Archive of SID

JESI

DOI:10.22117/JESI.2018.115619.1133

نامه انجمن حشره‌شناسی ایران ۷۰-۶۱,(۱)۳۸ ,۱۳۹۷

JOURNAL OF ENTOMOLOGICAL SOCIETY OF IRAN
2018, 38 (1),61-70

تـاثیر غلظت‌های زیرکشنده فـنوکسی‌کـارب بر منابع انرژی در موریانه *Microcerotemes diversus* (Isoptera:Termitidae)

زهرا جلیلیان[۱]، بهزاد حبیب‌پور[۱و*] و پیمان حسیبی[۲]

۱- گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز و ۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: habibpour_b@scu.ac.ir

چکیده

موریانهٔ Silvestri *Microcerotemes diversus* مهم‌ترین و مخرب‌تـرین گونـــه موجود در استان خوزستان می‌باشد. در این تحقیق اثـر سه غلظت (۵۰۰۰،۲۵۰۰،۵۰۰ پی‌پی‌ام) آفت‌کش فنوکسی‌کارب برمیزان ذخایر پروتئین، چربی و کربوهیدرات در موریانه کارگر در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرارگرفت. میزان پروتئین، چربی، قند و گلیکوژن برحسب میلی‌گرم به گرم وزن تر بدن حشره تعیین شد. نتایج نشان داد از بین غلظت‌های مذکور، غلظت ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام بیشترین تاثیر کاهشی را داشته است. به طوری که در این غلظت، میزان پروتئین ۴۵/۵۱، چربی ۶۳/۳۴ و محتوای انرژی ۳۶/۱۰ درصد کاهش یافت. همچنین میزان قند و گلیکوژن به ترتیب ۳۷/۲۰ و ۱۷/۰۴ درصد در این غلظت افزایش یافت. کاهش معنی‌دار منابع انرژی نشان دهنده تاثیر این آفت‌کش بر میزان محتوای انرژی و بقای موریانه است.

واژهای کلیدی: محتوای انرژی، پروتئین، چربی، کربوهیدرات

Sublethal effect of fenoxycarb on energy resources in the termite *Microcerotermes diversus* (Isoptera: Termitidae)

Zahra Jalilian[1], Behzad Habibpour[1&*] & Payman Hassibi[2]

1- Department of Plant Protection, College of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran & 2- Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran.

* Corresponding author, E-mail: habibpour_b@scu.ac.ir

Abstract

Microcerotermes diversus Silvesteri is the most destructive termite pest in Khuzestan province. In this research, the effect of subletal concentrations of fenoxycarb (500, 2500 and 5000 ppm) were studied on protein, lipid and carbohydrates contents in termite workers under laboratory conditions. The protein, lipid, sugar and glycogen were determined in milligram per gram of fresh weight. The results showed that concentration of 500 ppm had the greatest reduced effect on energy resources. In this concentration the amount of protein, lipid and energy content were decreased by 45.51%, 63.34%, and 36.10%, respectively, compared to the controls. Moreover, in that concentration the amount of sugar and glycogen increased by 37.20% and 17.04 %, respectively, compared to the controls. Significant reduction in the energy resources is indicative of fenoxycarb on survivorship and energy content in the termite.

Keywords: Energy resources, Protein, Lipid, Carbohydrate

Received: 26 September 2017, *Accepted*: 8 January 2018

مقدمه

موریانه‌ها حشرات اجتماعی هستند که در سطح وسیعی از جمله نواحی گرمسیری و نیمه‌گرمسیری حضور دارند (Habibpour, 1994). که دراین میان موریانه‌های زیرزمینی درحدود ۸۰٪ ازگونه‌های خسارت‌زا را شامل

دریافت: ۱۳۹۶/۰۷/۰۴، پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۱۸.

دبیر تخصصی : سعید محرمی‌پور

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شوند (Nunes & Nobre, 2001). موریانه‌ها همه ساله خسارت های فراوانی در سراسر جهان به ساختمان سازی‌ها و منابع چوبی وارد می کنند. گونهٔ *Microcerotemes diversus* Silvesteri مخرب‌ترین گونهٔ موجود در استان خوزستان می‌باشد. این موریانه به گونه‌های زیرزمینی تعلق دارند و بیشتر دارای تجمعاتی در زیر خاک بوده و لانه آنها توده‌هایی به‌هم فشرده از حجره‌های کوچک است که از سلولز و لیگنین دفع شده با کمی خاک ساخته شده است (Habibpour,1994).

یکی از روش‌های کنترل حشرات که در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است، استفاده از تنظیم کننده‌های رشد (IGR) است. فنوکسی کارب یکی از این تنظیم کننده‌های رشد می باشد که از گروه آنالوگ‌های هورمون جوانی است. ترکیبات تنظیم‌کننده رشد حشرات به دلیل آلوده نکردن محیط زیست و رابطهٔ اختصاصی با آفت در سال‌های اخیر مورد توجه بیشتری قرار گرفته اند. چنین ترکیباتی رشد وفیزیولوژی طبیعی آفات را برهم می زنند و به همین دلیل برای موجودات غیر هدف ایمن هستند. سمیت کمتر و تجزیه شدن سریع در محیط از مزایای اساسی فنوکسی‌کارب می‌باشد. اثرات مهم دیگر این آفت‌کش، اختلال در اووژنز و سنتز ویتلوژن می‌باشد و رشد، پوست اندازی, تولیدمثل و دگردیسی را در حشرات مختل می‌کند (Fatehpour *et al.*, 2009) . آنالوگ‌های هورمون جوانی روی موریانه‌ها سبب تبدیل کارگر به پیش سربازها و اینترکاست و بروز اثرات مخرب مورفوژنیک از طریق القا تفکیک کاست‌ها و تحریک به تغییر جلد می‌شوند (Lelis *et al.*,1993) این آفت‌کش با خواص عدم دورکنندگی و بازدارندگی تغذیه‌ای نسبت به موریانه سبب مرگ آنها شده است و در موریانه‌های جنس *Reticullitermes* سبب از بین رفتن قدرت تخم‌گذاری ماده‌ها می‌شود (Myles, 1999). وقتی لاروهای جوان *Choristoneura fumiferana* (Clemens) در معرض آنالوگ‌های جوانی متوپرن و فنوکسی‌کارب قرار می‌گیرند، پروتئین همولنف آنها کاهش می‌یابد (Gordon & Mulye, 1993). مطالعه‌ی سه آفتکش pyriproxyfen, tebufenozide, lufenorun بر روی ملخ *Schistocerca gregaria* (Forsk) نشان داد این تنظیم کننده‌های رشد سبب کاهش پروتئین کـل و پروتئین موجود در همولنف در پوره‌ها و بالغین شده (Hamadah, *et al.*, 2012). چربی همولنف در لارو سن شش در پروانه *Choristoneura fumiferana* (Clemens) تحت تاثیر فنوکسی‌کارب کاهش یافته و همچنین غلظت کربوهیدرات در همولنف ابتدا کاهش و سپس افزایش یافت است (Mulye & Gordon, 1993).

مطالعات نشان می‌دهد که نقش ترکیبات شیمیایی بخصوص آفت‌کش‌ها در غلظت‌های زیرکشنده روی تغییرات منابع انرژی کمتر مورد توجه محققین قرار گرفته است ولی برخی از محققین به این نتیجه رسیدند که یکی از آثار فیزیولوژیکی غلظت یا دزهای زیرکشنده برخی از آفت‌کش‌های شیمیایی، تاثیر برمیزان استفاده از منابع غذایی و نیز ذخیره سازی کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و چربی می‌باشد (Sallem *et al.*, 1998). هدف اصلی این تحقیق مطالعه و بررسی اثرات غلظت‌های مناسب بر محتوای انرژی، به منظورکنترل موریانه *M. diversus* در قالب روش‌های سازگار با محیط‌زیست می‌باشد.

مواد و روش‌ها

زیست‌سنجی

به منظور جمع‌آوری موریانه‌ها در زمین‌های نخلستان دانشگاه شهید چمران اهواز(موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰، دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی با ارتفاع ۱۲ متر از سطح)، ابتدا بلوک‌های

www.SID.ir

Archive of SID

چوبی به ابعاد۲×۶×۲۰ سانتی‌متر تهیه شده و به عنوان تله در خاک قرار داده شد، سپس موریانه‌ها به پتری دیش‌های حاوی کاغذهای صافی مرطوب با آب مقطر منتقل شده و در اتاقک رشد تاریک در شرایط دمایی۲±۲۸ سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۸۰ درصد نگه داری شدند. پس از ۲٤ ساعت از انتقال موریانه به اتاقک رشد از موریانه‌های کارگر سالم و فعال در آزمایش استفاده شد. درون هر پتری کاغذ صافی واتمن شماره یک به قطر ۹ سانتی‌متر قرار داده شد وبا ۰/۸میلی‌لیتر از غلظت‌های فنوکسی‌کارب آغشته گردید. سپس مرگ و میربه مدت۱۰ روز ثبت شد. این آزمایش در ٤تکرار و در هرتکرار ۲۵۰ عدد موریانه مورد استفاده قرار گرفت.

فرمول‌های لازم جهت شاخص‌های تغذیه‌ای

جهت محاسبه‌ی درصد تغذیه، وزن خشک تغذیه، کاهش تغذیه نسبت به شاهد (Hu *et al*, 2007) و نرخ رشد نسبی (Waldbauer, 1968) از فرمول‌های زیر استفاده گردید.

$$\text{درصدتغذیه} = \left(1 - \frac{\text{وزن ثانویه کاغذصافی}}{\text{وزن اولیه صافی کاغذ}}\right) \times 100$$

$$\text{وزن خشک تغذیه} = \frac{\text{تفاوت وزن اولیه و ثانویه کاغذ صافی به گرم میلی}}{\text{تعداد موریانه مورد آزمایش}} / \text{زمان آزمایش}$$

$$\text{درصد کاهش تغذیه نسبت به شاهد} = 1 - \left(\frac{\text{تفاوت وزن ثانویه و اولیه کاغذ صافی برای هر غلظت}}{\text{میانگین تغذیه از شاهد}} \times 100\right)$$

$$\text{نرخ رشد نسبی} = \text{Relative Growth Rate} = (W_t - W_o)/(T_t \times W_o)$$

Wo= وزن خشره قبل از تغذیه(mg)، Wt= وزن حشره بعد از تغذیه در مدت زمان t به(mg)

آزمون‌های بیوشیمیایی

میزان پروتئین بر اساس روش (1951) Lowry تعیین شد. بدین منظور نمونه پس از عصاره‌گیری با بافرفسفات pH= ۷/٤ همگن‌سازی و سپس سانتریفیوژ شدند. سپس ۲۰۰ میکرولیتر از رونشین عصاره را برداشته و به آن معرف فولین اضافه شد. سپس عصاره حاصل را در طول موج ٦٦۰ نـانومتر بادستگاه اسپکتروفتومتـــری-uv (2100) قرائت شد و منـــحنی استاندارد براساس آلـــــبومین ســـــرم گاوی (شرکت سیگما)رسم شد. گلیکوژن، قند و چربی طبق روش Foray *et al.* (2012) اندازه گیری شدند. نمونه‌های همگن شده را درون لوله فالکون ریخته و سپس ۲۲/۵ میکرولیتر سدیم سولفات ۲۰٪ و ۱/۸۷۵میلی‌لیتر مخلوط متانول-کلروفرم به نسبت حجمی۱:۲ به آن اضافه شد. ومخلوط حاصل ورتکس گردید. محلول رویی که حاوی قند و چربی بود با استفاده از آب مقطر جداشدند. بخش رویی که حاوی قند بود با استفاده از معرف آنترون در طول موج ٦۲۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری(uv-2100) شد. بخش زیرین نیز حاوی چربی بود که پس از اضافه کردن ۵۰ میکرولیتر اسید سولفوریک ۹۸٪ و اضافه کردن واکنشگر وانیلین در طول موج ۵۲۵ نانومتر با دستگاه مذکور قرائت شد.

اندازه‌گیری گلیکوژن

نمونه‌های همگن شده مطابق آنچه که در مرحله‌ی اول روند چربی ذکرشد آماده سازی گردید. رو نشین حاصل از مرحله قبل را حذف کرده و ته نشین حاصل را داخل لوله فالکون ریخته و ۱میلی‌لیتر متانول ۸۰٪ را تهیه و به اضافه می‌کنیم یک میلی‌لیتر معرف آنترون به هریک از نمونه‌ها اضافه کردیم در طول موج ٦۲۵ نانومتر

www.SID.ir

Archive of SID

با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری(uv-2100) قرائت شد. برای رسم منحنی استاندارد میزان قند و گلیکوژن از گلوکز (مرک آلمان) و منحنی چربی از کلسترول (مرک آلمان) استفاده شد.

محتوای انرژی کل طبق فرمول زیر محاسبه (Judd *et al*., 2010) و سپس بر وزن (mg) حشره تقسیم شد.

(cal/mg)=(٤/١٩×مقدار پروتئین)+(٤/٢×مقدار کربوهیدرات)+(٩/٥×مقدار چربی) محتوای انرژی

تجزیه داده‌ها

به منظور تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA one-way) داده‌ها، نرم افزار SPSS (ver. 20) مورد استفاده قرار گرفت. مقایسهٔ میانگین‌ها به روش آزمون توکی در سطح احتمال ٥٪ صورت گرفت. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel2016 استفاده شد. این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد.

نتایج

درصدمرگ ومیر

کمترین میزان مرگ و میر در غلظت ٥٠٠ پی پی ام فنوکسی‌کارب، و بیشترین میزان مرگ و میر در غلظت ٥٠٠٠پی پی ام که به ترتیب ١٠/٧٥ و ٨٨/٥٠، ثبت شد. همچنین غلظت ٢٥٠٠ پی‌پی ام ٥٢/٧٥ درصد مرگ و میر را به خود اختصاص داد ($F_{3,12}$= 1310.24, P<0.001) (جدول ١).

شاخص‌های تغذیه‌ای

نتایج نشان داد که درصد تغذیه با افزایش غلظت نسبت به شاهد کاهش یافت به طوری که کمترین درصد تغذیه در غلظت ٥٠٠٠ و به میزان٠/٥٢درصد بود ($F_{3,12}$=1212/82, P<0.001). بیشترین کاهش تغذیه نسبت به شاهد و کم‌ترین میزان وزن خشک تغذیه از کاغذ صافی در غلظت ٥٠٠٠پی‌پی‌ام و میزان آن به ترتیب ٩٢/٢٢درصد ($F_{2,9}$=1738.165, P<0.001) و ٠/٠١٥میلی‌گرم بود($F_{3,12}$=1265.90, P<0.001) (جدول ١).

جدول ١- درصد مرگ و میر و تغذیه موریانه *M. diversus* در اثر تیمارهای مختلف از آفت‌کش فنوکسی‌کارب

Table 1- Mean mortality and Feeding (± SE) of *M. diversus* worker caused by different treatments of fenoxycarb.

Concentration (ppm)	Mortality ± SE (%)	Feeding ± SE (%)	dry weight loss ± SE(%)	Decrease feeding compared to control ± SE(%)
0	0 [d]	7.28 ± 0.14 [a]	1.59 ± 0.032 [a]	-----
500	10.75 ± 0.75 [c]	5.19 ± 0.086 [b]	1.13 ± 0.015 [b]	24.29 ± 1.008 [c]
2500	52.75 ± 1.70 [b]	1.04 ± 0.043 [c]	0.227 ± 0.092 [c]	84.84 ±0.61 [b]
5000	88.50 ± 1.25 [a]	0.5267 ± 0.066 [d]	0.116 ± 0.015 [d]	92.22 ± 1.002 [a]

* میانگین‌های باحروف مشابه در ستون‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح٠/٥ اختلاف معنی دار ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

نرخ رشد نسبی

نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که میزان نرخ رشد نسبی با افزایش غلظت آفت‌کش نسبت به شاهد، کاهش یافت. به‌طوری که در پایان ۱۰ روز کمترین میزان نرخ رشد نسبی در غلظت ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام مشاهده شد ($F_{3,12}$=316.06, P<0.001) (جدول ۲).

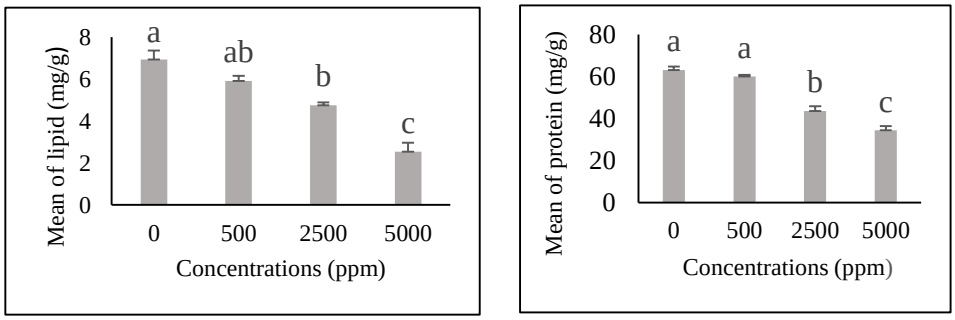
جدول ۲- تاثیر غلظت‌های زیرکشنده فنوکسی کارب بر میزان نرخ رشد نسبی در موریانه *M. diversus*

Table 2- Influence of sublethal concentrations of fenoxycarb(ppm) on Relative Growth Rate in the termite *M. diversus*.

Concentration (ppm)	RGR (mg/mg/day)
0	0.038 ± 0.005^{a}
500	-0.10 ± 0.005^{b}
2500	-0.16 ± 0.004^{c}
5000	-0.18 ± 0.007^{d}

نتایج حاصل از تاثیر آفت‌کش بر منابع انرژی

نتایج حاصل از این تحقیق بیانگر تاثیرمعنی‌دار غلظت‌های مختلف فنوکسی‌کارب برمیزان پروتئین بود ($F_{3,12}$= 56.60, P<0.001) به طوری که در غلظت‌های ۵۰۰، ۲۵۰۰ و ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام پس از کسر اثرشاهد به ترتیب به میزان ٤/٧٤، ۳۰/۸۰ و ٤٥/٥١ درصد پروتئین را کاهش داد. میزان چربی نیز تحت تاثیر فنوکسی‌کارب به طور معنی داری کاهش یافت ($F_{3,12}$= 31.46, P<0.001) به طوری که در غلظت‌های ۵۰۰، ۲۵۰۰ و ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام پس از کسر اثرشاهد، به ترتیب میزان چربی ١٤/٧١، ٣١/٤٥ و٦٣/٣٤ درصد کاهش یافت (شکل ۱). میزان گلیکوژن و قند نیز تحت تاثیر فنوکسی‌کارب قرار گرفته است($F_{3,12\ Sugar}$=9.05, P=0.002; $F_{3,12\ glycogens}$ =8.76, P=0.002). میزان قند در غلظت ۵۰۰ و ۲۵۰۰ پی پی ام پس از کسر اثر شاهد، به ترتیب ۲۷/۹۰ و۱۹/۱۸درصد کاهش و در غلظت ۵۰۰۰پی‌پی‌ام ۳۷/۲۰درصد افزایش یافت. میزان گلیکوژن در غلظت ۵۰۰ پی‌پی‌ام پس از کسر اثر شاهد به میزان ۲۷/٥٤کاهش یافت اما در دو غلظت دیگر تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند (شکل ۲). همچنین محتوای انرژی نیز در غلظت ۵۰۰۰ پی پی ام بیشترین کاهش(۳٦/۱۰ درصد) را در بین غلظت‌های مذکور داشت ($F_{3,12}$= 40.97, P<0.001) (شکل ۳). همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که مرگ و میر دارای همبستگی با منابع انرژی بوده است (جدول۳).

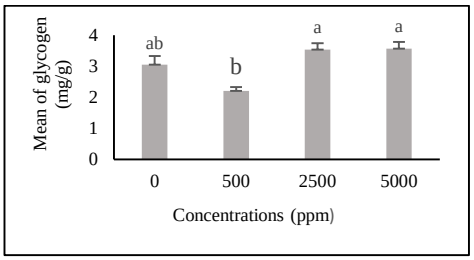


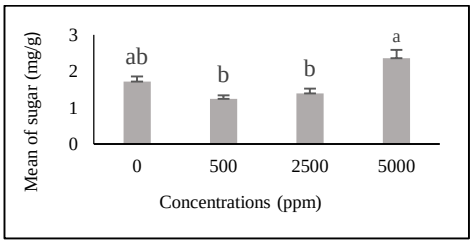
شکل ۱- تاثیر غلظت‌های فنوکسی‌کارب (ppm) برمیزان پروتئین و چربی (mg/g) در همولنف موریانه *M. diversus*

Fig. 1. Influence of sublethal concentrations of fenoxycarb(ppm) on protein and lipid (mg/g) in the termite *M. diversus* in hemolymph.

www.SID.ir

Archive of SID





شکل۲- تاثیر غلظت‌های فنوکسی‌کارب(ppm) برمیزان قند و گلیکوزن (mg/g) در همولنف موریانه *M. diversus*

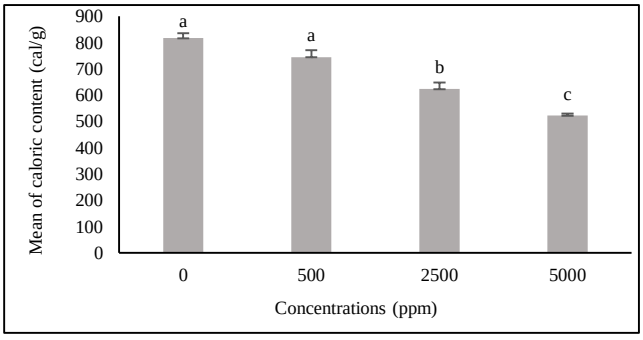
Fig. 2. Influence of sublethal concentrations of fenoxycarb(ppm) on sugar and glycogen (mg/g) in the termite *M. diversus* in hemolymph.

جدول ۳- ضریب همبستگی بین منابع انرژی، مرگ و میر، نرخ رشد نسبی و شاخص‌های تغذیه در موریانه*M. diversus*

Table 3 - Correlation coefficient between energy resources, mortality, RGR and nutritional indices in *M. diversus*

	Protein	Glycogen	Sugar	Energy resources	Mortality	feeding	Dry weight loss	Decrease feeding compared to control	RGR	lipid
Protein	-									
Glycogen	-0.588*	-								
Sugar	-0.505*	0.443	-							
Energy resources	0.854**	-0.568*	-0.479	-						
Mortality	-0.962**	0.614*	0.569*	-0.944**	-					
feeding	0.928**	-0.551*	-0.315	0.92**	-0.941**	-				
Dry weight loss	0.927**	-0.553*	-0.316	0.92**	-0.94**	1.000**	-			
Decrease feeding compared to control	-0.926**	-0.879**	-0.570	0.851**	-0.925**	1.000**	1.00**	-		
PGR	0.813**	-0.292	-0.15	0.85**	-0.836**	0.928**	0.928**	-0.493	-	
lipid	0.929**	-0.439	-0.551**	-0.84*	-0.925**	0.856**	0.854**	0.774**	0.804**	-

*P≤0.05 **P≤0.001



شکل۳- تاثیر غلظت‌های فنوکسی‌کارب (ppm) بر محتوای انرژی (cal/g) در همولنف موریانه*M. diversus*

Fig. 3. Influence of sublethal concentrations of fenoxycarb (ppm) on Energy resources (cal/g) in the termite *M. diversus* in hemolymph.

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

کاهش منابع انرژی به دو دلیل عمده ممکن است رخ دهد: اولین دلیل شامل افزایش فعالیت سوخت وساز و به دنبال آن افزایش شدت مصرف منابع و دلیل دوم می‌تواند کاهش تغذیه و جذب مواد غذایی در موجود زنده باشد (Widdos & Salkeld, 1993)به‌طور کلی تاثیر ترکیبات شیمیایی برتغییرات منابع انرژی در حشرات را می‌توان به تاثیر درونی و غلبه برنظم فیزیولوژیک درونی بدن و دخل‌وتصرف در مراحل مختلف تجزیه (کاتابولیسم) یا تشکیل(آنابولیسم) منابع انرژی نسبت داد (Nation, 2002). در اغلب تحقیقات انجام گرفته کمتر به سازوکار(مکانیزم) عمل آفت‌کش‌های شیمیایی بحث شده و بیشتر به سازوکارهای احتمالی اشاره شده است.

پروتئین‌ها ترکیبات آلی کلیدی هستند که بیشتر نقش ساختمانی دارند و در مواقع تنش به عنوان یک مکانسیم جبرانی عمل می‌کنند (Li *et al.*, 2012). میزان پروتئین و اسیدهای آمینه‌ی تشکیل دهنده‌ی آن تعیین‌کننده رشد حشرات می‌باشد. پروتئین‌ها به عنوان یک منبع از اسیدهای آمینه برای ساخت انواع متنوعی از پروتئین‌ها عمل می‌کند. لذا پروتئین‌ها برای حفـاظت از بافت‌های تحلیل رفته و تشکیل پروتئین‌های جدید مورد استفاده قرار می‌گیرند. نیازهای تغذیه‌ای حشرات به پروتئین بسته به سن، جنسیت و تنش فیزیولوژیکی متفاوت است (Nation, 2002). وقتی موجودات تحت تأثیر تنش قرار می‌گیرند دچار افت شدید پروتئین کل در همولنف می‌گردند .تصور بر این است که با تجزیه شدید پروتئین به اسیدهای آمینه و وارد نمودن آن‌ها به چرخه TCA ، به عنوان یک کتواسید کمبود انرژی ایجاد شده در نتیجه بروز تنش را جبران می‌نمایند(Nath *et al.*, 1997). این تحقیق نشان داد که ترکیب فنوکسی‌کارب و غلظت‌های مختلف آن سبب تاثیر برمیزان پروتئین و کاهش آن شده است. کاهش میزان پروتئین ممکن است در اثر باند شدن ترکیبات آفت‌کش به پروتئین‌های حشره و تشکیل کمپلکس باشد باشد(E1-Kordy *et al.*, 1994). همچنین تنش ایجاد شده در اثر آفت‌کش‌ها می‌تواند سبب فعال شدن هورمون آدیپوکینتیک می‌شود که این هورمون به نوبه خود از سنتز پروتئین در حشرات جلوگیری می‌کند (Carlisle & Loughton, 1979).کاربرد بسیاری از آفت‌کش‌ها سبب کاهش پروتئین کل در حشرات شده است (Zibaee *et al.*,2011; Mulye & Gordon, 1993; kassem *et al.*, 2011).

چربی منبع مهم انرژی در موجودات از جمله حشرات محسوب می شود و حشرات آنها را یا از منابع غذایی به دست می‌آورند یا درون بدن سنتز می‌کنند. چربی نقش مهمی در تولید مثل و رشد جنین دارد و بیشترین مقدار مصرف آن در تولید مثل است (Barber *et al.*, 1997). در این تحقیق میزان چربی با افزایش غلظت آفت‌کش به طور معنی‌دار کاهش یافت. اصولا تغییرات حاصل در منابع انرژی خصوصا چربی تحت تاثیر فرآیندهای هورمونی فعال در اجسام چربی صورت می‌گیرد (Nation, 2002). اغلب فعالیت‌های این ارگان مهم تحت تاثیر یک نروپپتید به نام آدیپوکنتیک هورمون با ایزوفرم‌های مختلف (Gade, 2009) و نیز بعضاً یکی از آمین‌های بیوژنیک به نام اکتاپامین (Orchard *et al.*, 1993) است. مهم‌ترین نقش این هورمون نقل و انتقال ترکیبات چربی و کربوهیدرات‌ها از درون سلول‌های چربی به همولنف حشرات واز آنجا به سلول‌های بیش‌فعالی همچون سلول‌های ماهیچه‌ای است؛ به طوری که درحضور آن، آنزیم‌های فسفوریلاز(برای تبدیل گلیکوژن به تری‌هالوز در حضور گلیکوژن فسفوریلاز) و لیپاز(برای تبدیل تری اسیل گلیسروهای ذخیره‌ای به دی اسیل گلیسرول) در سلول‌های چربی فعال می‌شود و نیاز حشره به منابع انرژی را تامین می‌کند(Lorenze & Gade, 2009). دلیل کاهش چربی‌ها در اثر این آفت‌کش ممکن است دراثر تبدیل شدن چربی‌ها به گلیکوژن برای جبران منابع انرژی باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

درنتیجه کاهش میزان چربی با افزایش میزان قندها قابل توجیه است (جدول ۳). بیشترین تاثیر کاهشی بر میزان چربی از تنظیم‌کننده‌های رشد مانند فنوکسی‌کارب و پایری پیروکسیفن گزارش شده است (Hamadah *et al*., 2012; Zibaee *et al*., 2011; Mulye & Gordon, 1993).

کـربوهیدرات‌ها یکی از منابع مهم انرژی در بسیاری از حشرات محسوب می‌شوند و میزان آن در همولنف شاخص مهمی از میزان متابولیسم و تعادل پویا از جذب، سوخت‌وساز و مصرف توسط بافت‌های مختلف است (Zhu *et al*., 2012). در این تحقیق میزان گلیکوژن و قند در غلظت ۵۰۰ پی‌پی ام همزمان کاهش یافته است که با توجه به نمودار کاهش تغذیه، فراهمی قند ناشی از کاهش تبدیل سلولز به قند است. کاهش گلیکوژن در همان غلظت احتمالا به علت آن است که گلیکوژن به مصرف فعالیت‌های حیاتی سلول رسیده ولی مجددا به دلیل کاهش فراهمی قند، گلوکز جایگزین نشده است. افزایش گلیکوژن در غلظت های ۲۵۰۰ و ۵۰۰۰ پی‌پی ام نمی‌تواند ناشی از فراهمی بیشتر گلوکز باشد. و با توجه به اینکه محتوای انرژی کاهش یافته است (شکل ۳) بر این اساس به نظر می‌رسد گلیکوژن مصرف نشده است (جدول ۳)، در ضمن منابع چربی باعث افزایش سطح انرژی متابولیکی نشده است. بر این اساس، افزایش گلیکوژن می‌تواند ناشی از تجزیه لیپیدها باشد. به نظر می‌رسد با تجزیه لیپیدها قندها تولید شده باشند که افزایش قند در این تحقیق را قابل توجیه می‌کند (جدول ۳). افزایش منابع کربوهیدراتی دربرخی از حشرات تیمارشده با تنظیم‌کننده‌های رشد گزارش شده است (Mulye & Gordon, 1993)

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان گفت که کاربرد آفت‌کش فنوکسی‌کارب علیه موریانه *M. diversus* می‌تواند ضمن کاهش محتوای انرژی باعث افزایش تلفات در این آفت می‌شود. فنوکسی‌کارب یک آفت‌کش کند اثر است و سبب انتقال سم به سایر افراد کلنی از طریق تروفالاکسیس(تغذیه دهان به دهان) شده و مرگ و میر در موریانه را افزایش می‌دهد. در این تحقیق غلظت ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام بیشترین تاثیر مخرب را بر منابع انرژی داشته است و می‌توان گفت این آفت‌کش جایگزین مناسبی برای حشره‌کش‌های کلره و فسفره بوده و در آینده می‌تواند به منظور تهیه طعمه مسموم علیه موریانه استفاده شود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه چمران اهواز به‌خاطر فراهم آوردن بخشی از امکانات مالی و اجرایی این تحقیق صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

References

Barber, J., Baird, D., & Cahow, P. (1990) Clonal variation in general responses *Daphnia mangna* straus to toxic stress. II.Physiological Effects. *Functional Ecology* 4(3): 409-414.

Carlisle, J. A., & Loughton, B. G. (1979) Adipokinetic hormone inhabits protein synthesis in Locusta. *Nature* 282: 240-241.

El-Kordy, M.W., Abbas, M.G., Gadallah, A.I., & Mostafa, S. A. (1994) Effect of Margosan-0 as an azadrachitin compound on some biochemical aspects of *Spodoptera littoralis*. *Al-Azhar Journal of Agricultural Research* 20: 329-345.

www.SID.ir

Archive of SID

Fatehpour, H. Moftahe, Gh. M., & Taji Afroz. (2009). The Effect of fenoxicarb on Growth and Reproduction of German Cockroaches. *Journal of Biology of Iran* 22(2): 343-342.

Foray, V., Plisson, P.F., Ber- Vener, M.C., Desouhant, E., Venner, S., Menu, F., Giron, D. & Rey, B. (2012) A handbook for uncovering the complete energic budget in insects: the van Handel' s method (1985) revisited. *Physiological Entomology* 37(3): 295-302.

Gade, G. (2004) Flight or fight- the need for adipokinetic hormones. *International Congress Series*, 1275: 40-134.

Habibpour, B. (1994) Termites (Isoptera) Fauna, Economic Importance and Their Biology in Khuzestan, Iran. Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz. 143 p.

Hu, X. P., Song, D. & Anderson, C. (2007) Effect of Imidacluprid granules subterranean termite foraging activity in ground touching non-structural wood. *Sociobiology*, 50(3), 1-6.

Hamadah, KH. SH., Ghoneim, K.S., & Tanani, M. A. (2012) Effects of certain insect growth regulators on the lipid content of some tissues of the desert locust *Schistocerca gregaria*. African *Journal of Biochemistry Research* 6: 121-128.

Judd, T. M., Magnus, R. M. & Fasnacht, M. P. (2010) A nutritional profile of the social wasp *Polistes metricus*: Differences in nutrient levels between castes and changes within castes during the annual life cycle. *Journal of Insect Physiology* 56: 42-56.

Kassem, M. A., Mohammad, T. A. & Bream, A. S. (2011). Influence of the bioinsecticides, NeemAzal, on main body metabolites of the 3rd larval instar of the house fly *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *African Journal of Biochemistry Research* 5(9): 272-276.

Li, B., Xie, Y., Cheng, Z., Cheng, J., Hu, R., Sang, X., Gui, S., Sun, Q., Gong, X., Cui, Y., Shen, W. & Hong, F. (2012) Cerium Chloride Improves Protein and Carbohydrate Metabolism of Fifth-Instar Larvae of *Bombyx mori* Under Phoxim Toxicity. *Biological Trace Element Research* 150: 214-220.

Lorenz, M. W. and Gade, G. (2009) Hormonal regulation of energy metabolism in insects as a driving force for performance. *Integrative and Comparative Biology*. 49(4): 380-392.

Lowry, **O .H**., **Rosembrough**, **N .J., Farr**, **A .L. & Randdall, R. J.** (1951) Protein measurement with the folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry* 193(1): 267-275

Mulye, H. and Gordon, R. (1993) Effects of two juvenile hormone analogs on hemolymph and fat-body metabolites of the eastern spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Clemens) (Lepidoptera: Tortricidae). *Canadian Journal of Zoology* 71(6): 1169-1174.

Nath, B. S., Suresh, A., Varma, B. M. and Kumar, R. P. (1997)**.** Changes in Protein Metabolism in Hemolymph and Fat Body of the Silkworm, *Bombyx mori* L., in response to Organophosphorus Insecticides toxicity. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 36: 169-173.

Nation, J. L., (2002) Insect Physiology and Biochemistry. CRC Press, Boca Raton.

Nunes, **L. and Nober**, **T.** (2001) Strategies of subterranean termite control in buildings. *Historical Constructions* 867-874.

Orchard. I., Ramirez, J. M. & Lange, A. B. (1993) A multifunctional role for octopamine in locust flight. *Annual Review of Entomology* 38: 227-249.

Saleem, M. A., Shakoori, A. R. and Mantle, D. (1998) Macromolecular and Enzymatic Abnormalities Induced by a Synthetic Pyrethroid, Ripcord (Cypermethrin), in Adult

www.SID.ir

Archive of SID

Beetles of a Stored Grain Pest, *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 39: 144–154.

Waldbauer, G. P. (1968) The consumption and utilization of foods by insect. *Advance in Incect Physiology* 5: 229-288.

Widdos, J., Salkeld, P. (1993) Role of Scope for Growth in environmental toxicology and pollution monitoring. Map Tecgnical reports series No. 71- Selected techniques for monitoring biological effects of pollutants in organisms. UNEP, Athens. pp 115-146.

Zhu, Q., He, Y., Yao, J., Liu, Y., Tao, L. and Huang, Q. (2012) Effects of sublethal concentrations of the chitin synthesis inhibitor, hexaflumuron, on the development and hemolymph physiology of the cutworm, *Spodoptera litura* . *Journal of Insect Science* 12 (27): 1-13.

Zibaee, A., Zibaee, I. and Sendi, J. J. (2011) A juvenile hormone analog, pyriproxifen, affects some biochemical components in the hemolymph and fat bodies of *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 100: 289–298.

www.SID.ir