

## 마늘오일을 이용한 오이와 토마토 흰가루병 방제

서상태 · 이종섭\* · 박종한 · 한경숙 · 장한익  
원예연구소 원예환경과

### Control of Powdery Mildew by Garlic Oil in Cucumber and Tomato

Sang-Tae Seo, Jung-Sup Lee\*, Jong-Han Park, Kyoung-Suk Han and Han-Ik Jang

Dept. of Horticultural Environment, National Horticultural Research Institute,  
Rural Development Administration, Suwon 441-440, Korea

(Received on February 10, 2006)

The effectiveness of four plant oils (garlic, ginger, cinnamon and lemongrass) against a range of plant pathogenic organisms was tested *in vitro*. Of the four oils, two oils (garlic and cinnamon) showed relatively good antimicrobial activities. Activity of garlic oil was shown against the plant pathogenic bacteria *Agrobacterium tumefaciens*, *Erwinia carotovora*, *Ralstonia solanacearum*, *Xanthomonas campestris*, and the fungi *Phytophthora infestans*, *Fusarium oxysporum*, *Collectotricum* sp., whereas *Acidovorax avenae* and *Pythium* sp. showed the resistance towards garlic oil. Results from the planta bioassays under greenhouse conditions indicated that garlic oil significantly reduced the cucumber powdery mildew (*Sphaerotheca fusca*) and tomato powdery mildew (*Erysiphe cichoracearum*) showing control value 70.0-74.6% and 71.2%, respectively.

**Keywords :** Antimicrobial activity, Garlic oil, Powdery mildew

최근 농산물 생산은 친환경 및 유기농업으로 전환되는 추세이며, 소비자의 요구를 충족시키기 위해 고품질, 기능성, 안전성 등에 대한 연구의 필요성이 증대되고 있다. 또한, 많은 식물 병원미생물들이 기존 합성농약에 높은 저항성을 나타내고 있어, 이들에 대한 대체물질의 요구가 높아지고 있는 실정이다. 따라서, 농산물 안전성에 문제가 되지 않으며, 효과적인 식물 병원균 방제를 할 수 있는 천연물질, 주로 식품원료에서 향균물질을 찾고자 하는 연구가 활발히 이루어지고 있다(Alzoreky와 Nakahara, 2003; Lim과 Kim, 1997).

식물은 향균물질을 포함한 매우 다양한 유용성분을 함유하고 있는데, 그중 마늘(*Allium sativum* L.)이 대표적이다. 마늘은 백합과에 속하는 다년생 채소로서 많은 황화합물을 포함하고 있으며, 항세균작용, 항진균작용, 항바이러스작용, 항산화작용, 항암작용 등이 밝혀지면서 향신료 외 식품의 3차 기능인 생리조절 목적으로도 광범위하게 사용되고 있다(Lawson, 1996; Lim과 Kim, 1997; Tsai 등,

1985). 이러한 마늘의 향균작용은 allicin이란 물질에서 기인한다고 Cavallito 등(1944)이 보고하였다. Han 등(1995)은 allicin 1 mg의 향균효과는 페니실린 15 IU가 나타내는 향균효과와 같다고 보고하였다. 이러한 allicin의 향균작용은 주로 식품 미생물에 대하여 연구되고 있으며(Sivam 등, 1997), 식물 병원균에 대한 향균효과를 분석한 연구는 부족한 실정이다.

현재 흰가루병 방제는 주로 합성농약에 의존하고 있으며, 지속적인 농약 사용으로 저항성균이 출현하여 약효가 저하되고 있다(McGrath, 2001). 본 연구에서는 마늘을 포함한 4종류의 식물 오일을 이용하여 식물병원세균 및 진균에 대한 실내 향균효과를 조사하였고, 마늘 관련 제품 및 마늘오일의 오이흰가루병과 토마토흰가루병에 대한 포장 실험 결과를 보고한다.

### 재료 및 방법

**재료.** 본 실험에 사용한 마늘오일은 원예연구소 채소과로부터 마늘을 구입하여 제조하였고, 생강(*Zingiber officinale*) 오일, 계피(*Cinnamomum zeylanicum*) 오일, 레몬그라스(*Cymbopogon flexuosus*) 오일은 각각 New Directions

\*Corresponding author  
Phone)+82-31-290-6232, Fax)+82-31-295-9548  
E-mail)jslee@rda.go.kr

**Table 1.** Antimicrobial activity of plant oils against some plant pathogens

Test organism <sup>a</sup>	Concentration ( $\mu\text{l/ml}$ )							
	Garlic		Ginger		Cinnamon		Lemon-grass	
	100	10	100	10	100	10	100	10
<i>Acidovorax avenae</i> Avc1	0 <sup>b</sup>	0	0	0	9	0	0	0
<i>Agrobacterium tumefaciens</i> KACC 10298	33	11	0	0	38	0	0	0
<i>Erwinia carotovora</i> MAFF 301629	38	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ralstonia solanacearum</i> R4	42	13	25	0	40	0	12	0
<i>Xanthomonas campestris</i> Xc1	39	14	0	0	25	0	13	0
<i>Fusarium oxysporum</i> F1	37	23	0	0	19	0	10	0
<i>Phytophthora infestans</i> P6	43	25	13	0	24	0	14	0
<i>Collectotricum</i> sp. C3	39	25	0	0	15	0	0	0
<i>Pythium</i> sp. P1	0	0	0	0	17	0	35	18

<sup>a</sup>KACC, Korean Agricultural Culture Collection; MAFF, Ministry of Agriculture, Forestry, and Fisheries Genebank, Japan.

<sup>b</sup>Zone of inhibition is expressed in mm.

(ND)사의 제품을 구입하여 이용하였다. 마늘 착즙액을 이용한 제품인 Garlic barrier AG+(Garlic Research Lab, USA)와 Garlic GP All Natural(Garlic GP, USA)도 구입하여 4°C에 냉장보관하면서 사용하였다.

**사용균주 및 배지.** 식물 추출 오일의 실내 항균효과를 측정하기 위하여 사용된 세균 및 진균은 Table 1과 같다. 세균의 배양은 YPDA 배지(yeast extract 3 g, peptone 0.6 g, dextrose 3 g, agar 15 g/l l, pH7.2)에서 진균은 PDA 배지에서 배양하여 이용하였다.

**마늘오일의 제조.** 마늘 오일의 제조는 생마늘 300 g을 박피하여 멸균수 600 ml를 가한 후 blender를 이용하여 2분간 마쇄하였다. 마쇄된 마늘액은 Nikerson형의 연속 증기 증류장치의 시료 용기에 넣고, 추출 용매 petroleum ether와 dichloromethane 혼합 용액(2:1, v/v) 100 ml를 추출 용기에 가한 다음 시료가 끓은 후 2시간 동안 추출하였다. 추출액은 회전 증발기(rotary evaporator N-1000, Eyela, Japan)를 이용하여 농축물을 얻었다.

**실내 항균력 측정.** 마늘, 계피, 생강, 레몬그라스 오일의 항균효과는 5종의 세균과 4종의 진균에 대하여 고체 배지 확산법(agar diffusion method)를 이용하여 측정하였다(Davidson and Parish, 1989). 세균은 YPDA배지에서 자란 균을 0.5% water agar에 균수가  $10^7$ - $10^8$  CFU/ml가 되도록 조절하여 접종원으로 사용하였고, 진균은 PDA배지에서 자란 균사를 멸균된 칼로 마쇄하여 0.5% water agar에 일정한 농도가 되도록 조절한 후 접종원으로 사용하였다. 기초배지(YPDA 또는 PDA) 위에 접종원이 들어있는 water agar를 분주하고 30분간 clean bench상에 응고시킨 후 멸균된 paper disc(Advantec 8 mm filter paper, Toyo Roshi Kaisha, Japan)를 밀착시켜 올려놓은 후, 각각의 오일을 serial dilution하여 10배 희석액과 100배 희석

액을 20  $\mu\text{l}$ 씩 흡수시켜 25°C에서 48시간 동안 배양하여, 그 주위에 나타난 clearing zone의 직경을 측정하였다.

**흰가루병 방제효과.** 포장에서 마늘 오일과 마늘 관련 제품의 오이 흰가루병원균(*Sphaerotheca fusca*)과 토마토 흰가루병(*Erysiphe cichoracearum*)에 대한 방제효과를 조사하였다. 마늘 오일 1 ml을 0.03%의 Triton X-100(Sigma)에 현탁시킨 후 증류수를 가하여 최종 1 l를 만들었고, 마늘 관련 제품은 50배로 희석하여서 비닐하우스의 오이와 토마토에 흰가루병이 초기 발생하였을 때 잎이 충분히 젖도록 7일 간격으로 2회(2005년 7월 1일, 8일) 또는 3회(2005년 9월 6일, 14일, 23일) 살포하였다. 대조약제로는 사프롤유제를 사용하였으며, 방제효과는 발병도로 조사하였다.

## 결과 및 고찰

최근 식물병 방제에 관한 연구는 유기합성 농약을 이용한 방제에서 친환경적 자재를 이용한 방제로 전환되고 있는 실정이다. 식물 추출물과 오일은 다양한 목적, 특히 항균력을 이용한 식품보존제, 치료제 등으로 수천년간 이용되어져 오고 있다(Jones, 1996). 따라서, 우리는 항균활성이 알려져 있는 식물 추출물을 이용하여 식물병원균에 대한 실내 실험과 포장 실험을 실시하여 친환경 방제제로서의 이용 가능성을 조사하였다. 4종류의 식물 추출 오일(마늘, 생강, 계피, 레몬그라스)의 식물병원세균 5종, 식물병원진균 4종에 대한 실내 항균효과는 Table 1과 같았다. 4종의 식물 오일은 대부분의 세균과 진균에 대해 항균효과를 나타내었고, 그중 마늘오일과 계피오일이 높은 항균력을 나타내었다. 특히, 마늘오일은 낮은 농도에서도 비교적 강한 항균효과를 나타내었다(Table 1). 그러나, 마늘오일은 9종의 식물병원균중 수박에서 분리한 *Acidovorax*

*avenae* 세균과 장미에서 분리한 *Pythium* sp.에 대해서는 항균력을 나타내지 못하였다. 저항성균인 *A. avenae*의 방제를 위해선 새로운 친환경물질의 탐색이 필요하다고 생각된다. 그러나, 마늘오일에 대해 강한 저항성을 보인 *Pythium* sp.에 대해서는 특이적으로 레몬그라스오일이 강한 항균력을 보여주어 환경친화적 방제에 이용될 수 있을 것으로 사료된다.

마늘 추출물의 오이 흰가루병원균(*S. fusca*)에 대한 방제효과를 관찰하기 위해 원예연구소 포장 비닐하우스에서 2005년 7월과 9월, 2차례에 걸쳐 실험한 결과, 2종류의 마늘오일(직접 제조, New Directions사로 부터 구입)의 방제효과가 70% 이상으로 높게 나타났다(Table 2, 3). 그러나, 마늘 추출액을 이용한 2 제품(Garlic barrier, Garlic GP)는 각각 37.0%와 38.9%의 낮은 방제효과를 나타내었다(Table 3). 토마토 흰가루병(*E. cichoracearum*)에 대한 마늘오일의 방제효과는 71.2%로 높게 나타났다(Table 4, 2005년 7월 실험). 토마토 흰가루병의 피해는 시설 재배에서 점차 늘어나고 있는 추세에 있으나, 아직 등록 고시된 약제가 없는 실정이다. 따라서, 이번 실험에서 보여준

마늘오일을 이용한 환경친화적 방제는 의미가 있다고 할 수 있을 것이다. Curtis 등(2004)은 마늘 착즙액을 살포할 경우 전신획득저항성(systemic acquired resistance)에 의한 방제효과보다는 마늘 성분이 병원균에 직접적으로 작용한다고 보고하였다. 이번 실험에서도 마늘 착즙액을 장미 흰가루병원균(*S. pannosa*)에 처리한 후 주사전자현미경으로 관찰한 결과 흰가루병 포자의 형태가 제대로 유지되지 못하고 결국 죽는 것을 관찰할 수 있었다(결과 미제시). 그러나, 마늘오일을 장미 흰가루병에 처리한 경우 방제효과가 낮게 나타나 오이, 토마토 이외의 흰가루병 적용에는 더 많은 연구가 수행되어야 한다고 사료된다.

현재 흰가루병은 내성균의 출현으로 방제효과 낮아지고 있는데(McGrath, 2001), 마늘오일은 항생제 내성균에 대해서도 우수한 실내 항균력을 보여주어(Tsao와 Yin, 2001) 국내 연작재배지에서의 방제효과를 높일 수 있을 것으로 사료된다. 또한, Seo 등(2004)은 마늘 착즙액을 습도가 높은 조건에서 처리했을 경우 오이잎에 부생균이 발생하는 약해를 보인다고 보고하였지만, 이번 마늘오일의 경우 오이와 토마토에서 어떤 경시적인 변화도 관찰 할

**Table 2.** Effect of garlic oil on control of cucumber powdery mildew in greenhouse

Treatment	Degree of disease incidence				Control value (%)
	1st	2nd	3rd	Av.	
Garlic oil (1 ml/l l)	20.7	8.9	19.2	16.3c <sup>a</sup>	74.6
Fenarimol (0.25 m/l l)	25.0	28.8	26.1	26.6b	58.6
Control	65.0	59.0	68.7	64.2a	-

<sup>a</sup>Mean separation by DMRT at 5% level.

**Table 3.** Effect of garlic extracts and garlic oil on control of cucumber powdery mildew in greenhouse

Treatment	Degree of disease incidence				Control value (%)
	1st	2nd	3rd	Av.	
Garlic oil ND (1 m/l l l)	15.4	10.2	19.5	15.0c <sup>a</sup>	73.2
Garlic Barrier (50 m/l l l)	30.7	41.7	33.5	35.3b	37.0
Garlic GP (50 m/l l l)	26.9	36.6	39.1	34.2b	38.9
Garlic oil (1 m/l l l)	20.5	9.8	20.2	16.8c	70.0
Fenarimol (0.25 m/l l l)	16.3	10.5	18.5	15.1c	73.0
Control	55.4	50.6	62.1	56.0a	-

<sup>a</sup>Mean separation by DMRT at 5% level.

**Table 4.** Effect of garlic oil on control of tomato powdery mildew in greenhouse

Treatment	Degree of disease incidence				Control value (%)
	1st	2nd	3rd	Av.	
Garlic oil (1ml/l l)	10.8	15.1	9.1	11.7a <sup>a</sup>	71.2
Fenarimol (0.25m/l l l)	12.0	18.8	6.3	12.4a	69.5
Control	40.2	39.1	42.5	40.6b	-

<sup>a</sup>Mean separation by DMRT at 5% level.

수 없었다. 이번 실험의 중요한 결과는 마늘오일을 식물병 방제에 이용함으로써 새로운 친환경물질로써의 이용 가능성을 제시했다는 점이다.

## 감사의 말씀

본 연구는 농촌진흥청 국책과제 연구비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## 요 약

4종류의 식물 추출 오일(마늘, 생강, 계피, 레몬그라스)에 대한 실내 항균효과를 5종의 식물병원세균과 4종의 식물병원진균에 대해 조사하였다. 4종의 오일중 마늘오일과 계피오일의 항균효과가 우수하였다. 특히, 마늘오일은 식물병원세균인 *Agrobacterium tumefaciens*, *Erwinia carotovora*, *Ralstonia solanacearum*, *Xanthomonas campestris*와 식물병원진균인 *Phytophthora infestans*, *Fusarium oxysporum*, *Collectotricum* sp.에 대해 강한 항균력을 나타내었다. 그러나, *Acidovorax avenae*와 *Pythium* sp.에 대해서는 항균효과가 없었다. 마늘오일의 오이 흰가루병(*Sphaerotheca fusca*)과 토마토 흰가루병(*Erysiphe cichoracearum*)에 대한 포장 방제효과 실험결과 각각 70.0-74.6%와 71.2%의 방제가를 나타내었다.

## 참고문헌

- Alzoreky, N. S. and Nakahara, K. 2003. Antibacterial activity of extracts from some edible plants commonly consumed in Asia. *Int. J. Food Microbiol.* 80: 223-230.
- Cavallito, C. J., Buck, J. S. and Suter, C. M. 1994. Allicin, the antibacterial principle of *Allium sativum*. Determination of the chemical structure. *J. Am. Chem. Soc.* 66: 1952-1956.
- Curtis, H., Noll, U., Stormann, J. and Slusarenko, A. J. 2004. Broad-spectrum activity of the volatile phytoanticipin allicin in extracts of garlic (*Allium sativum* L.) against plant pathogenic bacteria, fungi and oomycetes. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 65: 79-89.
- Davidson, P.M. and Parish, M.E. 1989. Methods for testing the efficacy of food antimicrobials. *Food Technol.* 43: 148-155.
- Han, J., Lawson, L., Han, G. and Han, P. 1995. A spectrophotometric method for quantitative determination of allicin and total garlic thiosulfinates. *Ann. Biochem.* 225: 157-160.
- Jones, F. A. 1996. Herbs-useful plants. Their role in history and today. *Eur. J. Gastroenterol. Hepatol.* 8: 1227-1231
- Lawson, L. D. 1996. Garlic: a review of its medicinal effects and indicated active compounds. In: *Phytomedicines of Europe: Their chemistry and biological activity*, pp. 176-209, ed by L. D. Lawson and R. Bauer. Washington DC, USA.
- Lim, S. W. and Kim, T. H. 1997. Physiological activity of alliin and ethanol extract from Korean garlic (*Allium sativum* L.). *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 348-354.
- McGrath, M. T. 2001. Fungicide resistance in cucurbit powdery mildew: experience and challenges. *Plant Dis.* 85: 236-245.
- Seo, S. T., Lee, J. S., Park, J. H., Han, K. S. and Jang, H. I. 2004. Inhibitory effect of garlic extracts on some plant pathogens. *Res. Plant Dis.* 10: 349-352.
- Siyam, G. P., Lampe, J. W., Ulness, B., Swanzy, S. R. and Potter, J. D. 1997. *Helicobacter pylori* in vitro susceptibility to garlic (*Allium sativum*) extract. *Nutri. Cancerol.* 27: 118-121.
- Tsai, Y., Cole, L. L., Davis, L. E., Lockwood, S. J., Simmons, V. and Wild, G. C. 1985. Antiviral properties of garlic: in vitro effects on influenza B, herpes simplex and coxsackie viruses. *Planta Med.* 5: 460-461.
- Tsao, S. M. and Yin, M. C. 2001. In vitro activity of garlic oil and four diallyl sulphides against antibiotic-resistant *Pseudomonas aeruginosa* and *Klebsiella pneumoniae*. *J. Antimicro. Chem.* 47: 665-670.