

유채(*Brassica napus* L.) 종자의 발아와 초기생장을 억제하는 식물정유의 선발

최성환¹, 박기웅², 손영걸³, 안재영⁴, 이증주^{4*}

Selection of Essential Oils Inhibiting Germination and Initial Growth of Rapeseed (*Brassica napus* L.)

Sung Hwan Choi¹, Kee Woong Park², Young Geol Sohn³
Jae Young An⁴ and Jeung Joo Lee^{4*}

ABSTRACT This study was conducted to investigate the phytotoxic effects of 19 essential oils on seed germination and initial growth of rapeseed (*Brassica napus* L.). We found that anise, cinnamon, citronella, clove, geranium, lemongrass, mustard and pine oils completely inhibited germination of rapeseed at 100× dilute solution. Based on the inhibition rates of rapeseed emergence and initial growth, three essential oils (cinnamon, clove, and geranium) were selected as potential bio-herbicides. Under pre-emergence applications of cinnamon, clove, and geranium oils at 90 kg ai ha⁻¹, rates of rapeseed emergence were 7.1, 25.0, and 3.6% and its initial growth were 22.0, 9.9 and 11.0%, respectively.

Key words: cinnamon oil; clove oil; essential oil; geranium oil; germination; growth inhibition; rapeseed.

서 언

제초제는 작물재배 시 잡초방제를 위해 가장 효과적으로 사용되는 수단이다. 그러나 최근 관심이 증가되고 있는 유기농업에 있어서는 합성제초제의 사용

이 엄격히 제한되고 있는 실정이므로, 유기농 재배자들은 기계적 예취, 경운, 멀칭 등과 같은 물리적 잡초방제 수단을 현실적인 방법으로 사용하고 있다. 그러나, 이들 방법들은 비용이 많이 들고, 경우에 따라서는 적절한 잡초방제 시기를 놓칠 수도 있다. 그러므로

¹ (주)KCP 농업기술연구소, 637-924 경남 함안군 칠원면 유원리 710번지(Agrotechnology Research Institute of Korea Crop Protection CO., LTD, Haman 637-924, Korea).

² 한국생명공학연구원 바이오평가센터, 363-883 충북 청원군 오창읍 양청리 685-1(Bio-Evaluation Center, KRIBB, Cheongwon 363-883, Korea).

³ (주)예농, 660-911 경남 진주시 문산읍 삼곡리 1033(YENONG CO., LTD, Jinju 660-911, Korea).

⁴ 경상대학교 응용생물학과, 농업생명과학연구원, 660-701 경남 진주시 가좌동 900(Department of Applied Biology, Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea).

* 연락처자(Corresponding author) : Phone) +82-55-751-5445, Fax) +82-55-758-5110, E-mail) jji@gaechuk.gsnu.ac.kr

(Received July 12, 2010; Examined August 27, 2010; Accepted September 2, 2010)

유기농재배에 있어서 잡초방제를 위해 합성제초제를 대체할 수 있는 친환경적인 화합물이 절실히 요구되고 있는 실정이다.

식물정유는 각각의 특징적인 향기를 포함하고 있는 천연의 식물생산물로서(Muhkopadhyay 2000), 일반적으로 안전성이 있는 것으로 알려져 있다(Tworkoski 2002). *Micromeria fruticosa*를 비롯한 여러 종류의 식물로부터 추출된 식물정유들은 여러 가지 잡초와 작물종자의 발아를 억제하는 효과가 있는 것으로 보고되었다(Dudai 등 1999). 그 중에서 *Origanum syriacum*, *M. fruticosa* 및 *lemongrass* (*Cymbopogon citratus*)의 식물 정유로부터 각각 carvacrol, pulegone 및 geraniol 등의 monoterpene 류들이 주성분으로 동정되었다. Manuka (*Leptospermum scoparium*)의 식물정유 주성분인 leptospermone은 광엽잡초방제제인 sulcotrione과 mesotrione를 포함하는 triketone계 제초제의 개발에 이용되었다(Vyvyan 2002). 또한, 다수 식물정유의 주성분인 monoterpene ether인 1,8-cineole과 그 이성체인 1,4-cineole은 피(*Echinochloa crusgalli*)와 결명자(*Cassia obtusifolia*)의 성장과 발아를 억제하는 것으로 보고되었으며(Romagni 등 2000), 1,4-cineole은 일년생 화본과 잡초방제제인 cinmethylin의 개발을 위해 사용되었다(Vyvyan 2002). *Eucalyptus citriodora*의 식물정유는 돼지풀아재비(*Parthenium hysterophorus*)의 엽록소함량을 감소시키고 전해질 누출도 일으키는 것으로 알려졌다(Singh 등 2005). Rosemary(*Rosmarinus officinalis*), 백리향(Thyme; *Thymus vulgaris*) 및 savory(*Satureja montana*)에서 추출된 식물정유는 여러 가지 잡초종자의 발아를 강력히 억제하였다(Angelini 등 2003). Vetiver oil은 명아주(redroot pigweed; *Amaranthus retroflexus*), 흰명아주(common lambsquarters; *Chenopodium album*), 단풍잎돼지풀(giant ragweed; *Ambrosia trifida*), 애기나팔꽃(pitted morningglory; *Ipomoea lacunosa*) 및 어저귀(velvetleaf; *Abutilon theophrasti*)의 발아를 저해하였다(Mao 등 2004).

여러 가지 식물정유의 제초효과는 실험실과 온실 실험에서도 확인되었는데, 그 중에서도 red thyme,

summer savory, cinnamon 및 clove로부터 추출된 식물정유성분들은 서양민들레(dandelion; *Taraxacum officinale*)에 대해 높은 전해질 누출과 살초효과를 나타내었다(Tworkoski 2002). 또한, 미국특허(US 6,506,707 B1 2003)에 의하면 aldehyde C16, amyl cinnamic aldehyde, amyl salicylate, anise aldehyde, benzyl alcohol, α -terpineol, carveol, citral, citronellal, citronellol, eugenol, galaxolide, geraniol, thymol 및 trans-anetole 등의 많은 식물유래 물질들이 살초활성을 나타내는 것으로 알려져 있다. 최근 국내에서도 식물 유래의 살초활성물질에 대한 연구사례가 증가하고 있다. 김 등(2008)은 국내 자생식물인 긴병꽃풀(*Glechoma nederacea*)로부터 식물정유를 채취하였으며, 채유된 식물정유에는 1,8-cineole을 비롯한 60개의 화합물이 존재하는 것으로 보고하였다. 또한, 채유된 식물정유를 유제제형으로 조제하여 살포시, 물피(*Echinochloa crus-galli*), 바랭이(*Digitaria ciliaris*), 금강아지풀(*Setaria glauca*), 유흥초(*Ipomoea quamoclit*), 어저귀(*Abutilon theophrasti*), 자귀풀(*Aeschynomene indica*) 및 도꼬마리(*Xanthium strumarium*)에 대해 양호한 살초효과를 나타내었다. 최 등(2008)은 anise oil을 비롯한 10종의 식물정유의 작물 및 잡초에 대한 살초활성을 조사한 결과, 그 중에서 anise oil, pine oil 및 clove oil의 효과가 우수하였으며, 각각의 식물정유를 단제로 처리할 때보다 2개 또는 3개를 혼합하여 살포하면, 살초효과가 더 높아지는 것으로 보고하였다. 또한 anise oil을 비롯한 17종의 식물정유가 직파벼와 강피의 성장에 미치는 영향을 조사한 결과, anise, cinnamon, citronella, clove 및 pine oil 등 5종의 식물정유가 초기생장을 비선택적으로 강력하게 억제하는 것으로 보고하였다(최 등 2009).

작물재배시 생력적인 잡초방제를 위해서는 잡초의 생육이 왕성한 시기에 제초제를 처리하는 것 보다, 잡초종자의 발아를 억제하거나 유식물의 성장을 억제하는 처리가 보다 효율적이라 할 수 있다. 따라서 유기농 재배시에도 잡초종자의 발아나 유식물의 성장을 억제하기 위해 식물정유를 이용한다면 효과적인 잡초방제 대책이 될 수 있을 것이다. 본 연구는

이와 같은 전제하에 잡초종자 대신에 발아율이 균일한 유채종자를 실험식물로 이용하여, 여러 가지 식물정유중에서 유채종자에 대한 발아 및 생장억제효과가 큰 식물정유를 선발하고, 토양처리시의 효과를 검증하여, 향후 토양처리제로서의 개발가능성을 검토하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

식물재료 및 식물정유

식물재료는 유채(*Rapeseed*, *Brassica napus*)의 종자를 사용하였다. 실험에 사용된 식물정유는 anise, camphor, castor, cinnamon, citronella, clove, fennel, geranium, lavender, lemongrass, linseed, mustard, neem, peppermint, pine, rosemary, tea-tree, thyme 및 turpentine oil의 19종이었고, 국내외의 원료회사에서 구입하여 사용하였다(표 1). 식물정유는 각 농도별로 0.35%의 음이온성 계면활성제(KHS-13)가 포함된 희석용액을 조제한 후 사용하였다. 이 때 유

화용 계면활성제에 의한 식물의 약해반응은 관찰되지 않았다.

식물정유의 선발

원예용 6 well plate(직경 4cm×깊이 2cm)에 젖은 모래를 10g씩 채우고, 유채종자를 10립씩 치상한 후 10, 100 및 1,000배로 각각 희석한 anise oil 등 19종의 식물정유를 각 처리구당 1ml씩 표면 처리하였다. 식물정유가 처리된 유채종자는 온실에서 생장시키면서 3일 후에 발아율을, 7일 후에는 생체중을 측정하였다. 실험은 3반복으로 수행되었고, 결과는 SAS 프로그램을 이용하여 분석하였다.

선발된 식물정유의 토양처리효과

육묘용 pot(가로 14cm×세로 14cm×깊이 18cm)에 원예용상토를 채우고 1cm 깊이에 유채종자를 파종한 후 온실에서 생육시켰다. 파종 2일 후에 살포기를 이용하여 발아 억제 시험에서 선발된 cinnamon, clove 및 geranium oil을 각각 30, 60, 90kg ai ha⁻¹ 농도와 450 l 10a⁻¹의 살포물량으로 처리하였다. 식물정유 처리 7일 후에 유묘의 출현율을, 14일 후에는 생체중을 조사하였다. 실험은 4반복으로 실시하였고, 결과는 SAS프로그램을 이용하여 분석하였다.

Table 1. Essential oils used in this study.

Essential oils	Plants for extraction	Concentration (%)
Anise	<i>Pimpinella anisum</i>	85.0
Camphor	<i>Cinnanoumum camphora</i>	96.0
Castor	<i>Ricinus communis</i>	85.0
Cinnamon	<i>Cinnanoumum zeylanicum</i>	75.0
Citronella	<i>Citronella officinalis</i>	85.0
Clove	<i>Eugenia caryophyllus</i>	80.0
Fennel	<i>Foeniculum vulgare</i>	80.0
Geranium	<i>Pelargonium graveolens</i>	50.0
Lavender	<i>Lavandula officinalis</i>	70.0
Lemongrass	<i>Cymbopogon citratus</i>	75.0
Linseed	<i>Linum usitatissimum</i>	83.0
Mustard	<i>Brassica integrifolia</i>	85.0
Neem	<i>Azadirachta india</i>	85.0
Peppermint	<i>Mentha piperata</i>	50.0
Pine	<i>Pinus sylvestris</i>	85.0
Rosemary	<i>Rosmarinus officinalis</i>	90.0
Tea-tree	<i>Melaleuca alternifolia</i>	40.0
Thyme	<i>Thymus vulgaris</i>	85.0
Turpentine	<i>Pinus spp.</i>	85.0

결과 및 고찰

식물정유의 선발

19종의 식물정유를 농도별로 살포한 3일 후에 유채종자의 발아율을 조사한 결과, 10배 희석액 처리를 한 경우에는 castor, linseed, neem oil을 제외한 16종이 100%의 발아저해율을 나타내었다(자료 미제시). 100배 희석액 처리를 한 경우 anise, cinnamon, citronella, clove, geranium, lemongrass, mustard 및 pine oil 등의 8종은 100%의 발아억제율을 보인 반면, camphor, castor, fennel, lavender, linseed, neem, peppermint, rosemary, tea-tree, thyme 및 turpentine oil 등 11종은 50% 이하의 발아억제율을 나타내었다(그림 1). 1,000배 희석액 처리를 한 경우에 cinnamon oil은 여

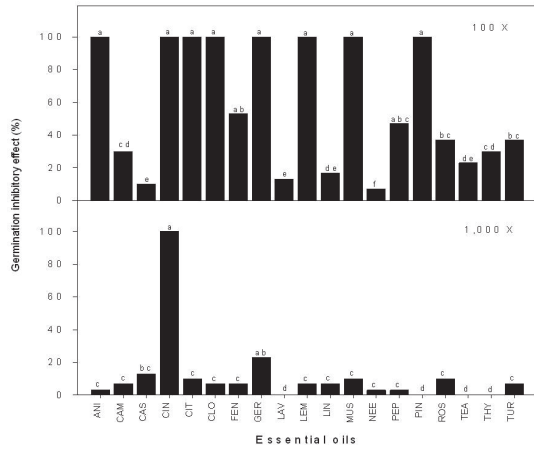


Fig. 1. Effect of essential oils at 100 and 1,000× dilution rates on the germination of rapeseed (*Brassica napus*) three days after application. Within essential oils, means followed by the same letter are not significantly different by LSD test at P=0.05.

전히 100%의 발아저해율을 나타내었으나, 나머지 식물정유들은 그 효과가 매우 낮은 수준이었다. 식물정유 처리 7일 후 유채의 초기생장 억제에 미치는 효과를 조사한 결과, 100배 희석액 처리시 100%의 발아저해율을 나타내었던 anise oil을 비롯한 8종의 식물정유들은 다른 것들에 비해 1,000배 희석의 경우에도 각각 63.8, 100, 68.1, 89.8, 71.2, 73.1, 70 및 51.4%의 비교적 높은 생체중 억제효과를 나타냈다(표 2). 상기의 발아(그림 1) 및 생장억제 결과로부터 cinnamon, clove 및 geranium oil을 유채종자의 발아와 초기생장을 효과적으로 억제하는 식물정유로서 선발하였다.

선발된 식물정유의 토양처리효과

유채의 발아 및 생장억제 효과가 높은 것으로 선발

Table 2. Effect of essential oils at 100 and 1,000× dilution rates on the initial growth of Rapeseed (*Brassica napus*) seven days after application.

Essential oils	7 DAA ¹⁾			
	x100 ²⁾		x1,000	
	Fresh weight (g plate ⁻¹)	% control	Fresh weight (g plate ⁻¹)	% control
Aznise	0.0 a	100	0.117 bcd	63.8
Camphor	0.063 e	79.7	0.163 efg	49.5
Castor	0.053 cde	82.9	0.200 g	38.1
Cinnamon	0.0 a	100	0.0 a	100
Citronella	0.0 a	100	0.103 bc	68.1
Clove	0.0 a	100	0.033 a	89.8
Fennel	0.047 bcd	84.8	0.180 fg	44.3
Geranium	0.0 a	100	0.093 bc	71.2
Lavender	0.040 bc	87.1	0.127 bcde	60.7
Lemongrass	0.0 a	100	0.087 b	73.1
Linseed	0.040 bc	87.1	0.137 cde	57.6
Mustard	0.0 a	100	0.097 bc	70.0
Neem	0.057 de	81.6	0.090 b	72.1
Peppermint	0.040 bc	87.1	0.153 cdef	52.6
Pine	0.0 a	100	0.157 defg	51.4
Rosemary	0.043 bcd	86.1	0.137 cde	57.6
Tea-tree	0.043 bcd	86.1	0.137 cde	57.6
Thyme	0.040 bc	87.1	0.113 bcd	65.0
Turpentine	0.037 b	88.1	0.123 bcde	61.9
Control	0.310 f	0	0.323 g	0
LSD (P=0.05)	0.01 -	-	0.05 -	-

¹⁾DAA; Days after application, ²⁾Concentration (dilution folds).

Table 3. Effect of pre-emergence application of essential oils on the emergence of Rapeseed (*Brassica napus*) seven days after application and initial growth 14 days after application.

Essential oils	Dose (kg ai ha ⁻¹)	Emergence (No. pot ⁻¹ ±SE)	% control	Fresh weight (g pot ⁻¹ ±SE)	% control
Cinammon	30	7.50±0.87 e ¹⁾	107.1	0.70±0.08 f	76.9
	60	3.25±0.85 c	46.4	0.35±0.09 d	38.5
	90	0.50±0.50 a	7.1	0.20±0.02 c	22.0
Clove	30	7.50±0.65 e	107.1	0.71±0.06 f	78.0
	60	7.50±0.29 e	107.1	0.50±0.02 e	54.9
	90	1.75±0.85 b	25.0	0.09±0.04 b	9.9
Geranium	30	7.00±0.71 e	100.0	0.84±0.08 g	92.3
	60	5.50±0.25 d	78.6	0.50±0.11 e	54.9
	90	0.25±0.25 a	3.6	0.01±0.01 a	11.0
Control	0	7.00±0.41 e		0.91±0.05 g	-
C·V (%)		7.7		8.9	

¹⁾Means within a column followed by the same lowercase letters are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5%.

된 cinnamon, clove 및 geranium oil의 토양처리 효과를 조사하기 위하여, 유채종자를 파종하고 각각의 식물정유를 30, 60, 90kg ai ha⁻¹ 수준으로 처리한 7일 후 유채유묘의 출현율을 조사하였다(표 3). Cinnamon, clove 및 geranium oil 30과 60kg ai ha⁻¹의 처리시 유채종자의 발아저해 효과는 없거나, 높지 않은 수준이었으나, 90kg ai ha⁻¹ 농도에서는 무처리 대비 7.1, 25.0, 3.6% 수준이었으므로, 유채의 출현억제에 요구되는 cinnamon, clove 및 geranium oil의 처리량은 90kg ai ha⁻¹ 이상이 필요할 것으로 사료되었다. 또한, 무처리 대비 생체중을 비교한 결과에서도 cinnamon, clove 및 geranium oil은 90 kg ai ha⁻¹로 처리한 경우 각각 78.0, 90.1 및 98.9%의 높은 생장억제효과를 나타내었다(표 3). 그러므로 토양 중에 존재하는 다양한 잡초종자의 발아 및 초기생장에 대해서도 cinnamon, clove 및 geranium oil의 억제효과가 예상되며, 이를 검증하기 위한 추가적인 실험이 요구된다.

Cinnamon, clove oil 및 그 주성분인 eugenol (2-methoxy-4-[2-propenyl] phenol)은 여러 가지 식물

종에 대한 살초효과가 높은 것으로 알려져 있다(Raina 등 2001; Tworkoski 2002; Brinard와 Upadhyaya 2006). Geranium oil의 주성분은 2-pinene, mycene, limonene, methaone, linalool, geranyl acetate, citronellol, geraniol 및 geranyl butyrate 등을 포함한다. Cinnamon 및 clove oil은 논조건에서도 직파벼와 피의 발아와 초기생장을 억제하는 효과가 높은 것으로 보고된 바 있다(최 등 2009). 표토층에 살포된 lemongrass (*Cymbopogon citratus*) oil에 의한 밀, 겨자 및 비름에 대한 발아억제효과는 식물종자가 토양표면으로부터 깊게 위치할수록 감소되며, 양토(loam)에서 높고, 식토(clay)에서 낮은 것으로 보고되었다(Dudai 등 2004). 이것은 살포된 식물정유의 토양침투량과 토양층에 매립된 식물종자의 발아억제 효과가 밀접한 관련성이 있다는 것을 시사한다. 또한, 김 등(2008)은 긴병꽃풀 정유유제의 경엽처리시에 높은 살초효과를 나타내었으나 토양처리시에는 약효가 전혀 발현되지 않았는데, 이것은 유제가 토양입자에 흡착되어 식물체내로 흡수·이행되지 못하였기 때문이라고 하였다. 따라서, 식물종자의 발

아 및 초기생장억제를 위한 식물정유의 토양처리시에는 살포물량, 종자의 매립위치, 토양의 물리적 형태 등에 의하여 토양처리 효과가 달라질 것으로 예상되며, 이와 관련된 요인에 관한 연구도 필요할 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 19종의 식물정유가 유채종자의 발아 및 생장에 미치는 영향을 파악하기 위하여 수행되었다. 그 결과 식물정유를 100배 희석 처리 한 경우 anise, cinnamon, citronella, clove, geranium, lemongrass, mustard 및 pine oil 등의 8종은 유채의 발아를 완전히 저해하였으며, 초기생장의 저해효과도 큰 것으로 나타났다. 유채의 발아와 초기생장에 대한 저해율을 근거로 하여, 상기의 8개의 식물정유로부터 cinnamon, clove 및 geranium oil이 실용 가능성이 있는 bio-herbicide로서 선발되었다. 선발된 cinnamon, clove 및 geranium oil을 토양처리한 경우 90kg ai ha⁻¹농도에서 유채의 출현율은 각각 7.1, 25.0, 3.6%였으며, 초기생장율도 22.0, 9.9 및 11.0% 수준으로, 유채종자의 발아와 초기생장억제에 미치는 효과가 큰 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 지역산업기술개발사업(과제구분 C-13-7, 과제번호 70001398)의 연구비 지원(지식경제부, 경 상남도)에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다.

인 용 문 헌

김성문, 김희연, 황기환, 전익조. 2008. 긴병꽃풀 (*Glechoma hederacea*) 정유의 제초활성. 한국 잡초학회지 28(2):152-160.
최성환, 구홍모, 안재영, 남진선, 김형환, 천인규, 이

증주. 2008. 식물정유의 단독 및 혼합초리가 발 잡초와 작물에 미치는 영향. 한국잡초학회지 28 (1):61-68.

최성환, 안재영, 박기웅, 이증주. 2009. 식물정유가 직 파며와 피의 초기생장에 미치는 영향. 한국잡초학 회지 29(4):318-322.

Angelini, L. G., G. Carpanese, P. L. Cioni, I. Morelli, M. Macchia and G. Flamini. 2003. Essential oils from Mediterranean Lamiaceae as weed germination inhibitors. J. Agric. Food Chem. 51:6158-6164.

Bainard, L. D., and M. K. Upadhyaya. 2006. Phytotoxicity of clove oil and its primary constituent eugenol and the role of leaf epicuticular wax in the susceptibility to these essential oils. Weed Sci. 54:833-837.

Dudai N., A. Poljakoff-Mayber, A. M. Mayer, E. Putievsky and H. R. Lerner. 1999. Essential oils as allelochemicals and their potential use as bioherbicides. J. Chem. Ecol. 25(5):1079-1089.

Mao, L., Henderson, G., and Laine, R. A. 2004. Germination of various weed species in response to vetiver oil and nootkatone. Weed Tech. 18 (2):263-267.

Muchopadhyay, M. 2000. Natural extracts using supercritical carbon dioxide. New york : CRC Press. pp. 131-157.

Raina, V. K., S. K. Srivastava, K. K. Aggarwal, K. V. Syamasundar and S. Kumar. 2001. Essential oil composition of *Syzygium aromaticum* leaf from Little Andaman, India. Flavour Frag. J. 16:3304-346.

Romagni, J. G., S. N. Allen and F. E. Dayan. 2000. Alleopathic effects of volatile cineoles on two weedy plant species. J. Chem. Ecol. 26(1):303-313.

Singh, H. P., D. R. Batish, N. Setia and R. K. Kohli. 2005. Herbicidal activity of volatile oils

-
- from *Eucalyptus citriodora* against *Parthenium hysterophorus*. Ann. App. Biol. 146(1):89-94.
- Tworowski, T. 2002. Herbicide effects of essential oils. Weed Sci. 20:425-431.
- United State Patent. 2003. Herbicidal composition containing plant essential oils and mixtures of blends thereof. Patent No. US 6,506,707 B1.
- Vyvyan, J. 2002. Alleclochemicals as leads for new herbicides and agrochemicals. Tetrahedron 58: 1631-1646.