

점박이응애에 대한 Caraway Oil의 기피활성

유정수 · 배정숙 · 신동구 · 김길하*

충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과

Repellency of the Constituents of Caraway Oil, *Carum carvi* against *Tetranychus urticae*

Jeong-Su Yu, Jeong-Sook Bae, Dong-Ku Shin and Gil-Hah Kim*

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

ABSTRACT : Essential oils of three plants (caraway oil, hyssop oil and lime oil) were screened for repellency against *Tetranychus urticae* female adults in the lab condition. Among them, caraway oil (*Carum carvi*) showed 92.2% repellency against female adults at 1,000 ppm concentration. Through the constituent analysis using GC and GC/MS, we confirmed that the two main constituents were carvone (73.3%) and limonene (26.7). Limonene showed 87.8 and 83.1% repellency against adult females at 1,000 and 100 ppm concentrations, respectively.

KEY WORDS : *Tetranychus urticae*, Caraway oil, Repellency, GC, GC-MS

초 록 : 점박이응애(*Tetranychus urticae*)에 대한 3종 식물정유(caraway oil, hyssop oil, lime oil)의 기피활성을 조사하였다. 이들 중 caraway oil이 1,000 ppm의 농도에서 92.2%의 기피효과를 나타내었으며, GC와 GC-MS로 분석한 결과 carvone과 limonene이 주요한 성분이었다. 따라서 caraway oil의 주요한 화합물에 대한 기피활성을 검정결과 limonene의 1,000과 100 ppm에서 각각 87.8%와 83.1%의 기피효과를 나타내었다.

검색어 : 점박이응애, Caraway oil, 기피효과, 화학분석

점박이응애는 딸기, 수박, 참외, 오이, 고추, 가지, 장미 등 많은 종류의 작물을 가해하는 세계적인 주요 해충이다 (Song *et al.*, 1995; Takafuji *et al.*, 2000; Lee *et al.*, 2003a). 이러한 점박이응애의 방제를 위한 유기합성농약의 연용과 남용은 농약잔류 문제, 천적류의 감소, 해충의 저항성 발달, 인축에 대한 독성 및 환경오염 등의 부작용을 야기함에 따라 환경에 친화적인 새로운 방제방법 또는 대체약제 개발의 필요성이 증대되고 있다(Choi *et al.*, 2003; Lee *et al.*, 2003a).

식물이 생성하는 2차 대사산물로는 terpene (mono-, sesqui-, and di-)류, alkaloid류, polyacetylene류, flavonoid류, sugar류가 있다. 특히 monoterpene은 곤충의 기본적인

생화학적 대사뿐만 아니라, 물리적, 행동학적인 기능을 저해하기 때문에(Brattsten, 1983), 해충 방제제 개발을 위해 많이 연구되었다(Rice and Coats, 1994; Tiberi *et al.*, 1999; Choi *et al.*, 2003; Lee *et al.*, 2003b). Rice and Coats (1994)는 pulegone, fenchone 등의 monoterpene이 거저살도독거저리에 대해 혼증효과가 우수한 것을 보고하였고, Choi *et al.* (2003)은 53종의 식물정유를 대상으로 온실가루이에 대한 살충효과를 조사하였는데, caraway seed 등 9종이 혼증활성이 있음을 확인했다. 그리고 Lee *et al.* (2003b)은 점박이응애 암컷성충에 대해서 34종의 monoterpene 중 isosafrole과 safrole이 혼증효과를, 그리고 hexanoic acid와 limonene이 기피

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

효과가 있음을 보고하였다. 이와 같이 monoterpene은 해충에 대해 독성을 나타내나, 포유동물에 대해 급성독성이 거의 없고, 또한 음식조미료, 향료, 소염제, 외용의 진통제 (external analgesic) 그리고 방부제로 사용된다(Templeton, 1969). Terpene류를 이용한 방제제 연구는 제한 공간에서 서식하는 저극해충을 대상으로 수행되어 왔다. 그러나 공간상의 어려운 문제로 농업해충에 대한 연구는 많지 않다.

이에 본 연구는 대체약제를 위해 식물에서 추출되는 휘발성물질인 caraway oil 등 3종의 식물정유(essential oil)를 이용하여 점박이응애 성충에 대해 기피효과를 보이는 식물정유를 탐색하고 그 성분을 규명하여 점박이응애의 방제에 기초 자료를 제공하고자 수행하였다.

재료 및 방법

시험곤충

시험에 사용된 감수성 점박이응애는 한국화학연구소에서 분양받아 1998년부터 충북대학교 식물의학과 실내에서 온도 25-28℃, 광주기 16L : 8D, 상대습도 40-60% 조건 하에서 약제처리 없이 누대사육한 것을 사용하였다.

식물정유

Caraway oil, hyssop oil, lime oil 등 3종의 식물정유는 서울향료에서 구입하였고, carvone (98%)과 limonene (97%)은 Aldrich Chemical Co.에서 구입하였다.

기피반응 시험

시험에 사용되어진 약제들은 에탄올(99.5%)에 용해시킨 후 100 ppm의 triton X-100 계면활성수용액과 혼합하여 희석액 중에 에탄올과 계면활성수용액의 비율이 1 : 9가 되도록 조제하였다. 파종 2주된 강낭콩잎을 가로 세로 4cm 되게 남기고 잘랐으며, Kim *et al.* (1997)의 검정법에 준하여 중앙 줄기 상단에 점착제(IG-caltex oil)를 처리하고 한쪽 잎을 약액에 침지법으로 10초 동안 침지하였다가 후드 내에서 건조시켰다(Fig. 1). 처리 후 암컷 성충 30마리를 접종하고 다른 한쪽 잎은 무처리구로 하였으며, 처리 24시간 후 보행에 의한 이동과 실을 토해내서 낙하하는 행동 그리고 잔류 마리수로 구분하여 평가하였다. 모든

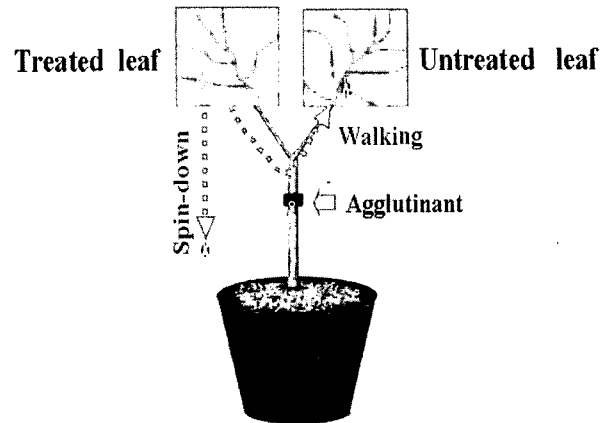


Fig. 1. Repellency bioassay using a kidneybean leaves.

시험은 반복당 30마리씩 3반복으로 하였다. 시험 조건은 온도 25~28℃, 광주기 16L : 8D, 상대습도 40~60%로 하였다. 시험의 결과는 binominal sign test (Zar, 1996)로 비교하였다.

GC, GC/MS 분석

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 mm x 30mm)와 DB-1 (0.25 mm x 30 mm)이고 carrier gas는 N₂ gas를 이용하였으며, oven 온도는 50℃ ~ 180℃ (2℃/min)로 하였다. 또한 주입구의 온도는 200℃로 하였고, 검출기 온도는 210℃ 조건하에서 Flame Ionization Detector로 검출했으며, 이온화는 70 eV에서 수행하였다. 정유의 구성성분은 GC/MS로부터 시료의 total ion chromatogram을 얻은 후, WILEY 138 library의 자료(Hewlett Packard)와 비교하여 확인하였다.

결과 및 고찰

기피반응

식물정유에 대한 점박이응애의 행동반응은 성충을 이용하여 three choice test로 보행과 낙하에 의한 반응을 조사하여 기피효과를 구하였다(Table 1). 3종의 식물정유 중에서 caraway oil이 1,000 ppm의 농도에서 92.2%로 가장 높은 기피율을 나타내었다. 그러나 나머지 oil은 30

Table 1. Repellency of caraway oil against acaricide-susceptible *T. urticae* adult females in the three choice condition

Essential oil	Conc. (ppm)	No. of mite in			Repellency (%) ^{a)}	Sign-test ^{b)}
		Treated side (T)	Untreated side (U)	Spindown (S)		
Caraway	1,000	7	82	1	92.2±8.4	p < 0.001
Hyssop	1,000	65	21	4	27.7±11.7	ns ^{c)}
Lime	1,000	69	15	6	23.3±8.8	ns
Control	—	83	0	6	6.6±5.1	ns

^{a)} Repellency (%) = $(U+S / U+S+T) \times 100$

^{b)} Significant difference were analysed by binominal sign test (Zar, 1996)

^{c)} ns; not significant.

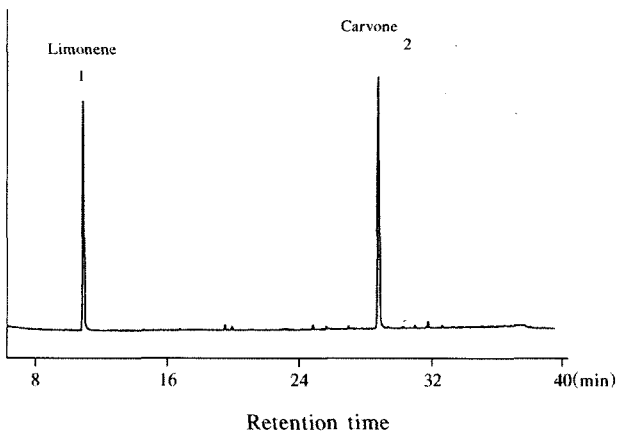


Fig. 2. Capillary gas chromatogram of caraway oil. DB-WAX capillary column (I.D. 0.25 mm, 30 m long, 0.25 μ m film thickness), Temp., 30°C to 180°C at 2°C/min.

% 이하의 낮은 기피율을 나타내었다. 92.2%의 높은 기피 활성을 나타낸 caraway oil의 기피활성성분을 분석하기 위해 GC와 GC/MS를 이용하였다(Fig. 2). 분석한 결과 caraway oil의 주요 구성성분은 carvone과 limonene이었으며(Table 2), 기피반응을 실험한 결과 limonene이 1,000과 100 ppm의 농도에서 각각 87.8%, 83.1%의 높은 기피율을 나타내었으나, carvone은 같은 처리농도에서 45.6%의 낮은 기피율을 나타내었다(Table 3).

Lee *et al.* (2003)은 34종의 terpene 중에서 hexanoic acid와 limonene이 점박이응애 성충에 대해서 높은 기피

효과를 나타내었으며, 특히 hexanoic acid는 약제저항성 점박이응애에 대해서 효과가 높음을 보고하였다. Yoo *et al.* (2002)은 털두꺼비하늘소 성충에 대한 25종의 monoterpenoid 중 geraniol이 산란기피효과가 가장 높았으나 방제응용에 잔효성이 짧음을 지적하였고, 그리고 Hori (2003)는 권연벌레성충이 57종의 식물정유 중 shio oil에 대한 기피활성이 가장 높다고 보고하였다. 식물정유를 이용한 방제제 연구는 제한된 공간에 서식하는 저곡해충을 대상으로 수행되어 왔다. 그러나 공간상의 어려운 문제로 연구가 거의 없었으나, 최근 친환경농업의 중요성이 강조되면서 식물정유를 이용한 방제가 농업해충에도 시도되고 있다(Tunic and Sahinkaya, 1998; Choi *et al.*, 2003; Choi and Kim, 2004). 앞으로의 과제는 이 결과를 시설하우스의 점박이응애 방제에 적용하기 위해서는 식물정유의 지속성을 유지할 수 있는 제형개발이 필요하다.

사 사

본 연구는 농림부 농림기술관리센터의 지원으로 수행한 결과의 일부분임.

Table 2. Chemical composition of caraway oil as determined by combined gas chromatography-mass spectrometry

Peak number ^{a)}	Compound	Mass spectral data	Retention time (min)	Relative (%) ^{b)}
1	Limonene	68, 93, 39, 27, 53	8.6	44.1
2	Carvone	82, 54, 39, 93, 27	42.6	55.9

^{a)} The peak numbers correspond to the numbers in Fig. 1

^{b)} Major fragmentation ions.

Table 3. Repellency of constituents of caraway oil against acaricide-susceptible *T. urticae* adult females in the three choice condition

Compound	Conc. (ppm)	No. of mite in			Repellency (%) ^{a)}	Sign-test ^{b)}
		Treated side (T)	Untreated side (U)	Spindown (S)		
Limonene	1,000	11	73	6	87.8±6.9	p <0.001
	100	15	66	8	83.1±0.3	p <0.001
	10	33	46	11	63.3±5.8	p <0.05
Carvone	1,000	52	36	5	44.1±3.6	ns ^{c)}
	100	49	37	4	45.6±5.1	ns
	10	60	22	8	33.3±2.2	ns
Control	-	84	4	2	6.7±3.4	ns

^{a)} Repellency (%)=(U+S / U+S+T) * 100

^{b)} Significant difference were analysed by binominal sign test (Zar, 1996)

^{c)} ns; not significant.

Literature Cited

- 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.
- 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.
- Hori, M. 2003. Repellency of essential oils against the cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* (Fabricius) (Coleoptera: Anobiidae). Appl. Entomol. Zool. 38: 467-473.
- Kim, G.H., Y.H. Choi and K.Y. Cho. 1997. Behavioral responses of bifenthrin- and dicofol-resistant strains in the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch to bifenthrin. Korean J. Entomol. 27: 99-105.
- Lee, Y.S., M.H. Song, K.S. Ahn, K.Y. Lee, J.W. Kim and G.H. Kim. 2003a. Monitoring of acaricide resistance in two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) populations from rose greenhouses in Korea. J. Asia-Pacific Entomol. 5: 237-240.
- Lee, S.Y., J.S. Yoo, S.J. Moon, S.G. Lee, C.S. Kim, S.C. Shin and G.H. Kim. 2003b. Fumigant and repellency effects of terpenes against the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Korean J. Appl. Entomol. 42: 249-255.
- Rice, P.J. and J.R. Coats. 1994. Insecticidal properties of several monoterpenoids to house fly (Diptera: Muscidae), red flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae), and southern corn rootworm (Coleoptera: Tenebrionidae), and southern corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). J. Econ. Entomol. 87: 1172-1179.
- Song, C., G.H. Kim, S.J. Ahn, N.J. Park and K.Y. Cho. 1995. Acaricide susceptibilities of the field collected populations of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) from apple orchards. Korea J. Appl. Entomol. 34: 328-333.
- Takafuji, A., A. Ozawa, H. Nemoto and T. Gotoh. 2000. Spider mites of Japan: Their biology and control. Exp. Appl. Acarol. 24: 319-335.
- Templeton, W. 1969. An introduction of the chemistry of terpenoids and steroids. Butterworths, London.
- Tiberi, R., A. Niccoli, M. Curini, F. Epifano, M.C. Marcotullio and O. Rosati. 1999. The role of the monoterpene composition in *Pinus spp.* needles, in host selection by the pine processionary caterpillar, *Thaumetopoea pityocampa*. Phytoparasitica 27: 263-272.
- Tunc, I., and S. Sahinkaya. 1998. Sensitivity of two greenhouse pests to vapours of essential oils. Entomol. Exp. Appl. 86: 183-187.
- Yoo, J.S., G.H. Kim, S.G. Lee, S.C. Shin, J.D. Park and S.C. Park. 2002. Insecticidal activity and ovipositional repellency of monoterpenoids against *Moechotypa diphysis* Adults (Coleoptera: Cerambycidae). Korean J. Appl. Entomol. 41: 285-292.
- Zar, J. H. 1996. Biostatistical analysis, 3rd ed. Prentice-Hall International, Inc.

(Received for publication 16 May 2005;
accepted 4 June 2005)