팔마로사 정유의 살초활성

홍수영¹, 최정섭², 김성문^{1*}

Herbicidal Activity of Essential Oil from Palmarosa (*Cymbopogon martini*)

Su-Young Hong¹, Jung-Sup Choi² and Songmun Kim^{1*}

ABSTRACT The objective of this study was to find herbicidal compounds in the essential oil of palmarosa (*Cymbopogon martini*). Of essential oils from basil (*Ocimum basilicum*), blackpepper (*Piper nigrum*), clary sage (*Salvia sclarea*), ginger (*Zingiber pfficinale*), hyssop (*Hyssopus officinalis*), nutmag (*Myristica fragrance*), palmarosa (*Cymbopogon martini*), fennel (*Foeniculum vulgare*), sage (*Salvia leucantha*), and spearmint (*Mentha spicta*), the herbicidal activity of palmarosa essential oil, which was determined by a seed bioassay using rapeseed (*Brassica napus* L.), was highest (GR₅₀ value, 201 $\mu\text{g mL}^{-1}$). In palmarosa essential oil, 11 volatile organic chemicals were identified by gas chromatography-mass spectrometry with solid-phase micro-extraction apparatus and the major constituents were geraniol (40.23%), geraniol acetate (15.57%), *cis*-ocimene (10.79%), and *beta*-caryophyllene (8.72%). The GR₅₀ values of geraniol, citral, nerol, and geranyl acetate were 151, 224, 452, and 1,214 $\mu\text{g mL}^{-1}$, respectively. In greenhouse and field experiments, foliar application of palmarosa essential oil at the level of 80 kg ha⁻¹ controlled weeds effectively. Overall results of this study showed that the herbicidal activity of palmarosa essential oil could be due to geraniol and citral which had lower GR₅₀ values.

Key words: *Cymbopogon martini*; herbicidal activity; palmarosa.

서 언

식물 정유(essential oil)는 다양한 휘발성 유기화합

물들이 혼합되어 만들어진 것으로 그 독특한 향취로 인하여 의료용품, 가정용품, 보안용품, 환경용품, 공업용품, 사료용품, 농업용품 등 많은 산업제품의 생산

¹ 강원대학교 바이오자원환경학과, 200-701 강원도 춘천시 강원대학길 1(Department of Biological Environment, Kangwon National University, Chuncheon 200-701 Korea).

² 한국화학연구원 산업바이오화학연구센터, 305-600 대전광역시 유성구 신성로 19 유성우체국 사서함 107(Chemical Biotechnology Research Center, Korea Research Institute of Chemical Technology, P.O. Box 107, Yuseong, Daejeon 305-600, Korea).

* 연락저자(Corresponding author) : Phone) +82-33-250-6447, Fax) +82-33-241-6640, E-mail) perfume@kangwon.ac.kr

(Received January 3, 2011; Examined January 20, 2011; Accepted February 21, 2011)

원료로 사용되고 있다(Hüsnü Can Başer와 Demirci 2007). 농업분야에서 정유의 활용은 대부분 살충 및 살균 용도(Prashar 등 2003)에 국한되어 있으며, 대표적인 예로는 α -pinene이 frontaline(1,5-dimethyl-6,8-dioxabicyclo[3.2.1]octane)과의 합제로 spruce beetle (*Dendroctonus rufipennis*)을 유인하는 용도로 사용되는 것을 들 수 있다(Copping 2004).

유기합성 제초제의 사용이 엄격하게 금지되고 있는 친환경농업에서 정유를 이용하여 잡초를 방제하고자 하는 연구는 지난 10여년간 꾸준히 수행되었다(Boyd와 Brennan 2006; Mao 등 2004; Tworski 2002; 김 등 2008; 이 등 2010; 최 등 2008; 최 등 2009). Clove(*Syzygium aromaticum*) 정유(5~10%)는 common lambsquarters(*Chenopodium album* L.), common ragweed(*Ambrosia artemisiifolia* L.), Johnson grass(*Sorghum halepense* (L) Pers.) 유식물을 모두 고사시켰는데(Tworski 2002), 그 살초작용은 정유에 함유되어 있는 eugenol이 잎 표피세포의 왁스 층에 대하여 민감하게 작용하여 세포막을 손상시키므로써 전해질누출을 야기시켰기 때문이라 제안된 바 있다(Ismaiel과 Pierson 1990). 또한 이 등(2010)은 천연정유 cajuput의 유체에 대한 GR_{50} 값이 $425\mu\text{g mL}^{-1}$ 로 매우 낮았기에 이에 함유되어 있는 살초활성 물질을 탐색한 결과 benzaldehyde의 GR_{50} 값이 $50\mu\text{g mL}^{-1}$ 로 살초활성에 크게 기여했다고 보고하였다. 이러한 연구결과들은 일부 식물 정유가 매우 높은 살초활성을 나타내며, 이들 정유에는 고활성의 제초활성 물질이 함유되어 있다는 것을 시사하고 있다.

식물 정유에 함유되어 있는 다양한 종류의 휘발성 유기화합물들은 1,4-cineole이나 leptospermone과 같이 새로운 제초제 개발을 위한 선도화합물(lead compound)로의 활용이 가능하기 때문에 제초제 개발자들에게는 매우 유용한 재료라고 판단된다. 본 연구에서 저자들은 식물정유로부터 제초제 개발을 위한 살초활성물질을 탐색하고자 10종의 식물정유에 대한 살초활성을 *in vitro*에서 검정하고, 가장 활성이 높았던 palmarosa 정유에 함유되어 있는 휘발성 유기화합물을 구명하였으며, 온실과 포장조건에서 palmarosa 정유의 살초활성 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

정유 시료

살초활성 정유를 선별하고자 (주)아로마하우스(서울, 대한민국)로부터 10종 정유[basil(*Ocimum basilicum*), blackpepper(*Piper nigrum*), clary sage(*Salvia sclarea*), ginger(*Zingiber officinale*), hyssop(*Hyssopus officinalis*), nutmag(*Myristica fragrans*), palmarosa(*Cymbopogon martini*), fennel(*Foeniculum vulgare*), sage(*Salvia leucantha*), spearmint(*Mentha spicata*)]를 구입하였으며, 이들의 순도는 모두 100%이었다.

Palmarosa 정유 성분분석

본 실험에 사용된 정유 10종 중 살초활성이 가장 높았던 palmarosa 정유에 함유된 휘발성 유기화합물은 SPME장치가 장착된 gas chromatography-mass spectrometry(GC-MS)를 이용하여 분석되었다. 정유 1mL를 20mL-vial에 넣은 후 실리콘 마개로 밀봉한 다음 polydimethylsiloxane fiber가 장착된 solid phase microextraction 장치에 흡착시킨 다음 GC-MS 분석하였으며, 사용된 GC는 HP-5MS fused-silica capillary column(30m×0.32mm 0.25 μm)이 장착되어 있는 Agilent 7890A이었다. GC 분석조건은 50℃에서 5분간 유지하고, 분당 4℃씩 250℃까지 승온시킨 후 10분간 유지하였으며, carrier gas는 헬륨(He)이었으며 유속은 1mL min^{-1} 이었다. 정유 성분 구조동정을 위한 MS는 Agilent 7890 GC에 연결된 5975C MSD를 이용하였고, MS의 분석조건은 ionization voltage가 70eV, 이온소스 온도는 280℃이었으며, splitless mode를 사용하였다. 정유 성분은 GC-MS의 mass spectrum을 토대로 Wiley 275 Library를 사용하여 비교 동정하였다.

살초효과 검정

정유의 *in vitro* 살초효과

정유의 살초효과 검정은 이 등(2010)의 방법에 따라 수행되었다. 멸균된 agar 용액(12g L^{-1})에 정유시료 7종의 stock solution(0.01% Tween 80 함유)을 첨

가하여 0, 500, 1,250, 2,500, 3,750 및 5,000 $\mu\text{g mL}^{-1}$ 이 되게 제조한 후, 24-well tissue culture testplate cell에 각각 1mL씩 첨가하고 실온조건의 clean bench에서 1시간 고정화시켰다.

각각의 testplate cell에 70% ethanol로 1분, 2% NaOCl로 10분간 멸균시킨 유채(*Brassica napus*) 종자 5립을 치상하였다. Testplate는 25 $^{\circ}\text{C}$, 습도 50%, 광도 250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 조건의 식물생장상에 넣고 생장시켰다. 처리 5일 후 유채 종자 중 발아된 유묘의 생체중을 측정하여 GR₅₀값(식물생장을 50% 저해하는 약량)을 구하였다.

정유 화합물의 in vitro 살초효과

정유시료 10종 중 가장 살초력이 높았던 palmarosa 정유에 고함유된 beta-caryophyllene, citral, dipentene, geraniol, geranyl acetate, alpha-humulene, myrcene, nerol, ocimene, terpinolene의 stock solution(2,000 $\mu\text{g mL}^{-1}$)을 ‘정유의 in vitro 살초효과’ 실험에서 기술된 바와 같이 처리하였고, 처리 5일 후 유채 유식물의 생체중을 측정하여 GR₅₀값을 구하였다.

온실실험

Palmarosa 정유의 토양 및 경엽처리 살초효과를 검증하기 위하여 온실조건에서 실험을 수행하였으며 그 실험방법과 조건은 이 등(2010)의 논문에서 기술된 바와 같다. 표면적 350 cm^2 의 사각 플라스틱 포트에 원예용 상토((주)부농)를 충전한 다음 화분과 잡초 4종[수수(*Sorghum bicolor*), 돌피(*Echinochloa crus-galli*), 개밀(*Agropyron smithii*), 바랭이(*Digitaria sanguinalis*)]과 광엽잡초 4종[자귀풀(*Aeschynomene indica*), 어저귀(*Abutilon theophrasti*), 도꼬마리(*Xanthium strumarium*), 메꽃(*Calystegia japonica*)]을 파종하여 온실조건(25 $^{\circ}\text{C}$, 광/암 14/10h)에서 관리하였다. 파종 1일(토양처리)과 8일(경엽처리) 후에 palmarosa 정유를 CO₂ sprayer(R&D Sprayers Inc., Opelousas, U.S.A.)를 이용하여 0, 20, 40 및 80 kg ha^{-1} 살포하였다. 경엽처리구는 palmarosa 처리 7일 후, 그리고 토양처리구는 처리 14일 후 살초활성 정도를 외형적인 증상 및 약효를 달관조사(0%, 약효 전

혀 없음; 100%, 완전방제)하였다.

포장시험

2010년 10월 강원대학교 농업생명과학대학 부속농장(강원도 춘천)의 질경이(*Plantago asiatica*), 민들레(*Taraxacum platycarpum*), 망초(*Eclipta prostrata*), 쇠비름(*Portulaca oleracea*)이 다량 발생한 곳에 처리구(1m x 1m)를 각각 설정하였고, CO₂ sprayer를 이용하여 각각의 처리구에 0, 40, 80 및 120 kg ha^{-1} 수준으로 경엽처리하였다. CO₂ sprayer의 압력은 40MPa이었고, 노즐은 8002 flat fan type을 사용하였다. Palmarosa 정유 처리 7일 후 처리구내 잡초의 외형적인 증상 및 약효를 약효/약해 기준표에 의해 달관 조사하였다.

결과 및 고찰

식물정유 10종의 살초력을 24-well tissue culture testplate에서 유채(*Brassica napus*)를 대상으로 검증한 결과, 가장 살초력이 높았던 것은 palmarosa (*Cymbopogon martini*) 정유로 GR₅₀값은 201 $\mu\text{g mL}^{-1}$ 이었다(표 1). Hyssop 정유, spearmint 정유, basil 정유, sage 정유 역시 살초력을 보였는데 이들의 GR₅₀값은 각각 296, 403, 586, 613 $\mu\text{g mL}^{-1}$ 이었다. Palmarosa 정유의 살초력은 이 등(2010)이 보고한 cajuput 정유의 약 2배정도 높았으며(GR₅₀값, 425 $\mu\text{g mL}^{-1}$), 국내 자생식물 중 고활성 식물로 알려진 죽도리풀(*Asarum sieboldii*, 242 $\mu\text{g g}^{-1}$), 가시박(*Sicyos angulatus*, 328 $\mu\text{g g}^{-1}$), 두릅나무(*Aralia elata*, 362 $\mu\text{g g}^{-1}$), 삼지구엽초(*Epimedium koreanum*, 381 $\mu\text{g g}^{-1}$)보다도 높았다(김 2006). 저자들은 선행연구를 통해 죽도리풀로부터 elemicin(김 등 2005), 삼지구엽초로부터 methyl-*p*-hydroxybenzoate(임 등 2007), 가시박으로부터 3-hydroxy-9H-9-one(조 등 2010)와 같은 살초활성물질을 분리·동정한 바 있다. 이와 같은 연구결과를 바탕으로 palmarosa 정유 중에서 고활성의 살초활성물질이 함유되어 있는 것으로 판단하였다.

Palmarosa는 인도와 파키스탄 원산의 식물로 인도

Table 1. Growth inhibition of rapeseed (*Brassica napus* L.) seedlings by ten different essential oils from plants.

Essential oils	GR ₅₀ value ($\mu\text{g mL}^{-1}$) ¹⁾
Basil (<i>Ocimum basilicum</i>)	586
Blackpepper (<i>Piper nigrum</i>)	> 10,000
Clary sage (<i>Salvia sclarea</i>)	2,569
Ginger (<i>Zingiber pfficinale</i>)	> 10,000
Hyssop (<i>Hyssopus officinalis</i>)	296
Nutmeg (<i>Myristica fragrance</i>)	2,858
Palmarosa (<i>Cymbopogon martini</i>)	201
Fennel (<i>Foeniculum vulgare</i>)	6,069
Sage (<i>Salvia leucantha</i>)	613
Spearmint (<i>Mentha spicta</i>)	403

¹⁾The GR₅₀ values are concentrations to inhibit the growth of rapeseed seedlings by fifty percent. The herbicidal activity was determined 7 days after treatment. Means are based on data from three replicates.

또는 터키 geranium oil로 알려져 있으며, 현재는 아프리카, 인도네시아, 브라질, 코모로섬에서 주로 재배되고 있으며(Lawless 1995), 신선하고 건조된 잎을 증류하여 정유를 얻는데 정유의 색은 옅은 노란색 또는 올리브색을 띠고 있다. Palmarosa 정유는 달콤하고 독특한 향취로 인하여 향장품향료(fragrance), 식품향료(flavor), 아로마테라피 치료에 주로 활용되고 있으나(Rao 등 2005) 체초제로서 활용을 위한 연구는 진행된 바가 없다.

Palmarosa 정유에 함유되어 있는 휘발성 유기화합물을 GC-MS로 분석한 결과 총 11종의 휘발성 유기화합물이 검출되었다. 검출된 유기화합물로는 *alpha*-humulene, *beta*-caryophyllen, *cis*-ocimene, citral, dipentene, geraniol, geranyl acetate, myrcene, nerol, terpinolene, *trans*-ocimene이었으며, 다수의 미지의 유기화합물이 존재하는 것으로 나타났다(표 2). Palmarosa 정유에 함유되어 있는 휘발성 유기화합물 중 가장 많은 함량을 차지하고 있는 것은 geraniol로 40.23%이었고, 그 다음으로는 geraniol acetate (15.57%), *cis*-ocimene(10.79%), *beta*-caryophyllene (8.72%)의 순이었다. 본 연구를 통해 얻어진 palmarosa 정유의 휘발성 유기화합물의 성분조성 결과는 비록 함량에 있어서는 차이가 있지만 Rao 등(2005)이 보

Table 2. Chemical composition of essential oil from palmarosa (*Cymbopogon martini*).

Volatile organic compounds	Content (%)
Geraniol	40.23
Geranyl acetate	15.57
<i>cis</i> -Ocimene	10.79
<i>beta</i> -Caryophyllene	8.72
Myrcene	4.37
<i>trans</i> -Ocimene	2.43
Terpinolene	2.09
Dipentene	2.01
Nerol	1.89
<i>alpha</i> -Humulene	0.69
Citral	0.60
Unknowns	10.61

고한 14종의 성분조성 결과와 유사하였다.

Palmarosa 정유에 함유되어 있는 휘발성 유기화합물의 살초력을 유채를 이용하여 검정한 결과 geraniol, citral, nerol, geranyl acetate 화합물의 GR₅₀값은 각각 151, 224, 452, 1,314 $\mu\text{g L}^{-1}$ 으로 살초력이 나타났지만, 기타 6종 유기화합물은 살초력이 나타나지 않았다(표 3). 정유에 함유된 휘발성 유기화합물 중 palmarosa 정유의 GR₅₀값과 유사하였던 것은 geraniol (3,7-dimethylocta-2,6-dien-1-ol)과 citral(3,7-dimethylocta-2,6-dienal, 이명은 geranial, neral, 또는 geranialdehyde)이었는데, 이들이 실제로 palmarosa 정유의 살초력에 크게 기여했을 것이라 추론되었다. Nerol과 geranyl acetate의 경우 역시 살초력은 있었으나 이들의 GR₅₀값은 palmarosa 정유의 GR₅₀값보다 높았으므로 palmarosa 정유의 살초력에는 크게 기여하지 않았을 것이라 판단되었다.

Palmarosa 정유의 살초력을 온실조건에서 조사하기 위하여 토양처리하고 잡초에 나타난 약효를 검정한 결과, 토양처리된 palmarosa 정유는 공시한 어떤 초종과 약량에서도 약효가 나타나지 않았다(자료 미제시). 이러한 결과는 선행연구(이 등 2010)에서도 동일하게 나타났는데, 이는 palmarosa 정유가 쉽게 휘발할 수 있는 성분으로 구성되어 있어서 토양처리된 후 쉽게 대기 중으로 휘발하였거나 혹은 토양에 흡착된 결과로 추정된다.

Palmarosa 정유를 온실조건에서 경엽처리한 결과,

Table 3. Herbicidal activity of ten volatile organic chemicals in palmarosa essential oil.

Volatile organic compounds	GR ₅₀ value ($\mu\text{g mL}^{-1}$) ¹⁾
Geraniol	151
Geranyl acetate	1,314
Ocimene	> 2,000
<i>beta</i> -Caryophyllene	> 2,000
Myrcene	> 2,000
Terpinolene	> 2,000
Dipentene	> 2,000
Nerol	452
<i>alpha</i> -Humulene	> 2,000
Citral	224

¹⁾The GR₅₀ values are concentrations to inhibit the growth of rapeseed seedlings by fifty percent. The herbicidal activity was determined 7 days after treatment. Means are based on data from three replicates.

80kg ha⁻¹ 처리구에서는 수수, 돌피, 개밀, 바랭이, 자귀풀, 어저귀, 도꼬마리, 메꽃이 모두 고사되었으며, 40kg ha⁻¹ 처리시 화본과잡초의 살초효과는 평균 90%로 나타난 반면, 광엽잡초의 살초효과는 78%로 나타났다. 이러한 결과는 20kg ha⁻¹ 처리시에도 나타났는데 화본과잡초와 광엽잡초 평균방제율은 68%와 27%로 화본과잡초의 방제율이 더 높았다(표 4). 본 연구 결과는 palmarosa 정유가 광엽잡초보다는 화본과잡초를 더 쉽게 방제할 수 있다는 것을 나타낸다고 할 수 있다.

온실조건에서 palmarosa 정유에 처리된 식물은 약제 처리 후 30분 이내에 외형적으로 증상이 발현되기 시작하여 수 시간 이내에 고사되었으며, 처리된 잎은 타는 듯한 화염상(burndown)의 증상을 나타내었다. 이러한 증상은 이 등(2010)이 보고한 cajuput 정유의 살초 증상과 유사하였으며 그 약효발현속도는 paraquat (1,1'-dimethyl-4,4'-bipyridinium)나 pelargonic acid 보다는 더 빠르게 나타나 매우 속효적이라 할 수 있었다.

포장조건에서 palmarosa 정유 80kg ha⁻¹ 이상을 경엽처리한 경우, 처리구에 발생한 질경이(*Plantago asiatica*), 민들레(*Taraxacum platycarpum*), 망초(*Conyza canadensis*), 쇠비름(*Portulaca oleracea*)은 완전히 고사되었다. 40kg ha⁻¹ 처리 시에는 질경이를 제외한 모든 잡초가 고사되었는데 질경이에 나타난 초기 약해증상으로는 강한 안토시아닌 색소의 축적을 들 수 있다. 안토시아닌 색소는 glyphosate와 ALS 저해 제초제에 처리된 식물에서도 공통적으로 나타나는 것으로 식물이 스트레스를 받았을 때 나타나는 증상으로 알려져 있다(Kim 등 1997). 처리 1일 후부터 palmarosa에 민감한 잡초들은 화염상 증상을 보이며 잎이 건조되기 시작하여 처리 3일 후에는 잎이 거의 흔적조차 찾아보기 힘들 정도이었다.

본 연구 결과를 바탕으로 palmarosa 정유를 친환경 농업에 직접 사용함에 있어서 큰 장애요인 중의 하나는 고약량 처리이다. Palmarosa를 포장상태에서 처리

Table 4. Herbicidal activities of palmarosa essential oil with early post-emergence treatment on eight weed species in a greenhouse.

Rate (kg ha ⁻¹)	Herbicidal activity (%) ¹⁾							
	SORBI ²⁾	ECHCG	AGRSM	DIGSA	AESIN	ABUTH	XANSI	CAGEH
0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	70	70	40	95	30	20	40	20
40	100	100	60	100	95	100	80	40
80	100	100	100	100	100	100	100	100

¹⁾Herbicidal activity was determined 7 days after treatment by visual injury.

²⁾SORBI : *Sorghum bicolor*, ECHCG : *Echinochloa crus-galli*, AGRSM : *Agropyron smithii*, DIGSA : *Digitaria sanguinalis*, AESIN : *Aeschynomene indica*, ABUTH : *Abutilon avicennae*, XANSI : *Xanthium strumarium*, CAGEH : *Calystegia japonica*.

Table 5. Herbicidal activities of palmarosa essential oil in a field experiment at Chuncheon, Gangwon-do.

Rate (kg ha ⁻¹)	Herbicidal activity (%) ¹⁾			
	Common plantain (<i>Plantago asiatica</i>)	Dandelion (<i>Taraxacum officinale</i>)	Horseweed (<i>Conyza canadensis</i>)	Common purslane (<i>Portulaca oleraceae</i>)
0	0	0	0	0
40	50	100	100	100
80	95	100	100	100
120	100	100	100	100

¹⁾Herbicidal activity was determined 7 days after treatment by visual injury.

하여 잡초방제를 위해서는 최소 40kg ha⁻¹ 약량을 처리해야 하는 것으로 나타났는데, 이는 현재 사용되고 있는 유기합성 제초제의 최대 처리약량인 4kg ha⁻¹보다도 10배나 많은 약량이다. 장 등(2010)이 이미 언급한 바와 같이 처리시기 조절을 통한 처리약량 저감, 유효성분의 물리화학적 성질을 고려한 침투이행성 증가 제형개발을 통해 처리약량을 저하시킬 수만 있다면 palmarosa 정유는 제초제 사용이 제한되는 친환경 농업에서 비선택성 제초제를 대체할 수 있을 것이라 판단된다.

한편, 본 실험에서 palmarosa 정유에 함유되어 있는 고살초활성 휘발성 유기화합물 geraniol과 citral은 새로운 제초제 개발을 위한 선도화합물로 활용될 수 있을 것이라 판단된다. 이와 유사한 연구사례로는 식물 정유에 함유되어 있는 휘발성의 유기화합물 중 1,4-cineole은 제초제인 cinmethylin[1-methyl-4-(1-methylethyl)-7-oxabicyclo[2.2.1]heptane]의 개발에 활용된 바 있으며(김 등 2001), 또한 leptospermone은 mesotrione의 개발(Mitchell 등 2001)에 활용된 예가 있다.

요 약

식물 정유로부터 신규 제초제 개발을 위한 살초활성물질을 탐색하였다. 실험에 사용된 10종의 식물정유는[basil(*Ocimum basilicum*), blackpepper(*Piper nigrum*), clary sage(*Salvia sclarea*), ginger(*Zingiber officinale*), hyssop(*Hyssopus officinalis*), nutmag

(*Myristica fragrance*), palmarosa(*Cymbopogon martini*), fennel(*Foeniculum vulgare*), sage(*Salvia leucantha*), spearmint(*Mentha spicata*)] 등이었으며, 이중 palmarosa 정유가 유체에 대한 살초력이 가장 높았다(GR₅₀값, 201µg mL⁻¹). Palmarosa 정유에 함유된 휘발성 유기화합물로는 *alpha*-humulene, *beta*-caryophyllen, *cis*-ocimene, citral, dipentene, geraniol, geranyl acetate, myrcene, nerol, terpinolene, *trans*-ocimene이었다. Palmarosa 정유에는 geraniol(40.23%), geraniol acetate(15.57%), *cis*-ocimene(10.79%), *beta*-caryophyllene(8.72%)이 다량 함유되어 있었고, geraniol과 citral의 GR₅₀값은 각각 151과 224µg mL⁻¹로 매우 낮았으며 이들 2종의 휘발성 유기화합물이 palmarosa 정유의 살초력에 크게 기여했다고 추론된다. 온실조건에서 palmarosa 정유 80kg ha⁻¹ 경엽처리하는 수수, 돌피, 개밀, 바랭이, 자귀풀, 어저귀, 도꼬마리, 메꽃을 완전 방제하였다. 포장조건에서 민들레, 망초, 쇠비름은 40kg ha⁻¹ 경엽처리에도 모두 100% 방제가 이루어졌으나 질경이의 방제가는 50%이었다. 본 연구 결과는 palmarosa 정유에 함유되어 있는 geraniol과 citral이 살초활성에 크게 기여했다는 것을 시사하여 준다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 15개 어젠다과제 “화학농약 대체기술”의 연구비 (과제번호 PJ0068201002) 지원에 의해 수행되었음. 본 연구 중 일부는 강원대학교 농

업생명과학연구원의 기자재를 이용하여 수행되었음.

인 용 문 헌

- 김미성, 이유선, 김희연, 최해진, 허수정, 권순배, 임상현, 김경희, 김성문. 2005. 족도리(*Asarum sieboldii* Miq.)로부터 신규 살초활성물질 elemicin의 분리. 한국잡초학회지 25(3):202-208.
- 김성문. 2006. 국내 자생 살초활성 식물종의 탐색. 한국잡초학회지 26(3):225-245.
- 김성문, 김희연, 황기환, 전익조. 2008. 긴병꽃풀(*Glenchoma hederacea*) 정유의 제초활성. 한국잡초학회지 28(2):152-160.
- 김성문, 허수정, 용석호, 김진석, 허장현. 2001. 천연물기원 살초활성물질. 한국잡초학회지 21:199-212.
- 이사은, 윤미선, 연보람, 최정섭, 조남규, 황기환, 왕혜영, 김성문. 2010. 천연정유 Cajuput (*Melaleuca cajuputi*) 유래 benzaldehyde의 살초효과. 한국잡초학회지 30:191-198.
- 임상현, 김희연, 허수정, 김경희, 임순성, 김성문. 2007. 삼지구엽초(*Epimedium koreanum* Nakai)로부터 살초활성물질 methyl-*p*-hydroxybenzoate의 분리. 한국잡초학회지 27(3):235-240.
- 장현우, 서보람, 황현진, 김재덕, 김진석, 김성문, 전재철, 최정섭. 2010. 천연물질 chrysophanic acid의 제초활성. 한국잡초학회지 30(2):143-152.
- 조남규, 이사은, 윤미선, 연보람, 정미정, 김성문. 2010. 가시박으로부터 분리된 신규의 제초활성물질 3-히드록시-9에이치-크산텐-9-원 및 그 분리방법. 대한민국특허 10-2001-0116849.
- 최성환, 구홍모, 안재영, 남진선, 김형환, 천인규, 이증주. 2008. 식물정유의 단독 및 혼합처리가 밭잡초와 작물에 미치는 영향. 한국잡초학회지 28(1):61-68.
- 최성환, 안재영, 박기웅, 이증주. 2009. 식물정유가 직파며 및 피의 초기생장에 미치는 영향. 한국잡초학회지 29(4):318-322.
- Boyd, N. S., and E. B. Brennan. 2006. Burning nettle, common purslane and rye response to a clove oil herbicide. Weed Tech. 20:646-650.
- Copping, L. G. 2004. The manual of biocontrol agents. BCPC. pp. 472-473.
- Hüsnü Can Başer, K., and F. Demirci. 2007. Chemistry of essential oils. p. 43. In R. G. Berger, ed. Flavours and Fragrances. Springer.
- Ismail, A., and M. D. Pierson. 1990. Inhibition of growth and germination of *C. botulinum* 33A, 40B, and 1623E by essential oil of spices. J. Food Sci. 55:1676-1678.
- Kim, S., J. H. Hur, D. S. Han and W. H. Vanden Born. 1997. Chorsulfuron-induced phytotoxicity in canola (*Brassica napus* L.) seedlings. Kor. J. Weed Sci. 17(2):199-206.
- Lawless, J. 1995. The illustrated encyclopedia of essential oils. Element Books. p. 133.
- Mao, L. M., G. Henderson and R. A. Laine. 2004. Germination of various weed species in response to vertiver oil and nootkatone. Weed Tech. 18:263-267.
- Mitchell, G., D. W. Bartlett., T. E. M. Fraser., T. R. Hawkes., D. C. Holt., J. K. Townson and R. A. Wichert. 2001. Mesotrione : a new selective herbicide for use in maize. Pest. Manag. Sci. 57:120-128.
- Prashar, A., P. Hill, R. G. Veness and C. S. Evans. 2003. Antimicrobial action of palmarosa oil (*Cymbopogon martinii*) on *Saccharomyces cerevisiae*. Phytochem. 63(5):569-575.
- Rao, B. R., P. N. Kaul, K. V. Syamasunder and S. Ramesh. 2005. Chemical profiles of primary and secondary essential oils of palmarosa (*Cymbopogon martinii* (Roxb.) Wats var. *motia* Burk.). Industrial Crops and Products 21(1): 121-127.
- Tworowski, T. 2002. Herbicide effects of essential oils. Weed Sci. 50:425-431.