نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۴، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۹، ص ۱۶۴-۱۵۹

Journal of Plant Protection
Vol. 24, No. 2, Summer 2010, p. 159-164

تأثیر ترکیبات تفلوبنزورون، هگزافلومورون و پایری‌پروکسی‌فن بر شاخص‌های تغذیه‌ای شپشه آرد، *Tribolium confusum* Duval (Col.: Tenebrionidae)

سعیده لونی[1*]- حسین فرازمند[2]

تاریخ دریافت:۸۸/۴/۳
تاریخ پذیرش:۸۹/۳/۱۷

چکیده

شپشه آرد *Tribolium confusum* Duval (Col.: Tenebrionidae) از جمله آفات انباری است که از لحاظ کمی و کیفی خسارت زیادی به آرد می‌رساند. در این تحقیق تأثیر ترکیبات تنظیم کننده رشد حشرات شامل تفلوبنزورون، هگزافلومورون و پایری‌پروکسی‌فن روی شاخص‌های تغذیه‌ای مراحل لاروی و حشره‌کامل شپشه آرد مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج اثر ترکیبات مورد مطالعه روی شاخص‌های تغذیه‌ای نشان داد که در غلظت‌های پایین ۶۰ و ۲۵۰ ppm ترکیبات پایری‌پروکسی‌فن و هگزافلومورون و در غلظت ۱۰۰۰ ppm ترکیب تفلوبنزورون دارای بیشترین تاثیر بر روی نرخ رشد نسبی و نرخ مصرف نسبی بودند. با افزایش غلظت ترکیبات مقادیر نرخ رشد نسبی و نرخ مصرف نسبی کاهش و مقدار بازدارندگی تغذیه افزایش یافت. ترکیب تفلوبنزورون در غلظت ppm۱۰۰۰ دارای پایین‌ترین درصد شاخص بازدهی تبدیل غذای بلعیده شده (۶۱/۵درصد روی حشرات‌کامل و ۴۹/۵ درصد روی لاروها) و بالاترین درصد شاخص بازدارندگی تغذیه (۹۲ درصد روی حشرات‌کامل و لاروها) بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده، به‌نظر می‌رسد که ترکیبات تنظیم کننده رشد حشرات می‌توانند به‌عنوان حشره‌کش‌های کم خطر برای کنترل شپشه آرد مورد استفاده قرار گیرند.

واژه های کلیدی: تنظیم کننده رشد حشرات، تفلوبنزورون، هگزافلومورون، پایروپروکسی فن، شپشه آرد، نرخ رشد نسبی، نرخ مصرف نسبی، شاخص بازدهی تبدیل غذای بلعیده شده، شاخص بازدارندگی تغذیه

مقدمه

در ایران به طور متوسط ۱۰ تا ۲۰ درصد از محصولات کشاورزی در انبارها به‌وسیله آفات و از دست می‌رود (۱۲). شپشه آرد *Tribolium confusum* به‌عنوان یکی از مهمترین آفات انباری می‌تواند خسارت جدی به محصولات انباری وارد نماید. این آفت بیشتر در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری خسارت قابل توجهی وارد می‌نماید (۶و۱۶). این حشرات نه تنها ضمن تغذیه زیان‌های زیادی را به محصول وارد می‌نمایند بلکه به‌علت افزایش سریع جمعیت، محصول انباری را با مدفوع و پوسته‌های لاروی خود آلوده کرده و از مرغوبیت آن به‌شدت می‌کاهند. حشرات‌کامل و لاروها از دانه‌های شکسته غلات نیز تغذیه می‌کنند (Bagheri, 1995).

در حال حاضر یکی از متداول‌ترین روش‌های کنترل آفات انباری استفاده از ترکیبات تدخینی متیل بروماید و فسفین می‌باشد. اما مصرف این دو سم به‌دلیل سمیت فوق العاده روی انسان و سایر عوارضی که ایجاد کرده است در حال محدود شدن می‌باشد (۲و۳). علاوه بر این مقاومت آفات انباری نسبت به سم فسفین از کشورهای بسیاری گزارش شده است (۱۰). امروزه تحقیقات گسترده‌ای به منظور استفاده از ترکیبات جدید که خطرات زیست‌محیطی کمتری داشته باشند، در حال انجام است. از جمله این ترکیبات، تنظیم کننده‌های رشد حشرات از قبیل تفلوبنزورون، هگزافلومورون (مهار کننده سنتز کیتین) و پایری‌پروکسی‌فن (شبه هورمون جوانی) می‌باشد که دارای خصوصیاتی از جمله سمیت کم برای انسان و دیگر مهره داران، تولید آسان و ارزان در مقیاس صنعتی، مقاومت کم حشرات به این گونه ترکیبات و مدت زمان کوتاه برای تجزیه کامل آن‌ها می‌باشد (۱۱).

تنظیم کننده‌های رشد حشرات برای کنترل آفات انباری روی کالاهای انباری مناسب می باشند (۹). کاربرد ترکیب دیفلوبنزورون، مهارکننده سنتز کیتین، روی حشره کامل گونه *T. confusum* موجب کاهش ۱۰۰ درصد در نسل اول می‌گردید (۱۱). تنظیم کننده

۱- مربی گروه حشره شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، عضو باشگاه پژوهشگران جوان واحد اراک
(*-نویسنده مسئول: Email:Loni_s2001@yahoo.com)
۲- استادیار موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، بخش تحقیقات حشره شناسی کشاورزی، تهران

Archive of SID
www.SID.ir

های رشد حشرات با تاثیر روی فیزیولوژی حشرات‌کامل می‌توانند در طول عمر وتولیدمثل آن‌ها اختلال ایجاد کنند همچنین تغذیه لارو نیز می‌تواند روی خصوصیات شفیره و حشره‌بالغ تاثیر بگذارد (Chih *et al.*, 2003). اندازه‌گیری میزان غذای خورده شده، هضم و کاهش وزن مشخص کننده تاثیر ترکیبات روی کیفیت غذا است (۱۵) و به عبارتی اثرات ضدتغذیه‌ای ترکیبات را نشان می‌دهد. با کمک شاخص‌های تغذیه‌ای می‌توان اثر اجتناب تغذیه‌ای حشره را در اثر کاربرد تنظیم کننده‌های رشد مشاهده کرد.

در این تحقیق تاثیر دو ترکیب مهارکننده سنتز کیتین شامل تفلوبنزورون و هگزافلومورون و شبه هورمون جوانی پایری پروکسی فن روی شاخص‌های تغذیه‌ای در مراحل لاروی و حشرات‌کامل شپشه آرد مورد مطالعه قرار گرفت تا بهترین ترکیب از لحاظ تأثیر روی شپشه آرد مشخص گردد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق تأثیر ترکیبات تفلوبنزورون، هگزافلومورون و پایری‌پروکسی‌فن روی لاروهای مسن (۱۵ روزه) و حشرات کامل شپشه آرد در دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک در سال ۸۷- ۱۳۸۶ مورد آزمایش قرار گرفت.

۱- پرورش شپشه آرد

پرورش انبوه شپشه آرد در اطاقک رشد در دمای ۲ ± ۲۷ درجه سانتی‌گراد ورطوبت نسبی ۵ ± ۷۵ درصد روی جیره غذایی شامل آرد و مخمر (به نسبت ۱۷ به یک) در داخل ظروف استوانه‌ای شکل با ارتفاع ۱۸ و قطر ۸ سانتی‌متر در شرایط تاریکی صورت گرفت.

۲- زیست‌سنجی به روش دیسک آردی

برای بررسی اثر غلظت‌های مختلف حشره‌کش‌ها روی شاخص‌های تغذیه‌ای حشرات کامل طبق روش Huang & Ho (۷) سوسپانسیون آرد سفید گندم (بدون سبوس) در آب به نسبت ۱۰ گرم آرد در ۵۰ میلی لیتر آب مقطر تهیه شد. با کمک میکروپیپت هر مرتبه ۲۰۰ میکرولیتر از این سوسپانسیون روی یک ورقه نایلونی ریخته شد. پس از ۴ ساعت نگهداری در دمای اتاق سوسپانسیون آرد گندم به شکل دیسک‌های دایره‌ای درآمده و بعد به پتری دیش منتقل شد. دیسک‌های تهیه شده به‌مدت ۱۲ ساعت داخل هود نگهداری شده تا خشک شود و سپس به مدت ۲۴ ساعت در شرایط دمایی ۲ ± ۲۷ درجه سانتی‌گراد، رطوبتی نسبی ۵ ± ۷۰ درصد نگهداری شدند. وزن هر دیسک آردی پس از خشک شدن حدود ۳/۵ میلی‌گرم بود. دیسک‌ها با ۵ میکرولیتر از دزهای زیر کشندگی شامل غلظت‌های ۶۵، ۲۵۰ و ۱۰۰۰ ppm از ترکیبات مورد مطالعه آغشته گردید و جهت شاهد فقط از استون استفاده شد. پس از تبخیر استون، در هر ظرف ۳ عدد دیسک توزین شده قرار داده شد. قبل از شروع آزمایش، تعداد ۱۰ عدد لارو مسن و ۱۰ عدد حشره‌کامل ۷ روزه شپشه آرد وزن شده و به‌عنوان یک تکرار به پتری دیش حاوی دیسک اضافه گردید. حشرات مورد آزمایش به‌مدت ۲۴ ساعت گرسنه نگهداری شده بودند. پس از ۳ روز حشرات و همچنین دیسک‌های آردی دوباره وزن گردیدند. این آزمایش در چهار تکرار انجام شد. آزمایش تعیین شاخص بازدارندگی تغذیه به‌طور جداگانه در شرایط مشابه انجام گردید.

شاخص‌های تغذیه مورد استفاده که به‌وسیله Farrar *et al.* (۵) به‌دست آمده و توسط Huang & Ho (۷) تغییر داده شده است به شرح زیر می‌باشد:

الف-نرخ رشد نسبی (Relative Growth Rate):

$$RGR= (A - B) / B \times day$$

A: مجموع وزن حشرات زنده (میلی گرم) بعد از سه روز

B: مجموع وزن اولیه حشرات (میلی‌گرم)

ب-نرخ مصرف نسبی غذا (Relative Consumption Rate):

$$RCR= D / (B \times day)$$

D: مقدار غذای خورده شده (میلی‌گرم) پس از سه روز

B: مجموع وزن اولیه حشرات (میلی‌گرم)

ج-شاخص بازدهی تبدیل غذای بلعیده شده (Efficacy of Conversion of Ingested Food):

$$(ECI)\ (\%) = (RGR /RCR) \times 100$$

د-شاخص بازدارندگی تغذیه (Feeding Detterent Index):

$$FDI(\%) = (C - T) \times 100/C$$

C : وزن غذای مصرف شده در شاهد (میلی‌گرم)

T : وزن غذای مصرف شده در تیمار (میلی‌گرم)

۳-تجزیه و تحلیل آماری

هر یک از شاخص‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی از نوع فاکتوریل و در چهار تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل سه ترکیب تنظیم کننده رشد و فاکتور دوم شامل سه غلظت به‌همراه شاهد بود. جهت تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار SAS استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها و گروه‌بندی تیمارهای آزمایشی با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج

با افزایش غلظت در هر ترکیب، مقدار RGR کاهش یافت، به طوری‌که مقدار RGR در غلظت ppm ۱۰۰۰هر سه ترکیب در یک گروه قرار گرفته و دارای پایین‌ترین مقدار بودند. در این غلظت، تفلوبنزورون بالاترین تأثیر را روی RGR حشرات‌کامل از خود نشان

Archive of SID

www.SID.ir

دارد و مقدار آن را به پایین‌ترین سطح یعنی ۰/۰۱۴ میلی گرم در روز رسید، در حالی‌که در تیمار شاهد، مقدار RGR ۰/۱۵ میلی‌گرم در روز بود. همچنین در غلظت‌های مختلف تاثیر سه ترکیب متفاوت بود به طوری‌که در غلظت‌های ۶۵، ۲۵۰ و ppm ۱۰۰۰ بیشترین تاثیر را به ترتیب ترکیبات پایری‌پروکسی‌فن، هگزافلومورون و تفلوبنزورون روی شاخص RGR از خود نشان دادند (جدول ۱).

اثر ترکیبات مورد آزمایش روی نرخ مصرف نسبی غذا (RCR) معنی‌دار بود. با افزایش غلظت در هر ترکیب، مقدار RCR کاهش یافت. نتایج نشان داد که مقدار RCR در غلظت ppm ۱۰۰۰ در هر دو ترکیب تفلوبنزورون و پایری‌پروکسی‌فن در یک گروه دانکن قرار گرفت. در این غلظت، تفلوبنزورون بالاترین تأثیر را بر RCR حشرات‌کامل از خود نشان داد و مقدار آن را به پایین‌ترین سطح یعنی ۰/۰۱۹ میلی‌گرم در روز رساند، در حالی‌که در تیمار شاهد، مقدار RCR ، ۰/۱۷۶ میلی‌گرم در روز بود. در غلظت‌های مختلف تاثیر سه ترکیب متفاوت بود به‌طوری‌که در غلظت‌های ۶۵، ۲۵۰ و ppm ۱۰۰۰ بیشترین تاثیر را به ترتیب ترکیبات پایری‌پروکسی‌فن، هگزافلومورون و تفلوبنزورون روی شاخص RCR از خود نشان دادند (جدول ۱).

نتایج تاثیر غلظت‌های مختلف سه ترکیب روی مقدار شاخص بازدهی تبدیل مواد غذایی (ECI) حشرات‌کامل نشان داد که فقط ترکیب تفلوبنزورون در غلظت ppm ۱۰۰۰ با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت و بیشترین تاثیر را روی این شاخص داشت به‌طوری‌که مقدار ECI را از ۸۷/۴۵ درصد در تیمار شاهد به میزان ۶۱/۵۱ درصد کاهش داد. سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشتند. در هر سه غلظت مورد مطالعه ترکیب تفلوبنزورون در مقایسه با دو ترکیب دیگر دارای بیشترین تاثیر بود (جدول ۱).

اثر ترکیبات مورد آزمایش روی میزان شاخص بازدارندگی تغذیه (FDI) معنی‌دار بود با افزایش غلظت در هر ترکیب، مقدار FDI افزایش یافت. نتایج نشان داد که مقدار FDI در غلظت ppm ۱۰۰۰ از دو ترکیب تفلوبنزورون و پایری‌پروکسی‌فن در یک گروه دانکن قرار گرفت و دارای بیشترین مقدار بودند. در حالی‌که در تیمار شاهد، مقدار FDI ، ۹/۵۲ درصد بود (جدول ۱).

جدول ۱- تاثیر غلظت های مختلف ترکیبات تنظیم کننده رشد حشرات روی شاخص های تغذیه ای حشره کامل شپشه آرد در شرایط آزمایشگاهی

Table 1, Effect of IGRs different concentrations on Confused Flour Beetle imago nutritional indexes[1] in vivo.[2]

Treatment تیمار	RGR (mg/day)	RCR (mg/day)	ECI (%)	FDI (%)
Teflubenzuron (65 ppm)	0.117±0.020 **b**	0.141±0.029 **b**	84.36±03.49 **a**	26.66±12.36 **f**
Teflubenzuron (250 ppm)	0.084±0.030 **c**	0.098±0.031 **cd**	84.72±08.31 **a**	46.09±11.06 **de**
Teflubenzuron (1000 ppm)	0.014±0.019 **h**	0.019±0.02 **h**	61.51±19.65 **b**	91.87±09.47 **a**
Hexaflumuron (65 ppm)	0.098±0.003 **bc**	0.114±0.0086 **c**	86.11±05.37 **a**	38.57±02.26 **e**
Hexaflumuron (250 ppm)	0.060±0.004 **ef**	0.068±0.007 **ef**	87.91±07.39 **a**	56.19±04.32 **cd**
Hexaflumuron (1000 ppm)	0.047±0.0006 **gf**	0.052±0.003 **gf**	91.31±05.22 **a**	70.15±01.45 **b**
Pyriproxyfen (65 ppm)	0.082±0.012 **cde**	0.088±0.009 **de**	93.68±06.31 **a**	54.76±05.63 **cd**
Pyriproxyfen (250 ppm)	0.063±0.002 **def**	0.073±0.006 **ef**	87.06±09.19 **a**	60.95±03.64 **c**
Pyriproxyfen (1000 ppm)	0.026±0.008 **gh**	0.030±0.009 **gh**	85.26±11.68 **a**	82.14±05.46 **a**
Control	0.150±0.024 **a**	0.176±0.008 **a**	87.45±16.27 **a**	09.52±02.57 **g**

1- Means ± SE

2- Means within column followed by the same letter not found significant (P<0.05, DMRT)

جدول ۲-تاثیر غلظت های مختلف ترکیبات تنظیم کننده رشد حشرات روی شاخص های تغذیه ای لارو مسن شپشه آرد در شرایط آزمایشگاهی

Table 2, Effect of IGRs different concentrations on Confused Flour Beetle old larvae nutritional indexes[1] in vivo.[2]

Treatment تیمار	RGR (mg/day)	RCR (mg/day)	ECI (%)	FDI (%)
Teflubenzuron (65 ppm)	0.057±0.002 **b**	0.084±0.005 **b**	68.72±05.74 **a**	16.31±11.15 **g**
Teflubenzuron (250 ppm)	0.040±0.013 **cd**	0.058±0.013 **cd**	68.70±15.83 **a**	41.31±12.01 **ef**
Teflubenzuron (1000 ppm)	0.007±0.009 **g**	0.012±0.013 **h**	49.57±20.57 **b**	90.26±03.17 **a**
Hexaflumuron (65 ppm)	0.046±0.009 **bc**	0.066±0.005 **c**	70.38±12.03 **a**	32.10±02.26 **f**
Hexaflumuron (250 ppm)	0.028±0.004 **e**	0.041±0.011 **ef**	70.70±10.87 **a**	56.05±01.12 **d**
Hexaflumuron (1000 ppm)	0.025±0.005 **ef**	0.034±0.0006 **f**	71.81±16.27 **a**	67.89±01.16 **c**
Pyriproxyfen (65 ppm)	0.035±0.003 **de**	0.049±0.005 **de**	71.29±03.07 **a**	50.00±02.03 **de**
Pyriproxyfen (250 ppm)	0.026±0.007 **e**	0.040±0.013 **ef**	68.82±10.37 **a**	59.47±03.62 **cd**
Pyriproxyfen (1000 ppm)	0.014±0.006 **f**	0.020±0.006 **g**	67.78±13.83 **a**	80.26±04.26 **b**
Control	0.072±0.009 **a**	0.101±0.004 **a**	71.70±08.26 **a**	02.63±0.003 **h**

1- Means ± SE

2- Means within column followed by the same letter not found significant (P<0.05, DMRT)

Archive of SID

www.SID.ir

تأثیر ترکیبات تنظیم کننده رشد روی شاخص‌های تغذیه‌ای لاروهای مسن شپشه‌آرد

اثر ترکیبات مورد آزمایش روی نرخ رشد نسبی (RGR) معنی‌دار بود با افزایش غلظت در هر ترکیب، مقدار RGR کاهش می‌یافت. مقدار RGR در غلظت ppm ۱۰۰۰ در سه ترکیب در سه گروه متفاوت قرار گرفت و در بین این ترکیبات، تفلوبنزورون بیشترین تأثیر را بر RGR لاروهای مسن از خود نشان داد و مقدار آن را به پایین‌ترین سطح یعنی ۰/۰۰۷ میلی‌گرم در روز رساند، در حالی‌که در تیمار شاهد، مقدار RGR ۰/۰۷۲ میلی‌گرم در روز بود. در غلظت‌های مختلف تاثیر سه ترکیب روی RGR متفاوت بود به‌طوری‌که در غلظت‌های ۶۵، ۲۵۰ ترکیب پایری‌پروکسی‌فن و در ppm ۱۰۰۰ ترکیب تفلوبنزورون، بیشترین تاثیر را روی شاخص RGR از خود نشان دادند (جدول ۲).

اثر ترکیبات مورد آزمایش روی نرخ مصرف نسبی غذا (RCR) معنی‌دار بود با افزایش غلظت در هر ترکیب، مقدار RCR کاهش یافت. نتایج نشان داد که مقدار RCR در غلظت ppm ۱۰۰۰ از سه ترکیب در سه گروه متفاوت قرار گرفته و در بین ترکیبات، تفلوبنزورون بیشترین تأثیر را روی RCR لاروهای مسن از خود نشان داد و مقدار آن را به پایین‌ترین سطح یعنی ۰/۰۱۲ میلی‌گرم در روز رساند، در حالی‌که در تیمار شاهد، مقدار RCR ، ۰/۱۰۱ میلی‌گرم در روز بود. همچنین در غلظت‌های مختلف تاثیر سه ترکیب متفاوت بود به‌طوری‌که در غلظت‌های ۶۵ و ۲۵۰ ppm ترکیب پایری پروکسی‌فن و در ppm ۱۰۰۰ ترکیب تفلوبنزورون، بیشترین تاثیر را روی شاخص RCR از خود نشان دادند (جدول ۲).

نتایج تاثیر سه ترکیب روی شاخص بازدهی تبدیل مواد غذایی (ECI) لاروهای مسن نشان داد که فقط ترکیب تفلوبنزورون در غلظت ppm ۱۰۰۰ با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت و این ترکیب مقدار ECI را از ۷۱/۷۰ درصد در تیمار شاهد به میزان ۴۹/۵۷ درصد کاهش می‌دهد. سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشتند. در هر سه غلظت ترکیب تفلوبنزورون در مقایسه با دو ترکیب دیگر دارای بیشترین تاثیر بود (جدول ۲).

اثر ترکیبات مورد آزمایش روی میزان شاخص بازدارندگی (FDI) معنی‌دار بود و با افزایش غلظت در هر ترکیب، مقدار FDI افزایش یافت. نتایج نشان داد که مقدار FDI در غلظت ppm ۱۰۰۰سه ترکیب درسه گروه متفاوت قرار گرفته و در بین ترکیبات، تفلوبنزورون بالاترین تأثیر را بر FDI لاروهای مسن از خود نشان داد و مقدار آن را به بیشترین یعنی ۹۲/۱۰ درصد رساند، در حالی‌که در تیمار شاهد، مقدار FDI ، ۲/۶۳۲ درصد بود. همچنین در غلظت‌های مختلف تاثیر سه ترکیب متفاوت بود به‌طوری‌که در غلظت‌های ۶۵، ۲۵۰ ترکیب پایری پروکسی‌فن و در ppm ۱۰۰۰ ترکیب تفلوبنزورون بیشترین تاثیر را روی شاخص FDI از خود نشان دادند (جدول ۲).

بحث

مقایسه نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که در غلظت‌های پایین ترکیب پایری‌پروکسی‌فن و سپس هگزافلومورون دارای بیشترین تاثیر بر روی شاخص‌های RGR و RCR در حشرات‌کامل و لاروهای مسن داشته و در این غلظت‌ها (۶۵ و ۲۵۰) ترکیب تفلوبنزورون دارای کمترین تاثیر بوده و با افزایش غلظت (۱۰۰۰)، شدت تاثیر ترکیب تفلوبنزورون نسبت به دو ترکیب دیگر از افزایش بیشتری برخوردار است. تاثیر ترکیبات تنظیم کننده رشد روی شاخص RGR در حشرات کامل و لاروهای مسن نشان دهنده کاهش وزن حشرات در نتیجه کاربرد غلظت‌های مختلف این ترکیبات می‌باشد. این شاخص تابعی از افزایش وزن بدن حشره بوده و اغلب به‌عنوان شاخصی برای ترجیح می‌باشد که کاهش رشد می‌تواند ناشی از کاهش مصرف نسبی غذا باشد. از طرف دیگر اثر این ترکیبات روی شاخص RCR نشان دهنده کاهش مصرف غذا توسط حشرات می‌باشد. شاخص RCR جهت اندازه‌گیری سرعت بهره‌برداری حشره از غذا به‌کار می‌رود و لذا این دو شاخص ارتباط مستقیمی با هم داشته و نتایج به‌دست آمده در این تحقیق نیز این را به اثبات می‌رساند.

به‌طور کلی عامل مؤثر در کاهش وزن می‌تواند مربوط به کارایی تأثیر ترکیبات بر غذای حشره باشد که به همین منظور از شاخص ECI استفاده می‌شود. این شاخص برای تعیین کیفیت غذا به‌کار برده شده و پایین بودن آن معرف وجود مکانیسم آنتی‌بیوزی در ترکیب مورد نظر بوده و به‌عبارتی تعیین کننده فرایندهای متابولیکی موثر بر روی فیزیولوژی تغذیه‌ای حشره می‌باشد (۴). مقایسه این شاخص در غلظت‌های مختلف سه ترکیب در حشرات‌کامل و لاروهای مسن نشان داد که ترکیب تفلوبنزورون دارای بیشترین تاثیر در کاهش شاخص ECI دارد. بنابراین کاربرد ترکیبات تنظیم کننده رشد حشرات و به‌ویژه تفلوبنزورون موجب کاهش کیفیت غذا شده و مانع تغذیه مناسب حشره و در نتیجه کاهش وزن آن می‌گردد. همچنین نتایج مشخص کرد که شاخص تبدیل مواد غذایی در حشرات کامل بیشتر از لاروهای شپشه آرد می‌باشد.

تاثیر غلظت‌های متفاوت عصاره‌های مختلف گیاهی بر روی حشره‌کامل شپشه آرد نشان داد که عصاره صمغ آنغوزه دارای بالاترین تاثیر بوده و نرخ رشد نسبی و نرخ مصرف نسبی را در حشرات کامل به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد. همچنین علاوه بر کاهش شاخص ECI موجب افزایش شاخص بازدارندگی تغذیه تا ۸۷/۳۳ درصد می‌گردد (۱۲).

در آزمایش مشابه مقایسه تأثیر روغن‌های گیاهی روی شاخص

Archive of SID

www.SID.ir

بازدهی تبدیل غذای بلعیده شده حشرات کامل شپشه آرد، تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌های به‌کار رفته مشاهده نشد (ناظمی رفیع و همکاران، ۱۳۸۱). لذا عدم معنی‌دارشدن بیشتر تیمارها در این آزمایش و تحقیقات مشابه احتمالاً به این دلیل می‌باشد که ترکیبات تنظیم کننده رشد حشرات خاصیت سمیت پس از تغذیه روی حشرات کامل و لاروهای مسن شپشه آرد نداشته و کاهش نرخ رشد نسبی و نرخ مصرف نسبی به‌دلیل خاصیت بازدارندگی تغذیه‌ای می‌باشد و کارایی غذای خورده شده اثری بر کاهش نرخ رشد نسبی ندارد.

لیو و هو (۸) نشان دادند که روغن گیاهی استخراج شده از گیاه *Evodia rutaecarpa*، نرخ رشد نسبی، نرخ نسبی مصرف غذا و شاخص بازدهی غذای بلعیده شده حشرات کامل شپشه آرد را به ترتیب تا ۰/۰۲۲، ۰/۱۲۴ میلی‌گرم بر روز و ۱۷/۳۶ درصد کاهش داد. همچنین این روغن گیاهی نرخ رشد نسبی، نرخ نسبی مصرف غذا و شاخص بازدهی غذای بلعیده شده لاروهای شپشه آرد را به ترتیب تا ۰/۱۰۵، ۰/۴۸۵ میلی‌گرم بر روز و ۲۱/۵۸ درصد کاهش داد.

همچنین برای تعیین میزان اجتناب حشره از تغذیه از شاخص FDI استفاده می‌شود. مقایسه نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که همانند دو شاخص RGR و RCR، در غلظت‌های پایین ترکیب پایری‌پروکسی‌فن و سپس هگزافلومورون دارای بیشترین تاثیر روی شاخص FDI در حشرات کامل و لاروهای مسن بوده و در مقابل ترکیب تفلوبنزورون دارای کمترین تاثیر بوده وبا افزایش غلظت، شدت تاثیر ترکیب تفلوبنزورون نسبت به دو ترکیب دیگر از افزایش بیشتری برخوردار است.

مقایسه اختلافات ایجاد شده در ECI و FDI مشخص می‌کند که تمام غلظت‌های ترکیبات هگزافلومورون و پایری‌پروکسی‌فن اختلاف معنی‌داری را از نظر ECI نشان نمی‌دهند. حتی افزایش غلظت‌های ترکیبات نیز نتوانست اثرات سویی در کارایی تغذیه حشرات ایجاد نماید. در حالی که ترکیبات هگزافلومورون و پایری پروکسی‌فن در غلظت بالا از میزان بازدارندگی تغذیه‌ای بالایی بر روی حشره برخوردار بودند. بنابراین عامل اثرات ایجاد شده در RGR و RCR را می‌توان به اثرات بازدارندگی نسبت داد. اما شاخص ECI در غلظت بالای تفلوبنزورون به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. همچنین تفلوبنزورون تأثیر بازدارندگی بسیار بالایی را نشان داد. بنابراین چنین می توان نتیجه‌گیری نمود که کاهش مقادیر RGR و RCR توسط تفلوبنزورون را می‌توان به سمیت پس از تغذیه و اثرات بازدارندگی تغذیه نسبت داد. ترکیبات هگزافلومورون و پایری پروکسی‌فن در صورتی که در غلظت‌های بالا استفاده شوند، می توانند به‌طور مؤثری در اجتناب حشره در تغذیه مؤثر باشند. این موضوع توسط Huang & Ho (۷) با آزمایش روی روغن گیاهی nutmeg ثابت شده و مشخص شده که این گیاه بر روی حشرات کامل شپشه آرد تنها دارای اثرات بازدارندگی تغذیه و فاقد سمیت پس از تغذیه می‌باشند.

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق مشخص می‌گردد که ترکیب مهارکننده سنتز کیتین تفلوبنزورون بیشترین تاثیر را روی شاخص‌های تغذیه‌ای حشرات‌کامل و لاروهای شپشه آرد دارد.

منابع

1- Bagheri-Zenouz E. 1986. Stored products pests and its control methods. 2nd ed. 309 pp. Sepehr Publishing.
2- Bell C.H., and Wilson S.M. 1995. Phosphine tolerance and resistance in *Trogoderma granarium* (Everts.) (Coleoptersa: Dermestidae). Journal of Stored Products Research, 31: 199-205.
3- Daglish G.J., and Collins P.J. 1999. Improving the relervance of assays for Phosphine resistance. In: Stored product protection, Eds. Jin X., Liang Q., Liang Y.S., Tan X.C., and Guan L.H., pp. 584-593.
4- Farazmand H., Rassoulian Gh.R., & Bayat-Assadi H. 2000. Comparitive notes on growth and development of red palm weevil, *Rhynchophorous ferrugineus* Oliv. (Col.: Curculionidae), on date palm varieties in Saravan region. Journal of Entomological Society of Iran. 19 (1&2): 1-11.
5- Farrer R.R., Barbour J.D., & Kennedy G.G. 1989. Quantifying food consumption and growth in insect. Annals of the Entomological Society of America, 82: 593-598.
6- Hollingsworth C.S., Coil W.M., Murray K.D., and Ferro D.N. 2002. Intergrated Pest Management for Northeast Schools. Natural Resource, Agriculture and Engineering Service. NRAES-152, pp.60.
7- Huang Y., & Ho S.H. 1998. Toxicity and antifeedant activity of cinnamaldehyde against the grain storage insects, *Tribolium castaneum* and *Sitophilus zeamais*. Journal of Stored Products Research, 34: 11-17.
8- Liu Z.I., and Ho S.H. 1999. Bioactivity of the essential oil extracted from *Evodia rutaecarpa* Hook against the grain storage insects, *Sitophilus zeamais* Motsch. And *Tribolium castaneum* Herbst. Journal of Stored Products Research, 35: 317-328.
9- Loschiavo S.R. 1976. Effects of the synthetic insect growth regulators methoprene and hydroprene on

Archive of SID

www.SID.ir

survival, development or reproduction of six species of stored products insects. Journal of Economic Entomology, 69(3): 395-399.
10- Marouf A., Sangari S., & Jabbari L. 2008. An investigation on fumigant effect of the extract of Origanum vulgare (Lamiales: Lamiaceae) for control of two stored-product beetles. Journal of Entomological Society of Iran, 27 (2): 29-41.
11- McGregor H.E., and Kramer K.J. 1977. Activity of Dimilin (TH 6040) against Coleoptera in stored wheat and corn. Journal of Economic Entomology, 69: 479.
12- Moharramipour S., Nazemirafieh J., Morovati M., Talebi A.A., Fathipour Y. 2003. Effectiveness of exreacts of *Nerium oleander*, *Lavandula officinalis* and *Ferula assafoeda* on nutritional indices of *Tribolium castaneum* adults. Journal of Entomological Society of Iran, 23 (1): 69-89.
13- Nazemirafieh J., Moharramipour S., & Morovati M. 2002. Insecticidal effect of ethanol extract of Nerium oleander, Larvandual offcinalis and methanol extract of Ferula assafoetida against *Ephestia kuehniella*. Iranian Plant Protection Congress 11_{th}. pp. 140.
14- Oberlander H., Silhacek D.L., Shaaya E., and Ishaya I. 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.
15- Rezaei V., Moharramipour S., Fathipour Y., & Talebi A.A. 2006. Nutritional indices and host preference of American white webworm, *Hyphantria cunea* (Lep.: Arctiidae) on five host plants. Journal of Entomological Society of Iran, 26 (1): 33-43.
16- Songa J., and Rono W. 1998. Indigenous methods for bruchid beetle(Coleoptera: Bruchidae) control in stored beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Internatioal Journal of Management, 44(1): 1-4.

Archive of SID

www.SID.ir