

## 닭진드기 성충에 대한 대회향 유래 아네톨 및 유사 화합물들의 살비활성

조형찬\*

우석대학교 보건복지대학

Acaricidal Activity of (*E*)-Anethole Derived from *Illicium verum* and Its Analogues against *Dermanyssus gallinae* Adults

Hyeong-Chan Jo\*

Department of Rehabilitation Welfare, College of Health &amp; Welfare, Woosuk University, Jeonbuk, 565-701

**ABSTRACT** : The acaricidal activities of *Illicium verum* fruit-derived materials against adults of *Dermanyssus gallinae* were examined using the direct contact application method. Based on laboratory tests, an acaricidal constituent of *I. verum* fruit was determined because of its potent activity. Results were compared with those of the currently used acaricides such as dichlorvos, diazinon, and carbaryl. The acaricidal principle of *I. verum* fruit was identified as (*E*)-anethole using a GC-MS. Its acaricidal activity was compared with those of 12 compounds having a similar chemical moiety. Based on the LD<sub>50</sub> values, the acaricidal activities of (+)-or(-)-neomenthol were the strongest (0.01 mg/cm<sup>2</sup>) and (*E*)-anethole, (+)-or(-)-menthol, (±)-isoborneol, (-)-menthone, and (1*S*)-endo(-)-borneol showed similar results (0.02 mg/cm<sup>2</sup>), and (1*R*)-(+)-camphor and (+)-menthone also gave good activities (0.03 and 0.04 mg/cm<sup>2</sup>, respectively). These compounds showed more toxic acaricidal activities than diazinon and carbaryl, 0.05 and > 0.2 mg/cm<sup>2</sup>, respectively, but were not comparable to that of dichlorvos with 0.0002 mg/cm<sup>2</sup>. These results indicate that the *I. verum* fruit-derived materials and tested compounds described as poultry red mites-control agents could be useful for managing field populations of *D. gallinae*.

**KEY WORDS** : *Dermanyssus gallinae*, *Illicium verum*, (*E*)-Anethole, Acaricidal activity, Menthol, Camphor

**초 록** : 닭진드기 성충에 대한 대회향 열매에서 유래한 추출물들의 살비활성을 직접접촉법을 이용해서 조사하였다. 실내시험에서 대회향 메탄올 추출물의 높은 활성이 관찰되었기 때문에 그것의 살비활성 본체를 탐색하였다. 그 결과를 현재 사용되고 있는 살비제들인 디클로르보스, 다이아지논 그리고 카바릴과 비교하였다. 칼럼크로마토그래피를 이용해서 대회향 열매의 살비활성 본체를 분리하였고 이것을 GC-MS 를 이용해 (*E*)-아네톨로 규명하였다. 이 활성물질과 비슷한 구조를 갖고 있는 12종의 화합물들의 살비활성과 아네톨의 활성을 LD<sub>50</sub> 값을 기준하여 비교하였다. 그 결과 2종의 네오멘솔 이성체들이 아네톨보다 강한 활성을 보였고 (0.01 mg/cm<sup>2</sup>), 2종 멘솔 이성체들, (±)-이소보르네올, (-)-멘손, 그리고 (1*S*)-엔도(-)-보르네올이 비슷한 활성을 보였으며 (0.02 mg/cm<sup>2</sup>), (1*R*)-(+)-캄페와 (+)-멘손은 아네톨 보다 약한 활성을 나타냈다. 이들 화합물 모두는 각각 0.05 그리고 > 0.2 mg/cm<sup>2</sup>의 값을 보인 다이아지논과 카바릴보다 더 우수한 활성을 보였지만, 디클로르보스의 활성 (0.0002 mg/cm<sup>2</sup>)에는 미치지 못했다. 이상의 결과들은 대회향 열매 유래 물질들과 시험한 물질들이 닭진드기의 야외 개체군들을 방제하는데 유용할 수 있다는 것을 보여준다.

**검색어** : 닭진드기, 대회향, 아네톨, 살비활성, 멘솔, 캄페

\*Corresponding author. E-mail: chan@ws.ac.kr

닭진드기(*Dermanyssus gallinae* De Geer; Acaridae)는 양계장에서 경제적 손실을 많이 주는 전 세계에 분포하는 외부 기생충이다. 이 종은 흔히 닭, 야생 조류를 비롯한 설치류에 기생하여 흡혈하는 해충으로 계사에서 잘 번성하고 산란계에게 빈혈·생산력 감소 그리고 심지어는 사망에 이르게까지 할 수 있어 가장 중요한 흡혈성 기생충이다(Kirkwood, 1967; Kettle, 1993). 또한 가금스피로헤타증(avian spirochetes), 수두바이러스, 뉴캐슬바이러스, 추백리, 가금티푸스 그리고 콜레라의 매개충이기도 하다(Lancaster and Meisch, 1986; Durden *et al.*, 1993). 이들의 밀도가 매우 높은 계사에서는 사람들에게 혐오감(nuisance)을 일으키기도 한다(Hoffman, 1987; Rosen *et al.*, 2002). 이들의 생활사 중 흡혈을 하는 단계는 대개 자충과 암컷이며, 아주 드문 경우에 수컷도 흡혈을 하나 유충은 흡혈하지 않는다.

이와 같이 양계장에서 가장 위협적인 이들을 방제하기 위해 주로 화학적 방제에 의존해 왔다. 가장 빈번히 사용되고 있는 살비제들은 카바릴(carbaryl), 다이아지논(diazinon), 디클로르보스(dichlorvos), 페메스린(permethrin), 그리고 이산화황 등을 포함하고 있다. 비록 이들 살비제 사용은 닭진드기의 효과적인 방제를 초기에는 가져왔으나, 반복적인 사용으로 인해 저항성 계통이 출현하여 효과적인 방제가 어려워지고 있으며 이에 따른 살비제 과용이 문제가 되고 있다(Genchi *et al.*, 1984; Zeman, 1987; Beugnet *et al.*, 1997; Nordenfors *et al.*, 2001). 화학물질들의 이러한 부작용과 더불어 이들에 대한 일반인들의 안전성에 대한 우려감이 증폭되면서 우수한 살충력을 발휘하여 가정용으로도 널리 활용되던 다이아지논 등이 시장에서 퇴출되기도 하였다. 이러한 문제들로 인해 많은 연구자들은 닭진드기를 효과적으로 제어할 수 있는 대체약제 개발에 주력하고 있는데, 특히 안전성을 담보하면서 휘발성을 갖는 자원을 찾기 위해 노력하고 있다. 이러한 특성을 갖는 살충제들은 부수적으로 해충들에게 기피력도 보이고 일반 살비제들이 직접 침투하기 어려운 은신처들에 숨어 있는 해충들도 적절하게 제어할 수 있는 장점을 갖고 있다(Isman, 2000).

식물체는 진드기 방제제 개발을 위한 가장 우수한 대체원으로서 그 잠재성이 크다. 이유는 일부 식물체들의 경우 선택적이고 무독성 물질로 생분해되며 비목적 생물과 환경에 거의 영향을 미치지 않기 때문이다(Isman, 2001). 또한 일부 식물 추출물들과 식물체 정유는 미국 환경보호청에서 규정하고 있는 최소위험살충제들에 속

하기도 한다(US EPA, 2004). 이러한 이유로 닭진드기 방제원으로서 식물체들에 주목해야 할 필요가 있는 가운데, 닭진드기 방제제로서 한약재 추출물과 일부 식물체 정유들의 살비활성에 대한 보고가 이뤄진 바 있다(Kim *et al.*, 2004; Kim *et al.*, 2007).

본 연구는 닭진드기 성충에 대한 대화향 열매 메탄올 추출물의 살비력을 실내시험에서 검증하고 그 살비활성 물질을 분리하여 동정하였으며, 그 활성물질과 살비력을 나타내는 합성 화학제들인 다이아지논·디클로르보스·카바릴의 살비력을 실내에서 비교하였다.

## 재료 및 방법

### 시험약제

이 연구에서 사용한 다이아지논(diazinon, 96%), 디클로르보스(dichlorvos, 98%) 그리고 카바릴(carbaryl, 99%)은 농진청 국립농업과학원에서 제공받았다. (E)-아네톨(anethole)·(+)-멘솔(menthol)·이소멘솔(+)-isomenthol]·네오멘솔[(+)-or(-)-neomenthol]·멘솔[(+)-or(-)-menthol]·캄페[(±)-camphor, (1S)-(-)-or-(1R)-(+)-camphor] 등은 시그마-알드리치(한국)에서 구입하였고, (-)-멘솔과 이소보르네올[(±)-isoborneol]은 동경화성공업주식회사(일본)에서 구입하였으며, 그리고 멘손[(+)-or(-)-menthone]과 엔도-보르네올[(1S)-endo(-)-borneol]은 (주)화광순약공업주식회사(Wako pure chemical industries, Ltd.)에서 구입하여 사용하였다. 기타 다른 물질들은 실험용 또는 상업적으로 활용 가능한 것들을 이용했다.

### 대상생물

닭진드기는 전주(전북) 소재 한 양계장에서 2007년 5~8월 경에 채집한 것들을 사용했다. 채집한 개체들은 뚜껑 중앙에 구멍(직경 2 cm)을 내어 200-메시 철망을 씌운 플라스틱 용기(직경 4.8 cm, 높이 8.4 cm)에 넣어 실험실로 옮겨졌다. 닭진드기를 채집하여 보관한 플라스틱 용기는 물을 함유한 탈지면이 바닥에 깔려 있는 다른 용기 중앙에 보관하면서, 매 실험마다 활력이 우수한 개체들을 붓으로 조심스럽게 선별하여 사용하였다. 모든 실험에서 사용된 닭진드기는 채집 후 5일 이내의 것들을 사용하였다.

## 활성물질의 분리 및 동정

대회향 열매(1.2 kg)를 경동시장(서울)에서 구입하여, 마쇄기로 곱게 갈아 실온에서 메탄올(6 L)에 침지하여 2회 추출 후 여과했다. 여과액을 35°C 수조에서 진공 회전 농축기로 농축하여 메탄올 추출물 62.4 g(약 5.2%)을 얻었다. 메탄올 추출물(40 g)을 순차적으로 헥산(20 g, 1.6 L), 클로로포름(2 g, 1.6 L), 에틸아세테이트(1 g, 1.6 L), 그리고 물(17 g, 1.6 L)로 분획하였다. 이들 유기 용매층들을 35°C 수조에서 진공 회전 농축기를 이용해서 농축하였으며, 물층은 45°C에서 메탄올을 소량 가하면서 농축하였다.

강한 살비력을 나타낸 헥산층 내 활성물질을 분리하기 위해 헥산층 10 g을 실리카겔 칼럼(Merck 70-230 메시, 900 g, 직경 5 cm, 길이 60 cm)에 주입하고 헥산-에틸아세테이트를 100:0, 98:2, 96:4, 92:8, 90:10, 80:20, 76:24 그리고 메탄올 100% (v/v)로 극성을 달리하여 흘려주었다. 용출물을 각각 250 ml씩 총 20개를 얻어 TLC로 분석(헥산-에틸아세테이트 95:5, v/v)하여 동일한 양상을 띠는 것들은 모두 합쳐 최종적으로 3개 층들을 얻었고, 이들 중 활성을 나타낸 두 번째 용출물(H2, 3 g)을 얻었다. 이것을 다시 실리카겔 칼럼(Merck 70-230 메시, 200 g, 직경 2.8 cm, 길이 45 cm)에 주입하고 헥산-에틸아세테이트를 95:5 (v/v)로 고정하여 일정하게 흘려주고 나머지 흡착물은 메탄올 100%를 공급하여 25 ml씩 용출물을 받았다. 총 11개의 용출물을 얻었고 TLC로 분석(헥산-에틸아세테이트 95:5, v/v)하여 활성을 띠면서 단일 spot (Rf value, 0.51)을 보이는 H22층(800 mg)을 수득했다.

대회향 열매에서 얻어진 상기 물질을 분석하기 위해 DB-1 실리카 칼럼 (60 m, 0.25 mm i.d., 0.25  $\mu$ m film; J & W Scientific, Folsom, CA, USA)이 장착된 GC-MS [gas chromatograph (HP5890)-mass spectrometer (JMS-AX404WA, JEOL)]를 이용하였다. 주입구 온도는 285°C로 하였고, 오븐 온도는 75°C에서 2분간 유지하다 100°C까지 분당 25°C씩 승온하였고, 200°C까지 4°C씩 하여 1분간 유지하고, 300°C까지 분당 5°C씩 승온하여 3분간 유지하였다. 이온 소스 온도는 250°C로 하였고, 운반기체로 사용한 헬륨은 분당 2 ml로 흘렸으며 이온화 에너지는 70 eV였다. MS library (The Wiley Registry of Mass Spectra Data, 7th ed.)에서 얻은 정보에 기초해 추정된 표준품을 시그마에서 구입하였다. 표준품과 정제물의 동일성을 검증하기 위해 HP-5 칼럼(30 m, 0.32 mm

i.d., 0.25  $\mu$ m film; J & W Scientific, Folsom, CA, USA)이 장착된 GC (HP6890)를 이용했다. 상기의 조건에 따라 split mode (50:1)에서 400 ppm으로 준비한 3개 시료(표준품, 정제물, 이들 혼합물)를 1  $\mu$ l씩 주입하였다.

## 생물검정

여지접촉법(filter paper contact bioassay)을 이용하여 닭진드기에 대한 대회향 추출물 및 그 유래물질의 살비 활성을 조사하였다. 이들 시료 각각의 적정량을 에탄올 50  $\mu$ l에 녹이고 마이크로피펫으로 여지(Whatman No. 2, 직경 4.25 cm)에 골고루 처리하고 용매를 3분간 휘발시킨 후, 그 처리된 여지를 페트리디쉬(직경 4.8 cm, 높이 1.25 cm)에 넣었다. 각 페트리디쉬는 0.5×1 cm로 절단한 탈지면에 50  $\mu$ l 증류수를 미리 처리하여 적절한 상대습도를 유지할 수 있도록 하였다. 상기의 방법으로 준비한 페트리디쉬에 활력이 우수한 닭진드기 성충 15~30개체를 그 물질이 처리된 여지 위에 방사하여 이들이 물질과 직접 접촉할 수 있도록 하였다. 살비활성 결과는 24시간 후 해부현미경(×20)하에서 페트리디쉬의 뚜껑을 열고 직접 미세한 붓으로 부속지들을 자극하여 움직임이 전혀 없는 개체들만을 사충으로 간주하였고, 모든 검정은 3~5반복으로 실시하였다.

## 통계처리

시험 물질들에서 얻어진 살비율은 arcsine으로 전환하여 분산분석(analysis of variance)을 실시하였고, 각 실험군들의 평균간 비교는 본페로니법(Bonferroni's test)을 이용하였다(SAS Institute, 2004). 또한 시험 물질들의 반수치사량인 LD<sub>50</sub>값들은 SAS 프로그램 내의 프로빗 분석(probit analysis)을 이용하여 산출하였다(SAS Institute, 2004).

## 결과 및 고찰

대회향(*Illicium verum*) 열매 메탄올 추출물과 이것을 순차 분획하여 얻은 4종 유기용매 추출물들을 닭진드기 (*D. gallinae*) 성충을 대상으로 여지에 0.14, 0.07, 0.04, 0.02 그리고 0.008 mg/cm<sup>2</sup>의 농도로 처리한 결과, 메탄올 추출물을 비롯한 헥산층과 클로로포름층이 강한 살비력을 나타냈다(Table 1). 많은 식물 추출물들이 다양한 절지동물들에 대해 살란, 기피, 섭식저해 그리고 살

**Table 1.** Acaricidal activity of the extracts derived from *Illicium verum* fruit against *Dermanyssus gallinae* adults using filter paper contact method (n = 100), at 24h after treatment

Material	Mortality (mean ± SE, %) <sup>a</sup>				
	Dose, mg/cm <sup>2</sup>				
	0.14	0.07	0.04	0.02	0.008
Methanol	100 ± 0.0a	100 ± 0.0a	86 ± 5.1a	79.9 ± 9.6ab	33 ± 4.7a
Hexane	100 ± 0.0a	100 ± 0.0a	94 ± 2.5a	92 ± 3.7a	40 ± 5.8a
Chloroform	100 ± 0.0a	100 ± 0.0a	40 ± 7.9b	52 ± 10.9b	15 ± 7.2b
Ethyl acetate	7 ± 1.5c	-	-	-	-
Water	20 ± 3.2b	-	-	-	-
Control	0 ± 0.0c	0 ± 0.0c	1 ± 0.7c	1 ± 0.7c	1 ± 0.7c

<sup>a</sup> Means within a column followed by the same letter are not significantly different (P = 0.05, Bonferroni's test) (SAS, 2004). Mortalities were transformed to arcsine square-root before ANOVA. Means (± SE) of untransformed data are reported.

**Table 2.** Acaricidal activity of the eluates derived from the hexane extract of *Illicium verum* fruit against *Dermanyssus gallinae* adults using filter paper contact method, at 24h after treatment

Eluate	Total no. of tested	Total no. of dead	Mortality (mean ± SE, %) <sup>a</sup>
H1	70	15	20 ± 4.7c
H2	79	79	100 ± 0.0a
H3	50	39	79 ± 4.4b
H21	56	8	11 ± 2.1c
H22	77	77	100 ± 0.0a
H23	69	2	3 ± 3.3d
H24	71	8	11 ± 2.9c
Control	84	1	1 ± 1.3d

<sup>a</sup> Means within a column followed by the same letter are not significantly different (P = 0.05, Bonferroni's test) (SAS, 2004). Mortalities were transformed to arcsine square-root before ANOVA. Means (± SE) of untransformed data are reported.

충활성들을 보임이 알려져 있다(Jacobson, 1989; Isman, 2001). 더불어 일부 식물 추출물들이나 그 함유 성분들은 살충제-저항성 해충들에게도 효과적이다(Miyakado et al., 1989; Ahn et al., 1997). 특히, 일부 식물체 오일들이 꿀벌응애(*Varroa destructor* Oud.)에 살비력을 발휘할 뿐만 아니라(Imdorf et al., 1999) 주요 집먼지진드기 종들(*Dermatophagoides farinae* Hughes와 *D. pteronyssinus* Trouessart)에 대해서도 강한 살비력을 나타냄이 알려져 있다(Miyazaki et al., 1989; Watanabe et al., 1989; Kim et al., 2003).

대회향 열매 추출물들의 살비력 강도는 헥산층·메탄올 추출물·클로로포름층 순이었고, 에틸아세테이트층과 물층은 거의 효과가 없거나 약한 활성을 보였다. 이와 같은 분획층들의 활성강도의 차이는 각 추출물 내에 함유된 활성성분의 함량 차이에서 기인된 것으로 생각된다. 또한 이러한 활성의 차이는 분류학적으로 동일한 속(genus)에 속하는 식물들에서 기원한 추출물에서도

나타난다. 예를 들면, 감귤속(*Citrus*)에 속하는 9종의 식물들에서 얻은 식물체 오일들에서 lime dis 5F (*C. aurantifolia*) 오일이 닭진드기에 대해 0.07 mg/cm<sup>2</sup>에서 100% 살비력을 보였으나 나머지 종들은 동일 농도에서 거의 효과를 발휘하지 못했다(Kim et al., 2004).

대회향 열매에 함유된 살비활성 물질을 분리하기 위해 가장 강한 살비력을 나타낸 헥산층을 칼럼크로마토그래피법을 이용하여 더욱 분획한 후, 3종의 분획물들을 얻었고 이들 중 활성층 H2를 확인하였으며 이것을 더욱 분획하여 4개의 분획물들을 얻었다. 이들 중 H22가 강한 살비력을 나타냄을 알 수 있었고(Table 2), 이것은 단일의 정제물로 얻어졌는데 상온에서는 액상을 유지하다 냉장고에 보관하면 1~2시간 이내에 흰색 고체로 변하는 특성을 보였다. 강한 살비력을 나타낸 이 정제물을 GC-MS로 동정한 결과, 페닐프로파노이드에 속하는 (*E*)-아네톨(anethole)임을 알 수 있었다(Table 3). 많은 식물체 추출물들과 식물 오일들의 휘발성 물질들

**Table 3.** Relative toxicity of (*E*)-anethole derived from *Illicium verum* fruit, its analogues and 3 acaricides against *Dermanyssus gallinae* adults using filter paper contact method, at 24h after treatment

Compound	No. mites	Slope ± SE	LC <sub>50</sub> (mg/cm <sup>2</sup> )	95% CL <sup>a</sup>
( <i>E</i> )-anethole	531	2.9 ± 0.54	0.02	0.004 - 0.033
(-)-neomenthol	400	6.29 ± 0.91	0.01	0.011 - 0.013
(+)-neomenthol	484	6.7 ± 1.77	0.01	0.009 - 0.015
(+)-menthone	214	6.3 ± 0.84	0.04	0.033 - 0.040
(-)-menthone	495	4.9 ± 0.39	0.02	0.021 - 0.024
(+)-isomenthol	306		> 0.2	
(+)-menthol	383	3.9 ± 0.42	0.02	0.020 - 0.026
(-)-menthol	483	2.9 ± 0.25	0.02	0.013 - 0.018
camphor	379	2.4 ± 0.23	0.07	0.056 - 0.077
(±)-isoborneol	375	3.2 ± 0.28	0.02	0.020 - 0.029
(1 <i>S</i> )-(-)-camphor	348	2.4 ± 0.28	0.11	0.094 - 0.137
(1 <i>R</i> )-(+)-camphor	303	3.6 ± 0.38	0.03	0.024 - 0.031
(1 <i>S</i> )-endo-(-)-borneol	359	6.5 ± 0.85	0.02	0.013 - 0.017
dichlorvos	105	3.9 ± 0.43	0.0002	0.00015 - 0.0002
diazinon	293	3.6 ± 0.44	0.05	0.047 - 0.061
carbaryl	481		> 0.2	

<sup>a</sup> Confidence limit.

은 알칸·알콜·알데하이드 및 테르피노이드들로 구성되어 있는데, 일반적으로 이들은 혼중독 작용을 보인다 (Visser, 1986). 특히 아네톨과 동일 계열에 속하는 (*E*)-신남알데하이드(cinnamaldehyde)와 모노테르피노이드계에 속하는 멘솔은 집먼지진드기들에 대한 살비력이 최근에 밝혀졌다(Kim *et al.*, 2008). 본 연구에서도 멘솔 및 캠퍼 계열에 속하는 화합물들 12종을 선별하여 닭진드기에 대한 살비력을 조사하였는데, (+)-이소멘솔을 제외한 나머지 화합물들은 살충제인 다이아지논에 필적하거나 더 우수한 활성을 보였고, 카바릴 보다는 더 우수한 살비력을 보였다(Table 3). 반수치사농도(LC<sub>50</sub>)를 기준으로 하여 보면, 아네톨을 비롯한 이들 12종 화합물들은 0.01~0.11 mg/cm<sup>2</sup>의 활성을 나타냈다. 비교 화합물로 이용한 디클로르보스의 반수치사농도는 0.0002 mg/cm<sup>2</sup>을 보여, 시험한 모든 화합물들 중에서 가장 강력한 살비력을 보였다.

대회향의 살충력에 대해서는 일부 연구자들이 수행하여 보고한 바 있다. Kim과 Ahn (2001)은 대회향 열매 추출물이 3종의 저장물해충들인 쌀바구미, 팥바구미 그리고 권연벌레에 대해 혼중활성을 나타냄을 보고한 바 있다. 이들은 이러한 활성을 나타내는 데 기여하는 물질들이 (+)-펜촌(fenchone), (*E*)-아네톨 그리고 에스트라골(estragole)임을 입증했다. 또한 Park 등 (2006)은

40종의 식물체에서 얻은 식물체 정유의 긴수염버섯파리(*Lycoriella ingénué*) 유충에 대한 살충력을 조사한 결과, 식물체 정유에 함유된 (*E*)-아네톨 성분의 혼중효과로 강한 살충력을 발휘함을 보고하였다. 최근에 바질(*Oscimum basilicum*) 오일의 주요 성분들인 (*E*)-아네톨, 에스트라골, 그리고 리나롤(linalool)이 지중해광대파리(*Ceratitis capitata*), 꿀과실파리(*Bactrocera dorsalis*), 그리고 오이과실파리(*Bactrocera cucurbitae*)에 대해 살충력을 나타냄을 입증했다(Chang *et al.*, 2009). 본 연구에서도 (*E*)-아네톨은 닭진드기 성충에 대해 여지접촉법에서 강한 살비력을 나타냈다.

이 연구 결과는 대회향 열매 유래 물질들이 닭진드기를 효과적으로 제어할 수 있다는 가능성을 보여준 데 의미가 있다 하겠다. 향후, 산란계에서 가장 중요한 해충인 닭진드기를 방제하기 위한 화학합성 살비제들의 대체원으로 활용하기 위해서는 적절한 제형선발 및 야외적용시험 등의 후속 연구가 더 이뤄져야 할 것이다.

## 사 사

본 논문은 2009학년도 우석대학교 교내학술연구비 지원에 의하여 수행된 것으로 이에 감사를 드립니다.

## Literature Cited

- Ahn, Y.J., M. Kwon, H.M. Park and C.G. Han. 1997. Potent insecticidal activity of Ginkgo biloba-derived trilactone terpenes against *Nilaparvata lugens*. In P.A. Hedin, R. Hollingworth, J. Miyamoto, E. Masler and G.D. Thompson, editors. Phytochemical Pest Control Agents. ACS Symposium Series No. 658, American Chemical Society, Washington, DC, pp. 90-105.
- Beugnet, F., C. Chauve, M. Gauthey and L. Beert. 1997. Resistance of the red poultry mite to pyrethroids in France. *Vet. Rec.* 140: 577-579.
- Chang, C.L., I.K. Cho and Q.X. Li. 2009. Insecticidal activity of basil oil, trans-anethole, estragole, and linalool to adult fruit flies of *Ceratitis capitata*, *Bactrocera dorsalis*, and *Bactrocera cucurbitae*. *J. Econ. Entomol.* 102: 203-209.
- Durden, L.A., K.J. Linthicum and T.P. Monath. 1993. Laboratory transmission of eastern equine encephalomyelitis virus to chickens by chicken mites (Acari: Dermanyssidae). *J. Med. Entomol.* 30: 281-285.
- Genchi, C., H. Huber and G. Traldi. 1984. The efficacy of flumethrin (Bayticol Bayer) for the control of chicken mite *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) (Acarina, Dermanyssidae). *Arch. Vet. Ital.* 35: 125-128.
- Hoffman, G.V. 1987. Vogelmilben als Lstlinge, Krankheitsserzeuger und Vektoren bei Mensch und Nutztier (Veterinary and hygienic importance of the red chicken mite and the northern fowl mite). *Dtsch. Tierarztl. Wschr.* 95: 7-10.
- Imdorf, A., S. Bogdanov, R.I. Ochoa and N.W. Calderone. 1999. Use of essential oils for the control of *Varroa jacobsoni* Oud. in honey bee colonies. *Apidologie.* 30: 209-228.
- Isman, M.B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Prot.* 19: 603-608.
- Isman, M.B. 2001. Pesticides based on plant essential oils for management of plant pests and diseases. In International Symposium on Development of Natural Pesticides from Forest Resources, Korea Forest Research Institute, Seoul, Republic of Korea, pp. 1-9.
- Jacobson, M. 1989. Botanical pesticides: past, present, and future. pp. 1-10. In *Insecticides of Plant Origin*, eds. by J.T., Arnason, B.J.R. Philogène and P. Morand. ACS Symposium Series No. 387, American Chemical Society, Washington, DC.
- Kettle, D.S. 1993. Acari-Prostigmata and Gamasidae. pp. 380-405. In *Medical and Veterinary Entomology*. CAB, Wallingford, UK.
- Kim, H.K., Y.K. Yun and Y.J. Ahn. 2008. Fumigant toxicity of cassia bark and cassia and cinnamon oil compounds to *Dermatophagoides farinae* and *Dermatophagoides pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae). *Exp. Appl. Acarol.* 44: 1-9.
- Kim, S.I., J.H. Yi, J.H. Tak and Y.J. Ahn. 2004. Acaricidal activity of plant essential oils against *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). *Vet. Parasitol.* 120: 297-304.
- Kim, D.H. and Y.J. Ahn. 2001. Contact and fumigant activities of constituents of *Foeniculum vulgare* fruit against three coleopteran stored-product insects. *Pest Manag. Sci.* 57: 301-306.
- Kim, E.H., H.K. Kim and Y.J. Ahn. 2003. Acaricidal activity of clove bud oil compounds against *Dermatophagoides farinae* and *Dermatophagoides pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae). *J. Agric. Food Chem.* 51: 885-889.
- Kim, S.I., Y.E. Na, J.H. Yi, B.S. Kim, and Y.J. Ahn. 2007. Contact and fumigant toxicity of oriental medicinal plant extracts against *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). *Vet. Parasitol.* 145: 377-382.
- Kirkwood, A.C. 1967. Anaemia in poultry infested with the red mite *Dermanyssus gallinae*. *Vet. Rec.* 80: 514-516.
- Lancaster Jr., J.L. and M.V. Meisch. 1986. Mites attacking fowls. In *Arthropods in Livestock and Poultry Production*. Wiley, New York, pp. 299-320.
- Miyakado, M., I. Nakayama and N. Ohno. 1989. Insecticidal unsaturated isobutylamides from natural products to agrochemical leads. pp. 173-187. In *Insecticides of Plant Origin*, eds. by J.T., Arnason, B.J.R. Philogène and P. Morand. ACS Symposium Series No. 387, American Chemical Society, Washington, DC.
- Miyazki, Y., M. Yatagai, and M. Takaoka. 1989. Effect of essential oils on the activity of house dust mites. *Jpn. J. Biometeor.* 26: 105-108.
- Nordenfors, H., J. Hglund, R. Tauson and J. Chirico. 2001. Effect of permethrin impregnated plastic strips on *Dermanyssus gallinae* in loose-housing systems for laying hens. *Vet. Parasitol.* 102: 121-131.
- Park, I.K., K.S. Choi, D.H. Kim, I.H. Choi, L.S. Kim, W.C. Bak, J.W. Choi and S.C. Shin. 2006. Fumigant activity of plant essential oils and components from horseradish (*Armoracia rusticana*), anise (*Pimpinella anisum*) and garlic (*Allium sativum*) oils against *Lycoriella ingenua* (Diptera: Sciaridae). *Pest Manag. Sci.* 62: 723-728.
- Rosen, S., I. Yeruham and Y. Braverman. 2002. Dermatitis in humans associated with the mites *Pyemotes tritici*, *Dermanyssus gallinae*, *Ornithonyssus bacoti* and *Androlaelaps casalis* in Israel. *Med. Vet. Entomol.* 16: 442-444.
- SAS Institute, 2004. SAS OnlineDoc1, Version 8.01. Statistical Analysis System Institute, Cary, North Carolina.
- US EPA, 2004. Biopesticides-25b Minimum Risk Pesticides. [http://www.epa.gov/oppbppd1/biopesticides/regtools/25b\\_list.htm](http://www.epa.gov/oppbppd1/biopesticides/regtools/25b_list.htm).
- Visser, J.H. 1986. Host odor perception in phytophagous insects. *Annu. Rev. Entomol.* 31: 121-144.
- Watanabe, F., S. Tadaki, M. Takaoka, S. Ishino and I. Morimoto. 1989. Killing activities of the volatiles emitted from essential oils for *Dermatophagoides pteronyssinus*, *Dermatophagoides farinae* and *Tyrophagus putrescentiae*. *Shoyakugaku Zasshi.* 43: 163-168.
- Zeman, P. 1987. Encounter the poultry red mite resistance to acaricides in Czechoslovak poultry-farming. *Folia Parasitol.* 34: 369-373.

(Received for publication April 6 2009;  
revised June 1 2009; accepted June 8 2009)