

## 꽃노랑총채벌레에 대한 Pennyroyal oil과 Spearmint oil의 훈증효과

한종빈\* · 안기수<sup>1</sup> · 이총규<sup>2</sup> · 김길하

충북대학교 식물외학과 <sup>1</sup>충북농업기술원 <sup>2</sup>경남산림환경연구소

### Fumigant Toxicity of Pennyroyal and Spearmint oils against Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis*

Jong-been Han, Ki-Su Ahn<sup>1</sup>, Chong-Kyu Lee<sup>2</sup>, Gil-Hah Kim\*

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

<sup>1</sup>Chungbuk Provincial Agricultural Research & Extension Service, Cheongwoon, Chungbuk, 363-880, Korea

<sup>2</sup>Forest Environment Research Institute of Gyeongnam, Jinju 660-870, Korea

**ABSTRACT** : Fumigant toxicity of four plant essential oils (muguet flower, patchouli, pennyroyal, spearmint) were tested against the adults of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. Among them, pennyroyal and spearmint oils showed 100% mortality at 1  $\mu$ l/45 ml air dose. Through the constituent analysis using GC and GC-MS, we confirmed that main constituents of pennyroyal oil were pulegone(100.0%), and spearmint oil were  $\beta$ -myrcene(3.5%), limonene(12.1%), carvone(85.4%). Among them, carvone and pulegone showed 100% fumigation at 1  $\mu$ l/45 ml air dose, respectively. It can be concluded that two oils are potential control agents against *F. occidentalis*.

**KEY WORDS** : *Frankliniella occidentalis*, Spearmint oil, Pennyroyal oil, Fumigant toxicity, GC, GC/MS

**초 록** : 꽃노랑총채벌레 성충에 대한 4종 식물정유(muguet flower, patchouli, pennyroyal, spearmint)의 훈증효과를 조사하였다. 그들 중 100%의 훈증효과를 나타낸 정유는 pennyroyal oil과 spearmint oil이었다. 두 정유에 대한 주요 구성성분을 GC와 GC/MS로 분석한 결과, pennyroyal oil은 pulegone(100.0%), spearmint oil은  $\beta$ -myrcene(3.5%), limonene(12.1%), carvone(85.4%)이 주요 구성성분으로 나타났다. 이 성분의 훈증독성 시험결과 carvone과 pulegone은 1 $\mu$ l/45ml air의 약량에서 100%의 높은 훈증독성을 나타내었다.

**검색어** : 꽃노랑총채벌레, Spearmint oil, Pennyroyal oil, 훈증독성, GC, GC/MS

### 서 론

꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis*)는 미국의 북부지역이 원산지로서 1980년부터 널리 퍼지기 시작하여 현재 세계 모든 지역에 광범위하게 분포하고 있다(OEPP/EPPO, 1989). 일본에서는 1990년에 처음 발견되었으며, 우리나라는 1993년 8월 제주도 서귀포시 밀감하우스 재배 농가에서 처음 발견되었다(Chung *et al.*, 2000). 꽃노랑총

채벌레는 고추, 토마토, 장미, 국화 등 62과 244종 식물의 엽면과 꽃을 가해하고 산란을 통해 피해를 주며, 약충이 tomato spotted wilt virus(TSWV)와 tobacco streak ilarvirus(TSV)를 매개하여 경제적으로 막대한 손실을 준다(OEPP/EPPO, 1989; Helyer & Brobyn, 1992; Groves *et al.*, 2001).

꽃노랑총채벌레는 발육단계마다 서식처가 다르고, 성충은 몸이 작고 움직임이 빠르며, 숨는 습성으로 인해

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

방제에 어려움을 겪고 있다(Immaraju *et al.*, 1992; Yu *et al.*, 2002). 특히 온실에서 연중 발생하고, 주로 화학적 방제에 의존해왔기 때문에 살충제에 대한 저항성의 증가로 해충의 밀도를 더욱 증가시키는 결과를 가져왔다(Helyer & Brobyn, 1992; Immaraju *et al.*, 1992; Ananthakrishnan, 1993; Brodsgaard, 1994; Zhao *et al.*, 1995). 또한 이러한 화학적 방제는 익충과 인간 그리고 환경에 많은 부작용을 야기함으로써 안전에 대한 관심이 높아지고 있다(Hayes & Laws, 1991). 이러한 부작용을 보완하기 위해 이미 오래전부터 환경에 부작용이 적고 인축 독성이 적은 식물정유(essential oil)로부터 저곡해충과 위생해충에 대한 활성물질 탐색 및 개발에 관한 많은 연구가 진행되어왔으나(Desmarchelier, 1994; Ahn *et al.*, 1998; Isman, 2000; Lee *et al.*, 2001), 농업해충에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 식물정유는 다양한 곤충 종에 대해서 살란, 기피, 살충활성을 나타낸다고 알려져 있으며(Desmarchelier, 1994; Ahn *et al.*, 1998; Janmaat *et al.*, 2002; Choi & Kim, 2004), 살충제 저항성 해충에 대해서도 효과가 있다고 보고되어 해충 방제제로 기대되어왔다(Brattsten, 1983; Lindquist *et al.*, 1990). 따라서 본 연구는 시설하우스 재배시 연중 발생하는 꽃노랑총채벌레에 대한 방제제로서 식물정유가 좋은 대안이 될 수 있다고 생각되어, pennyroyal oil 등 4종의 식물정유를 이용하여 꽃노랑총채벌레 성충에 대한 혼증독성을 평가하여 대체 방제제로서의 가능성을 평가하였으며, GC와 GC/MS를 이용하여 이들 정유의 살충성분을 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 시험곤충

꽃노랑총채벌레는 충북대학교 장미하우스에서 재배중인 장미에서 채집하였으며, 성충만을 시험에 사용하였다.

### 시험약제

시험에 사용된 pennyroyal oil, spearmint oil 등 4종의 식물정유(essential oil)는 (주) 서울향료에서 구입하여 시험에 사용하였다. Terpene 화합물인  $\beta$ -myrcene(90%)은 Sigma Co.(St. Louis, MO)에서 구입하였고, carvone(98%), limonene(97%), pulegone(85%)은 Aldrich Chemical Co.(Milwaukee, WI)에서 구입하여 시험에 사용하였다.

### 혼증독성 시험

꽃노랑총채벌레 성충에 대한 혼증독성 시험은 45ml vial을 사용하여 지름 2.5cm 정도의 장미 꽃잎을 한 장씩을 vial에 넣고 진공펌프(MEDI PUMP, THOMAS)를 이용하여 암·수 구분없이 성충 15~25마리를 접종하였다. 접종 후 뚜껑에 고정된 filter paper(Whatman No 2,  $\Phi$  2.5cm)에 시험 화합물을 적정량 처리하였으며, 화합물이 휘발되는 것을 방지하기 위해 파라필름을 이용하여 뚜껑을 밀봉하였다. 처리 24, 48시간 후 몸길이만큼 움직이지 않는 것을 사망한 것으로 판단하였으며, 모든 시험은 3반복으로 수행하였다. 시험조건은 온도 25~28°C, 광주기 16 L : 8 D, 상대습도 50~60%로 하였다.

### 화학분석

시험에 사용된 식물정유의 성분은 gas chromatography(GC, Agilent Technologies 6890N)와 gas chromatography-mass spectrometry(GC-MS, Hewlett Packard 5890)를 이용하여 분석하였다. 실험에 이용된 column은 DB-WAX(0.25mm  $\times$  30mm)를 이용하였고 carrier gas는 N<sub>2</sub> gas를 이용하였으며, oven 온도는 35~180°C(4°C/min)로 하였다. 주입구의 온도는 200°C로 하였고 검출기 온도는 180°C의 조건하에서 flame ionization detector로 검출하였으며, 이온화는 70 eV에서 수행하였다. 식물정유의 구성성분은 GC-MS로부터 시료의 total ion chromatogram을 얻은 후, WILEY138 library의 자료(Hewlett Packard)와 비교하여 확인하였다.

### 통계분석

혼증독성 시험의 결과는 Abbott's(1925) 공식에 의해 보정살충율을 구하였으며, Tukey's studentized range test(SAS Institute, 1991)로 비교하였다.

## 결과 및 고찰

### 혼증독성 시험

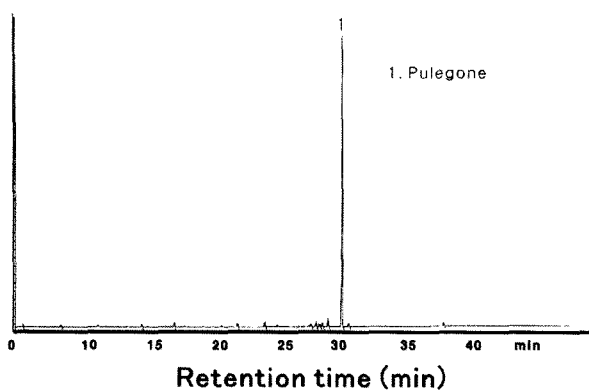
꽃노랑총채벌레 성충에 대한 4종의 식물정유의 혼증독성 시험 결과는 Table 1과 같다. 1 $\mu$ l/45ml의 약량 처리에서 muguet flower oil과 patchouli oil의 살충활성은 낮았

**Table 1.** Fumigant toxicity of essential oils against *F. occidentalis* adults at 24 hr after filter paper application in 45ml vial

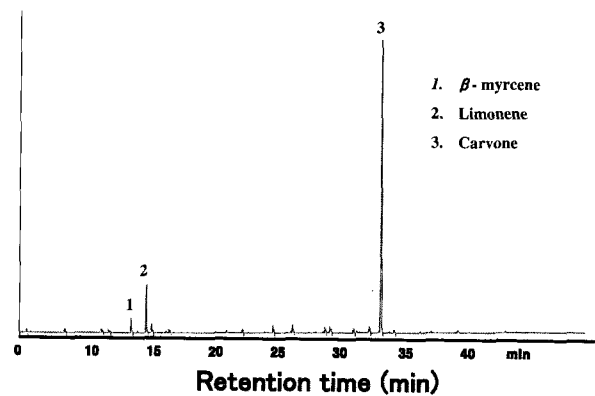
Essential oil	% Mortality (mean±SD)					
	Dose, $\mu\text{l}/45\text{ml}$ air					
	n <sup>a)</sup>	1	n	0.5	n	0.1
Muguet flower	47	74.2±12.3 b <sup>b)</sup>	-	-	-	-
Patchouli	45	1.9±3.2 c	-	-	-	-
Pennyroyal	64	100.0±0.0 a	74	30.6±7.8 b	60	3.4±3.0 b
Spearmint	57	100.0±0.0 a	46	86.1±12.3 a	49	59.8±12.5 a

<sup>a)</sup> Number of insects tested.

<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.** GC and GC/MS of pennyroyal oil. DB-wax capillary column (I.D. 0.25mm, 30m long, 0.25 $\mu\text{m}$  film thickness), temp., 35 °C to 180 °C, 4 °C/min.



**Fig. 2.** GC and GC/MS of spearmint oil. DB-wax capillary column (I.D. 0.25mm, 30m long, 0.25 $\mu\text{m}$  film thickness), temp., 35 °C to 180 °C, 4 °C/min.

으나, pennyroyal oil과 spearmint oil은 100%의 살충활성을 나타내었으며, 0.5 $\mu\text{l}/45\text{ml}$ 의 약량처리에서는 각각 30.6%, 86.1%의 살충활성을 나타내었다. 그리고 0.1 $\mu\text{l}/45\text{ml}$  약량처리에서는 각각 3.4%, 59.8%의 살충활성을 나타내었다. 4종의 식물정유 중 spearmint oil이 가장 우수한 살충활성을 나타내었다.

Choi et al.(2003)은 53종의 식물정유를 대상으로 온실가루이의 알, 약충, 성충에 대한 훈증독성을 조사하였는데 bay, caraway seed, clove leaf, lemon, eucalyptus, lime, pennyroyal, peppermint, rosewood, spearmint, tea tree oil이 활성이 높았으며, Choi & Kim(2004)은 spearmint oil이 온실가루이는 물론 담배가루이에 대해서도 훈증효과를 보고하였다. 또한 Janmaat et al.(2002)은 식물정유의 성분인 *p*-cymene 단독처리보다는 *p*-cymene+CO<sub>2</sub> 혼합처리가 꽃노랑총채벌레에 대해 훈증효과를 증대시켰고, Tuni & Sahinkaya(1998)는 시설하우스 해충인 목화진딧물과 접박이응애붙이에 대해서 cumin, anise, oregano, eucalyptus oil이 훈증활성이 높았다고 하였다. 식물정

유의 훈증효과외에도 Elisabeth et al.(2000)은 geraniol, linalool, (+)-citronellol, eugenol, (E)-cinnamic aldehyde가 꽃노랑총채벌레에 대해 유인효과를, 그리고 Elisabeth & Katrin(2003)은 rosemary에 대한 파총채벌레의 기피효과를 보고하였다. 이와 같은 연구결과들은 식물정유를 이용한 시설하우스 해충의 훈증효과뿐만 아니라 유인·기피효과를 이용한 방제제 개발 가능성을 제시하고 있다.

### 화학분석

꽃노랑총채벌레에 대해서 높은 훈증독성을 보였던 pennyroyal oil, spearmint oil의 성분을 분석하기 위해 GC와 GC/MS를 이용하였다. 이들 oil을 분석한 결과 pennyroyal oil은 pulegone(100.0%)이 주성분이며(Fig. 1, Table 2), spearmint oil은  $\beta$ -myrcene(3.5%), limonene(12.1%), carvone(85.4%)이 구성성분으로 나타났다(Fig. 2, Table 2). 이 성분들의 살충활성을 시험한 결과, carvone은 0.5 $\mu\text{l}/45\text{ml}$ 의 약량처리에서, 그리고 pulegone은 0.1 $\mu\text{l}$

Table 2. Chemical composition of pennyroyal and spearmint oils identified by GC/MS

Peak No. <sup>a)</sup>	Compound	Mass spectral data <sup>b)</sup> (m/z)	Retention time(min)	Relative content(%)
<i>Pennyroyal oil</i>				
1	Pulegone	152(M <sup>+</sup> ), 109, 81, 67, 41	27.80	100.0
<i>Spearmint oil</i>				
1	$\beta$ -Myrcene	136(M <sup>+</sup> ), 93, 80, 69, 41	11.91	3.5
2	Limonene	136(M <sup>+</sup> ), 107, 93, 68, 67	12.98	12.1
3	Carvone	150(M <sup>+</sup> ), 108, 93, 82, 54	29.72	85.4

<sup>a)</sup> The peak numbers correspond to the numbers in Fig. 1 and 2.

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

Table 3. Fumigant toxicity of monoterpenoids against *F. occidentalis* adults at 24 h after filter paper application in 45 ml vial

Compound	% Mortality (mean $\pm$ SD)					
	Dose, $\mu$ l/45 ml air					
	n <sup>a)</sup>	1	n	0.5	n	0.1
Carvone	63	100.0 $\pm$ 0.0 a <sup>b)</sup>	60	100.0 $\pm$ 0.0 a	56	41.1 $\pm$ 7.6 b
Limonene	56	76.2 $\pm$ 13.4 b	-	-	-	-
$\beta$ -Myrcene	56	19.4 $\pm$ 0.8 c	-	-	-	-
Pulegone	61	100.0 $\pm$ 0.0 a	56	100.0 $\pm$ 0.0 a	62	100.0 $\pm$ 0.0 a

<sup>a)</sup> Number of insects tested.

<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).

/45ml의 약량에서 100%의 높은 훈증독성을 나타내어 두 오일의 주요 성분임을 알 수 있었다(Table 3).

Choi & Kim(2004)은 spearmint oil의 성분 중 carvone이 온실가루이와 담배가루이에 대해서 살충활성이 가장 높았으며, 본 시험의 결과와 비슷한 경향을 나타내었다. Pulegone이 주성분인 pennyroyal oil은 향료, 음료, 그리고 벼룩 기피제 등에 이용되고 있으나 높은 농도에서는 간 독성의 부작용을 일으킨다는 보고가 있어 주의가 필요하다(Anderson *et al.*, 1996). Spearmint oil의 성분인 carvone은 훈증효과뿐만 아니라 방향제와 꽃, 감자의 발아를 억제하며, 항균제로도 사용되고 있다(de Carvalho & da Fonseca, 2006). 앞으로의 과제는 시설하우스에서 꽃노랑총채벌레 방제에 이용할 수 있는 제형개발과 현장 적용 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

### Literature Cited

Ananthkrishnan, T. N. 1993. Bionomics of thrips. *Annu. Rev.*

*Entomol.* 38: 71-92.

Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267.

Ahn, Y.J., S.B. Lee, H.S. Lee and G.H. Kim. 1998. Insecticidal and acaricidal activity of carvacrol and  $\beta$ -thujaplicine derived from *Thujopsis dolabrata* var. *hondai* Sawdust. *J. Chem. Ecol.* 24: 81-90.

Anderson, I.B., W.H. Mullen, J.E. Meeker, S.C. Khojasteh-Bakht, S. Oishi, S.D. Nelson and P.D. Blanc. 1996. Pennyroyal toxicity: measurement of toxic metabolite levels in two cases and review of the literature. *Annals of Internal Medicine* 124: 726-734.

Brattsten, L.B. 1983. Cytochrome P-450 involvement in the interactions between plant terpenes and insect herbivores, pp. 173-195. In P.A. Hedin [ed.], *Plant resistance to insects*. American Chemical Society, Washington, DC.

Brodsgaard, H. F. 1994. Insecticide resistance in European and African strains of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) tested in a new residue-on-glass test. *J. Econ. Entomol.* 87: 1141-1146.

de Carvalho, C.C.C.R. and M.M.R. da Fonseca. 2006. Carvone: Why and how should one bother to produce this terpene. *Food Chemistry.* 95: 413-422.

Choi, Y.M. and G.H. Kim. 2004. Insecticidal activity of spearmint

- oil against *Trialeurodes vaporariorum* and *Bemisia tabaci* adults. Korean J. Appl. Entomol. 43: 323-328.
- Choi, W.I., E.H. Lee, B.R. Choi, H.M. Park and Y.J. Ahn. 2003. Toxicity of plant essential oils to *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). J. Econ. Entomol. 96: 1479-1484.
- Chung, B.K., S.W. Kang and J.H. Kwon. 2000. Chemical control system of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) in greenhouse eggplant. J. Asia-Pacific Entomol. 3: 1-9.
- Desmarchelier, J.M. 1994. Grain protectant: trends and developments, pp. 722-728. In E. Highley, E.J. Wright, H.J. Banks and B.R. Champ [eds.], Stored product protection. CAB International, Wallingford, United Kingdom.
- Elisabeth, H.K. and A.S. Katrin. 2003. Labiate essential oils affecting host selection and acceptance of *Thrips tabaci* lindeman. Crop Prot. 22: 929-934.
- Elisabeth, H.K., W.J. Kogel and J.H. Visser. 2000. Assessing the attractiveness of volatile plant compounds to western flower thrips *Frankliniella occidentalis*. J. Chem. Ecol. 26: 2643-2655.
- Groves, R.L., C.E. Sorenson, J.F. Walgenbach and C.G. Kennedy. 2001. Effects of imidacloprid on transmission of tomato spotted wilt tospovirus to pepper, tomato and tobacco by *Frankliniella fusca* Hinds (Thysanoptera: Thripidae). Crop. Prot. 20: 439-445.
- Hayes, W.J. and E.R. Laws. 1991. Handbook of pesticide toxicology, vol. 1. Academic. San Diego. CA.
- Helyer, N.L. and P.J. Brobyn. 1992. Chemical control of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis* Pergande). Ann. Appl. Biol. 121: 219-231.
- Immaraju, J.A., T.D. Paine, J.A. Bethke, K.L. Robb and J.P. Newman. 1992. Western flower thrips (Thysanopter: Thripidae) resistance to insecticides in coastal California greenhouse. J. Econ. Entomol. 85: 9-14.
- Isman, M.B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. Crop Prot. 19: 603-608.
- Janmaat., A.F., W.J. de Kogel and E.J. Woltering. 2002. Enhanced fumigant toxicity of p-cymene against *Frankliniella occidentalis* by simultaneous application of elevated levels of carbon dioxide. Pest. Manag. Sci. 58: 167-173.
- Lee, B.H., W.S. Choi, S.E. Lee and B.S. Park. 2001. Fumigant toxicity of essential oils and their constituent compounds towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.). Crop Prot. 20: 317-320.
- Lindquist, R.K., A.J. Adams, F.R. Hall and I.H.H. Adams. 1990. Laboratory and greenhouse evaluations of Margosan-O against bifenthrin-resistant and -susceptible greenhouse whiteflies, *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). pp. 91-99. In Proceedings U.S. Department of Agriculture, Neem Workshop. USDA-ARS. 86.
- OEPP/EPPO. 1989. Data sheets on quarantine organisms No. 177, *Frankliniella occidentalis*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 19: 725-731.
- SAS Institute. 1991. SAS/STAT user's guide: statistics, version 6.04. SAS Institute, Cary, N.C., U.S.A.
- Yu, J.S., J.I. Kim and G.H. Kim. 2002. Insecticide susceptible of rose field-collected populations of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* in Korea. Korean J. Pest. Sci. 6: 80-86.
- Tuni, I. and S. Sahinkaya. 1998. Sensitivity of two greenhouse pests to vapours of essential oils. Entomol. Exp. Appl. 86: 183-187.
- Zhao, G., W. Liu, and C. O. Knowles. 1995. Mechanisms conferring resistance of western flower thrips to bendiocarb. Pestic. Sci. 44: 293-297.

(Received for publication 16 February 2006;  
accepted 13 March 2006)