



Insecticidal activity of coriander and cinnamon oils prepared by various methods against three species of agricultural pests (*Myzus persicae*, *Tetranychus urticae* and *Plutella xylostella*)

Bueyong Park¹ · Myung-Ji Lee² · Sang-ku Lee¹ · Sang-Bum Lee¹ · In-Hong Jeong¹ · Se-Keun Park¹ · Ye-Jin Jeon² · Hoi-Seon Lee²

농업해충 (복숭아혹진딧물, 배추좀나방 및 점박이응애)에 대한 다양한 방법에 의하여 준비된 고수와 계피 정유성분의 살충 효과

박부용¹ · 이명지² · 이상구¹ · 이상범¹ · 정인홍¹ · 박세근¹ · 전예진² · 이희선²

Received: 30 March 2017 / Accepted: 25 April 2017 / Published Online: 30 June 2017
© The Korean Society for Applied Biological Chemistry 2017

Abstract Agricultural pests, diamondback moth (*Plutella xylostella*), green peach aphid (*Myzus persicae*) and two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*), are becoming major pests in human dwellings in a variety of ways across the world. For management of these pests, the essential oils of *Coriandrum sativum* and *Cinnamomum cassia* prepared by steam distillation, hexane extraction and supercritical extraction methods were evaluated for the insecticidal effects. Using the contact bioassay, the LD₅₀ value of *C. sativum* oil by steam distillation extraction method was 30.59 µg/cm² against *M. persicae* adults. The LD₅₀ values of *C. cassia* oils prepared by steam distillation and hexane extraction methods were 5.96 and 4.64 µg/cm², respectively,

against *T. urticae* adults, and LD₅₀ value of the essential oil by supercritical extraction method was 6.50 µg/cm² against *M. persicae* adults. This study showed that *C. sativum* and *C. cassia* oils could be an effective natural acaricide and insecticide against agricultural pests.

Keywords *Cinnamomum cassia* · *Coriandrum sativum* · Insecticidal effect · *Myzus persicae* · *Plutella xylostella* · *Tetranychus urticae*

서 론

지구온난화와 기후변화가 가속화됨에 따라 농작물 재배환경 및 농업생태계의 변화가 다양해짐에 따라 농작물 해충밀도가 증가하고 발생빈도 역시 높아지고 있는 실정이다. 기존에는 화학합성 농약을 이용하여 농업해충 방제를 하였지만, 화학농약에 대한 소비자의 부정적 인식뿐만 아니라 농약에 대한 농업해충의 저항성 발현으로 방제 효율도 이전만 못한 상황이다. 반면에 안전한 먹거리 및 건강에 대한 소비자의 관심은 날로 증가하고 있다. 이러한 이유로 인하여 친환경 농산물에 대한 소비자의 선호도가 높을 뿐만 아니라 이에 비례하여 친환경 농법으로 농작물을 재배하는 농가도 늘어나고 있다. 이러한 친환경 농업에서 해충을 방제하기 위해서 화학농약을 대체할 수 있는 소재가 필요하게 된다. 식물에 유래된 추출물은 살충, 기피, 섭식억제 등 여러 기작을 나타내는 작물보호제로서 꾸준히 연구 개발되고 있

Bueyong Park and Myung-Ji Lee contributed equally as first author to this study.

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

¹Crop Protection Division, Department of Crop Life Safety, National Institute of Agricultural Science, Wanju 55365, Republic of Korea

²Department of Bioenvironmental Chemistry, College of Agriculture & Life Science, Chonbuk National University, Jeonju 54896, 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.

다(Schmutterer and Ascher, 1986). 식물추출물은 유기농업자재의 한 종류로서 화학농약의 단점을 보완한 친환경적인 해충 방제의 실현을 가능케 하고 있다(Scott 등, 2003). 이러한 장점 때문에 식물체에서 유래한 기능성 소재를 이용하여 여러 종류의 농업해충에 대한 방제효과를 연구하였다(Kim 등, 2015).

농가포장에서 경제적 피해를 주는 주요해충으로 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae* Sulzer, Green peach aphid), 점박이응애(*Tetranychus urticae* Koch, Two-spotted spider mite), 배추좀나방(*Plutella xylostella*, Diamond back moth)을 꼽을 수 있다. 복숭아혹진딧물은 진딧물과에 속하는 농업해충으로 신초나 새로 나온 잎을 흡즙하여 잎이 세로로 말려 신초 성장을 억제시킬 뿐만 아니라 딸기, 담배, 감자, 오이 및 고추 등을 가해하여 각종 바이러스 병을 매개하므로 문제가 되는 대표적 농업해충이다. 점박이응애는 응애과에 속하여 각종 과수 및 채소를 가해하는 해충으로서 사과, 배, 옥수수, 통, 채소, 화훼 및 잡초 등 기주 범위가 넓으며 살충제 사용의 증가로 천적류 감소와 함께 약제 저항성 증대로 문제가 되고 있는 해충이다. 배추좀나방은 집나방과에 속하는 해충으로 1년에 여러 차례 발생하며 주로 배추, 양배추, 무 등의 잎을 가해하여 피해를 주고 있다(Kim 등, 2009). 본 연구에서는 고수와 계피의 추출방법별 오일의 특성을 검정하고, 이들 오일에 대한 처리 방법별 주요 농업해충의 살충 효과를 확인하였으며 유기농업자재로 제형화하여 활용하기 위한 가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

식물체 정유 추출물 확보

본 연구에 이용된 고수(*Coriandrum sativum*)와 계피(*Cinnamomum cassia*) 정유성분은 전북대학교 생물환경화학학과 응용식품생화학실 연구팀에서 제공받았으며, 추출방법은 수증기 증류 추출, 헥산 추출 및 초임계 추출법으로 추출된 시료이다. 고수의 수증기 증류 추출물은 전주 소재 한약재 시장에서 구입한 고수 씨앗을 전남생물산업진흥원 천연자원연구원에서 정유 추출기를 사용하여 씨앗을 추출조에 넣고 물을 가열하여 수증기를 온도 100°C에 4시간 동안 공급하여 시료에 함유된 물질을 증발시켜 포집한 후에 냉각기를 지나가면서 액화된 수분과 정유 형태의 물질 중 정유성분으로 구성된 것이다. 고수 정유성분의 수율은 초기시료와의 중량비로 계산하였다. 고수의 용매 추출은 헥산을 사용하여 추출하였다. 분쇄기로 마쇄한 고수 씨앗을 헥산과 10:1 비율로 혼합하여 삼각 플라스크에 넣고 진탕기에서 48시간 동안 진탕하였다. 여과지(Filter paper)와 감압여과를 통해 불순물을 제거하고 회전식 감압 농축기를 이용하여 고수 정유성분을 추출하였다. 고수의 초임계 추출물은 전남생물산업진흥원에서 초임계 유체 추출장비를 이용하였다. 장비내 추출조건은 추출조 압력 400 bar, 온도 50°C, 분리조 압력 40 bar, 온도 40°C, CO₂ 유량 60 mL/min, 냉각기 -2°C, 추출시간 120분으로 고수 정유성분을 추출하였다. 계피의 수증기 증류 추출물은 전남 생물산업진흥원 천연자원연구원의 오일추출기를 사용하였다. 계피 외피를 마쇄하여 추출조에 넣은 후 온도 100°C에서 수증기를 4시간 동안 공급하였으며, 냉각기를 거쳐 액화된 물질을 수분과 분리하여 정유성분을 추출하였다. 계피의 헥산 추출물은 계피

외피를 마쇄하여 헥산과 10:1 비율로 혼합하여 삼각 플라스크에 넣고 진탕기에서 48시간 동안 진탕하였다. Filter paper와 감압여과를 통해 불순물을 제거하고 회전식 감압 농축기를 이용하여 계피 정유성분을 추출하였다. 계피의 초임계 추출물은 전남생물산업진흥원 나노바이오연구원에 초임계 유체 추출장비를 이용하였다. 추출조 압력 400 bar, 온도 50°C, 분리조 압력 40 bar, 온도 40°C, CO₂ 유량 60 mL/min, 냉각기 -2°C, 추출시간 120분의 조건으로 추출하였다. 추출된 각 정유성분은 바이알병(1 mL)에 넣어 밀봉한 후 3°C에서 냉장 보관해 두었고 필요 시 시험에 사용하였다.

시험해충

본 연구에 이용된 해충은 복숭아혹진딧물, 점박이응애, 배추좀나방 3종이다. 이들 농업해충은 어떠한 살충제에도 노출되지 않은 감수성 계통으로, 국립농업과학원 작물보호과 해충사육실(온도 24±1°C, 상대습도 60±5%, 광주기 16L:8D)에서 아크릴 사육 상자(W45×L45×H45 cm)에 넣어 복숭아혹진딧물은 피망과 고추, 점박이응애는 강낭콩, 배추좀나방은 배추와 유채를 기주 식물로 공급하며 누대사육하였다. 기주식물은 작물보호과 종합온실에서 충분히 재배하여 해충의 먹이로 사용하였다. 복숭아혹진딧물과 점박이응애는 성충을 시험에 사용하였고, 배추좀나방은 유충을 시험에 사용하였다.

살충효과 검정

대상 해충의 기주식물을 가해하는 특성을 고려하여 직접접촉법을 사용하여 살충활성을 검정하였고 6반복으로 시험하였다. 식물추출물 원액을 일정 농도로 희석시킨 각 시료를 지름 55 mm의 filter paper에 처리한 후 용매는 상온에서 10분간 건조시키고 시료가 처리된 filter paper를 petri dish (Φ55×H15 mm) 바닥에 놓은 후 복숭아혹진딧물 성충 20개체, 점박이응애 성충 20개체, 배추좀나방 유충 20개씩 접종하였다. 처리된 petri dish는 온도 24±1°C, 상대습도 60±5%, 광주기 16L:8D 의 조건을 유지시킨 항온항습실에 보관하여 24시간 후 사충률을 조사하였다.

통계분석

살충활성 검정 시험을 통해 도출된 결과는 SPSS 12.0 통계 패키지 프로그램의 Probit analysis를 이용하여 95% Confidence interval (95% CI) 및 Chi-square value로 표기하였다.

결과 및 고찰

고수의 수증기 증류, 헥산 및 초임계 추출법으로 생성된 정유성분의 수율을 비교한 결과 수증기 증류, 헥산, 초임계 추출법으로 고수 씨앗 1 kg을 재료로 정유성분을 추출할 경우 수증기 증류 추출법은 4시간이 소요되며 2.9 mL의 정유 성분이 추출되었고, 헥산 추출법 및 초임계 추출법은 53시간 및 8시간이 소요되며 각각 22.2, 34.4 mL의 정유성분이 추출되었다. 계피의 경우 수증기 증류, 헥산 및 초임계 추출법으로 1 kg의 계피 외피에서 정유성분을 추출할 경우 각각 4시간, 53시간 및 8시간이 소요되며 각각 6.5, 40.6 및 76.1 mL의 정유 성분을 추출할 수 있다. 이러한 고수의 추출 방법에 따라 추출된 각 추출물의

살충 및 살비 효과를 검증하기 위해 복숭아혹진딧물 성충, 점박이응애 성충 및 배추좀나방 유충에 대하여 초기 시험 농도를 500 µg/cm² 로 설정한 후 시험을 진행하였다. 그 결과, 복숭아혹진딧물 성충과 배추좀나방 유충은 3가지 추출물에서 모두 살충 효과가 나타났고, 점박이응애는 헥산 추출물에서만 살비 효과가 나타났다. 계피의 추출 방법에 따른 각각의 추출물을 복숭아혹진딧물 성충, 점박이응애 성충, 배추좀나방 유충에 대하여 초기 시험 농도를 500 µg/cm² 로 설정한 후 살충 및 살비 효과를 검증하였다(Table 1). 그 결과, 복숭아혹진딧물, 점박이응애 및 배추좀나방에 대해 3가지 추출물 모두 살충 효과와 살비 효과가 나타났다. 이상의 결과에서 보여주듯이 고수 및 계피의 수증기 증류, 헥산 및 초임계 추출물은 3종 해충에 대해 살충 및 살비활성에 관여한다는 것을 볼 수 있었다.

3종 농업해충에 대해 살충 및 살비활성을 나타낸 고수의 수증기 증류, 헥산 및 초임계 추출물의 반수치사량(LD₅₀)을 비교하기 위해 각각의 해충에 대하여 생물검정을 실시하였다(Table 2). 그 결과, 수증기 증류 추출물이 복숭아혹진딧물 성충에 대해 30.59 µg/cm²로 가장 우수한 살충활성을 나타내었으며, 배추좀나방 유충에 대해서 70.24 µg/cm²로 나타났다. 반면에 점박이응애 성충에 대해서는 아무런 살비활성을 보여주지 않았다. 헥산 추출물은 점박이응애 성충에 대해 108.33 µg/cm²로 살충활성을 보여주었으며, 복숭아혹진딧물 성충에 대해서 178.29 µg/cm², 배추좀나방 유충에 대해서 282.01 µg/cm²의 살충활성을 보여주었다. 초임계 추출물은 복숭아혹진딧물 성충에 대해 123.81 µg/cm²로 살충활성을 나타내었으며, 배추좀나방 유충에 대해서 474.31 µg/cm²의 살충활성을 나타냈다. 그러나 점박이응애 성

Table 1 Insecticidal activities of various oils extracted from *Coriandrum sativum* and *Cinnamomum cassia* against three species of agricultural pests¹⁾

Pests	<i>Coriandrum sativum</i>			<i>Cinnamomum cassia</i>		
	Steam	Solvent	Supercritical	Steam	Solvent	Supercritical
<i>Myzus persicae</i> ²⁾	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Tetranychus urticae</i> ²⁾	-	+++	-	+++	+++	+++
<i>Plutella xylostella</i> ²⁾	+++	+++	+++	+++	+++	+++

¹⁾+++; 100-80 %, ++; 80-50%, +; 50-30%, -; 30-0%

²⁾20 adults per replicate; contact method; exposed for 24 h at a dose of 500 µg/cm²

Table 2 Insecticidal activities of coriander oils provided by three types of extraction methods against agricultural pests¹⁾

Plants	Extract method	Insect	LD ₅₀ ²⁾ (95% CI)	Slope±SE	χ ² (df, p)
<i>C. sativum</i>	Steam	<i>M. persicae</i>	30.59 (25.79-35.20)	1.63±0.36	2.1 (4, 0.717)
		<i>T. urticae</i>	- ³⁾	-	-
		<i>P. xylostella</i>	70.24 (41.97-96.74)	1.84±0.30	6.583 (5, 0.254)
	Hexane	<i>M. persicae</i>	178.29 (153.63-196.69)	3.53±0.65	4.792 (4, 0.309)
		<i>T. urticae</i>	108.33 (84.37-126.21)	3.71±0.68	5.173 (4, 0.270)
		<i>P. xylostella</i>	282.01 (266.01-308.26)	4.56±0.82	5.267 (5, 0.672)
	Supercritical	<i>M. persicae</i>	123.81 (100.51-141.64)	3.67±0.66	4.707 (4, 0.319)
		<i>T. urticae</i>	-	-	-
		<i>P. xylostella</i>	474.31 (354.78-502.81)	3.73±0.53	2.628 (5, 0.757)

¹⁾Each value is the average of 3 determinations, with 20 *M. persicae* adults, 20 *T. urticae* adults, 20 *P. xylostella* larvae, 20 per replication; exposed for 24 h

²⁾Contact method; LD₅₀ (µg/cm²)

³⁾No activity

Table 3 Insecticidal activities of cinnamon oils provided by three types of extraction methods against agricultural pests¹⁾

Plants	Extract method	Insect	LD ₅₀ ²⁾ (95% CI)	Slope±SE	χ ² (df, p)
<i>C. cassia</i>	Steam	<i>M. persicae</i>	17.41 (13.84-21.75)	2.82±0.51	2.72 (5, 0.440)
		<i>T. urticae</i>	5.96 (4.62-7.48)	2.23±0.34	2.435 (5, 0.656)
		<i>P. xylostella</i>	29.28 (22.09-38.12)	1.92±0.32	5.476 (5, 0.682)
	Hexane	<i>M. persicae</i>	10.06 (8.77-13.09)	4.17±0.64	2.293 (5, 0.656)
		<i>T. urticae</i>	4.64 (2.77-5.91)	1.76±0.28	3.689 (5, 0.450)
		<i>P. xylostella</i>	30.19 (21.82-39.92)	1.87±0.31	5.571 (5, 0.234)
	Supercritical	<i>M. persicae</i>	6.50 (4.67-7.48)	3.73±0.60	4.246 (5, 0.746)
		<i>T. urticae</i>	9.48 (7.23-12.24)	2.40±0.38	3.469 (5, 0.483)
		<i>P. xylostella</i>	53.03 (43.20-63.82)	2.40±0.62	0.715 (5, 0.870)

¹⁾Each value is the average of 3 determinations, with 20 *M. persicae* adults, 20 *T. urticae* adults, 20 *P. xylostella* larvae, 20 per replication; exposed for 24 h

²⁾Contact method; LD₅₀ (µg/cm²)

충의 경우 아무런 살비활성이 나타나지 않았다. 이상의 결과에서 보여주듯이 고수의 수증기 증류, 헥산 및 초임계 추출물 중에서 수증기 증류 추출물이 가장 우수한 활성을 나타내는 것을 확인하였다.

3종 농업해충에 대해 살충활성을 나타낸 계피의 수증기 증류, 헥산 및 초임계 추출물의 반수치사량(LD₅₀)를 비교하기 위해 각각의 해충에 대하여 생물검정을 실시하였다(Table 3). 그 결과, 수증기 증류 추출물은 점박이응애 성충에 대해 5.96 µg/cm²로 우수한 살충활성이 나타났다. 복숭아혹진딧물 성충에 대해서는 17.41 µg/cm², 배추좀나방 유충에 대해서는 29.28 µg/cm²로 살충활성을 나타내었다. 헥산 추출물의 경우 점박이응애 성충에 대해 4.64 µg/cm²로 가장 우수한 살충활성을 나타내었으며, 복숭아혹진딧물 성충에 대해서 10.06 µg/cm², 배추좀나방 유충에 대해서 30.19 µg/cm²의 살충활성이 나타났다. 초임계 추출물은 복숭아혹진딧물 성충에 대해 6.5 µg/cm²로 우수한 살충활성을 나타내었으며, 점박이응애 성충에 대해서 9.48 µg/cm², 배추좀나방 유충의 경우 53.03 µg/cm²로 살충활성이 나타났다. 이상의 결과로서 계피의 수증기, 헥산 및 초임계 추출물은 복숭아혹진딧물 성충, 점박이응애 성충 및 배추좀나방 유충에 대해 각각 우수한 살충 및 살비활성을 나타내는 것을 확인하였다. 이로써 고수 수증기 증류 추출물과 계피 수증기 증류, 헥산 및 초임계 추출물의 3종 농업해충에 대한 살충활성은 농업해충에 대한 방제제로서 가능성을 충분히 입증되고 있다. 미래의 연구에서 각각의 추출방법에 따른 활성성분 또는 조성의 변화에 대한 연구도 필요할 것이다. 더불어 차후 적절한 형태의 제형화를 통해 현재 사용되고 있는 합성 살충제의 대체 물질로 사용할 수 있는 가능성이 있을 것으로 판단된다.

초 록

수증기 증류, 헥산 및 초임계 추출법에 의하여 추출된 고수 및

계피 정유성분을 통해 복숭아혹진딧물, 점박이응애 및 배추좀나방에 대한 살충효과를 검정하였다. 고수의 수증기 증류, 헥산 및 초임계 추출 정유성분의 살충 및 살비활성 결과, 수증기 증류 추출물은 복숭아혹진딧물 성충에 대해 30.59 µg/cm²로 우수한 활성을 나타내었다. 계피의 수증기 증류, 헥산 및 초임계 추출물 정유성분의 살충 및 살비활성 결과, 수증기 증류 및 헥산 추출물은 점박이응애 성충에 대해 각각 5.96, 4.64 µg/cm²의 우수한 활성을 나타내었다. 또한 초임계 추출에서 복숭아혹진딧물 성충에 대해 6.50 µg/cm²의 활성을 나타내었다. 본 연구결과는 고수와 계피의 수증기 증류, 헥산 및 초임계 추출 정유성분을 이용한 친환경 방제 가능성을 보여준다.

Keywords 고수 · 계피 · 복숭아혹진딧물 · 배추좀나방 · 살충효과 · 점박이응애

Acknowledgments 본 연구과제는 농촌진흥청 공동연구사업(PJ01198301)의 지원으로 수행되었습니다.

References

- Kim JR, Jeong IH, Lee YS, Lee SG (2015) Insecticidal activity of cinnamon essential oils, constituents, and (*E*)-cinnamaldehyde analogues against *Metcalfa pruinosa* Say (Hemiptera: Flatidae) nymphs and adults. *Appl Entomol* 54: 375-382
- Kim SK, Jin JH, Lim CK, Hur JH, Cho SY (2009) Evaluation of insecticidal efficacy of plant extracts against major insect pests. *Korean J Pestic Sci* 13: 165-170
- Schumutterer H, Ascher KRS (1986) Natural pesticides from the neem tree (*Azadirachta Indica* A. Juss) and other tropical plants. *Proceedings of the Third International Neem Conference, Nairobi*, 33-259
- Scott IM, Jensen H, Scott JG, Isman MB, Arnason JT, Philogene BJ (2003) Botanical insecticides for controlling agricultural pests: piperamides and the colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* say (Coleoptera: Chrysomelidae). *Arch Insect Biochem Physiol* 54: 212-225