



Note: Soil/Pesticidal/Environmental Sciences

Insecticidal activities of *Eucalyptus dives* and *Thymus vulgaris* oils against *Plodia interpunctella* and *Tribolium castaneum* in the granary

Jaean Song¹ · Sang gwei Lee² · Hoi-Seon Lee¹

정부양곡창고내 유칼립투스 페퍼민트와 타임 오일을 이용한 화랑곡나방과 거저살도독거저리에 대한 살충 실증실험

송자은¹ · 이상계² · 이희선¹

Received: 30 December 2016 / Accepted: 13 January 2017 / Published Online: 31 March 2017
© The Korean Society for Applied Biological Chemistry 2017

Abstract The insecticidal activities of the *Eucalyptus dives* and *Thymus vulgaris* oils were assessed against *Plodia interpunctella* and *Tribolium castaneum* in granary. Insecticidal activities of the *E. dives* oil showed 100 % mortality against *P. interpunctella* larvae for 72 h and *P. interpunctella* adults for 3 h. Moreover, the *T. vulgaris* oil was observed with 100 % mortality against *T. castaneum* larvae for 120 h and *T. castaneum* adults for 120 h. These results indicate that it may be possible to control *P. interpunctella* and *T. castaneum* through the application of *E. dives* and *T. vulgaris* oils in granary.

Keywords *Eucalyptus dives* · Insecticidal activity *Plodia interpunctella* *Thymus vulgaris* · *Tribolium castaneum*

서론

전 세계적으로 정부양곡창고에서 발생하는 저곡해충에 의한 저장곡물의 손실은 대략적으로 20 %인 것으로 나타나고 있으며, 우리나라에서도 저장곡물 생산부터 저장 및 유통까지 전과정에서 빈번하게 출현하여 저장곡물에 피해를 끼치고 있다(Moon 등, 2010). 우리나라에서는 저곡해충 중에 가장 큰 피해를 일으키는 해충으로 화랑곡나방(*Plodia interpunctella*) 및 거저살도독거저리(*Tribolium castaneum*)이 제시되고 있다(Moon 등, 2010). 화랑곡나방은 일반적으로 유충에 의해 피해가 나타나는데 이는 저장곡물에 실크를 분비하여 저장곡물 표면을 덮고 불쾌한 냄새를 유발하여 상품적 가치를 손실시키고 있으며(Mohandass 등, 2007), 거저살도독거저리는 저장 중인 밀가루, 옥수수 및 사탕수수 등을 가해하여 경제적인 피해를 주고 있다(García 등, 2005). 이러한 저곡해충을 방제하기 위한 방법으로 저온처리, 고온처리, Controlled atmosphere 저장 및 감마선 조사 등의 물리적 방법과 훈증제, 훈연제 및 살충제 등의 화학적 방법이 사용되고 있으며 일반적으로는 강한 살충력과 장기간 효과가 지속되는 방법으로는 화학적 방법을 사용하고 있다. 주로 메틸브로마이드(CH_3Br)가 이용되고 있었으나 소량 흡입 시에도 체내에 축적이 이루어져 만성중독 위험성이 있으며, 또한 오존층파괴 물질로 지정되어 선진국에서는 2005년부터 금지 및 개발도상국은 2015년부터 단계적으로 사용이 금지되었다(Bell 2000; Ayvaz 등, 2010). 이에 따라 전 세계적으로 메틸브로마이드 대체제로써 친환경적이고 안정적으로 저곡해충을 방제하기 위한 식물체에서 추출한 에센셜 오일을 이용하여 방제하는 연구가 진행되어 왔다(Jbilou 등, 2008; Yang 등, 2009; Ayvaz 등, 2010). 식물체에서 추출한 에센셜 오일의 구성성분은 포유류에 낮은 독성과 토양에 낮은 잔류로 식품 및 제약 산업에서 중요한 역할을 하

Hoi-Seon Lee (✉)
E-mail: hoiseon@jbnu.ac.kr

¹Department of Bioenvironmental Chemistry, College of Agriculture & Life Science, Chonbuk National University, Jeonju 54896, Republic of Korea

²Crop Protection Division, Department of Crop Life Safety, National Academy of Agriculture Science, Rural Development Administration, Wanju 54874, Republic of Korea

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

고 있을 뿐만 아니라 선택적으로 살충력을 가지고 있어서 해충 방제제로 적합하다(Kohli 등, 1998; Isman 2000). 본 연구는 유칼립투스 페퍼민트 정유를 이용한 화랑곡나방의 살충활성과 타임 정유를 이용한 거짓쌀도둑거저리의 살충활성을 실험실에서 검정한 이전 연구를 바탕으로 정부양곡창고에서 살충활성을 검정하기 위해 실증실험을 진행하였다.

재료 및 방법

식물체 정유 추출

본 연구에 이용된 식물체는 전라북도 소재 약재상에서 구입하여 사용하였으며, 약재상에서 구입한 유칼립투스 페퍼민트 (*Eucalyptus dives*)와 타임(*Thymus vulgaris*)은 세척 후 35 °C 건조기에서 24시간 건조시킨 후에 마쇄기로 분쇄하여 가루 형태로 만들었다. 식물체 150 g을 증류수 1,500 mL로 혼합하고, 헥산 300 mL을 동시에 증발시켜 포집하면서 냉각기로 냉각하여 각각 식물체의 정유성분을 얻을 수 있었으며, 각각의 정유 성분은 밀봉한 후 4 °C에서 냉장 보관하여 실증실험에 사용하였다.

시험해충

본 연구에 이용된 화랑곡나방(*Plodia interpunctella*)과 거짓쌀도둑거저리(*Tribolium castaneum*)는 국립농업과학원 농업생물부로부터 분양 받아 광주기 9L:15D, 상대습도 70±5 % 및 온도 28±1 °C 조건으로 항온습실실에서 누대사육 하였다. 화랑곡나방은 플라스틱 사육상자(W80×L40×H30 cm)에서 사육하였고, 쌀겨:밀가루 1:1 (w/w)을 멸균시킨 후 건조하여 먹이로 공급하였으며, 시험에 화랑곡나방 유충은 3-5령충을 사용하였다. 거짓쌀도둑거저리는 플라스틱 사육상자(W30×L30×H30 cm)에서 사육하여 밀가루를 멸균 후에 건조하여 사육 먹이로 공급하였다. 사육 과정에서 발생하는 손상된 곡식은 수시로 제거한 후 새로운 먹이를 공급하여 누대 사육하였다.

살충효과 검정방법

본 연구는 정부양곡창고내 수원 소재의 정미소에서 곡물을 공급받아 각각 실험에 해당하는 해충 300개체씩 방사하여 살충효과를 검정하였다. 살충효과 실증검정 실험에 사용된 정부양곡창고의 크기는 각각 실험에 50평을 이용하였습니다. 식물체 정유는 분사형 스프레이 형태로 제작하여 분사하였으며, 정부양곡창고의 입구를 닫아 외부 환경에 영향을 받지 않도록 하였다. 저곡해충의 특성에 따라 조사시간을 다르게 하였으며, 날개가 있는 화랑곡나방 성충의 특성을 고려해 곡물 위에 망을 설치하여 검정하였다. 대조구는 정부양곡창고의 환경이 사충율에 영향을 미치는지 확인하기 위해 정유를 분사하지 않은 정부양곡창고에 해충을 방사하여 사충율을 조사하였다.

통계분석

본 실험을 통해 얻어진 결과는 SPSS 12.0 통계 패키지 프로그램을 이용하여 평균 ± 표준편차로 결과 값을 나타냈으며, ANOVA를 이용하여 결과 값의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

본 연구팀의 이전연구에서는 식물체에서 추출한 정유성분에 대한 화랑곡나방과 거짓쌀도둑거저리의 살충활성을 조사하였으며, 그 결과 유칼립투스 페퍼민트는 화랑곡나방 유충에 대해 훈증법에서 175.41 µg/cm³과 접촉법에서 177.68 µg/cm³의 LC₅₀ 값을 나타냈으며, 화랑곡나방 성충에 대해서는 훈증법에서 1.07 µg/cm³의 LC₅₀ 값을 나타냈다(Lee와 Lee 2016a). 타임 정유는 거짓쌀도둑거저리 유충에 대해 훈증법에서 0.117 mg/cm³, 접촉법에서 0.158 mg/cm³의 LD₅₀ 값을 나타냈으며, 거짓쌀도둑거저리 성충에 대해 훈증법에서 0.141 mg/cm³과 접촉법에서 0.236 mg/cm³의 LD₅₀ 값을 나타냈다(Lee와 Lee, 2016b). 이러한 이전 연구를 바탕으로 양곡창고에서 유칼립투스 페퍼민트와 타임 정유를 이용하여 화랑곡나방과 거짓쌀도둑거저리에 대한 살충 실험을 진행하였다. 유칼립투스 페퍼민트 정유에 대해 화랑곡나방 유충은 72시간 동안 35, 86 및 100%의 사충율을 보였으며(Table 1), 화랑곡나방 성충은 3시간 동안 22, 72 및 100%의 사충율을 보였다(Table 2). 타임에서 추출한 정유성분에 대해서는 거짓쌀도둑거저리 유충은 120시간 동안 실험한 결과 24, 38, 71, 82 및 100%의 사충율을 보였으며(Table 3), 거짓쌀도둑거저리 성충은 120시간 동안 57, 69, 82, 92 및 100%의 사충율을 나타내었다(Table 4). 화랑곡나방과 거짓쌀도둑거저리에 대해 유칼립투스 페퍼민트와 타임 정유를 분사하지 않은 양곡창고에서는 0%의 사충율로 정부양곡창고의 환경은 사충율에 영향을 끼치지 않았다. 유칼립투스 페퍼민트 정유성분에 의해 살충활성이 나타나는데 화랑곡나방 유충은 72시간과 성충 3시간으로 방제시간의 차이를 보였으며, Chen 등(2011)의 연구결과에서 서양고추냉이(*Armoracia rusticana*)에 대해 화랑곡나방 유충은 17.171 µL/L, 성충은 4.543 µL/L의 LC₅₀ 값을 나타내었으며, 이러한 결과에 따라 화랑곡나방 성충은 유충보다 감수성

Table 1 Insecticidal activities of *Eucalyptus dives* oil against *Plodia interpunctella* larvae in the granary ¹⁾

Exposure time (hour)	Mortality (mean ± SE, %) ²⁾				
	24	48	72	96	120
<i>Eucalyptus dives</i>	35±5.5	86±12.1	100	100	100
Temperature (°C)	28.2	29.6	29.2	29.2	29.2
Humidity (%)	57.1	60.0	60.2	60.2	60.2

¹⁾Exposed at a dose of 0.788 mg/cm³

²⁾Mean within each column followed by the same letter are not significantly different ($p > 0.05$)

Table 2 Insecticidal activities of *Eucalyptus dives* oil against *Plodia interpunctella* adults in the granary ¹⁾

Exposure time (hour)	Mortality (mean ± SE, %) ²⁾				
	1	2	3	4	5
<i>Eucalyptus dives</i>	22±5.9	72±10.2	100	100	100
Temperature (°C)	29.5	29.4	29.4	29.5	29.5
Humidity (%)	57.1	57.3	57.1	57.2	57.1

¹⁾Exposed at a dose of 0.788 mg/cm³

²⁾Mean within each column followed by the same letter are not significantly different ($p > 0.05$)

Table 3 Insecticidal activities of *Thymus vulgaris* oil against *Tribolium castaneum* larvae in the granary ¹⁾

	Mortality (mean ± SE, %) ²⁾				
	24	48	72	96	120
Exposure time (hour)	24	48	72	96	120
<i>Thymus vulgaris</i>	24±3.1	38±4.2	71±9.6	82±7.3	100
Temperature (°C)	22.4	22.1	23.2	23.6	23.6
Humidity (%)	67.6	65.6	71.3	68.1	56.2

¹⁾Exposed at a dose of 0.634 mg/cm³

²⁾Mean within each column followed by the same letter are not significantly different (*p* > 0.05)

Table 4 Insecticidal activities of *Thymus vulgaris* oil against *Tribolium castaneum* adults in the granary ¹⁾

	Mortality (mean ± SE, %) ²⁾				
	24	48	72	96	120
Exposure time (hour)	24	48	72	96	120
<i>Thymus vulgaris</i>	57±8.7	69±10.5	82±10.4	92±11.2	100
Temperature (°C)	21.5	22.5	23.5	21.1	21.2
Humidity (%)	51.6	50.6	52.4	56.2	51.3

¹⁾Exposed at a dose of 0.634 mg/cm³

²⁾Mean within each column followed by the same letter are not significantly different (*p* > 0.05)

이 높게 나타나는 것으로 보여진다. 반면에 거릿쌀도둑거저리 유충과 성충은 타임 정유성분에 의해 120시간내 100 %의 살충 활성을 보여주었다. 따라서, 정부양곡창고에서 살충 실증실험을 진행하여 유칼립투스 페퍼민트와 타임 정유로 화랑곡나방과 거릿쌀도둑거저리에 대해 높은 살충활성을 나타냈으므로 시중에 판매되고 있는 상업적 방제제를 대체하여 추후 정부양곡창고내에서 저곡해충을 방제할 수 있는 천연 바이오 기능성 소재로서 개발 가능성이 충분할 것으로 사료된다.

초 록

본 연구에서는 정부양곡창고내에서 유칼립투스 페퍼민트와 타임에서 추출한 정유성분을 이용한 화랑곡나방과 거릿쌀도둑거저리의 살충 실증실험을 진행하였으며, 정부양곡창고내에서 정유성분을 이용한 저곡해충 방제의 이용 가능성을 확인하였다. 그 결과, 유칼립투스 페퍼민트 정유성분에 의하여는 화랑곡나방 유충은 72시간 내에 100 % 사충율이 나타났으며, 성충은 3시간 내에 100 % 사충율이 나타났다. 타임에서 추출한 정유성분에 의하여는 거릿쌀도둑거저리 유충은 120시간 내에 100 % 사충

율을 보였으며, 성충은 120시간 내에 100 % 사충율을 보였다. 이러한 결과는 정부양곡창고에서 화랑곡나방과 거릿쌀도둑거저리를 방제하기 위해서 친환경적이고 안전한 오일성분을 이용하여 정부양곡창고내 저곡해충에 대한 방제 가능성을 보여준다.

Keywords 거릿쌀도둑거저리 · 살충활성 · 유칼립투스 페퍼민트 · 타임 · 화랑곡나방

감사의 글 본 연구과제는 농촌진흥청의 공동연구사업(PJ011983022016)의 지원으로 수행되었다.

References

Ayvaz A, Sagdic O, Karaborklu S, Ozturk I (2010) Insecticidal activity of the essential oils from different plants against three stored-product insects. *J Insect Sci* 10: 21

Bell C (2000) Fumigation in the 21st century. *Crop Prot* 19: 563–569

Chen H, Akinkurolere RO, Zhang H (2011) Fumigant activity of plant essential oil from *Armoracia rusticana* (L.) on *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) and *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Afr J Biotechnol* 10: 1200–1205

García M, Donadel OJ, Ardanaz CE, Tonn CE, Sosa ME (2005) Toxic and repellent effects of *Baccharis salicifolia* essential oil on *Tribolium castaneum*. *Pest Manag Sci* 61: 612–618

Isman MB (2000) Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Prot* 19: 603–608

Jbilou R, Amri H, Bouayad N, Ghailani N, Ennabili A, Sayah F (2008) Insecticidal effects of extracts of seven plant species on larval development, α-amylase activity and offspring production of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae). *Bioresour Technol* 99: 959–964

Kohli RK, Batish D, Singh HP (1998) Eucalypt oils for the control of *Parthenium* (*Parthenium hysterophorus* L.). *Crop Prot* 17: 119–122

Lee HK, Lee HS (2016a) Insecticidal Activities of 10 Plant essential oils against *Plodia interpunctella* and *Tribolium castaneum*. *Korean J Pestic Sci* 20: 355–360

Lee HK, Lee HS (2016b) Toxicities of active constituent isolated from *Thymus vulgaris* flowers and its structural derivatives against *Tribolium castaneum* (Herbst). *Appl Biol Chem* 59: 821–826

Mohandass S, Arthur FH, Zhu KY, Throne JE (2007) Biology and management of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) in stored products. *J Stored Prod Res* 43: 302–311

Moon GS, Kim MJ, Jin MH, Kim SY, Park SY, Ryu BM (2010) Physicochemical and sensory properties of rice stored in an unused tunnel. *Korean J Food Cookery Sci* 26: 220–228

Yang FL, Li XG, Zhu F, Lei CL (2009) Structural characterization of nanoparticles loaded with garlic essential oil and their insecticidal activity against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *J Agr Food Chem* 57: 10156–10162