

اثر حشره‌کشی سه اسانس گیاهی روی حشرات بالغ شته مومی کلم، *Brevicoryne brassicae* L. (Hemiptera: Aphididae) در شرایط آزمایشگاهی

مهدیه موسوی^۱، شهرام آرمیده، سمانه اکبری و لیلا محمودی

گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه.

*مستول مکاتبات، پست الکترونیکی: mousavimahdieh@yahoo.com

The insecticidal effect of essential oils on adult of *Brevicoryne brassicae* L. (Hemiptera: Aphididae) under laboratory conditions

M. Mousavi¹, Sh. Aramideh², S. Akbari³ and L. Mahmoodi¹

Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.

*Corresponding author, E-mail: mousavimahdieh@yahoo.com

چکیده

جهت کنترل شته مومی کلم، *Brevicoryne brassicae* L. اسانس‌های گیاهی به عنوان جایگزین مناسبی برای سموم شیمیایی مورد توجه قرار گرفته‌اند. بنابراین در این تحقیق اثر حشره‌کشی اسانس گیاهان اکالیپتوس *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.، آزادیراختین، *Azadirachta indica* Adr. Juss. و میوه سرو کوهی، *Thuja occidentalis* L. روی آفت مذکور به صورت تدخینی مورد بررسی قرار گرفتند. آزمایشات زیست‌سنجی در شرایط دمایی ۲۷±۲ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۶۵±۵ درصد با دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد. این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ تیمار (۵ تیمار اصلی به همراه شاهد) در غلظت و زمان‌های مختلف برای بررسی میزان LC₅₀ و LT₅₀ انجام شد. هر تیمار در ۳ تکرار مورد بررسی قرار گرفت و هر تکرار شامل ۲۰ حشره بود. نتایج حاکی از آن است که اسانس‌های مزبور کشندگی معنی‌داری هم به لحاظ غلظت و هم به لحاظ زمان در طی ۲۴ ساعت اسانس‌دهی روی حشرات کامل شته مومی کلم از خود نشان دادند و با افزایش غلظت و مدت زمان اسانس‌دهی میزان مرگ و میر افزایش یافته است. مقدار LC₅₀ اسانس اکالیپتوس، آزادیراختین و میوه سرو کوهی روی آفت مورد آزمایش به ترتیب معادل ۱۵/۱۲، ۳۸/۷۹ و ۵۶/۰۲ میکرولیتر بر لیتر هوا محاسبه شد و همچنین مقدار LT₅₀ این گیاهان روی آفت فوق به ترتیب برابر با ۱۰/۵۷، ۱۱/۹۰ و ۱۳/۸۶ ساعت به‌دست آمد. با توجه به خاصیت حشره‌کشی اسانس‌های مزبور روی شته مومی کلم، کاربرد این اسانس‌ها به عنوان یک حشره‌کش کم‌خطر و یا به عنوان پیش‌ماده برای ساخت حشره‌کش‌های جدید جهت کنترل این آفت توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: شته مومی کلم، اکالیپتوس، آزادیراختین، میوه سرو کوهی، اثر حشره‌کشی، اسانس‌های گیاهی

Abstract

To control cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* L., essential oils of plant were noted as the suitable alternative to chemical pesticides. So, in this study, the insecticide effects of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., *Azadirachta indica* Adr. Juss. and *Thuja occidentalis* L. on cabbage aphid adults were investigated. All bioassay tests were conducted at 27±2°C, 65±5 R. H and a photoperiod of 16:8h (light: dark). This research was performed with a completely random design with 6 treatments (5 different concentrations of essential oils and control). Each concentration included 3 replicates and each replicate consisted of 20 adult pests. Results showed that essentials were significantly effective within 24 hours on cabbage aphid. The LC₅₀ of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., *Azadirachta indica* Adr. Juss. and *Thuja occidentalis* L. on cabbage aphid were 15/12, 38.79 and 56.02 µl/l airs, respectively, LT₅₀ values were 10.57, 11.90 and 13.86 respectively. According to insecticidal effects of essential oils on this pest, application of these essential oils as a less dangerous insecticide or as precursor will be suggested to make new insecticidal to control cabbage aphids.

Key words: cabbage aphid, *Eucalyptus camaldulensis*, *Azadirachta indica*, *Thuja occidentalis*, insecticide effects, essential oils

مقدمه

شته مومی کلم، *B. brassicae*، یکی از آفات مهم کلم در ایران و بسیاری از نقاط دیگر جهان بوده و خسارت قابل توجهی به این محصول وارد می‌کند. این شته دارای قدرت تولیدمثل بالایی است و جمعیت خود را به سرعت افزایش داده و ضمن تشکیل کلنی‌های پرجمعیت منجر به خسارت مستقیم از طریق تغذیه از شیره گیاهی و در نتیجه پیچیدگی و بدشکلی برگ‌ها

شده و از سوی دیگر با انتقال ویروس‌های بیماری‌زای گیاهی منجر به خسارت غیر مستقیم می‌شود (Ellis et al., 2000; Schliephake et al., 2000).

کنترل شیمیایی یک روش موثر و گسترده در کنترل آفات است (Pavela, 2009). این ترکیبات دارای عوارض نامطلوب از قبیل آلودگی محیط زیست، سمیت برای موجودات غیر هدف، ایجاد مقاومت در آفات و به‌جا گذاشتن باقیمانده هستند (Ogendo et al., 2003). این مشکلات موجب شده که محققان به دنبال استفاده از روش‌های کنترلی جایگزین و سازگار با محیط زیست برای کنترل آفات باشند (Tapondjou et al., 2005).

در این میان می‌توان به کاربرد اسانس‌های گیاهی اشاره کرد. مواد مؤثره استخراج شده از عصاره و اسانس‌های گیاهی دارای اثر تدخینی روی حشرات آفت می‌باشد (Maciel et al., 2010). این اسانس‌ها که از گیاهان معطر استحصال می‌شوند به دلیل داشتن بوی تند و سمیت کم برای پستانداران، عدم تأثیر سوء چشم‌گیر بر محیط زیست و مقبولیت در میان عامه‌ی مردم از جمله ترکیبات بسیار مفید برای کنترل آفات به حساب می‌آیند (Isman, 2000). در حال حاضر بیش از ۳۰۰۰ اسانس شناسایی شده است که ۳۰۰ اسانس و برخی از ترکیبات آنها در داروسازی، کشاورزی، غذا، بهداشت و صنایع آرایشی و عطر سازی اهمیت تجاری پیدا کرده‌اند (Bakkali et al., 2008). اسانس‌های گیاهی دارای خواص دور کنندگی (Ogendo et al., 2008)، حشره‌کشی (Papachristos & Stamopoulos, 2002)، قارچ‌کشی (Kotan et al., 2008)، ضد باکتریایی (Matasyoh et al., 2007)، ویروس‌کشی (Schuhmacher et al., 2003)، بازدارندگی تخم‌گذاری، بازدارندگی رشد و نمو (Papachristos & Stamopoulos, 2002) و خواص ضد تغذیه‌ای (Garcia et al., 2007) هستند.

مطالعات بسیاری در این زمینه صورت گرفته است، به عنوان مثال اثر کشندگی اسانس گیاه *Artemisia indica* (Adr. Juss) در برابر شته مومی کلم، *B. brassicae*، مورد بررسی قرار گرفته است (Pavela et al., 2005).

در آزمایشی دیگر (Ebrahimi et al., 2013) نشان دادند که اسانس گیاهان آزادیراختین *Azadirachta indica* (Adr. Juss.)، اوکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.) و برگ بو (*Laurus nobilis* L.) دارای اثر کشندگی قابل توجهی روی شته جالیز بوده که در این میان آزادیراختین و اوکالیپتوس اثر کشندگی بیشتری در مقایسه با برگ بو داشته‌اند. همچنین از زمان‌های قدیم بومیان آمریکا از اسانس قسمت‌های مختلف سرو کوهی مانند برگ، میوه و پوست درختچه‌ی آن به‌عنوان ماده دارویی و نیز دفع آفات استفاده می‌کردند و گزارشات این مصارف در طی تحقیقات محققین در طی سال‌های مختلف به صورت کتاب یا مقاله ارائه شده است (Keita et al., 2001A).

با توجه به مزایای استفاده از ترکیبات با منشأ طبیعی در کنترل آفات گیاهی، در این تحقیق نیز اثر حشره‌کشی سه اسانس اکالیپتوس، آزادیراختین و میوه سرو کوهی روی شته مومی کلم مورد بررسی قرار گرفت تا ضمن کنترل مؤثر این آفت از میزان مصرف حشره‌کش‌های شیمیایی کاسته شود.

مواد و روش‌ها

تهیه اسانس. میوه‌های سرو کوهی *T. occidentalis*، از درختان موجود در محوطه‌ی بخش حشره‌شناسی گروه گیاه‌پزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه در بهار سال ۱۳۹۲ جمع‌آوری شدند. جهت تهیه اسانس میوه‌ی تازه و تر را له کرده و به مقدار ۱۰۰ گرم همراه با ۷۰۰ میلی لیتر آب مقطر با کمک دستگاه کلونجر در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس و در مدت زمان ۹۰ دقیقه اسانس‌گیری شد. اسانس به‌دست آمده با دستگاه (Rota Evaporator-Buchi (R-3000)، آبگیری و تا زمان استفاده در ظروف شیشه‌ای به حجم ۲ میلی لیتر به رنگ قهوه‌ای تند با روپوش آلومینیومی در یخچال نگه‌داری شد.

اسانس‌های اکالیپتوس *E. camaldulensis* و آزادیراختین *A. indica* استفاده شده در آزمایشات نیز از شرکت داروسازی بارچ اسانس کاشان تهیه شدند.

پرورش حشرات. شته مومی کلم روی گیاه کلم قرمز، در شرایط دمایی 27 ± 2 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد، با دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی، در گلخانه پرورش داده شد.

تعیین غلظت کشنده ۵۰ درصد (LC_{50}): غلظت‌های مختلف از هر اسانس بر اساس روش Keita et al. (2001B) با سه تکرار روی کاغذ صافی ریخته شد و در قسمت داخلی درب ظروف شیشه‌ای ۳۰۵ میلی لیتری که هرکدام حاوی ۲۰ حشره بالغ و همراه با ماده غذایی (برگ کلم قرمز) بود قرار گرفت. همچنین به منظور جلوگیری از تماس مستقیم حشرات با اسانس بین درپوش و ظرف مزبور توری گذاشته شد. درپوش ظروف از اطراف با نوارهای مخصوص (پارافیلیم) محکم گردید. در آزمایشات انجام شده شمارش بعد از ۲۴ ساعت انجام گرفت. حشراتی که با نزدیک کردن قلم‌مو هیچ گونه حرکتی نشان نمی‌دادند به عنوان مرده در نظر گرفته شدند. در تیمار شاهد از آب مقطر استریل استفاده شد.

تعیین زمان کشنده ۵۰ درصد (LT_{50}): با توجه به تست‌های غلظت کشندگی اسانس، مقدار LC_{50} محاسبه شده مربوط به هر سه اسانس در ۵ زمان به طور مستقل روی حشرات کامل شته مومی کلم مورد بررسی قرار گرفت تا میزان LT_{50} مورد نظر به دست آید. بقیه مراحل انجام آزمایش مثل آزمایش تعیین غلظت کشنده ۵۰ درصد می‌باشد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها. جهت تعیین LC_{50} از ۶ غلظت (۵ غلظت به همراه شاهد) بعد از ۲۴ ساعت اسانس‌دهیو اصلاح مرگ و میر شاهد طبق فرمول آبوت (Abbott (1925) و جهت تعیین LT_{50} از یک غلظت اسانس در زمان‌های مختلف (۲، ۷، ۱۲، ۱۸ و ۲۴ ساعت) استفاده شد و توسط برنامه پروبیت در نرم افزار (SPSS V. 19) مورد تجزیه و آنالیز قرار گرفت. کلیه‌ی آزمایشات به روش تدخینی صورت گرفته است.

نتایج

نتایج به دست آمده نشان داد که اسانس گیاهان اکالیپتوس، آزادیراختین و میوه سرو کوهی، حشرات کامل شته مومی کلم را در مدت ۲۴ ساعت به خوبی کنترل کرده و میزان غلظت مصرفی در این اسانس‌ها روی حشره مورد آزمایش بسیار پایین می‌باشد. مقدار LC_{50} این اسانس‌ها به ترتیب برابر با ۱۵/۱۲، ۳۸/۷۹ و ۵۶/۰۲ میکرولیتر بر لیتر هوا بود (جدول ۱).

جدول ۱- مقادیر LC_{50} و LC_{95} برآورد شده اسانس گیاهان *Eucalyptus camaldulensis*، *Azadirachta indica* و *Thuja occidentalis* روی حشرات کامل شته مومی کلم در ۲۴ ساعت.

Table 1. Estimated values of LC_{50} and LC_{95} of *Eucalyptus camaldulensis*, *Azadirachta indica* and *Thuja occidentalis* essential oils on adult *Brevicoryne brassicae* in 24 hours.

Plant species	Total insect	χ^2 (df=3)	Intercept(a)+5	Slope±SE	LC_{50} (μL/L air)	LC_{95} (μL/L air)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	300	1.64	2.06	0.28±2.50	15.12 (12.89-17.52)	68.91 (51.88-105.24)
<i>Azadirachta indica</i>	300	1.24	0.28	0.34±2.97	38.79 (34.29-44.01)	138.97 (106.86-207.49)
<i>Thuja occidentalis</i>	300	0.05	-1.69	0.42±3.83	56.02 (50.88-61.94)	150.62 (122.98-203.98)

نتایج حاصل از آزمایشات زیست‌سنجی غلظت LC_{50} استفاده شده از اسانس‌های اکالیپتوس، آزادیراختین و میوه سرو کوهی در ساعات ۳، ۶، ۱۲، ۱۸ و ۲۴ نشان داد که اسانس اکالیپتوس در غلظت ۱۵/۱۲ میکرولیتر بر لیتر هوا در زمان ۱۰/۵۷

ساعت، اسانس آزادیراختین در غلظت ۳۸/۷۹ میکرولیتر بر لیتر هوا در زمان ۱۱/۹۰ ساعت و اسانس میوه سرو کوهی در غلظت ۵۶/۰۲ میکرولیتر بر لیتر هوا در زمان ۱۳/۸۶ ساعت باعث مرگ و میر ۵۰ درصد از حشرات کامل شته مومی کلم شده است (جدول ۲).

جدول ۲- مقادیر LT_{50} و LT_{95} برآورد شده اسانس گیاهان *Eucalyptus camaldulensis*, *Azadirachta indica* و *Thuja occidentalis* روی حشرات کامل شته مومی کلم در ساعات مختلف.

Table 2. Estimated values of LT_{50} and LT_{95} of *Eucalyptus camaldulensis*, *Azadirachta indica* and *Thuja occidentalis* essential oils at different times on the adult *Brevicoryne brassicae*.

Plant species	Total insect	χ^2 (df=3)	Intercept(a)+5	Slope±SE	LT_{50}	LT_{95}
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	300	12.41	1.98	0.30±2.95	10.57 (5.89-18.24)	38.16 (20.84-471.56)
<i>Azadirachta indica</i>	300	7.35	1.68	0.32±3.09	11.90 (10.49-13.53)	40.60 (31.10-57.26)
<i>Thuja occidentalis</i>	300	4.19	1.5	0.34±3.07	13.86 (12.22-15.86)	47.69 (36.76-70.29)

بحث

کنترل شته‌ها به طور معمول با استفاده از سه گروه اصلی آفت‌کش‌ها شامل ارگانوفسفات‌ها، کاربامات‌ها و پایروتروئیدها صورت می‌گیرد. کاربرد طولانی مدت این حشره‌کش‌ها موجب مقاومت در شته‌ها شده و کنترل آن‌ها را با مشکل مواجه کرده است. استفاده از اسانس‌های گیاهی برای کنترل شته‌ها به دلیل افزایش گزارش‌ها مبنی بر مقاومت این آفات به سموم شیمیایی و باقیمانده این سموم در محصولات و آلودگی محیط زیست یک امر ضروری به شمار می‌آید (Sadeghi et al., 2009).

در این تحقیق خاصیت حشره‌کشی سه اسانس اکالیپتوس *E. camaldulensis*، آزادیراختین *A. indica* و میوه سرو کوهی *T. occidentalis* روی شته مومی کلم مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان می‌دهد که اسانس‌های مذکور روی آفت مورد آزمایش دارای اثر کشندگی قابل توجهی بوده و با افزایش غلظت اسانس میزان مرگ و میر در تیمارها افزایش پیدا کرده است. در طی سال‌های اخیر آزمایش‌های گسترده‌ای به منظور بررسی خواص حشره‌کشی اسانس‌های گیاهی و ترکیبات آن‌ها روی آفات مختلف صورت گرفته است که تعدادی از آنها اثرات مطلوبی را داشته‌اند.

به‌عنوان مثال، Mareggiani et al. (2008) فعالیت بالای حشره‌کشی اسانس *Eucalyptus globules* را در برابر شته جالیز به اثبات رساندند. در همین ارتباط Ebrahimi et al. (2013) اسانس گیاهان آزادیراختین (*A. indica*)، اوکالیپتوس (*E. camaldulensis*) و برگ بو (*L. nobilis*) را برای کنترل شته جالیز، مورد آزمایش قرار دادند و نتیجه گرفتند که آزادیراختین و اوکالیپتوس اثر کشندگی بیشتری در مقایسه با برگ بو داشته‌اند. همچنین Kraiss & Eileen (2008) اثر حشره‌کشی فرمولاسیون‌های مختلف اسانس آزادیراکتین را روی پوره‌های شته لوبیا *Aphis glycines* Matsumura. مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که اسانس مزبور اثر کنترلی بالایی روی آفت فوق داشته است. یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج حاصل از آزمایشات مارژیانی و همکاران، ابراهیمی و همکاران و نیز کرایس و ایلن مبنی بر اینکه اسانس‌های اکالیپتوس و آزادیراختین اثر کشندگی قابل توجهی روی جمعیت شته‌ها از خانواده Aphididae نشان می‌دهند مطابقت دارد.

در آزمایشی دیگر اثر کنترلی پودر برگ دو گیاه آزادیراختین و اکالیپتوس روی سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج حاصل نشان داد که این گیاهان دارای اثر حشره‌کشی و تخم‌کشی قابل توجهی می‌باشند (Javid & Mpotokwane, 1997). همچنین Keita et al. (2001A) اثر حشره‌کشی اسانس میوه سرو کوهی را به همراه پودر کائولن روی مراحل تخم و حشرات کامل سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات، *Callosobruchus maculatus* F. به اثبات رساندند. نتایج حاصل از این دو تحقیق با نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر مبنی بر سمیت اکالیپتوس، آزادیراختین و میوه سرو کوهی روی آفات همخوانی دارد.

در یک آزمایش Işık & Görür (2009) اثر شته‌کشی ۷ اسانس گیاهی علیه شته مومی‌کلم (*B. brassicae*) را به اثبات رساندند. همچنین Pavela et al. (2005) اثر کشندگی اسانس گیاه *Artemisia indica* را در برابر شته مومی‌کلم (*B. brassicae*) و نیز Hoseini et al. (2012) فعالیت حشره‌کشی دو اسانس گیاهی برگ بو (*L. nobilis*) و اکالیپتوس (*E. camaldulensis*) را بر روی این آفت (*B. brassicae*) گزارش کرده‌اند. بنابراین نتایج تحقیق حاضر با دست‌آوردهای این محققین مبنی بر فعالیت حشره‌کشی اسانس‌های گیاهی از جمله اکالیپتوس روی شته مومی‌کلم مطابقت دارد.

بر اساس یافته‌های اخیر تحقیقات گوناگونی در زمینه فعالیت حشره‌کشی اسانس‌های گیاهی روی گونه‌های مختلف شته از خانواده Aphididae صورت گرفته است. از جمله تأثیر حشره‌کشی ۲۳ اسانس گیاهی و ترکیبات اصلی آن‌ها علیه شته بالغ شلغم (*Lipaphis pseudobrassicae* Davis) (Sampson et al., 2005)، سمیت تنفسی اسانس ۱۲ گونه گیاه مدیترانه‌ای علیه شته نخود (*Acyrtosiphon pisum* Harris) و شته سبز هلو (*Myzus persicae* Sulzer) (Digilio et al., 2008)، فعالیت شدید حشره‌کشی تعدادی از اسانس‌های گیاهی علیه شته گل‌انگشته (*Aulacorthum solani* Kalt.) (Górski & Tomczak, 2010) گزارش شده است. نتایج تحقیق حاضر با نتایج این بررسی‌ها مبنی بر فعالیت حشره‌کشی اسانس‌های گیاهی روی خانواده‌ی Aphididae مطابقت دارد.

نتایج به‌دست آمده از این مطالعه با توجه به کشندگی بالای اسانس‌های اکالیپتوس، آزادیراختین و میوه سرو کوهی روی حشرات کامل شته مومی‌کلم، نشان‌دهنده‌ی فعالیت حشره‌کشی بالای این اسانس‌ها می‌باشد. از این‌رو می‌توان در برنامه‌های کنترلی آفت مذکور جایی هم برای اسانس‌های فوق‌متصور شد تا ضمن کنترل مؤثر این آفت از میزان مصرف حشره‌کش‌های شیمیایی کاسته شود.

منابع

- Abbott, W. S. (1925) A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18, 265-267.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D. & Idaomar, M. (2008) Biological effects of essential oils-a review. *Food Chemical Toxicology* 46, 446-475.
- Digilio, M. C., Mancini, E., Voto, E. & DeFeo, V. (2008) Insecticide activity of Mediterranean essential oils. *Journal of Plant Interactions* 3(1), 17-23.
- Ebrahimi, M., Safaralizade, M. H., Valizadegan, O. & Hosaini Amin, B. H. (2013) Efficacy of three plant essential oils, *Azadirachta indica* (Adr. Juss.), *Eucalyptus camaldulensis* (Dehnh.) and *Laurus nobilis* (L.) on mortality cotton aphids, *Aphis gossypii* Glover (Hem: Aphididae). *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. <http://dx.doi.org/10.1080/03235408.2012.758347>.

- Ellis, P. R., Kift, N. B., Pink, D. A. C., Jukes, P. L., Lynn, J. & Tatchell, G. M.** (2000) Variation in resistance to the cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae*) between and within wild and cultivated brassica species. *Genetic Resources and Crop Evaluation* 47, 395-401.
- Garcia, M., Gonzalez-Coloma, A., Donadel, O. J., Ardanaz, C. E., Tonn, C. E. & Sosa, M. E.** (2007) Insecticidal effects of *Flouresia oolepis* Blake (Asteraceae) essential oil. *Biochemical Systematics and Ecology* 35, 181-187.
- Górski, R. & Tomczak, M.** (2010) Usefulness of natural essential oils in the control of foxglove aphid (*Aulacorthum solani* Kalt.) occurring on eggplant (*Solanum melongena* L.). *Ecological Chemistry and Engineering* 17, 3.
- Hoseini, B., Ali nia, F. & Khosro shahli, M.** (2012) The effects of sublethal and repellency of *Eucalyptus camaldulensis* and *Laurus nobilis* on *Brevicoryne brassicae*. *Proceeding 20th Iranian plant protection congeress*. 258p.
- Işık, M. & Görür, G.** (2009) Aphidicidal activity of seven essential oils against the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L. (Hemiptera: Aphididae). *Munis Entomology and Zoology* 4(2), 424-431.
- Isman, M. B.** (2000) Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection* 19, 603-608.
- Javaid, I. & Mpotokwane, S. M.** (1997) Evaluation of plant material for the control of *Callosobruchus maculatus* F. in cowpea seed. *African Entomology* 5(2), 357-359.
- Keita, S. M., Vincent, C., Schmidt, J. P. & Arnason, J. T.** (2001A) Insecticidal effects of *Thuja occidentalis* L. (Cupressaceae) essential oil on *Callosobruchus maculatus* (Col.: Bruchidae). *Canadian Journal of Plant Science* 81, 173-177.
- Keita, S. M., Vincent, C., Schmit, J. P., Arnason, J. T. & Belanger, A.** (2001B) Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research* 37(2), 339-349.
- Kotan, R., Kordali, S., Cadir, A., Kesdek, M., Kaya, Y. & Kilic, H.** (2008) Antimicrobial and insecticidal activities of essential oil isolated from Turkish *Salvia hydrangea* DC. ex Benth. *Biochemical Systematics and Ecology* 36, 360-368.
- Kraiss, H. & Eileen, C. M.** (2008) Insect growth regulator effects of azadirachtin and neem oil on survivorship, development and fecundity of *Aphis glycines* (Hemiptera: Aphididae) and its predator, *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). University of Wisconsin Madison, Madison, WI 53706. USA.
- Maciel, M. V., Morais, S. M., Bevilaqua, C. M. L., Silva, R. A., Barros, R. S., Sousa, R. N., Sousa, L. C., Brito, E. S. & Souza-Neto, M. A.** (2010) Chemical composition of *Eucalyptus* spp. essential oils and their insecticidal effects on *Lutzomyia longipalpis*. *Veterinary Pathology* 167, 1-7.
- Mareggiani, G., Serafina, R. & Margarita, R.** (2008) *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae) essential oil: Efficacy against *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae), an agricultural pest. *Revista Latinoamericana de Quimica* 36, 16-21.
- Matasyoh, L. G., Matasyoh, J. C., Wachira, F. N., Kinyua, M. G., Muigai, A. T. M. & Mukiyama, T. K.** (2007) Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Ocimum gratissimum* L. growing in eastern Kenya. *African Journal of Biotechnology* 6, 760-765.
- Ogendo, J. O., Belmain, S. R., Deng, A. L. & Walker, D. J.** (2003) Comparison of toxic and repellent effect of *Lantana camara* L. with *Tephrosia vogelii* Hook and a synthetic pesticide against *Sitophilus zeamais* in maize grain storage. *Insect Science and Its Application* 23, 127-135.
- Ogendo, J. O., Kostyukovsky, M., Ravid, U., Matasyoh, J. C., Deng, A. L., Omolo, E. O., Kariuki, S. T. & Shaaya, E.** (2008) Bioactivity of *Ocimum gratissimum* L. oil and two of its constituents against five insect pests attacking stored food products. *Journal of Stored Product Research* 44, 328-334.
- Papachristos, D. P. & Stamopoulos, D. C.** (2002) Repellent, toxic and reproduction inhibitory effects of essential oil vapours on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Product Research* 38, 117-128.

- Pavela, R.** (2009) Larvicidal effects of some Euro-Asiatic plants against *Culex quinquefasciatus* Say larvae (Diptera: Culicidae). *Parasitology Research* 105, 887-892.
- Pavela, R., Barnet, M. & Kocourek, F.** (2005) Insecticidal activity of some essential oils against larvae of *Spodoptera littoralis*. *Fitoterapia* 76, 691-696.
- Sadeghi, A., van Damme, E. J. M. & Smaghe, G.** (2009) Evaluation of the susceptibility of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*, to a selection of novel biorational insecticides using an artificial diet. *Journal of Insect Science* 9, 1-8.
- Sampson, B. J., Tabanca, N., Kirimer, N. & Demirci, B.** (2005) Insecticidal activity of 23 essential oils and their major compounds against adult *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis) (Aphididae: Homoptera). *Pest Management Science* 61, 1122-1128.
- Schliephake, E., Grachen, K. & Rabenstein, F.** (2000) Investigation on the vector transmission of the beet mild yellowing virus (BMV) and the turnip yellows virus (TYV). *Zeitsch. Pflanzenk. Pflanz* 107, 81-87.
- Schuhmacher, A., Reichling, J. & Schnitzler, P.** (2003) Virucidal effect of peppermint oil on the enveloped viruses herpes simplex virus type 1 and type 2 in vitro. *Phytomedicine* 10, 504-510.
- Tapondjou, A. L., Adler, C., Fontem, D. A., Bouda, H. & Reichmuth, C.** (2005) Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du Val. *Journal of Stored Product Research* 41, 91-102.