

## 빨간집모기 성충(*Culex pipiens pallens*)에 대한 식물오일의 훈증효과

강신호 · 김민기 · 서동규 · 김길하\*

충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과

요약 : 빨간집모기(*Culex pipiens pallens*) 성충에 대한 34종 식물오일의 훈증효과를 조사하였다. 1  $\mu\text{L L}^{-1}$  air의 농도에서 60% 이상의 살충효과를 나타낸 오일은 7종(basil, coriander, fennel, pennyroyal, peppermint, thyme red, thyme white)이었고, 그 중 pennyroyal이 가장 높은 살충력을 나타냈다. 각 오일의 구성성분을 GC와 GC-MS로 분석하고 살충력을 검정한 결과, pennyroyal 오일의 주요성분인 pulegone과 basil 오일 및 fennel 오일의 주요성분인 anethole이 높은 살충력(LD<sub>50</sub>,  $\mu\text{L L}^{-1}$  air=0.49)을 나타냈다. 또한 linalool(LT<sub>50</sub>, min=0.91), camphor(LT<sub>50</sub>, min=1.06), fenchone(LT<sub>50</sub>, min=1.16), 1,8-cineole(LT<sub>50</sub>, min=2.93), geranyl acetate(LT<sub>50</sub>, min=1.60)도 대조약제인 emperthrin(LT<sub>50</sub>, min=3.45)에 비해 높고 빠른 살충력을 보였다.(2006년 4월 17일 접수, 2006년 6월 20일 수리)

색인어 : 빨간집모기(*Culex pipiens pallens*), 훈증효과, 식물오일

### 서론

모기는 사람에게 귀찮은 존재일 뿐만 아니라 말라리아, 일본뇌염, 뎅기열, 황열 등의 주요 질병을 매개하기 때문에 모기의 방제는 전 세계적으로 매우 중요하다(Ei Hag *et al.*, 1999). 유기염소계, 유기인계, 카바메이트계, 피레스로이드계 등의 합성살충제는 모기의 방제를 위하여 많이 사용되고 있으나 살충대상이 되는 해충 이외의 생물체(non-target organisms)에도 영향을 줌으로써 생태계를 위협할 뿐만 아니라 잔류독성과 저항성 등의 문제를 낳고 있다(Gold *et al.*, 2001; Kabaru and Gichia, 2001). 따라서 환경친화적이며 인체에 안전한 방제제의 개발이 필요하다.

식물오일의 살충 또는 기피 성능은 오래 전에 밝혀졌는데, *Nicotiana tabacum*의 잎으로부터 nicotine이나, *Derris elliptica*에서의 rotenone, *Chrysanthemum cinerifolium*의 잎으로부터 추출된 pyrethrum 등이 그 예이며(Isman, 2005; Russell, 1977), 다양한 식물오일이 모기의 유충과 성충에 대한 살충효과 및 성충의 기피효과를 지니는 것으로 보고 되었다(Nivsarkar *et al.*, 2001; Hadis *et al.*, 2003; Yang *et al.*, 2005; Kang *et al.*, 2006). 살충 효과를 갖는 식물 추출물로 *Azadirachta indica*의 neem 오일이 식이저해, 산란저해

및 기피효과(Mitchell *et al.*, 1997)를, *Targetes minuta* 추출물이 *Aedes fluviatilis*(숲모기 일종) 유충에 살충작용(Macedo *et al.*, 1997)과 *Aedes aegypt*(숲모기 일종)의 유충 및 성충에 살충작용(Perich *et al.*, 1994)을, *Lippia sodoides*의 오일 성분 중 thymol은 *Aedes aegypti*의 유충에 살충작용(Carvalho *et al.*, 2003)을, *Ocimum basilicum*에서 추출되는 basil 오일은 *Culex* spp.의 유충에 대한 살충효과(Palevitch and Craker, 1994)를 갖는 것으로 보고되었다.

식물 오일은 합성 살충제에 비해 쉽게 분해되어 생태계에 잔류되거나 인체에 해가 되는 문제점이 적으며(Redwane *et al.*, 2002), 지리적으로 다양하게 분포하고 있어 식물의 2차 산물로서 비용 면에서 경제적인 장점도 있다. 가정에서 모기의 방제를 위하여 주로 사용하는 제품은 주로 모기향과 에어로졸 제형이며, 주요 살충성분은 유기인계와 피레스로이드계 살충제이다. 모기향은 매트와 액체에 녹아있는 살충성분을 가열하여 휘발시키는 방법과 살충성분이 혼합된 모기향을 태워서 휘발시키는 방법이 있으나 제한된 공간 내에 확산된 살충성분은 모기뿐만 아니라 인체에서 위협이 된다. 식물오일은 공기 중으로 쉽게 휘발되어 제한된 공간 내에 침입한 모기를 퇴치하면서도 유기합성살충제 보다 사람에게 좀더 안전한 수단이 될 수 있다.

본 연구에서는 34종의 오일을 이용하여 빨간집모기

\*연락처

(*Culex pipiens pallens*)에 대하여 훈증에 의한 살충효과를 검토하였으며, 그 중 효과 있는 오일의 구성성분인 terpene 화합물을 분석하여 살충력 평가를 통해 오일의 주요 살충성분을 확인하였다.

## 재료 및 방법

### 모기 유충의 사육

실험에 사용된 빨간집모기는 2005년 7월 충북 청주 문의면에서 유충을 채집, 누대 사육하였다. 성충은 사육망(40×27×30 cm)에서 설탕물(10%)을 공급해 주었으며, 혈액원으로 쥐(mouse)를 넣어주었고, 사육실 조건은 온도 28±3°C와 상대습도 80 ± 10%, 광 조건은 16:8(L:D)로 유지하면서, 난괴를 수거하여 유충사육 플라스틱 용기(23×30×7 cm)에 옮겨 주었다. 유충사육은 호수물로 하였고, 먹이(dog diet)를 갈아서 령기가 증가함에 따라 양을 증가시켜 공급해주었고, 성충은 번데기에서 우화하여 5~10일 된 암컷 성충을 실험에 적용하였다.

### 시험 화합물

실험에 사용된 34종의 식물성 오일 중 basil 오일은 Ashleigh & Burwood Ltd. (England), bergamot 오일은 서울향료, caraway seed, fennel sweet, lime, thyme red, thyme white를 포함한 나머지 오일은 Jinarome(USA)에서 구입하여 사용하였다. Terpene 화합물인 anethole(99%), carvone(99%), 1,8-cineole(99%),  $\beta$ -cymene(99%), fenchon(98%), linalool(97%), linalyl acetate(97%),  $\beta$ -pinene(97%), phellandrene(95%),  $\gamma$ -terpinene(97%), thymol(98%)은 Aldrich Chemical Co.에서, (+)-limonene(97%)은 TGI에서 구입하였으며, 시험 대조구로 사용된 empenhrin은 Sumitomo Chem.에서 구입하여 사용하였다.

### 생물검정

모기 성충에 대한 식물오일의 살충력을 평가하기 위하여 55 mm의 filter paper를 4등분 한 후 평가하고자 하는 오일 또는 terpene을 정량 pipeting한 후 1,000 cm<sup>3</sup>의 cylinder chamber(지름 84 mm×높이 180 mm)의 벽면 10 cm 높이에 붙였다. 이때 소량의 오일과 terpene은 automicroapplicator를 이용하여 정확한 양을 pipeting 했다. 모기의 습도조건을 위하여 바닥에 90 mm filter paper를 깔고 1 mL의 증류수를 처리했으며, 암컷 성충 10~20마리를 cylinder chamber에 방사한

후 상하부를 뚜껑으로 덮은 후 sealing하여 28±1°C의 rearing room에 놓고 시간의 경과에 따라 치사된 모기의 수를 평가했다. 모든 실험은 3반복 이상으로 수행하였으며, 살충률은 Probit analysis(Finney, 1971)로 LD 값과 LT값을 구하였다.

### 화학분석

실험에 사용된 식물오일의 구성성분은 gas chromatography(GC, Agilent Technologies 6890N)와 gas chromatography-mass spectrometry(GC-MS, Hewlett Packard 5890)를 이용하여 분석하였다. 실험에 사용된 column은 DB-WAX(0.25 mm×30 mm)를 이용하였고, carrier gas는 N<sub>2</sub> gas를 이용하였으며, oven 온도는 50°C~180°C(2°C min<sup>-1</sup>)로 하였다. 주입구의 온도는 200°C, 검출기의 온도는 210°C 조건하에서 flame ionization detector로 검출하였으며, 이온화는 70 eV에서 수행하였다. 오일의 구성성분은 GC-MS로부터 시료의 total ion chromatogram을 얻은 후, WILEY138 library의 자료(Hewlett Packard)와 비교하였다.

## 결과 및 고찰

### 식물오일의 살충력과 살충속도

빨간집모기 성충에 대해 34종의 식물오일을 5  $\mu$ L L<sup>-1</sup> air의 농도로 처리한 후 1시간 경과 시 80%의 살충력을 보인 오일은 21종이었고(그림 1), 1  $\mu$ L L<sup>-1</sup> air의 농도에서 다시 60% 이상의 살충효과를 나타낸 오일은 7종(basil, coriander, fennel, pennyroyal, peppermint, thyme red, thyme white)이었다. Pennyroyal 오일은 0.17  $\mu$ L L<sup>-1</sup> air의 LD<sub>50</sub> 값을 나타냄으로써 가장 우수한 살충력을 보였으며(표 1), 그 밖에 basil, fennel, coriander 오일이 높은 살충력을 나타냈다. Thyme red와 peppermint 오일은 각각 0.29  $\mu$ L L<sup>-1</sup> air, 0.32  $\mu$ L L<sup>-1</sup> air의 비교적 높은 LD<sub>50</sub> 값을 보였으나 thyme white와 함께 낮은 LD<sub>95</sub> 값을 나타냈다. 선별된 7종의 오일에 대한 살충 속도는 fennel과 pennyroyal이 0.75 min의 LT<sub>50</sub> 값을 나타냄으로 가장 빠른 살충속도를 보였으며(표 2), 다음으로 coriander > thyme red > thyme white > peppermint 순이었다.

Han et al.(2006)은 pennyroyal 오일이 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis*)와 온실가루이(*Trialeurodes vaporariorum*)에 효과가 있음을 보고하였고, Kim et al.(2004)은 fennel 오일이 *Aedes aegypti*(숲모기 일종)에 대하여 기피효과를, coriander 오일은 바퀴벌레에 살충

Table 1. Fumigant toxicity of lethal dose against *C. pipiens pallens* female adults at 24 h after treated with each essential oil on a pice of filter paper application in 1 L chamber

Essential oil	n <sup>a)</sup>	LD <sub>50</sub> (μL L <sup>-1</sup> air) (95% CL) <sup>b)</sup>	LD <sub>95</sub> (μL L <sup>-1</sup> air)	Slope
Basil	150	0.32 (0.27-0.44)	0.59	6.23
Coriander	150	0.50 (0.47-0.54)	0.69	8.92
Fennel	150	0.47 (0.42-0.50)	0.72	8.88
Pennyroyal	150	0.17 (0.13-0.20)	0.60	3.00
Peppermint	150	0.32 (0.27-0.37)	1.14	8.88
Thyme red	150	0.29 (0.25-0.35)	1.70	2.15
Thyme white	150	0.53 (0.46-0.62)	1.77	3.15

<sup>a)</sup>The number of female adults tested..

<sup>b)</sup>95% confidence limit.

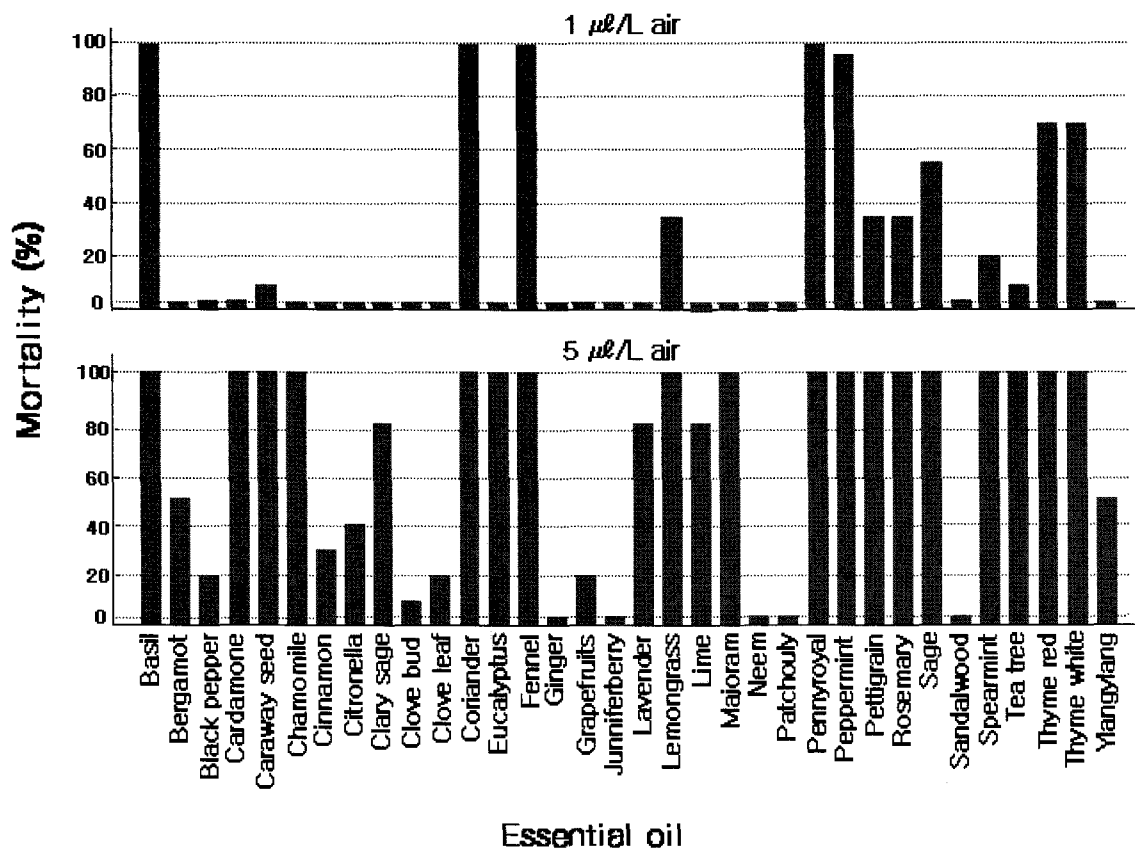


Fig. 1. Fumigant toxicity against *C. pipiens pallens* female adults at 1h after treated 34 essential oils respectively on a piece of filter paper in 1 L chamber.

효과가 있음이 보고 되었다(Bae and Kim, 2005). 본 연구에서는 fennel과 basil을 비롯하여 pennyroyal 오일 및 coriander 오일 등이 빨간집모기 성충에 우수한 훈증 살충력이 있음을 확인하였다.

식물오일의 화학분석

빨간집모기 성충에 대해서 1 μL L<sup>-1</sup> air의 농도에서

60% 이상의 살충력을 나타내며, 처리 후 24시간에서 100%의 살충력을 나타낸 6종 오일의 구성성분을 GC와 GC-MS 분석을 통하여 확인하였다(표 3). 가장 높은 살충력을 나타낸 pennyroyal 오일의 주요 구성성분은 pulegone(97.5%)이었으며, basil과 fennel 오일의 주요 성분은 anethole이었고 각각 86.1%와 76.3%를 차지했다. Coriander 오일은 linalool(64.3%)이, thyme red와

Table 2. Fumigant toxicity of lethal time against *C. pipiens pallens* female adults after treated with each essential oil on a piece of filter paper in 1 L chamber

Essential oil	Dose ( $\mu\text{L L}^{-1}$ air)	n <sup>a)</sup>	LT <sub>50</sub> (min) (95% CL) <sup>b)</sup>	LT <sub>95</sub> (min)	Slope	24 hr mortality (%)
Basil	0.8	60	1.54 (1.34-1.77)	4.65	3.43	100
Coriander	0.8	60	1.01 (0.92-1.10)	2.25	4.72	100
Fennel	0.8	60	0.75 (0.58-0.85)	1.31	6.80	100
Pennyroyal	0.8	60	0.75 (0.65-0.85)	1.93	3.99	100
Peppermint	0.8	60	5.44 (4.29-7.23)	56.34	1.62	77
Thyme red	0.8	60	1.32 (1.02-1.52)	2.26	7.09	100
Thyme white	0.8	60	1.38 (1.07-1.57)	2.38	6.92	100

<sup>a)</sup>The number of female adults tested.

<sup>b)</sup>95% confidence limit.

thyme white 오일은 thymol(49.1~49.5%)과  $\rho$ -cymene (18.2~24.1%)이 주요 구성성분이었다.

#### Terpene 화합물의 살충력

GC와 GC-MS 분석을 통하여 확인된 terpene 성분의 빨간집모기 성충에 대한 살충력을 비교한 결과(표 4), basil과 fennel 오일의 주요 성분인 anethole이 가장 우수한 살충력을 보였고, pennyroyal 오일의 pulegone과 coriander 오일의 linalool이 비교적 높은 살충력을 보였다. 각 오일의 주요성분 중 anethole, pulegone, linalool의 높은 LD<sub>50</sub>와 LT<sub>50</sub> 값(표 5)을 통하여 각 오일의 주성분으로서 살충작용의 주요 요소임을 확인하

였다. Coriander 오일의 camphor (4.7%)와 geranyl acetate (7.7%), basil 오일의 1,8-cineole (3.4%), fennel 오일의 fenchone (5.0%)은 각 오일 내 적은 함량이었으나 비교적 높은 살충력을 나타냈으며, 피레스로이드계 살충제인 empenthrin보다 높고 빠른 살충력을 나타냈다. 그리고 thyme red와 thyme white 오일의 주성분인  $\rho$ -cymene은 1.75  $\mu\text{L L}^{-1}$  air의 LD<sub>50</sub> 값을 보였으나 1  $\mu\text{L L}^{-1}$  air의 농도에서 살충력이 매우 낮았으며, thymol의 살충력도 매우 낮게 나타났다.

Kang *et al.*(2006)은 빨간집모기 유충에 대한 34종 식물오일의 살충력 평가에서 basil > fennel > lime > caraway seed > thyme red > thyme white의 순으로 유

Table 3. Relative content (percentage) of major components of six essential oils analyzed by GC and GC-MS

Oil name	Plant species	Major components	Relative content (%)
Basil	<i>Ocimum basilicum</i>	1,8-cineole	3.4
		$\alpha$ -terpinolene	5.1
		anethole	86.1
Coriander	<i>Coriandrum sativum</i>	(+)-limonene	4.7
		$\gamma$ -terpinene	4.6
		camphor	4.7
		linalool	64.3
		geranyl acetate	7.7
		$\beta$ -phellandrene	5.4
Fennel	<i>Foeniculum vulgare</i>	(+)-limonene	5.5
		fenchone	5.0
Pennyroyal	<i>Mentha pulegium</i>	anethole	76.3
		pulegone	97.5
Thyme red	<i>Thymus vulgaris</i>	$\gamma$ -terpinene	9.3
		$\rho$ -cymene	18.2
		linalool	4.1
		thymol	49.1
		$\gamma$ -terpinene	6.1
Thyme white	<i>Thymus gigis</i>	$\rho$ -cymene	24.1
		linalool	5.4
		thymol	49.5
		$\gamma$ -terpinene	6.1

Table 4. Fumigant toxicity of lethal dose against *C. pipiens pallens* female adults at 24 h after filter paper application of 1 L terpenes in 1 L chamber

Terpene	n <sup>a)</sup>	LD <sub>50</sub> (μL L <sup>-1</sup> air) (95% CL) <sup>b)</sup>	LD <sub>95</sub> (μL L <sup>-1</sup> air)	Slope
Anethole	150	0.49 (0.33-0.61)	1.20	4.20
Camphor	150	0.95 (0.82-1.10)	3.89	2.68
1,8-cineole	150	1.38 (1.19-1.97)	2.53	6.22
ρ-cymene	150	1.75 (1.46-2.51)	3.06	6.78
Fenchone	150	1.34 (1.17-1.90)	2.43	6.32
Geranyl acetate	150	1.98 (1.72-2.31)	6.13	3.36
(+)-limonene	150	2.69 (2.26-3.27)	12.26	2.50
Linalool	150	0.93 (0.80-1.08)	3.97	2.61
Pulegone	150	0.56 (0.50-0.62)	1.25	4.72
α-terpinolene	150	1.16 (1.06-1.43)	1.98	7.09
Thymol	150	5.19 (4.51-5.82)	13.78	3.88
Empenthrin	150	3.47 (2.96-4.10)	11.51	3.16

<sup>a)</sup>The number of female adults tested.

<sup>b)</sup>95% confidence limit.

Table 5. Fumigant toxicity of lethal time of against *C. pipiens pallens* female adults after filter paper application of 11 terpenes in 1L chamber

Terpene	Dose (μL L <sup>-1</sup> air)	n <sup>a)</sup>	LT <sub>50</sub> (min) (95% CL) <sup>b)</sup>	LT <sub>95</sub> (μL)	Slope	24 hr mortality (%)
Anethole	1.0	60	0.71 (0.66-0.75)	1.09	8.78	100
Camphor	1.0	60	1.06 (1.00-1.13)	1.51	10.51	100
1,8-cineole	1.0	60	2.93 (2.43-3.69)	14.70	2.35	96.7
ρ-cymene	1.0	60	>24	-	-	10.0
Fenchone	1.0	60	1.16 (1.09-1.27)	1.59	11.87	100
Geranyl acetate	1.0	60	1.60 (1.46-1.75)	3.53	4.79	100
(+)-limonene	1.0	60	19.97 (8.15-246.18)	918.19	0.99	78.0
Linalool	1.0	60	0.91 (0.83-1.00)	2.16	4.38	100
Pulegone	1.0	60	0.65 (0.61-0.70)	1.16	6.61	100
α-terpinolene	1.0	60	2.96 (1.90-6.82)	66.63	1.22	33.0
Thymol	1.0	60	1.06 (1.00-1.13)	1.51	10.51	100
Empenthrin	1.0	60	3.45 (3.07-3.66)	4.61	12.99	100

<sup>a)</sup>The number of female adults tested.

<sup>b)</sup>95% confidence limit.

충에 대한 살충력이 있으며, basil, fennel 오일의 주요 성분인 anethole과 caraway seed, lime 오일의 주요 성분인 (+)-limonene이 높은 유충 살충력을 보이는 반면 linalool, 1,8-cineole의 살충력은 낮다고 보고했다. 하지만 빨간집모기 성충에 대한 본 실험에서는 basil, fennel, thyme red, thyme white 오일이 유사한 살충력을 보이는 반면 lime, caraway seed 오일은 효과가 없었고, 유충 살충력이 낮았던 coriander, pennyroyal 오일은 성충에 대하여 높은 훈증 살충력을 보였다. Terpene 실험에서도 유충 살충력과 상이한 결과를 보

였던 lime과 caraway seed의 주성분인 (+)-limonene이 성충에 대하여 매우 낮은 살충력을 나타냄으로써 유충에 대한 살충력과 큰 차이를 보였다.

Choochote *et al.*(2004)는 celery(*Apium graveolens*)가 *Aedes aegypti*의 유충 및 성충에 대한 살충력과 기피에 효과가 있음을 보고하고 있으나 식물오일을 이용한 대부분의 연구는 유충 살충을 대상으로 하고 있다. 따라서 본 연구는 성충에 대한 훈증 살충력 자료로서 Kang *et al.*(2006)의 34종 오일에 대한 유충 살충력 자료와 함께 주거공간 내 유기합성살충제 대체를

위한 식물오일 연구에 기초 자료가 될 것이라 생각된다. 향후 야외실험을 통하여 오일과 terpene 화합물의 살충력을 재확인함과 아울러 사용목적에 맞는 최적의 제형이 검토되어야 할 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 교육인적자원부의 제2단계 두뇌한국 21 사업으로 수행한 결과이다.

## 인용문헌

- Bae, J. S. and G. H. Kim (2005) Fumigant toxicity of the constituents of coriander oil, *Coriandrum sativum* against *Blattella germanica*. Korean J. Appl. Entomol. 44:37~41.
- Carvalho, A. F. U., V. M. M. Melo, A. A. Craveiro, M. I. L. Machado, M. B. Bantim and E. F. Babelo (2003) Larvicidal activity of the essential oil from *Lippia sidoides* Cham. against *Aedes aegypti* Linn. Mem. Inst Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro. 98:569~571.
- Choochote, W., B. Tuetun, D. Kanjanapothi, E. Rattanachanpichai, U. Chaithong, P. Chaiwong, A. Jitpakdi and P. Tippawangkosol (2004) Potential of crude seed extract of celery, *Apium graveolens* L., against the mosquito *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). Journal of Vector Ecology 29:340~346.
- El Hag, E. A., A. H. Nadi and A. A. Zaitoon (1999) Toxic and growth retarding effects of there plant extracts on *Culex pipiens pallens* (Diptera: Culicidae). Phytotherapy. Research 13:388~392.
- Finney, D. J. (1971) Probit analysis. Cambridge Univ. Press. London.
- Gold, L. S., T. H. Slone, B. N. Ames and N. B. Manley (2001) Pesticide residues in food and cancer risk: A critical analysis. In: Handbook of pesticide toxicology, Second Edition (ed. R. Krieger), San Diego, CA : Academic Press, pp. 799~843.
- Hadis, M., M. Lulu, Y. Mekonnen and T. Asfaw (2003) Field trials on the repellent activity of four plant products against mainly *Mansonia* population in Western Ethiopia. Phytotherapy Research 17:202~205.
- Han, J. B., K. S. Ahn, C. K. Lee and G. H. Kim (2006) Fumigant toxicity of pennyroyal and spearmint oils against Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis*. Korean J. Appl. Entomol. 2006. 44(1). (In press)
- Isman, M. B (2006) Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. Annual Review Entomology 51:45~66.
- Kabaru, J. M. and L. Gichia (2001) Insecticidal activity of extracts derived from different parts of the mangrove tree *Rhizophora mucronata* (Rhizophoraceae) Lam. against three arthropods. African J. Sci. Technol. 2:44~49.
- Kang, S. H., M. K. Kim, D. K. Seo and G. H. Kim (2006) Insecticide activity of essential oils against larvae of *Culex pipiens pallens*. Korean J. Pest. Sci. 10:43~49.
- Kim, S. I., K. S. Chang, Y. C. Yang, B. S. Kim and Y. J. Ahn (2004) Repellency of aerosol and cream products containing fennel oil to mosquitoes under laboratory and field conditions. Pest Manag. Sci. 60:1125~1130.
- Macedo, M. E., R. AGB Consoli, T. SM Grandi, A. MG dos Anjos, A. B de Oliveira, M. M Mendes, R. R. O Queiroz and C. L Zani (1997) Screening of Asteraceae (Compositae) plant extracts for larvicidal activity against *Aedes fluviatilis* (Diptera: Culicidae) Mem. Inst Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro. 92:569~570.
- Mitchell, M. J., S. L. Smith, S. Johnson and E. D. Morgan (1997) Effects of the neem tree compounds azadirachtin, salannin, nimbin, and 6-desacetylnimbin on ecdysone 20-monooxygenase activity. Arch. Insect Bioch. and Physiol. 35:199~209.
- Nivsarkar, M., B. Cherian and H. Padh (2001) Alpha-terthienyl: A plant-derived new generation insecticide. Current Science 81:667~672.
- Palevitch, D. and L. E. Cracker (1994) Volatile oils as potential insecticides. The Herb, Spice and Medicinal Plant Digest 12:1~8.
- Perich, J. M., C. Wells, W. Bertsch and K. E. Tredway (1994) Toxicity of extracts from three *Tagetes* against adults and larvae of yellow fever mosquito and *Anopheles stephensi* (Diptera: Culicidae). J. Med.

- Entomol. 31:833~837.
- Redwane, A., H. B. Lazrek, S. Bouallam, M. Markouk, H. Amarouch and M. Jana (2002) Larvicial activity of extracts from *Querus lusitania* var *infectoria* galls (oliv). J. Ethnopharm. 79:261~263.
- Russell, G. B. (1977) Plant chemicals affecting insect development. The New Zealand Entomologist 6:229~234.
- Yang, P., Y. Ma and S. Zheng (2005) Adulticidal activity of five essential oils against *Culex pipiens quinquefasciatus*. J. Pestic. Sci. 30:84~89.

---

#### Fumigant Toxicity of Essential Oils against Adults of *Culex pipiens pallens*

Shin-Ho Kang, Dong-Kyu Seo, Min-Ki Kim and Gil-Hah Kim\* (Department of Plant Medicine, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea)

**Abstract :** Fumigant toxicity of 34 plant essential oils were tested against female adults of *Culex pipiens pallens*. Seven oils (basil, coriander, fennel, pennyroyal, peppermint, thyme red, thyme white) showed more than 60% mortality at 1  $\mu\text{L L}^{-1}$  air concentration and pennyroyal oil appeared to have the highest adulticidal activity. GC and GC-MS analysis of the seven essential oils and bioassay of their components revealed that pulegone (a major component of pennyroyal oil) and anethole (a major component of fennel and basil oil,  $\text{LD}_{50}$ ,  $\mu\text{L L}^{-1}$  air =0.49) showed higher adulticidal activities than others. In addition to the above two components, linalool ( $\text{LT}_{50}$ , min=0.91), camphor ( $\text{LT}_{50}$ , min=1.06), fenchone ( $\text{LT}_{50}$ , min=1.16), 1,8-cineole ( $\text{LT}_{50}$ , min=2.93), and geranyl acetate ( $\text{LT}_{50}$ , min=1.60) also showed higher adulticidal activity than empenhrin ( $\text{LT}_{50}$ , min=3.45).

**Key words :** *Culex pipiens pallens*, fumigant toxicity, essential oil

---

\*Corresponding author (Fax : +82-43-271-4414, E-mail : khkim@chungbuk.ac.kr)