

بررسی آثار شبه هرمون جوانی پایی پروکسیفن روی شب پره هندی *Plodia interpunctella* (Huebner) و شب پره آرد *Anagasta kuehniella* (Zeller)

وحید حسینی نوه‌احمدآبادیان^۱ و ابراهیم باقری زنوز^۲
۱، ۲، دانشجوی دکتری و استاد گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
تاریخ پذیرش مقاله ۸۰/۳/۳۰

خلاصه

شبه هرمون‌های جوانی با تقلید اعمال فیزیولوژیک هرمون جوانی می‌توانند از رشد حشرات زیان‌آور در مواد غذایی جلوگیری کنند. بدین منظور در آزمایشگاه اثر یکی از این ترکیبات، پایی پروکسیفن، روی شب پره هندی و شب پره آرد بررسی گردید. با افزودن پایی پروکسیفن به ماده غذایی، لاروهای سن آخر تحت تاثیر قرار گرفته و سفیره شدن طبیعی آنها مختل گردید، به طوری که دوران لاروی آنها که همراه با تنیدن نار روی ماده غذایی بود طولانی گردید. آزمایشها نشان داد که با افزایش غلظت شبه هرمون جوانی در غذای مصنوعی، طول عمر و درصد خروج حشرات کامل، میزان تخم‌ریزی و درصد تفریح تخم کاهش و طول دوره رشد و وزن حشرات کامل افزایش می‌یابد. به کار بردن غلظت‌های بیش از ۰/۸ پی‌پی‌ام^۱ در شب پره هندی و ۰/۴ پی‌پی‌ام در شب پره آرد از ظهور حشرات به طور کامل جلوگیری کرد. غلظت بازدارنده از خروج ۵۰ درصد حشرات کامل در شب پره هندی و شب پره آرد به ترتیب برابر با ۰/۱۷ و ۰/۰۳ پی‌پی‌ام محاسبه گردید. بدین ترتیب مشخص شد که شب پره آرد نسبت به شب پره هندی حساسیت بیشتری (۵/۵ برابر) به پایی پروکسیفن موجود در غذای مصنوعی دارد. کاربرد غلظت‌های مشخصی از این ترکیب در غذای مصنوعی باعث ناهنجاریهایی در بالها، پاها و شاخک‌های برخی از حشرات کامل گردید. در بعضی از غلظت‌ها ایجاد لاروهای ماندگار و فرم‌های حد واسط لارو - سفیره از دیگر تاثیرات شبه هرمون جوانی بود. به دلیل اثرات پایی پروکسیفن بر فرآیند دگردیسی و نیز ممانعت از خروج حشرات کامل، می‌توان آن را برای کنترل اینگونه آفات انباری به کار برد.

واژه‌های کلیدی: شبه هرمون جوانی، پایی پروکسیفن، دگردیسی، شب پره هندی، شب پره آرد.

۱. Part per million (ppm)

مقدمه

چیز خوار می‌باشد و همواره از مواد دارای منشأ گیاهی تغذیه می‌کند. شب پره آرد نیز همانند شب پره هندی یک آفت، همه جایی است که به بسیاری از غلات به ویژه محصولات آرد خسارت سنگینی وارد می‌سازد (۳، ۱۰). روش‌های گوناگونی جهت کنترل این گونه آفات در انبار یا آزمایشگاه مورد بررسی قرار گرفته است. بهداشت انبارها، کنترل زراعی، دماهای مختلف، امواج کوتاه الکترومغناطیسی، پرتوهای گاما، روش‌های بیولوژیک، اختلال فرمونی و کنترل شیمیایی از جمله این

طبق گزارش سازمان‌های علمی و پژوهشی، حشرات زیان‌آور انباری هر سال مقدار قابل توجهی (۱۰ تا ۱۵ درصد کل تولید دانه‌های انباری) از محصولات غذایی را در جهان به ویژه در کشورهای در حال توسعه از بین می‌برند. این آفات با زیان‌های کمتی، کیفی و بهداشتی به محصولات انباری، منجر به خسارت‌های سنگینی در این گونه فرآورده‌ها می‌شوند (۱). یکی از مهمترین آنها شب پره هندی است. لارو این شب پره همه

مکاتبه کننده: ابراهیم باقری زنوز

حشره کامل و بروز فرم‌های حد واسط بین لارو و شفیره می‌گردد (۷، ۸، ۱۳، ۱۶، ۱۷، ۱۸).

کاربرد موضعی فنوکسی کرب و پابری پروکسیفن روی تخم‌های شب پره هندی برای چند ثانیه از تکامل رشد جنینی، تفریح تخم و یا رشد اولیه لاروی بر اساس زمان و غلظت مورد استفاده جلوگیری می‌کند (۱۹). ویک (۱۹۸۵) نشان داد که درصد خروج حشرات کامل *Ephestia cautella* (Walker) در طول دو سال آزمایش بادام زمینی تیمار شده با متوپرین به میزان ۹۰ درصد کاهش می‌یابد. همچنین نیکل (نقل از ۱۱) دریافت که متوپرین و هیدروپرین از ظهور حشرات کامل جلوگیری می‌کند و حشرات کاملی که از بادام زمینی تیمار شده خارج شدند از زادآوری کمتری برخوردار می‌باشند. به کار بردن هیدروپرین روی بید برنج (*Corcyra cephalonica* (Stnt.)) میزان تخم‌ریزی و تفریح تخم را کاهش داد (۴). مطالعات بعدی مشخص ساخت که تیمار موضعی به میزان یک تا ۱۰۰ میکروگرم هیدروپرین به لارو و شفیره دگرذیسی، رشد و تمایز غده‌های لب پایین، معده و گنادها را مانع می‌شود و یا تخریب می‌کند. این شبه هرمون اگر در ابتدای سن لاروی بکار برده شود، تخمدانهای حشرات کامل را دچار تغییر می‌کند. تیمار شفیره‌های ۱ و ۳ روزه اختلاف شدیدی در شکل تخمدان در سطح سلولی ایجاد می‌کند (۶).

در این تحقیق اثرات یکی از شبه هرمون‌های جوانی با نام عمومی پابری پروکسیفن روی دو گونه آفت انباری شب پره هندی و شب پره آرد و امکان استفاده از این ترکیب جهت کنترل این آفات، در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

شب پره هندی از پسته‌های آلوده به این آفت از رفسنجان جمع‌آوری گردید. برای پرورش این حشره از یک ترکیب غذایی شامل ۸۰۰ گرم سبوس گندم، ۱۶۰ گرم مخمر آبجو خشک، ۲۰۰ میلی‌لیتر گلیسرول و ۲۰۰ میلی‌لیتر عسل در شرایط دمایی 26 ± 1 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی $62/5 \pm 2/5$ درصد و دوره نوری ۱۳ ساعت روشنایی به ۱۱ ساعت تاریکی پرورش داده شد. شبه هرمون جوانی مورد استفاده ترکیبی از مشتقات فنوکسی

روش‌ها می‌باشند. برخی از این راهکارها برای جلوگیری از استقرار و توسعه آفت می‌باشد. در کنترل شیمیایی استفاده از مواد تدخینی مانند متیل بروماید و استفاده از حشره‌کش‌های آلی فسفره از معمول‌ترین روشها می‌باشند، اما استفاده از این ترکیبات مشکلاتی را در زمینه‌های آلودگی محیط زیست، باقیمانده سموم و توسعه مقاومت در نژادهایی از حشرات به وجود آورده است. از این رو کوشش‌های وسیعی در جهت استفاده از ترکیبات موثرتر و با مطلوبیت زیست محیطی بیشتر به عمل آمده است (۹). گروهی از این ترکیبات تنظیم کننده‌های رشد حشرات^۱ می‌باشند که سمیت آنها برای پستانداران ناچیز بوده و بسیار تخصصی عمل می‌کنند. به طور کلی مهم‌ترین اثر این ترکیبات ایجاد اختلال در رشد، دگرذیسی و اعمال متابولیک می‌باشد. این ترکیبات را می‌توان همانند دیگر حشره‌کش‌ها در کنترل آفات به کار برد. در بین این ترکیبات شبه هرمونهای جوانی بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند و اثرات قابل توجهی روی بسیاری از بالپولکداران و سخت بالپوشان زیان‌آور انباری نشان می‌دهند. ویلیامز (۱۹۵۶) نخستین کسی بود که نقش ترکیبات شبه هرمون جوانی را در کنترل آفات نشان داد. وی این ترکیبات را که روی متابولیسم حشرات اثر می‌کنند و روی رشد و نمو آنها موثرند، آفت‌کش‌های نسل سوم نامید (۱۱، ۱۳). این ترکیبات اکنون به نام تنظیم کننده‌های رشد حشرات شناخته شده‌اند (۵، ۱۲). شبه هرمون‌های جوانی در حقیقت همانند هرمون جوانی در بدن حشره عمل می‌کنند و اگر به میزان کافی و در دوره مناسبی از رشد به کار برده شوند منجر به تغییرات شدید مرفولوژیک و فیزیولوژیک و یا مرگ حشره می‌گردند (۲، ۱۱، ۱۵). معمول‌ترین روش به کار بردن تنظیم کننده‌های رشد روی حشرات زیان‌آور محصولات انباری از راه غذا و گوارش آن می‌باشد. بدیهی است که اگر حشره به هنگام تغذیه، از غذای آغشته به این ترکیبات بخورد، علاوه بر تغذیه، از راه تماس و عمل تدخین نیز در معرض پیوسته ترکیب قرار می‌گیرد (۱۱، ۱۷). به کار بردن تنظیم کننده‌های رشد حشرات به این صورت، منجر به اختلال در دگرذیسی، کاهش خروج حشرات کامل، ایجاد ناهنجاری در اندام‌های شفیره و

ترکیب (g) ۰/۶۵ NaCl، (g) ۰/۲۵ KCl و (g) ۰/۰۳ CaCl₂ با حجم کل محلول ۱۰۰ میلی‌لیتر از آب مقطر تهیه می‌گردد. جهت بررسی امکان تبدیل لاروهای ماندگار شب پره هندی به شفیره و حشره کامل ۹۰ روز پس از شروع آزمایش، لاروهای ماندگار در غلظت‌های ۵، ۱۰ و ۲۰ پی‌پی‌ام به محیط غذایی عاری از شبه هورمون جوانی انتقال یافتند و از لحاظ درصد خروج حشرات کامل وزن و طول عمر حشرات کامل، تعداد تخم گذاشته شده و درصد تفریح تخم مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای تخمین غلظت‌های بازدارنده از خروج ۵۰ درصد حشرات کامل^۴، با توجه به نتایج به دست آمده از آزمایش‌های قبل و استفاده از روابط زیر هفت غلظت انتخاب گردید و در شب پره هندی و شب پره آرد به ترتیب در طول ۹۰ و ۱۲۰ روز پس از آلوده‌سازی اولیه تعداد حشرات کامل طبیعی و غیر طبیعی شمارش گردید.

$$Cx = \text{Antilog} (\log (C1) - (X-1)a)$$

$$a = \frac{\log(C1) - \log(C7)}{n-1}$$

در این فرمول‌ها C1 غلظت بالا، C7 غلظت پایین، X مرتبه غلظت و n تعداد غلظت می‌باشد.

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزارهای Mstatc، Statgraphic plus و Excel و برای تخمین غلظت بازدارنده از خروج ۵۰ درصد حشرات کامل و تجزیه پروبیت از نرم‌افزارهای Probit و Polo-Pc استفاده گردید.

نتایج و بحث

شبه هورمون جوانی پایی پروکسیفن در غلظت‌های مختلف بر میزان تنیدن تار ابریشمی لاروهای سن آخر شب پره هندی تاثیر می‌گذارد و از این لحاظ اختلاف معنی‌داری ($P < 0.01$) بین غلظت‌ها مشاهده می‌گردد، به طوری که با افزایش غلظت پایی پروکسیفن، میزان تار ابریشمی افزایش می‌یابد. بیشترین میزان تار تنیدن در غلظت‌های ۰/۴، ۰/۸ و یک پی‌پی‌ام با میانگین ارزش عددی پنج و کمترین آن در غلظت‌های صفر با میانگین ارزش عددی صفر و یک مشاهده می‌گردد (جدول ۱).

پیریدین^۱ با نام عمومی پایی پروکسیفن و نام تجاری آدمیرال^۲ بود. در تمامی آزمایش‌ها این ترکیب نخست به میزان معینی در استون حل و سپس با غذای مصنوعی مخلوط می‌گشت. هر واحد آزمایشی یک ظرف کوچک در دار پلاستیکی به قطر ۹ و بلندی ۵ سانتی‌متر بود. برای بررسی اثر پایی پروکسیفن بر میزان تنیدن تار ابریشمی توسط لاروهای سن آخر شب پره هندی، در طول ۲۲ تا ۳۰ روز پس از آلوده‌سازی اولیه (شروع تغذیه لاروهای یکروزه)، میزان تار ابریشمی در غلظت‌های مختلف شبه هورمون جوانی ارزیابی و به آنها ارزش عددی صفر تا پنج داده شد. در ارزش عددی صفر هیچ تار ابریشمی مشاهده نگردید و در ارزش عددی پنج چندین لایه تار ابریشمی به صورت شبکه‌ای تور مانند ایجاد شده بود. جهت تعیین اثرات شبه هورمون جوانی در غلظت‌های مختلف روی شب پره هندی و شب پره آرد غلظت‌های بین ۰/۰۲ تا ۲۰ پی‌پی‌ام همراه با دو شاهد یکی بدون استون و دیگری با استون (در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار) انتخاب گردید. در هر واحد آزمایشی ۳۰ گرم ماده غذایی تیمار شده و ۲۰ عدد لارو یکروزه قرار داده شد. آزمایش‌ها در شرایط محیطی مشابه شرایط پرورش انجام گرفت. در این آزمایش‌ها درصد خروج حشرات کامل، طول دوره رشد از لارو یکروزه تا خروج حشره کامل، وزن حشرات کامل، طول عمر حشرات کامل، میزان تخم‌ریزی و درصد تفریح تخم مورد بررسی قرار گرفتند. حشرات کاملی که ظاهراً هیچگونه صفات غیر طبیعی ظاهری نداشتند به عنوان حشرات سالم و آنهایی که دچار ناهنجاریهای مرفولوژیک در بالها، پاها و شاخکها بودند به عنوان حشرات غیر طبیعی ثبت گردیدند. تخمدان حشرات کامل یکروزه در محلول رینگر حشرات^۳ مورد بررسی قرار گرفت و تغییرات احتمالی شکل تخمدانها با استفاده از بینوکولار به طور دقیق مشخص گردید. در این بررسی شکل تخمدانها با استفاده از لوله ترسیم در ابعاد دقیق رسم گردید و طول لوله‌های تخم، تغییر شکل سلول‌های تخم در لوله‌های تخم و تعداد لوله‌های تخم در تخمدانها مورد مقایسه قرار گرفت. محلول رینگر حشرات از

1 . Phenoxypridine

2 . Admiral

3 . Insect - ringer solution

4 . Inhibitory concentration of 50% (IC₅₀)

جدول ۱- اثر غلظت شبه هرمون جوانی بر میزان تنیدن تار ابریشمی

غلظت (پی پی ام)	میانگین ارزش عددی
۰*	h***
۰**	g
۰/۰۲	۱/۳۳±۰/۱۷gf
۰/۰۴	۱/۶۷±۰/۳۳f
۰/۰۸	۲/۶۷±۰/۰۸e
۰/۱	۳/۷۵±۰/۲۵c
۰/۲	۴/۴۲±۰/۲۲b
۰/۴	۵a
۰/۸	۵a
۱	۵a
۵	۴±۰/۱۴bc
۱۰	۳/۰۸±۰/۰۸de
۲۰	۳/۲±۰/۱۷d

* شاهد بدون استون ** شاهد با استون

*** میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ ندارند.

اثرات شبه هرمون جوانی پاپیری پروکسیفن روی شب پره هندی و شب پره آرد در جداول ۲، ۳ و ۴ آورده شده است. بر اساس این نتایج با افزایش غلظت پاپیری پروکسیفن، درصد خروج حشرات سالم کاهش می‌یابد. در شب پره هندی و شب پره آرد کمترین درصد خروج حشرات سالم به ترتیب در غلظت‌های ۰/۸ و ۰/۴ پی پی ام مشاهده گردید. در غلظت‌های بالاتر هیچ حشره کاملی ظاهر نشد و به طور کامل از خروج حشرات ممانعت به عمل آمد. این مقدار در *Ephestia cautell* (Walker) برابر با ۰/۱ پی پی ام بدست آمده است (۱۶). در غلظت‌های ۰/۰۴ تا ۰/۴ پی پی ام در شب پره هندی و ۰/۰۲ تا ۰/۱ پی پی ام در شب پره آرد، علاوه بر خروج حشرات کاملی که در ظاهر هیچگونه صفات غیر طبیعی در اندام‌های آنها مشاهده نشد، درصدی نیز به صورت حشرات غیر طبیعی ظاهر شدند. در این حشرات بیشتر ناهنجاریها در بال‌ها و پاها دیده شد به طوری که این اندام‌ها پیچیده، بد شکل و کوتاه بودند. گاهی اوقات بالها و پاها چنان تغییر شکل یافته بودند که امکان خروج کامل حشره از پوسته شفیرگی وجود نداشت و حشره در نیمه خروج از پوسته شفیرگی می‌مرد. بدشکلی‌هایی نیز در شاخکها به صورت کوتاه شدن شاخک سمت چپ و یا راست (عدم تقارن آنها) دیده شد. همچنین در برخی از غلظت‌ها اندام‌های داخلی و خارجی شفیره‌های تشکیل شده تغییر شکل پیدا کرد و در پاها و شاخک‌ها ناهنجاری‌هایی مشاهده گردید. در بعضی حالات شفیره شکلی حد واسط لارو و شفیره داشت. در ابتدای شفیرگی و انتهای آخرین مرحله لاروی فرآیند دگردیسی در سلول‌های بافت‌های مختلف آغاز می‌شود. به کار بردن شبه هرمون جوانی در این مراحل بصورت‌های گوارشی، تدخینی و یا تماسی می‌تواند مانع از شروع دگردیسی در بعضی از سلول‌ها و بافتها گردد و باعث بدشکلی یا حتی مرگ حشره شود. بنابراین، کاهش درصد خروج حشرات کامل به سبب طولانی شدن دوره رشد لاروی و ایجاد لاروهای ماندگار و نیز مداخله شبه هرمون جوانی در فرآیند دگردیسی می‌باشد.

با افزایش غلظت شبه هرمون جوانی در ماده غذایی طول دوره رشد از لارو یکروزه تا خروج حشره کامل افزایش یافت. در این غلظت‌ها شبه هرمون جوانی باعث تثبیت صفات لاروی و افزایش طول این دوره گردیده است، به طوریکه در غلظت‌های ۵،

این نتایج با نتایج به دست آمده توسط پژوهشگران دیگر در این زمینه مغایر می‌باشد (۸، ۱۸). در تیمارهایی که هیچ غلظتی از شبه هرمون وجود ندارد (غلظت‌های صفر)، لاروها به طور طبیعی در ماده غذایی به رشد خود ادامه داده و ضمن تنیدن تار ابریشمی نازک درون ماده غذایی به شفیره تبدیل می‌گردند و دوره سرگردانی در آنها طبیعی و کوتاه است. اما در تیمارهای دیگر که میزان مشخصی از شبه هرمون جوانی در آنها وجود دارد، این دوره افزایش پیدا می‌کند و لاروها در طی این دوره بطور پراکنده روی و اطراف ماده غذایی تار ابریشمی می‌تنند. در غلظت‌های بیشتر از یک پی پی ام (۵، ۱۰، ۲۰ پی پی ام) دوره سرگردانی دیرتر آغاز شده و منجر به سیر نزولی در روند افزایشی میزان تار ابریشمی شده است.

جدول ۲- اثر پائیری پروکسیفن روی درصد خروج حشرات در شب پره هندی و شب پره آرد

غلظت (پی پی ام)	شب پره هندی		شب پره آرد	
	درصد خروج حشرات سالم	درصد خروج حشرات غیر طبیعی	درصد خروج حشرات سالم	درصد خروج حشرات غیر طبیعی
۰*	۹۰ ± ۲/۸۷a***	—	۸۰ ± ۲/۸۹a	—
۰**	۹۱/۶۷ ± ۱/۶۷a	—	۸۰ ± ۲/۸۹a	—
۰/۰۲	۹۰a	—	۴۱/۶۷ ± ۶/۶۷b	۶/۶۷ ± ۳/۳۳
۰/۰۴	۷۱/۶۷ ± ۶b	۸/۳۳ ± ۴/۶۴	۳۵ ± ۲/۸۹bc	۱۵ ± ۵
۰/۰۸	۷۶/۶۷ ± ۴/۴۱b	۵ ± ۲/۸۹	۲۶/۶۷ ± ۴/۴۱c	۶/۶۷ ± ۳/۳۳
۰/۱	۵۳/۳۳ ± ۳/۳۳c	۲۳/۳۳ ± ۷/۲۶	۸/۳۳ ± ۶d	۵ ± ۵
۰/۲	۲۱/۶۷ ± ۸/۸۲d	۱۶/۶۷ ± ۴/۴	۳/۳۳ ± ۳/۳۳d	—
۰/۴	۵e	۵ ± ۲/۸۹	۱/۶۷ ± ۱/۶۷d	—
۰/۸	۱/۶۷ ± ۱/۶۷e	—	—	—

* شاهد بدون استون ** شاهد با استون

*** میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ ندارند.

جدول ۳- اثر شبه هرمون جوانی پائیری پروکسیفن روی شب پره هندی

غلظت (پی پی ام)	طول دوره رشد از لارو یکروزه تا خروج حشره کامل (روز)	وزن حشرات کامل (میلی‌گرم)	طول عمر حشرات کامل (روز)	میزان تخم‌ریزی	درصد تفریح تخم
۲۳/۷ ± ۰/۲۷a	۱۱/۱۶ ± ۰/۲۷a	۹ ± ۰/۲۹a	۳۰۹/۴ ± ۶/۳۶a	۹۷/۳۵ ± ۰/۴۱a	
۲۵/۳۸ ± ۰/۶۹bc	۱۴/۷۵ ± ۰/۱۳b	۸ ± ۰/۲۹ab	۲۸۵ ± ۴/۵۱b	۸۸/۶۱ ± ۰/۹۶b	
۲۶/۳۶ ± ۰/۲۴c	۱۴/۶ ± ۰/۲۳b	۸/۶۷ ± ۰/۳ab	۱۲۲/۳۳ ± ۲/۷۳d	۱۱/۶۱ ± ۲/۳c	
۲۶/۹۹ ± ۰/۶۱c	۱۴/۷۵ ± ۰/۱۶b	۸/۱۳ ± ۰/۴۲ab	۱۰۹/۹۳ ± ۷/۹۵d	۶/۹۷ ± ۰/۶۶d	
۲۸/۹۴ ± ۰/۲۶d	۱۵/۳ ± ۰/۲۱b	۶/۹۷ ± ۰/۵۴bc	۱۸۵/۵ ± ۱۰/۴۹c	۵/۳۷ ± ۰/۹۷d	
۳۰/۶۳ ± ۰/۴۳e	۱۴/۹۸ ± ۰/۱۱b	۷/۲۵ ± ۱/۲۵bc	۶۸/۳۳ ± ۱۰/۱۷e	۷/۲۶ ± ۱/۴۶d	
۳۳/۶۱ ± ۰/۶۶f	۱۴/۷۵ ± ۱/۴۶b	۶c	—	—	
۴۱g	—	—	—	—	

* شاهد بدون استون ** شاهد با استون

*** میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ ندارند.

جدول ۴- اثر شبه هرمون جوانی پایی پروکسیفن روی شب پره آرد

غلظت (پی پی ام)	طول دوره رشد از لارو بکروزه تا خروج حشره کامل (روز)	وزن حشرات کامل (میلی گرم)	طول عمر حشرات کامل (روز)	میزان تخم ریزی	درصد تفریح تخم
۰*	۵۷/۴۸±۰/۸۱d***	۲۰/۰۹±۰/۶۱b	۱۳/۷۲±۰/۵۷a	۳۲۷±۵۱/۵۹a	۹۴/۶۵±۲/۱۸a
۰**	۵۹/۶۶±۰/۷۳d	۲۱/۴۲±۰/۳۵b	۱۱/۳۸±۰/۹۸ab	۳۲۶/۳۳±۶۷/۹۲a	۹۲/۹۱±۲/۹۱a
۰/۰۲	۷۹/۹۸±۲/۵۷c	۲۷/۳۷±۱/۲۲a	۸±۰/۲۹bc	۲۰۴/۶۷±۵/۳۶ab	۳۷/۱۸±۳/۹b
۰/۰۴	۹۰/۲±۱/۰۳b	۲۶/۹۲±۰/۶۸a	۷/۲۵±۰/۶۶c	۱۵۰/۶۷±۳۳/۴۵ab	۲۱/۹۶±۶c
۰/۰۸	۹۱/۴۹±۱/۴b	۲۷/۶۷±۰/۳a	۷/۸۷±۱/۲۷c	۸۸±۱۷b	۹/۰۳±۳/۲۳cd
۰/۱	۱۰۳/۴۲±۲/۴۲a	۲۷/۶۵a	۶cd	۱۱۸b	۰d
۰/۲	۱۰۷/۵a	—	۳d	—	—
۰/۴	۱۰۵a	—	۴d	—	—

* شاهد بدون استون ** شاهد با استون

*** میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ ندارند.

جدول ۵- برخی ویژگی‌های حشرات کامل منتج از لاروهای ماندگار انتقال یافته به محیط غذای طبیعی

غلظت (پی پی ام)	طول عمر حشرات کامل (روز)	وزن حشرات کامل (میلی گرم)	درصد خروج حشرات کامل	تعداد تخم	درصد تفریح تخم
۰*	۹±۰/۲۹a***	۱۱/۱۶±۰/۲۷b	۹۱/۶۷±۱/۶۷a	۳۰۹±۶/۳۶a	۹۷/۳۵±۰/۴۱a
۵	۵/۸۳±۰/۱۵b	۱۸/۱۷±۰/۴۴a	۸۸/۶۷±۳/۲a	۲۵۴/۹±۳/۱۸b	۸۴/۴۱±۴/۳۹a
۱۰	۵/۸۷±۰/۵۸b	۱۷/۹۸±۰/۵a	۸۵/۹۳±۴/۶۴a	۲۵۷/۸±۹/۱b	۸۶/۷۴±۷/۱a
۲۰	۵/۶۷±۰/۲۴b	۱۸/۲±۰/۴۲a	۸۹/۴۳±۳/۰۳a	۲۵۸/۶۷±۲/۳۳b	۸۶/۰۵±۵/۲a

* شاهد بدون استون ** شاهد با استون

*** میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ ندارند.

جفت‌گیری و تخم‌ریزی بطور طبیعی بوده ولی طول عمر کوتاهتر، وزن بیشتر و میزان تخم‌ریزی کمتری نسبت به حشرات کامل در شاهد داشتند (جدول ۵). غلظت‌های مختلف شبه هرمون جوانی تاثیر یکسانی بر وزن حشرات کامل خارج شده داشت و از این لحاظ اختلاف معنی‌داری نشان ندادند. به عبارت دیگر افزایش وزن حشرات کامل وابسته به میزان غلظت

۱ و ۲۰ پی پی ام در شب پره هندی درصد لاروهای ماندگار افزایش یافت و در غلظت ۲۰ پی پی ام به ۹۵ درصد رسید و تا ۹۰ روز انجام آزمایش به حشره کامل تبدیل نشدند. با انتقال این لاروها به محیط غذایی عاری از شبه هرمون جوانی، دگرذیسی در آنها آغاز و در طول ۳ تا ۴ هفته بعد، به سفیره و سپس حشره کامل تبدیل شدند. این حشرات قادر به

لوله‌های تخم، شکل لوله‌ها و سلول‌های تخم و تعداد لوله‌های تخم در دو تخمدان در غلظت‌های مختلف پایی پروکسیفن مشاهده نگردید.

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه پروبیت، غلظتی از شبه هرمون جوانی که از خروج ۵۰ درصد حشرات کامل (طبیعی و غیر طبیعی) جلوگیری می‌کند، در شب پره هندی و شب پره آرد به ترتیب برابر با ۰/۱۶۶۸ و ۰/۰۳۰۵۸ پی‌پی‌ام محاسبه گردید. با مقایسه این دو مقدار، مشخص می‌گردد که شب پره آرد به پایی پروکسیفن موجود در ماده غذایی در حدود ۵/۵ برابر حساس‌تر از شب پره هندی می‌باشد.

سپاسگزاری

از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه تهران و دانشکده کشاورزی که بودجه این طرح را تامین نموده‌اند تشکر می‌گردد.

پایی پروکسیفن نبوده است. به دلیل اینکه همبستگی معنی‌داری بین طول دوره رشد و وزن حشرات کامل وجود ندارد، به نظر می‌رسد افزایش وزنی که در این غلظت‌ها نسبت به غلظت صفر دیده می‌شود مربوط به اثر شبه هرمون جوانی روی متابولیسم و میزان تغذیه لاروها باشد. با افزایش غلظت شبه هرمون جوانی پایی پروکسیفن در ماده غذایی طول عمر حشرات کامل و میزان تخم‌ریزی و درصد تفریح تخم کاهش یافت. در شب پره هندی به طور متوسط ۵۳/۲۴ درصد از تخمها در دو روز اول، ۸۳/۱ درصد در چهار روز اول و تقریباً تمامی تخمها در شش روز اول زندگی حشره کامل گذاشته می‌شود. به همین دلیل به نظر می‌رسد که کاهش طول عمر حشرات کامل نمی‌تواند دلیلی بر کاهش تدریجی تعداد تخمهای گذاشته شده توسط هر حشره ماده، در روند افزایشی غلظت‌ها باشد. تغییر محسوسی در تخمدان حشرات ماده یکروزه از لحاظ طول

REFERENCES

مراجع مورد استفاده

۱. باقری زنوز، ا. ۱۳۷۵. تکنولوژی نگهداری محصولات غذایی. انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۲۸۸، تهران، ۳۴۱ صفحه.
2. Bengston, M. & a. C. Strange. 1994. Recent development in grain protectants for use in Australia. In Stored Product Protection: Proceedings of the 6th International Working Conference on Stored Product Protection (Edited by highly, E., Wright, E. J., Banks, H. J. & Champ, B. R.). Canberra, Australia. 751-754.
3. CAB International. 1997. Crop Protection Compendium. Module 1, Version 1.0.
4. Chakravotry, S. N. Roychoudhury & B. Mukhopadhyay. 1986. Feasibility of insect pest control through endocrine disturbance in imagines. Proceedings of a National symposium on pesticide Residues and Environmental pollution. Muzaffarnagar, India. 157-169.
5. Dales, M. J. 1994. Controlling insect pests stored products using insect growth regulators and insecticide of microbial origin. Bulletin Natural Resources Institute. No. 64.58 pp.
6. Deb, D. C., & S. Chakravotry. 1981. Effect of juvenoid on the growth and differentiation of the ovary of *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera). Journal of Insect Physiology. 27: 103-111.
7. El-Sayed, F. M. A. 1984. Effect of the synthetic insect growth regulator methoprene on larval development and reproduction of two species of stored product insects. Bulletin de las societe Entomologique de Egypte. 65: 215-221.
8. Fajardo, V. & B. Morallo – Rejesus. 1980. Effects of ten insect growth regulators on *Plodia interpunctella* Hubn. and *corcyra cephalonica* Staint. The Philippine Entomologist. 4(3): 169-175.
9. Hiruma, K., T. Shinoda, F. Malone & L. M. Riddiford. 1999. Juvenile hormone modulates 20 – hydroxyecdysone – inducible ecdysone receptor and ultraspiracle gene expression in the tobacco hornworm, *Manduca Sexta*. Development Genes and Evolution. 209: 18-30.
10. Linseley, E. G. & A. E. Michelbacher. 1943. Insects affecting stored food products. University of California. Berkeley. Bulletin No. 341.
11. Oberlander, H., D. L. Silhacek & C. E. Leach. 1998. Interaction of ecdystroid and juvenoid agonists in *Poldia interpunctella* (Hubner). Archives of Insect Biochemistry and Physiology. 38: 91-99.

12. Oberlander, H., D. L. Silhacek, E. Shaaya & I. Ishaya. 1997. Current status and future perspectives of the use of insect growth regulators for the control of stored product insects. *Journal of Stored Products Research*. 33(1): 1-6.
13. Oberlander, H., D. Nickle, D. L. Silhacek & D. W. Hagstrum. 1987. Advances in insect growth regulator research with stored grain insects. *Pro. Symp. On Prevention and Control of Insects in Stored – food Prod.*, Manhattan, Ks, Apr. 9-13. pp. 247-263.
14. Sait, S. M., M. Begon, D. J. Thompson, J. A. Harvey & R. S. Hails. 1997. Factors affecting host selection in an insect host – parasitoid interactions. *Ecological Entomology*. 2(1): 225-230.
15. Shaaya, E. 1993. Interference of the insect growth regulator methoprene in the process of Larval – Pupal differentiation. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*. 22: 233-243.
16. Shaaya, E. & V. Pisarev. 1989. The lethal effects of three insect juvenile hormone analogues on the developmental stages of *Ephestia cautella*. *Journal of Stored Products Research*. 22(3): 125-129.
17. Shaaya, E. & V. Pisarev. 1988. The effects of S 31183 an insect growth regulator on the development of *Ephestia cautella* and *Tribolium castaneum*. *Progress Report Stored Products Division. Agricultural Research Division. Agricultural Research Organization. Israel*. 19-27.
18. Strong , R. G. & J. Diekman. 1973. Comparative effectiveness of fifteen insect growth regulators against several pests of stored products. *Journal of Economic Entomology*. 66: 1167-1173.
19. Thomas, P. J., & P. L. Bhatnagar. 1968. Use of a Juvenile hormone analogue as insecticide for pests of stored grain. *Nature*. 219: 949.
20. Traynier, R. M. M. 1968. Sex attraction in the Mediterranean flour moth *Anagasta kuehniella*: Location of the female by the male. *Canadian Entomologist*. 100: 5-10.
21. Vick, K. W., J. A. Coffelt, D. L. Silhacek & H. Oberlander. 1985. Methoprene and sex pheremone as control agents agents for the almond moth on peanuts stored in the shell. *Journal of Economic Entomology*. 78: 258-262.

**A Study of the Effects of a Juvenile Hormone Analogue,
Pyriproxyfen, on *Plodia interpunctella* (Huebner)
and *Anagasta kuehniella* (Zeller)**

V. HOSSEINI NAVEH AHMAD ABADIAN¹ AND E. BAGHERI ZENOZ²
1, 2, Ph.D. Student and Professor, Faculty of Agriculture, University of Tehran
Karaj, Iran.

Accepted June. 20, 2001

SUMMARY

Juvenile hormone analogues (JHAs) imitate physiological activities of juvenile hormone and are able to suppress insect pest populations in host commodities. For verification of this, an experiment was carried out to evaluate the effect of a JHA, pyriproxyfen, on Indian meal moth *Plodia interpunctella* (Hubn.) and Mediterranean flour moth *Anagasta kuehniella* (Z.). By increasing the content of pyriproxyfen, the last larval instars were affected and their natural pupation disrupted, so that larval period was continued with web spinning in the diet. Results showed that by increasing the concentration of the juvenile in the diet, the longevity of adult, adult emergence, egg production and hatchability were decreased while life span was increased. Concentrations greater than 0.8 ppm in the case of *Plodia interpunctella* and 0.4 ppm in *Anagasta kuehniella* prevented the emergence of adults completely. IC₅₀ values for inhibiting adult emergence were 0.17 and 0.03 ppm for Indian meal moth and Mediterranean flour moth, respectively. Therefore, *A. kuehniella* was shown to be more sensitive than *P. interpunctella* (5.5 times). Application in certain concentrations caused abnormality in wings, legs and antennae of adults. Other effects of pyriproxyfen included permanent larvae and larval – pupal intermediates. Because of adverse effects of pyriproxyfen on metamorphosis along with prevention of adult emergence, it can be used for the control of these pests.

Key words: Juvenoid, Pyriproxyfen, Metamorphosis, Indian meal moth, Mediterranean flour moth.

