التنفسي للحشرات.

المبيدات الحشرية بالملامسة Contact insecticides

مواد لها القدرة على اختراق جلد الحشرة والوصول إلى أنسجة الجسم لتقتلها بتأثيرها الكيميائي السام, والصالح من هذه المواد للاستخدام على المواد الغذائية المخزونة محدود العدد, نتيجة لما قد تكسبه المادة المعاملة من رائحة معينة او طعم غريب, ونتيجة للمتبقيات السامة التي تظل عالقة بها, وتخلط هذه المبيدات مع مواد حاملة او مخففة مثل بودرة التلك او الكاؤولين لضمان تجانس التوزيع, وتستعمل عادة في معاملة الحبوب المعدة للتقاوي او للاستهلاك الآدمي ومن أمثلتها:

مركبات البيريثرين: وهى غير سامة للإنسان, ولذلك تستعمل بأمان على المواد الغذائية, وتزداد سمية هذه المواد بإضافة مواد منشطة إليها مثل Piperonyl butoxid إلا أنها سريعة التحلل في الضوء ومن أمثلة المركبات البيريثرينية المستخدمة على الحبوب مادة بيرينون (Pyrenone) وتستخدم بنسبة جزء واحد/مليون جزء من الحبوب.

المركبات الكلورينية: ومن أمثلتها اللندين (Lindane) الذي يحتوي على ما لا يقل عن 99% مشابه جاما, وهو مبيد باللمس ويكون له تأثير خانق في الجو الحار، وهو غير ثابت لمدد طويلة.

المركبات الفسفورية العضوية: ومن أمثلتها **الملاثيون والاكتيليك**, وهو من المبيدات الآمنة يمتاز بسرعة تحلله، ويمكن استخدامه على الحبوب المعدة للاستهلاك الآدمي بشرط تقدير المتبقيات، ومقارنتها بالحد الآمن قبل طرحها للاستهلاك.

يجب استعمال المبيدات الحشرية لتطهير المخازن عندما تفرغ من الحبوب فيها وقبل إجراء عملية التخزين لأن ذلك تخفف من حدة الإصابة وتعتبر عملية وقائية يجب إجراءها. بعد تنظيف أرض المخزن من بقايا الحبوب ترش جدران وسقف وأرضية المخزن وذلك بإحدى المواد التالية:

مادة السفين 85% قابل للبلل بمعدل غرام واحد لكل متر مربع أو مزيج من الـ د.د.ت + ليدان 30–90 بمعدل 2 غرام لكل متر مربع ويراعى في الحالة الأخيرة عدم استعمال المخزن قبل مضي عشرة أيام من التطهير.

يتضمن المبيد الحشري عادة المادة الفعالة والمادة الحاملة وتقسم المبيدات إلى ثلاثة أقسام:

مبيدات البودرة الجافة: يستخدم هذا النوع من المبيدات بصورة بودرة جافة تتراوح نسبة المادة الفعالة بين 0,5 و 5% أما الباقي فهو عبارة عن مادة حاملة، ويستخدم هذا النوع من المبيدات برشه على سطح الأكياس والأكداس.

مبيدات البودرة القابلة للمزج بالماء: يحتوي المبيد على المادة الفعالة بنسبة 25 إلى 80% وتمزج بالماء وتستخدم لرش جدران المخازن للقضاء على الحشرات وأطوارها المختبئة في الشقوق.

مبيدات الاستحلاب: لا يذوب مبيد الاستحلاب بالماء إنما يشكل مستحلباً معه ويستعمل لمكافحة الحشرات المختبئة في سطوح وأرضية المستودعات غير الملساء.

طريقة التدخين Fumigation

تستخدم مواد التدخين لحماية الحبوب المخزنة من خطر الحشرات وللسيطرة على الحشرات المختبئة. حيث تُعرّف مبيدات التدخين بأنها المواد التي تتحول إلى الحالة الغازية على درجة حرارة وضغط محددين وتؤدي إلى قتل الأطوار الحشرية، تتميز هذه الطريقة من المكافحة بأن الغاز السام قادر على التوغل ضمن الحبوب وذلك حسب كثافة ودرجة حرارة الوسط المحيط وقتل الأطوار الحشرية, إن عامل الزمن أساسي وهام عند مكافحة الحشرات بهذه الطريقة، إذ

يحتاج الغاز لوقت معين للتغلغل بين الحبوب في الكدس والذي تحدده عدة عوامل كحجم الكدس ودرجة الحرارة ونوع الغاز المستخدم.

ويشترط في الغاز المستعمل لهذه العملية أن يتبخر بسرعة على درجة الحرارة العادية إذا كان سائلاً وأن تتبخر دون أن تترك بقايا سامة على الحبوب وألا يكون قابلاً للذوبان في الماء وغير قابل للاشتعال أو الانفجار ورخيص الثمن. ولنجاح عملية التبخير يجب أن يصل الغاز إلى الحشرات أينما وجدت في الحيز الذي خصص لإجراء عملية التبخير وأن يبقى الغاز لمدة كافية وبتركيز يكفي لقتل الحشرات.

و تنقسم مواد التدخين حسب صفاتها الفيزيائية الى ثلاث مجموعات هي:

مواد التدخين الغازية Gaseous fumigants:

و هي المواد التي تكون في حالة غازية تحت درجة حرارة وضغط الغرفة ومن أمثلتها: بروميد الميثيل (Methyl bromide).

مواد التدخين السائلة Liquefied fumigants:

وهي تكون سائلة تحت ظروف الغرفة, وتتبخر عند تعرضها للهواء الجوي, ومن أمثلتها: رابع كلوريد الكربون (Carbon tetrachloride)

مواد التدخين الصلبة Solid fumigants:

مواد صلبة تتحول إلى غاز نتيجة امتصاصها رطوبة الجو, ومن أمثلتها: سيانيد الكالسيوم (Calcium cyanide) الذي ينفرد منه غاز حمض الهيدروسيانيك (سيانيد الهيدروجين HCN) ومن أمثلتها أيضا فوسفيد الألمنيوم الذي ينفرد عنه غاز فوسفيد الهيدروجين (Hydrogen phosphide).

إن أكثر مواد التدخين استعمالاً هو بروم الميتيل Methyl bromide CH_3Br والذي يباع بصورة سائل ضمن اسطوانات متوسطة الحجم وهو سائل عديم اللون عديم الرائحة سريع التطاير أثقل من الهواء الجوى. ضار بالحيوانات الحية ويمتاز عن غيره من مواد التدخين بالآتي:

- شديد السمية للحشرات وجميع أطوارها بما فيها البيض, كذلك القوارض والحلم.

- يتحول الى الحالة الغازية على اى درجه حرارة فعاله في درجات الحرارة المنخفضة
- لا يتبقى منه شئ بعد تمام التهوية.
- لا يترك أثرا ساما او روائح غير مرغوب فيها في أكثر المواد التي يتم تدخينها.
- ذو قوه تخلل عالية حتى في الدقيق.
- غير قابل للاشتعال بل انه يستعمل في إطفاء الحرائق.
- لا يؤثر في انسجه القماش او في المعادن.
- ثابت كيميائيا ويمكن خزنه دون تحلل لمده طويلة.
- سهل الاستعمال رخيص الثمن.
- يستعمل بنسب ولمدد مختلفة لمكافحه آفات الحبوب ومنتجاتها والبذور على مختلف أنواعها والفواكه المجففة والنقل (المكسرات) والتوابل والسجاير والتبغ والأكياس الفارغة.
- له خاصية التجمع في جسم الإنسان وإحداث شلل, يخلط بغاز الكلوروبيكرين المسيل للدموع, نظرا لأنه عديم الرائحة وليسهل تمييزه.

إن غاز بروم الميثيل ضار بالبيئة حيث يؤثر على طبقة الأوزون، وقد وقعت سورية عام 1989 م على اتفاقية فيينا وبرتوكول مونتريال وهو مشروع ينص على التخلص التدريجي من استخدام المركبات التي تضر بطبقة الأوزون ومنها بروميد الميثيل عبر عدة طرق بديلة معتمدة والتحول نحو استخدام المواد الصديقة لطبقة الاوزون والبيئة.

كذلك فوسفيد الهيدروجين PH_3 Hydrogen phosphide والمعروف تجاريا باسم الفوستوكسين. يتم الحصول على فوسفيد الهيدروجين بتفاعل الفوسفور المعدني بصورة فوسفور الألمنيوم أو فوسفور المغنزيوم مع بخار الماء الجوي وذلك وفق ما يلي:

$$Al\,P + 3\,H_2O \rightarrow\ PH_3 + Al\,(OH)_3 + \text{حرارة}$$

$$Mg_3P_2\ + 6\,H_2O \rightarrow\ 2\,PH_3 + 3\,Mg\,(OH)_2 + \text{حرارة}$$

إن غاز فوسفيد الهيدروجين سام جداً بالنسبة للحشرات والحشرات المختبئة والإنسان والأنواع الأخرى من الحيوانات الحية. وبالإضافة للخصائص السمية للغاز فإنه يؤكسد بعض المعادن وقد يشتعل في الهواء بشكل تلقائي عندما يكون تركيزه أعلى من الحد الأدنى للاشتعال

1.8% (v/v). يحتوي المنتج التجاري على 55% مادة فعالة و 45% مادة خاملة لتخفيض مخاطر الاشتعال. ينتج الفوستوكسين من قبل شركات عالمية إما على شكل أقراص وزنها 3 غ تطلق حوالي 1 غ غاز فوسفيد الهيدروجين أو على شكل حبات متطاولة بقطر 10 مم وزنها 0.6 غ تطلق حوالي 0.2 غ فووسفيد الهيدروجين.

المادة الخاملة هي كربامات الامونيوم أو كربونات الأمونيوم التي تحرر الأمونيا وثاني أكسيد الكربون كالتالي:

$$NH_2COONH_4 \rightarrow 2\,NH_3 + CO_2$$

$$(NH_4)_2CO_3 \rightarrow 2NH_3 + CO_2 + H_2O$$

و يعتبر غاز الأمونيا أيضاً عامل تحذير.

ينصح عند تخزين القمح بإضافة فوسفيد الألمنيوم بجرعة مقدارها (5-10) أقراص للطن الواحد لمدة خمسة أيام، ويجب إضافتها أثناء دخول القمح إلى الخلية.

إضافة مواد التدخين بشكلها الصلب للقمح بعد تعبئته في الخلية يسبب توزع غير متجانس, وانطلاق الغاز من مواد التدخين الصلبة (على سبيل المثال: فوسفيد الهيدروجين من الفوستوكسين) موضعي وينتشر الغاز بشكل بطيء جداً لأن وزنه يساوي وزن الهواء، ولذلك يتم تحريك الهواء ضمن المخزون للتغلب على هذه المشكلة. تحتاج الاقراص مدة لا تقل عن 3 ساعات لينفرد الغاز, وهي فترة كافية يتمكن فيها القائمون على العمل من وضع الأقراص وإحكام الغلق, للغاز رائحة مميزة, وليس له تأثير ضار على حيوية الحبوب.

والطريقة المطوّرة للتدخين باستخدام المواد الصلبة تتضمن نثر المواد فوق مخزون الحبوب. ومما يضمن التوزيع المتجانس للغاز ضمن الحبوب في الخلية، استخدام نظام تدوير الهواء حيث يتم سحب الهواء للأسفل ضمن المخزون بشكل بطيء جداً. ويعاد ضخ الهواء المدوّر الممزوج مع الغاز إلى أعلى الحمولة لضمان تركيز متوازن من الغاز.

يمكن استخدام الجدول التالي كدليل لتحديد الحد الأدنى لفترة التعرض للفوستوكسين بدرجات حرارة مختلفة لتدخين القمح.

الجدول (7):فترة التعرض الدنيا للفوستوكسين*

درجة الحرارة م°	حبات	أقراص
< 5م°	لا داعي للتدخين	لا داعي للتدخين
12-5م°	8 أيام (192 ساعة)	10 أيام
15-12م°	4 أيام (96 ساعة)	5 أيام
20-16م°	3 أيام (72 ساعة)	4 أيام
أعلى من 20م°	2 يوم (48 ساعة)	3أيام

- من إنتاج شركة degesch

و عند إجراء عملية التدخين تراعى الإجراءات الآتية:

1. اتخاذ الاحتياطيات اللازمة لتأمين سلامة القائمين بعملية التدخين:
   a. لا توكل العملية إلا لذوي الخبرة منهم.
   b. تعاون شخصين معا عند قيام العملية.
   c. استعمال الأقنعة الواقية من الغاز عند إجراء العملية, وعند التهوية مع مراعاة أن لكل نوع من الغازات مرشحه الخاص الذي لا يصلح لغيره, وأن له عمرا محدودا تنتهي فعاليته بانتهائه.
   d. الإلمام التام بخواص المادة, وطرق الوقاية منها, والإسعافات الأولية اللازمة.
2. قطع التيار الكهربائي وإبعاد أي مصدر لحدوث شرارة, لأن بعض الغازات قابلة للاشتعال.
3. التأكد من إحكام غلق المكان المعد لإجراء العملية وترميم أي ثقوب يمكن أن يتسرب منها الغاز.
4. تقدير الجرعة اللازمة بدقة, وكذلك مدة التعريض والالتزام بها, مع مراعاة أن الجرعة المميتة لأحد الغازات قد تختلف تبعا لدرجة الحرارة والمحتوى المائي للحبة, ويعتبر تقدير الجرعة ومدة التعريض من أكثر الأمور أهمية, حتى لا تؤثر العملية على حيوية الحبوب أو خواص الدقيق أو امتصاصها لجزء من الغاز السام الذي يؤثر على صحة المستهلك.

5. تجنب إجراء العملية في درجة حرارة أعلى من 45 °م, لسرعة تبخر مادة التدخين وزيادة تسربها, أو في درجات حرارة تقل عن 15 °م حيث يقل نشاط الحشرات, وبالتالي معدل تنفسها, وتنقص فعالية المادة المدخنة, ويتجنب أيضا التدخين في الجو العاصف. إن ارتفاع درجة حرارة المكان المراد تدخينه (30–35 °م) وزيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون يزيدان من معدل تنفس الحشرات, ويزيد استنشاقها للغاز السام, ويرفع من فعاليته.
6. اتخاذ جميع الاحتياطيات اللازمة لتأمين نقل مواد التدخين وتداولها (بعضها يوجد على حالة سائلة, وبعضها يحفظ تحت ضغط عال داخل الاسطوانات) فهناك احتمال تسرب الغاز بالإضافة الى أن بعض هذه المواد قابل للاشتعال.
7. وضع مادة التدخين في أعلى كومة الحبوب, أو عند القاعدة تبعا لكثافة الغاز. إن استعمال المراوح يضمن توزيع الغاز توزيعا متماثلا داخل الحيز المراد تدخينه.
8. تهوية المكان بعد انقضاء مدة التعريض.
9. فحص عينة من المادة التي تم تدخينها للتأكد من نجاح العملية.

حشرات الحبوب تتطور ضمن أربع مراحل فاليرقات والحشرات البالغة تتحرك بسهولة بين الحبوب فتقتل بسهولة أما الشرانق والبيض فهي المراحل الأكثر صعوبة فيجب الاحتفاظ بالغاز للوقت الكافي للسماح لهم بالنضوج إلى المراحل الأكثر ضعفا كما يوضح الشكل التالي

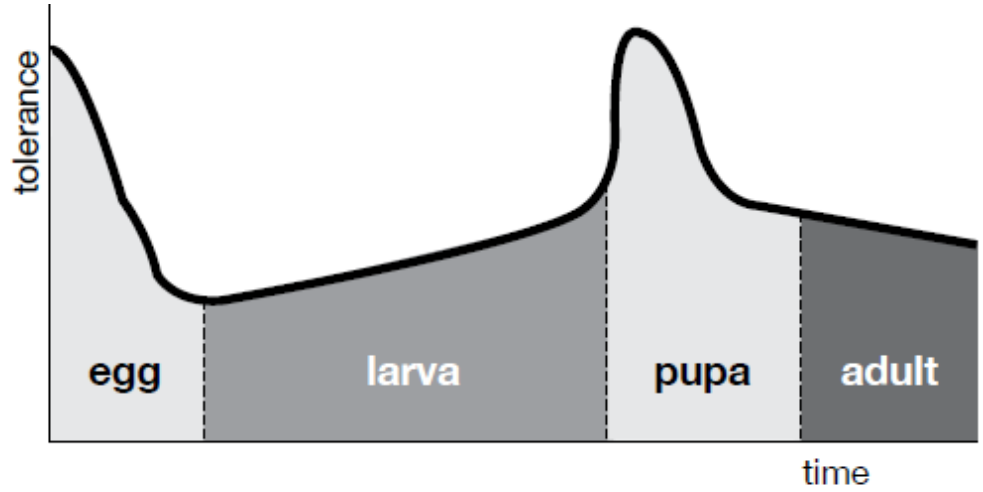


Figure 1 Grain insect tolerance to phosphine

طرق استعمال مواد التدخين

تجرى عمليات تدخين الحبوب و المواد المخزونة بطريقتين أساسيتين, هما التدخين تحت الضغط الجوي العادي, والتدخين تحت ضغط مخلخل.

التدخين تحت الضغط الجوي العاديAtmospheric fumigation

و يتم كالآتي:

أ -التدخين في الصوامع:

و هي محكمة القفل مجهزة ميكانيكيا لهذا الغرض, فعال و قليل الكلفة.

ب -التدخين في مخازن:

ويشترط أن يكون المخزن محكم القفل, وألا تكون هناك فرصة للتسرب

ت -التدخين في غرف:

وتوجد بجوار المخازن, ولا يزيد حجمها عن 100 متر مكعب , ويتم تدخين المواد الغذائية المستوردة فيها قبل النقل إلى المخازن.

ث -التدخين تحت المشمع:

تغطى الحبوب او المواد الغذائية بالمشمع (Polyethylene) ويتم وضع المادة المدخنة أسفل المشمع ويطوى حرفه, ويثقل بالرمل وقطع الحجارة. يعاب على هذه الطريقة ارتفاع معدل تسرب الغاز,تجرى هذه العملية داخل المخازن أو في العراء.

ج -تدخين وسائل النقل:

يمكن إجراء عملية التدخين داخل سفن نقل الحبوب,او داخل عربات القطار او الشاحنات, وفي جميع الحالات تكون وسيلة النقل مجهزة ميكانيكيا لتدخين الحبوب والمواد الغذائية.

التدخين تحت ضغط مخلخل Vacuum fumigation

تجرى العملية هنا تحت ضغط مخلخل لزيادة قدرة الغاز على الاختراق. وتستخدم هذه الطريقة لتدخين الحبوب والمواد الغذائية الموجودة في عبوات ورقية على وجه الخصوص, ويتم التدخين داخل اسطوانات حديدية محكمة الغلق سميكة الجدران, وأهم ما تتميز به هذه العملية

تقليل الفترة الزمنية اللازمة لتعريض المادة الغذائية للغاز(2–4 ساعات بدلا من 12–24 ساعة).

العوامل التي تؤثر على فعالية عملية التدخين Factors affecting efficiency of fumigation

تتأثر عملية التدخين بعدة عوامل تتعلق بمادة التدخين نفسها, ونوع الحبوب المراد تخزينها, وحالتها, ونوع الآفة ومكان التخزين.

مادة التدخين Fumigant

وتختلف مواد التدخين بعضها عن البعض الاخر فيما يلي:

أ- سرعة التبخر (التطاير Volatility)

بعض المواد تكون سريعة التبخر (بروميد الميثيل) وبعضها بطيء التبخر مثل (رابع كلوريد الكربون), وكلما كان تحويل المادة إلى الصورة الغازية أسرع كان ذلك أفضل.

ب- سرعة الانتشار والتخلل Diffusion and penetration

وتتوقف هذه الخاصية على درجة التطاير والوزن النوعي, ودرجة ذوبان الغاز في السوائل, وكلما كانت درجة التطاير عالية والوزن النوعي قليلا كانت المادة أسرع في الانتشار والتخلل, ويتجنب استعمال الغازات التي تذوب في السوائل, ولذلك لا يستخدم بروميد الميثيل في تدخين البذور الزيتية لقدرته على الذوبان في الزيوت.

ت- معدل الامتصاص Sorption rate

ويعني انجذاب جزيئات مادة التدخين إلى مواد صلبة (جدران المخازن او الصومعة او قصرة الحبوب) وزيادة الامتصاص يقلل من انتشار مادة التدخين, وتكون نتيجة التدخين غير مرضية, من المواد العالية الامتصاص رابع كلوريد الكربون, اما بروميد الميثيل فقابليته للامتصاص منخفضة, ويزداد معدل الامتصاص مع زيادة نسبة الشوائب, ومع ارتفاع الرطوبة, وانخفاض درجة الحرارة.

ث- الجرعة و التركيز Dosage and concentration

الجرعة هي كمية الغاز المستعملة عند بدء عملية التدخين, ويعبر عنها عادة بوزن مادة التدخين بالنسبة لحجم الفراغ (ملجم /م مكعب). ولزيادة فعالية التدخين لابد من المحافظة على تركيز معين خلال مدة زمنية معينة, أما التركيز فهو عبارة عن كمية الغاز التي توجد في فراغ التدخين بعد فترات معينة من بدء العملية.

نوع الحبوب و حالتها *Type and condition of grains*

يتأثر نجاح عملية التدخين على عدة عوامل من أهمها:

أ- حجم الحبوب ودرجة نفاذيتها Size and permeability of kernels

كلما صغر حجم الحبوب زادت مساحتها بالنسبة لوحدة الحجم مما يترتب عليه قلة الفراغات بين الحبوب, ويقل معدل الانتشار والتخلل تبعا لذلك, ويزداد معدل الامتصاص, ويصبح من الضروري زيادة الجرعة وكلما كان جدار الحبة زاد معدل الامتصاص وقل معدل تخلل المادة.

ب- درجة حرارة الحبوب ورطوبتها Grain temperature and moisture content

تكتسب مادة التدخين درجة حرارة الحبوب, وارتفاع الحرارة يؤدي إلى زيادة حركة جزيئات مادة التدخين, مما يساعد على زيادة الانتشار والتخلل, كما أن ارتفاع المحتوى المائي للحبة يزيد معدل الامتصاص .

ت- نسبة الشوائب ونوعيتها Amount and type of dockage

وتشمل العوالق والقشور وحبوبا من غير النوع, وبذور الحشائش والغبار, كلما زادت نسبة الشوائب زاد معدل الامتصاص وقل معدل التخلل ولذلك ينصح في هذه الحالة بزيادة الجرعة.

نوع الحشرة *Type of insect*

بعض أنواع الحشرات تبدي مقاومة واضحة لمادة التدخين بينما يكون بعضها الأخر حساسا لها, وتحتاج يرقات الحشرات التي تعيش على السطح العلوي للمادة الغذائية المعاملة, مثل خنفساء الخابرا ويرقات دودة جريش الذرة لجرعات أعلى حيث يصعب الاحتفاظ بتركيز قاتل على السطح العلوي نتيجة زيادة كثافتها على كثافة الهواء الجوى, كما أن الأطوار التي تختفي داخل الحبوب كما في أنواع السوس و ثاقبة الحبوب الصغرى تحتاج أيضا لجرعات أعلى .

مبنى التخزين Storage building

تتأثر كفاءة التدخين بنوع مبني التخزين و أبعاده

أ -نوع مكان التخزين:

الصوامع المعدنية الحديثة غير منفذه للغاز و تحتفظ بمادة التدخين لفترات طويلة بينما تكون المخازن والصوامع العاجية غير محكمة الغلق, ويمكن أن يتسرب منها جزء كبير من الغاز, ويصعب الاحتفاظ بتركيز قاتل للحشرة بداخلها, لذلك تكون الحاجة ماسة في الحالة الأخيرة لاستعمال كمية اكبر من مادة التدخين كما أن معظم الصوامع الأسمنتية تكون خشنة الجدار من الداخل وتوجد بها بعض حفر تحتوى على شوائب, ويمكن أن تختبئ بها الحشرات ويراعى على قدر الامكان أن تكون الجدر الداخلية ملساء خالية من اى شقوق أو فجوات.

ب -أبعاد الصومعة أو المخزن:

يؤثر ارتفاع الصومعة وقطرها أو عرضها على نوع مادة التدخين التي يوصى باستعمالها وطريقة إدخالها. هناك بعض المواد تتميز بسرعة تطايرها و انتشارها , وهي تصل إلى قاع الصومعة بسهولة, بينما يتميز بعضها الأخر بضعف انتشارها مما يؤدي إلى زيادة امتصاص المادة قبل وصولها إلى القاع, ويمكن تلافي ذلك باستعمال التيار الهوائي. كلما زاد قطر الصومعة وعرض المخزن قلت فعالية التدخين, وذلك راجع إلى أن بعض الحشرات تعيش على السطح العلوي للحبوب ولعدم بقاء مادة التدخين في أعلى المواد الغذائية المعاملة لفترة طويلة لزيادة كثافتها ولا يمكن بذلك توفير التركيز القتل للحشرات في هذه المنطقة.

المكافحة بالزيوت النباتية

أمكن عزل زيوت ثمار اليانسون والفلفل الأسود والكمون وأوراق النعناع واختبر سمية هذه الزيوت ضد حشرتي سوسة الأرز وثاقبة الحبوب الصغرى وخنفساء الدقيق المتشابهة, ووجد أن لها تأثير إبادي حشري ضد هذه الحشرات, وتم اختبار التأثير السام للزيوت الطيارة المستخلصة من قشور ثمار البرتقال البلدي الأبيض والبرتقال الخليلي والبرتقال السكري والبرتقال الصيفي والبرتقال الشموتي والبرتقال أبو صرة والليمون الأضاليا والليمون البنزهيري والليمون الحلو والنارنج واليوسفي البلدي والجريب فروت ضد الحشرة الكاملة لسوسة الأرز

ومن القطن ومن الخوخ وأوضحت النتائج أن زيوت الموالح لها تأثيرات سامة مختلفة ضد هذه الحشرات.

طرائق أخرى Other Approaches

الغبار الخامد كيميائياً الذي حجم جزيئاته 1µm أو أقل يعمل كمجفف لقتل الحشرات. ويمتاز برخصه وسهولة إزالته في تنظيف القمح اللاحق .

فورمات الإيتيل عبارة عن سائل عديم اللون وذو درجة غليان منخفضة بحدود 54,1 °م، و رائحته عطرية لطيفة، ويقتل الحشرات بسرعة على خلاف الفوسفين الذي يستغرق أيام ليقتل الحشرات. كما أن المتبقي منه يتناقص إلى المستويات الطبيعية بدون إجراء التهوية. وأيضاً تفككه إلى منتجات غير سامة وتتشكل بشكل طبيعي (حمض الفورميك، إيتانول) يكسبه إيجابية إضافية.

تهوية الحبوب في الصوامع

بعد أن يتم حصاد القمح يجب تخزينه لفترة من الزمن قبل تسويقه واستخدامه مرة ثانية للتغذية أو كبذور للزراعة ويعتمد زمن التخزين على نوعية الحبوب عند التخزين وطريقة التخزين حيث أن تخزين الحبوب ذات رطوبة وحرارة منخفضة يمكن أن يستمر لوقت طويل دون أن تتأثر خواصها, إن الحفاظ على حرارة ورطوبة منخفضة شرط أساسي لنجاح تخزين الحبوب لفترة طويلة.

تعتبر تهوية القمح المخزّن إجراء شائع للمحافظة على حالته الفيزيائية لمدة طويلة. يجب أن تؤخذ كمية المواد الغريبة التي يحتويها القمح بعين الاعتبار عند تطبيق التهوية على القمح المخزن في الخلايا. حيث تؤثر الأجرام والشوائب على معدل جريان الهواء ضمن مخزون القمح ويمكن أن تنتقل رطوبة بذور الأعشاب الضارة إلى الحبوب المحصودة حديثاً. تأثير الرطوبة النسبية ودرجة حرارة الهواء على معدل تجفيف الحبوب مهم في تحديد زمن وشروط التهوية. تعتبر التهوية مفيدة عندما تكون شروط الهواء ملائمة، وإلا فإنها فقط تساعد على تنفس القمح والأحياء الدقيقة بتزويدها بالأكسجين اللازم لعملية التنفس.

تجرى عملية التهوية إما بنقل الحبوب إلى صومعة فارغة أو بتمرير تيار هوائي ضمنها. تعتبر عملية نقل الحبوب إلى خلية فارغة عملية مكلفة مع لزوم وجود خلية 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 5 م°.

تعريف التهوية

هي عمليات تكييف الحبوب بنسبة تدفق للهواء منخفض ولتحقيق تجانس حرارة الحبوب في كامل الصومعة ومنع تجمع الرطوبة في الطبقات العليا أو السفلى من الصومعة نتيجة تيارات الحمل الطبيعية, علما أن التهوية يجب أن لا تؤدي إلى تجفيف الحبوب حيث يمكن أن يحدث بعض التجفيف نتيجة الطقس الجاف وعمل المروحة لوقت طويل.

فوائد التهوية

1. تبريد الحبوب وتأمين توزع متجانس للحرارة.
2. الحفاظ على درجة حرارة الحبوب ضمن الحدود المثلى.
3. سحب رائحة الحبوب المخزنة.
4. توزيع العلاج الكيميائي للحشرات بشكل منتظم وجيد.
5. منع الحبوب الرطبة عند تخزينها لمدة قصيرة من ارتفاع درجة حرارتها بشكل مفاجئ.

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

مثال: لدينا 60 طن من قمح رطوبته 16% و قمح رطوبته 10.5%، للحصول على كمية من القمح ذي رطوبة منخفضة اللازمة ليكون الخليط ذا رطوبة 13.5%.

تجرى حساب كمية القمح ذي الرطوبة المنخفضة من المعادلة التالية:

$$W = \frac{A(H - X)}{X - L} = \frac{60(16 - 13.5)}{13.5 - 10.5} = \frac{60 * 2.5}{3} = 50 \text{ ton}$$

حيث:

W: كمية القمح منخفض الرطوبة.

X: الرطوبة المطلوبة لخليط القمح.

H: رطوبة القمح ذي الرطوبة المرتفعة.

L: رطوبة القمح ذي الرطوبة المنخفضة.

A: كمية القمح ذي الرطوبة المرتفعة.

الهدف من التهوية

إن الهدف من التهوية هو الحفاظ على العلاقة بين التخزين والحرارة الخارجية التي سوف تقلل من خفض الرطوبة وتحافظ على حرارة الحبوب منخفضة للتقليل من نسبة الفساد والمحافظة

عليها ثابتة مع الحرارة المحيطة لذلك تعتمد كمية الهواء المطلوبة على نسبة تغير درجة الحرارة للحبوب المخزنة.

آلية التهوية

يحسب الهواء اللازم لإجراء التهوية بالهواء المحرّك بشكل اصطناعي ضمن المخزون، على أساس المعدل 0.1–0.2 م^3/دقيقة لكل 1000 كغ. ولكن في التخزين الأفقي (المسطح) يجب أن يتم التبريد بسرعة أكبر لذلك تستخدم معدلات مرتفعة بحدود 0.25 م^3/دقيقة لكل 1000 كغ.

يوجد علاقة بين كثافة القمح وعمق الحبوب والرطوبة والمواد الغريبة مع مقاومة جريان الهواء ضمن كتلة القمح. تضرب القيم المستخرجة من التمثيل البياني للعلاقة بين معدل جريان الهواء وهبوط الضغط لكل وحدة عمق من القمح بعوامل مرتبطة بشروط القمح. هناك أمثلة لتصميم أنظمة تهوية القمح ومتطلبات استطاعة المروحة ومتطلبات الضغط الساكن لتهوية القمح عند معدلات مختلفة لجريان الهواء وعند أعماق مختلفة للحبوب.

وفيما يلي أهم الملاحظات التي يجب الاهتمام بها أثناء عملية التهوية:

- يجب المحافظة على حرارة الحبوب أقل بـ 10 درجات عن معدل الحرارة الخارجية للتقليل من تيارات الهواء وهجرة الرطوبة داخل الصومعة.
- يجب أن تكون التهوية مستمرة حتى يحدث التغير في الحرارة بشكل كامل.
- يسبب وجود الشوائب والفطور والحشرات حركة غير متجانسة للهواء داخل الحبوب وبالتالي يزيد من كلفة التهوية والخسارة في الحبوب المخزنة.
- التهوية بنسبة تدفق هواء معروفة يساعد في التحكم بحرارة الصومعة.

عملية نظام التهوية Aeration System operation

غالبا ما يتم توفير نظام التهوية ونظام رصد درجات الحرارة كتجهيزات مساعدة في صوامع تخزين الحبوب. وعادة ما يعلم المتعهد المشغل متى يشغل ويوقف عمل المروحة ومتى يقرأ درجات حرارة الحبوب، ولكن بعد ذلك فإنه على المشغل معرفة الاستخدام السليم للمعدات من تلقاء نفسه.

يساعد الاستخدام السليم لهذه الأنظمة المشغل في الحفاظ على نوعية الحبوب المخزونة حتى يتم بيعها أو استخدامها. أما الاستخدام غير السليم لهذه النظم يمكن أن يسبب فساد الحبوب وفواتير كهرباء مرتفعة ويمكن أن يصبح المنتج غير قابل للبيع أو استخدامه لجني الأرباح.

يجب من أجل تهوية الحبوب مناقشة ثلاث أمور رئيسية:

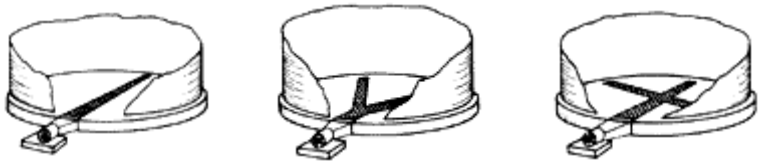
المناقشة الأولى تتعلق بالتحكم بنظام التهوية مثلا :

- متى يجب أن تتم التهوية؟
- ماهي درجة الحرارة التي يجب تبريد الحبوب إليها؟
- هل ستعمل المروحة في الشتاء؟
- هل يتم تدفئة الحبوب في الربيع أم فقط قبل نقل الحبوب من المخزن؟

حيث تحدد هذه المناقشة **جدول عمل التهوية.**

المناقشة الثانية تعتمد على **عمل المروحة اليومي** خلال فترة التهوية فيما إذا كان متواصل أو خلال فترات عمل يومية والتحكم يدوي أو آلي بالمروحة.

المناقشة الثالثة تتضمن اتجاه تحرك الهواء من حيث استخدام التهوية من الأسفل downward في نظام الامتصاص suction system أو تدفق الهواء من الأعلى في نظام الضخ pressure system أو مشترك بين النظامين.



الشكل 1: أنواع من أنظمة التهوية حيث يبدو سطح قنوات التهوية.

جدول عمل التهوية

تعتمد إجراءات التهوية على المناخ المحلي حيث يختلف معدل الحرارة بين الأشهر الحارة والباردة حوالي (28 م°) و يكون عادة معدل الرطوبة اليومية للهواء أقل من رطوبة التوازن للحبوب ويمكن تهوية الحبوب بشكل متواصل دون حدوث زيادة غير مرغوبة بالرطوبة

باستثناء أشهر الشتاء الثلاثة. عادة يمكن أن يكون نظام عمل المروحة مقسم إلى 3–4 فترات (الشكل 2):

مباشرة بعد التخزين

يجب تهوية الحبوب إذا أمكن مباشرة بعد وضعها في الصوامع لإزالة الحرارة المتبقية من الحصاد أو التجفيف ويجب خفض الحرارة بشكل متجانس إلى (15–20 م°) للحبوب المحصودة صيفا وإلى 10–15 م° من أجل الحصاد الخريفي. قمح الحصاد الصيفي يحتاج بشكل طبيعي إلى تهوية في بداية الخريف لخفض الحرارة إلى 10–15 م°. وإن أفضل نظام يمكن اتباعه بتشغيل المروحة ليلا ونهارا عندما تكون حرارة الهواء العادم الناتج عن الصومعة أعلى من الحرارة اليومية العليا.

لا تكتسب الحبوب رطوبة إضافية إذا كان معدل الرطوبة النسبية للهواء المحيط أثناء عمل المروحة يساوي أو أقل من محتوى رطوبة التوازن للحبوب, كما أنه من الأفضل تجنب عمل المروحة لوقت طويل خلال الطقس الماطر ويجب أن تبدأ التهوية منذ وصول الحبوب إلى الصومعة مع ضرورة التأكد من تبريد جميع أجزاء الصومعة حيث أن المنطقة الأعلى من الصومعة هي الأخيرة عند التبريد بالهواء الصاعد والمنطقة السفلى هي الأخيرة عند التبريد بالهواء الهابط.

آخر الخريف

تتم تهوية الحوب حتى تبرد إلى 0–15 °م تقريبا، أسبوع متواصل من عمل المروحة يكون من الضروري تخفيض متجانس لحرارة الحبوب بنسبة تدفق للهواء 0.1 م3/دقيقة/طن يجب أن تبرد جميع الحبوب تقريبا إلى نفس درجة الحرارة في أقصر زمن ممكن.

إذا كان معدل الحرارة الخارجية أكثر من 5 °م أعلى أو أبرد من الطبيعي يتم تأجيل التهوية عادة حتى تعود حرارة الجو إلى الحرارة الطبيعية. يكون الطقس عادة في آخر تشرين الثاني وبداية كانون أول مناسب لتبريد الحبوب إلى حرارة قريبة من حرارة الشتاء, إذا تحقق ذلك فلا يكون هناك حاجة إلى تهوية إضافية حتى في الربيع.

قد تعمل مروحة التهوية عدة دقائق حتى الساعة خلال الشتاء للكشف عن المشاكل التي قد تكون في الحبوب ويتم تقدير هذه العملية عن طريق تفحص الرائحة للهواء العادم وقياس حرارته.

فترة الثبات الشتوي

أثناء الطقس البارد قد يكون التبريد الخفيف إلى أقل من التجميد ضروري للمحافظة على حرارة الحبوب ضمن 8–10 °م من حرارة الطقس الخارجية لذلك يتم حفظ الحبوب الباردة بشكل أفضل من الحبوب الساخنة لكن مساوئ التبريد أنه في حال لم يتم ارتفاع حرارة الحبوب عند ارتفاع حرارة الجو تتكاثف الرطوبة عليها مسببة نمو سريع للعفن وكذلك إذا تمت تهوية الحبوب عندما يصبح الطقس دافئ فنتيجة رطوبة الهواء يتكاثف الماء على الحبوب الباردة مما يسبب تجمد وإعاقة حركة الهواء.

تتوقف المروحة عن العمل خلال فترات الثبات الشتائي ويجب أن يتم تغطيتها بالكتان أو طبقات رقيقة من الخشب Plywood لمنع برودة الشتاء من الانتقال إلى الحبوب القريبة من القناة. كما يجب أن يتم الكشف عن الحبوب أسبوعيا طوال هذه الفترة وتشغيل المروحة ليوم أو اثنين عند تحسن الطقس واقتراب الحرارة الخارجية من حرارة الحبوب.

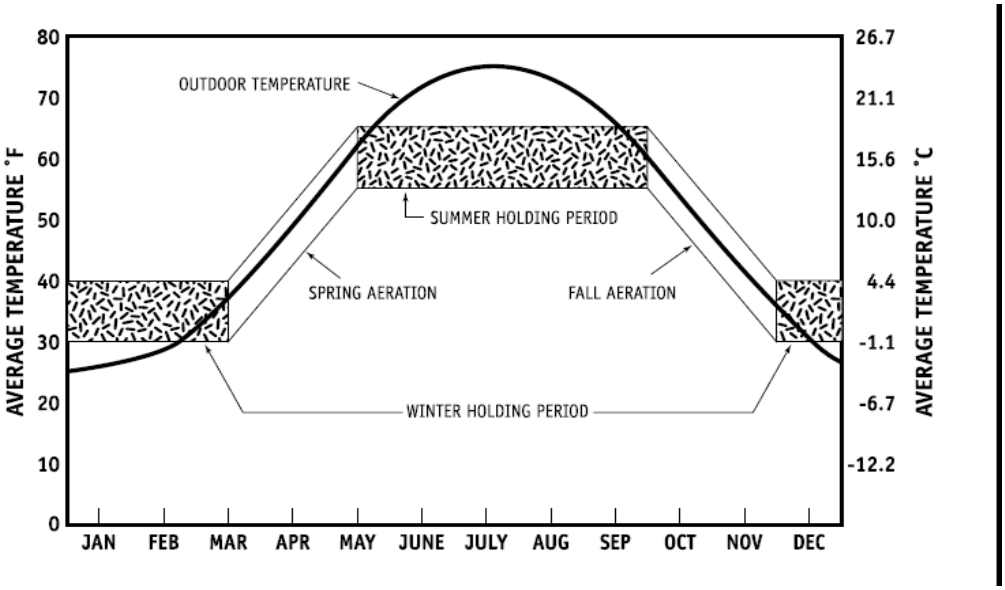
الربيع

في أغلب الأحيان لا يكون هناك ضرورة إلى رفع حرارة الحبوب في الربيع إذا كان سيتم نقل الحبوب خلال شهر تموز ولم تبرد إلى أقل من 0 °م فإنها لا تحتاج إلى تهوية, وفي كل الأحوال يفضل رفع حرارة الحبوب إلى حدود 10–15 °م إذا كانت ستبقى لوقت أطول أو كانت باردة وتكون هذه العملية مفيدة في مراحل متعددة لاحقا (نهاية آذار وبداية نيسان) حيث يتم تشغيل المروحة على مدار اليوم عندما يكون الفرق في معدل الحرارة خلال اليوم والحبوب حوالي 10 درجات وهذا يعني أن تعمل المروحة بشكل متواصل حين تكون الحرارة اليومية الصغرى قريبة من حرارة عادم الصومعة وحين تزداد الحرارة في الصومعة إلى مستوى جيد يتم التوقف حتى ترتفع حرارة الجو المحيط 10 درجات أخرى عندها يتم رفع الحرارة إلى مستوى آخر وهكذا يتم رفع الحرارة داخل الصومعة خلال عدة مراحل. التهوية المستمرة تسبب حركة منطقة التكاثف لتجنب نمو العفن. يجب أن تتم تهوية إضافية عندما تسخن الحبوب إلى 12–8 °م في أشهر الصيف ذات الحرارة العالية مالم تتشكل بقع حرارة أو تحدث أية مشاكل.

الصيف

يجب أن تكون حرارة الحبوب بين 10–15 °م في منتصف حزيران ويجب أن تتم تغطية المروحة أثناء توقفها عن العمل لتجنب حدوث التكاثف في الحبوب الباردة خلال الفترات

الحارة والرطوبة المرتفعة في الصيف مما يؤدي لتشكل عفن في تلك المناطق القريبة من قناة التهوية. ويجب تفقد الحبوب بشكل دوري وتشغيل المروحة أثناء الطقس البارد أو الساخن عندما تكون حرارة الجو قريبة من حرارة الحبوب.



الشكل 2: جدول التهوية الموسمي

اتجاه حركة الهواء

في الوقت الحاضر، هناك نوعان من أنظمة التهوية التي يتم تركيبها: الانظمة السفلية (السلبية) حيث يتم تثبيت المروحة بحيث أنه سيتم سحب الهواء من أسفل الحبوب، ونظام الضغط (الإيجابي) حيث يتم تثبيت المروحة بحيث يدفع الهواء باتجاه أعلى الحبوب. في نظام الضغط يركب عادة ساحبات على السقف لسحب الهواء الرطب الدافئ من المحيط العلوي فوق الحبوب لمنع التكاثف على السطح.

تحدث التهوية بتحريك الهواء إلى الأعلى أو الأسفل عبر الحبوب حيث يحرك نظام توصيل الهواء نفس المقدار من الهواء لكن هناك ميزات وسلبيات لكل من الطريقتين.

إن ميزة تحريك الهواء إلى الأسفل وسحب الهواء العادم من أسفل الصومعة هي التقليل من السطح المعرض للتكاثف عندما ترفع التهوية حرارة الحبوب خلال الطقس البارد, ولكن سلبية

هذه الطريقة هي عدم القدرة على التحديد بشكل كامل ودقيق نهاية عملية التهوية حيث أن الحبوب أسفل الصومعة هي الأصعب للكشف عليها. يفضل وضع الترمومتر عند مخرج الهواء العادم في جانب الامتصاص للمروحة ويساعد في تفحص مراحل التهوية ويعطي قراءات لحرارة العادم والتي قد تعبر عن ارتفاع حرارة الهواء الناتج عن المركز السفلي. يجب على العامل تفحص إتمام عملية التهوية إما بتفحص الترمومتر أو حرارة الحبوب السفلى بتفريغ البعض منها عبر قمع مركزي.

السلبية الأساسية للتهوية نحو الأعلى هي الرطوبة التي قد تحدث نتيجة التكاثف عندما يصطدم الهواء الساخن بسطح الصومعة الباردة وهذا يحدث عند تهوية الحبوب الساخنة خلال الفصل البارد ويمكن التقليل من هذه المشكلة بالبدء بالتهوية باكرا وخفض حرارة الحبوب خلال فترة أطول من الوقت.

الطريقة الأفضل لنجاح عملية التهوية بغض النظر عن اتجاه الهواء هو تغير حرارة الحبوب بشكل تدريجي على عدة مراحل.

فيما يلي مقارنة بين النظامين:

نظام السحب السفلي	نظام الضغط
1-عادة يكون أقل غلاء في البداية	1-أغلى عادة إذ يتضمن عادم سقفية
2-أقل تكاثف على السطح إذا ماقورن بنظام الضغط	2-سقف العادم من الضروري أن يركب لمنع التكثيف
3- ثقوب القناة في أغلب الأحيان تكون مسدود بالنفايات أو المواد الغريبة	3-الثقوب تبقى أنظف ومفتوح
4-مشاكل مراوح أكثر بسبب تجمع الغبار على النصلات والمحرك	4-مشاكل المراوح أقل لأن الهواء أنظف
5- التهوية في أغلب الأحيان تسحب الحبوب إذا كانت القناة متضررة	5-تستخدم المراوح حتى عندما تكون مع القنوات تالفة
6- الوقت المستهلك في تهوية الحبوب أطول وبالتالي التكلفة الكهربائية أعلى	6- أقل وقت لعمل المراوح وكلفة كربائية أقل
7- لا يوجد عادم	7-العادم يمكن أن يستعمل منفصلا لإزالة التكاثف والحرارة والغبار والروائح
8- تجمع الرطوبة في القاع حيث يصعب	8-سهولة مراقبة تراكم الرطوبة على سطح

الكشف عنها	الحبوب
9- في يوم مشمس الهواء البارد يدفأ قبل أن يذهب إلى الحبوب	9-الهواء البارد يذهب مباشرة إلى الحبوب
10- الأنفاق الأرضية الثانوية تكون عادة أكثر ترابا لأن الغبار يكون محمولا مباشرة إلى النفق خلال ثقب الغبار	10-الأنفاق الأرضية الثانوية تبقى أنظف بسبب الضغط في الأنفاق
11- الرطوبة يمكن أن تسحب إلى النفق خلال الشقوق في الكتلة البيتونية المستوية السفلية	11-تخرج الرطوبة عندما تعمل المراوح
12- بسبب مبدأ الضغط السلبي قد ترى انخفاض في التيار الهوائي مما يتطلب وقت أكثر للمراوح لتنجز العمل نفسه	12-يقال أن هناك زيادة في التيار الهوائي بمقدار 10 – 12 % من قوة الحصانية نفسها
13- المنافذ الهوائية يمكن أن تصبح مسدودة بالنفايات أو الثلج أو تحدث ضرر في السقف عندما تعمل المراوح	13- المنافذ الهوائية المسدودة لن تسبب أضرارا بالسقف لكنها تسبب قلة كفاءة النظام
14- يعطي منتج أكثر تجانس بالرطوبة والحرارة لذا فهو أفضل	14- يقول البعض أن نظام الضغط أفضل

عمل المروحة اليومي

إن عمل المروحة المستمرة خلال أيام الرطوبة المنخفضة يزيل ويعيد توزيع الرطوبة الزائدة يجب أن تعمل المروحة عندما تكون الرطوبة أعلى من 70–80% كما يحدث في بداية الشتاء.

يمكن تنظيم فترات تهوية دورية وفقا لتوقعات الطقس أو بالاعتماد على مقاييس الطقس. يحدد مقياس الرطوبة والحرارة عند تهوية الحبوب عمل المروحة، بالفترات عند حرارة أعلى من حرارة دنيا عادة هي حرارة التجمد وأقل من حرارة عظمى، حيث يوصل جهاز قياس الرطوبة بشكل تسلسلي مع مقياس الحرارة ليوقف عمل المروحة عند ارتفاع الرطوبة هذا ويمكن التقليل من عمل المروحة عندما تكون الرطوبة النسبية أعلى من 85–90%. يوصل أحيانا مؤقت مع مقياس الرطوبة والحرارة ليسمح بالتهوية لفترات قصيرة في اليوم بغض النظر عن الرطوبة والحرارة. يستخدم في الشتاء ميقاتيات لتشغيل المروحة لساعة أو اثنتين كل يوم أو أسبوعيا.

يتعلق محتوى رطوبة الحبوب وعدد الساعات المحدد لعمل المروحة بتدفق الهواء الذي يجب أن يتم التزود به بواسطة التحكم اليدوي تعتمد شروط التشغيل المقبولة على العلاقة بين محتوى رطوبة الحبوب والهواء.

يمكن تحديد فيما إذا كانت الشروط ملائمة للتهوية، باستخدام مخططات قياس رطوبة الهواء النسبية psyehrometric والبيانات المتعلقة برطوبة ودرجة حرارة القمح بالإضافة إلى درجة حرارة الهواء المحيط ورطوبته النسبية. تم تصميم جداول ومخططات وبرامج كمبيوتر متنوعة لتحديد مجال درجات حرارة الهواء ومستويات الرطوبة النسبية المثلى التي يجب عندها تدوير القمح. وهي تعتمد على الفرق بين درجة حرارة الحبوب ودرجة حرارة الهواء المحيط بالإضافة إلى رطوبة الحبوب. يمكن إجراء التهوية إذا كانت الرطوبة النسبية أقل من مستوى معين.

ولحساب محتوى رطوبة الحبوب في حالة التوازن مع الهواء عند قيم مختلفة للرطوبة النسبية ودرجة الحرارة نستخدم المعادلة التالية:

$$M = E - F \cdot \ln\left[-\left(T + C\right) \cdot \ln\left(RH\right)\right]$$

حيث أن: M: رطوبة الحبوب

RH: الرطوبة النسبية

T: درجة الحرارة.

الجدول (4) : ثوابت معادلة Chung and Pfost

الحبوب	C	E	F	خطأ قياسي للرطوبة
قمح ديوروم	112.350	0.37761	0.055318	0.0057
قمح قاس	50.999	0.35616	0.056788	0.0061
قمح طري	35.662	0.27908	0.042360	0.0147

الاتجاهات الحديثة

مقدمة

إن للقطاع الزراعي دورا مهما في حياة الشعوب نظرا لكونه المصدر الرئيسي لتأمين الغذاء, والغذاء هو المصدر الكفيل بتأمين الطاقة اللازمة لعمل واستمرار حياة الإنسان.

تصاب المادة المخزونة والمخزن بعدد كبير من الآفات مسببة خسائراً وأضراراً مباشرة تخفض من قيمتها الكمية والنوعية وأن استخدام المواد الكيميائية بشكل واسع وعشوائي وغير مبرمج ولفترات زمنية طويلة ولاسيما بعد الحرب العالمية الثانية, بالإضافة إلى ظهور الأشكال المختلفة للمبيدات من مركبات (عضوية, كلورية, وفوسفورية, وكارباماتية وغيرها .....الخ), إذ أن هذا الاستخدام قصد به حل المشكلات الزراعية دون النظر للنتائج السلبية التي ظهرت.

أهم المشكلات التي ظهرت نتيجة للاستخدام الجائر للمبيدات (المركبات الكيميائية):

1 . ضررها للإنسان والحيوان.

2 . ظهور سلالات مقاومة لفعل المبيدات.

3 . القضاء على الأعداء الحيوية للآفات أدى للإخلال بالتوازن الحيوي.

4 . التلوث البيئي.

5 . الآثار المتبقية في المادة المعالجة.

6 . التكاليف الباهظة.

وبرغم معرفتنا الواسعة بآثار هذه المبيدات السلبية, إلا أنه حتى الآن لا يمكن الاستغناء عن المكافحة بالطرق الكيميائية, ولكن علينا ترشيد هذا الاستخدام واتباع برامج تجمع بين طريقتين أو أكثر من طرق المكافحة أو مايسمى بنظام إدارة الآفات Integrated pest Management (I.P.M) أو المكافحة المتكاملة Integrated Control.

عرفت من قبل منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (HAO) لعام 1974 والمنظمة الدولية للمكافحة الحيوية (OILB) لعام 1977 على النحو التالي: نظام يستخدم مجموعة من الطرق

الملبية في وقت واحد لكل من المتطلبات البيئية والاقتصادية والصحية, معتمداً بالدرجة الأولى على استخدام المكافحة الحيوية ومبدأ الحد الاقتصادي.

ولقد تم إدخال مختلف طرق مكافحة الآفات للمواد المخزونة وذلك لتخفيض الأضرار الناتجة عن الاستخدام المتكرر للمواد الكيميائية (المبيدات), وأعطت هذه الأساليب نتائج إيجابية.

المكافحة المتكاملة لآفات المواد المخزونة

نظراً للظروف البيئية الخاصة بالمخزن والصوامع والمستودعات .. من حيث تحديد درجات الحرارة والرطوبة ضمن مستوى معين, ثم عزل المواد المراد تخزيتها عن الوسط الخارجي مما يحول دون وصول الأعداء الحيوية, ولكن بالمقابل نلاحظ من خلال الدراسة نشاطاً واسعاً. للكثير من الآفات وخاصة مفصليات الأرجل ومنها الحشرات من رتبة غمدية الأجنحة Coleoptera وحرشفيات الأجنحة Lepidoptera والعناكب وأيضا المسببات المرضية من فطور وبكتيريا .. ونظراً لأهمية التخزين وتأمين المواد في غير أوقات تواجدها, فلقد اهتم القائمون بهذا المجال كثيرا باستخدام المواد الكيميائية, ولكن مع ارتفاع تكاليف هذه المواد والأضرار والتي تحدثه, ظهور السلالات المقاومة لفعل المبيدات. كل هذه الأمور وغيرها كانت دافعاً وطلباً لإيجاد نظام متكامل لحماية المواد المحزونة في مثل هذه الظروف.

تعتمد المكافحة المتكاملة لآفات المواد المخزونة على عدة أسس:

1 . إتباع خطوات وشروط التخزين الملائمة.

2 . إدخال طرق المكافحة الأنفة الذكر ضمن البرنامج (برنامج المكافحة المتكاملة).

3 . ترشيد استخدام المبيدات.

4 . إدخال الأعداء الحيوية والتي يمكن الثأر لها ووضعها في شروط المخزن.

فعند وضع برنامج مكافحة متكاملة فلا بد من النظر إلى كل ما يحيط بالمخزن من عوامل مختلفة, والعمليات التي تسبق عمليات التخزين من (تنظيف, وتجفيف, ومعرفة الأصناف والأنواع المراد تخزينها). إضافة إلى ضبط الحرارة والرطوبة عند الحدود الملائمة لبقاء المادة بحالة صحية وغير ملائمة لنمو وتكاثر الآفات والتدخل باستخدام المبيدات المتخصصة.

ومن هنا نرى أنه بتداخل كافة الوسائل المتاحة في المخزن من وسائل ميكانيكية, وحواجز, وفيزيائية, وحيوية, وكيميائية ... , ويمكن السيطرة على الآفات الهامة للمواد المخزونة وهو ما نسميه بالمكافحة المتكاملة أو نظام إدارة الآفات (IPM).

الاتجاهات الحديثة في طرق مكافحة وحماية المخازن من الآفات

تشمل الاتجاهات الحديثة في مجال مكافحة آفات المخازن الطرق التقنية الحيوية Biotechnical Methods للحشرات بوسطة مواد كيميائية (هورمونات, فيرومونات), تعمل كتواصل كيميائي Chemical Messengers على مستوى النوع الواحد أو بين الأنواع المختلفة من الحشرات. إن هذه الكائنات قادرة على التأقلم في أوساط الانتشار الأرضية معتمدة إلى حد كبير, على قوى كيميائية تسعى لدفع نشاطات حيوية محددة كالنمو, والتشكل, والسلوك.

وقد استغلت هذه العوامل الكيميائية لمكافحة الآفات الحشرية بعد أن تم عزل, وتعريف, وتشخيص, وتخليق الكيميائيات المتعلقة بهذا الاتجاه, وأعطت نتائج ذات قيمة عالية.

الهرمونات

تقوم الهرمونات بالحشرات, كمثيلاتها بالنباتات والحيوانات الأخرى بتنظيم الوسط الداخلي للفرد من الحشرة Intraorganimic مما أدى بعدها إلى استخدام هرمون الحداثة Juqenile hormone بعد أن تم تعريفه وتصنيفه (تحضيره صناعياً) كمركب حيوي (مبيد).

خصائص هورمونات الحشرات

تتحكم هورمونات النمو, وهي مجموعة من ثلاثة أنماط تعمل معاً, في التنوع المحكم للتغيرات المرتبطة بالنمو والتشكل في الحشرة ومنها:

أ – هرمون المنح: يعم على دفع النشاط الإفرازي للغدد غير الصماء.

ب – هرمون الانسلاخ: يفرز من غدد الصدر الأمامي وذلك قبيل انسلاخ الطور غير الكامل أو قبل انتهاء فترة السكون كي ينشط.

واكتشف حديثاً بعض المركبات الاسترودية Steroids التي تشبه بتركيبها هورمونات الانسلاخ والتي لها القدرة على منح تصلب كيوتيكل وتعمل أيضا كمعقمات جنسية.

ج – هورمون الحداثة: يعتبر عنصراً مهما في مجال المكافحة البيوتكنيكية للآفات الحشرية المستخلص من بطون ذكور الفراشة Hyalophora Cecropia وسمي الزيت الذهبي. وهي تفرز من غدد الكوربورا ألاتا بكميات ضئيلة جداً لا تفي بحاجات تطبيقية, ولكن بعد التعرف إلى مادة الجارنيسول في براز خنفساء Tenebrio Molitor, اتضح أن أسلوب عمل هذه المادة (الجارنيسول) مماثل لنظيره في هرمون الحداثة ففتح المجال باتجاه تخليق مشابهات لهذا الهرمون (JHA) صناعياً.

استخدام الهرمونات في مكافحة حشرات المخازن

في المخازن يمكن مكافحة عديد من الآفات الحشرية الغمدية والحرشفية الأجنحة بخلط الحبوب أو الدقيق بتركيزات منخفضة (أقل من 5 جزء من المليون) بمشابهات هورمون الحداثة (JHA). غير أن البعض من هذه الآفات كسوسة الأرز تبدي مقاومة لهذه المواد وتتسبب معاملة اليرقات بمشابهات هورمون الحداثة في تشوهات مورفولوجية لاحقة, وقد تحول دون ظهور الجيل الأول للآفة كما في دودة جريش الذرة Plodia Interpunctella ويموت البيض عند خنافس الدقيق .Tribolium SPP وذلك باجتماع تأثيرات خاصة بالتكوين المورفولوجي.

وعندما عوملت خنافس الدقيق هذه بالمستحضرين الهورمونين الميثوبرين والكينوبرلين حدث تشوه للزوائد الشرجية, مما أدى إلى إعاقة التزاوج في الطور الكامل, وإلى احتجاز الإناث لكرات من البراز والدقيق أغلقت فتحة التناسل, كما أن القليل من البيض الذي تم وضعه لم يكن كامل النمو.

الفيرومونات

الفيرومونات مواد طبيعية ذات تأثير منشط تقوم الحشرات بإفرازها كوسيلة الاتصال بين الأفراد.

فهي مواد تنظيم بيئة الحشرات على مستوى النوع الواحد حيث يعمل كصلات كيميائية (تواصلات كيميائية) تنبعث خارجياً من أفراد النوع لتؤثر في فسيولوجية وسلوكية أفراد أخرى من نفس النوع واستخدمت الفيرومونات الجنسية في مجال المكافحة لتخفيض أعداد الآفات.

خصائص الفيرومونات الجنسية

عرفت هذه الفيرومونات الجنسية منذ عام 1800 كمواد يفرزها جنسا الحشرة مما يؤدي إلى انجذاب أحدهما نحو الآخر وتكون في الذكور عادة من شعيرات غدية على البطن أو الأرجل أو الأجنحة, وعند الإناث توجد الغدد على الناحية السفلية أو الظهرية أحيانا, ويوجد جانبيا أكياس للرائحة بشك فردي أو زوجي تجاور الفتحة التناسية للأنثى.

يتم الحصول على الفيرومونات الجنسية إما بطريقة التطاير أو بطريقة الاستخلاص بالمذيبات الجيدة (كلوريد الميثيلين, الهكسان, الايثر النقي), وتعمل الفيرومونات الجنسية عى ربط جنسي النوع الواحد تناسلياً بالبيئة لمنع ظاهرة التهجين, إذ تعمل فيرومونات الأنثى بالعادة على جذب ذكور نوعها, بينما تعمل فيرومونات الذكر كمثيرات لإتمام عملية التزاوج.

وفي مجال المكافحة البيوتكنيكية تتم المكافحة على فيرومونات الأنثوية أكثر من الذكرية والسبب في ذلك أن الأنثوية تمتد لمسافات طويلة أكثر من الذكرية.

وهناك فيرومونات التجمع Aggregation لتجميع أفراد الحشرة في مكان التغذية أو التزاوج. وفيرومونات تتبع الأثر Gruitment Phermones للمصدر الغذائي. وفيرومونات الإنذار Larm Pheromones عند الخطر.

ولقد تم تخليق عدد كبير من المركبات الفيرومونية يزيد عن 200 مركب تم استخدامها في مكافحة الآفات الحشرية.

مجالات استخدام الفيرومونات

1 – خاص بمتابعة ومراقبة مجتمعات الآفات الحشرية.

2 – المكافحة المباشرة للآفات الحشرية.

مراقبة مجتمعات الآفات الحشرية بالفيرومونات

يمكن من خلال مراقبة الآفات الحشرية أثر انجذابها لمصائد الفيرومونات الجنسية الوصول إلى:

أ – متابعة تعداد الآفات بصورة مبكرة قبل أن يصل هذا العدد إلى مستوى العدد الذي تحدثه الآفة.

ب – يعطي معلومات دقيقة عن ديناميكية مجتمع الآفة وذلك لاختيار أفضل توقيت للمكافحة.

ت – وسيلة للمكافحة بأقل التكاليف, أو مساعدة لطرق المكافحة الأخرى (زراعية , بيولوجية).

ث – تعطي تقييماً لفاعلية طرق المكافحة المختلفة ولاسيما بعد استخدام المبيدات الزراعية وذلك من خلال العلاقة الكمية بين نتائج التعداد والحد الحرج الاقتصادي للآفة.

استخدمت لهذه الغاية مصائد متعددة منها:

المصيدة المائية ومصيدة القمع البلاستيكي والمصيدة اللاصقة المثلثة الشكل.

المكافحة المباشرة للآفات بالفيرومونات الجنسية

عند استخدام هذه الطريقة بالمكافحة لابد من توفر معلومات جيدة وشاملة عن بيولوجيا وسلوكية الآفة المراد مكافحتها وعن تركيب وفعالية الفيرومونات المراد استعمالها.

تستخدم مصائد لهذه الغاية بطريقتين:

أ – الصيد الكمي بالفيرومونات: وتكون المصيدة من شريط من الورق عليه مادة لاصقة ويثبت عليها كبسولة تحتوي بداخلها على مادة الفيرومون, الذي يعمل على جذب الحشرات الطائرة وعند ذلك تلتصق الحشرة المستهدفة بالشريط أو المصائد المثلثية, وأحياناً يرتبط استعمال هذه المواد الفيرومونية بمصائد مائية, أو بمستحضرات أو بمبيدات حشرية أو معقمات كيميائية, أو باستخدام وسائل فيزيائية كالمصعد الكهربائي للحشرات المتجمعة. واستخدمت هذه المصائد في مجال مكافحة آفات المخازن لجذب خنافس الحشرات الآتية: ثاقبة الحبوب الكبرى – خنافس الدقيق ribolium– ثاقبة الحبوب الصغرى Rhizopertha Dominica.

ب – تشتت التزاوج بالفيرومونات: وثمة طريقة مباشرة للمكافحة بالفيرومونات وذلك بتشتت تزاوج الآفة من خلال قطع الاتصال الكيميائي بين جنسها تحت الظروف الطبيعية مما يحول دون استمرارية التزاوج والتكاثر, ويتم ذلك بإطلاق تركيز عال من الفيرومون الأنثوي في وسط انتشار الآفة لأن التعرض المستمر لهذا الفيرومون لدى الذكور يعمل على تعطيل المستقبلات الحسية في قرني استشعارا الذكور فلا تستطيع تحديد موقع الجنس الآخر.

ولكن استخدام الفيرومونات لن ينجح كثيراً في مكافحة الآفات الحشرية

أ. وذلك لنقص المعلومات المتعلقة بسلوك الحشرة.

ب. واستخدامها عند وجود أعداد كبيرة من الآفة.

ج. عدم توزيع المصائد بشكل صحيح.

ت. التوقيت غير المناسب لتوزيع الهيرومون.

ث.عدم وجود عزل جغرافي أو غزو حشري من مناطق مجاورة.

مانعات التغذية (مضادات التغذية) Antifeedants

تعتبر من العناصر المهمة في مجال المكافحة البيوتكينكية للآفات وهذه المواد أغلبيتها نباتية وتمثل مانعات التغذية والمسماة بالألومينات Allomones مواد كيميائية تنميتها غالبا لمهاجمة الحشرات والبكتريا والفيروسات وتوجد عناصر أخرى كالمدخرات الدفاعية, والسموم, والمواد المسببة في الأورام, وجاذبات الفرائس والملقحات.

وتوجد مجموعة أخرى من المواد لا كيميائية, ويطلق عليها الكايرومونات Kairomones وتضم المواد الجاذبة لمصادر الغذاء, وموقع وضع البيض, وأماكن الحماية تستغل هذه الكايرومونات التي تفرزها العوائل طفيلياتها في مجال المكافحة البيوتيكنيكية للآفات.

أن دور مانعات التغذية في مكافحة الآفات في الحد من ضرر الآفة عن طريق تجويعها.

إن مانعات التغذية توقف النشاط الغذائي للحشرة في مدى أسرع من المدى الذي تتوقف عنده الحشرة إثر مكافحتها بالمبيدات التقليدية أي تحد مانعات التغذية من ضرر الآفة بصورة أكثر فعالية من المبيدات الكيميائية التقليدية.

وتسمية مانعات التغذية المحددة تتعامل بالتطبيق مع الدور الذي تقوم به الحشرات النافعة, بحيث لا تضر بالطفيليات والمفترسات وملحقات الأزهار من الحشرات متضمنة نحل العسل. فتغادر الآفة النبات المعامل بشكل سريع, باحثة عن عوامل بديلة قد تكون من الأعشاب الضارة مما يحول نشاطها إلى نفع اقتصادي (طريقة مكافحة) .

إن استخدام مانعات التغذية مناسب لمكافحة الآفات الحشرية الوحيدة العائل أو المحددة العوائل.

لا تصلح هذه الستخلصات إلا ضد الحشرات السطحية الغذاء ولاسيما القارضة منها للنبات. فلذلك لا يغير استخدامها الحشرات التي تتغذى داخلياً. فيجب تخليق مستحضرات جهازية Systemic كالمارجوسان Margosano (يغطي النبات تغطية كاملة بهذه المركبات).

المستخلصات النباتية التي تعمل كمضادات التغذية. (مانعات التغذية) خلال الربع الأخير من القرن العشرين استخلص العديد من المواد الكيميائية ومن عائلات نباتية مختلفة لاستخدامها في إعاقة التغذية وإيقاف النمو في عدد الآفات الحشرية.

وهذه المواد عبارة عن سلسلة بدأت بمركب بسيط مثل مادة الإيتان إلى مجموعات كيميائية تتشكل من الأحماض والفينولات, والكحولات التربيدية, والقويدات وغيرها من المواد النتروجينية, والكينونات. وإن أهم المركبات التي استخدمت كمانعات للتغذية هي تلك التي تدخل في نطاق مجموعة الترايتر بينويدات Triterpeniods المستخرجة من شجرة النيم الهندية Azadirachta Indica وأهميته الكبرى من خلال المجال الواسع لمكافحة مدى كبير من الآفات الحشرية وادخل في برامج المكافحة المتداخلة (برامج إدارة الآفات) منذ عام 1990.

يعتبر العالم Pruthi أول من اكتشف فعل شجرة النيم الطارد للحشرات (آفات المخازن) منذ عام 1937.

أظهرت الدراسات الكيميائية على بذور نبات النيم وثماره عديداً من المركبات الفعالة (تسعة مركبات) أشدها فعالية ثلاثة مركبات.

الميليانترول Meliantriol .

السالانين Slannin .

الغزاديراكتين Azadirachtin .

وأظهرت المادة الثالثة (الإزاديراكين) كفاءة عالية كمبيد للآفات وأعد مستحضر تجاري تحت اسم مارجوسان Margosano على هيئة سائل متجانس يحتوي على 3000 جزء بالمليون مضافاً إليه مواد (مثبتة, ومنظمة, وواقيات من أشعة الشمس) ولهذا المركب تأثيرات مختلفة (طارد للحشرات "جراد" , والإخلال الهورموني "سم نحل بتشكل الحشرة" وإعاقة وضع البيض).

استعملت مساحيق أزهار وثمار نبات النيم داخل المخازن لوقاية حبوب الأرز من خنفساء الخابرة Trogoderma Granarus تستمر فعالية مسحوق الأزهار مدة 12 شهراً ومسحوق الثمار مدة 6 شهور وذلك أثناء التخزين الطويل وعند حرارة 30 °م و 70 % ورطوبة نسبية بمعدل (18.3 % للأزهار , 2.8 % للثمار).

إضافة إلى أن هذا المركب الأثيري لبذور النيم بقدرة خنفساء الفاكهة الجافة Carpophilus Hemipterus على وضع البيض. إضافة لذلك كانت كمادة طاردة في طوري اليرقة والحشرة الكاملة. وأعطى المستحضر الهيكساني لهذه البذور نفس التأثير ضد الحشرات الكاملة.

المصطلحات

A	
Acarus	أكاروس
Aflatoxin	أفلاتوكسين
Antennae	قرون الاستشعار
B	
Beetle	خنفساء
C	
Clethrophages	أنواع تتغذى على الحبوب السليمة
Coleoptera	غمدية الأجنحة
D	
Dos	جرعة
E	
Emulsion	مستحلب
F	
Fumigation	التدخين
G	
Germination	الإنتاش
Grain	الحبوب
H	
Hatch	تفقس البيضة
Hot Spots	المناطق الساخنة

	I
Insects	حشرات
Integrated control	مكافحة متكاملة
Integrated pest management	نظام إدارة الآفات (المتكامل)
	J
Jaw	فك
	K
Kernel	اللب
	L
Larva	يرقة
Lepidoptera	قشريات الجناح
	M
Metabolism	استقلاب
Metamorphosis	تحول اليرقة الى حشرة بالغة
	N
Natural	طبيعي
Nymph	حورية
	P
Parasitism	التطفل
Pasiochophages	أنواع تتغذى على مخلفات الحبوب وفتاتها
Pest	آفة
Pest control	مكافحة الآفات

Powder	مسحوق
Primary insects	حشرات أولية
Pupa	الشرنقة

R

Rat	جرذ
Rice Weevil	سوسة الأرز
Rodent	قوارض

S

Secondary insects	حشرات ثانوية
Snout	خرطوم
Storage	تخزين
Suspension	معلق

T

Tablet	قرص
Thorax	الصدر

المراجع

http://aradina.kenanaonline.com/posts/186640

https://www.grainscanada.gc.ca

https://www.agric.wa.gov.au/handling/insect-pests-stored-grain

http://www.fao.org/docrep/x5048e/x5048e0q.htm

http://www.degeschamerica.com/docs/USA/Phostoxin/Tablet-Pellet/manual.pdf

http://www.grainnet.com/

حلاق، فاطمة هدى والسمارة، موسى، 2003، آفات المخازم ومكافحتها، نظري+عملي، مطبوعات جامعة حلب، كلية الزراعة.

Philip Burrill1 and Craig Moore, 2010, Avoiding the ‘evil weevil‘ September–October, Australian Grain, 3-5.

Linda Mason and John Obermeyer, Stored Grain Insect Pest Management, Extension Entomologists, Purdue University Cooperative Extension Service, E-66-W.

Anon, 2004, Pest Management for Grain Storage and Fumigation, September, Montana Department.