

온실조건에서 천연물질 Chrysophanic Acid의 제초활성

강충길^{1*}, 이상범¹, 이병모¹, 남홍식¹, 이용기¹, 지형진¹, 홍무기¹, 노영덕², 최정섭³

Herbicidal Activity of Natural Compound Chrysophanic Acid Under the Greenhouse Condition

Chung Kil Kang^{1*}, Sang Beom Lee¹, Byung Mo Lee¹, Hong Sik Nam¹, Yong Ki Lee¹
Hyeong Jin Jee¹, Moo Ki Hong¹, Rho Yeong Deok² and Jung Sup Choi³

ABSTRACT A series of experiments was conducted to investigate the herbicidal activity of natural compound chrysophanic acid under the greenhouse condition in 16 weed species. Chrysophanic acid showed non-selective herbicidal activity. While chrysophanic acid exhibited severe injury by foliar treatment, little or no injury was found by the soil treatment. Among the tested weeds, the most effective activity was found in grass and broad leaf weeds, a lower significant difference in herbicidal activity was found in sedge. At early post-emergence, weeds appeared to be very susceptible to chrysophanic acid with 2,000 $\mu\text{g mL}^{-1}$. The higher the natural compound concentrations, the lower weed growth. At middle post-emergence, weeds appeared to be very effective to chrysophanic acid with 30,000 $\mu\text{g mL}^{-1}$.

Key words: bioassay; chrysophanic acid; natural herbicide.

서 언

유기합성 제초제 특히 Sulfonylurea(SU)계 제초제의 연용으로 저항성잡초가 발생하여(박 등 1999; 박 등 2003; Park 등 2009; Riches 등 1996) 잡초방제에 많은 어려움을 겪고 있으나, 새로운 작용점을 가진 제초제로는 triketone계 제초제가 1980년대에 개발되었을 정도이다(Prisbylla 등 1993; Schultz 등 1993;

Secor 1994). 국내에서는 약 11종(농촌진흥청 2010), 일본에서는 이미 18종의 SU계 저항성잡초가 보고되고 있어(강 2010), 앞으로 저항성잡초는 발생속도의 증가뿐만 아니라 질적으로도 방제하기가 난감한 벧풀이나 피 등으로 확산될 가능성이 매우 높을 것으로 예견된다.

이러한 유기합성제초제에 대한 저항성잡초의 발생 및 환경에 미치는 영향 등을 배제시키면서 친환경적

¹ 농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부 유기농업과, 441-707 수원시 권선구 서둔동 249(Div. of Organic Agriculture, Dept. of Agro-Food Safety, NAAS, RDA, Suwon 441-707, Korea).

² 경희대학교 생명과학대학 한방재료공학과, 130-701 서울시 동대문구 회기동 1번지(Oriental Medicinal Material & Processing Dept. Life Science College kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea).

³ 한국화학연구원 산업바이오 화학연구센터(Cheical Biotechnology Research Center, KRICT).

* 연락저자(Corresponding author) : Phone) +82-31-290-0559, Fax) +82-31-291-0503, E-mail) k8888888@korea.kr

(Received January 13, 2011; Examined February 11, 2011; Accepted March 2, 2011)

이고, 친생태적인 천연물질이나 천연물 유래물질을 제초제로서 이용하기 위한 검토가 활발히 이루어지고 있다(Copping과 Duke 2007). 천연물로부터 개발된 제초활성물질은 토양미생물에서 유래한 biolaphos (Bayer 등 1972; Duke 등 1996; Satoh 등 1993), acetic acid(Young 2004; Webber 등 2005), clove oil(김 등 2008; Bainard와 Isman 2006; Copping과 Duke 2007), fatty acid(Malkomes 2006), pelargonic acid(Fukuda 등 2004; Lederer 등 2004), maize gluten(Liu와 Christians 1994), pine oil(Miller 2003) 등과 같이 다양하게 보고되어 있다. 그러나 천연제초 활성물질을 상용화를 한다는 것은 결코 쉬운 일은 아닌데, 예를 들면 'Maize gluten meal'의 경우 ha당 살포량이 2톤 이상이 요구되고(Quarles 1999), pelargonic acid 또한 ha당 5~10kg의 많은 양을 처리해야 하기 때문이다(Fukuda 등 2004).

본 실험은 국내 자생식물인 애기수영(*Rumex acetosella* L.)으로부터 분리 동정된(김 등 2003) 천연물질인 chrysophanic acid의 제초활성에 대한 자료를 얻고자 수행하였다.

재료 및 방법

천연화합물 'chrysophanic acid'는 3% 유제로 제형화된 용액을 이용하였다. 실험은 농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부 친환경잡초연구실 온실에서 2009년과 2010년 2년에 걸쳐 수행되었다.

토양처리 제초활성

Chrysophanic acid의 처리농도는 $2,000\mu\text{g mL}^{-1}$ 으로 하였고, 시험구 배치는 임의배치 3반복으로 하였으며, 잡초 초종은 화본과 4종(바랭이, 강피, 금강아지풀, 개기장), 광엽 11종(쇠비름, 개비름, 여뀌바늘, 명아주, 한련초, 소리쟁이, 가는털비름, 어저귀, 털진득찰, 자귀풀, 사마귀풀) 및 사초과 1종(금방동사니)을 이용하였다. 내경 11cm, 길이 10cm 크기의 포트에 상토를 적당히 채우고, 그 위에 큰 종자는 큰 스푼으로 한 스푼 정도, 작은 종자는 작은 스푼으로 한 스푼

의 양으로 각각 파종하였다. 약제살포는 hand sprayer를 이용하여 실시하였고, 살포물량은 포트당 약 4.1~4.2ml로 하였다. 살초효과는 처리 후 13일, 17일, 24일에 달관조사를 실시하였고, 0은 살초효과가 없는 것으로, 9는 완전히 살초된 것으로 간주하였다.

초기 경엽처리 제초활성

토양처리 제초활성과 같은 방법으로 파종한 후, 강피, 금방동사니는 1엽기, 어저귀는 1.5엽기, 나머지 초종은 2엽기에 토양처리 제초활성과 동일한 방법으로 약제를 살포하였다.

중기 경엽처리 제초활성

토양처리 제초활성과 같은 방법으로 파종한 후, 금방동사니는 3엽기, 바랭이, 금강아지풀, 어저귀는 4엽기, 강피, 개기장, 소리쟁이는 5엽기, 한련초는 6엽기, 가는털비름, 자귀풀은 7엽기, 개비름 8엽기, 명아주 10엽기, 여뀌바늘은 12엽기에 약제를 처리하였다. 살포농도는 $15,000\mu\text{g mL}^{-1}$ 과 $30,000\mu\text{g mL}^{-1}$ 이었으며, 살포방법 등은 토양처리 제초활성과 동일하였다.

결과 및 고찰

토양처리 제초활성

화본과 4초종, 광엽 11초종, 사초과 1초종에 대한 chrysophanic acid의 $2,000\mu\text{g mL}^{-1}$ 토양처리시 초종간 경시적인 살초효과는 나타나지 않았다(표 1). 한편, 최 등(2010)도 chrysophanic acid는 포장조건하에서 경엽처리에 의해 살초효과를 나타낸다고 보고하였다.

초기 경엽처리 제초활성

Chrysophanic acid의 초기 경엽처리가 잡초 초종별, 경과일수별 살초효과에 미치는 영향은 표 2에서와 같이 경엽처리시에 살초효과가 현저하였다. 각 초종에 대한 살초효과는 약제 처리 13일 후에 0~8 수준이었으며, 17일 후에 가장 높은 수준을 나타내었고,

Table 1. Time-dependent herbicidal effects by soil treatment of 2,000 $\mu\text{g mL}^{-1}$ chrysophanic acid.

Classification	Weeds	Time-dependent herbicidal effect (0-9 ¹)		
		13 DAT ²	17 DAT	24 DAT
Grasses	<i>Digitaria ciliaris</i>	0	0	0
	<i>Echinochloa oryzoides</i>	0	0	0
	<i>Setaria glauca</i>	0	0	0
	<i>Panicum bisulcatum</i>	0	0	0
Broad leaves	<i>Portulaca oleracea</i>	0.3	0	0
	<i>Amaranthus lividus</i>	0	0	0
	<i>Ludwigia prostrata</i>	0	0	0
	<i>Chenopodium album</i>	0	0	0
	<i>Eclipta prostrata</i>	0	0	0
	<i>Rumex crispus</i>	1	0	0
	<i>Amaranthus retroflexus</i>	0	0	0
	<i>Abutilon theophrasti</i>	0	0	0
	<i>Siegesbeckia pubescens</i>	0	0	0
	<i>Aeschynomene indica</i>	0	0	0
	<i>Aneilerna keisak</i>	0	0	0
Sedge	<i>Cyperus microiria</i>	0	0	0

¹) 0 : None, 9 : Severely injured.

²) Days after treatment.

Table 2. Time-dependent herbicidal effects by early age foliar treatment of 2,000 $\mu\text{g mL}^{-1}$ chrysophanic acid.

Classification	Weeds	Time-dependent herbicidal effect (0-9 ¹)		
		13 DAT ²	17 DAT	24 DAT
Grasses	<i>Digitaria ciliaris</i>	7	9	8
	<i>Echinochloa oryzoides</i>	6	7	6
	<i>Setaria glauca</i>	6	8	7
	<i>Panicum bisulcatum</i>	6	8	7
Broad leaves	<i>Portulaca oleracea</i>	0	9	9
	<i>Amaranthus lividus</i>	6	9	8
	<i>Ludwigia prostrata</i>	0	9	9
	<i>Chenopodium album</i>	8	9	9
	<i>Eclipta prostrata</i>	7	9	9
	<i>Rumex crispus</i>	5	6	5
	<i>Amaranthus retroflexus</i>	8	9	9
	<i>Abutilon theophrasti</i>	6	7	5
	<i>Siegesbeckia pubescens</i>	5	9	8
	<i>Aeschynomene indica</i>	4	5	5
	<i>Aneilerna keisak</i>	7	9	3
Sedge	<i>Cyperus microiria</i>	3	3	4

¹) 0 : None, 9 : Severely injured.

²) Days after treatment.

Table 3. Herbicidal effects by middle age foliar treatment of high chrysophanic acid.

Classification	Weeds	6DAT(0-9 ¹)	
		15,000 $\mu\text{g mL}^{-1}$	30,000 $\mu\text{g mL}^{-1}$
Grasses	<i>Digitaria ciliaris</i>	5	7
	<i>Echinochloa oryzoides</i>	9	9
	<i>Setaria glauca</i>	7	7
	<i>Panicum bisulcatum</i>	7	8
Broad leaves	<i>Portulaca oleracea</i>	7	7
	<i>Amaranthus lividus</i>	7	8
	<i>Ludwigia prostrata</i>	8	8
	<i>Chenopodium album</i>	8	8
	<i>Eclipta prostrata</i>	8	9
	<i>Rumex crispus</i>	8	8
	<i>Amaranthus retroflexus</i>	6	7
	<i>Abutilon theophrasti</i>	8	9
	<i>Siegesbeckia pubescens</i>	9	9
	<i>Aeschynomene indica</i>	9	8
	<i>Aneilerna keisak</i>	9	9
Sedge	<i>Cyperus microiria</i>	6	6

¹)0 : None, 9 : Severely injured.

24일 후에는 유사하거나 다소 감소하는 경향을 보였다. 초종별 살초효과는 화본과 및 광엽잡초에는 대체로 효과적이거나 사초과잡초에 대해서는 다소 낮았다. 광엽잡초 중에 쇠비름이나 여뀌바늘의 경우 처리 13일까지 살초효과를 나타내지 않다가 17일 후에는 현저한 살초효과를 나타냈다.

중기 경엽처리 제초활성

Chrysophanic acid의 중기 경엽처리가 잡초 초종

별 살초효과에 미치는 영향을 조사한 결과, 처리 6일 후의 살초효과는 15,000 보다 30,000 $\mu\text{g mL}^{-1}$ 에서 우수한 것으로 나타났다. 이 결과로 보아 잡초생육 초기에는 2,000 $\mu\text{g mL}^{-1}$ 의 저농도에서도 높은 살초효과가 나타나지만 생육이 진전함에 따라 처리농도는 증가되어야 할 것으로 판단된다. 최 등(2010)도 chrysophanic acid는 처리시기, 처리농도, 초종에 따라 살초효과가 다르다고 하였는데, 토끼풀에서는 살초효과가 우수하나, 쑥에서는 다소 미흡한 것으로

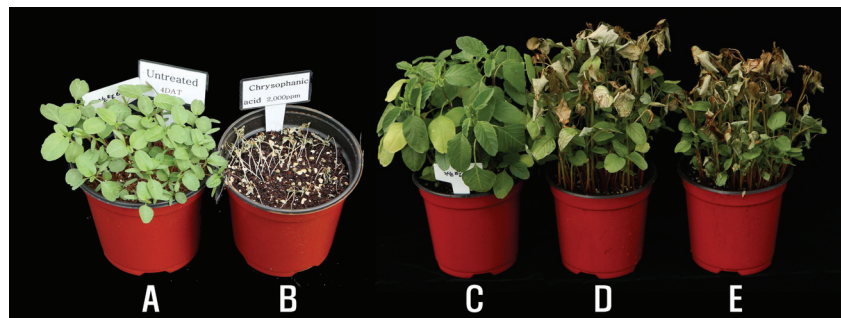


Fig. 1. Herbicidal activity of chrysophanic acid with 2,000, 15,000, 30,000 $\mu\text{g mL}^{-1}$ at early (A, B) and middle (C, D, E) post-emergence on *Amaranthus retroflexus* under greenhouse condition (A : control, B : 2,000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, C : control, D : 15,000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, E : 30,000 $\mu\text{g mL}^{-1}$). Photo were taken 3 and 4 days after application, respectively.

보고하였다.

요 약

Chrysophanic acid의 토양처리에 의한 살초효과는 없었으나, 경엽처리효과는 현저하였다. 잡초의 초기 경엽처리효과는 처리 17일 후의 살초효과가 가장 높았고, 처리 24일 후에는 그 효과가 유사하거나 다소 감소하는 경향이였다. 초종별 살초효과는 광엽과 화본과에서 높은 반면, 사초과 잡초에서 다소 낮은 것으로 나타났다. 초기 경엽처리시에는 $2,000\mu\text{g mL}^{-1}$, 중기 경엽처리에서는 $30,000\mu\text{g mL}^{-1}$ 처리시 살초효과가 우수하였다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 15대 어젠다과제 “화학농약 대체 기술”의 연구비(과제번호 PJ006820) 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

인 용 문 헌

강충길. 2010. 일본 저항성잡초의 발생현황과 관리대책 귀국보고서.
 농촌진흥청. 2010. 제초제 저항성잡초의 효율적인 관리 워크숍.
 김성문, 김희연, 황기환, 전익조. 2008. 긴병꽃풀 (*Glechoma hederacea*) 정유의 제조활성. 한국잡초학회지 28(2):152-160.
 김희연, 최해진, 유용만, 허수정, 임상현, 김진석, 김성문. 2003. 애기수영(*Rumex acetosella* L.)으로부터 새로운 살초활성물질 chrysophanic acid의 분리. 한국잡초학회지 23(4):301-309.
 박태선, 권오도, 김창석, 박재읍, 김길웅. 1999. 한국 수도답에서 sulfonylurea 제초제에 대한 물옥잠 출현. 한국잡초학회지(별) 19(2):71-73.

박태선, 이인용, 박재읍. 2003. 한국에서 제초제 저항성 잡초 발생현황과 대책. 한국잡초학회지 23(1): 1-10.
 최정섭, 장현우, 서보람, 황현진, 김재덕, 김진석, 전재철, 김성문. 2010. 천연물질 Chrysophanic Acid의 포장조건 제조 활성. 한국잡초학회지 30(4):429-436.
 Bainard, L. D., and M. B. Isman. 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.
 Bayer, E., K. H. Gugel, K. Hagele, H. Hagenmaier, S. Jessipow, W. A. König and H. Zahner. 1972. Stoffwechselproduct von Mikroorganismen 98. Mitteilung (1) Phosphinothricin und phosphinothrylalanin. Helvetica Chimica Acta. 55:224-239.
 Copping, L., and S. O. Duke. 2007. Review : Natural products that have been used commercially as crop protection agents. Pest Management Sci. 63:524-554.
 Duke, S. O., H. K. Abbas, T. Amagasa and T. Tanaka. 1996. Phytotoxins of microbial origin with potential for use as herbicides, in Copping LG (ed.), Crop Protection Agents from Nature : Natural Production and Analogues, Critical Reviews on Applied Chemistry, Vol. 35. Society for Chemical Industries, Cambridge, UK, pp. 82-113.
 Fukuda, M., Y. Tsujino, T. Fujimori, K. Wakabayashi and P. Böger. 2004. Phytotoxicity activity of middle-chain fatty acids I : effect on cell constituents. Pesticide Biochemistry and Physiol. 80:143-150.
 Lederer, B., T. Fujimori, Y. Tsujino, K. Wakabayashi and P. Böger. 2004. Phytotoxicity activity of middle-chain fatty acids II : peroxidation and membrane effects. Pesticide Biochemistry and

- Physiol. 80:151-156.
- Liu, D. L., and L. E. Christians. 1994. Isolation and identification of root-inhibiting compounds from corn gluten hydrolysate on *Lolium perenne*. Hore. Sci. 32:243-245.
- Malkomes, H. P. 2006. Microbiological-ecotoxicological soil investigations of two herbicidal fatty acid preparation used with high dosages in weed control. Umwelwissenschaften Schadstoff-Forschung. 18:13-20.
- Miller, T. W. 2003. Field testing of natural herbicides in the Pacific Northwest. Abstracts of Papers, 225th ACS National Meeting, New Orleans, LA, 2003 AGRO-064. American Chemical Society, Washington DC.
- Park, T. S., C. K. Kang, J. E. Park, B. I. Ku, H. K. Park, Sita Ram Ghimire, Y. D. Kim and J. K. Ko. 2009. Sulfonylurea-resistant biotype of *Scirpus planiculmis* in reclaimed paddy fields, Korea. Kor. J. Weed Sci. 29(2):159-166.
- Prisbylla, M. P., Onisko, B. C., Shribbs, J. M., Adams, D. O., Liu, Y., Ellis, M. K., Hawkes, T. R., and Mutter, L. C. 1993. The novel mechanism of action of the herbicidal triketones. Proc. Brighton Crop Prot. Conf.-Weeds 2:731-738.
- Quarles, W. 1999. Non-toxic weed control in the lawn and garden. Common Sense Pest Cont. Quarter Summer. pp. 4-14.
- Riches, C. R., J. C. Caseley, B. E. Valverde and V. M. Down. 1996. Resistance of *Echinochloa colona* to ACCase inhibiting herbicides. Proc. International Symposium on Weed and Crop Resistance to Herbicides. EWRS, Cordoba, Spain, pp. 14-16.
- Satoh, A., T. Murakami, H. Takebe, S. Imai and H. Seto. 1993. Industrial development of bialaphos, a herbicide from the metabolites of *Streptomyces hygroscopicus* SF 1293. Actinomycetologica. 7: 128-132.
- Schultz, A., O. Ort, P. Beyer and H. Kleing. 1993. SC-0051, a 2-benzoylcyclohexane-1,3-dione bleaching herbicide, is a potent inhibitor of the enzyme p-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase. FEBS Lett. 316:162-166.
- Secor, J. 1994. Inhibition of barnyardgrass 4-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase. Plant Physiol. 106:1429-1433.
- Webber, C., M. Harris, J. Sherefiler, M. Durnova and C. Christopher. 2005. Vinegar as a burndown herbicide. Proc. 24th Ann. Hortic. Indust. Show, Stillwater, Oklahoma, USA. pp. 168-172.
- Young, S. L. 2004. Natural product herbicides for control of annual vegetation along roadsides. Weed Tech. 18:580-587.