دانشکده کشاورزی
گروه گیاه‌پزشکی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد

بررسی کاربرد ازن در کنترل آفت انباری شب‌پره هندی

Plodia interpunctella Hübner
(Lepidoptera: Pyralidae)

انسیه کیوانلو

شهریور ۱۳۹۱

دانشکده کشاورزی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد

بررسی کاربرد ازن در کنترل آفت انباری شب‌پره هندی

Plodia interpunctella Hübner
(Lepidoptera: Pyralidae)

انسیه کیوانلو

استاد راهنما

دکتر حسین صادقی نامقی

استادان مشاور

دکتر محمد حسین حداد خداپرست

مهندس سعید هاتفی

شهریور ۱۳۹۱

چکیده

در حال حاضر یکی از روش‌های متداول در مبارزه با آفات انبـاری اسـتفاده از سـموم گـازی نظیـر متیل بروماید و فسفین است. ممنوعیت استفاده از متیل بروماید، مقاومـت برخـی از حشـرات بـه سـموم گازی موجود و تمایل مصرف‌کننده‌هـا بـه مصـرف غـذای سـالم و فاقـد باقیمانـده سـم باعـث شـده کـه پژوهش‌های زیادی روی تکنولوژی‌های جدید و جایگزینی روش‌های کنترل آفـات انبـاری انجـام شـود. از جمله روش‌های جدید استفاده از ازن می‌باشد. در تحقیق حاضر تاثیر ازن گـازی و ازن محلـول در آب بـر مرگ و میر مراحل نابالغ شب‌پره هندی، *Plodia interpunctella* Hubner، شامل تخم ۱ روزه، لاروهـای ۵، ۱۲ و ۱۷ روزه و شفیره با ۴ غلظت (۰، ۲، ۳ و ۵ پی‌پی‌ام) و چهار زمـان (۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقـه) در ۶ تکرار بررسی شد. نتایج نشان داد در هـر دو تیمـار ازن گـازی و محلـول در آب، در همـه‌ی مراحـل زیستی مورد آزمایش با افزایش غلظت و زمان، مرگ و میر افزایش یافت. چنانکه بیشترین درصد مـرگ و میر در غلظت ۵ پی‌پی‌ام و زمان ۱۲۰ دقیقه حاصل شد. در تیمار ازن گازی، میـزان تلفـات در بـالاتـرین غلظت مورد آزمایش (۵ پی‌پی‌ام) و بیشترین مدت زمان در معرض ازن (۱۲۰ دقیقه) در مرحله تخم، لارو ۵، ۱۲ و ۱۷ روزه و شفیره شب‌پره هندی به ترتیب ۵۶/۶۶، ۹۰، ۹۵، ۸۵ و ۸۰ درصـد بـود. همچنـین در تیمار محلول در آب نیز در مرحله تخم، لارو ۵، ۱۲ و ۱۷ روزه و شفیره شب‌پره هندی به ترتیـب ۵۶/۶۶، ۸۸/۳۳، ۸۵، ۸۵ و ۸۱/۶۶ درصد بود. نتایج نشان داد که ازن مـی‌توانـد جـایگزین مناسـبی بـرای سـموم شیمیایی در کنترل شب‌پره هندی در انبارهای آلوده باشد.

کلیدواژه‌ها: ازن گازی، ازن محلول در آب، شب‌پره هندی

فهرست مطالب

عنوان | شماره صفحه

فصل اول: مقدمه ۱

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- اهداف پژوهش ۶

فصل دوم: بررسی منابع ۹

۲-۱- اهمیت خشکبار ۹

۲-۲- خسارت آفات انباری. ۱۱

۲-۳- معرفی شب‌پره هندی، *Plodia interpunctella* ۱۲

۲-۳-۱- ویژگی‌های ظاهری ۱۲

۲-۳-۲- چرخه زندگی و زیست‌شناسی ۱۳

۲-۳-۳- اهمیت اقتصادی ۱۶

۲-۴- پیشینه تحقیق در رابطه با شب‌پره هندی، *Plodia interpunctella* ۱۷

۲-۴-۱- بررسی مطالعات خارجی ۱۷

۲-۴-۲- بررسی مطالعات داخلی ۲۳

۲-۵- کاربرد ازن در کنترل آفات انباری ۲۹

۲-۵-۱- معرفی ازن ۲۹

۲-۵-۲- تاریخچه استفاده از ازن ۳۰

۲-۵-۳- مشخصات و خواص فیزیکو شیمیایی ازن ۳۱

۲-۵-۴- مکانیسم اثر ازن بر میکروارگانیسم‌ها ۳۲

۲-۵-۵- مزایای استفاده از ازن ۳۳

۲-۵-۶- معایب استفاده از ازن ۳۵

۲-۵-۷- پیشگیری از خطرات احتمالی گاز ازن ۳۵
۲-۵-۸- تحقیقات انجام شده جهت بررسی اثرات کشندگی ازن بر آفات انباری ۳۶
۲-۵-۹- اثر ازن بر ترکیبات شیمیایی و کیفیت محصول ۴۱
فصل سوم: مواد و روش‌ها ۴۳
۳-۱- پرورش شب‌پره هندی ۴۳
۳-۲- تولید ازن ۴۶
۳-۲-۱- تولید ازن گازی ۴۶
۳-۲-۲- تولید ازن محلول در آب ۴۷
۳-۳- آزمایش‌های زیست سنجی ازن‌دهی ۴۹
۳-۳-۱- ازن‌دهی به صورت گاز ۴۹
۳-۳-۱- ازن‌دهی به صورت محلول در آب ۵۰
۳-۳-۱- تجزیه و تحلیل داده‌ها ۵۲
فصل چهارم: نتایج و بحث ۵۳
۴-۱- نتایج اثر گاز ازن بر مرگ و میر مراحل زیستی نابالغ شب‌پره هندی ۵۳
۴-۲- نتایج اثر ازن محلول در آب بر مرگ و میر مراحل مختلف زیستی شب‌پره هندی ۶۱
۴-۳- بررسی اثر ازن در حالت گاز و محلول در آب بر مرگ و میر مراحل مختلف نابالغ زیستی شب‌پره هندی ۷۰
فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۷۳
منابع ۷۵
پیوست ۱: فهرست اسامی لاتین ۸۷

فهرست شکل‌ها

عنوان شکل | شماره صفحه

شکل ۲-۱- حشره کامل شب‌پره هندی با بال باز (سمت چپ) و بال بسته (سمت راست) ۱۳

شکل ۲-۲- شبکه‌ای از تارهای ابریشمی تولید شده توسط لاروهای شب‌پره هندی ۱۷

شکل ۲-۳- تبدیل اکسیژن به ازن ۳۱

شکل ۳-۱- ظرف استفاده شده برای پرورش شب‌پره هندی..... ۴۵

شکل ۳-۲- غذای مصنوعی بر اساس سایت و همکاران (۱۹۹۷) برای پرورش شب‌پره هندی..... ۴۵

شکل ۳-۳- قیف‌های تخم‌گیری (بالا) و تخم‌های شب‌پره هندی بر روی صفحه‌ی گرافی (پایین) ۴۶

شکل ۳-۴- دستگاه سنجش ازن در حالت محلول در آب (سمت چپ) و دستگاه سنجش ازن در حالت گازی (سمت راست) ۴۸

شکل ۳-۵- چیدمان دستگاه ازن و تولید آب ازن‌دار ۴۸

شکل ۳-۶- نمای کلی از سیستم ازن‌دهی..... ۵۰

شکل ۳-۷- ظروف مورد استفاده جهت ازن‌دهی لارو و شفیره ۵۰

شکل ۳-۸- ظروف مورد استفاده جهت ازن‌دهی تخم ۵۱

شکل ۳-۹- قرارگیری سبد محتوی ظروف در دستگاه ازن‌دهی..... ۵۱

شکل ۳-۱۰- ظروف ضد زنگ مورد استفاده در دستگاه ازن‌دهی در حالت محلول در آب ۵۱

شکل ۴-۱- اثر متقابل افزایش غلظت × زمان در معرض ازن بر مرگ و میر تخم ۵۶

شکل ۴-۲- درصد مرگ و میر تخم در تیمارهای مختلف غلظت و زمان ۵۶

شکل ۴-۳- اثر متقابل افزایش غلظت × زمان در معرض ازن بر مرگ و میر لارو ۵ روزه..... ۵۷

شکل ۴-۴- درصد مرگ و میر لارو ۵ روزه در تیمارهای مختلف غلظت و زمان ۵۷

شکل ۴-۵- اثر متقابل افزایش غلظت × زمان در معرض ازن بر مرگ و میر لارو ۱۲ روزه..... ۵۸

شکل ۴-۶- درصد مرگ و میر لارو ۱۲ روزه در تیمارهای مختلف غلظت و زمان ۵۸
شکل ۴-۷- اثر متقابل افزایش غلظت × زمان در معرض ازن بر مرگ و میر لارو ۱۷ روزه..... ۵۹
شکل ۴-۸- درصد مرگ و میر لارو ۱۷ روزه در تیمارهای مختلف غلظت و زمان..... ۵۹
شکل ۴-۹- اثر متقابل افزایش غلظت × زمان در معرض ازن بر مرگ و میر شفیره..... ۶۰
شکل ۴-۱۰- درصد مرگ و میر شفیره در تیمارهای مختلف غلظت و زمان..... ۶۰
شکل ۴-۱۱- درصد مرگ و میر لارو ۱۲ روزه شب‌پره هندی در غلظت‌های مختلف ازن.....۶۵
شکل ۴-۱۲- درصد مرگ و میر لارو ۱۲ روزه شب‌پره هندی در زمان‌های مختلف در معرض ازن. ۶۵
شکل ۴-۱۳- درصد مرگ و میر لارو ۱۷ روزه شب‌پره هندی در غلظت‌های مختلف ازن.....۶۶
شکل ۴-۱۴- درصد مرگ و میر لارو ۱۷ روزه شب‌پره هندی در زمان‌های مختلف در معرض ازن. ۶۶
شکل ۴-۱۵- اثر متقابل افزایش غلظت × زمان در معرض ازن بر مرگ و میر تخم ۶۷
شکل ۴-۱۶- درصد مرگ و میر تخم در تیمارهای مختلف غلظت و زمان.....۶۷
شکل ۴-۱۷- اثر متقابل افزایش غلظت × زمان در معرض ازن بر مرگ و میر لاور ۵ روزه.....۶۸
شکل ۴-۱۸- درصد مرگ و میر لارو ۵ روزه تیمارهای مختلف غلظت و زمان ۶۸
شکل ۴-۱۹- اثر متقابل افزایش غلظت × زمان در معرض ازن بر مرگ و میر شفیره شب‌پره هندی ۶۹
شکل ۴-۲۰- درصد مرگ و میر شفیره تیمارهای مختلف غلظت و زمان.....۶۹

فهرست جدول‌ها

عنوان شماره صفحه

جدول ۱-۱- تعدادی از تحقیقات انجام شده در ارتباط با تاثیر ازن بر مرگ و میر برخی از آفات انباری.. ۷

جدول ۲-۱- مقایسه ارزش تغذیه‌ای انواع آجیل در ۱۰۰ گرم..... ۱۰

جدول ۲-۲- دز موثر پرتو گاما برای بال‌پولکداران ۲۶

جدول ۲-۳- رابطه حلالیت گاز ازن و دما..... ۳۲

جدول ۴-۱- خلاصه نتایج تجزیه واریانس تاثیر غلظت و زمان در معرض گاز ازن و اثر متقابل غلظت × زمان در معرض ازن بر درصد مرگ و میر مراحل نابالغ شب‌پره هندی..... ۵۴

جدول ۴-۲- میانگین (± خطای معیار) درصد مرگ و میر شب‌پره هندی در تیمارهای مختلف غلظت و زمان ۵۵

جدول ۴-۳- خلاصه نتایج تجزیه واریانس تاثیر غلظت و زمان در معرض ازن محلول در آب و اثر متقابل غلظت × زمان در معرض ازن بر درصد مرگ و میر مراحل نابالغ شب‌پره هندی.....۶۲

جدول ۴-۴- میانگین (± خطای معیار) درصد مرگ و میر شب‌پره هندی در تیمارهای مختلف غلظت و زمان ۶۳

جدول ۴-۵- میانگین (± خطای معیار) درصد مرگ و میر لارو ۱۲ و ۱۷ روزه شب‌پره هندی در اثر ساده غلظت‌ها و زمان‌های مختلف در معرض ازن.....۶۴

فهرست علائم و اختصارات

علامت	معادل انگلیسی	معادل فارسی
µg/ml	microgram/milliliter	میکروگرم بر میلی‌لیتر
° C	degree Celsius	درجه سانتی‌گراد
CO_2	Carbon dioxide	دی‌اکسید کربن
H_2O_2	Hydrogen peroxide	هیدروژن پراکسید یا آب اکسیژنه
LT	lethal time	زمان کشندگی
MAC	maximum admitted concentration	بیشترین غلظت ایمن
mg kg^{-1}	milligram/kilogram	میلی‌گرم بر کیلوگرم
mg/l	milligram/liter	میلی‌گرم بر لیتر
mg O_3/m^3	milligram ozone/cube meter	میلی‌گرم ازن بر متر مکعب
N_2	nitrogen	نیتروژن
O_2	oxygen	اکسیژن
O_3	ozone	ازن
OSHA	U.S. Department of labor occupational safety and health agency	اداره ایمنی وبهداشت شغلی امریکا
pH	Potentia hydrogenii	اسیدیته
ppm	part per million	قسمت در میلیون
RH	relative humidity	رطوبت نسبی
UV	ultra violet radiation	اشعه ماوراء بنفش

فصل اول: مقدمه

۱-۱- مقدمه

طبق آمار سازمان ملل متحد، جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ بیش از ۷۰ درصد افزایش خواهد یافت. یکی از عواقب افزودن جمعیت مشکل سوءتغذیه به خصوص در کشورهای در حال توسعه است (کوچکی و بنایان اول، ۱۳۷۳؛ بنایی و همکاران، ۱۳۷۴). از سال ۱۹۳۱ تا کنون مقدار غذای سرانه نه تنها افزایش نیافته، بلکه کاهش هم یافته است. ذخایر خواروبار جهان که در گذشته معادل ۸۰ روز آذوقه بود، اینک فقط به ۳۰ روز کاهش یافته است. در دنیایی که حدود یک میلیارد گرسنه وجود دارد، سالانه بیش از ۵۰۰ میلیون تن غلات در اثر خسارت آفات و بیماری‌های گیاهی از بین می‌رود (سراج، ۱۳۸۷).

خسارت آفات انباری در کشورهایی که تکنولوژی پیشرفته انبارداری ندارند بین ۱۰ تا ۴۰ درصد محصول می باشد (شایا و همکاران، ۱۹۹۷). در ایران هر ساله به طور متوسط ۱۰ تا ۲۰ درصد محصولات کشاورزی در انبارها به وسیله آفات و سایر عوامل زیان‌آور از بین می‌روند (باقری‌زنوز، ۱۳۶۵). در بعضی از مناطق روستایی ایران، به علت وجود انبارهای سنتی، خسارت ناشی از آفات انباری گاهی تا ۸۰ درصد برآورد شده است (مدرس نجف‌آبادی، ۱۳۸۱ الف).

امروزه توسعه صادرات غیر نفتی یک ضرورت به شمار می‌آید چرا که نه تنها اتکا به درآمدهای نفتی و اقتصاد تک محصولی را کاهش، بلکه سبب افزایش درآمدهای ارزی می‌گردد. تجربه گذشته ایران در زمینه نوسان در درآمدهای ارزی ایجاب می‌کند که سیاست‌گذاری‌هایی در زمینه افزایش صادرات غیر نفتی و بویژه صادرات محصولات کشاورزی انجام پذیرد. به عنوان مثال صادرات محصولاتی مانند پسته،

خرما، کشمش، زعفران و گیاهان دارویی از مواردی است که ارزآوری قابل ملاحظه‌ای در بین فعالیت‌های اقتصادی دارد. در حال حاضر پسته به عنوان یکی از مهمترین محصولات صادراتی بخش کشاورزی، رتبه اول را در میان دیگر کالاهای این بخش به خود اختصاص داده است. اما متاسفانه خسارت آفات؛ مخصوصاً در انبارها صادرات این محصول را محدود نموده است.

شب‌پره خشکبار[۱]، شب‌پره هندی[۲]، شب‌پره خرنوب[۳]، شب‌پره روغنی[۴]، سوسک میوه‌خوار[۵] و شپشه دندانه‌دار[۶] از جمله حشرات آفت پسته در انبارها می‌باشند. اگر شرایط زندگی برای این آفات مساعد باشد، تکثیر پیدا می‌کنند و زیان‌های کمی و کیفی قابل توجهی به بار می‌آورند (باقری‌زنوز، ۱۳۸۶). در این بین، شب‌پره هندی از آفات مهم محصولات انباری، به ویژه انواع خشکبار در مناطق مختلف جهان به ویژه مناطق حاره‌ای آسیا، آفریقا، اروپا و آمریکا است (موهانداس و همکاران، ۲۰۰۷). لارو این آفت از اغلب مواد غذایی که دارای منشا گیاهی هستند تغذیه می‌کند (باقری‌زنوز، ۱۳۸۶). خسارتی که لاروهای این آفت به محصولات وارد می‌کنند نه تنها به دلیل کاهش کمی است بلکه به واسطه تنیدن تار، سبب کاهش کیفیت و همچنین کاهش بازار پسندی محصول می‌گردد که این موضوع در ارتباط با محصولات صادراتی اهمیت بیشتری دارد.

برای مبارزه با آفات انباری از روش‌های متعددی استفاده می‌شود که از این میان، روش‌هایی انتخاب می‌گردند که علاوه بر کنترل موثر آفات، از جنبه‌های اقتصادی توجیه‌پذیر بوده و سبب آلودگی محیط زیست نگردند. در مدیریت آفات انباری، با توجه به شرایط و امکانات، می‌توان از روش‌ها و امکانات زیر به صورت تلفیقی یا مستقل سود برد. در زیر به مهمترین آنها اشاره می‌شود:

- رعایت اصول بهداشت
- استفاده از دماهای پایین مانند انجماد یا فریز کردن و بهره‌گیری از سردخانه و تهویه‌ی محصول

---

۱. *Ephestia* (=*Cadra*) *cautella* Walk. (Lep.: Pyralidae)

۲. *Plodia interpunctella* Hubner (Lep.: Pyralidae)

۳. *Apomyelois* (=*Myelois*=*Spectrobates*=*Entomyelois*) *ceratoniae* Z. (Lep.: Pyralidae)

۴. *Aglossa pinguinalis* L. (Lep.: Pyralidae)

۵. *Carpophilus hemipterus* L. (Col.: Nitidulidae)

۶. *Oryzaephilus surinamensis* L. (Col.: Cucujidae)

- کنترل رطوبت محصول براساس استانداردهای علمی
- استفاده از دمای بالا
- برقراری جریان هوای گرم یا سرد به منظور تعدیل دمای محصول
- به کارگیری ترکیبات شیمیایی محافظ یا ایمن‌ساز، مانند آفت‌کش‌های محافظ یا بازدارنده‌ی آفت
- استفاده از گازهای اتمسفر مانند دی‌اکسید کربن و نیتروژن در انبارهای ویژه
- استفاده از پرتوهای مواد رادیواکتیو (پرتوهای گاما)، امواج صوتی و تشعشات فرابنفش و غیره
- استفاده از فرمون‌ها و آنالوگ‌های آنها
- به کارگیری تنظیم‌کننده‌های رشد حشرات[۱] و آنالوگ‌های آنها
- استفاده از آفت‌کش‌های گازی براساس استانداردهای مصوب (باقری‌زنوز، ۱۳۸۶)

از آنجا که شب‌پره هندی یک آفت انباری مهم در ایران (باقری‌زنوز، ۱۳۸۶) و جهان بوده (موهانداس و همکاران، ۲۰۰۷) و هرساله پس از برداشت محصول خسارت‌های زیادی به فرآورده‌های انباری، به ویژه در محل نگهداری و ذخیره آنها وارد آورده و موجب زیان می‌شود، از گذشته به این آفت به عنوان یک آفت انباری خسارت‌زا توجه شده و بررسی‌های گوناگونی در زمینه زیست‌شناسی، راه‌های گوناگون مبارزه با آن و سایر زمینه‌های مربوط به این آفت صورت گرفته است.

از دیرباز برای حفظ فرآورده‌های کشاورزی از حمله آفت در انبارها حشره‌کش‌های شیمیایی موثرترین و کارآمدترین ابزار بوده و استفاده از آنها در مبارزه با آفات انباری سابقه بسیار طولانی دارد. به لحاظ تاریخی، برای مدت‌های طولانی سموم معدنی در مبارزه با آفات انباری از جایگاه خاصی برخوردار بودند و سپس سموم کلره وارد بازار شده و در زمان کوتاهی گسترش یافتند. مدت مدیدی‌ست که تولید و مصرف اکثر سموم کلره به دلیل پایداری و تبدیل شدن به ترکیبات خطرناک، منسوخ شده است. در سال ۱۹۴۱ ترکیبات فسفره به عنوان حشره‌کش معرفی شدند (سرایلو، ۱۳۷۶). در سال‌های اخیر برخی

۱. Insect Growth Regulators (IGRs)

حشره‌کش‌های فسفره آلی و کاربامات که مخصوص استفاده پس از برداشت بودند، از بـازار حـذف شـده و برخی دیگر در معرض حذف شدن می‌باشند. به علاوه، نژادهایی از شب‌پره هندی نسبت به سموم فسـفره آلی از جمله مالاتیون و چند حشره‌کش فسفره آلی مقاومت پیدا کرده‌اند (عطیه، ۱۹۷۷؛ سامر و همکاران، ۱۹۸۸؛ زتلر و همکاران، ۱۹۸۹).

برای حفظ کمیت و کیفیت غلات انبار شده، کاهش انبوهی جمعیت حشرات انباری ضروری است، برای نیل به این هدف معمولاً از مواد تدخینی استفاده می‌کنند. در واقع تدخین یک روش مهم مدیریت آفـات انباری از جمله شب‌پره هندی می‌باشد که قادر است همه مراحل زیستی این آفت را در دانه‌های غلات در انبارها کنترل کند (موهانداس و همکاران، ۲۰۰۷). ولی تعداد مواد تدخینی ثبت شده محدود است و تنها تعداد اندکی از آنها قابل قبول هستند. در سال‌های اخیر تعداد مواد تدخینی موجود برای استفاده کـاهش یافته است. سموم شیمیایی گازی مورد استفاده، اثرات جبران ناپذیری بر انسان و محـیط زیسـت دارنـد. استفاده از متیل بروماید به دلیل خاصیت سرطان‌زایی و همچنین مخرب بودن آن بـرای لایـه ازن بسـیار محدود شده است. کاربرد این ترکیب طی یک توافق بین‌المللی، در اغلب کشـورهای توسـعه یافتـه کنـار گذاشته شده است (موهانداس و همکـاران، ۲۰۰۷) در سـال ۲۰۰۵ مصـرف آن در کشـورهای در حـال توسعه به ۲۰ درصد کاهش یافت و تا سال ۲۰۱۵ طبـق پیمـان مـونترال ممنـوع خواهـد شـد (کیلـز و همکاران، ۲۰۰۱؛ باقری‌زنوز، ۱۳۸۶). تدخین با فسفین، به دلیل ارزانی، کـاربرد آسـان و قابلیـت اسـتفاده برای محصولات انباری مختلف یکی از رایج‌ترین ترکیبـات شـیمیایی مـورد اسـتفاده بـرای کنتـرل آفـات محصولات انباری در انبارهای غلات است (بونجور و همکاران، ۲۰۱۱). بـا ایـن حـال، برخـی از نـژادهـای شب‌پره هندی سطوح پایینی از مقاومت به فسفین را نشان داده‌اند (زتلر، ۱۹۸۲؛ زتلر و همکـاران، ۱۹۸۹؛ چودری، ۱۹۹۷). بروز مقاومت به فسفین در شب‌پره هندی، باعث کاهش کارائی این سم شده اسـت (زی و ایسمان، ۱۹۹۲؛ لی و همکاران، ۲۰۰۱؛ شجاع‌الدینی و همکـاران، ۲۰۰۸). امـا اثـر ایـن سـطوح پـایین مقاومت بر عدم موفقیت کنترل، ناشناخته است (موهانداس و همکـاران، ۲۰۰۷). همچنـین بررسـی‌هـای آزمایشـگاهی حـاکی از آنسـت کـه مقاومـت شـب‌پـره هنـدی نسـبت بـه حشـره‌کـش میکروبـی

Bacillus thuringiensis Berliner (Bacillaceae) افـزایش یافتـه اسـت (جانسـون و همکـاران، ۱۹۹۰؛ ون‌ری و همکاران، ۱۹۹۰؛ هیریرو و همکاران، ۲۰۰۱).

نگرانی از مشکلات محیط زیست و همچنین مقاومت برخی از حشرات به سموم گـازی موجـود، تمایـل مصرف‌کننده‌ها به مصرف غذای سالم و فاقد باقی‌مانده سم و ... انگیـزه‌ای قـوی بـرای محققـان بـوده کـه تحقیق و پژوهش در مورد روش‌های غیر شیمیایی جایگزین کنترل آفات انباری را با دقت بیشتری دنبـال نمایند. مطالعات متعددی، روش‌های کنترل تلفیقی یا جایگزین مواد تدخینی را حمایت کرده‌اند. از جمله این روش‌ها استفاده از بسته‌بندی مواد انباری تحت شرایط خلاء، بسـته بنـدی بـا اتمسـفر تغییریافتـه[۱] و ازن‌دهی می‌باشد.

ازن[۲] یک اکسیدکننده قوی با نیمه عمر کوتاه (حدود ۳۰ دقیقه) است. امتیاز ویـژه ازن ایـن اسـت کـه پس از عمل اکسیدکنندگی و یا ضدعفونی‌کنندگی، بقایایی بـر جـا نمـی‌گـذارد و بـه سـرعت تجزیـه، بـه اکسیژن تبدیل و به طبیعت برمی‌گردد. استفاده از ازن در تمیز کردن، حذف بو و طعم، ضدعفونی خطوط بسته‌بندی و آب، کنترل حشرات، از بین بردن ویروس‌ها، باکتری‌ها و قارچ‌ها و ... مـی‌باشـد. ایـن گـاز بـه دلیل اینکه باقی‌مانده‌های سرطان‌زا تولید نمی‌کند، نسبت به گازهای دیگر ایمن‌تر اسـت و علـت آن ایـن است که؛ خاصیت واکنش‌پذیری و قدرت اکسیدکنندگی آن بالا است. به علاوه در میـزان کـم‌تـر و زمـان اندک موثر است. با توجه به این خواص به نظر می‌رسد ازن یک جایگزین منطقـی بـرای متیـل‌بروماید و فسفین در انبارها باشد. نتایج تحقیقات کاربرد ازن در کنترل آفات نشان داده‌اند که این ماده می‌توانـد بـه عنوان یک ماده تدخینی در محصولات انبـاری مـورد اسـتفاده قـرار گیـرد. جـدول ۱-۱ تعـدادی از ایـن تحقیقات را نشان می‌دهد.

۱. Modified Atmosphere Packaging

۲. ozone

۱-۲- اهداف پژوهش

آلوده بودن به آفات، از مشکلات اساسی محصولات انباری به ویژه انواع خشکبار بوده و از آن جایی که خشکبار سالیانه به میزان قابل توجهی در داخل کشور مصرف و یا به خارج صادر می‌شود، بررسی روش‌های ایمن کنترل شب‌پره هندی می‌تواند در جلوگیری از خسارت و کاهش کیفیت محصول توسط این آفت نقش مهمی داشته باشد. اهداف این پژوهش عبارت‌اند از:

- ارزیابی تاثیر ازن گازی و محلول در آب روی تخم، ۳ سن لاروی و شفیره شب‌پره هندی
- تعیین دز موثر و زمان مناسب ازن‌دهی
- بررسی امکان کاربرد ازن به عنوان جایگزینی برای حشره‌کش‌های شیمیایی متداول مورد استفاده در انبارها و گسترش آن جهت کنترل آفات انباری

جدول ۱-۱- تعدادی از تحقیقات انجام شده در ارتباط با تاثیر ازن بر مرگ و میر برخی از آفات انباری

منبع غذایی	حشرات	میزان مرگ و میر (٪)	شرایط	منبع
گندم	شپشه قرمز آرد	۱۰۰	۴۵ پی‌پی‌ام در ۶/۵ روز	اردمن (۱۹۸۰)
	شپشه گیج آرد	۱۰۰		
ذرت	شپشه قرمز آرد	۹۱/۲	۲۵ پی‌پی‌ام در ۳ روز	کیلز و همکاران (۲۰۰۱)
	شپشه ذرت	۹۹/۹		
	شب‌پره هندی	۷۷		
محصولات انباری	شپشه قرمز آرد	۵۰٪ مرگ و میر در ۱۱/۳۹-۲۰/۱۰ ساعت		سوسا و همکاران (۲۰۰۸)
		۹۵٪ مرگ و میر در ۲۲/۱۷-۳۷/۹ ساعت		
	سوسک کشیش	۵۰٪ مرگ و میر در ۹/۲۲-۱۲/۱۹ ساعت	۵۰ پی‌پی‌ام در ۳۰°C و RH ۷۰٪	
		۹۵٪ مرگ و میر در ۲۱/۸۵-۳۵/۱۷ ساعت		
	شپشه دندانه‌دار	۵۰٪ مرگ و میر در ۶/۱-۹/۶۶ ساعت		
		۹۵٪ مرگ و میر در ۱۱/۰۳-۱۸/۷۲ ساعت		
ذرت	شپشه قرمز آرد	۵۰٪ مرگ و میر در ۷۱/۴ ساعت در ۲۰°C	۵۰ پی‌پی‌ام	پری‌یرا و همکاران (۲۰۰۸)
		۹۵٪ مرگ و میر در ۱۵۱/۸ ساعت در ۲۰°C		
گندم	شپشه قرمز آرد	۱۰۰٪ مرگ و میر در ۴ روز در ۵۰ یا ۷۰ پی‌پی‌ام	۰، ۲۵، ۵۰ و ۷۰ پی‌پی‌ام	بونجور و همکاران (۲۰۱۱)
	شب‌پره هندی	۶۰٪ مرگ و میر در ۴ روز در ۲۵، ۵۰ و ۷۰ پی‌پی‌ام		

فصل دوم: بررسی منابع

گرچه شب‌پره هندی در غلات نیز یافت می‌شود، ولی معمولاً آفت کلیدی این محصولات محسوب نمی‌گردد. بیشترین خسارت اقتصادی این آفت روی انواع خشکبار می‌باشد (موهانداس و همکاران، ۲۰۰۷). لذا در این بخش تنها به اهمیت خشکبار، و از بین این محصولات به پسته، به دلیل ارزش صادراتی بالای این محصول، اشاره می‌گردد.

۲-۱- اهمیت خشکبار

خشکبار شامل انواع کشمش‌ها، قیسی، انجیر، خرما، پسته، مغز گردو، بادام درختی، بادام زمینی، فندوق و ... می‌باشد که منابع مهمی از پروتئین، ویتامین و مواد معدنی لازم برای سلامت انسان را دارا می‌باشند. انواع خشکبار منبع چربی‌های اشباع نشده‌اند که برای پایین آوردن کلسترول و کاستن از خطر بیماری‌های قلبی مفید هستند. اگر خشکبار به گونه‌ای منطقی به عنوان جزئی از برنامه غذایی متعادل گنجانیده شود بیش از هر غذای دیگر مانع افزایش وزن بدن خواهند شد. خشکبار ۲ برابر حبوبات پروتئین دارد و منبع خوبی از ویتامین و مواد معدنی است.

در بین انواع خشکبار؛ پسته از جایگاه خاصی برخوردار است و بیشترین سهم را در صادرات خشکبار کشور به خود اختصاص داده است. بر اساس آخرین اطلاعات سازمان خوار و بار و کشاورزی جهانی[۱] در سال ۲۰۱۰، ایران به تنهایی ۶۰ تا ۶۵ درصد میزان سطح زیر کشت جهانی این محصول را به خود

۱. Food and Agriculture Organization (FAO)

اختصاص داده است. بنابراین ضروری است برای حفظ موقعیت اولین تولیدکننده پسته جهان، میزان عملکرد محصول در واحد سطح افزایش یابد. این محصول هم اینک در ۲۲ استان کشور کشت می‌شود که استان کرمان از لحاظ سطح زیرکشت و میزان تولید، رتبه اول را به خود اختصاص داده است و استان‌های یزد و خراسان رضوی به ترتیب در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند. مهمترین کشورهای تولید کننده پسته عبارتند از: ایران با تولید ۴۴۶۶۴۷ تن (۲۵۱۴۶۷ هکتار سطح زیر کشت)، آمریکا با تولید ۲۱۳۰۰۰ تن (۵۱۷۰۰ هکتار سطح زیر کشت)، ترکیه و سوریه به ترتیب با ۱۲۸۰۰۰ تن (۴۲۳۱۰ هکتار سطح زیر کشت) و ۵۷۵۰۰ تن (۳۷۶۵۰ هکتار سطح زیر کشت) در رده‌های سوم و چهارم قرار دارند (فائو، ۲۰۱۲/۰۳/۰۶).

در واقع پسته گرانترین آجیل و البته با ارزش غذایی فراوان است. ارزش غذایی آن نسبت به سایر آجیل‌ها بیشتر بوده و در مقایسه با مواد پروتئینی همانند گوشت، شیر، تخم‌مرغ، حبوبات، سبزی‌ها، میوه‌های خشک و تر و لبنیات بیشترین میزان آهن قابل جذب بدن را دارا می‌باشد (صداقت، ۱۳۸۳). جدول ۲-۱ ارزش تغذیه‌ای مهمترین آجیل‌ها را در ۱۰۰ گرم نشان می‌دهد.

جدول ۲-۱- مقایسه ارزش تغذیه‌ای انواع آجیل در ۱۰۰ گرم (صداقت، ۱۳۸۳)

نوع	پروتئین (گرم)	کالری	چربی (گرم)	درصد اسیدهای چرب اشباع	درصد اسیدهای چرب غیر اشباع منو	درصد اسیدهای چرب غیر اشباع پلی	ویتامین E (میلی‌گرم)	آهن (میلی‌گرم)	فیبر (گرم)	کلسیم (میلی‌گرم)
بادام	۲۰	۵۸۹	۴۹/۸	۹/۹	۶۸/۱	۲۲	۲۴/۷	۴/۲	۲/۷	۲۵۰
بادام خاکی	۲۵/۸	۵۶۷	۴۶/۸	۱۴/۵	۵۲/۲	۳۳/۳	۷/۱	۴	۴/۹	۹۲
پسته	۲۰/۶	۵۷۷	۴۶/۱	۱۳/۲	۷۰/۹	۱۵/۹	۷/۱	۶/۸	۱/۹	۱۴۰
گردو	۱۴/۳	۶۴۲	۵۳/۹	۶/۷	۲۳/۶	۶۹/۷	۲/۵	۲/۴	۴/۸	۹۴

متاسفانه علی‌رغم تلاش تولیدکنندگان و صادرکنندگان پسته کشور باید اذعان کرد که در حال حاضر صادرات این محصول از مشکلاتی نظیر بالا بودن قیمت، ضعف رعایت نکات فنی و بهداشتی در حین فرآوری، نگهداری و حمل و نقل، نامناسب بودن بسته‌بندی و فقدان یک برنامه مشخص تبلیغاتی برای معرفی این محصول رنج می‌برد (صداقت، ۱۳۸۳). به کارگیری روش‌های نوین و مناسب در زمینه فرآوری این محصول با ارزش و دستیابی به کیفیت مطلوب، افزایش صادرات و درآمد ارزی کشور را به دنبال خواهد داشت. وجود رقبای خارجی و حساسیت کشورهای مصرف‌کننده پسته به کیفیت، وضعیت ظاهری و بهداشت پسته ایجاب می‌کند که کمال دقت در تولید محصولی با کیفیت نهایی بهتر انجام شود. با توجه به سرمایه‌گذاری هنگفت رقبا در صنعت پسته، چنانچه کشور ما در این راستا قدم‌های جدی برندارد و از دیدگاه علمی به این محصول پرارزش نگاه نکند، پیش‌بینی می‌شود که در آینده‌ای نه چندان دور پسته ایران جایگاه خود را در بازارهای جهانی از دست بدهد (کاشانی‌نژاد، ۱۳۸۲). در این راستا بهینه سازی مراحل نگهداری و انبار پسته بسیار حائز اهمیت است.

۲-۲- خسارت آفات انباری

در میان آفات انباری؛ حشرات به ویژه گونه‌های متعلق به ۲ راسته سخت‌بال‌پوشان و بالپولکداران، از مهم‌ترین دشمنان مواد غذایی انباری به شمار می‌آیند. این حشرات در شرایط اکولوژیک بهینه با زادآوری سریع و تولید نسل‌های پی‌درپی قادرند در اندک زمانی در انبارها، زیان‌های هنگفت به وجود آورند.

خانواده پیرالیده[۱] یکی از مهم‌ترین خانواده‌های راسته بال‌پولکداران می‌باشد که حدود ۲۰ هزار گونه را دربرمی‌گیرد. این خانواده بر اساس انشعاب‌های رگبال‌ها به چندین زیر خانواده تقسیم شده، که مهمترین آنها زیر خانواده Phycitinae است که در آن گونه‌های بسیار مهمی از نظر نگهداری محصولات انباری یافت می‌شود. بیشتر این گونه‌ها به جنس‌های *Ephestia*، *Plodia* و *Myelois* تعلق دارند که در شرایط

۱. Pyralidae

مناسب انباری می‌توانند به آرد، سبوس، انواع خشکبار، غلات و مواد غذایی گوناگون زیان‌های سنگینی وارد کنند (باقری‌زنوز، ۱۳۸۶).

۲-۳- معرفی شب‌پره هندی[۱] *Plodia interpunctella* Hubner

شب‌پره هندی در رده‌بندی حشرات به راسته Lepidoptera، زیرراسته Ditrysia، بالا خانواده Pyraloidea، خانواده Pyralidae و زیرخانواده Phycitinae تعلق دارد.

جنس مونوتیپ[۲] *Plodia*، آفتی با دامنه میزبانی وسیع و همه‌جایی[۳] است که تقریباً در تمام نقاط جهان به جز نواحی قطب جنوب انتشار دارد، و از آفات بسیار مهم انواع خشکبار می‌باشد (موهانداس و همکاران، ۲۰۰۷).

۲-۳-۱- ویژگی‌های ظاهری

حشره‌ی کامل، شب‌پره‌ای است به طول ۸ میلی‌متر و عرض بدن با بال‌های باز ۲۰-۱۶ میلی‌متر می‌باشد. در حدود یک سوم قاعده‌ی بال‌های جلویی به رنگ خاکستری روشن و دو سوم بقیه در سمت انتهایی[۴]، به رنگ قهوه‌ای مایل به قرمز است (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۸۵؛ باقری‌زنوز، ۱۳۸۶). در هنگام استراحت، بال‌ها در اطراف بدن قرار گرفته و قسمت فوقانی آن، به صورت لکه خاکستری رنگ به نظر می‌رسد (بهداد، ۱۳۸۱؛ اسماعیلی و همکاران، ۱۳۸۵). بال‌های عقبی رنگ خاکستری روشن یکنواخت و مایل به زرد دارند. در حاشیه‌ی بال‌ها ریشک‌های ظریف نسبتاً کوتاه و منظم وجود دارد. بر روی سر انبوهی از فلس دیده می‌شود، که مانند منقاری به سمت جلوی بدن کشیده شده‌اند (شکل ۲-۱) (باقری‌زنوز، ۱۳۸۶).

---

۱. Indian meal moth

۲ . Monotypic genus

۳. Cosmopolite

۴. Apical