

## 바퀴에 대한 Coriander Oil (*Coriandum sativum*) 성분의 훈증효과

배정숙 · 김길하\*

충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과

### Fumigant Toxicity of the Constituents of Coriander Oil, *Coriandum sativum* against *Blattella germanica*

Jeong-Sook Bae and Gil-Hah Kim\*

Dept. of Plant Medicine, Coll. of Agri, Life & Environ. Sciences, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Republic of Korea

**ABSTRACT** : Essential oil of five plants were screened for fumigation toxicity against *Blattella germanica* male adults. Among them, coriander oil showed 100% fumigation toxicity against *B. germanica* male adults at 20 and 10  $\mu\text{l/l}$  (air) dose, respectively. Through the constituent analysis using GC and GC/MS, we confirmed that main constituents of coriander oil were  $\alpha$ -pinene (6.1%), camphene (1.1%),  $\beta$ -pinene (0.5%),  $\beta$ -myrcene (0.8%), limonene (2.5%),  $\nu$ -terpinene (4.5%),  $\rho$ -cymene (1.8%),  $\alpha$ -terpinolene (0.5%), camphor (4.9%), linalool (70.5%),  $\alpha$ -tepeneol (0.7%), geranyl acetate (2.8%) and geraniol (1.4%). Among them,  $\nu$ -terpinene and geranyl acetate showed 100% fumigation toxicity at 10  $\mu\text{l/l}$  (air) dose, respectively. It can be concluded that coriander oil is potential control agents against *B. germanica*.

**KEY WORDS** : *Blattella germanica*, Coriander oil, Fumigation toxicity, GC, GC/MS

**초 록** : 바퀴벌레(*Blattella germanica*)에 대한 coriander oil (*Coriandum sativum*) 등 5종의 식물정유의 훈증독성을 조사하였다. 그들 중 spearmint oil이 20과 10  $\mu\text{l}/954 \text{ ml}$  (air)의 약량처리에서 모두 100%의 높은 살충활성을 나타내었다. Coriander를 GC와 GC/MS로 분석한 결과,  $\alpha$ -pinene (6.1%), camphene (1.1%),  $\beta$ -pinene (0.5%),  $\beta$ -myrcene (0.8%), limonene (2.5%),  $\nu$ -terpinene (4.5%),  $\rho$ -cymene (1.8%),  $\alpha$ -terpinolene (0.5%), camphor (4.9%), linalool (70.5%),  $\alpha$ -tepeneol (0.7%), geranyl acetate (2.8%), geraniol (1.4%)이 주요 구성성분으로 나타났으며, 그 중  $\nu$ -terpinene과 geranyl acetate가 10  $\mu\text{l}/954 \text{ ml}$  (air) 약량에서 100%의 높은 훈증독성을 나타내었다.

**검색어** : 바퀴, Coriander oil, 훈증독성, GC, GC/MS

바퀴(*Blattella germanica*)는 가주성 해충으로 사람과 관련된 곳에 자주 출몰하여 불쾌감과 공포감을 주며, 특이체질인 사람에게에는 알레르기 반응을 일으키는 등 많은 피해를 준다. 또한 주택, 병원, 부엌, 식품품 공장 등의 위생해충이다(Schal and Hamilton, 1990; Shin and Lee, 1996).

바퀴는 민첩성과 번식능력이 뛰어나고 건물내 틈 사이

에서 생활하는 관계로 효율적인 구제가 어려워 다양한 방제법을 개발하였으며(Scott *et al.*, 1986; Schal and Hamilton, 1990; Atkinson *et al.*, 1991; Lee and Jun, 1995; Koehler *et al.*, 1996; Lee, 1997), 현재까지는 유기인계의 chlorpyrifos, dichlorvos, fenitrothion, 카바메이트계의 propoxur, 피레스로이드계의 permethrin, 페닐 피라졸계의 fipronil, 아미디노히드라존계의 hydram-

\*Corresponding author. E-mail: khkim@chungbuk.ac.kr

ethylnon 등 화학살충제에 의존하였다(Ree *et al.*, 1973; Shim and Lee, 1979; Bang *et al.*, 1993; Han and Kim, 2004). 그러나 살충제를 무분별하게 과다 사용함으로써 저항성 해충의 출현은 물론 인축에 대한 독성, 살충제의 잔류 및 환경오염에 대한 여러가지 부작용을 초래하였다(Schal and Hamilton, 1990; Isman, 1995). 특히 살충제 저항성 해충의 출현은 화학살충제의 사용을 더욱 어렵게 하고 있다(Cochran, 1989; Bang *et al.*, 1993). 이러한 문제로 친환경적인 저독성 방제제 개발에 관심을 갖게 되었고, 대체방안으로써 천연물에 관한 연구가 이루어졌다(Inazuka, 1982a,b; Ngoh *et al.*, 1998; Chang and Ahn, 2001). 선진국에서는 오래전부터 인축 및 환경에 부작용이 적은 식물에서 유래하는 식물정유(essential oil)로부터 저곡 및 위생해충에 대한 활성물질의 탐색과 개발에 주력하여 많은 연구가 진행되었을 뿐 아니라, 그에 대한 실용화도 이루어지고 있다(Isman, 1995). 식물정유는 다양한 곤충 중에 대해서 살란, 기피, 살충활성을 나타낸다고 알려져 있으며(Karr and Coats, 1992; Watanabe *et al.*, 1993; Lee *et al.*, 1997; Ahn *et al.*, 1998; Omolo *et al.*, 2004), 살충제 저항성 해충에 대해서도 효과가 높다고 보고되어 있다(Isman, 2000). 따라서 본 연구는 바퀴성충에 대한 coriander oil 등 5종 식물정유(essential oils)의 혼중독성을 검정하고, GC와 GC/MS를 이용하여 활성성분을 분석하여, 방제제 개발에 필요한 기초자료를 제공하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 시험곤충

시험에 사용된 바퀴는 충북대학교 식물학과 위생곤충 사육실에서 실내 사육조건 온도 25±3℃, 광주기 12L : 12D, 상대습도 40~60%의 조건하에 은신처와 물, 먹이(dog diet)를 공급한 cage(32.0 × 28.0 × 22.5 cm)에서 사육하며 시험에 이용하였다.

### 시험화합물

시험에 사용된 식물정유(essential oil)인 basil (*Citrus bergamia*), coriander (*Coriandrum sativum*), marjoram (*Oreganum majorana*), rosemary (*Rosmarinus officinalis*), sage (*Salvia lavandulaefolia*)는 서울향료에서 구입하였

다. Terpene류 화합물인  $\beta$ -myrcene (90%)과 geraniol (98%)은 Sigma에서,  $\alpha$ -pinene (98%),  $\beta$ -pinene (97%),  $\alpha$ -terpineol (90%),  $\gamma$ -terpinene (97%),  $p$ -cymene (99%),  $\alpha$ -terpineol (95%), camphene (95%), camphor (96%), limonene (97%) 및 linalool (97%)은 Aldrich에서, geranyl acetate (99%)는 Fluka에서 구입하여 이용하였다. 살충제인 permethrin (97.5%, technical)은 (주)LG연구소에서 공급받아 시험에 사용하였다.

### 혼중독성 시험

바퀴에 대한 식물정유의 혼중독성은 수컷성충을 20마리씩 투명한 원통형 아크릴용기(9 × 15 cm)에 넣고, 각 화합물 원액을 filter paper( $\phi$  5.5 cm/2)에 적정량을 처리하여 원통형 아크릴용기 바닥에 놓고, 화합물의 휘발 성분이 용기 밖으로 휘발되는 것을 막기 위해 페트리디쉬( $\phi$  9 cm)를 뚜껑으로 사용하여 parafilm으로 밀봉하였다. 처리 24시간, 48시간 후에 사충수를 조사하였으며, 모든 시험은 3반복 이상으로 수행하였다. 시험조건은 온도 26~28℃, 광주기 12L : 12D, 상대습도 40~60%로 하였다.

### 화학분석

식물정유의 성분은 gas chromatography (GC, DS 6200)와 gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS, Hewlett Packard 5890)를 이용하여 분석하였다. 실험에 이용된 column은 DB-WAX(0.25 × 30 mm)와 DB-1(0.25 × 30 mm)을 이용하였고, carrier gas는 N<sub>2</sub> gas를 이용하였으며, oven 온도는 30~150℃(2℃/min)로 하였다. 또한 주입구의 온도는 200℃로 하였고, 검출기 온도는 210℃의 조건하에서 flame ionization detector로 검출했으며, 이온화는 70eV에서 수행하였다. 정유의 구성성분은 GC/MS로부터 시료의 total ion chromatogram을 얻은 후, WILEY138 library의 자료(Hewlett Packard)와 비교하여 확인하였다.

### 통계분석

혼중독성 시험결과의 분석은 Abbott's(1925) 공식에 의해 보정살충률을 구하였으며, Tukey's studentized range test (SAS Institute, 1991)로 비교하였다.

결과 및 고찰

바퀴 성충에 대한 coriander oil 등 5종 식물정유(essential oil)의 혼증효과는 Table 1과 같다. 그 중 coriander oil 이 20  $\mu\text{l/ml}$  (공기)의 약량에서 처리 48시간 후 100%의 혼증활성을 나타내었다. 혼증효과가 있었던 coriander oil을 10, 5, 2.5, 1, 0.1  $\mu\text{l/ml}$ 의 농도로 처리하여 48시간 후 혼증독성으로 인한 살충률을 조사하였다(Fig. 1). Coriander oil은 10  $\mu\text{l}/954\text{ ml}$ 의 처리농도에서도 100%의 살충활성을 나타내었으나, 낮은 농도에서는 대조약제인 permethrin보다 낮은 살충활성을 나타내었다.

혼증효과가 있었던 coriander oil의 살충성분을 분석하기 위해 GC와 GC/MS를 이용하였다. 그 결과  $\alpha$ -pinene (6.1%), camphene (1.1%),  $\beta$ -pinene (0.5%),  $\beta$ -myrcene (0.8%), limonene (2.5%),  $\gamma$ -terpinene (4.5%),  $p$ -cymene

Table 1. Fumigant toxicity of essential oils against *B. germanica* adults 48 hr after filter paper application<sup>a)</sup> in 954 ml fumigation chamber

Essential oil	n	Dose ( $\mu\text{l/ml}$ air)	Mortality (%) (Mean $\pm$ SE) <sup>b)</sup>
Basil	60	20	0.0 $\pm$ 0.0 b
Coriander	60	20	100.0 $\pm$ 0.0 a
Marjoram	60	20	20.0 $\pm$ 0.0 b
Rosemary	60	20	0.0 $\pm$ 0.0 b
Sage	60	20	60.0 $\pm$ 20.0 ab
Control	60	-	0.0 $\pm$ 0.0 b

<sup>a)</sup>Ten adult males were exposed to 20  $\mu\text{l}$  fumigant/ml air each treatment with 3 replications.

<sup>b)</sup>Means followed by the same letter are not significantly different at  $P = 0.05$  by Tukey's studentized range test (SAS Institute, 1991).

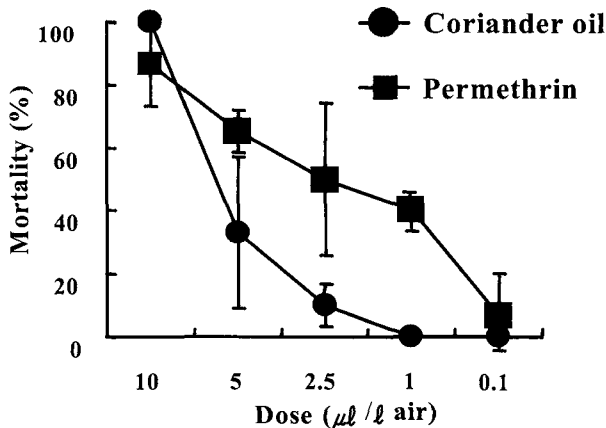


Fig. 1. Fumigant toxicity of essential oils against *B. germanica* male adults at 48 hr after filter paper application in 954 ml fumigation chamber.

(1.8%),  $\alpha$ -terpinolene (0.5%), camphor (4.9%), linalool (70.5%),  $\alpha$ -terpineol (0.7%), geranyl acetate (2.8%) and geraniol (1.4%) 등 13가지 성분들이 분석되었다(Fig. 2, Table 2). 이들 성분에 대한 각각의 혼증활성을 조사한 결과,  $\alpha$ -terpineol은 20  $\mu\text{l}$  처리에서,  $\gamma$ -terpinene과 geranyl acetate가 10  $\mu\text{l}$ 의 처리농도에서 각각 100%의 혼증활성을 나타내어 coriander oil의 주요 살충활성성분이었다 (Table 3).

식물정유를 이용한 혼증독성 연구는 주로 저극해충을 대상으로 많은 연구들이 수행되었으나(Park *et al.*, 2003; Kim *et al.*, 2003; Lee *et al.*, 2004), 바퀴벌레에 대한 연구는 많지 않다.

Chang and Ahn(2001)은 한방식물인 대화향 열매(*Illicium verum*)에서 분리된 (*E*)-anethole이 바퀴벌레에 대해서 합성살충제인 DDVP와 비슷한 수준의 혼증효과를 보고하였고, Ngoh *et al.*(1998)은 식물정유로부터 9종의 휘발성화합물 중 isosafrol과 safrol이 이질바퀴(*Periplaneta americana*)에 대해서 혼증활성이 있었으며, benzene 유도체(eugenol, methyl eugenol, isoeugenol, safrol and isosafrol)들이 terpene 화합물(limonene, cineol,  $p$ -cymene)보다 더 효과적인 바퀴의 방제제라고 보고하였다. 그리고 Lee *et al.*(2003)은 20종의 monoterpenoid화합물 중 linalool, *l*-fenchone, menthone, pulegone, thujone, cineole, limonene이 높은 휘발성과, 혼증효과 및 안전성으로 바퀴벌레의 혼증제로 적합하다고 하였다. 본 실험의 결과에서 바퀴에 대해 높은 혼증독성을 보인  $\gamma$ -terpinene과 geranyl acetate는 기존에 보고되지 않은 새로운 혼증활성성분으로, 새로운 혼증제로의 개발 가능성을 보여주는 결과로 여겨진다. 따라서 앞으로의 과제는 바퀴벌레

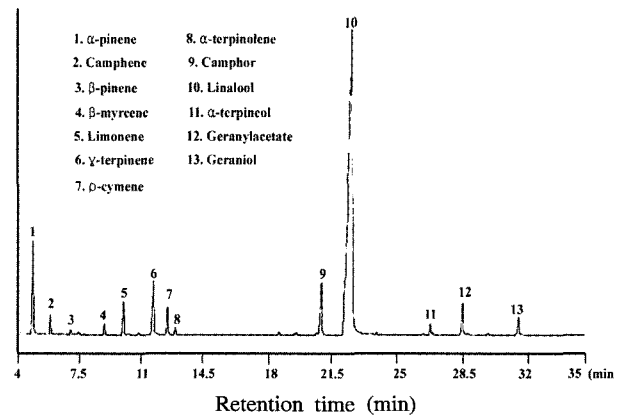


Fig. 2. Gas chromatogram of coriander oil. DB-wax capillary column (I.D. 0.25 mm, 30 m long, 0.25  $\mu\text{m}$  film thickness), temp., 30 $^{\circ}\text{C}$  to 150 $^{\circ}\text{C}$ , 4 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$

**Table 2.** Chemical composition of coriander oil as determined by combined gas chromatography and mass spectrometry

Peak number <sup>a)</sup>	Compound	Mass spectral data <sup>b)</sup>	Retention time (min)	Relative (%)
1	$\alpha$ -pinene	93, 77, 41, 27, 121	5.24	6.1
2	Camphene	67, 79, 93, 121	6.16	1.1
3	$\beta$ -pinene	93, 69, 121	7.24	0.5
4	$\beta$ -myrcene	93, 41, 69, 27, 53	9.03	0.8
5	Limonene	98, 93, 39, 27, 53	10.06	2.5
6	$\gamma$ -terpinene	93, 77, 121, 105	11.67	4.5
7	$p$ -cymene	119, 134, 91, 115	12.41	1.8
8	$\alpha$ -terpinolene	93, 121, 136, 79, 41	12.83	0.5
9	Camphor	95, 81, 41, 108, 69, 55	20.66	4.9
10	Linalool	71, 41, 43, 93, 69, 55	22.23	70.5
11	$\alpha$ -terpineol	59, 93, 43, 121, 81, 136	26.49	0.7
12	Geranyl acetate	69, 43, 93, 136	28.24	2.8
13	Geraniol	69, 53, 93, 123, 84	31.24	1.4

<sup>a)</sup>The peak numbers correspond to the numbers in Fig. 2.

<sup>b)</sup>Major fragmentation ions.

**Table 3.** Fumigant toxicity of the constituents of coriander oil against *B. germanica* male adults at 24 hr after filter paper application in 954 ml fumigation chamber

Compound <sup>a)</sup>	n	Dose ( $\mu$ l/l air)	Mortality (%) (Mean $\pm$ SE) <sup>b)</sup>
$\alpha$ -pinene	30	20	0.0 $\pm$ 0.0 d
Camphene	30	20	0.0 $\pm$ 0.0 d
$\beta$ -pinene	30	20	0.0 $\pm$ 0.0 d
$\beta$ -myrcene	30	20	0.0 $\pm$ 0.0 d
Limonene	30	20	30.0 $\pm$ 6.7 bcd
$\gamma$ -terpinene	30	10	100.0 $\pm$ 0.0 a
	30	5	60.0 $\pm$ 6.7 abcd
	30	2.5	40.0 $\pm$ 6.7 abcd
$p$ -cymene	30	20	70.0 $\pm$ 21.2 abc
$\alpha$ -terpinolene	30	20	10.0 $\pm$ 0.0 cd
Camphor	30	20	0.0 $\pm$ 0.0 d
Linalool	30	20	80.0 $\pm$ 0.0 ab
$\alpha$ -terpineol	30	20	100.0 $\pm$ 0.0 a
	30	10	85.0 $\pm$ 0.1 abcd
	30	5	50.0 $\pm$ 0.3 bcd
Geranyl acetate	30	10	100.0 $\pm$ 0.0 a
	30	5	0.0 $\pm$ 0.0 d
Geraniol	30	20	20.0 $\pm$ 0.0 bcd
Control	30	-	0.0 $\pm$ 0.0 d

<sup>a)</sup>Major constituents of coriander oil.

<sup>b)</sup>Means followed by the same letter are not significantly different at  $P = 0.05$  by Tukey's studentized range test (SAS Institute, 1999).

의 구제에 이용할 수 있도록 제형개발과 현장적용 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

## 사 사

이 논문은 2004년도 충청북도 생물산업기술개발비의 지원으로 수행한 결과이다.

## Literature Cited

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267.
- Ahn Y.J., Lee, S.B. H.S. Lee and G.H. Kim. 1998. Insecticidal and acaricidal activity of carvacrol and  $\beta$ -thujaplicine derived from *Thujopsis dlabrata* var *hondai* Sawdust. *J. Chem. Ecol.* 24: 81-90.
- Atkinson, T.H., R.W. Wadleigh, P.G. Koehler and R.S. Patterson. 1991. Pyrethroid resistance and synergism in a field strain of the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *Ann. Entomol.*

- Soc. Am. 80: 571~577.
- Bang, J.R., H.R. Lee and J.H. Kim. 1993. Studies on the insecticide resistance of the German cockroach (*Blattella germanica* L.) I. Comparisons of toxicity by bioassay. Korean J. Appl. Entomol. 32: 24~29.
- Chang, K.S. and Y.J. Ahn. 2001. Fumigant activity of (E)-anethole in *Illicium verum* fruit against *Blattella germanica*. Pest Manag. Sci. 58: 161~166.
- Cochran, D.G., 1989. Monitoring for insecticide resistance in field-collected strains of the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). J. Econ. Entomol. 82: 336~341.
- Han, J. and G.H. Kim. 2004. Susceptibilities of German cockroach, to insecticides according to application methods. Korean J. Appl. Entomol. 43: 241~247.
- Inazuka, S. 1982 a. New methods of evaluation for cockroach repellents and repellency of essential oils against the German cockroach (*Blattella germanica*). J. Pestic Sci. 7: 133~143.
- Inazuka, S. 1982 b. Cockroach repellents contained in oils of Japanese mint and Scotch spearmint. J. Pestic Sci. 7: 145~154.
- Isman, M.B. 1995. Leads and prospects for the development of new botanical insecticides. Rev. Pestic. Toxicol. 3: 120.
- Isman, M.B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. Crop. Prot. 19: 603~608.
- Karr, L.L. and J.R. Coats. 1992. Effects of four monoterpenoids of growth and reproduction of the German cockroach (Blattodea: Blattellidae). J. Econ. Entomol. 85: 424~429.
- Kim, S.I., C. Park, M.H. Ohh, H.C. Cho and Y.J. Ahn. 2003. Contact and fumigant activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Lasioderma serricornis* (Coleoptera: Anobiidae). J. Stored Prod. Res. 39: 11~19.
- Koehler, P.G., C.A. Strong and R.S. Patterson. 1996. Control of German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) with residual toxicants in bait trays. J. Econ. Entomol. 89: 1491~1496.
- Lee, D.K. 1997. Field performance of insecticidal baits for German cockroach (Blattaria: Blattellidae) control. Korean J. Appl. Entomol. 36: 270~276.
- Lee, B.H., P.C. Annis, F. Tumaalii and W.S. Choi. 2004. Fumigation toxicity of essential oils from the Myrtaceae family and 1,8-cineole against 3 major stored-grain insects. J. Stored Products Research. 40: 553~564.
- Lee, D.K. and J.H. Jun. 1995. Laboratory study of various insecticide bait products for control of German and American cockroaches. Korean J. Entomol. 25: 305~312.
- Lee, S., C.J. Peterson and J.R. Coats. 2003. Fumigation toxicity of monoterpenoids to several stored product insects. J. Stored Products Research. 39: 77~85.
- Lee, S., R. Tsao, C. Peterson and J.R. Coats. 1997. Insecticidal activity of monoterpenoids to western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae), two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae), and house fly (Diptera: Muscidae). J. Econ. Entomol. 90: 883~892.
- Ngoh, S.P., L.E.W. Chao, F.Y. Pang, Y. Huang, M.R. Kini and S.H. Ho. 1998. Insecticidal and repellent properties of nine volatile constituents of essential oils against the American cockroach, *Periplaneta americana* (L.). Pestic. Sci. 54: 261~268.
- Omolo, M.O., D. Okinyo, I.O. Ndiege, W. Lwande and A. Hassanali. 2004. Phytochemistry. 65: 2797~2802.
- Park I.K., S.G. Lee, D.H. Choi, J.D. Park and Y.J. Ahn. 2003. Insecticidal activities of constituents identified in the essential oil from leaves of *Chamaecyparis obtusa* against *Callosobruchus chinensis* (L.) and *Sitophilus oryzae* (L.). J. Stored Products Research. 39: 375~384.
- Ree, H.I., H.K. Hong, J.C. Shim and J.S. Lee. 1973. Studies on Korean *Blattaria* (I). Insecticide susceptibility tests by topical application method and field control measures for *Blattella germanica*. Report of NIH, Korea. 11: 101~105.
- SAS Institute. 1991. SAS/STAT User's Guide: Statistics, version 6.04. SAS Institute, Cary, N.C., U.S.A.
- Schal, C. and R.L. Hamilton. 1990. Integrated suppression of synanthropic cockroaches. Ann. Rev. Entomol. 35: 521~551.
- Scott, J.G., S.B. Ramaswamy, F. Matsumura and K. Tanaka. 1986. Effect of method of application on resistance to pyrethroid insecticides in *Blattella germanica* (Orthoptera: Blattellidae). J. Econ. Entomol. 79: 571~575.
- Shim, J.C. and K.R. Lee. 1979. Toxicity test of public health insecticides against cockroach (*Blattella germanica* L.) in Korea. Korean J. Entomol. 9: 23~28.
- Shin, Y.H. and D.K. Lee. 1996. The cockroaches and their control. Academy Publishing Co. 164 pp.
- Watanabae, K., Y. Shono, A. Kakimizu, A. Okada, N. Matsuo, A. Satoh and H. Nishimura. 1993. New mosquito repellent from *Eucalyptus camaldulensis*. J. Agric. Food. Chem. 41: 2164~2166.

(Received for publication 16 February 2005;  
accepted 16 March 2005)