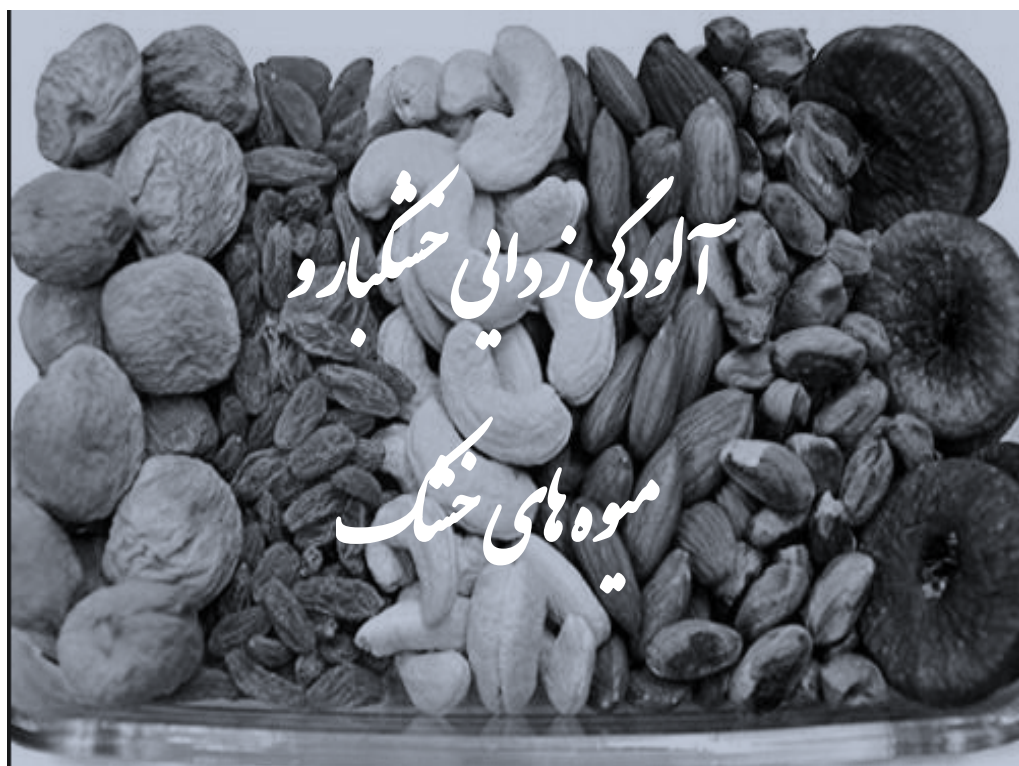




وزارت جهاد کشاورزی

سازمان حفظ نباتات



ولی الله رضایی

۱۳۹۸

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مقدمه:

تولیدات گیاهی مورد نظر در این دستورالعمل محصولات صادراتی شامل میوه های خشک (کشمش، برگه، پسته و خرما) و اقلام خشکبار (فندق، بادام، گردو، انجیر، آلبالو، آلو، توت) و نظایر آن می باشند.

انبار داری بخشی حیاتی از بازاریابی و عرضه میوه های خشک و خشکبار است زیرا تولید در بالاترین سطح در فصل برداشت را با فصل تقاضا تطبیق می دهد با وجود این طی این دوره انبارداری خسارت هایی متوجه محصول می گردد که آسیب حشرات یکی از مهمترین عواملی است که بر کیفیت این گونه محصولات در انبار تاثیر نامطلوبی می گذارد.

نیاز به کنترل حشرات آفت طی انبارداری غیر قابل انکار است و در حال حاضر در صنعت، حشرات آفت انباری میوه های خشک و خشکبار از طریق گازدهی با متیل بروماید (در اکثر موارد) و یا فسفین انجام می شود. اما با توجه به محدودیت های استفاده از متیل بروماید و هزینه های گزاف گازدهی با آن، استفاده از جایگزین ها را الزامی ساخته است. برای متیل بروماید مسائل زیست محیطی و سلامتی و برای فسفین عدم کارایی مناسب فسفین در برخی موارد و همچنین مقاومت برخی حشرات هدف، مسائل پیش رو هستند.

گونه های متعددی از حشرات آفت در انبار روی میوه های خشک و خشکبار خسارت وارد می کنند. آفات این گونه محصولات در انتهای دستورالعمل مورد اشاره قرار گرفته است و اگر استرین و یا جمعیتی از آفت دارای مقاومت بیشتری باشد، لازم است تا هنگام گازدهی زمان طولانی تر همراه دوز بالاتری از گاز مصرف شود و زمان در معرض سایر روش ها افزایش یابد تا بتوان تاثیر کاملی را شاهد باشیم. در صورتی که آلودگی مجدد به خاطر آلودگی انبار اتفاق افتد، ضدعفونی دوباره الزامی است.

برخی از این آفات محصول را در مزرعه مورد خسارت قرار داده و خسارت آنها به انبار نیز منتقل می گردد و برخی دیگر مانند شب پره هندی تنها در شرایط انباری ایجاد خسارت می کنند. این آفات مستقیماً با تغذیه از میوه های خشک و خشکبار به محصول خسارت می زنند و محصول را از نظر بهداشت و کیفیت غیر قابل فروش و مصرف می کنند. اقدامات وسیع در راستای کنترل این آفات برای حفظ کیفیت و استاندارد نمودن آن و همچنین صدور گواهی بهداشت نباتی برای صادرات انجام می شود. این اقدامات نباید برای محصول، کارگران و مصرف کننده مضر باشند.

اقدامات غالب در حال حاضر در جهت کنترل حشرات آفت انباری گازدهی پس از برداشت با متیل بروماید و یا فسفین حداقل برای یک بار است و گاهی طی انبارداری طولانی مدت و در صورت وجود آلودگی های ثانویه تا چندین بار ممکن است اتفاق افتد. گازدهی برای کنترل حشرات آفت، پیشگیری از کاهش کیفیت و تطبیق با شرایط بهداشتی و قرنطینه ای مندرج در شرایط ورود کشور وارد کننده است. این گازدهی ها بدین دلیل در سطح وسیع انجام می شوند زیرا به سرعت تمام مراحل زندگی و رشد و نمو حشرات آفت را می کشند (در صورتی که به درستی انجام شوند)، استفاده از آنها ساده است، دارای کارایی مناسب و موثری هستند و در هر بار می توان تا ۵۰۰ تن محصول را نیز ضدعفونی نمود، نسبت به بسیاری از روش های جایگزین ارزانتر بوده و به وسایل و تجهیزات خیلی خاص نیز نیاز ندارند.

بخش اول:

ردیابی و نمونه برداری

ردیابی آفات انباری

حشرات آفت انباری، حشراتی ریز و با رنگ‌های کدر بوده و از نور گریزان هستند. تنها زمانی که در تراکم بالا بوده و یا مجبور به تر ؛ محموله باشند، این حشرات در برابر عوامل فیزیکی عکس العمل نشان می‌دهند. بعضی از این حشرات در برابر نور مخفی شده و یا خود را به مردن می‌زنند لذا اگر در وهله اول هیچ حشره‌ای قابل مشاهده نبود، باید از روش‌های حساس برای کشف آن‌ها استفاده نمود.

مختل کننده‌های فیزیکی مانند دست زدن به محل اختفا می‌توانند باعث آشکار شدن لاروها و حشرات بالغ شوند. لبه‌های کیسه‌های محتوی دانه‌های انباری برای بررسی حشرات موجود باید به دقت بازدید گردد. حرکت دادن و تکان دادن کیسه‌ها ممکن است باعث ظاهر شدن حشرات مخفی شود.

روش‌های دیگر برای اثبات وجود آلودگی باید استفاده شود. آلودگی‌ها ممکن است در شیارها و شکاف‌های دیوار ساختمان انبار و مغازه یافت شود. حرکت دادن و تکان دادن مواد مشکوک ؛ اغلب برای کشف آلودگی کافی است اما در صورت عدم مشاهده آلودگی نمونه‌هایی از محموله باید به دقت بررسی شود. وجود لاروها و پوسته لاروی و شفیرگی آفات نیز دلالت بر وجود آلودگی می‌کند.

استفاده از فرمون‌ها در ردیابی آفات انباری:

استفاده از فرمون‌ها روشی بسیار مدرن در ردیابی و کنترل آفات انباری است. سطح قابل تحمل این آفات برای اکثر کشورها صفر در نظر گرفته شده است که ردیابی دقیق و کنترل تا حد ریشه کنی این گروه آفات الزامی است. مدیران بخش‌های تولید مواد غذایی برای ردیابی‌های دقیق از تله‌های فرمونی استفاده می‌کنند. کشف آلودگی در برنامه‌های ردیابی آفات با هدف بهداشت و کنترل کیفی محصولات در برنامه‌های کنترل آفات انباری صورت می‌گیرد. تله‌های فرمونی

می‌توانند حشرات را در تمام ساعات روز و شب به دام اندازند و با شناخت زمان فعالیت این حشرات می‌توانند آنها را در زمان‌های خاصی از شبانه روز نصب و داده‌های مربوط به ساعات مختلف را با هم مقایسه نمود. مطالعات آزمایشگاهی و محیطی بیشماری در ارتباط با زیست‌شناسی و فعالیت حشرات برای تهیه و تولید انبوه فرمون‌های حشرات برای مقاصد خاص صورت گرفته است. حشرات بالغ دارای عمر طولانی‌تر مانند سرخرطومی‌های دانه‌خوار، حفارها و سوسک‌های آرد و غلات از فرمون‌های تجمعی تولید شده توسط حشرات نر برای ارتباط در مسافت‌های طولانی استفاده می‌کنند. هم حشرات نر و هم حشرات ماده به این فرمون‌های عکس‌العمل نشان می‌دهند. در بسیاری از شرایط انباری، محیط یکنواخت استفاده از فرمون‌ها برای مدیریت آفات را امکان‌پذیر می‌سازد.

فرمون‌های شناخته شده برای خانواده‌ها و گونه‌های مختلف حشرات انباری را می‌توان براساس ترکیب شیمیایی تقسیم بندی نمود. گونه‌های مختلف سوسک‌های آرد *Tribolium* در برابر یک فرمون شناخته شده عکس‌العمل نشان می‌دهند. در بین شب‌پره‌ها پنج گونه به *TDA* که فرمون شناخته شده شب‌پره هندی *Plodia interpunctella* و *Cadra cautella* است واکنش نشان می‌دهند. این‌ها فرمون‌های اصلی موجود برای ردیابی و کنترل حشرات آفت انباری هستند.

انواع تله مورد استفاده در ردیابی آفات انباری:

تله‌های چسبنده: تله‌های فرمونی متعددی برای حشرات انباری ساخته شده است. نوارهای کاغذی و مقوایی حاوی مواد چسبنده توسط شرکت‌های مختلف برای به دام اندازی حشرات طراحی شده‌اند. بسیاری از این تله‌ها برای استفاده حشرات در شرایط مزرعه طراحی شده‌اند اما برای به دام اندازی حشرات انباری نیز موفق بوده‌اند. بشقاب‌های پلاستیکی وارونه (*inverted plastic pie plates*) که توسط یک لوله پولیکا به قطر ۴/۸ سانتی متر از هم جدا

می‌شوند در تگراس و مطالعات انجام شده برای به دام اندازی سوسک‌ها و شب پره‌های آفت مورد استفاده قرار گرفته‌اند که تنها سطح زیرین این صفحات توسط چسب پوشیده شده است.



انواع تله‌های چسبنده

تله‌های قیفی: با استفاده از تله‌های قیفی می‌توان حشرات انباری را به صورت زنده به دام انداخت و همچنین با استفاده از ترکیبات سمی درون این تله‌ها می‌توان حشرات به دام افتاده را از بین برد.



کاغذها و مقواهای آج دار: حشرات خزننده (هم لاروها و هم حشرات بالغ) را می‌توان توسط تله‌های کاغذی موجدار (آج دار) به دام انداخت. حشرات بسیاری درون موج‌ها و گوشه کناره‌های این کاغذها همانند شیارها و شکاف‌های دیوارها خزیده و به دام می‌افتند. این رفتار در توسعه این تله‌ها نقش به سزایی داشته است. این تله‌ها معمولاً توسط یک حشره کش آغشته می‌شوند تا

حشرات به دام افتاده را از بین ببرند. با توجه به سموم مورد استفاده در صنایع غذایی تله‌های بکار رفته تغییراتی نموده‌اند: یک ظرف فنجان‌ی شکل پلاستیکی حاوی روغن‌های گیاهی و روغن‌های معدنی حشرات را جذب و خفه می‌کنند. این ظرف به صورت یک تله گودالی عمل می‌کند. روغن‌های گیاهی که به عنوان طعمه مورد استفاده قرار می‌گیرند شامل روغن جوانه گندم و روغن یولاف هستند. روغن‌های معدنی مورد استفاده معمولاً به عنوان حامل‌های روغن‌های گیاهی بکار می‌روند. این تله به واسطه این که عامل کشنده یک طعمه است کمتر معمول می‌باشد اما به صورت تجاری در دسترس بوده و همراه طعمه‌های فرمونی فروخته می‌شوند. از این تله‌های فرمونی در ایران در گذشته برای به داماندازی لمبه گندم استفاده می‌شد.



سوندهای پلاستیکی غلات: این تله جدیداً طراحی شده برای استفاده در انبارهای غلات نسخه تغییر یافته‌ای از مدل‌های قدیمی ساخته شده از فلز است. مشکل تله‌های فلزی هزینه و قیمت بالای آن‌ها و عدم دسترسی تجاری به آن‌ها است. تله‌های پلاستیکی بزرگ‌تر بوده و کارایی بالایی در به دام اندازی حشرات نشان داده‌اند. فرمون‌ها را می‌توان به لوله‌های پلاستیکی خاص فرو رفته در بالای تله اضافه نمود.

حشرات خزیده و یا افتاده درون این تله‌ها درون یک قیف پلاستیکی در سطح پایین تله می‌افتند. این بخش از تله شامل یک لوله شفاف پلاستیکی است که می‌توان حشرات به دام افتاده را شمارش نمود. از روغن‌های گیاهی و معدنی به عنوان طعمه در بخش پایینی تله می‌توان استفاده نمود تا حشرات را به دام انداخته و از بین ببرد. این تله ممکن است در نزدیک سطح مخزن غلات و یا به صورت فرو رفته تا چند متر درون توده غلات قرار گیرد.



ردیابی سوسک‌ها:

فرمون تجمعی تولید شده توسط حشرات نر *Tribolium castaneum* همراه تله‌های کاغذی آج دار مورد استفاده قرار گرفته است و به طور قابل توجهی اکثر سوسک‌ها توسط تله‌های فرمونی به دام می‌افتند.

ردیابی بالپولک داران:

در رابطه با شب پره های آفت انباری فرمون های جنسی گونه‌های مختلف شناسایی به صورت مصنوعی ساخته شده است که از آن جمله می‌توان به فرمون جنسی گونه‌های *Plodia interpunctella* و *Cadra cautella* اشاره نمود. تله‌های طعمه دار این آفات می‌توانند محل‌های دارای آلودگی بالای انبارها را کشف نمایند. همچنین از تله‌های نواری قهوه‌ای رنگ چسبنده (۷۵ × ۵ سانتی متر) که هریک با کبسول های پلی اتیلنی حاوی ۵۰ میکروگرم

فرمون همراه بوده استفاده شده است. این تله‌ها به صورت عمودی بالای مواد غذایی انبار شده در فاصله ۱ - ۰/۵ متری از دیوارهای انبار نصب شده‌اند. با توجه به به دام اندازی ماهانه *Ephestia kuehniella* توانسته اند اوج آلودگی به آفت را مشخص کنند.

عوامل موثر در ردیابی:

محل تله: محل قرار دادن تله در انبارها بخشی به اندازه انبار و محل مناسب و در دسترس از انبار که بتوان تله را نصب نمود بستگی دارد. فرض شده که تله‌ها به فاصله ۱۶ متر از هم به صورت شبکه‌ای قرار داده شوند تا تمام بخش‌های انبار بررسی شود. مطالعات انجام شده در آمریکا روی فرمون لمبه گندم درون تله‌های مقوایی نشان داده شده که به دام اندازی تله‌ها در کنار دیوارهای خارجی و درها بیشتر بوده است در صورتی که ورود این آفت از خارج از تله مشخص نیست. عموماً تله‌ها باید دور از درهای ورودی و پنجره‌ها نصب شوند تا از جلب حشرات از خارج به سمت داخل ساختمان جلوگیری شود. در بررسی دیگر تله‌های دور از دیوارهای خارجی بیشترین به دام اندازی را داشته‌اند که نشان دهنده محل مناسب بالقوه برای آلودگی است. برای این آفت تفاوت معنی داری بین ارتفاع ۱/۵ متری و یا در سطح زمین مشاهده نشده است.

تله‌ها اگر از شرایط آب و هوایی نامساعد دور باشند می‌توان آنها را در خارج از انبار قرار داده شوند تا حشرات مهاجر از سایر انبارها را به دام اندازند و بتوان قبل از ورود آنها به انبار، آنها را کنترل نمود. تله گذاری باید زمانی که دما به حدود ۱۹ درجه سلسیوس رسید، آغاز گردد. تله‌های مربوط به شب پره‌ها در صورتی که نزدیک سقف نصب شوند بیشترین به دام اندازی را داشته‌اند.

نورگرایی: در بین آفات انباری، حشرات کامل شب پره‌ها و سوسک‌های دارای عمر کوتاه بوده و از فرمون جنسی برای انجام فعالیت‌های منظم استفاده می‌کنند. حشرات بالغ *Plodia interpunctella* در ساعات اولیه غروب و شب پروازهای بیشتری دارند.

وضعیت جنسی: نشان داده شده که ۲۴ ساعت پس از جفتگیری، حشرات نر *Cadra cautella*

به سمت حشرات ماده جلب نمی‌شوند.

دما: در مورد *Cadra cautella* جلب حشرات نر به سمت فرمون جنسی حشرات ماده از 10^{-3}

میلی گرم بر میلی لیتر در دمای ۱۵ درجه سلسیوس به 10^{-4} میلی گرم بر میلی لیتر در دمای ۳۰

درجه سلسیوس رسیده است. در شرایط مزرعه‌ای تنوع در به دام اندازی حشرات توسط تله فرمونی

در دماهای مختلف را می‌توان به افزایش واکنش در حشرات گیرنده و انتشار بهتر پیام رسان های

شیمیایی ربط داد.

نمونه برداری از حشرات انباری:

اگرچه بازرسی عمومی می‌تواند اطلاعاتی در رابطه با ماهیت و انتشار حشرات انباری درون و

نزدیک انبار به ما بدهد اما این اطلاعات نمی‌تواند آلودگی هر محموله را مشخص کند و نمونه

برداری باید از محموله‌ها صورت گیرد تا میزان آلودگی مشخص گردد. اطلاعات مربوط به قبل هر

محموله می‌تواند در تعیین تعداد نمونه مناسب برای بررسی آلودگی مد نظر قرار گیرد. اگر محموله

زمانی که وارد انبار شده، هیچ گونه آلودگی نداشته است و یا قبلاً ضدعفونی شده، می‌توان

آلودگی‌های موجود را به انبار و یا سایر محموله‌های درون انبار ربط داد. در صورتی که غلات به

صورت فله نگهداشته شوند، آلودگی ممکن است به ۱۰۰ میلی متر بالای فله محدود شود لذا نمونه

برداری تنها به سطوح بالایی محموله محدود می‌گردد.

در صورت نامشخص بودن وضعیت گذشته محموله، لازم است تا نمونه برداری‌های مکرری از

بخش‌های مختلف محموله صورت گیرد. برای نمونه برداری از محموله‌های فله‌ای نمونه برداری

ساده است با استفاده از سوندهای نمونه بردار می‌توان از بخش‌های مختلف محموله نمونه برداری

نمود. نمونه برداری از کیسه‌ها و در عمق محموله نیازمند حرکت بعضی کیسه‌ها و یا تخلیه کامل آن‌ها از کامیون‌های حمل است.

حشرات زنده آزاد را می‌توان از نمونه‌ها با استفاده از الک جداسازی نمود و برای بدست آوردن حداکثر حشرات موجود باید الک‌های مناسب انتخاب نمود. در صورتی که اندازه حشرات آفت با اندازه دانه‌های محموله تقریباً یکسان باشد، الک نمودن نمی‌تواند روش مناسبی برای کشف الودگی باشد و دانه‌ها باید به دقت توسط دست برای کشف حشرات زنده بررسی شوند.

روش‌های به دام اندازی حشرات:

می‌توان از تله‌های مختلف برای به دام اندازی حشرات انباری استفاده نمود. تله‌ها اگر به خوبی نصب شده باشند، می‌توانند روشی مناسب برای ردیابی آفات انباری بین مراحل بررسی بوده و اولین ظهور آلودگی را مشخص می‌کنند. تله‌های مختلفی برای به دام اندازی حشرات انباری مورد استفاده هستند که به انواع مختلف زیر تقسیم می‌شوند:

- تله‌های پروازی که حشرات به درون آن‌ها پرواز می‌کنند.
- تله‌های پناهگاهی که حشره به درون آن‌ها می‌خزد.
- تله‌های گودالی که حشره درون آن‌ها می‌افتد.

برای افزایش کارایی این تله‌ها، آن‌ها را اغلب همراه طعمه‌های جلب کننده استفاده می‌کنند تا حتی آلودگی‌های اندک را بتوان مشخص نمود. طعمه بکار رفته می‌تواند غذای مورد علاقه و یا عصاره غذایی و جلب کننده‌های اختصاصی مانند فرمون‌های جنسی و تجمعی باشد که خود حشرات ترشح می‌کنند. تاکنون فرمون حشرات مختلف آفت انباری شناسایی و به صورت مصنوعی ساخته شده است. کبسول‌های پلاستیکی و لاستیکی آغشته به فرمون همراه تله‌های مناسب برای به دام اندازی حشرات انباری استفاده می‌شوند.

تله‌های پروازی:

طرح‌های مختلفی از تله‌های پروازی برای به دام اندازی حشرات انباری وجود دارد. یکی از معمول‌ترین این تله‌ها دلتا است. سطح داخلی این تله با چسب‌های خاص پوشیده شده و حشراتی که به آن وارد می‌شوند را به داممی‌اندازد. تله‌های قیفی نیز نوع معمول دیگر تله‌های بکار رفته در انبارها است که حشرات پس از جلب درون قیف و سطل زیر پوشش آن می‌افتند. درون قیف ممکن است کاغذ صافی آغشته به ترکیبات فرار حشره کشی قرار داده شود تا حشرات به دام افتاده را بکشد. این دو نوع تله برای به دام اندازی شب پره‌های انباری بکار می‌روند.

تله‌های پناهگاهی:

این تله‌هایی‌توانند در فرم‌های مختلف ساخته شده و دارای طرحی هستند که حشره درون آن‌ها پناه می‌گیرد. یکی از ساده‌ترین این نوع تله‌ها شامل سه یا چهار چهارگوش ساخته شده از کف است که در یک لبه به هم می‌چسبند. نوع دیگر از این تله‌های ساده از مقواهای شان عسلی (موج دار) ساخته می‌شود و به صورت لوله‌ای به قطر ۲-۱/۵ سانتی متر به سمت بالا لوله شده است. این تله‌ها درون انبار قرار داده شده و پس از چند روز از نظر به دام اندازی حشرات چک می‌شوند. طرح‌های پیچیده‌تر از تله‌های پناهگاهی را می‌توان با استفاده از مقواهای موج دار و چند لایه ساخت. یک تورفتگی داخلی محلی برای نصب فرمون و طعمه ایجاد می‌کند و گاهی سطح داخلی تله به حشره کش آغشته است تا حشرات به دام افتاده را بکشد. این تله‌ها به صورت تجاری برای *Tribolium castaneum* وجود دارد.

تله دیگر بکار رفته کیسه‌های نایلونی شامل توری پلاستیکی است که به صورت پاکت ۱۰ در ۲۰ سانتی متری درآمده است. این پاکت با طعمه خاص آفت پر می‌شود. برای ردیابی آلودگی در کیسه‌ها، طعمه در شکاف‌های بین گونی‌ها قرار داده می‌شود و پس از یک هفته چک می‌گردد. پس

از این مدت کیسه‌های محتوی طعمه روی یک سینی تکانده می‌شوند و حشرات ریخته شده شمارش می‌شوند.

تله‌های آبی:

تله‌های آبی برای به دام اندازی شب پره‌های بالغ به خصوص حشرات ماده دارای تخم استفاده می‌شود که برای افزایش توان تخمگذاری نیاز به نوشیدن آب دارند. یک تله آبی تنها به یک سینی کم عمق پر شده با آب به عمق ۱-۲ سانتی متر نیاز دارد. اگر میزان تبخیر زیاد باشد می‌توان از پیاله و ظرف‌های گودتر استفاده نمود. چند قطره مایع ظرفشویی نیز برای افزایش کارایی و جلوگیری از فرار حشرات به دام افتاده نیاز است.

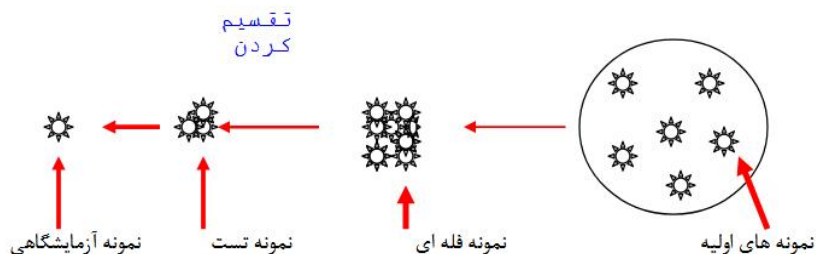
نمونه برداری (استاندارد شماره ۱۰۳۶ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی : نمونه برداری از خشکبار):

نمونه‌برداری عبارت است از برداشتن مقداری از کالای موجود در بهر یا محموله متناسب با تعداد و نوع آزمون‌هایی که باید روی آن انجام گیرد به روشی که مقدار کالای برداشته شده (نمونه) بتواند تا حد مورد نیاز معرف بهر یا محموله بوده و برای انجام تمام‌آزمون‌های مورد نظر کفایت نماید. هدف از نمونه برداری تعیین وجود آلودگی و تعیین میزان آلودگی محموله است و چون نمی‌توان کل محموله را بررسی نمود از آن نمونه‌هایی انتخاب و آنها را بررسی می‌کنیم.

انواع نمونه‌ها به شرح زیر است:

- نمونه اولیه: مقدار نمونه‌ای است که از هر یک از بسته‌های مشخص شده یک بهر برداشته می‌شود.

- نمونه کلی یا فله ای: مقدار نمونه ای است که از جمع شدن نمونه های اولیه برداشت شده از یک بهر بدست می آید.
- نمونه تست یا معرف: نمونه ای است که از اختلاط کامل نمونه کلی بدست می آید.
- نمونه آزمایشگاهی: مقدار معینی از نمونه معرف است که برای آزمایشگاه فرستاده می شود. نمونه های فوق ممکن است دارای علائم مشکو ؛ باشند.



نمونه برداری از خشکبار بسته بندی شده عبارتست از مشخص کردن تعدادی بسته بطور تصادفی متناسب با حجم محموله یا بهر و برداشتن نمونه های اولیه از بسته های مشخص شده می شود. به منظور دقت بیشتر در نمونه برداری باید از جدول اعداد تصادفی برای مشخص کردن بسته هایی که باید از آن نمونه برداری شود، استفاده کرد.

اگر قسمتی از بهر وضع خاص و غیر مشابهی با سایر قسمت های بهر داشته باشد (نظیر جعبه و یا کارتن های شکسته و له شده و یا بسته های رطوبت دیده و همچنین بسته هایی که ظاهر آن معرف فساد یا آلودگی به آفات باشد) نمونه بردار باید بسته های نامبرده را به صورت انتخابی و جداگانه نمونه برداری و وضع بسته ها و تعداد آن را در گزارش نمونه برداری قید نماید. همچنین به منظور سهولت در امر نمونه برداری تعداد بسته ها و طرز چیدن آنها باید به گونه ای باشد تا نمونه بردار بتواند با سانی به کلیه بسته ها دسترسی داشته باشد.

برای نمونه‌برداری باید ابتدا تعداد بهره‌هایی موجود در محوطه (کامیون و انبار) مشخص و سپس تعداد بسته‌های موجود در هر بهره مشخص گردد. در صورتی که تعداد بسته‌های موجود در یک بهره بیش از پنج‌هزار عدد است باید این بهره‌ها به زیر بهره‌های حداکثر پنج‌هزارتائی تقسیم شوند. تعیین تعداد بسته‌هایی که باید در هر بهره بطور تصادفی برای نمونه‌برداری مشخص شود با استفاده از جدول زیر محاسبه می‌شود:

تعداد بسته‌های موجود در هر بهره یا محموله	تعداد بسته‌هایی که باید از آنها نمونه برداری شود
یک بسته	یک بسته
۲ تا ۶ بسته	۲ بسته
۷ تا ۱۸ بسته	۳ بسته
۱۹ تا ۴۰ بسته	۴ بسته
۴۱ تا ۷۵ بسته	۵ بسته
۷۶ تا ۱۲۶ بسته	۶ بسته
۱۲۷ تا ۱۹۶ بسته	۷ بسته
۱۹۷ تا ۲۸۸ بسته	۸ بسته
۲۸۹ تا ۴۰۵ بسته	۹ بسته
۴۰۶ تا ۵۵۰ بسته	۱۰ بسته
۵۵۱ تا ۷۲۶ بسته	۱۱ بسته
۷۲۷ تا ۹۳۶ بسته	۱۲ بسته
۹۳۷ تا ۱۱۸۳ بسته	۱۳ بسته
۱۱۸۴ تا ۱۴۷۰ بسته	۱۴ بسته
۱۴۷۱ تا ۱۸۰۰ بسته	۱۵ بسته
۱۸۰۱ تا ۲۱۷۶ بسته	۱۶ بسته
۲۱۷۷ تا ۲۶۰۱ بسته	۱۷ بسته
۲۶۰۲ تا ۳۰۷۸ بسته	۱۸ بسته
۳۰۷۹ تا ۳۶۱۰ بسته	۱۹ بسته
۳۶۱۱ تا ۴۲۰۰ بسته	۲۰ بسته
۴۲۰۱ تا ۴۸۵۱ بسته	۲۱ بسته
۴۸۵۲ تا ۵۰۰۰ بسته	۲۲ بسته

بسته‌هایی که باید در هر بهر از آن‌ها نمونه‌برداری شود با استفاده از جداول اعداد تصادفی انتخاب می‌شوند. حداقل نمونه برداشته شده به عنوان نمونه آزمایشگاهی حداقل دو کیلوگرم است. همچنین یک نمونه به عنوان مرجع باید گرفته شود. در برخی استانداردها سه برابر نمونه مورد نیاز از نمونه فله ای برداشته می‌شود: (۱) یک نمونه آزمایشگاهی، (۲) یک نمونه مرجع و (۳) یک نمونه به مالک محموله داده می‌شود.

منظور از مشخص کردن تعداد کیسه، جعبه و یا بسته برای نمونه‌برداری آن است که از هر کیسه، جعبه و یا بسته انتخاب شده به صورت تصادفی باید مقداری برداشته شود. در صورتی که بسته‌های کوچک خشکبار در داخل بسته‌های بزرگ بسته‌بندی شده باشند می‌توان یک یا چند بسته کوچک را به عنوان نمونه اولیه انتخاب نمود.

بخش دوم:

گازدهی

گازدهی:

گازدهی محصولات و محل نگهداری محموله ها بطور عام عبارت است از بکار بردن دودها، گازها و بخارات مختلف با هدف کنترل عوامل خسارتزا و یا بکار بردن سموم گازی شکل جهت دفع آفات موجود روی محموله های تجاری از جمله محصولات کشاورزی و یا محل نگهداری آنها در هر یک از مراحل مختلف رشدی آفت می باشد. در شرایط مناسب، گازدهی با متیل بروماید می تواند طی ۲۴ ساعت مرگ و میر کل حشرات را باعث گردد. تاثیر فسفین بیشتر به دما وابسته است و زمان متوسط گازدهی برای مرگ و میر کامل حشرات ۷۲-۴۸ ساعت است اگرچه زمانی که دما تا ۱۵ درجه سانتیگراد و کمتر کاهش می یابد، گازدهی با فسفین ممکن است تا ۹۶ ساعت نیز طول بکشد. در هر دوی این روش ها، گازدهی در محیطی آب بندی شده انجام می شود.

مسائل و مشکلات بیان شده در مورد فسفین و متیل بروماید باعث شده تا سرمایه گذاری و مطالعاتی در رابطه با جایگزین های این ترکیبات صورت گیرد. طی انبارداری و فرآوری میوه های خشک و خشکبار آفت کش های مناسب وجود دارند که می توانند به عنوان جایگزین ترکیبات مورد مصرف حال حاضر اعلام شوند با وجود این مشکلات و هزینه های تولید و ثبت این سموم در کشور، وجود بقایا و ملاحظات بهداشتی و زیست محیطی و خطر افزایش مقاومت حشرات آفت در برابر آنها مورد بحث است لذا جایگزین های غیر شیمیایی بیشتر مد نظر قرار می گیرند. بیشترین تاکید در دنیا روی اتمسفر کنترل شده (یا تغییر یافته) و اشعه دهی است.

گازهای ضد عفونی کننده: (فومیگانت ها)

متیل بروماید ($MB=CH_3Br$) گازی بی رنگ، بی بو و غیر قابل اشتعال است. متیل بروماید در دمای ۳/۶ درجه سانتیگراد تبخیر شده و دارای حلالیت بسیار کمی در آب است. به عنوان یک گاز، متیل بروماید سه برابر سنگین تر از هوا است. برای سادگی حمل متیل بروماید فشرده شده و در

سلیندرهای فلزی به صورت مایع ذخیره می شود. متیل بروماید برای ضدعفونی دامنه ای وسیع از آفات گیاهی و محموله های مختلف بکار می رود. متیل بروماید بواسطه نفوذ مناسب در محموله ها، انتشار سریع، تحمل گیاهان در برابر آن و سمیت بالا برای حشرات مهمترین ترکیبی است که در ضدعفونی در قرنطینه و انبارداری کاربرد دارد. متیل بروماید همچنین برای از بین بردن اندام های گیاهی حذفی بکار می رود. این ترکیب در از بین بردن آفاتی از جمله حشرات (تمام مراحل زندگی)، کنه های گیاهی و حیوانی (تمام مراحل زندگی)، نماتدها (از جمله سیست ها)، حلزون ها و راب ها و همچنین قارچ ها دارای تأثیر است. متیل بروماید در دامنه وسیع از درجه حرارت (از ۴/۴ درجه سانتیگراد با بالا) عمل می کند. عموماً مواد گیاهی زنده دوزی خاص را تحمل نموده که این میزان برای گونه های مختلف و همچنین بسته به مرحله رشدی و شرایط محیطی متفاوت است. متیل بروماید در شرایط نامناسب تجزیه و پوسیدگی مواد را تسریع می کند. از آنجا که متیل بروماید سه برابر سنگین تر از هوا می باشد لذا به سمت بالا و پایین به آسانی منتشر شده اما برای انتشار به سمت بالا استفاده از فن می تواند اطمینان بخش باشد. جریان هوای مصنوعی همچنین نفوذ گاز به درون محموله را سرعت می بخشد.

متیل بروماید گاهی به صورت ۱۰۰ درصد خالص ساخته می شود که تنها در قرنطینه کاربرد دارد و تحت نام *Q lable* شناخته می شود. هنگام استفاده از متیل بروماید خالص استفاده از میزان بیشتر گاز برای رسیدن به غلظت مناسب مجاز است.

متیل بروماید در دماهای بالاتر از ۴/۴ درجه سانتیگراد عمل می کند. عموماً افزایش دما کارایی و تأثیر این ترکیب را افزایش می دهد. در کلیه طرح های ضدعفونی همراه دوز مصرفی، دمای محموله مورد ضدعفونی نیز درج می شود. برای مواد گیاهی زنده که دارای برگ نیز می باشند وجود میزان رطوبت بالا (بالای ۷۵ درصد) الزامی است که می توان در محفظه ها با استفاده از رطوبت سازها این رطوبت را ایجاد نمود اما برای ضدعفونی بذور نباید رطوبت اضافی در محموله

ایجاد نمود زیرا قوه نامیه بذر را تغییر می دهد. وجود رطوبت بیش از حد نیز از رسیدن گاز به بعضی آفات جلوگیری می کند.

متیل بروماید نمی تواند وارد لایه هایی از سلفون، پلاستیک و کاغذهای روغنی شود لذا برای ضدعفونی درون این گونه روکش ها باید آنها از محموله دور و یا سوراخ هایی به قطر حداقل ۱۰ سانتی متر در آن ایجاد نمود. متیل بروماید قادر به نفوذ به جعبه های چوبی است اما سرعت نفوذ پایین است.

جذب، روند مهار متیل بروماید آزاد به صورت فیزیکی و شیمیایی است که رو و یا درون محموله صورت می گیرد. جذب گاز، آن را از دسترس آفات دور نموده و قادر به کشتن آنها نمی کند. جذب ممکن است به صورت جذب سطحی، داخلی و شیمیایی باشد. میزان جذب سطحی در ابتدا بالا بوده و عموماً پس از مدتی میزان آن کاهش می یابد. محموله هایی که دارای جذب سطحی گاز بالایی هستند نباید در محفظه ضدعفونی شوند مگر این که غلظت گاز در حداقل میزان دوز تعیین شده باشد. محموله هایی مانند عدل های پارچه، فرش، دارچین، پنبه، آرد، آجیل، نشاسته سیب زمینی، چرم، مواد چوبی و پشم دارای جذب سطحی بالایی هستند.

متیل بروماید انبارداری موادی از جمله میوه و سبزیجات و همچنین توانایی بقای اندام های گیاهی در حال رکود و به خصوص گیاهان زنده را کاهش می دهد و قدرت جوانه زنی بذور را نیز زائل می نماید. متیل بروماید روی محموله های غیر گیاهی از جمله آنهایی که دارای گوگرد بالایی می باشند نیز تأثیر گذار است. ایجاد بوی نامطبوع توسط گاز روی این گونه محموله ها حتی با هوادهی طولانی نیز از بین نمی رود. ضدعفونی مواد گیاهی روغنی نیز با متیل بروماید ممنوع است.

در غلظت های معمولی متیل بروماید بی بو است ولی در غلظت های زیاد بوی شیرین نامطبوع و تهوع آوری دارد. در غلظت پایین انسان آن را به آسانی احساس نخواهد کرد و معمولاً درصدی از

گاز کلروپیکرین (گاز اشک آور) به متیل بروماید اضافه می گردد تا شناسایی آن آسان گردد اما باید توجه داشت که کلروپیکرین دارای خواص گیاهسوزی نسبتاً بالایی بوده و بسیاری از گیاهان که می توانند متیل بروماید خالص را تحمل نمایند قادر به تحمل کلروپیکرین همراه آن نیستند. کلروپیکرین همچنین خاصیت خورندگی برای فلزات دارد.

هنگام ضدعفونی با متیل بروماید استفاده از ابزار آلات آلومینیومی نیز مجاز نمی باشد زیرا متیل بروماید به صورت مایع با آلومینیوم واکنش نشان داده و ترکیبی منفجر شونده ایجاد می کند.

متیل بروماید همچنین برای انسان و حیوانات نیز بسیار سمی است. هر گونه تماس پوستی ایجاد تاول می کند. تنفس این گاز نیز به شدت کشنده است. هنگام تماس البسه و دستکش ها با مایع متیل بروماید باید آنها را از بین برده و بدن را با مقادیر زیادی آب شستشو داد. مقدار مصرف این گاز برحسب درجه حرارت و مدت زمان گاز دهی و نوع محصول تا حدودی متفاوت است. برای مبارزه با آفات میوه های خشک متیل بروماید در مقادیر زیر استفاده می شود:

میزان گاز (گرم بر متر مکعب)	حرارت (درجه سانتیگراد)	زمان گازدهی (ساعت)
۴۸	۹ - ۴	۲۴ - ۱۶
۴۰	۱۴ - ۱۰	۲۴ - ۱۶
۳۲	۲۰ - ۱۵	۲۴ - ۱۶
۲۴	۲۵ - ۲۱	۲۴ - ۱۶
۱۶	۲۶ و بیشتر	۲۴ - ۱۶

انواع بسته بندی ها:

در حال حاضر تنها بسته بندی و فرمولاسیون متیل بروماید در ایران برومو متان گاز ۹۸ درصد به صورت سلیندرهای ۵۰ کیلوگرمی با نام تجاری METHYL BROMIDE مرجع

سازنده *SUNRISE GROUP* از کشور چین است که توسط شرکت جهاد تحقیقات مجد عرضه می گردد.



اما در دنیا علاوه بر سلیندرهای ۵۰ کیلوگرمی، سلیندرهای ۱۰۰ کیلویی، ۴۵۴ گرمی (یک پوندی) و ۶۸۱ گرمی (۱/۵ پوندی) وجود دارد. کبسول های شیشه ای حاوی متیل بروماید خالص نیز در گذشته مرسوم بوده است.

انجام عملیات:

عمل گازدهی با متیل بروماید را می توان هم در شرایط فشار تقلیل یافته و هم فشار آتمسفریک انجام داد در شرایط فشار آتمسفریک نیز این عمل به چند صورت در اطاقکهای از پیش ساخته شده یا در زیر چادرهای مخصوص و اطاقک های سیار قابل اجرا می باشد.

۱. محاسبه دوز گاز مورد لزوم (dose)

عواملی مانند نوع کالا، گونه های حشرات و مراحل رشدی آنها، حرارت و تا حدودی رطوبت در میزان گاز مورد استفاده تاثیر می گذارند. دوز صحیح دوزی است که مرگ ومیر کافی در حشرات

هدف را باعث شود. علاوه بر عوامل فوق‌الذکر در محاسبه مقدار گاز سمی (فومیگانت) مورد نیاز شرایط دیگر نیز بایستی مورد نظر قرار گیرد. مقدار فومیگانت تابعی از زمانگازدهی، مقدار گازی که در نتیجه فرار گاز به خارج و یا به هر نحو دیگری از بین می‌رود، مقدار گازی که جذب کالا می‌شود و نحوه انتشار گاز و سرعت نفوذ و یکنواختی آن در کلیه قسمت‌های کالا است. دوز گاز را می‌توان بر مبنای حجم و یا بر پایه وزن کالای مورد گازدهی محاسبه نمود.

در مواردی که کالا قسمتی از حجم انبار را اشغال نماید می‌توان آن را با استفاده از روکش‌های پلاستیکی یا برزنت پوشانده و مقدار دوز را براساس حجم یا وزن کالای زیر پوشش محاسبه نمود. در صورتی که بخواهند تمام فضای انبار را گازدهی نمایند، دوز لازم را براساس فضای خالی انبار و حجم اشغال شده توسط کالا و یا وزن آن محاسبه می‌کنند.

طرز اندازه‌گیری گاز:

اگر مقدار گازی که طبق محاسبه انجام شده بایستی وارد فضای گازدهی شود مساوی گاز موجود در سیلندرها نباشد می‌توان گاز موجود در سیلندرها از طریق توزین‌وارد محل ضدعفونی نمود که با قرار دادن سیلندر بر روی ترازوهای مخصوصی که برای این کار طراحی شده و قرائت تقلیل وزن در نتیجه خروج گاز حاصل می‌شود پس از آنکه مقدار گاز لازم خارج شد، شیر سیلندر را می‌بندند.

تخلیه گاز از ظروف محتوی:

خروج و تبخیر متیل بروماید از ظروف محتوی آن توام با سرد شدن و جذب حرارت از محیط مجاور می‌باشد، هرچه لوله‌های ناقل گاز طولیتر و محل گازدهی از منبع گاز دورتر باشد احتمال سرد شدن و تقلیل سرعت تبخیر بیشتر است به این لحاظ برای سرعت عمل گازدهی لازم است

گاز را در مسیر عبور خود گرم کرد برای حصول این منظور طرق مختلفی وجود دارد که ساده‌ترین آنها قرار دادن لوله‌های ناقل در قسمتی از مسیر خود در ظروف محتوی آب گرم است استفاده از لوله‌های طویل (تا حدود ۱۵ متر) که در حجم کوچکی تا شده باشد اکثراً متداول است این لوله‌های تا شده در ظرفی که محتوی آب گرم است قرار دارد و برای گرم کردن آب از هر نوع وسیله مولد حرارت اعم از چراغهای گازی، نفتی و یا جریان الکتریسیته می‌توان استفاده کرد، ولی هیچوقت نباید لوله‌ها را در معرض مستقیم شعله یا سیمهای سرخ شده در نتیجه عبور برق قرار داد. گاهی برای تبخیر گاز ابتدا آن را وارد ظروف مسدود مسطحی می‌کنند و سپس گاز تبخیر شده را به وسیله لوله به فضای گازدهی منتقل می‌کنند. به این ترتیب انتشار گاز یکنواخت می‌شود و مخصوصاً اگر پنکه‌ای برای بهم زدن هوای موجود در فضای گازدهی وجود داشته باشد به مراتب بهتر است.

در هوای سرد که حرارت آن کمتر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد باشد می‌توان ظروف را به هر نحوی که مقدور باشد گرم کرد. طریق دیگر که بدون احتیاج به گرم کردن گاز در مسیر عبور آن می‌باشد این است که در انتهای لوله‌های خروجی گاز در محفظه گازدهی ظروف مسطحی (نظیر بشقاب، سینی و غیره) قرار داد تا در صورتی که قسمتی از گاز به صورت مایع از انتهای لوله‌ها خارج شود در داخل آن ظروف جمع آوری شده و با جذب حرارت از محیط مجاور به تدریج تبخیر گردد.

یادآوری: چون متیل بروماید در مجاورت شعله و حرارت زیاد تجزیه شده و تولید اسید برومیدریک می‌نماید و این ماده فلزات را می‌خورد باید احتیاط کرد که در فضای مورد عمل هیچ نوع شعله و وسایل حرارتی الکتریکی نباشد هرچه حرارت و رطوبت زیادتر باشد اثر اسید برومیدریک حاصله شدیدتر خواهد بود.

کشف وجود گاز و نقاط فرار آن در محل گازدهی

طرق متعددی برای تشخیص و اندازه‌گیری مقدار متیل بروماید موجود در هوای محل گازدهی وجود دارد که ساده‌ترین آنها که بیشتر مورد استفاده است به کاربردن چراغهای مخصوص است که رنگ شعله آن برحسب غلظت گاز تغییر می‌کند. وقتی ترکیبات آلی در مجاورت دهانه این چراغ سوخته و یا تجزیه شوند رنگ شعله آن تغییر می‌کند و میزان این تغییر رنگ به نوع و غلظت ماده آلی بستگی دارد.

سوخت این چراغها برحسب ساختمان آن متفاوت بوده و ممکن است نفت معمولی، الکل صنعتی، استیلن یا گاز پروپان باشد. حساسیت چراغهایی که الکل یا نفت می‌سوزاند از انواع دیگر بیشتر است ولی سهولت عمل چراغهای پروپانی که احتیاج به گرم کردن اولیه ندارد زیادتز می‌باشد. هیچیک از این چراغها مقدار دقیق گاز را معلوم نمی‌کند ولی حدود تقریبی و نقاط تراوش گاز را می‌توان با آن مشخص کرد.

تغییرات رنگ شعله	مقدار گاز بر حسب قسمت در میلیون
-	صفر
سبز خیلی کم‌رنگ در لبه شعله	۱۰
سبز خیلی کم‌رنگ در حاشیه شعله	۲۰
سبز خیلی کم‌رنگ در حاشیه شعله	۳۰
سبز معمولی	۱۰۰
سبز سیر با حاشیه آبی	۲۰۰
سبز متمایل به آبی	۵۰۰
آبی	۱۰۰۰

برای تعیین محل هایی که گاز ممکن است از آنجاها فرار کند، ابتدا چراغ را روشن نموده و در صورتی که لوله مکیدن هوا به آن متصل نباشد آن را وصل کرده و سپس در اطراف محوطه

گازدهی و نقاط مشکو ؛ به فرار گاز قرار می‌دهید و پس از چند ثانیه در صورتی که رنگ شعله تغییر کرد، نسبت به مسدود نمودن نقاط فرار گاز باید اقدام نمود.

برای استفاده صحیح از چراغ و اطمینان به تغییر رنگ حاصله بایستی نکات زیر را در نظر گرفته و رعایت نمود:

- حلقه مسی چراغ را باید همیشه تمیز نگاه داشت والا ممکن است در غیاب متیل بروماید هم رنگ شعله سبز باشد.

- شعله را باید طوری تنظیم کرد که از تمام دهانه حلقه خارج شود و نه فقط از دور آن چنین شعله‌ای در هوای بدون گردو خا ؛ و بدون گاز تقریباً بیرنگ بوده و در حدود حلقه غیرمرئی است.

- به محض آنکه حلقه مسی خراب یا اکسیده شود باید آن را تعویض نمود.

- در محیط گازدهی نباید گازهای آلی دیگری وجود داشته باشد زیرا باعث تغییر رنگ شعله و نتیجه اشتباه می‌شود.

- از بکار بردن چراغ در محیط‌هایی که گاز، نفت و بنزین یا سایر گازهای قابل احتراق وجود داشته باشد باید خودداری نمود.

یادآوری: در موقع کنترل فرار گاز استفاده از ماسک ضروری است.

هوادهی یا تهویه محل ضد عفونی:

موقعی که گازدهی پایان گرفت، بایستی نسبت به تهویه کالا و محوطه گازدهی اقدام نمود. این عمل در مورد گازدهی در محفظه‌های با فشار تقلیل یافته با باز کردن دریچه‌های ورود هوا و به کار انداختن هواکش انجام می‌گیرد که به این ترتیب هوا از یک طرف وارد و همراه با گاز از طرف دیگر خارج می‌شود در مورد اتاقهای ثابت گازدهی که مجهز به فن های تخلیه هوا باشند نیز به ترتیب فوق می‌توان عمل نمود. در مورد اتاقها و محفظه‌هایی که هیچگونه امکانات تخلیه و هوادهی

ندارند، عمل تهویه با بازکردن در و پنجره‌ها و باز گذاشتن آنها به مدت لازم (حداقل ۲۴ ساعت) انجام می‌شود. مدت تهویه به طور متوسط سه شبانه روز توصیه می‌شود.

در مورد گازدهی زیر چادر عمل تهویه با برداشتن چادر انجام می‌پذیرد. لازم به تذکر است که در مراحل تهویه استفاده از ماسک توصیه می‌شود و همچنین در صورتی که ضرورت ایجاب نماید که قبل از انجام کامل عمل تخلیه به محوطه‌های گازدهی وارد شوند استفاده از ماسک ضروری است برای اطمینان بیشتر از تکمیل عمل تهویه می‌توان از چراغهای ذکر شده در بند قبلی استفاده نمود.

گازدهی در فشار تقلیل یافته اطاقک خلاء (Vacuum chamber)

با رعایت احتیاطات لازم، ابتدا کالائی را که بایستی گازدهی شود را به داخل محفظه گازدهی (اتاقک خلاء) مجهز به امکانات لازم منتقل می‌کنند. بدین ترتیب که کالا را در داخل اطاقک روی هم چیده به طوری که فضای داخل محفظه تا حد امکان پر شود سپس در محفظه کاملاً بسته و محکم می‌شود و و پمپ مکیدن هوا روشن می‌گردد. در این زمان شیر ورود گاز بسته است. پس از تخلیه هوای محفظه و زمانی که فشار داخل محفظه به حداقل لازم برسد، شیر تخلیه هوا بسته و شیر لوله گردش گاز و متعاقب آن شیر گاز باز می‌شود. دوز لازم را وارد محفظه نمائید در این حالت به علت فشار کم درون محفظه، گاز به سرعت به داخل کالا نفوذ کرده و عمل گردش گاز با غلظت یکسان انجام می‌شود. آزمایشها نشان داده که دوز مؤثر برای مرگ و میر حشرات انباری در شرایط فشار تقلیل یافته برای هر متر مکعب فضای اشغال شده و خالی ۴۰ گرم در حرارت ۱۵ درجه سانتی‌گراد و بالاتر و به مدت ۳ ساعت می‌باشد.

گازدهی در شرایط فشار آتمسفریک :

استفاده از اطاقک های ثابت (پیش ساخته): معمولاً تولیدکننده بزرگ مواد غذایی و فرآوری کننده ها که آلودگی به آفات انباری در کارخانه ها و انبار آنها وجود دارد، اطاق یا اطاقک خاصی جهت گازدهی کالاهای آلوده می سازند. این اطاقک ها معمولاً نزدیک به درب ورودی یا درب خروجی کارخانه ها تعبیه می شود که کالای وارده در صورت آلودگی قبل از انتقال به کارخانه و انبار و یا کالای تولیدی در صورت آلودگی قبل از خروج از کارگاه، گازدهی شود.

برای گازدهی کالا در این اطاقک ها با رعایت احتیاطات لازم، کالای مورد نظر را در اطاق چیده و میزان گاز محاسبه شده را وارد اطاق کرده و عمل گازدهی را انجام می دهند و پس از خاتمه عملیات هوادهی در مدت زمان لازم انجام می شود.

گازدهی در محیط های بسته: می توان کالاهای داخل انبار را گازدهی نمود بدین نحو که سوراخ ها و منافذ دیوارها و سقف و کف اطاق یا انبار را که باعث فرار گاز می شود، باید توسط موادی مانند کچ یا سیمان، چسب و یا مواد مشابه مسدود نموده و نیز حاشیه شیشه ها و درها و پنجره ها را (به استثنای درب ورودی) با نوار چسب عریض کاملاً مسدود نمود.

پس از انجام مسدود سازی کامل، میزان گاز محاسبه و عمل لوله گذاری را با قرار دادن لوله های مجهز به اتصالات لازم در بینکالا انجام شود. در صورتی که گاز در موقع شروع گازدهی گرم نمی شود بایستی در زیر دهانه های خروجی گاز ظروف مسطح قرار داده شود. پس از خاتمه عمل لوله گذاری، درب ورودی نیز مسدود شده و دوز گاز محاسبه شده به داخل انبار تزریق می شود. پس از انجام عمل گازدهی عمل تهویه را با بازکردن در و پنجره ها انجام دهید. در این مرحله نیز استفاده از ماسک ضروری است. مقدار متیل بروماید لازم برای مرگ ومیر حشرات در شرایط آتمسفریک به شرح زیر می باشد:

درجه حرارت (سانتیگراد)	زمان (ساعت)	مقدار گاز (گرم بر متر مکعب)	نوع کالا
۱۵ درجه به بالا	۲۴	۲۴	کشمش، کشمش دانه دار، برگه زردآلو، خرما، انجیر و نظایر آنها
۹-۴ درجه	۱۶-۲۴	۴۸	مغزها نظیر پسته، بادام، گردو، فندق و نظایر آنها و حبوبات
۱۰-۱۴	۱۶-۲۴	۴۰	
۱۵-۲۰	۱۶-۲۴	۳۲	
۲۰-۲۵	۱۶-۲۴	۲۴	
۲۵ به بالا	۱۶-۲۴	۱۶-۲۴	

مقدار متیل بروماید لازم برای مرگ و میر حشرات در شرایط فشار تقلیل یافته به شرح زیر

میباشد:

درجه حرارت (سانتیگراد)	زمان (ساعت)	مقدار گاز (گرم بر متر مکعب)	نوع کالا
۱۵ درجه به بالا	۳	۴۰	کشمش، کشمش دانه دار، برگه زردآلو، خرما، انجیر و نظایر آنها
۹-۴ درجه	۳	۵۶	مغزها نظیر پسته، بادام، گردو، فندق و نظایر آنها و حبوبات
۱۰-۱۴	۳	۴۸	
۱۵-۲۰	۳	۴۰	
۲۰-۲۵	۳	۳۲	
۲۵ به بالا	۳	۲۴	

یادآوری: اگرچه گازدهی با متیل بروماید در حرارت کمتر از ۱۰ درجه سانتیگراد مقدور می‌باشد

ولی معمولاً به دلایلی انجام آن در درجه حرارت کمتر از ۱۰ درجه سانتیگراد توصیه نمی‌شود.

تذکر: موادی که متیل بروماید روی آنها اثر می‌گذارد بایستی کمتر در معرض گازدهی قرار گیرند

این مواد شامل مواردی مانند نمکهای یددار، نمک طعام و املاحی مورد تغذیه حیوانات اهلی و

انسان، بعضی از پودرهای رختشوئی، ابرهای لاستیکی، بالشهای پردار، مهرهای لاستیکی، چرم، لوازم پشمی و ابریشم خالص و زغال چوب می باشند. در مورد مواد دیگر را بایستی قبل از گازدهی، تاثیر گاز در حجمی اند ؛ روی آنها بررسی شود.

گازدهی در زیر چادرهای مخصوص

گازدهی در فضاهای باز و نیز در بخشی از انبارهای بزرگ با استفاده از چادرها روش های مخصوص نظیر تارپولین و یا پلی اتیلن و غیره صورت می گیرد که پس از اعلام و نصب آگهی و اعلان و اقدامات ایمنی لازم، عمل لوله گذاری انجام و سپس روی کالا و لوله ها را با چادر مخصوص پوشانده و اطراف چادر را برای جلوگیری از فرار گاز با کیسه های شنی و یا خا ؛ نرم کاملاً مسدود می شود. سپس مقدار گاز لازم و محاسبه شده متناسب با حجم و نوع کالائی که گازدهی می شود به زیر چادر تزریق و پس از تخلیه گاز و اطمینان از عدم فرار گاز، مدت گازدهی تکمیل و پس از خاتمه مدت عملیات گازدهی، مرحله تهویه با برداشتن چادر و رعایت احتیاطات لازم انجام می گردد. مقدار متوسط دوز لازم متیل بروماید برای گازدهی انواع خشکبار و حبوبات در شرایط زیر چادر ۳۲ گرم برای هر متر مکعب می باشد.

تذکر: ضخامت پلاستیک پلی اتیلنی مورد استفاده در گازدهی با متیل بروماید نباید کمتر از ۱۲۵ میکرون باشد.

گازدهی در اتاقکهای سیار:

در مواردی که حجم گازدهی نسبتاً کم بوده و کالا بایستی در محل های مختلف گازدهی شود، معمولاً اتاقک ضد عفونی توسط وسیله نقلیه و به صورت متحر ؛ استفاده می شود. در این اتاقکها می توان به صورت فشار تقلیل یافته و یا فشار آتمسفریک گازدهی نمود.

فسفین (هیدروژن فسفره یا فسفور هیدروژن) PH_3 :

فسفین یا هیدروژن فسفره یا اسید فسفیدریک به فرمول شیمیائی PH_3 گازی است فوق العاده سمی و بیرنگ که دارای بویی شبیه سیر است که شناسایی آن را آسان می کند با وجود این گاهی این بو قابل تشخیص نمی باشد. فسفین تحت نام های تجاری مختلفی در بازار وجود دارند. این ها به صورت قرص، پلیت و غیره می باشند. در مجاورت رطوبت گاز فسفین (فسفید هیدروژن PH_3) تولید می شود که گازی بی رنگ می باشد. نقطه جوش این ترکیب $-87^\circ C$ درجه سانتیگراد است. باید از تماس مستقیم با مایع سمی جلوگیری نمود زیرا می تواند ایجاد سوختگی نماید. در صورت وقوع آتش سوزی، استفاده از ترکیبات آتشنشان مانند دی اکسید کربن خشک می تواند مورد استفاده قرار گیرد و هرگز نباید از آب برای خاموش نمودن آتش استفاده کرد.

گاهی فسفین به صورت گاز از سلیندر خارج شده و می تواند با دی اکسید کربن (کمتر از سه درصد حجمی) و یا یک درصد حجمی با هوا برای ایجاد ایمنی و عدم اشتعال ترکیب شود. سلیندرها نباید در دمای بالاتر از $38^\circ C$ درجه سانتیگراد نگهداری شوند.

فرمولاسیون های مختلفی از فسفین برای ضدعفونی علوفه، غذاهای فرآوری شده، محموله های کشاورزی، تنباکو و غیره وجود دارد. فسفید آلومینیوم (AP) فسفید منیزیم (MP)، $ECO2FUME^\circ$ و $VAPORPH3OS^\circ$ ترکیبات به ثبت رسیده در دنیا می باشند. فسفید آلومینیوم و فسفید منیزیم به صورت جامد بوده و $ECO2FUME^\circ$ گازی غیر قابل اشتعال و ترکیبی از فسفین و اکسید کربن است. فسفین به صورت مایع با اکسید کربن ترکیب و تحت فشار در سلیندرهای خاصی نگهداری می شود. اکسید کربن به عنوان ماده ضد آتش سوزی اضافه شده است. البته نباید ترکیب را نزدیک آتش و حرارت قرار داد. در تحت فشار $ECO2FUME^\circ$ گازی مایع شده سمی است که هنگام خروج از سلیندر به صورت مایع است اما به سرعت تبدیل به گاز شده که حجم آن صدها برابر می شود.

VAPORPH3OS® شامل فسفین ۱۰۰ درصد و خالص است که در سلیندرهایی تحت فشار نگهداری می شود. برخلاف ترکیبات فسفین که به صورت جامد هستند، فسفین در این حالت از واکنش های شیمیایی ایجاد نمی شود و رهاسازی آن فوری است.

استفاده از این ترکیب در شرایط خلأ شدید می تواند ایجاد انفجار نموده بنابراین از این گاز در محفظه های ضد عفونی نباید استفاده نمود. فسفین برای بسیاری از فلزات به خصوص در دمای بالا و رطوبت نسبی کم خاصیت خوردگی دارد. استفاده از ابزارآلات و تجهیزات آلومینیومی و پلاستیکی برای کار با فسفین توصیه می شود.

فسفین گازی قابل اشتعال بوده و در معرض رطوبت هوا آتش می گیرد اما فسفید آلومینیوم و فسفید منیزیم تجاری در برابر آتش سوزی ایمن شده اند ولی هرگز نباید از چندین قرص فسفوکسین در محموله های قابل آتش سوزی که ممکن است حاوی رطوبت زیادی نیز باشند استفاده نمود. بسته های قرص را در جایی خنک، خشک، دارای تهویه و محافظت شده قرار داده و نباید در معرض حرارت باشد. از تماس آب با قرص ها نیز باید جلوگیری شود.

گازدهی توسط فسفین زیر چادر پلی اتیلنی (پلاستیک فشرده) مثل سمباده عمل می کند و به علت اختلاف غلظت فسفین با هوای بیرون، بخشی از گاز فسفین از سوراخ های زیر پلاستیک عبور می کند و لازم است برای حفظ غلظت گاز در داخل محموله از دو لایه پلاستیک استفاده شود و خروج گاز از زیر پلاستیک به حداقل برسد.

این گاز عملاً در آب غیر قابل حل است و در گرما و رطوبت روی بعضی از فلزات مانند مس، آلایژ مس، طلا و نقره اثر می کند. فسفین حدود ۲۰ درصد از هوا سنگین تر است و قدرت پراکندگی این گاز بسیار زیاد بوده و به آسانی با هوای محیط مخلوط شده و به طور یک نواخت در فضا پخش می شود. این سم بسیار سمی بوده و بر روی حشرات، کنه ها و جوندگان در تمام مراحل زندگی اثر کشنده دارد. اثر این گاز کند و تدریجی بوده و به همین جهت زمان گاز دهی

چندین روز توصیه می شود. مقدار مصرف فسفین برحسب نوع انبار، نوع آفت و درجه گرمای محیط متفاوت است در سیلوهای بزرگ که مخزن آنها از بتون و با فلزات مقاوم ساخته شده و نسبت به گاز به طور کامل غیر قابل نفوذ هستند برای هر تن محصول ۲ تا ۵ قرص و در ساختمان ها و انبار های معمولی برای هر تن ۳ تا ۶ قرص مصرف می کنند و به طور کلی برای هر متر مکعب ۱-۲ قرص مصرف می کنند مدت زمان گاز دهی برحسب درجه حرارت ۵-۳ روز می باشد. اگر دما بالای ۲۰ درجه باشد ۳ روز و بین دماهای ۱۵-۱۰ درجه ۵ روز می باشد.

برخی از آفات انباری در مقابل فسفین مقاومت نشان می دهند لذا در این حالت باید از گاز متیل بروماید استفاده نمود. البته در جمعیت های معمولی آفت جهش پیدا می شود و هتروزیگوت دیده می شود. در این حالت حشرات حساس به گاز فسفین از بین می روند و هتروزیگوت ها با هم تلقیح و نتاج آنها (۲۵ درصد) مقاوم می شوند. در نتیجه پس از یک یا دو نسل مقاومت ظاهر می گردد. این وضعیت مقاومت در مورد *Rhizopertha sp.* و *Cryptolestes sp.* مشاهده شده است.

نیمف و تخم کنه ها در ضدعفونی با گاز فسفین بسیار متحمل هستند. هدف بایستی دادن امکان تفریح به تخم ها باشد و لزوماً ضدعفونی مجدد قبل از این که نیمف ها به مرحله بالغ برسند و تخم بیشتری تولید کنند، انجام شود.

فسفین برای انسان و حیوانات بسیار سمی است و از تماس آن با موجودات غیر هدف باید اجتناب شود. دوز کم این گاز باعث ایجاد سردرد، کسالت، زنگ زدن گوش ها، کوفتگی و فشار روی سینه شود. دوز متوسط آن می تواند احساس ضعف، استفراغ و درد در معده و سینه و تنفس سخت شود. فسفین با رطوبت ترکیب و اسید فسفریک تولید می کند که می تواند باعث تورم و خونریزی شش ها شود.

فسفید منیزیم *Magnesium phosphid*:

حشره کش و موش کش متابولیکی و تدخینی از گروه فسفین ها، فومیگانت

فرمولاسیون: دگش پلِت (33 gr) 56% pellet (Degesch pellet)

ثبت: ۸۱/۱۲/۵ به مدت ۳ سال علیه سوسک توتون در انبار، ۸۱/۳/۱۳ به مدت ۳ سال علیه شب

پره کوچک خرما

ویژگی های خاص:

نحوه اثر: این آفت کش در حضور رطوبت گاز فسفید هیدروژن تولید می کند که در نهایت

در تولید انرژی اختلال ایجاد میکند (مهار کننده سیتوکروم اکسیداز).

موارد مصرف در ایران: سوسک توتون در انبار و شب پره کوچک خرما

آلومینیم فسفید = *Fumitoxin = Aluminiummonophosphide = phosphide*

فرمول مولکولی *AlP*

جرم مولی *58.0 g/mol*

شکل ظاهری بلورهای زرد یا خاکستری

چگالی 4.2 g/cm^3 جامد

دمای ذوب $>1000^\circ\text{C}$

انحلال پذیر در آب *soluble*

فستوکسین (*Phostoxin*®) به عنوان یک ماده تولید کننده گاز ضد عفونی کننده از سال ۱۹۵۱

توسط شرکت *Degesch scientists* تولید شده است و برای کنترل آفات انباری استفاده می شود.

این ترکیب با نام تجاری *Magtoxin*[®] از اواخر دهه ۱۹۷۰ وارد بازار آمریکا گردید و به واسطه کاهش ارتباط با دمای مصرف، جانشین فستوکسین گردید. فسفید آلومینیوم در دنیا با نام های تجاری مختلفی برای کنترل آفات انباری عرضه می شود اما با توجه به موارد بهداشتی متعددی که وجود داشته است، استفاده و توزیع قرص های تخت (پلت *(Pellets)*) فستوکسین (فسفید آلومینیوم) در ایران ممنوع است.

فرمولاسیون های پودری مجاز:

قرص های گرد (*Round Tablets*):

قرص های گرد حاوی ۵۷-۵۶ درصد فسفید آلومینیوم به عنوان ماده موثره و ۴۴-۴۳ درصد مواد بی اثر عمدتاً کاربامات آمونیوم و موادی است که گازدهی را تسهیل می کنند. یک پلت به وزن ۳ گرم بوده و ۱ گرم گاز فسفین صاعع می کند.



بگ (Bags):

محصولات کیسه ای شامل ۵۷ درصد فسفید آلومینیوم به عنوان ماده موثره و مواد بی اثری است که گازدهی را تنظیم می کنند. این فرمولاسیون بدون کاربامات آمونیوم است و در مواد کیسه ای خاص (Tyvek) تلفیق شده که قوی و خاصیت الاستیکی زیادی دارد. این کیسه ها تنها اجازه نفوذ بخار آب و فسفین را داده و آب به صورت مایع نمی تواند وارد آن شود. هر بگ به وزن ۳۴ گرم بوده و ۱۱/۳ گرم گاز فسفین تولید می کند.



بسته بندی ها:

قرص های گرد (Round Tablets):

شرکت دگش آلمان و نماینده آن در ایران از فلاسک های آلومینیومی در اندازه های مختلف با درپوش آلومینیومی بسیار آب بندی شده، یک دری پلاستیکی پیچی برای بسته بندی قرص های گرد استفاده می کند. محتوی هر فلاسک ۹۰/۱۰۰ گرمی، ۲۵۰/۳۰۰ گرمی و ۱۰۰۰ گرمی خالص است.



کیسه ها (Bags):

کیسه های خاص (Tyvek bags) در فویل های آلومینیومی ضد گاز در اندازه های مختلف بسته بندی شده اند که به تعداد کیسه ها بستگی دارد و حمل و نقل آنها در ظروف فلزی ضدگاز



انجام می شود. هر فویل آلومینیومی محتوی یک کیسه ۳۴ گرمی تا بلانکت های کیسه ای (Bag Blankets) (رول های ۱۰۰ کیسه ۳۴ گرمی) است. اندازه بسته ها می تواند با یک کیسه و کیسه هایی به صورت ردیفی، کمربندی و یا بلانکتی باشد.

کاربرد:

قرص های گرد:

خروج گاز از قرص های گرد با کمی تاخیر پس از تماس ماده محتوی گاز با رطوبت محصول یا محیط صورت می گیرد. میزان گاز صانع شده به دما و سطح رطوبت بستگی دارد. تمام مراحل رشدی آفات انباری و همچنین جوندگان توسط فسفین کنترل می شوند. میزان نفوذ بالقوه گاز به محموله به مواد بسته بندی و تراکم آنها بستگی دارد. از آنجا که فسفین با مواد فلزی مانند نقره، طلا، مس و ترکیبات آنها واکنش می دهد، این مواد باید هنگام گازدهی به خوبی حفاظت شوند و یا از محل خارج شوند.

استفاده از قرص گرد تنها محدود به مواد انباری نمی باشد بلکه می توان برای ضدعفونی سیلوها، کشتی ها، انبارها، کانتینرها و غیره از آنها استفاده نمود.

کیسه ها:

مواد بکار رفته در کیسه محتوی آلومینیوم فسفید کنترل میزان گازدهی را انجام می دهند و کیسه های خاص (Tyvek bags) نباید هرگز سوراخ شوند. گازدهی با تاخیر فسفین با خروج کیسه از فویل آلومینیومی آغاز می شود، زمانی که ماده تولید کننده گاز در تماس با رطوبت محموله یا محیط قرار گیرد. میزان گاز خروجی به دما و سطح رطوبت بستگی دارد. باید به ایمنی پرسنل هنگام استفاده از کیسه توجه کافی شود. تمام مراحل رشدی آفات انباری و همچنین جوندگان توسط فسفین کنترل می شوند.

کیسه ها خاص برای گازدهی اندازه های مختلف طراحی شده است که شامل یک حجم کوچک (یک کیسه) و یا حجم های بالا (کشتی ها، سیلوها، انبارها، واگن ها، انبارهای خالی و غیره) می شوند. کیسه می تواند مستقیماً داخل غلات و سایر کالاها (هنگام پر نمودن سلول های سیلو) قرار گیرد. در این مواقع هنگام تخلیه سیلو این کیسه های خالی باید جمع آوری شوند.

به واسطه این که کاربرامات آمونیوم به عنوان ماده بی اثر برای کیسه ها استفاده نمی شود می توان از این کیسه ها برای ضدعفونی مواد حساسی مانند کاکائو، تنباکو، ادویه ها، چای و غیره استفاده نمود. بسته بندی های خاص این فرمولاسیون از آلودگی مستقیم مواد گازدهی شده توسط بقایای فسفین جلوگیری می کند.

نحوه عمل گازدهی با فسفین:

با رعایت احتیاطات لازم، گازدهی با فسفین به این ترتیب می‌توان انجام می‌شود که ابتدا کالای مورد نظر را که به صورت فله و یا بسته‌بندی شده در گونی و یا بسته بندیهای قابل نفوذ دیگر می‌باشد در محل گازدهی قرار داده و مقدار گاز لازم را که به صورت تعداد پلت، قرص های گرد و کیسه محاسبه و اقدام به قرار دادن فرمولاسیون های ذکر شده درون ظروفی از قبیل سینی و یا بشقابکتهائی گردیده و این ظروف در گوشه‌ها و قسمت‌های میانی کالا یا محل مورد گازدهی در فواصل معین و نسبتاً مساوی قرار داده شده و حتی الامکان سعی شود که تعداد قرص، پلت و کیسه در ظروف به یک میزان باشد.

پس از عمل قرص یا کیسه گذاری، روی کالا را با چادر مخصوص (تارپولین یا پلی اتیلن و نظایر آن) پوشانده و اطراف چادر را نیز با کیسه‌های شنی و یا خا ؛ مسدود می‌شود. پس از اتمام مدت عمل گازدهی عمل تهویه با برداشتن چادر و بازکردن در و پنجره‌ها انجام و سپس ظروف محتوی باقیمانده سم حاصل از تجزیه فرمولاسیون را برداشته و اقدام به سم زدایی باقیمانده می‌شود. این عمل با ریختن تدریجی پودر باقی مانده درون آب صورت می‌گیرد که گاز باقی مانده در پودر هیدروکسید منیزیم یا آلومینیوم به صورت حباب هایی به سطح آب آمده و حذف می‌شود. اگر عمل گازدهی با فسفین در واگن یا کانتینر که کالا در داخل آن قرار داده شده انجام می‌شود مقدار مورد نیاز ۱/۵ تا ۲ برابر خواهد بود.

عواملی مانند نوع کالا، گونه حشرات هدف، درجه حرارت و مدت گازدهی از عوامل مؤثر در مقدار دوز لازم در عمل گازدهی می‌باشند اما مقدار گاز فسفین که می‌تواند در اکثر موارد مرگ و میر کامل حشرات و آفات خشکبار و حیوانات را موجب شود به شرح زیر می‌باشد:

ترکیب مصرفی	دوز (گرم فسفین بر متر مکعب)	حداقل زمان در معرض (روز)	حداقل دما (درجه سانتیگراد)	مورد مصرف
فسفید منیزیم	۳	۸	۱۰	فضاهای تجاری و کانتینرهای پوشیده شده
		۵	۲۰	توسط چادر
فسفید آلومینیوم	۳	۹	۱۰	
		۶	۲۰	

جدول ۴: میزان استفاده از گاز (دوز گاز) این جدول حداقل زمان های در معرض برای دوز ۳

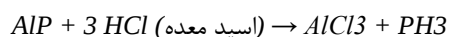
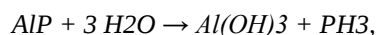
گرم بر متر مکعب را نشان می دهد. یک روز برای توزیع و انتشار بیشتر گاز لازم است. در صورتی که شرایط گازدهی ضعیف باشد (برای مثال عدم مسدود بودن کامل محل و یا رطوبت نسبی پایین) و یا اگر گونه ای مقاوم وجود داشته و یا احتمال وجود آن باشد، دوز گاز ممکن است تا ۵ گرم بر متر مکعب افزایش یابد. با وجود این بهتر است گازدهی در محلی کاملاً ضد گاز انجام شود.

مسمومیت ها:

فسفین برای انسان و سایر موجودات خونگرم به شدت سمی است و لذا اقدامات ایمنی برای کاربران الزامی است. فستوکسین که در ایران به نام قرص برنج فروخته می شود به دلیل داشتن ترکیب خطرناکی از فسفیدها در صورت مصرف خوراکی یا بوییدن، توسط انسان موجب ایجاد عوارض حاد گوناگون و در نهایت مرگ سریع و زجرآور می شود. به همین دلیل امروزه یکی از عوامل خودکشی خوردن این قرص است. این قرص طی سه تا چهار ساعت سیستم تنفسی و قلب را دچار مشکل می کند و فرد در اثر مرگی دردناک و زجرآور خواهد مرد. بر اساس آمارهای گزارش شده از پزشک قانونی تهران در سال ۱۳۹۲، ۶۶۱ نفر بر اثر مسمومیت با قرص برنج جان خود را از دست داده اند.

نحوه اثرگذاری فسفین روی انسان

در صورتی که فرد قرص های فستوکسین را بخورد یا بوی آن را استشمام کند دچار مسمومیت خواهد شد که در صورتی که سم از بدن وی خارج نشود مرگدر پی خواهد داشت. خاصیت سمی آلومینیوم فسفید به خاطر گاز فسفین (دارای ویژگی سیتوتوکسیتی) است که باعث ایجاد رادیکال آزاد می شود که از فعالیت آنزیم های سلول های حیاتی جلوگیری و بافت ها را نابود می کند. واکنش آلومینیوم فسفید با آب بدن یا اسید معده باعث ایجاد گاز فسفینی می شود:



برای کمک به مسموم قرص برنجتنها کارهای حمایتی انجام می شود چون تاکنون هیچ پادزهری برای آن ساخته نشده است. میزان تلفات آن تا حدود ۶۰ درصد می رسد. درمان فسفات منیزیم ممکن است درصد مرگ را کاهش دهد که این مسئله در برخی تحقیقات بیان شده است. پس از خورده شدن قرص، تخلیه معده و روده و پاکسازی سم جذب نشده، معمولاً تا یک یا دو ساعت پس از مصرف می تواند به بیمار کمک کند. پتاسیم پرمنگنات (۱:۱۰۰۰۰) در شستشوی معده می تواند در تجزیه سم کمک کند. بیمارهای با مسمومیت بالا نیاز به ردیابی دائمی و بهوش آوری با مایع و بازگشایی عروق هستند.

احتیاطات

- به طور کلی قبل از شروع عمل گازدهی رعایت احتیاطات زیر ضروری است :
- کنترل عدم حضور تردد انسان و حیوانات در محل و اطراف محل گازدهی
- نصب علائم هشدار گازدهی

- دسترسی به وسایل کمکهای اولیه و پادزهرهای لازم
- هنگام گازدهی با فسفین باید از دستکش استفاده نمود و ظروف محتوی پلت، قرص های گرد و کیسه ها را باید در هوای آزاد و یا اطاقی که پنجره‌های آن بسته نباشد باز نمود. پس از بازکردن هر قوطی و هر لوله تمام محتوی آن باید مصرف شود. خوردن، آشامیدن و استعمال دخانیات ممنوع است. پس از اتمام کار، دستکش‌ها خارج و دستها را شست و شو داد.
- برای عملیات گازدهی استفاده از لباس مخصوص ضدگاز و دستکش و ماسک تمام صورت



- مجهز به فیلتر $B2P3$ برای گاز فسفین و AX برای گاز متیل پروماید ضروری است. البته باید در انتخاب ماسک و فیلتر از نظر زمان و مهلت استفاده باید دقت کافی منظور گردد.
- هنگام گازدهی با فسفین غلظت 200 ppm پس از چند دقیقه کشنده است. غلظت 500 ppm پس از 45 دقیقه در فضای انبار کشنده خواهد بود.
 - حد در معرض قرار گیری کوتاه مدت بیش از 0.3 ppm طی دوره 15 دقیقه ای برای گاز فسفین است و استاندارد کاری برای گاز فسفین 0.3 ppm در هشت ساعت کاری تعیین شده است. حدی برای در معرض طولانی مدت وجود ندارد.

- هنگام گازدهی با متیل بروماید باید توجه داشت که حداکثر غلظتی از این گاز که توقف در آن برای انسان ایجاد مسمومیت نمی‌کند ۱۵ ppm است. از توقف در محیطی با غلظت فوق بیشتر از هشت ساعت در روز بایستی امتناع کرد. حداکثر توقف مجاز در غلظت‌های بیشتر از ۱۵ ppm به شرط آن که از یک بار در هفته تجاوز نکند به شرح زیر است:

غلظت بر حسب قسمت بر میلیون	حداکثر توقف
۱۰۰	۷ ساعت
۴۰۰	یک ساعت
۱۰۰۰	۵ دقیقه

امروزه در دنیا هنگام استفاده از فسفین برای ضدعفونی غلظت را کم و زمان را طولانی تر در نظر می‌گیرند به همین جهت نگهداری غلظت گاز زیر چادر بسیار حائز اهمیت است. آب بندی چادر و پلاستیک به خصوص در کناره و محل تماس با کف مهم است که از کیسه های شن و یا خا ؛ برای آب بندی استفاده شود. بهتر است که زیر محموله نیز پلاستیکی پهن و دو پلاستیک در کناره ها به خوبی به هم متصل شوند تا از فرار گاز جلوگیری شود. درزگیری و آبندی تنها برای فرار گاز از زیر پلاستیکی می باشد بلکه باید از ورود هوا به زیر پلاستیک و کاهش غلظت فسفین نیز جلوگیری نمود.

گاز فسفین در زیر چادر پلاستیکی هر روز تا چهار متر حرکت می کند به همین دلیل باید عمق و طول محموله و نحوه قرص گذاری مد نظر قرار گیرد.

حشرات هنگام ضدعفونی با دوز توصیه شده فسفین به رشد خود ادامه می دهند و تنها زمانی دچار مرگ و میر می شوند که غلظت گاز برای زمان توصیه شده ثابت بماند.

زمان استفاده از گاز فسفین، باقی مانده پودری هیدروکسید آلومینیوم و منیزیم ناشی از تجزیه قرص های گرد و تخت باید جمع آوری شود لذا با توجه به عدم امکان چنین امری در سیلوها، پودر

هیدروکسید که حاوی مقدار کمی گاز فسفین است همراه محموله می ماند و این می تواند منجر به مسمومیت مصرف کننده شود. در قدیم و کارخانه های آرد سازی، قبل از ورود گندم به چرخه آسیاب، آنرا شستشو می دادند ولی در حال حاضر که چنین امری انجام نمی شود، بهتر است از بگ ها استفاده شده و هنگام تخلیه سیلو، بقایای آن جمع آوری گردد.

شرایط گازدهی مهم است در نتیجه، دوز مورد استفاده بستگی به این شرایط به ویژه درجه حرارت و رطوبت نسبی، رطوبت کالا و آب بندی بودن محل گازدهی دارد. اگر کالاهای موجود در کیسه باشند و یا محل بخش بندی باشد (به عنوان مثال آجیل در کیسه های رافیا)، نفوذپذیری آنها نیز باید در نظر گرفته شود زیرا ممکن است نفوذ گاز کمتر باشد. وقتی این شرایط قابل قبول نباشد، مهم است که زمان قرار گرفتن در معرض طولانی تر در نظر گرفته شود. مدت زمان قرار گرفتن در معرض توصیه شده در جدول بالا حداقل زمانی است.

بهترین شرایط برای گازدهی با فسفین در رطوبت ۶۰ درصد و دمای ۲۰ درجه سانتیگراد بدست آمد. گازدهی نباید در دمای کمتر از ۱۰ درجه سانتیگراد انجام شود. مدت زمان قرار گرفتن در معرض گاز حداقل توصیه شده است. هرچه مدت زمان گازدهی طولانی تر باشد، گاز به محموله بهتر نفوذ می کند و تاثیر گازدهی بیشتر است به خصوص زمانی که گاز به صورت یکنواخت به محموله اضافه نمی شود (برای مثال کاربرد سطحی و یا نفوذ کم عمق). این امر به خصوص در گازدهی محموله های فله ای در انبارهای بزرگ حائز اهمیت است. لازم به ذکر است که در صورت مسدود نبودن کامل (مهر و موم نشدن کامل) انبار و یا در صورتی که توزیع گاز ضعیف باشد، حشرات هدف در معرض میزان کافی گاز فسفین قرار نمی گیرند اگرچه زمان در معرض قرار گرفتن طولانی تر شود.

زمان در معرض بیش از ۱۰ روز توصیه نمی شود زیرا نمی توان گاز را برای مدت زمان طولانی ثابت نگه داشت با وجود این در برخی مواقع برای مثال در مورد محموله هایی که به خوبی توسط

پلاستیک و پلیتن مسدود شده اند، زمان در معرض طولانی تر ممکن است امکان پذیر باشد. بالای ۱۲ درصد رطوبت نسبی، مشکلات گیاهسوزی ممکن است ایجاد شود.

فسفین برای بعضی کالاها مانند شکلات و بعضی از مغزهای درختی باید با آزمایش اولیه صورت گیرد. ضدعفونی آرد نباید با متیل بروماید انجام شود چون بوی نا و نامطبوعی ایجاد می شود. در این صورت گازدهی با فسفین توصیه می شود.

فسفید منیزیم بعد از باز شدن بسته بندی و خارج شدن از فویل در مدت کوتاه تری نسبت به فسفید آلومینیوم متصاعد می شود و به آسانی نیز انتشار می یابد.

اگر غلظت گاز فسفین از ۱/۸ درصد حجمی مخلوط با هوا بیشتر شود، قابل اشتعال است.

بخش سوم:

سایر روش های ضد عفونی محصولات خشکباری و حیوانات

اشعه دهی خشکبارها:

در کنترل میکروارگانیزم های همراه مواد غذایی، بدون تأثیر سوء روی کیفیت مواد غذایی، یکی از امیدبخش ترین ضدعفونی های ترکیبی استفاده از اشعه دهی همراه حرارت ملایم است. اشعه دهی به تنهایی و یا در ترکیب با دیگر روش ها می تواند ایمنی مواد غذایی را حاصل و مصرف کنندگان در معرض خطر (مانند زنان حامله، افراد دارای ضعف قوه ایمنی بدن، بیماران دارای سندروم های اکتسابی (ایدز) و بیماران و افراد مسن) را از خطر این ارگانیزم ها دور سازد و شرایط قرنطینه ای و کاهش خسارت حین حمل و تجارت را کنترل کند. با استفاده از ضدعفونی های ترکیبی، سطح حداقلی از اشعه دهی که برای کیفیت محصول بی تأثیر است استفاده می شود و ممکن است در غیر فعال نمودن میکروارگانیزم های سمی نیز کاربرد داشته باشد.

اشعه دهی تا یک کیلوگری (۱۰۰ کیلوارد) مواد غذایی از نظر بهداشتی امکان پذیر است و این استاندارد *FDA* آمریکا است. عوامل کلیدی در استفاده بالقوه از این روش در تجارت و آلودگی زدایی میوه های خشک و خشکبار شامل موارد زیر می باشند:

- در معرض اشعه قرار گرفتن در سطح لازم باید علیه گونه های آفت هدف موثر باشد
 - در معرض اشعه قرار گرفتن برای کشتن حشرات آفت نباید برای محصول و کیفیت آن مضر باشد (ظاهر، طعم، بو و مواد مغذی) و یا دوره انبارداری را کاهش دهد.
 - روند ضدعفونی باید برای کاربران، مصرف کنندگان و محیط زیست ایمن باشد.
 - ضدعفونی توسط اشعه دهی باید به صرفه باشد
- روند اشعه دهی مواد غذایی شامل در معرض قرار دادن مواد غذایی در برابر اشعه یونی است. این یک روند فیزیکی است که براساس انتقال انرژی به ماده غذایی و آلودگی آن عمل می کند. این اشعه دهی در صورت دقت در انجام عملیات هیچ گونه بقایایی نداشته و نمی تواند خاصیت رادیواکتیویته به ماده غذایی القا کند. کاربرد اشعه دهی شامل موارد زیر است:

الف) حشره زدایی و انگل کشی به ویژه در غلات و حبوبات

ب) جلوگیری از سبز شدن و جوانه زدن به ویژه در مواردی مانند: پیاز و سیب زمینی

پ) ضد عفونی مواد غذایی خشک و منجمد شده

ت) پاستوریزه کردن میوه ها و سبزی ها

ث) استریل کردن موادی مانند گوشت و ماهی بدون حرارت دادن آنها

اشعه دهی به عنوان یک روش ضد عفونی از گازدهی سریع تر انجام می شود و هیچ گونه بقایای نامطلوب نداشته و می تواند همانند سایر روش های حال حاضر موثر باشد. این روش می تواند به عنوان جایگزینی مطمئن برای گازدهی با متیل بروماید پس از ممنوعیت آنبکاررود. این روش میتواند ضد عفونی یکنواخت و عمقی میوه ها را باعث شده و می توان محموله های بسته بندی شده را نیز آلودگی زدایی نمود. طولانی تر نمودن طول عمر انبار داری و در نتیجه کاهش پوسیدگی و فساد نیز از ویژگی های این روش است.

مهمترین اشعه مورد مصرف در ضد عفونی اشعه گاما است که منبع آن کبالت ۶۰ است که ایزوتوپی رادیواکتیو از کبالت ۵۹ است. دومین منبع سزیم ۱۳۷ است که به عنوان سوخت رآکتورهای هسته ای بوده و همچنین اشعه گاما تولید می کند. سومین منبع β -rays است که جریانی از الکترون می باشد. از آنجایی که سطوح انرژی این اشعه ها بسیار کم بوده تا ارزش عملی در حفاظت اشعه ای داشته باشند، لازم است تا شتاب دهی شوند (در سیکلوترون (دستگاه شتاب دهنده ای که در آن ذرات باردار بعد از خروج از منبع توسط میدان های الکتریکی شتاب پیدا می کنند که شامل شتاب دهنده های خطی و غیره می باشند) تا بتوانند انرژی لازم را کسب کنند. اگر انرژی کسب شده بسیار بالا باشد در مواد غذایی فعالیت رادیواکتیویته ایجاد می کند که با اشعه دهی ظاهر می شود.

ضد عفونی محصولات غذایی با دوز مشخص از اشعه صورت می گیرد که میزان انرژی جذب شده توسط مواد غذایی هنگام در معرض قرار گرفتن آنها در برابر اشعه است. واحد بین المللی اندازه گیری دوز گری ($gray$ (Gy) است و یک گری برابر یک ژول انرژی جذب شده توسط یک کیلوگرم محصول اشعه دهی شده است. یک گری معادل ۱۰۰ راد (rad) است. دوز مطلوب با طول زمان در معرض بودن و محل قرار گرفتن محصول نسبت به منبع بدست می آید. میزان انرژی جذب شده توسط مواد غذایی همچنین به جرم، تراکم توده و سختی مواد بستگی دارد. برای هر نوعی از مواد غذایی دوز خاصی باید در نظر گرفته شود تا نتیجه مطلوبی حاصل شود. اگر دوزبکار رفته کم باشد ممکن است حفاظت مورد نظر ایجاد نشود و اگر دوز بالا باشد مواد غذایی ممکن است آسیب ببینند و برای مصرف کننده مورد قبول نباشد. اشعه دهی هر گونه مواد غذایی تا دوز ۱۰ کیلوگری ($10,000 Gy$) خطرات مسمومیتی نداشته و نمی تواند مشکل میکروبی و غذایی خاصی بدنبال داشته باشد.

فایده اشعه گاما آن است که می تواند در عمق محموله قله ای نفوذ کند. اشعه گاما با انرژی ۰/۱۵ تا ۴ مگا الکترون ولت می تواند تا عمق ۳۰ سانتی متری آب نفوذ کند. این توانایی اجازه ضد عفونی مقادیر بالایی از مواد غذایی را می دهد.

دولت های مختلف قوانینی را برای اشعه دهی مواد غذایی و امکانات اشعه دهی تدوین می کنند. آژانس های قانونی همچنین تعیین می کنند که چه مواد غذایی را می توان توسط این روش آلودگی زدایی نمود و شرایط آن را مشخص می کنند. آنها همچنین نوع اطلاعاتی که باید در برچسب ها نوشته شود را شرح می دهند. اشعه دهی مواد غذایی همانند سایر روش های معمول در صنایع غذایی تابع قوانینی است که توسط مسئولین تأمین ایمنی کاربرد اشعه وضع می شوند. در سال ۱۹۸۳ کمیسیون کدکس مشخص نمود که اشعه دهی تا ۱۰ کیلوگری ایمن و سالم بوده و لذا بررسی های مسمومیتی نیازی نمی باشد. در سال ۱۹۸۸ توافق نامه عمومی ارائه و ۵۷

کشور استفاده از اشعه دهی مواد غذایی را تأیید نمودند. در حال حاضر حداقل ۳۶ کشور اشعه دهی را برای بیش از ۵۰ ماده غذایی مختلف انجام می دهند.

میوه های خشک شامل سیب، زردآلو، خرما، انجیر، گلابی، به خشک و کشمش نیز قابل اشعه دهی هستند. نابودی مراحل زندگی حشرات (از جمله تخم و لارو) به دوز های کمی نیاز دارد. برای مثال تخم های *P. interpunctella* اشعه دهی شده توسط ۰/۲ کیلوگری قابلیت تفریح ندارند. اگر تنها تخم و لارو آفت وجود داشته باشد، دوزی برابر با ۰/۲ کیلوگری برای آلودگی زدایی کفایت می کند. در زردآلوی خشک و انجیر آلوده به *Corcyra cephalonica* و *Cadra cautella* و یا خرمای خشک و کشمش آلوده به *Tribolium castaneum* دوز اشعه دهی ۰/۲۵ کیلوگری لازم است که باید با سرما دهی (۲۰-۱۰ درجه سلسیوس) ترکیب شود. حشرات بالغ ممکن است پس از اشعه دهی با دوز یک کیلوگری برای چند روز فعال بمانند و از نظر قرنطینه ای اهمیت داشته باشند. دمای بالا (۳۰ درجه سلسیوس) قبل از اشعه دهی حشرات را در برابر اشعه دهی حساس می کند اما همین دمای بالا حین ضدعفونی نمی تواند نرخ مرگ و میر حشره را بالا ببرد. طولانی تر نمودن زمان در معرض بودن در برابر دمای بالا پس از اشعه دهی همچنین مرگ و میر را در تمام دوزهای بکار رفته شدت می بخشد. مرگ و میر ۱۰۰ درصدی طی ۱۴ روز و ۵۶ روز در دماهای ۳۰ و ۱۵ درجه سلسیوس ایجاد میشود. میزان استریل نمودن توسط اشعه دهی توسط حرارت تأثیر نمی پذیرد.

روی خرما آزمایش هایی روی دوز پایین (۰/۳۵، ۰/۷ و ۱/۰۵ کیلوگری) در ترکیب با حرارت (۴۰ درجه سلسیوس) و یا سرمادهی (۲۵ درجه سلسیوس) در مقایسه با گازدهی و اشعه دهی به تنهایی برای آلودگی زدایی حشرات آفت خرما انجام شده است. این مطالعه نشان داد که ضدعفونی با اشعه دهی تنها (۰/۷ کیلوگری) باعث مرگ و میر کامل حشرات پس از انبارداری بیش از یک ماه شده است. اما میزان کشندگی طی یک زمان کوتاه زمانی که محصولات اشعه دهی نشده در

معرض حرارت ۴۰ درجه سلسیوس و اشعه دهی با دوز حداقل (۰/۳۵ کیلوگری) بیشتر است. لذا ترکیب ضدعفونی با دوز پایین اشعه گاما و حرارت می تواند در صورت داشتن مدت زمان کوتاه باعث مرگ حشرات آفت خرما شده که این روش به جای استفاده از دوز بالای نامطلوب کاربرد پیدا می کند. استفاده از دوزی بالاتر از ۴ کیلوگری (دوز آلودگی زدایی) می تواند بافت پکتینی را تغییر دهد.

برای کم کردن اثرات اشعه در مواد غذایی می توان روش های زیر را انجام داد:

الف: انجماد: موجب میشود که رادیکالهای آزاد کمتر بوجود آیند و کمتر واکنش بدهند.

ب: استفاده از خلاء: اگر مواد غذایی در خلاء اشعه داده شوند رادیکالها و بنیان های آزاد شده خارج می شوند و فرصت واکنش پیدا نمی کنند.

پ: استفاده از مواد احیاء کننده: مانند ویتامین C که مواد اکسید کننده را جذب نموده، مانع اثر آنها می شوند.

اتمسفرهای اصلاح شده (Modified atmosphere=MA) و کنترل شده (Controlled

atmosphere=CA)

اتمسفرهای اصلاح شده یا کنترل شده (MA یا CA) با غلظت بالاتر یا کمتر گازهای جوی، عمدتاً اکسیژن (O₂)، دی اکسید کربن (CO₂)، ازن (O₃) و اکسید نیتریک (NO) هستند که روشی مقرون به صرفه برای کشتن حشرات انباری می باشند. اتمسفرهای اصلاح شده در ترکیب با کنترل دما برای کنترل آفات در محصولات غذایی انباری کاربرد دارند. این روش برای کنترل آفات محموله های مواد غذایی خشک، غلات، بذور، خشکبارها، حبوبات، میوه های خشک، تنباکو، قهوه، چای، کاکائو، ادویه ها، علوفه، شکر و انواع دیگر استفاده میشود. این سیستم برای ضدعفونی میوه های تازه و سبزیجات که هنوز اکسیژن مصرف می کنند، توصیه نمی شود.

بسته به نوع محصول غذایی و نوع آفت هدف، بایستی شرایط مختلف در اتافک ضدعفونی ضد گاز (چادر یا کانتینر) کنترل شود. در دنیا دستگاه های وجود دارد که می تواند هم رطوبت و هم دما و همچنین گازهای اکسیژن و دی اکسید کربن را تنظیم نماید.

ضدعفونی محصولات انباری با کنترل اتمسفر در مفهوم بسیار ساده است. این روش با خفه نمودن حشرات آفت انباری کار می کند و با توجه به عدم افزودن موارد غیر طبیعی، تاثیر سوئی روی محیط زیست و سلامتی محصولات ندارد و تنها با تغییر غلظت گازهای تنفسی و ازت محیط عمل می کند. کاهش میزان اکسیژن به زیر یک درصد افزایش غلظت دی اکسید کربن به بالاتر از ۱۰ درصد اساس کار است. عوامل زنده و سایر عوامل که برای موفقیت در اتمسفر با اکسیژن کاهش یافته برای کنترل حشرات لازم می باشند شامل موارد زیر هستند:

- اتمسفر باید به آسانی و در حجم کافی تغییر کند تا این اتمسفر تحت کنترل و تغییر یافته جایگزین اتمسفر اطراف محصول گردد.
- این غلظت ها باید برای کشتن حشرات موثر باشند که این عمل طی زمان مشخص صورت گیرد.
- این اتمسفر نباید برای کیفیت محصول مضر باشد (طعم و بو) و طول دوره انبارداری محصولات ضدعفونی شده را کاهش دهد
- ساختمان انبار باید توان نگهداری گاز را در حد مناسبی داشته باشد و قابل آب بندی شدن باشد.

دما و رطوبت نیز تعیین کننده کارایی اتمسفر با اکسیژن کاهش یافته در ضدعفونی حشرات انباری هستند. موارد مد نظر دیگر هزینه ها و امکانات مورد نیاز می باشند. موفقیت در عملیات مشمول موارد زیر است:

- ورود دی اکسید کربن به محفظه انبار

- تخلیه هوای محیط محفظه انبار با ورود نیتروژن از طریق نیتروژن مایع بخار شده

- ایجاد اتمسفر با اکسیژن اند ؛ با سوزاندن آن

برای کیفی نمودن و تطبیق شرایط با توجهات اقتصادی، این روش باید ثابت کند که می تواند جمعیت حشرات آفت هدف را نابود سازد، از نظر استفاده ایمن بوده و بقایای سمی و مضر نداشته باشد و تاثیری نیز بر دوره انبارداری محصول نداشته باشد، در ضمن ارزان و به صرفه باشد. انتخاب اتمسفر کنترل شده به موارد متعددی بستگی دارد که شامل محموله ای که ضدعفونی می شود، وزن، حجم، رطوبت و دمای محموله، گونه های حشرات هدف و مراحل رشدی آنها (تخم، لارو، شفیره و بالغ) و یا ساختار سنی آنها (بیشترین افراد جمعیت در چه مرحله ای هستند)، دسترسی به گاز و ژنراتورها و زمان لازم برای نابودی حشرات آفت می باشند.

در این روش ژنراتورهای اتمسفری متحر ؛ گاز طبیعی موجود در محفظه را سوزانده و آنها را در حد مشخصی ثابت می کنند و اتمسفری با ترکیب مد نظر ایجاد می کنند. از ورود اکسید نیتروژن ناشی از سرد نمودن آب نیز باید جلوگیری شود. اتمسفر با اکسیژن اند ؛ از طریق تغییر دهنده های حرارتی عبور نموده و از طریق یخچال ها سرد می شود که رطوبت اضافی را برای رسیدن به رطوبت نسبی مورد نیاز خارج می کنند. در نهایت این هوا با استفاده از ذغال های فعال و غیره فیلتر و به داخل محفظه دمیده می شود.

زمان مورد نیاز برای رسیدن به ترکیب اتمسفر مد نظر به ظرفیت محفظه و میزان تخلیه بستگی دارد اما طی یک یا دو روز قابل دسترسی است. زمانی که اتمسفر مد نظر ایجاد شد، برای ساعت های مورد نظر باید حفظ گردد تا ضدعفونی کامل شود. تولید اتمسفر مد نظر باید طی زمان ضدعفونی به صورت مکرر اما در مقادیر کمتر از آغاز عملیات ادامه یابد تا غلظت گازهای اتمسفر ایجاد شده تغییر نکند. پس از ضدعفونی اجازه داده می شود تا غلظت گازها به حالت طبیعی برگردد.

در رابطه با هزینه های عملیات مقایسه ای در آمریکا انجام شده است که نتایج در جدول زیر نشان داده شده است.

نوع عملیات	هزینه
متیل بروماید	۰/۳۸ سنت در هر پوند وزنی
فسفین	۰/۴۹ سنت در هر پوند وزنی
اتمسفِر با اکسیژن اند ؛	۰/۴۴ تا ۰/۴۸ سنت در هر پوند وزنی
اتمسفِر کنترل شده با ازت مایع داخل کامیون	۰/۸۱ سنت در هر پوند وزنی
اتمسفِر کنترل شده با ازت مایع در محل	۰/۷۴ سنت در هر پوند وزنی

کارایی:

کارایی این روش در صورت اجرای صحیح و با در نظر گرفته زمان لازم برای کشتن حشرات آفت انباری، دما و رطوبت بسیار زیاد است. زمان بین ۴۸ تا ۱۲۰ ساعت برای کشتن ۱۰۰ درصد حشرات مختلف آفت انباری در دمای ۲۷ درجه سانتیگراد و از سه تا بیش از ۱۴ روز در دمای ۱۶ درجه سانتیگراد لازم است. در دمای ۲۷ درجه سانتیگراد تقریباً تمام گونه های بررسی شده پس از ۶۰ ساعت مرده اند در حالی که در دمای ۱۶ درجه سانتیگراد پس از ۵ روز تنها یک گونه زنده مانده است. گونه مستثنی مگس سرکه است که نیاز به زمان طولانی تری برای مرگ کل جمعیت آن لازم است. عموماً نشان داده شده که حتی زمان های در معرض زیر کشنده در برابر اتمسفِر کنترل شده باعث می شود تا بقای حشرات آفت دستخوش آسیب شده و از نظر ساختاری و فیزیولوژیکی تغییر کنند و رشد طبیعی نداشته باشند.

از معایب این روش می توان به زمان طولانی تر مورد نیاز برای ضدعفونی با اتمسفِر کنترل شده نسبت به ضدعفونی شیمیایی اشاره نمود. برای محموله هایی مانند گردو و بادام اول فصل که به سرعت وارد بازار می شوند و انبارداری ندارند، اتمسفِر کنترل شده زمان انبارداری را افزایش می دهد. عموماً دوره طولانی تر ضدعفونی برای کنترل حشرات آفت بر نیاز به بالا بردن ظرفیت

ضد عفونی و محفظه تاکید دارد. همچنین احتمال مقاومت و تحمل حشرات در برابر اتمسفر با اکسیژن اند ؛ نیز امکان پذیر است.

مطالعاتی در رابطه با واکنش متقابل غلظت اکسیژن، دما و رطوبت نسبی انجام شده و زمان لازم برای کنترل شب پره هندی نیز بررسی شده است. شب پره هندی در مقابل تغییرات غلظت اکسیژن به شدت تحت تاثیر قرار می گیرد و کمتر رطوبت روی آن تاثیر دارد. در مورد آفاتی که در رطوبت بالا می توانند بقا یابند، تاثیر رطوبت بیشتر است. شب پره هندی که در شرایط انباری خشک یافت می شود، بیشتر می تواند رطوبت کم را تحمل کند. تاثیر اکسیژن اند ؛ و بالا بردن دی اکسید کربن اتمسفر روی تغذیه حشرات نیز بررسی شده است. سطح اند ؛ اکسیژن (۱) کیلوپاسکال) و هم سطح بالای دی اکسید کربن (۴۰ کیلوپاسکال) تغذیه لاروهای آفت را کاهش داده است. نتایج نشان داده که تخلیه گازهای انبار (*purging*) در آغاز پر نمودن انبار می تواند در کاهش خسارت خشکبارها موثر باشد. ضد عفونی توسط دی اکسید کربن عملی تر نشان داده زیرا دسترسی به ۴۰ کیلو پاسکال دی اکسید کربن ساده تر و ارزان تر از تخلیه سریع گازهای یک کانتینر است.

ترکیب ضد عفونی کوتاه مدت اتمسفر کنترل شده ابتدایی با انبارداری حفاظتی طولانی مدت در برنامه های مدیریت آفات انباری به عنوان یک استراتژی تلفیقی برای محصولاتی مانند گردو، بادام و کشمش بررسی شده است.

تاثیر دما بر آفات انباری:

در یک بررسی آفت محصولات انباری *Tribolium confusum* و در معرض درجه حرارت های مختلف (۵۰، ۵۵، ۶۰، ۶۵، ۷۰ و ۷۵ درجه سانتیگراد) و دوره های زمانی مختلف (۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ دقیقه) قرار گرفتند. افزایش سطح دما یا زمان قرار گرفتن در معرض این دما

منجر به افزایش متوسط مرگ و میر آنها شده است. تلفات کامل *T. Confusum* به ترتیب در ۵۰، ۵۵، ۶۰ و ۷۰ درجه سانتیگراد طی ۲۵، ۲۰، ۱۵، ۱۰ و دقیقه به ترتیب اتفاق افتاده است. ضد عفونی حرارتی با دماها و زمان های مورد نظر می تواند به صورت فیزیکی باعث کنترل حشرات انباری گردد.

دماهای بالا ۴۵، ۵۰، ۵۵ و ۶۰ درجه سانتیگراد نیز علیه تخم، لاروهای سنین آخر و شفیره های این آفت بررسی شده است. مرگ و میر با افزایش دما و زمان در معرض قرار گرفتن افزایش یافته است. زمان در معرض بودن برای بیش از یک ساعت در دمای ۴۵ درجه سانتیگراد، ۱۵ دقیقه در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد و ۱۰ دقیقه در دمای ۵۵ درجه سانتیگراد بیشترین تاثیر را روی آفت داشته و بیش از ۹۵ درصد مرگ و میر تخم ها را بدنبال داشته است. در معرض قرار گرفتن لاروهای مسن برای بیش از ۹۷/۲۲، ۷۲/۱۷ و ۱۷/۶۵ دقیقه در دماهای ۴۵، ۵۰ و ۵۵ درجه سانتیگراد برای رسیدن به مرگ و میر بیش از ۹۵ درصدی لاروهای سن آخر کفایت می کند. در معرض قرار گرفتن شفیره ها برای ۲۵ دقیقه در دماهای بالای ۵۰ درجه سانتیگراد و تا ۱۵ دقیقه در دمای ۵۵ درجه سانتیگراد برای رسیدن به مرگ و میر کامل شفیره ها لازم است. لذا زمان های در معرض بودن برای بیش از ۹۰ دقیقه در دمای بالای ۴۵ درجه سانتیگراد، ۳۳ دقیقه در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد و یا ۱۱/۶۷ دقیقه در دمای ۵۵ درجه سانتیگراد بیشترین تاثیر را در مرگ و میر بیش از ۹۵ درصد شفیره های این آفت داشته است.

ماکروویو نیز یکی از روش های حرارت دهی است که در یک بررسی کارایی آن در کنترل سه آفت مهم انباری، شب پره هندی *Plodia interpunctella*، شب پره مدیترانه ای *Ephesiakuehniella* و شپشه دندانه دار *Oryzaephilus surinamensis* بررسی شده که نتایج نشان داده که توان ۱۰۰ وات با زمان ۹۰۰ ثانیه، ۲۰۰ وات با زمان ۱۲۰ ثانیه جهت کنترل این آفات موثر است. برای ایجاد تلفات کامل شب پره مدیترانه ای آرد توان ۲۰۰ وات در مدت ۶۹

ثانیه و جهت جلوگیری از تفریخ تخم های این شب پره، شب پره هندی و مرگ و میر لاروهای شپشه دندانه دار توان ۱۰۰ وات و زمان ۶۰۰ ثانیه مورد استفاده قرار می گیرد.

سرما دهی:

ذخیره سازی در دمای پایین یکی از اجزای یک برنامه کنترل تلفیقی است که به عنوان جایگزینی برای کاربرد گاز متیل بروماید در کنترل شب پره هندی *Plodiainterpunctella* روی میوه ها و آجیل های خشک بعد از برداشت پیشنهاد شده است. قرار گرفتن در معرض طولانی مدت در دمای ۱۰ درجه سانتیگراد باعث افزایش عمر حشرات بالغ می شود. مرگ و میر ۵۰ درصدی پس از ۴۹ روز قرار گرفتن در معرض این دما دیده شده است و تقریباً چهار برابر طول عمر حشرات بالغ طی ۱۳ روز در دمای ۲۷ درجه سانتی گراد رسیده بود. میزان مرگ و میر حشرات بالغ پس از ۷۰ روز قرار گرفتن در معرض به ۹۰ درصد رسیده است. قرار گرفتن در معرض دمای ۱۰ درجه سانتیگراد به مدت بیش از ۲۵ روز، تولید تخم را تا بیش از نیمی کاهش داده و تعداد تخم های زنده را تقریباً ۹۰ درصد کاهش می دهد. تخم ها در برابر دمای ۱۰ درجه سانتی گراد حساسیت بیشتری داشتند و زمان قرار گرفتن در معرض قرار گرفتن آنها برای مرگ و میر ۹۰ درصدی ۱۱/۶ روز بود. از این نتایج تخمین زده می شود که محصول تمیزی که در دمای ۱۰ درجه سانتیگراد انبار شده است و حداقل ۴ هفته دست نخورده است، نسبتاً عاری از شب پره هندی است. سرمادهی برای کنترل آفات آرد نیز بررسی شده است.

گونه های مختلفی از حشرات آفت انباری که به میوه های خشک، غلات و حبوبات حمله می کنند با سرما از بین می روند. غالباً انبارداران از آلودگی محموله و محیط انبار خود غافل می شوند تا اینکه شب پره ها یا لاروهای سرگردان او را از وجود آلودگی جدی آگاه می سازند. معمولاً بهترین راه حل بررسی تمام محصولات انباری به کرات و طی دوره های متوالی است. بدون رعایت

کامل مسائل بهداشتی، محصولات جدید همچنان آلوده خواهند شد. برای ضد عفونی مقادیر کمی از میوه های خشک و خشکبارها می توان از درجه حرارت پایین استفاده کرد. به طور کلی هرچه دما کمتر باشد، زمان کمتری برای از بین بردن آفات لازم است. در جدول زیر تعداد روزهای لازم در محدوده دمای خاص لازم برای از بین بردن تمام مراحل آفات محصولات انباری دیده می شود.

تعداد روزهای لازم طی دماهای خاص برای کشتن تمام مراحل این آفات

نام گونه حشره	دما (درجه سانتیگراد)					
	۱۷- تا ۱۵-	۱۵- تا ۱۲-	۱۲- تا ۹/۴-	۹/۴- تا ۶/۶-	۶/۶- تا ۳/۸-	۳/۸- تا ۱/۱- ۱/۶ تا
<i>Tribolium confusum</i>	۱	۱	۱	۱	۵	۱۲
<i>Tribolium castaneum</i>	۱	۱	۱	۱	۵	۸
<i>Sitophilus oryzae</i>	۱	۱	۱	۳	۶	۸
<i>Sitophilus granarius</i>	۱	۳	-	۱۴	۳۳	۴۶
<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	۱	۱	۳	۳	۷	۲۳
<i>Plodia interpunctella</i>	۱	۳	۵	۸	۲۸	۹۰
<i>Ephestia kuehniella</i>	۱	۳	۴	۷	۲۴	۱۱۶
<i>Sitotroga cerealella</i>	۱	۱	۱	-	-	-

فریز نمودن سریع مواد غذایی:

ضد عفونی با دمای پایین کنترل شده که به نام فریز نمودن نامیده می شود یک روش مدیریت معمول آفات است که برای ریشه کنی آفات انباری و غیره بکار می رود. این روش برای بسیاری از میوه ها و سبزیجات دارای پوست کلفت طراحی و مورد استفاده قرار گرفته است. پایین بودن دمای محموله تا ۱۷- درجه سانتیگراد و کمتر در ابتدا و سپس نگهداری دما محموله تا ۶- درجه سانتیگراد و کمتر طی ۴۸ ساعت برای این روش توصیه می شود. زمانی که محموله های آلوده داخل یخچال قرار داده می شوند، در ابتدا آفات موجود فعالیت خود را متوقف ساخته (در دمای ۵

درجه سانتیگراد) و سپس بیهوش می شوند و با ادامه سرما دهی، مرگ حشره اتفاق می افتد. این روش غیر سمی برای انسان و محیط زیست، تقریباً وقت گیر نبوده و هزینه های بالایی غیر از امکانات و سرمایه اولیه ندارد، تخصص ویژه ای لازم ندارد، اما برای بسیاری مواد قابل استفاده نمی باشد (به خصوص آن هایی که دارای میزان و محتوای آب بالایی هستند) و دما به سرعت و با باز کردن در فریزر و یخچال افت می کند و لذا توصیه می شود یکباره محفظه یخچال پر شده و از باز و بسته نمودن در آن طی عملیات خودداری شود.

طی یک بررسی مراحل مختلف نابالغ آفت *Ephestiacautella* در معرض دماهای پایین ۵- درجه سانتیگراد برای زمان های مختلف قرار گرفتند و در معرض قرار گرفتن تخم ها ۲۴۰ تا ۳۶۰ دقیقه برای کشتن ۱۰۰ درصد این مرحله لازم بوده است. در معرض قرار دادن لاروهای سنین اولیه در دمای ۵- درجه سانتیگراد طی ۱۸۰ دقیقه برای مرگ و میر ۱۰۰ درصدی آنها کفایت می کند. برای سنین بالاتر لاروی ۳۰۰ دقیقه و یا ۳۶۰ دقیقه برای رسیدن به مرگ و میر کامل سنین آخر لارو این آفت لازم است. قرار دادن شفیره ها برای ۳۰۰ دقیقه و یا بیشتر برای مرگ و میر کامل این مرحله لازم است.

فریز نمودن میوه های خشک و خشکبار روش موجود برای کنترل حشرات آفت این محصولات است اما از نظر تجاری برای مقادیر زیاد محموله ها توجیه پذیر نمی باشد. به زبان ساده فریز نمودن یعنی رساندن دمای محموله حاوی حشره آفت به ۱۷- درجه سانتیگراد برای ۷ روز که باعث مرگ و میر ۱۰۰ درصد جمعیت آفت می شود.

گزینه ها و جایگزین های آلودگی زدایی میوه های خشک و خشکبار

جایگزین ها		گازدهی شیمیایی		
اشعه دهی	اتمسفر کنترل شده	فسفین	متیل بروماید	ویژگی ها
تقریباً کوتاه مدت	۳-۷ روز در ۲۷ درجه سانتیگراد+هوادهی	۳-۲ روز+ هوادهی	تا ۲۴ ساعت+ هوادهی	زمان ضدعفونی
برخی لاروها ممکن است زنده بمانند	می تواند به ۱۰۰ درصد برسد	۱۰۰ درصد کشتن آفات هدف	۱۰۰ درصد کشتن آفات هدف	تاثیر
معمولاً در صورت اقدام صحیح نیاز نمی باشد	خیر، اما نیاز به ادامه دادن عملیات وجود دارد	همانند متیل بروماید	خیر، مگر آن که با بخار واپونا یا پیرترین ترکیب شود و نیاز به ضدعفونی مجدد باشد	حفاظت در برابر آلودگی مجدد
در سطح توصیه شده خوب است	خوب، ممکن است بهتر از ضدعفونی شیمیایی نیز باشد	خوب	خوب	کیفیت محصول
ایمن اگر به خوب پوشش داده شوند و اقدام درست باشد	بسیار ایمن تر از گازدهی شیمیایی	بسیار سمی اگر مستقیم در معرض باشند	بسیار سمی اگر مستقیم در معرض باشند	تاثیرات بر سلامتی: کارگران
خطری شناخته نشده است	خطری شناخته نشده است	خطری شناخته نشده است	تولید بقایای سرطان زا	تاثیرات بر سلامتی: مصرف

کنندگان				
تاثیر بر محیط زیست	رهاسازی مواد شیمیایی سمی در محیط	رهاسازی مواد شیمیایی سمی در محیط	محیط را آلوده نمی سازد	استفاده از مواد رادیواکتیو
هزینه سالانه ضدعفونی (سنت/پوند)				
بادام	-	کمتر از ۰/۱	۰/۲۵ - ۰/۱ (اکسیژن اند ؛)	۰/۳۶
گردو	کمتر از ۰/۱	-	۰/۲۵ - ۰/۵	۰/۴۲ - ۳/۶
کشمش	کمتر از ۰/۳	۰/۶	۰/۵	۰/۴۳ - ۱/۴
برگه	کمتر از ۰/۱	-	۰/۵	۰/۴۳ - ۲/۱
سایر توجهات	نیاز به ارزیابی اند ؛	وجود مقاومت گزارش شده	زمان طولانی برای تاثیر نیاز است و نیاز به امکانات زیاد	ارزیابی زیاد نیاز دارد. برای مقادیر زیاد اقتصادی است

استفاده از ازن در ضدعفونی میوه های خشک:

ازن یک اکسید کننده بسیار قوی است که پتانسیل کشتن حشرات و میکروارگانیسمهای مضر را دارد. ازن از اجزای طبیعی اتمسفر است. این ماده زمانی تشکیل می شود که اکسیژن با کسب انرژی از پرتو فرا بنفش خورشید به دو اتم تفکیک می شود. اتم های آزاد در گروه های ۳ اتمی ترکیب مجدد شده و ازن پدید می آورند. این ماده یکی از قوی ترین مواد اکسید کننده طبیعی می باشد که به عنوان یک ترکیب ضدعفونی کننده آب آشامیدنی شناخته شده است. ازن یا اکسیژن فعال مواد خطرنا ؛ از جمله سموم قارچی، ویروس ها، مخمرها، و جلبک ها را در سطح مولکولی از بین می برد و با اکسید کردن و حذف مواد خطرنا ؛ مانند فنل ها، نیترات ها، اوره، آمین ها، سیانیدها و سموم کشاورزی موثر واقع می شود. این گاز مواد آلاینده را بدون تولید بقایا از بین می برد. گاز ازن در شستشو و بسته بندی مواد غذایی مانند سبزیجات و میوه ها سبب افزایش کیفیت محصول و زمان ماندگاری آن می شود.

اداره غذا و داروی آمریکا (FDA) کاربرد گاز ازن را به عنوان یک ماده ضد باکتریایی در صنایع غذایی تصویب نموده است. مقدار مجاز ازن در گازهای تنفسی ۶۰ ppm می باشد. از بین گازهای مختلف موجود در هوا تنها منوکسید کربن بر ازن مؤثر بوده و به محض آزاد شدن گاز ازن، منوکسید کربن موجود در محیط با اکسیژن اضافه ملکول تشکیل پیوند داده و به دی اکسید کربن تبدیل می شود.

ازن یک اکسید کننده قوی می باشد که به صورت عرضی با باندهای دوگانه ۸-۹ حلقه فوران آفلاتوکسین ها اتصال برقرار می کند و به صورت الکتروفیل یک جذب حلقه فوق می شود و قادر است در مدت چند دقیقه آفلاتوکسین ها را به طور کامل تجزیه کند.

استفاده از ازن یکی از روش های جدید در آلودگی زدایی میوه های خشک از جمله خرما و انجیر است که ازن می تواند از رشد و نمو قارچ های مولد آفلاتوکسین به شدت جلوگیری نماید. مزایای استفاده از گاز ازن در ضد عفونی محصولات انباری:

- هزینه های کمتر نسبت به بسیاری دیگر از روش های ضد عفونی
- تولید ازن را می توان در محل انجام داد و ماده اولیه آن هوا یا اکسیژن می باشد.
- قابلیت حمل و جابجایی و استفاده چند منظوره از تجهیزات آن، فراهم است.
- کمترین مصرف انرژی در مقایسه با سایر روش ها را دارد (برای هر سیلوی ذخیره مواد حداکثر ۳ کیلو وات).
- هیچ گونه آلودگی در محیط ایجاد نمی کند، بلکه عاملی برای ترمیم لایه ازن می باشد.
- امکان بومی سازی دانش فنی آن فراهم می باشد.
- با یکبار خرید دستگاه ژنراتور ازن، امکان استفاده دائم آن برای سال های متمادی فراهم می شود.

- افزایش اطمینان در تولید محصولات سالم و بی خطر، از مشخصه های این روش می باشد.

- حفاظت از محیط زیست و حذف ویروس ها، باکتری ها و بوهای نامطبوع
گاز ازن می تواند باعث نابودی حشرات انباری روی غلات گردد، بدون اینکه به کیفیت آن آسیب برساند. همچنین گاز ازن به عنوان ضدعفونی کننده قوی و بهترین جایگزین سموم شیمیایی (متیل بروماید و فسفوکسین) مورد توجه پژوهشگران در آمریکا، کانادا، اروپا، استرالیا قرار گرفته است. تحقیقات صورت گرفته نشان می دهد استفاده از ازن با وجود عمر کوتاه آن، ماندگاری محصولات انباری را تضمین می کند و جایگزین بهتری نسبت به مواد شیمیایی می باشد.

خرما یکپاز مهمترین اقلام صادراتی کشور است که پس از برداشت به به آفات و میکروارگانیسم های مختلف آلوده می شود و روش های مختلفی برای کنترل آنها وجود دارد که در حال حاضر مهمترین آنها استفاده از ترکیبات گازی نظیر فسفوکسین و متیل بروماید است اما عیب آنها سمی بودن گازهای مذکور است که هم در طی عمل گاز دهی وهم در صورت باقی ماندن آن در خرمایموجبات مسمومیت را فراهم می آورد. حرارت دهی در دمای ۶۰ تا ۶۵ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه موجب استریل نمودن نسبی خرما می گردد اما باعث صدمه به بافت خرما می شود. پرتو دهی توسط اشعه گاما نیز جهت کنترل آلودگی خرما با میزان ۳۰ تا ۱۰۰ کیلو راد اشعه انجام می گیرد اما به دلیل امکان تاثیر تشعشع بر ترکیبات خرما و اثرات نامعلوم بر سلامت مصرف کنندگان هنوز روش مجاز و ثبت شده ای نمی باشد.

ضدعفونی خرما ی کبکاب آلوده به شب پره هندی (*Plodia interpunctella*) (بالغین، لارو تخم) و همچنین شپشه دندانه دار غلات (*Oryzaephilus surinamensis*) توسط ازن بررسی شده است. تاثیر ازن دهی روی میوه های آلوده در غلظت ۲۰۰۰ ppm برای دو ساعت باعث مرگ

و میر کامل لاروها و حشرات بالغ شده است. در معرض قرار دادن خرماهای آلوده در غلظت ۴۰۰۰ ppm ازن طی دو ساعت به مرگ ۸۰ درصدی تخم ها می انجامد (تحمل بالایتخم ها).

کنترل آفات انجیر از جمله حشره کامل شیشه دنداندار *Oryzaephilussurinamensis* و لارو سن پنجم شب پره *Ephestiakuethniella* نیز در شرایط آزمایشگاهی توسط ازن کنترل شده اند. غلظت ۵ واحد در میلیون گاز ازن طی ۹۰ دقیقه باعث تلفات کامل این دو گونه حشره آفت شده است.

در یک تحقیق، تاثیر ازن روی مرگ و میر لارو سن پنجم شب پره *Ephestiakuethniella* و حشره کامل شیشه دنداندار *Oryzaephilussurinamensis* آفات کشمش و انجیر خشک بررسی شده است و نتایج نشان داد که تلفات کامل در غلظت ۵ پی پی ام و زمان ۹۰ دقیقه صورت می گیرد.

در بررسی دیگر اثر کشندگی غلظت دو گرم در ساعت گاز ازن روی سه مرحله رشدی آفت انباری شب پره خشکبار (*Ephestiacautealla*) مورد بررسی قرار گرفت که نتایج نشان داد که برای کنترل تخم، لارو و حشرات کامل این آفت به ترتیب ۱۲۰ دقیقه، ۶۰ دقیقه و ۳۰ دقیقه ازن دهی می تواند موجب کنترل ۱۰۰ درصدی شود. لذا با در نظر گرفتن مجموعهمزایای گاز ازن، یکپازگزینه های مناسب در کنترل آفات محصول انباری بیویژده خشکبار، اس تفادهاز گاز ازن میباشد.

ضد عفونی با ازن برای کنترل آفات انباری:

- ازن در غلظت ۵۰ ppm جمعیت حشرات را به شدت سرکوب می کند
- برای ریشه کنی جمعیت این آفات ۱۳۵ ppm با بیش از ۸ روز ضد عفونی لازم است
- ازن در غلظت ۵۰ ppm با سه روز ضد عفونی ۶۳ درصد قارچ های انباری را کاهش می دهد

- ازن در غلظت ۵۰ – ۳۰ ppm می تواند آلودگی به میکوتوکسین ها را کاهش دهد با وجود این، غلظت بالای ازن و ضدعفونی طولانی مدت برای حذف کامل میکوتوکسین ها لازم است
- بکار گیری ازن در دوزی که برای ضدعفونی غلات و محصولات انباری موثر باشد، ممکن است بر کیفیت محصول تاثیر مخربی داشته باشد
- ازن در غلظت ۱۰۶ – ۴۷ ppm می تواند به وسایل و امکانات طی دو ماه آسیب برساند.
- براساس این واقعیت ها، ۵۰ ppm ازن برای ضدعفونی محصولات انباری توصیه می شود.

ماده غذایی	حشره آفت	شرایط	دامنه مرگ و میر
ذرت	<i>T. castaneum</i> <i>S. zeamais</i> <i>P.interpunctella</i>	۵۰ ppm طی ۳ روز	۹۴/۵ درصد روی شب پره هندی، ۱۰۰ درصد روی شیشه دنداندار و ۹۲/۲ درصد روی تریبولیوم
ذرت	<i>T. castaneum</i> <i>S. zeamais</i> <i>P.interpunctella</i>	۲۵ ppm طی ۳ روز	۷۷ درصد روی شب پره هندی، ۹۹/۹ درصد روی شیشه دنداندار و ۹۱/۴ درصد روی تریبولیوم
گندم	<i>E. kuehniella</i> <i>T. confusum</i>	۲۵ غلظت ازن ۱۳/۹ میلی گرم / لیتر بر روی <i>T. confusum</i>	۷۲/۶ درصد لارو، ۲۲/۷ – ۱/۳ درصد حشرات بالغ و ۱۰۰ – ۹۰ درصد روی لارو و حشرات بالغ
محصولات انباری	<i>T. castaneum</i> <i>R.dominica</i> <i>O. surinamensis</i>	۵۰ ppm در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۷۰ درصد	۵۰ درصد مرگ و میر ۲۰/۱۰ – ۱۱/۳۹ ساعت برای <i>T.c</i> ۹/۲۲ – ۱۲/۱۹ ساعت برای <i>R.d.</i> ۶/۱ – ۹/۶۶ ساعت برای <i>O.s.</i> ۹۵ درصد مرگ و میر ۲۲/۱۷ – ۳۷/۹ ساعت برای <i>T.c.</i> ۲۱/۸۵ – ۳۵/۱۷ ساعت برای <i>R.d.</i> ۱۱/۰۳ – ۱۸/۷۲ ساعت برای <i>O.s.</i>

۵۰ درصد مرگ و میر (۷۱/۴) ساعت در ۲۰ درجه سانتیگراد ۹۵ درصد مرگ و میر (۱۵۱/۸) ساعت) در ۲۰ درجه سانتیگراد	۵۰ ppm	<i>T. castaneum</i>	ذرت
---	--------	---------------------	-----

پیوست: آفات مهم خشکبار و میوه های خشک:

آفات مهم میوه های خشک و خشکبار گزارش شده از ایران به شرح زیر هستند:

- *Cadracautella* (Walk)
- *Polodiainterpunctella* (Hubn)
- *Ephestiafiguliella* (Gregs)
- *Ephestiaelutella* (Hubn)
- *Ephestiakuehniella*
- *Oryzaephilussurinamesis* (L)
- *Triboliumcastaneum* (Herbst)
- *Carpophilushemipterus* (L)

طبق تعریف آفات اولیه و ثانویه به شرح زیر می باشند:

آفات اولیه: آفاتی هستند که قادر به حمله موفقیت آمیز بوده و قادر به تولید مثل در دانه های جامدی از جمله غلات و حبوبات و غیره که قبلاً آسیب ندیده اند، می باشند. این آفات قادر به نفوذ به پوشش بذر بوده و گاهی می توانند به غلاف نیز نفوذ نموده و از جنین، اندوسپرم و کوتیلدون بذر تغذیه کنند. این آفات همچنین گاهی قادر به تغذیه روی محموله های دیگر از جمله کاساوا و خشک هستند اما اینها بندرت می تواند روی آرد و محموله های پودری خسارت بزنند.

آفات ثانویه: آفاتی هستند که قادر به حمله موفقیت آمیز روی محموله های آسیب دیده نمی باشند این ها تنها می توانند به محموله هایی حمله و روی آنها تولید مثل کنند که قبلاً توسط سایر عوامل مورد آسیب قرار گرفته باشند از جمله این عوامل می توان (۱) سایر آفات به خصوص آفات اولیه، (۲) کوبیده شدن و خشک نمودن ناصحیح و غیره و (۳) فرآوری عمدی محموله را نام برد.

تعداد زیادی از آفات غیر مرتبط با هم طبق تعریف به عنوان آفات ثانویه شناخته می شوند. اینها معمولاً به محموله هایی حمله می کنند که قبلاً مورد هجوم آفات اولیه و یا آسیب روند فرآوری قرار گرفته باشند. بسیاری از این آفات روی غلات و بعضی دیگر روی دانه های روغنی، چاشنی ها و سایر محموله ها آسیب می رسانند.

خصوصیات اصلی آفات اولیه و ثانویه در جدول زیر آورده شده است. بعضی از آفات را نمی توان به آسانی در یک گروه قرار داد که آفاتی هستند که قادر به حمله به محموله های آسیب ندیده هستند اما در صورتی که محموله قبلاً آسیب دیده باشد، رشد و نمو آنها بیشتر است. از این گروه از آفات می توان لمبه گندم *Trogoderma granarium* را نام برد. در این صورت بهتر است تا این آفات را به عنوان آفات ثانویه طبقه بندی کنیم زیرا به صورت موفقیت آمیزی قادر به رشد و نمو موفق روی محموله های آسیب ندیده نمی باشند و همچنین به واسطه دامنه میزبانی وسیع از خصوصیات آفات ثانویه تبعیت می کنند. در مورد دانه ها طبقه بندی آفات اولیه و ثانویه شاید امکان پذیر باشد اما در مورد محموله های آردی و پودری شاید بیان آفت ثانویه مناسب نباشد زیرا طبق تعریف آرد نمی تواند دارای آفات اولیه باشد. همچنین نمی توان از این طبقه بندی در رابطه با محموله های غیر دانه ای استفاده نمود زیرا اینها دارای پوشش فیزیکی نمی باشند از جمله این گروه از محموله ها می توان ماهی خشک و چیپس های کاساواای خشک را نام برد.

روی دانه های آسیب ندیده، آفات اولیه معمولاً باید به محموله قبل از حمله آفات ثانویه حمله کنند. در محموله دانه های انباری معمولاً یک حمله موفق آفت وجود دارد. اولین حمله که می تواند قبل از برداشت آغاز شود معمولاً توسط آفات اولیه صورت می گیرد و سپس حمله آفات ثانویه اتفاق می افتد. کلمه اولیه در این مبحث به معنای اهمیت بیشتر نمی باشد بلکه تنها موفقیت در آلودگی ابتدایی است. ممکن است در حالت های دیگر آفات اولیه و ثانویه از نظر اهمیت نسبی تفاوت داشته باشند.

خصوصیات اصلی آفات اولیه و ثانویه محصولات پایدار

آفات ثانویه	آفات اولیه	
دامنه وسیعی از مواد غذایی از جمله محصولات آسیب دیده، آردو محصولات فرآوری شده	دامنه محدودی از مواد غذایی، غلات و حبوبات کامل	جیره غذایی
آلودگی معمولاً تنها خاص مراحل انباری بوده و بندرت قبل از برداشت آغاز می شود	آلودگی بیشتر قبل از برداشت در محصول در مزرعه و باغ ایجاد می شود. آلودگی از مزرعه به انبار و برعکس منتقل می گردد.	حمله اولیه
لارو به صورت آزاد در محیط انبار حرکت می کند و قابل مشاهده است. تخم ها نزدیک مواد غذایی گذاشته می شوند اما عموماً به صورت پراکنده هستند	سیکل زندگی درون یک دانه تکمیل می شود و مراحل نابالغ آن از دید مخفی است و کشف آن مشکل است. تخم ها معمولاً به دقت درون و یا روی دانه گذاشته می شود.	سیکل زندگی
خسارت با تغذیه سطحی از محصول انجام شده و از روی علائم خسارت آن نمی توان برای تشخیص آفت استفاده نمود.	خسارت به دانه کامل انجام می شود و اغلب فرم بسیار مشخصی دارد و آفت ممکن است از طریق نمونه های خسارت دیده قابل تشخیص باشد.	خسارت

تاثیر ضد عفونی با ازن روی حشرات انباری

آفات خشکبار و میوه های خشک ایران:

شب پره خشکبار (*Ephestia (Cadra) cautella* (Walk) (Lep.: Pyralidae)

نام انگلیسی: almond moth or tropical warehouse moth

این حشره بومی مناطق گرم بوده و از مواد غذایی مختلفی تغذیه می کند و در تمام جهان پراکنده است. لارو این آفت به میوه های خشک بخصوص انجیر و خرما و اکثر مغزهای بدون پوست، غلات، خشکبار و دانه کاکائو حمله می کند. این آفت یکی از عوامل محدود کننده ی صادرات خرما ی ایران، آفات پس از برداشت می باشند که مطلوبیت ارقام خرما ی انباری برای این آفت شامل ارقام زاهدی، دیری، ربی و پیارم بوده است.

شب پره بالغ آن خاکستری با بالهای باز در حدود ۱۴ تا ۲۰ میلی متر می باشد. ماده بارور تا ۱۱۴ عدد تخم می گذارد که ظرف ۸ - ۴ روز در تابستان باز می شوند. رنگ لارو سفید خاکستری با نقطه های قهوه ای یا ارغوانی است. طول دوره لاروی بستگی به دما داشته و در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد به رشد نهایی خود طی ۲۵ روز می رسد. حداکثر طول دوره لاروی ۶۳ روز و دوره شفیره گی ۱۰ روز و متوسط دوره رشد ۸۱ روز می باشد که لاروها به جستجوی محل زمستانگذرانی مواد غذایی را تر کرده و در شیارها و شکاف های دیواره انبار شفیره می شود. دوره رکود و زمستانگذرانی این آفت به صورت لارو در دماهای پایین است آفت معمولاً مخفی است و تنها برای جستجوی محل شفیرگی خارج می شود. لارو دارای تارهای ابریشمی است و آلودگی ایجاد می کند. **ردیابی:** آفت گرمسیری بوده و بازرسی های بصری کشف می شود. تله های چسبنده همراه فرمون جنسی برای ردیابی حشرات بالغ کارایی دارد.



شب پره هندی (*Plodia interpunctella* (Hubn) (Lep.: Pyralidae)

نام انگلیسی: Indianmeal moth

حشره کامل با بال های باز ۱۵ این حشره در شرایط آب و هوایی متفاوت روی محصولات انباری و تجهیزات انباری در همه جای دنیا قابل مشاهده است. لاروهای این آفت از مواد مختلف تغذیه می کنند و روی محصولات غله ای، بذور، میوه های خشک، غذای حیوانات و ادویه ها خسارت می زند. لاروها از سطح مواد تغذیه ای استفاده نموده و بیشترین خسارت آفت به محصولات انباری زمانی است که لارو تارهای بیشماری می تند که فضولات لاروی را در بر می گیرند و لایه ای برای تخم آفت روی محصولات غذایی ایجاد می کن. این خسارت به محصولات انباری به واسطه آلوده سازی آنها از میزان تغذیه لاروها فراتر می رود. مدیران صنایع غذایی، انبارداران و سایر مرتبطین به صنایع غذایی باید مواظب آلودگی محصول خود به این آفت باشند.

تا ۲۰ میلی متر است. یک سوم بال های جلویی در قاعده به رنگ خاکستری روشن و دو سوم بقیه قهوه ای متمایل به قرمز است. بال های زیری خاکستری متمایل بزرگ و کناره خارجی بال های زیری دارای ریشک می باشد. تخم های این آفت سفید خاکستری بوده و از ۰/۳ تا ۰/۵ میلیمتر طول دارند. تخم ها منفرداً یا دسته ای مستقیماً روی منابع غذایی لاروی گذاشته می شوند. لارو آفت دارای ۵ تا ۷ سن لاروی است و رنگ آن معمولاً سفید خاکستری و یا صورتی کم رنگ بسته به نوع غذا است. لارو کامل آن به طول تقریباً ۱۲ میلیمتر است و همچنین دارای ۵ جفت پای شکمی می باشد که در حرکت لارو را یاری می کنند.

حشره ماده سه روز پس از ظهور جفت گیری کرده و به طور متوسط تا ۱۵۰ عدد تخم می گذارد. این تعداد گاهی کمتر و گاهی تا ۳۰۰ عدد می رسد. در شرایط مساعد تخم ها پس از ۳ روز باز می شوند. طول دوره لاروی برحسب دمای محیط و نوع غذا متغیر و در شرایط مساعد ۲۵ تا ۳۰ روز است. سپس لارو پيله ابریشمی ناز ؛ تشکیل داده در آن به شفیره تبدیل می شود. دوره

شفیرگی از ۴ روز تا ۴ هفته متغیر بوده پس از آن حشره کامل ظاهر می گردد. در شرایط کاملاً مساعد طول دوره رشدی از تخم تا حشره کامل ۴۰ روز طول می کشد. این حشره در سال ۲ تا ۵ نسل می تواند ایجاد نماید. این آفت از محصولات غله ای، بقولات و بخصوص خشکبار مانند گردو، بادام و پسته، دانه های روغنی، بذر و غیره می تواند تغذیه کند.

لارو شب پره هندی قادر به جویدن پلاستیک و مقوا بوده و حتی به درون بسته بندی های آب بندی شده نیز می تواند نفوذ کند. پس از آلوده سازی، ریشه کنی این آفت بسیار مشکل است. آخرین سن لاروی آفت قبل از شفیره شدن می تواند تا مسافت طولانی حرکت نماید و پس از پیدا نمودن محل مناسب که ممکن است از مواد غذایی بسیار دور باشد، شفیره می گردد. علاوه بر مواد غذایی، این گونه قادر به تولید مثل و شفیره شدن روی محموله های پارچه و لباس می باشد.

ردیابی و نمونه برداری می تواند با استفاده از تله های چسبده حاوی فرمون انجام شود. در برخی موارد که آلودگی اند ؛ است، تله ها می توانند نقش کنترل آفت را نیز انجام دهند. تله ها همچنین در تعیین زمان مبارزه و ارزیابی تاثیر روش های کنترلی می توانند کمک کنند. کارایی تله در جلب شب پره هندی با استفاده از جلب کننده *(Z,E)-9, 12-tetradecadien-l-yl-* *acetate (ZETA)* در ردیابی جمعیت این آفت بررسی شده است. استفاده از این تله همراه فرمون در تعیین جمعیت آفت نیز کاربرد دارد. اگر جمعیت بالایی از حشره درون یک تله بدام افتند، توانایی بدام اندازی بیش تر توسط تله کاهش می یابد. استفاده از تله های چسبنده (همراه فرمون) می تواند به کنترل موثرتر آفت منجر شود.

روش های کنترل آفت:

بهداشت: حذف و پاکسازی بخشی کلیدی در برنامه های مدیریت آفت می باشند. اگر یک جمعیت آفت کشف شد، تمام مواد غذایی آلوده باید جداسازی، آلودگی زدایی و یا حذف شوند. هر

ماده غذایی حساس نیز باید در ظروف آب بندی شده قرار داده شوند. مواد غذایی آورده شده به منزل و یا انبار باید از نظر آلودگی بررسی شوند تا عاری از لاروهای سفید رنگ و یا تارهای ناز ؛ ابریشمی که نشانه های آفت هستند، باشند. در اغلب موارد، مواد آلوده به خصوص مقادیر اند ؛ آن باید به سرعت از محیط خارج شوند. در ماطق گرم توصیه می شود که مواد غذایی و آرد تا زمان استفاده در یخچال نگهداری شوند.

فریز نمودن و حرارت دهی: اگر آلودگی کشف شد، فریز نمودن مواد طی چند روز می تواند اقدام موثر کنترلی باشد. محصولات آلوده باید در دمای ۱۸ - درجه سانتیگراد تا زمان نفوذ سرما به درن بسته بندی ها قرار گیرند. چهار روز می تواند تمام مراحل زندگی بیشتر آفات انباری را از بین ببرد.

حرارت نیز می تواند آفات محصولات انباری را بکشد به شرطی که دمای ۵۴ درجه سانتیگراد تا ۶۶ درجه سانتیگراد طی ۲۴ ساعت فراهم باشد. مقادیر اند ؛ از مواد آلوده را می توان در بسته بندی خودش و یا در ظرفی کم عمق ریخته و حرارت ۶۶ درجه سانتیگراد برای مدت ۲۰ دقیقه می تواند کشنده کلیه مراحل زندگی آفات آن باشد با وجود این باید ابتدا تاثیر حرارت روی خود ماده غذایی بررسی شود.

مبارزه شیمیایی: حشره کش های عصبی برای کنترل این آفت بررسی شده اند اما تاثیر آنها محدود بوده است. در ارزیابی تاثیر حشره کش های تنظیم کننده رشد، هنوز آفت فعال بوده است. ۵ تا ۱۰ ppm از این ترکیبات هیچ تاثیری بر کنترل سن پنجه لاروی آفت نداشته اند مطالعات نشان دهنده افزایش مقاومت در برابر آفت کش ها طی فسار انتخابی است. مقاومت در مورد ترکیبات میکروبی همچون *B. T.* نیز مشاهده شده است. این در حالی که تنها یک استرین از *B. T.* مورد استفاده قرار گیرد.

سرکوب جمعیت آفت در بررسی های آزمایشگاهی با استفاده از پارازیت های تخم و لارو آفت مشاهده شده است. پارازیتوئید لاروی *Bracon hebetor* و پارازیتوئید تخم *Trichogramma pretiosum* می توانند باعث سرکوب جمعیت این آفت شوند. زمانی که پارازیتوئیدها به صورت ترکیبی استفاده شوند ۸۴/۳ درصد سرکوب مشاهده شده است. تریکوگراما به تنهایی ۳۷/۳ درصد و براکون به تنهایی ۶۶/۱ درصد سرکوب جمعیت را باعث شده اند.



شب پره کشمش (*Ephesiafiguliella*(Gregs) (Lep.:Pyralidae)

نام انگلیسی: *raisin moth*

این شب پره عموماً به عنوان آفت میوه های خشک مانند کشمش و خرما محسوب می شود اما آفت پلی فاژ بوده و روی دامنه وسیعی از میوه های مختلف قادر به تغذیه است. لارو به خصوص گیاهخوار بوده و تغذیه روی میوه های خشک روی زمین یا هنوز روی درخت را ترجیح می دهد. آنها روی انجیر، انگور، پنبه دانه، کیک، کاکائو، هلو، زرد آلو، گلابی و سایر میوه های تغذیه می کنند. در بهار این لاروها بیشتر روی میوه های موجود در طبیعت تغذیه می کنند اما تغذیه از میوه های در حال پوسیدن نیز غیر معمول نیست. حشرات بالغ معمولاً فقط آب می خورند و نیازی به تغذیه برای تولید مثل ندارند. این دوره زندگی بسیار کوتاه است. این آفت دارای فعالیت شبانه است و طی روز غیر فعال باقی می ماند و از اول شب فعال می شود. در ابتدای صبح و قبل از طلوع آفتاب نیز فعالیت آفت زیاد است. این حشره بیشتر به کشمش، زردآلو، هلو، گلابی و انجیر خشک حمله نموده و جهان وطن می باشد طول بدن پروانه بالغ آن با بالهای بسته ۹ تا ۱۰ میلی متر بوده و اکثراً روزها پنهان شده و غروبها پرواز می کند و حدود دو هفته زنده می ماند. ماده آن تا ۳۵۰ عدد تخم بطور پراکنده می گذارد در هوای گرم تخمها چهار روزه باز می شوند، لارو یک ماهه کامل شده و خارج از غذا در خا ؛ و یا جاهای دیگر پنهان یا سفیره می شوند بدن لارو سفید با چهار ردیف نقطه رنگی در پشت می باشد .



شب پره کاکائو یا تنباکو *Ephestialutella* (Hubn)

نام انگلیسی: *cacao moth, tobacco moth or warehouse*

moth (Lep.: Pyralidae)

شب پره ای کوچک شاید بومی اروپا اما گسترش یافته و همه گیر حتی در استرالیا است. لاروها آفت محصولات خشک گیاهی مانند کاکائو، لوبیا و تنباکو و همچنین غلات و میوه های خشک و خشکبار است. برخی مواد دیگر مانند گوشت خشک شده و مواد حیوانی، کلکسیون های حشرات و چوب خشک نیز مورد تغذیه لاروها قرار می گیرند. لاروها تنها مقادیر اندکی از مواد غذایی تغذیه می کنند اما وجود تارهای ابریشمی و فضولات لاروی آلوده کننده این مواد غذایی هستند.

تخمها بیضوی سفید مایل به خاکستری و یا مایل به قهوه ای بوده و بطور تکی و یا در مجموعه های کوچک گذاشته می شود تخمها طی ۴ تا ۷ روز تفریح می شوند. رنگ لارو برحسب نوع غذا متغیر بوده و سفید مایل به زرد و یا صورتی می باشد و روی بدن آن نقاط قهوه ای رنگ وجود دارد طول لاروهای کامل ۱۰ تا ۱۵ میلی متر و خیلی فعال می باشند ، دوران زندگی لاروی ۴۰ تا ۴۵ روز طول می کشد ، دوره شفیرگی را در میان شیارها و شکاف ها به مدت ۱۹ - ۷ روز طی می کند ، حشره بالغ به رنگ خاکستری و یا قهوه ای است نیمه میانی بالهای جلویی نسبت به انتها و نو ؛ بال روشن تر است و این دو حد بالا و پائین توسط نوار باریک مایل به سفید جدا می شود . بالها در موقع استراحت به شکل پوششی بر روی بدن قرار می گیرد و طول بدن حشره با بالهای بسته ۸ تا ۱۱ میلی متر و گستره بالهای باز ۱۴ تا ۱۷ میلی متر می باشد . ماده ها حدود ۱۰۰ عدد تخم می گذارند و لاروها با تارهایی که می تنند روی مواد غذایی را می پوشانند پس از کامل شدن در پيله شفیره می شوند . دوره زندگی بسته به درجه حرارت و نوع تغذیه و فصل حدود ۶ - ۲ طول می کشد در کشورهای معتدله بیشتر دیده می شود.

عوامل کنترل بیولوژیک: *Braconhebetor*, *Bacillusthuringiensis*, *granulosis virus* و

کنه *Blattisociustarsalis* می باشند.

ردیابی آفت با استفاده از تله های چسبنده و فرمون امکان پذیر است.



شب پره مدیترانه ای آرد: *Ephestia kuehniella* (Lep.: Pyralidae)

نام انگلیسی: *Mediterranean flour moth , mill moth*

این شب پره آفت غلات، و آرد بوده و بیشتر در مناطق گرمسیر رایج است. رعایت بهداشت اهمیت زیادی دارد هر مقدار از محصول قبلی در انبار می تواند منجر به انفجار آلودگی شود. گاهی آفت به میوه های خشک نیز حمله می کند. لاروهای این آفت از آرد و مواد نشاسته ای و همچنین از میوه های خشک تغذیه می کنند. خسارت لاروها روی آرد آنها غیرقابل مصرف می ساند. لارو تارهای نازکی می تنند و در صورت حمله شدید تمام سطح مواد غذایی از این تارها پوشیده می شود.

حشره کامل شب پره ای با بال های باز ۲۰ تا ۲۵ میلی متر بوده، قطعات دهانی سیفونی مکنده و خرطوم و پالپ های لب پایین بزرگ می باشد. پاها بلند و خاردار و بدن باریک و بدون کر ؛ است. بال های رویی طویل و باریک و به رنگ خاکستری تیره تا خاکستری کم رنگ است. روی بال های جلو دو نوار کم رنگ و لکه های تیره کوچک نیز دیده می شود. بال های زیری به رنگ سفید خاکستری بوده و کناره خارجی بال ها دارای ریشک هایی می باشد. لارو کامل به طول تقریباً ۱۶ میلی متر و رنگ عمومی آن سفید مایل به صورتی کمرنگ است سر و پشت سینه اول و پاهای سینه ای قهوه ای مایل بزرگ می باشد. روی هر یک از حلقه های شکم صفحات کوچک سیاه رنگ دارای یک مو طویل دیده می شود. لارو علاوه بر سه جفت پای سینه ای دارای ۵ جفت پای شکمی نیز می باشد.

حشرات ماده به طور متوسط ۲۰۰ تا ۳۰۰ عدد تخم بر روی مواد آردی می گذارد. رشد جنینی حدود ۵ تا ۱۵ روز طول کشیده پس از آن لاروهای جوان که در حدود یک میلی متر طول دارند، ظاهر شده و از مواد آردی تغذیه کرده و برای حفاظت خود یک پيله ابریشمی بدور خود تنیده در داخل آن پنهان می شوند. لاروها پس از تکامل خود در داخل پيله ای که بوجود آورده اند، به

شفیره تبدیل می شوند. دوره شفیرگی متغیر و برحسب دمای محیط یک تا دو هفته می باشد. دوره تکاملی از تخم تا حشره کامل آفت ۲ تا ۲/۵ ماه است.

ردیابی و کشف حشرات بالغ از طریق تله های نوری و یا فرمونی قرار داده شده در انبارها، آسیاب ها و مراکز فروش امکان پذیر است. شناسایی از طریق اندام تناسلی حشرات نر صورت می گیرد. در مراکز تولید آرد حشرات بالغ در حال استراحت روی دیوارها به خصوص بخش های گرمتر به کرات قابل مشاهده هستند. لارو و شفیره های آفت نیز از طریق بازرسی های بصری در شیارها و شکاف های دوار و سقف، گوشه های دیوار و مکان های تاریک قابل مشاهده است و شفیره ها که بیشتر همراه توده ای از تارهای ابریشمی محاصره شده اند، در محل هایی همانند لاروها دیده می شوند.

پیشگیری از آلودگی: مهمترین روش مدیریت افتتیشگیری از آلودگی است که رعایت بهداشت و تمیز نمودن انبار اصلی تر راه است. پوشاندن هر گونه شیار و منفذ در دیوارهای انبار و حذف ضایعات حائز اهمیت است.

گازدهی با متیل بروماید توصیه شده است.

اشعه دهی: اشعه دهی با اشعه گاما به عنوان جایگزین آفت کش ها مورد استفاده قرار می گیرد. اشعه دهی با دز کم در مواد غذایی امکان پذیر است.



شپشه دندانه دار (*Oryzaephilus surinamensis* (Col.: Silvanidae)

نام انگلیسی: Saw-toothed grain beetle

آفت به غلات، محصولات غله ای، ادویه ها، خشکبار و میوه های خشک حمله

می کند.

حشره کامل سوسک کشیده و باریکی است به طول ۲/۵ تا ۳/۵ میلی متر و رنگ قهوه ای سیر است. سر حشره کوچک تر از قفس سینه و در قسمت جلو باریک ولی قاعده آن پهن تر می باشد و دو لبه آن در ناحیه چشم به سمت بالا برگشته است. شاخکها گریزی، یازده بندی (سه بند آخر بزرگتر از سایرین) و طول آنها از طول نصف بدن حشره کمتر است. پشت قفس سینه در هر طرف شش دندانه دارد که دندانه اولی و آخری از سایر دندانه ها بزرگتر است. بالپوش ها باریک و تمام شکم را می پوشانند و روی آنها خطوط نقطه ای به صورت موازی دیده می شود. کناره های بالایی و بیرونی بالپوش ها برآمده است. سر و سینه و بالپوش ها پوشیده از مقدار زیادی موهای ریز به رنگ زرد طلایی است. ران ها قوی و پنجه ها ۵ مفصلی و مفصل آخر طویل تر از سایرین می باشد و پاها نیز نقطه دار و پوشیده از موهای ریز است. تخم این حشره استوانه ای کشیده و سفید رنگ و براق است. لارو زرد رنگ و سر آن به رنگ زرد قهوه ای و پاها نیز زرد رنگ می باشد و روی هر کدام از حلقه های پشت سینه و شکم دو لکه قهوه ای رنگ وجود دارد. طول لارو کامل به ۲/۵ تا ۳ میلی متر می رسد و حلقه آخری شکم باریک و نو ؛ تیز است.

حشره ماده در شرایط مناسب تقریباً ۵ روز بعد از ظهور شروع به تخم گذاری می کند ولی در شرایط نامناسب زمان شروع تخمگذاری ممکن است تا ۹ ماه به تاخیر افتد. عمر حشره کامل بطور متوسط ۱۰ تا ۱۲ ماه است و ممکن است تا دو سال نیز برسد. حشره ماده در مدت دو ماه در حرارت ۳۰ تا ۳۲ درجه سانتی گراد می تواند بطور متوسط تا ۳۷۵ تخم بگذارد و در صورتی که درجه حرارت پایین باشد دوره تخم گذاری ممکن است تا یک سال طول بکشد. تخم ها بطور

معمول در داخل مواد غذایی گذاشته می شود. تخم ها در درجه حرارت ۲۷ تا ۳۰ درجه بعد از ۴ تا ۵ روز تفریخ می شوند. دوره رشد لاروی برحسب درجه حرارت محیط بسیار متفاوت است و از ۱۲ روز تا ۳ ماه ممکن است بطول انجامد. لارو این حشره علاوه بر تغذیه از محصولات انباری گیاهی، رژیم غذایی گوشتخواری نیز دارد و شدیداً به لاروهای پروانه آرد، شب پره هندی و شپشه آرد و همچنین لارو سایر حشرات موجود در محیط حمله کرده و از آنها تغذیه می نماید. لاروها پس از دو تا سه هفته در محفظه های کوچکی که از بهم چسبیدن مواد غذایی بوجود آمده است و یا در شکاف در و دیوار انبار تبدیل به شفیره می شوند. طول دوره شفیرگی یک هفته تا ۱۰ روز است و سپس حشرات کامل ظاهر می شوند. دوران تکاملی این حشره نسبتاً کوتاه است. دوره زندگی این حشره از تخم تا حشره بالغ در حرارت ۳۰ تا ۳۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۷۰ تا ۹۰ درصد ۲۰ روز و در حرارت ۲۰ درجه سانتیگراد در رطوبت نسبی ۶۰ درصد ۸۰ روز طول می کشد و در صورتی که درجه حرارت محیط کمتر از ۱۷/۵ باشد دوره تکامل آن طولانی و چنانچه از ۴۰ درجه سانتیگراد تجاوز نماید، حشره قادر به تولید مثل نیست. این حشره ۶-۴ نسل در سال تولید می نماید و به این ترتیب می تواند خسارت زیادی به مواد غذایی انبار شده وارد کند. موادی که مورد حمله این آفت قرار می گیرد در درجه اول دانه ها و آرد غلات است ولی خشکبار (میوه خشک، گردو، بادام و کشمش) نیز از حمله این آفت مصون نمی ماند. در ایران این آفت از مهمترین آفات خشکبار محسوب می شود و علاوه بر تغذیه از دانه های شکسته و خسارت ثانویه، قادر به تغذیه از غلات سالم نیز می باشد. تغذیه حشره کامل و لاروهای آن از دانه های سالم مخصوصاً اگر مرطوب باشد امکان پذیر است. این آفت از فرآورده های حیوانی بخصوص گوشت نیز تغذیه می کند.

ردیابی کشف آلودگی طی بررسی های بصری قابل کشف است. استفاده از سوندهای خاص برای نمونه برداری توصیه می شود.

اقدامات بهداشتی: رعایت بهداشت محیط انبار شامل تمیز نمودن آن بین هر بار خالی و پر شدن توصیه می شود.

مبارزه فیزیکی: حذف حشرات بالغ و لاروها با استفاده از الک در دانه های ریز از جمله غلات کارایی دارد. استفاده از گردهای بی اثر مانند خاکستر و رس به غلات نیز تعداد آفت را کاهش می دهد.

کنترل اتمسفر: در صورت وجود ساختمان و محفظه هایی با شرایط مناسب، اتمسفر دارای مقادیر و حجم اند ؛ اکسیژن و غنی شده با دی اکسید کربن می تواند برای مبارزه با آفات انباری کاربرد داشته باشد.

فریز نمودن و حرارت دهی: در صورت وجود امکانات، فریز نمودن برای چند ساعت و گرمادهی برای ۲۴ ساعت موثر است.



شپشه آرد (*Tribolium castaneum*) (Col:Tenebrionidae)

نام انگلیسی: *Red flour beetle*

آفت روی غلات خوراکی انباری، آرد، بیسکوئیت، خشکبار و غیره ایجاد خسارت می کند. این حشره از آفات ثانویه مهم انباری است.

طول این حشره بین ۳/۵ تا حداکثر ۴ میلی متر است. در شاخک آفت سه مفصل آخری دارای رشد زیادتری نسبت به سایر مفاصل بوده و تقریباً بیک اندازه اند ولی طول هریک از آنها بزرگتر از طول هریک از ۸ مفصل بقیه است. قطعه زیر پیشانی رشد کمی داشته و از حدود چشم ها تجاوز نمی کند و از این رو عرض آن از عرض سر حشره بیشتر نیست.

فاصله بین دو چشم در کمتر از ۲ برابر طول چشم ها است. صفحه پشت سینه در وسط آن و یا در نیمه پایین است. این شپشه دارای بالهای زیری بوده و دارای قدرت پرواز است و این پرواز در فواصل کوتاه است.

تخم آفت به صورت بیضی کشیده بطول ۰/۵ تا ۰/۷ میلیمتر است. رنگ تخمها در ابتدا سفید شفاف و چون سطح خارجی آن لزج است پس از قرار داده شدن در آرد مقداری آرد به آن می چسبد. لاروها پس از خروج از تخم باریک و کشیده و دارای سه جفت پای سینه ای می باشند رنگ آنها در ابتدا سفید مایل به زرد و سپس برنگ زرد صورتی در می آید. رنگ سر و قطعات دهان و پشت سینه لاروها برنگ قهوه ای روشن است. بدن لارو بدون مو و فقط در کناره حلقه های بدن کر ؛ دار است. نهمین و آخرین حلقه بدن دارای یک جفت استتاله خار مانند است و برنگ قهوه ای تیره می باشد. لارو کامل دارای یک جفت شاخک چهار مفصلی است و در روی مفصل انتهایی یک مو بطول همین مفصل وجود دارد. لاروها پس از رشد کامل طولشان به ۶ تا ۷ میلیمتر میرسد و در این موقع در روی سطح آرد آمده و به سفیره تبدیل می شوند. حلقه های شکم سفیره از یک غلاف سخت زرد رنگ پوشیده شده است و در قسمت پشت کر ؛ های کوتاه و پراکنده روی آنها

دیده می شود. همچنین حلقه های شکم از کنار به دو برآمدگی نو ؛ تیز که دارای ۳ تا ۴ کر ؛ دراز است ختم می شود. آخرین حلقه شکمی شفیره نیز دارای دو زائده میباشد که نو ؛ تیز و قهوه ای رنگ است.

آفت زمستان را در مناطق سرد بصورت حشره کامل می گذرانند ولی در مناطق معتدل و گرم تمام سال را بدون وقفه تولید مثل می کنند منتهی دوره های نسلی در ماههای زمستان طولانی تر است. عمر حشرات کامل طولانی و بطور متوسط یک سال است ولی ممکن است عمر آنها به ۳ تا ۴ سال هم برسد. حشره ماده در دوره زندگی خود بطور متوسط ۳۰۰ تا ۴۰۰ عدد تخم و یا بیشتر می گذارد. تخم ها بطور انفرادی و روزانه به تعداد ۲ تا ۱۸ عدد در داخل آرد گذارده می شوند. تخم ها به ماده چسبناکی آغشته است و در نتیجه مقداری آرد به آنها می چسبد و بزرگتر جلوه می کند. این تخم ها اغلب به جدار ظروف و یا کیسه آرد چسبیده موجب انتقال و انتشار آفت می گردد. تخم ها برحسب درجه حرارت و رطوبت محیط ۳ تا ۶ و بطور متوسط ۸ روز بعد تفریخ می شود. لاروهایی سفید رنگی که از تخم خارج می شوند بلافاصله شروع به تغذیه می کنند. دوره رشدی لارو بسته به درجه حرارت تغییر می کند و در حرارت ۳۰ درجه ۱۳ تا ۱۴ روز و در حرارت های پایین تر تا ۴ ماه ممکن است بطول می انجامد.

لاروها خیلی فعال و متحر ؛ بوده و درون محموله آرد تونل هایی حفر می کنند و در این بین ۶ تا حداکثر ۱۲ بار پوست اندازی می نمایند و سپس در سطح آرد به شفیره تبدیل می شوند. دوره شفیرگی ۶ تا ۸ روز بوده سپس حشرات کامل ظاهر می شوند. مقاومت حشرات کامل در مقابل شرایط نامساعد بسیار زیاد است به طوری که حشرات کامل ۲۵ تا ۴۰ روز می توانند بدون غذا زندگی کنند. حرارت و رطوبت در دوران رشد این آفات اهمیت ویژه ای دارد. این حشرات در حرارت های پایین تر از ۱۲ درجه قادر به جفت گیری نبوده ولی اگر قبلاً هم جفت گیری کرده باشند در حرارت های کمتر از ۱۵ درجه نمی توانند تخم ریزی کنند. حرارت بالاتر از جمله ۳۵

درجه سانتیگراد رشد را متوقف می کند اپتیمم درجه حرارت برای رشد ۲۸ تا ۳۰ درجه سانتیگراد است.

عامل رطوبت در تغییر زمان دوره های تکاملی شپشه های آرد اهمیتش کمتر از عامل حرارت می باشد. البته قدرت فعالیت و تکثیر این آفت در آردهای کاملاً خشک خیلی پایین می آید. تعداد نسل این دو آفت در سال نیز نسبت به حرارت محیط های مختلف تغییر می کند. در آب و هوای معتدل و گرم تا ۹ نسل میتوانند بوجود آورند. ولی در آب و هوای معتدل و سرد تعداد نسل کمتر است. این دو آفت در آب و هوای کرج ۳ تا ۴ نسل در سال دارند. با اینکه این دو شپشه از مهمترین آفات آرد و مواد نشاسته ای محسوب می شوند با اینحال از آرد، بلغور، سبوس و دانه های بادام زمینی، کرچک، کنجد، کتان، کاکایو، بذور مختلف و میوه های خشک نیز تغذیه می کنند.

برای مدیریت آفت و با توجه به این که حشره کامل و سایر مراحل رشدی این آفات نسبت به سرما و گرما حساسیت دارند و در زمستان و در حرارت های زیر صفر می توان در و پنجره انبار آلوده را چند روز باز گذاشت و در روزهای بسیار گرم تابستان نیز همین عمل را می توان انجام داد تا انبار آلودگی زدایی شود. مبارزه شیمیایی با ضد عفونی انبار قبل و بعد از انبار کردن مواد غذایی توصیه می شود.

ردیابی آفت با استفاده از تله های حاوی فرمون حشره امکان پذیر است. تله های گودالی نیز

این منظور استفاده شده است.



سوسک میوه خوار (*Carpophilus hemipterus* Col.: Nititulidae)

نام انگلیسی: *Driedfruit beetle*

این آفت در طبیعت روی میوه های در حال فاسد شدن دیده می شود ولی محل تجمع آن در انبار های مواد غذایی روی میوه های خشک مانند انجیر، زردآلو، آلو، گوجه، کشمش، خرما، مغز پسته، فندق، گردو، بادام و غیره است. این آفت از پرتقال و لیموی در حال خراب شدن نیز تغذیه می کند. این آفت به طور غیر مستقیم باعث فساد و گندیدگی بعضی میوه ها مانند انجیر و انار می شوند زیرا حشره ضمن نفوذ به داخل میوه قارچ ها را به درون میوه منتقل کرده و باعث خرابی آن می شود. به طور کلی این آفت یکی از آفات مهم میوه های خشک به شمار می آید. همچنین این آفت به نان، شیرینی، بیسکویت و دیگر مواد نشاسته ای خسارت وارد می سازد.

حشره کامل به طول ۳ میلی متر، به رنگ قهوه ای براق، بالپوش ها کوتاه و انتهای شکم لخت است. روی هر یک از بالپوش ها دو لکه زرد روشن وجود دارد که یکی در قاعده و دیگری در انتها ی بالپوش قرار دارد. لارو دارای بدن کشیده، سه جفت پای سینه ای و به رنگ سفید مایل به زرد است. طول لارو پس از رشد کامل به ۶ میلی متر می رسد.

حشره ماده تخم های خود را در سطح و یا در داخل میوه قرار می دهد. هر حشره ماده بین ۱۰۰ - ۲۰۰ تخم می گذارد و تخم ها بعد از ۲ - ۳ روز باز شده و لاروهای جوان ظاهر می گردند. دوره رشد لاروی ۲ - ۳ هفته و دوره شفیرگی در حدود ۲ هفته طول می کشد. دوره زندگی این حشره در شرایط مساعد ۵ هفته بیشتر طول نمی کشد ولی در شرایط نامساعد این مدت ممکن است به چندین ماه افزایش پیدا کند.

