

مكافحة آفات الحبوب المخزونة

تتعرض الحبوب و المواد المخزونة كما أوضحنا سابقا لخسائر كبيرة أثناء تخزينها نتيجة إصابتها بالحشرات و القوارض, إن جفاف الحبوب بهدف الحيلولة دون حدوث تدهور لها بفعل الفطريات لا يحمي الحبوب من الإصابة الحشرية , و على هذا تعتبر مكافحة الآفات الحشرية و الوقاية منها بشتى الطرق أمرا مهما و ضروريا , لتقليل الفقد في الحبوب و المواد المخزونة الى اقل قدر ممكن.

وتنقسم طرق مكافحة آفات المخازن الى طريقتين رئيسيتين:

1. الإجراءات الوقائية

2. الإجراءات العلاجية

الإجراءات الوقائية rotective methods

و تهدف الى منع او تقليل او الحد من إمكانية حدوث إصابة و تشمل:

1. إجراءات حقلية:

تراعى الاحتياطات الآتية:

- حصاد المحصول بعد تمام نضجه و تحاشي تركه مدة طويلة في الحقل بعد نضجه او بين حصاده و تخزينه , حتى لا يتعرض لبعض الحشرات التي تصيب المحصول و هو قائم بالحقل.
 - التخلص من بقايا المحصول و مخلفاته في الحقل , و تنظيف آلات الدراس و التذرية و الغريلة من بقايا الحبوب.
 - التأكد من نظافة وسائل النقل من اى إصابة او تطهيرها قبل و بعد استعمالها.
2. تطهير أماكن التخزين:

- ترميم المبنى بحيث لا تترك فجوات او شقوق يمكن ان تأوي إليها الحشرات للاختباء
- تطهر المخازن من مخلفات المحصول السابق المبعثرة على الأرض, او العالقة بالسقف و الجدران , و ما يمكن ان تحتويه من إصابة باستخدام مكانس الشفط الكهربائية.

يتم رش المخزن بمادة الملاثيون او اللندين , و يفل استعمالها في صورة معلقات (مسحوق قابل للبلل) حتى تترك فيلما من المبيد على الجدار بعد جفافها.

ويراعى عدم استخدام المخزن المعامل قبل مضي أسبوع على الأقل من المعاملة , و المبيدات السابقة ذات تأثير طويل و باق (1-6 اشهر) و يمكن استعمال مادة بيرثرين 0.1% (ليس لها اثر باق) مع مادة ببيرونيل بيوتوكسيد, و يعرف هذا الخليط تجاريا باسم , Pyrenone و من الممكن أيضا استخدام الايروسولات او مولدات الدخان.

3.تطهير عبوات التخزين:

تعامل العبوات (الأكياس التي تستخدم في تعبئة الحبوب و تخزينها) بأحد محاليل او معلقات المبيدات , خاصة اذا كان قد سبق استخدامها , ومن أكثر المبيدات استعمالا الملاثيون و البيرونون رشا أو نقعا , و لا تستعمل العبوات المعاملة إلا بعد تمام جفافها , ويعتبر تطهير العبوات على اختلاف أنواعها باستخدام الغازات و الأدخنة أفضل الطرق حيث تقضي هذه المعاملة على جميع أطوار الحشرات.

4.الخلط بالمسحوقات الخاملة Inert dusts.

المسحوقات الخاملة مواد غير سامة , و لكنها تقتل الحشرات بتأثيرها الميكانيكي غالبا , و هي تخلط بالحبوب المعدة للاستهلاك الآدمي و الحيواني , و هي لا تكسب الحبوب المعاملة رائحة او طعما غير مرغوبين , و لا تؤثر على ناتج الطحن , و لا على صحة المستهلك , و لا على حيوية الحبوب.

ومن أمثلة هذه المواد الكاؤولين , و التربة الدياتومية , و هيدروكسيد الكالسيوم , و مسحوق فوسفات الكالسيوم بدرجة نعومة خاصة (ينفذ 90% من حبيباته من خلال منخل 200 ثقب /بوصة مربعة) , و مسحوق سيليكات الالومنيوم , و زهر الكبريت , و أكسيد المغنيسيوم و الجير المطفي , و رماد الفرن , و خليط من صخر الفوسفات و زهر الكبريت بنسبة 5:1 , و يعرف بمسحوق (قاتلسوس).

و قد توصل Wigglesworth,1944 الى تفسير التأثير المميت لهذه المواد للحشرات بأنه يعود الى إزالة الطبقة الشمعية نتيجة كشط جزء الكيوتيكل السطحي لجلد الحشرة , أثناء تحركها بصعوبة بين الحبوب و وجود حبيبات المادة الدقيقة بين الأغشية التي تفصل بين حلقات الجسم و أعضائه , فيصبح جدار الجسم في بعض مواضعه منفذا يسمح بتبخر الماء , وبالتالي تبخر سوائل الجسم ثم إصابة الحشرة بالجفاف الذي ينتهي بالموت.

و يعتقد 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.

و قد لوحظ ان المعاملة بالمواد الخاملة تؤدي الى انخفاض ملحوظ في معدل وضع البيض و فترة الوضع و كذلك نسبة الفقس و قد يصل الانخفاض الى 80-90 %

ويتوقف تأثير هذه المواد على عدة عوامل:

- درجة نعومة المسحوق: فكلما زادت النعومة زادت الفعالية.
 - درجة حرارة التخزين: يزداد الأثر الفعال للمسحوق مع ارتفاع درجة حرارة التخزين.
 - الرطوبة النسبية: يقل اثر المسحوق بارتفاع درجة الرطوبة النسبية في الجو.
 - المحتوى المائي للحبة: يقل اثر المسحوق كلما ارتفع المحتوى المائي للحبة.
 - درجة نظافة الحبوب: يزداد فعل المسحوق بنظافة الحبوب و العكس صحيح.
- و تختلف الحشرات في قدرتها على مقاومة فعل المسحوقات , فالحشرات التي يكسو جسمها شعر غزير مثل يرقات خنفساء الخابرا تكون اقدر على مقاومة اثر المسحوقات

5.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 (Chopra et. Al,1949) فقد استخدم قدماء الرومان الهيلبور الأبيض (veratrum album) كمبيد للقوارض , و كان 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.

و يجب أن تتميز أنواع النباتات التي تستخدم في مجال مكافحة الآفات بالخصائص الآتية:

- ان تكون نباتات معمرة
- ان تحتاج الى مساحة محدودة , و الى القليل من العمل و ماء الري و المخصبات.

- الا تتلف كلما أخذت منه عينات من المادة المبيدة.
- الا تتحول الى عشب او عائل لآفات
- ان تكون له استعمالات جانبية أخرى.
- ان يكون المستخلص سهل التحضير سهل الاستعمال فعالا في مكافحة الآفة المعنية دون إحداث اي ضرر لغيرها آمنة من الناحية البيئية.

و فيما يتعلق بآفات الحبوب و المواد الغذائية المخزونة يعتبر نبات النيم (M.indica=Melia azederach=Azadirachta indica) أفضلها.

و قد أمكن عزل المادة الفعالة من الأوراق و الأزهار و الثمار , وتعرف بمادة Azadirachtin (800)مليجرام/300 جم من البذور.

و يعتبر خلط الحبوب قبل تخزينها بمسحوق أوراق النيم من الإجراءات العادية التي يتبعها المزارعون في الهند , غير انه ثبت ان هذه الطريقة تحمي الحبوب بنسبة ضئيلة (Jotwani&Sircar,1965)و قد استخدم الباحثان 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 , و سوسة الأرز , و أتضح ان النسبة المئوية للحبوب المصابة كانت تزيد زيادة مضطردة في العينات غير المعاملة بزيادة مدة التخزين , بعكس الحال في الحبوب المعاملة بمسحوق بذور النيم , و التي كانت نسبة الإصابة بها منخفضة , و كانت تقل بزيادة التركيز, و خلص الباحثان 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 , و قد استعملت الطريقة نفسها في حماية بذور البقول من الإصابة بخنفساء اللوبيا لمدة تتراوح بين 8-12 شهرا , و قد 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.

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

- يحتوي مسحوق الأوراق و الأزهار و الثمار و البذور 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 , و يرقات خنافس الدقيق ذات الرأس الطويل , و ثاقبة
الحبوب الصغرى Roomi,Antiguiddine,1977

كان لمستخلص البذور تأثير مانع للتغذية (Antifeedant) بالنسبة للخنفساء
ذات الرأس الطويل , و خنفساء الدقيق الكستنائية , وخنفساء الخابرا و فراش البلح
(C. cautella) . (Butterworth &Morgan,1968).

كان لمستخلص البذور تأثير على التكاثر في بعض الحشرات عند تغذية العمر
اليرقي الأخير على دقيق معاملة بتركيزات 1600, 800, 400 جزء في المليون , فقد
سبب التركيزان الأول و الثاني 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 Roomi,Antiguiddine,1977 .

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 و الثاني فأنها تتميز ببطء نموها و فقد حيويتها Steets ,1976
ان الحشرات و اليرقات المعاملة بمسحوق الثمار او البذور تظهر عليها حالة
من القلق و الاضطراب و العصبية , وتفشل الأعمار الأخيرة من اليرقات في التحول
الى عذارى ثم تموت Roomi,Antiguiddine,1977 .

و الطريقة كما تبدو بسيطة و رخيصة و آمنة 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
, اى ان خلط حبوب القمح بالمسحوق بالنسبة المذكورة يحمي من فقد حيويتها أثناء
التخزين.

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

لا ينصح بتخزين حبوب القمح او الذرة بدرجة رطوبة تزيد على 12%، بل يفضل ان تكون اقل من ذلك، و يجب التأكد من نظافة الحبوب، و خلوها من الكسر و الشوائب التي تعتبر بيئة صالحة لنمو الحشرات و تكاثرها.

7. خزن الحبوب باغلفتها

خزن الذرة الشامية باغلفتها يحمي الحبوب من الإصابة بفراش الحبوب اذا كانت الكيزان مغطاة تماما بالاغلفة، ولكنها لا تحمي المحصول من الطيور و القوارض.

8. الفحص الدوري للحبوب

يعتبر الفحص الدوري للحبوب (كل أسبوعين او كل شهر على الأقل) أمرا ذا أهمية، حتى لا تتطور الإصابة و يصعب علاجها.

الإجراءات العلاجية Curative measures

و الهدف منها التخلص من الإصابة الحشرية في حالة حدوثها، وتشمل عدة طرق.

1. المكافحة الميكانيكية Mechanical control

وتشمل الغربلة و الجرش واستخدام القوة الطاردة المركزية.

أ - الغربلة Sieving

هذه الطريقة يتبعها صغار المزارع و التجار، وتعمل الغربلة على فصل الحشرات الموجودة خارج الحبوب، و على فصل بعض الشوائب و كسر الحبوب، و لكنها لا تفصل الأطوار الحشرية التي توجد داخل الحبة (كثير من اليرقات و العذارى) او التي تلتصق بها (بيض خنافس البقول) و يجب التخلص من نواتج الغربلة و إعدامها، و يلجأ الى نخل الدقيق للغرض نفسه مع تكرار العملية عدة مرات، لفصل اليرقات التي تظهر أسبوعيا بعد فقس البيض.

ب - الجرش Crushing

تفيد هذه الطريقة في حماية الفول و العدس من الإصابة بخنافس البقول، و تؤدي هذه الطريقة الى القضاء على الأطوار الحشرية داخل الحبوب، كما أن الحشرات لا تقبل على إصابة الحبوب بعد جرشها، و لا ينصح بجرش الفول إلا اذا كان معدا للاستهلاك في هذه الصورة، و كانت نسبة الإصابة أعلى من 20%.

ت - استخدام القوة الطاردة المركزية Centrifugal force use

يستخدم جهاز خاص يعرف بالـ Entoleter للقضاء على الحشرات الموجودة في الدقيق و أطوارها بفصلها هي وأنواع الحلم بخاصية الطرد المركزي, والجهاز شائع الاستعمال في مطاحن الدقيق الحديثة.

2.المكافحة الطبيعية Physical control

و تشمل استخدام الحرارة والأشعة والكهرباء والمخازن ذات الجو المحكم.

أ - الحرارة Temperature

لكل حشرة منطقة حرارية تكون فيها في أقصى نشاطها , و ارتفاع درجة الحرارة او انخفاضها عن هذه المنطقة تدخل الحشرة في منطقة خمول يقل او يكاد ينعدم فيها نشاطها , فإذا استمر ارتفاع درجة الحرارة او انخفاضها عن ذلك تؤدي إلى موت الحشرات , و قد استخدمت هذه الظاهرة كوسيلة لمكافحة آفات المخازن بالتبريد أو التسخين.

•التبريد Cooling

و ذلك عن طريق امرار تيار هواء بارد في مكان تخزين الحبوب لإيقاف نشاط الحشرات , و تخزين التمور و الفواكه المجففة في مخازن باردة الى درجة الصفر المنوي لحمايتها من الإصابة.

•التسخين Heating

و ذلك عن طريق امرار تيار هواء ساخن لوقف نشاط الحشرات او قتلها , و تعريض الحشرات لدرجة حرارة 60م لمدة 10-12 ساعة يؤدي الى قتل جميع الحشرات و أطوارها , كما ان تعريض الحبوب لدرجات حرارة عالية لتحميمها يميت ما بداخلها من حشرات , و لكنه يؤثر على حيوية الحبوب , وعلى بعض خواص التجهيز الصناعي.

ب - الأشعة Gamma irradiation

استخدمت أشعة جاما (كوبلت 60) بنجاح في تعقيم حشرات المخازن , وكانت التأثيرات الجانبية للأشعة على الحبوب ضئيلة للغاية.

و قد وجد ان معاملة التمر بجرعة 25 كيلو رادا من أشعة جاما الصادرة من الكوبالت 60 بتركيز 1.25 x10⁶م /ساعة يمنع فقس البيض , ويوقف تطور اليرقات و العذارى , وتقتل الحشرات الكاملة لخنفساء الحبوب المنشارية التي توجد بالثمار المعاملة دون ان

تؤثر على قيمتها الغذائية او طعمها او رائحتها او مذاقها , وذلك لفترات 12,9,6,3 شهرا بعد التخزين.

ت -الكهرباء High frequency waves تستخدم على نطاق ضيق لارتفاع تكاليفها , وتتخلص الطريقة في امرار الحبوب على سير وسط مجال كهربائي ذي ذبذبة عالية للقضاء على جميع أطوار الحشرات داخل الحبوب و خارجها.

ث -المخازن ذات الجو المحكم Air-tight stores و هنا يقضي على الحشرات بعد نفاذ كمية الأوكسجين بالجو الداخلي و ارتفاع تركيز ثاني أكسيد الكربون , و هو قاتل للحشرات , و قد وجد ان سوسة الأرز تموت خلال فترة تقل عن 12 يوما في جو يحتوي على نسبة من ثاني أكسيد الكربون تتراوح ما بين 14-22% في الوقت الذي تبلغ فيه نسبة الأوكسجين في الجو 13.8%

3.المكافحة الكيميائية Chemical control

هناك طريقتان أساسيتان لمكافحة آفات الحبوب و المواد المخزونة كيميائيا ,المبيدات الحشرية باللامسة (contact insecticides) والمدخنات.(fumigants)

و عند مكافحة آفات المخازن تستعمل المبيدات الحشرية بطرق عديدة و في صور مختلفة , و من المهم استعمال المبيد في الصورة الصحيحة , وبالآلة المناسبة , و يمكن تلخيص الصور التي تستخدم فيها المبيدات الحشرية لهذا الغرض فيما يلي:

أ -المسحوقات الفعالة المخففة Active dusts

و تكون جاهزة للاستعمال مباشرة , ولا تحتاج الى تخفيف , يحتوي معظمها على 0.1 - 5 % مادة فعالة , و الباقي مادة حاملة او مخففة , و يراعى الاحتفاظ بها جافة حيث ان كفاءة المبيد تتدهور بارتفاع الرطوبة بالإضافة الى صعوبة تعفيره بانتظام , و تستخدم هذه المسحوقات في الحالات الآتية:

- الخلط المباشر مع الحبوب.
- تعفير السطوح الخارجية لأكياس الحبوب أو عبوات المواد الغذائية , لمنع الإصابات الجديدة.
- التعفير حول كومة الحبوب او المادة الغذائية لمنع زحف الحشرات إليها.

ب - المسحوقات القابلة للبلل Wettable powders

و هي مسحوقات يمكن استعمالها رشا بعد تحويلها إلى معلقات , تحتوي على 20-80% من وزنها مادة فعالة تضاف إليها مواد مثبتة و مواد مبللة و أخرى لاصقة , وتستعمل عادة في الحالات الآتية:

- معاملة المخازن (رش الجدران و الأسقف و الأرضيات)
- معاملة السطوح الخارجية لأكياس الحبوب
- تطهير وسائل نقل الحبوب

و لمنع ترسب المسحوق بعد الخلط تستعمل لرشها رشاشات مزودة بقلاب.

ت - المركبات القابلة للاستحلاب Emulsifiable concentrates

و هي مركبات تستحلب بتخفيفها بالماء قبل استعمالها رشا , تستعمل للأغراض نفسها التي تستعمل لها المسحوقات القابلة للبلل إلا أن وجود القلاب في الرشاشة غير ضروري.

ث - الايروسولات و المضيبات و مولدات الدخان Aerosols, fogs and smoke generator

في الايروسول يخلط المبيد مع غاز (Freon) يبلغ قطر جزيئات المبيد 2-50 ميكرون , و تبقى معلقة في الهواء فترة و تتأثر بحركة الهواء و تتخلل الشقوق و الفجوات و تترسب ببطء, ولا بد من استعمالها في حيز مغلق.

و في المضيبات يخلط مع المبيد زيت معدني خفيف و عن طريق الآلات خاصة تخرج جزيئات المبيد بالهواء المضغوط او بإسقاط المبيد على اسطوانة سريعة الدوران او مع هواء ساخن او غازات عادم ساخن او بخار يحيل المبيد إلى جزيئات متناهية الصغر تشبة الضباب.

أما مولدات الدخان فيخلط فيها المبيد مع مادة تولد الدخان بكثافة ند حرقها كالشموع و السكر , او خليط من السكر و كلورات البوتاسيوم , ولهذه الأدخنة خصائص الايروسولات نفسها.

ج - المدخنات Fumigants

و هي عبارة عن غازات او أبخرة تقتل الحشرات بعد وصولها إلى داخل جسم الحشرة عن طريق الجهاز التنفسي.

المبيدات الحشرية بالملامسة Contact insecticides

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

1. مركبات البيريثرين :وهي 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) و تستخدم بنسبة جزء واحد/مليون جزء من الحبوب.

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

3. المركبات الفسفورية العضوية :ومن أمثلتها الملاثيون و الاكتيليك , و هو من المبيدات الآمنة يمتاز بسرعة تحلله، و يمكن استخدامه على الحبوب المعدة للاستهلاك الأدمي بشرط تقدير المتبقيات، ومقارنتها بالحد الآمن قبل طرحها للاستهلاك.

المعاملات الكيميائية للحبوب وعبواتها والمباني ووسائل النقل:

أ -الخط المباشر للحبوب و المبيدات:

تستخدم المسحوقات المخففة خلطا مع الحبوب , وتستخدم ثلاث مواد بالمعدلات الآتية:

- الملاثيون :120جم (1%مسحوق)/200كجم حبوب.
- اللندين : 120 جم (1%مسحوق)/ 200 كجم حبوب.
- بيريثروم : 120 جم (0.2% بيريثرين = 1% برونييل بيوتوكسيد/200 كجم حبوب.

و يمكن استخدام المبيدات في صورة مركبات قابلة للاستحلاب بعد تخفيفها عن طريق جهاز خاص عندما تكون الحبوب مفرودة على أرضية جافة او أثناء تحركها على السير لتخزينها في الصوامع . و لابد من معايرة كمية المبيد مع كمية الحبوب , لضمان تجانس

توزيع المبيد , و يجب الا يتعدى حجم الماء 2.5 لتر لكل 1000 كجم حبوب لتجنب رفع المحتوى المائي للحبوب , المبيدات الموصى بها الملاثيون و البيريثرين.

وفي حالة بذور التقاوي تستعمل المواد الثلاث السابق ذكرها، ولكن بمعدل يزيد عن 2-5 مرات عما يستخدم على الحبوب المعدة للغذاء مع التأكيد على عدم استهلاك هذه البذور المعاملة غذاء الإنسان.

ب -معاملة أكياس الحبوب :

المبيدات الموصى بها هي الملاثيون و اللندين , اما البيريثيوم فيعتبر غير فعال على الأكياس نظرا لعدم ثباته بفعل الضوء , و تهدف هذه المعاملة الى منع إعادة الإصابة , و لذلك ينبغي إجراء المعاملة عقب تدخين الحبوب مباشرة.

يرش المعلق او يعفر المسحوق على السطح العلوي لكل طبقة من طبقات الأكياس عند رصها , و يمكن رش الجوانب الأربعة و السطح العلوي لمجموعة من الأكياس (Lot) و يفضل رش المعلق.

ت -معاملة المباني و وسائل النقل:

تعامل المباني و وسائل النقل بالمبيدات رشا , و يجب تنظيفها باتقان قبل تطبيق المعاملة , و تستعمل مادتا الملاثيون و اللندين لرش المسطحات الداخلية للمباني بما فيها الأرضية و السقوف , و يفضل استعمال هذه المواد في صورة معلقات (مسحوقات قابلة للبلل) ذلك لن الماء تمتصه الجدران , و تبقى جزيئات المسحوق المحتوي على المبيد عالقة على السطح الخارجي للجدار فتؤثر على الحشرات , أما المستحلبات فان الجدار (اسمنت او حجارة) يمتص الجزء الأكبر منها , ولا يبقى منها على الجدار اى كمية يمكن ان تؤثر على الحشرات بالملامسة , ويكون معدل الرش كالاتي:

- ملاثيون: 400 جم (20% مسحوق قابل للبلل) او 200 مل (50% مستحلب زيتي) =5 لترات ماء / 100 متر مربع.
- لندين : 200 جم (50% مسحوق قابل للبلل) او 500 مل (مستحلب زيتي) =5 لترات ماء /100 متر مربع.

التدخين Fumigation

يعتبر التدخين الطريقة المثلى للقضاء على آفات الحبوب و المواد المخزونة , و تصل مادة التدخين على الحالة الغازية الى خلايا الجسم مع الهواء الجوي عن طريق الجهاز التنفسي , و تؤثر مادة التدخين على أنزيمات الأكسدة فتموت الحشرة.

و التدخين لا يمنع الإصابة في المستقبل , وإنما ينتهي دوره في العلاج بانتهاء المعاملة , وهو يقضي على جميع الآفات الحشرية , وجميع أطوارها التي تختبئ في الشقوق و الفجوات و داخل الحبوب , و التي تعجز المبيدات الأخرى عن الوصول إليها بطريقة سريعة و أحيانا بتكلفة اقل ودون ان تؤثر على المواد المعاملة في غالب الأحيان من حيث الطعم و اللون و الرائحة , و يكون طوراً البيضة و العذراء أكثر مقامة لفعل الغاز , وتجرى عملية التدخين في حيز محكم الغلق.

و عند إجراء عملية التدخين تراعى الإجراءات الآتية:

1. اتخاذ الاحتياطات اللازمة لتأمين سلامة القائمين بعملية التدخين:

- لا توكل العملية الا لذوي الخبرة منهم
- تعاون شخصين معا عند قيام العملية
- استعمال الأقنعة الواقية من الغاز عند إجراء العملية , و عند التهوية مع مراعاة ان لكل نوع من الغازات مرشحه الخاص الذي لا يصلح لغيره و ان له عمراً محدوداً تنتهي فعاليته بانتهائه.
- الإلمام التام بخواص المادة , و طرق الوقاية منها , والإسعافات الأولية اللازمة.

2. قطع التيار الكهربائي و إبعاد اى مصدر لحدوث شرارة , لان بعض الغازات قابل للاشتعال.

3. التأكد من إحكام غلق المكان المعد لإجراء العملية و ترميم اى ثقوب يمكن ان يتسرب منها الغاز.

4. تقدير الجرعة اللازمة بدقة , و كذلك مدة التعريض و الالتزام بها , مع مراعاة ان الجرعة المميتة لأحد الغازات قد تختلف تبعاً لدرجة الحرارة و المحتوى المائي للحبة , و يعتبر تقدير الجرعة و مدة التعريض من أكثر الأمور أهمية , حتى لا تؤثر العملية على حيوية الحبوب او خواص الدقيق او 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 و زيادة تسربها , او في درجات حرارة تقل عن 15 م حيث يقل نشاط الحشرات , و بالتالي معدل تنفسها , و تنقص فعالية المادة المدخنة , و يتجنب أيضاً التدخين في الجو العاصف , ان ارتفاع درجة حرارة المكان المراد تدخينه (30-35 م) و زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون يزيدان من معدل تنفس الحشرات , و يزيد استنشاقها للغاز السام , ويرفع من فعاليته.

6. اتخاذ جميع الاحتياطات اللازمة لتأمين نقل مواد التدخين و تداولها (بعضها يوجد على حالة سائلة , وبعضها يحفظ تحت ضغط عال داخل الاسطوانات) فهناك احتمال تسرب الغاز بالإضافة الى ان بعض هذه المواد قابل للاشتعال.
 7. وضع مادة التدخين في أعلى كومة الحبوب , او عند القاعدة تبعا لكثافة الغاز , ان 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.
- و تنقسم مواد التدخين حسب صفاتها لفيزيائية الى ثلاث مجموعات هي:

مواد التدخين الغازية Gaseous fumigants

وهي المواد التي تكون في حالة غازية تحت درجة حرارة و ضغط الغرفة ومن أمثلتها : بروميد الميثايل (Methyl bromide) وغاز حمض الايدروسيانيك (Hydrocyanic acid gas).

مواد التدخين السائلة Liquefied fumigants

وهي تكون سائلة تحت ظروف الغرفة , وتتبخر عند تعرضها للهواء الجوى , ومن أمثلتها رابع كلوريد الكربون (Carbon tetrachloride) و ثاني كبريتور الكربون (Carbon disulphide).

مواد التدخين الصلبة Solid fumigants

مواد صلبة تتحول الى غاز نتيجة امتصاصها رطوبة الجو , من أمثلتها سيانيد الكالسيوم (Calcium cyanide) الذي ينفرد منه غاز حمض الايدروسيانيك (سيانيد الأيدروجين , HCN) و من أمثلتها أيضا فوسفيد الالومنيوم الذي ينفرد عنه غاز فوسفيد الأيدروجين.(Hydrogen phosphide).

أمثلة لبعض مواد التدخين:

1. ثاني كبريتيد الكربون Carbon disulphide

سائل عديم اللون أو مائل للاصفرار. ذو رائحة كريهة قد تكتسبها المادة المعاملة الغاز أثقل كثير من الهواء الجوى قابل للاشتعال. وقد يحدث فرقه عند امتزاجه بالهواء الجوى وقد يؤثر على حيوية البذور يستعمل بنسبه 200 سم مكعب /متر مكعب من الفراغ/24 ساعة رشا على السطح العلوي للحبوب او رش أكياس فارغة للسائل تغطى بها الحبوب.

2. رابع كلوريد الكربون Carbon tetrachloride

سائل عديم اللون أثقل كثير من الهواء الجوى والغاز غير قابل للاشتعال ذو تأثير ضعيف يستعمل بمعدل 350سم مكعب/متر مكعب من الفراغ/48ساعة . يفضل استخدامه مخلوطا مع المادة السابقة بنسبه 4:1

3. غاز حمض الايدروسيانيك Hydrocyanic acid gas

غاز عديم اللون ذو رائحة تشبه رائحة اللوز المر أخف قليلا من الهواء, قابل للاشتعال اذا زاد تركيزه في الجو من اخطر الغازات وأشدّها سميّه للإنسان, ويتطلب اتخاذ احتياطات خاصة عند توليده واستعماله لا يستخدم في مكافحه آفات المخازن إلا في غرف معدّه لهذا الغرض تمتص الحبوب المعاملة به كميّه منه, وتحتاج الى تهويه للتخلص من آثار الغاز السام. يتم توليده من سيانور الكالسيوم المحبب (cyanogas) أو في شكل مسحوق يخلط مع الحبوب أثناء التخزين , يعاب عليه انه يحتاج الى فتره 3-4 أيام ,تعقبها التهوية , يمكن توليده باستعمال سيانور الصوديوم وحمض الكبريتيك المركز, والماء بنسبه 1:2:4 أو يعبأ مضغوطا في اسطوانات ,الجرعة 40-60 جم سيانور /متر مكعب فراغ/24-48 ساعة.

4. بروميد الميثايل Methyl bromide

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 طويله
- سهل الاستعمال رخيص الثمن

ويستعمل بنسب ولمدد مختلفة لمكافحة آفات الحبوب ومنتجاتها والبذور على مختلف أنواعها والفواكه المجففة والنقل (المكسرات) والتوابل والسجائر والتبغ والأكياس الفارغة.

وله خاصية التجمع في جسم الإنسان و إحداث شلل , يخلط بغاز الكلوروبيكرين المسيل للدموع , نظرا لأنه عديم الرائحة وليسهل تمييزه.

جدول التالي يوضح مكافحة آفات الحبوب المخزنة باستخدام بروميد الميثيل (مستخلص عن. (Monro,1969)

المادة المدققة	الطوبة (درجة مئوية)	درجة الحرارة (جرام مكعب)	مدة التبريد (ساعة)	الضغط
1- خبوط و مشجانها	الخبوط وخبوط أو كربون منفذ	14-10	48	24-16
		20-15	40	24-16
		25-21	32	24-16
		<25	24	24-16
		15	40	3
2- خبوط مجروشة، طحين، اعلاف	الخبوط أو عوات منفذ	14-10	48	24-16
		20-15	32	24-16
		25-20	24	24-16
		<25	16	24-16
		25-20	48	3
		<25	40	3
3- خبوط تجليه جافة (الخبوط، شعير، شوفان) ، بذور فول وبنسة وبن	عوات منفذ	9-4	40	24-16
		14-10	32	24-16
		20-15	24	24-16
		<21	16	24-16
		9-4	56	3
		14-10	48	3
		20-15	40	3
		<21	32	3
4- بذور غلى الخبوط انواعها (لا تزيد الرطوبة النسبية عن 12%)	عوات منفذ	19-10	24	24
		<20	16	24
		<20	40	3
5- اعلاف مجففة (برسيم)	بالات	<15	32	24-16
		<15	40	3
6- فواكه مجففة مختلفة (تفاح، موز، خوخ)	غلب كربون غير مكبوسة	15	24	24
		15	40	3
		20	40	3
7- فواكه مجففة مختلفة	غلب كربون مكبوسة	20	40	3
8- مكبرات جوز، لوز، فستق، بيسان	غلب كربون أو سدايق	9-4	48	24-16
		14-10	40	24-16
		20-15	32	24-16
		25-21	24	24-16
		<25	24-16	24-16
		9-4	56	3
		14-10	48	3
		20-15	40	3
		25-21	32	3
		<25	24	3
		<20	40	2-1.5 (فواكهات)
9- تواميل بجميع انواعها	<20	24	24-16	24-16
	لدرجات حرارة اقل من 20م تشمل الحرارة الواردة في الفقرة (3)			
10- سجاير و تبغ		20-7	32	72-48
		<21	20	72-48
		20-7	80	4
		<21	64	4
11- اكياس فارغة	بالضغط المنخفض	<15	32-24	24-16
		<15	40	3
		<15	56	4

ملاحظات عامة:

1. ينصح باختبار نفاذية العبوات المستعملة قبل الشروع في التنفيذ
2. يجب التأكد من أن نسبة الرطوبة في الحبوب التي ستعامل لا تزيد عن 12%.
3. الالتزام التام بالجرعة ومدة التعريض.

5. فوسفيد الأيدروجين Hydrogen phosphide

من أحدث مواد التدخين يستخدم في شكل أقراص داخل علب من الصفيح تعرف بأقراص الفوستوكسين , ويتركب من فوسفيد الألومنيوم (مادة حاملة) , يتحلل بفعل الرطوبة الجوية , و يعطي غاز فوسفيد الأيدروجين (سام و قابل للاشتعال) إلا أن تحلل كربونات الألومنيوم بفعل الرطوبة الجوية يعطي غاز النشادر , و يصبح خليط الغازين غير قابل للاشتعال, تحتاج الأقراص مدة لا تقل عن 3 ساعات لينفرد الغاز, و هي فترة كافية يتمكن فيها القائمون على العمل من وضع الأقراص و إحكام الغلق, للغاز رائحة مميزة , و ليس له تأثير ضار على حيوية الحبوب. يستخدم بنسبة قرصين/طن حبوب/3 أيام في الصوامع. 3 أقراص/متر مكعب فراغ/3 أيام في المخازن.

طرق استعمال مواد التدخين:

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

1. التدخين تحت الضغط الجوي العادي Atmospheric fumigation

ويتم كالآتي:

أ - التدخين في الصوامع:

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

ب - التدخين في مخازن:

و يشترط أن يكون المخزن محكم القفل, وألا تكون هناك فرصة للتسرب

ت - التدخين في غرف:

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

ث - التدخين تحت المشمع:

تغطي الحبوب او المواد الغذائية بالمشمع , (Polyethylene) ويتم وضع المادة

المدخنة أسفل المشمع و يطوى حرفه , و يثقل بالرمل و قطع 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, و في جميع الحالات تكون وسيلة النقل مجهزة ميكانيكيا لتدخين الحبوب و المواد الغذائية.

2.التدخين الفراغي Vacuum fumigation

تجرى العملية هنا تحت ضغط مخلخل لزيادة قدرة الغاز على الاحتراق. و تستخدم هذه الطريقة لتدخين الحبوب و المواد الغذائية الموجودة في عبوات ورقية على وجه الخصوص, و يتم التدخين داخل اسطوانات حديدية محكمة الغلق سمكية الجدران , و اهم 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 و مكان التخزين.

1.مادة التدخين Fumigant

وتختلف مواد التدخين بعضها عن البعض الاخر فيما يلي:

أ -سرعة التبخر (التطاير) Volatility)

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

ب -سرعة الانتشار والتخلل Diffusion and penetration

و تتوقف هذه الخاصية على درجة التطاير و الوزن النوعي , و درجة ذوبان الغاز في السوائل, وكلما كانت درجة التطاير عالية و الوزن النوعي قليلا كانت المادة أسرع في الانتشار و التخلل , و يتجنب استعمال الغازات التي تذوب في السوائل, و لذلك لا يستخدم بروميد الميثيل في تدخين البذور الزيتية لقدرته على الذوبان في الزيوت.

ت -معدل الامتصاص Sorption rate

و يعني انجذاب جزيئات المادة التدخين إلى مواد صلبة (جدران المخازن او الصومعة او قصرة الحبوب) و زيادة الامتصاص يقلل من انتشار مادة التدخين , و تكون نتيجة التدخين غير مرضية ,من المواد العلية الامتصاص رابع كلوريد الكربون , وثاني كبريتور الكربون , اما بروميد الميثيل فقابليته للامتصاص منخفضة , و يزداد 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.

2.نوع الحبوب و حالتها Type and condition of grains

يتأثر نجاح عملية التدخين على عدة عوامل من أهمها:

أ -حجم الحبوب و درجة نفاذيتها Size and permeability of kernels

كلما صغر حجم الحبوب زادت مساحتها بالنسبة لوحدة الحجم مما يترتب عليه قلة الفراغات بين الحبوب , و يقل معدل الانتشار و التخلل تبعا لذلك , و يزداد معدل الامتصاص , و يصبح من الضروري زيادة الجرعة و كلما كان جدار الحبة زاد معدل الامتصاص و قل معدل تخلل المادة.

ب -درجة حرارة الحبوب و رطوبتها Grain temperature and moisture content

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

ت -نسبة الشوائب و نوعيتها Amount and type of dockage

و تشمل العوالق و القشور و حبوبا من غير النوع, و بذور الحشائش و الغبار , كلما زادت نسبة الشوائب زاد معدل الامتصاص و قل معدل التخلل و لذلك ينصح في هذه الحالة بزيادة الجرعة

3. أنواع الحشرة Type of insect

بعض أنواع الحشرات تبدي مقاومة واضحة لمادة التدخين بينما يكون بعضها الآخر حساسا لها , و تحتاج يرقات الحشرات التي تعيش على السطح العلوي للمادة الغذائية المعاملة , مثل خنفساء الخابرا و يرقات 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.

4. مبنى التخزين Storage building

تتأثر كفاءة التدخين بنوع مبنى التخزين و أبعاده

أ- نوع مكان التخزين:

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

ب- أبعاد الصومعة أو المخزن:

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