

## 정유를 이용한 환경친화적 수삼 저장병 방제

김중배 · 김남규<sup>1</sup> · 임진하<sup>2</sup> · 김선익<sup>3</sup> · 김현호<sup>3</sup> · 송정영<sup>2</sup> · 김흥기<sup>2\*</sup>

국립식물검역원, <sup>1</sup>(주)경농, <sup>2</sup>충남대학교 농생물학과, <sup>3</sup>충남농업기술원 금산인삼약초시험장

## Environment Friendly Control of Gray Mold, a Ginseng Storage Disease Using Essential Oils

Jung Bae Kim, Nam Kyu Kim<sup>1</sup>, Jin Ha Lim<sup>2</sup>, Sun Ick Kim<sup>3</sup>, Hyun Ho Kim<sup>3</sup>, Jeong Young Song<sup>2</sup> and Hong Gi Kim<sup>2\*</sup>

National Plant Quarantine Service, Incheon 400-722, Korea

<sup>1</sup>Kyung Nong Co., Ltd., Gyungju 780-110, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Agricultural Biology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

<sup>3</sup>Geumsan Ginseng & Medicinal Crop Experiment Station, Geumsan 312-831, Korea

(Received on August 20, 2009; Accepted on November 10, 2009)

The objective of this study was to find an environment friendly method of ginseng storage disease control using a natural plant extract. Essential oil was evaluated in terms of its antifungal ability against a variety of ginseng storage pathogens, and a variety of essential oils was conducted in order to assess the possibility of applying them as a component of a disease control strategy. Direct treatment with essential oil was demonstrated to exert a ginseng storage control effect. Methyl eugenol and thymol were shown to exert a mycelial growth inhibition effect of 80% on PDA media, using a paper disc containing 200 ppm of essential oil against *Botrytis cinerea*. The application of direct methyl eugenol treatment to ginseng resulted in a profound control effect. Both spray and dipping treatment of each methyl eugenol as well as thymol, evidenced a disease development of 10-20% as compared with the over 80% observed from all non-treated packages. Methyl eugenol in the large packages resulted in a disease index of 0.60 in the two essential oil treatments and also a small diseased area, as compared with the disease index of 1.65 and the wide diseased area observed in the non-treatment groups. Treatment with a mixture (methyl eugenol + thymol) in the synergistic effect test resulted in a relatively wide diseased area, as no discernable synergistic effect was detected. Methyl eugenol and thymol can be utilized as control agents in an environmentally friendly ginseng storage treatment, owing to the avirulent and clear effects detected in this study. In particular, ginseng must be ingested when fresh, and this is why a product for the control of ginseng storage diseases is so necessary.

**Keywords :** *Botrytis cinerea*, Essential oil, Ginseng, Methyl eugenol, Storage disease

인삼은 건삼, 홍삼, 수삼 등으로 유통 판매되고 있으나 최근 국내에 저질의 중국산 백삼류가 국내로 유입되어 불법으로 대량 유통되기 시작하면서, 우리나라 소비자들의 건삼제품에 대한 신뢰도가 크게 낮아지고 있다. 이에 따라 신선하고 믿을 수 있는 수삼의 소비량이 점점 증가하는 추세이다. 그러나 저장 중인 수삼은 각종 저장병이 발

생하여 전체 저장량의 10~30% 정도가 폐기처분되고 있으며, 특히 대형 할인마트와 시장에서 유통되는 수삼은 저온가습시설이 되어있는 판매대에서 조차 3~5일이면 잿빛곰팡이(*Botrytis cinerea*) 등이 발생하여 판매가 불가능하므로 새로운 수삼으로 교체해야 하는 실정이다.

수삼의 선호도가 과거 어느 때보다 높아지고 있음에도 불구하고, 이런 낮은 저장성은 수삼의 안정적인 유통 및 상품화를 어렵게 만들고 있다. 또한, 수삼의 유통시 문제점은 저장 중 온도관리가 부적절하여 부패하는 경우가 있으며 특히 저장한 수삼을 유통하고자 할 때 저온유통체

\*Corresponding author

Phone) +82-42-821-5768, Fax) +82-42-823-8679

Email) hgkim@cnu.ac.kr

계가 구축되어 있지 못하여 상온에서 판매함으로써 판매 기간 중 부패하는 경우가 흔하다. 이는 잿빛곰팡이병균이 전년도에 침입하여 뇌두부위 줄기에 잠복하고 있다가 해 동시기부터 줄기와 이어지는 뇌두부위부터 병을 발생시키는 것으로 보이며 실제로도 수삼 채굴 후 저온저장 중 이거나 판매시 뇌두부터 부패되며 병원균이 발생하면서 부패하게 된다(김 등, 2005).

*Botrytis cinerea*는 생육적온이 낮아 저온 저장시 다른 미생물에 비해 상대적으로 우점하는 경향을 보이므로 수삼의 저온 창고나 소매상의 저온가습시설에서 가장 피해가 심하며 인삼의 저장병 중 약 90% 이상이 *B. cinerea*에 의한 병으로 밝혀져 있다(김 등, 2005).

국내에서 수집할 수 있는 수삼 수확 후 관리 관련 자료는 매우 제한적이고 저장 중 병해 방제에 관한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 생식이나 약용으로 즉시 섭취하는 수삼의 특성을 고려할 때, 현실적으로 저장병을 일으키는 *B. cinerea*를 저장 및 유통과정에서 방제하기 위해 화학농약은 거의 사용할 수 없으므로, 인체에 무해한 미생물 제제나, 환경친화적 천연물을 이용하는 것이 바람직하다.

최근 식물 유래의 천연물로 식물병을 방제하려는 시도가 국내외적으로 이루어지고 있다. 그 중 식물의 표피나 엽육 조직에서 분화된 세포의 특정공간에 저장되어 있는 저비점의 기름성 물질로 공기 중에 쉽게 휘산되어 인간의 후각을 통해 인지될 수 있는 저분자량의 액상 혼합체(Evans, 1998; 송 등, 1998) 물질인 정유(essential oil) 성분은 고대로부터 음식의 부패를 막기 위한 향신료로 사용되었을 뿐 아니라, 인간의 심신 건강을 위한 향기요법이나 인체에 무해한 천연 살균제로 사용될 정도로 안전성이 뛰어나다. 또한, 정유성분은 일반 화학농약과 달리 균이 약제 내성을 일으키는 것이 불가능하다고 알려져 있어 이미 식품이나 의학 분야에서는 효과적인 살균제로 사용되기도 한다(Kim 등, 1995, Nostro 등, 2004, Ultee 등, 2002).

이와 같이 뛰어난 항균활성을 인정받아 오래 전부터 식품 보존제로서 사용된 정유는 친환경 농산물을 선호하는 소비자의 경향과 친환경적인 천연물농약의 개발이라는 시대적 소명아래 식물병 방제를 위한 기초 연구가 이루어지고 있다(Antonov 등, 1997, Daferera 등, 2003, Ranasinghe 등, 2002, Wilson 등, 1997). 특히 그동안 국내 농가 포장에서 식물병 방제를 위한 정유의 직접적인 적용 사례가 거의 없었으나, 최근 김(2005)이 딸기 잿빛곰팡이병 방제를 위해, Ji 등(2005)은 토마토 세균성 시들음병을 방제하기 위하여 정유를 최초로 사용한 바 있다.

본 연구에서는 수삼이 생식 및 약용으로 주로 사용되는 특성상 저장시 화학농약은 사용할 수 없는 현실을 고려하여 다양한 천연재료 중 일부의 식물 정유성분이 수삼의 *B. cinerea* 방제에 효과적임이 확인되었다. 따라서 이를 이용하여 소비자에게 해가 없으면서도 재배농민과 유통업자에게 실질적으로 도움을 줄 수 있는 환경친화적인 수삼 저장병 방제방법을 개발하고자 하였다.

## 재료 및 방법

**저장 병원균의 분리 및 동정.** 수삼을 저장하는 동안 가장 많이 발생하여 큰 피해를 주는 잿빛곰팡이병 병징이 나타난 인삼 뿌리를 1 cm×1 cm로 잘라 1% NaOCl로 표면소독을 한 후에 습실처리하고 PDA 배지 상에서 단포자분리하였다. 각종 배양적 성질과 형태적 특징을 이용해 잿빛곰팡이병균을 1차 동정하고, 송 등(2008)이 개발한 중 특이적 primer인 BTF1/BTR1을 사용하여 *Botrytis cinerea*임을 재확인하였다.

시험에 사용한 carvacrol, methyl eugenol 및 thymol은 SIGMA-ALDRICH사의 제품(Sigma Aldrich Co., USA)을 이용하였으며 또한 사용액은 정유의 특성을 고려하여 정유:Tween 20:EtOH를 각각 1:3:6(v:v:v)의 비율로 혼합하여 사용하였다.

**공시 수삼.** 충남 금산읍에 위치한 금산수삼센터에서 세차레에 걸쳐 수삼을 실험 때마다 구입하여 발병률 조사에 사용하였다.

**정유의 항균활성능 검정.** PDA 배지에서 자란 *Botrytis cinerea*의 균사선단부를 직경 5 mm cork borer로 잘라내 새로운 PDA배지에 접종한 후 25°C 항온기에서 하루 배양하고, 한천배지확산법을 활용하여 carvacrol, methyl eugenol, thymol을 paper disk에 각각 100 ppm, 200 ppm, 500 ppm 농도로 조정된 것을 100 μl씩 점적하여 3 cm 간격을 두고 균을 대치배양하였다. 이를 항온기에서 4일 배양한 다음 저지원의 크기로 균의 생육억제정도를 조사하였다. 실험은 3반복 이상으로 실시되었다.

**수삼에의 적용.** 인삼 저장병의 90% 이상이 *Botrytis cinerea*에 의한 것으로 밝혀져 있기 때문에(김 등, 2005) 수삼에의 직접 적용은 가장 큰 문제가 되고 있는 *B. cinerea*를 중심으로 실험을 수행하였다. *in vitro* 검정을 통해 항균효과가 밝혀진 methyl eugenol과 thymol의 유통, 저장 및 판매과정에서 *B. cinerea*에 의한 수삼 저장병 방제효과를 검정하기 위해 다음과 같은 실험을 수행하였다.

백화점과 각종 소매상 등에서 판매되는 수삼 포장재 규격과 비슷한 크기의 스티로폼 포장재로 소포장(100 g)과

중포장(300 g)에서의 저장병 방제효과를 검정하였고, 두 정유 성분의 혼용 시 방제 상승 효과 여부를 분석하였다. 이 때 스티로폼 용기의 바닥에 이끼를 고르게 깔고 수삼을 올려 놓음으로써 포장재 내의 습도를 유지하였다. 또한 종이박스 재질의 대포장재에 2 kg의 수삼을 담아 대량유통과정과 비슷한 조건인 실온에서 약제의 효과를 검정하였으며 각 실험은 3반복으로 수행하였다.

약제의 사용 농도는 모두 군사 생장 억제 효과가 좋았던 200 ppm으로 하였고, 각각 분무와 침지(3분) 처리 후 바로 랩으로 밀봉하고 실온과 저온(4°C)에서 각각 보관하였다. 실온은 2주간, 저온은 2주 또는 4주간 보관하여 방제 결과를 확인하였다.

Methyl eugenol과 thymol의 병원균 억제효과는 차이가 있어서 둘 모두 직접접촉에 의한 병원균 억제효과는 크지만, 휘발에 의한 효과는 thymol이 methyl eugenol보다 크다(김, 2005). 따라서 항균활성이 높다고 평가된 methyl eugenol과 thymol을 혼합했을 때의 상승효과를 검정하기 위해, 200 ppm의 혼합제(methyl eugenol 100 ppm+thymol 100 ppm)를 새로이 제조하여 그 효과를 검정하였다. 한편, 약제가 처리된 수삼은 3분간 실온에서 습기를 제거한 다음, 각각을 30×30×30 cm 크기의 종이박스에 담고 잘 밀봉한 후 상온에 저장하였다.

각 정유의 수삼 저장병 억제효과는 이병주율과, 발병면적률에 기초한 발병지수로 측정하였으며 수삼의 수가 적은 일부 소포장 처리구는 육안으로 발병면적률을 조사하였다.

## 결 과

**정유의 항균활성.** 대치배양을 통한 항균활성 검정에서 carvacrol은 효과가 비교적 낮았으나 methyl eugenol과 thymol에서는 만족할만한 항균활성을 확인할 수 있었다. 농도에 따른 활성비교에서, 100 ppm에서는 비교적 낮은 균 생육억제율을 보였지만, 200 ppm, 500 ppm에서는 carvacrol을 제외한 thymol과 methyl eugenol에서 80% 이상의 군사 생육억제율을 나타냈다(Fig. 1). Carvacrol의 경우 고농도로 처리한 때에도 그 효과가 만족할만한 수준으로 나타나지 않아 차후 실험에서는 제외시키기로 했다.

수삼을 100 g 단위로 포장한 소포장 실험에서 상온에 2주간 보관한 후 발병정도를 확인한 결과 무처리구가 80~100%의 발병면적률을 보일 때 200 ppm의 methyl eugenol은 평균 15%의 발병률을 보였으며, thymol은 약 20%가 발병되었다.

저온저장의 경우, 무처리구가 약 60%가 발병되었고 methyl eugenol과 thymol은 상온저장때와 비슷하여, 발병

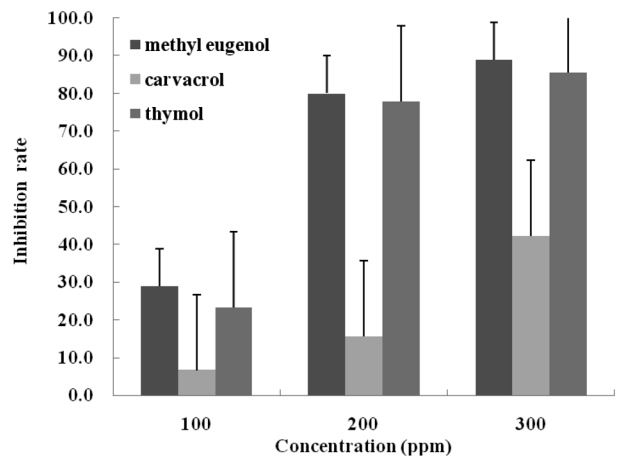


Fig. 1. Inhibition of *Botrytis cinerea* grown on PDA using a paper disc containing each essential oil.

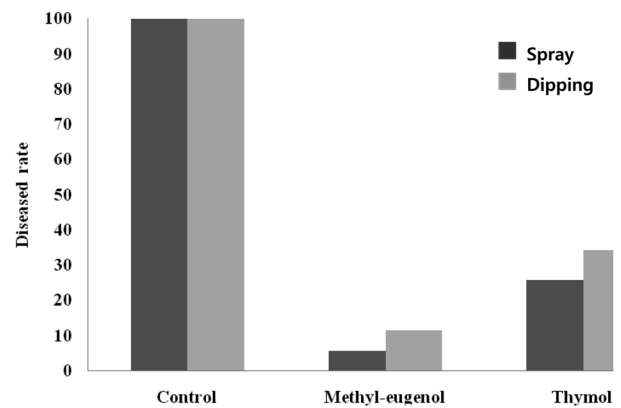


Fig. 2. Comparison of control effect against *Botrytis cinerea* between methyl eugenol and thymol on four year-old ginseng roots in medium size package stored at room temperature after two weeks of treatment.

면적으로 볼 때 무처리구가 훨씬 넓은 면적이 감염된 반면, 처리구는 발병면적이 그보다 훨씬 좁았다(data not shown).

수삼을 300 g씩 정량하여 실험한 중포장구에서는, 2주간 상온저장 시 무처리구가 100%에 가까운 발병주율을 보인데 반해 methyl eugenol 처리구에서는 10% 내외, thymol 처리구에서는 30% 정도의 발병주율을 보였다. 그러나 처리간에는 약간의 차이가 있어 분무처리가 침지보다 병 방제효과가 좀 더 좋았다(Fig. 2).

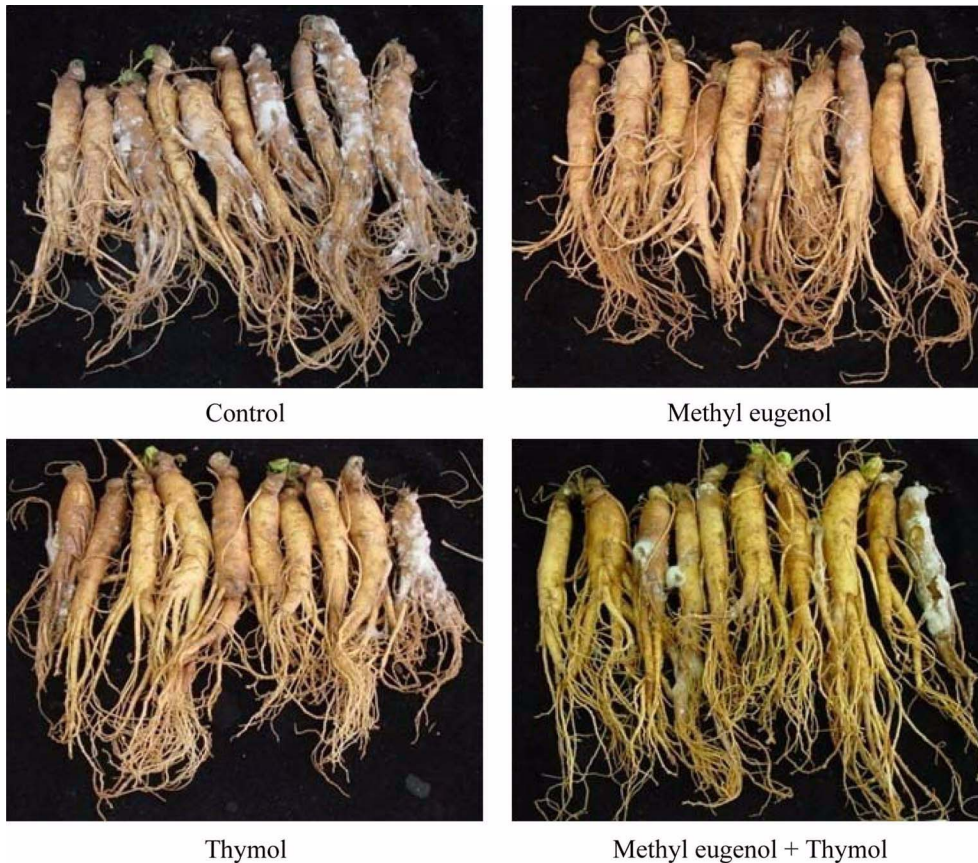
소·중포장에서 뛰어난 효과를 보였던 methyl eugenol의 효과를 다량의 수삼에 대한 적용가능성을 밝히기 위하여 대포장으로 실험을 수행하였다. 선행연구에서 실온저장과 저온저장의 결과에 차이가 없었기 때문에 본 실험은 실온에서만 실시하였다.

2 kg씩 포장된 대포장의 실험결과는 무처리구가 75%이

**Table 1.** Disease index of ginseng roots treated by spray of methyl eugenol 200 ppm after two weeks stored at room temperature

Root number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Ave.	
Control	-	-	-	-	-	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	<b>1.65</b>
Methyl eugenol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	2	3	3	3	<b>0.60</b>

-: no symptom, 1: diseased area under 20%, 2: 20-50%, 3: over 50%.



**Fig. 3.** Synergistic control effect test of methyl eugenol (200 ppm), thymol (200 ppm) and a mixture with methyl eugenol(100ppm) and thymol (100 ppm) after two weeks of spray treatment stored at room temperature.

상의 발병주율에 발병지수 1.65를 보인 반면, methyl eugenol 은 발병주율도 낮고 특히 발병지수가 0.60으로 나타나 뛰어난 방제효과를 보였다(Table 1).

**Methyl eugenol과 thymol의 상승효과 검증.** 앞선 실험에서 분무와 침지에 의한 처리효과는 큰 차이를 보이지 않았기 때문에, 이후의 실험은 분무로 일괄처리하였다. 또, 저온시설에서의 장기저장의 경우보다 유통과정(상온)에서의 저장병 발생률이 극히 높으므로, 실온상태에 중점을 둔 약제 적용실험을 수행한 결과 무처리구에서는 거의 모든 수삼에 발병되었고 개체별 발병면적도 넓었던 반면, methyl eugenol과 thymol 모두 20%~25%의 발병주율을 보였으나 병반면적은 methyl eugenol의 경우가 현저히 좁았다(Fig. 3). 한편 혼합제제(methyl eugenol+thymol)의

처리하는 methyl eugenol이나 thymol 단독처리와 비슷하여 혼합에 의한 큰 상승효과는 확인할 수 없었다.

## 고 찰

수삼은 생식 및 약용으로 주로 사용하는 특성상 화학농약은 사용할 수 없는 현실을 고려하여 화학농약을 대체할 수 있도록 먼저 정유성분의 저장병 방제 효과를 비롯한 각종 특성을 파악하고자 하였다. 그리고 저온(4°C) 및 실온에서 수삼에 직접 적용하여 그 효과를 입증하고 나아가 저장 및 유통현장에서 저장기간을 연장하고 수삼을 고품질화하며 소비자에게 해가 없으면서도 인삼재배 농민과 유통업자들에게 실질적 도움을 줄 수 있는 환경

친화적인 방제방법을 개발하고자 하였다. 정유는 고대로부터 음식의 부패를 막기 위한 향신료로 사용되었다는 기록이 많이 남아 있다. 이것은 오래 전부터 정유의 광범위한 항균활성효과가 인지되어 활용되어왔다는 것을 말해준다(Alzoreky and Nakahara, 2002; Isman, 2000; Kim 등, 1995; Packiyasothy and Kyle, 2002; Ranasinghe 등, 2002). 1977년에 정유와 그 유도체들의 항균활성실험을 통해 정유와 그 유도체 중 60% 정도는 균류를 억제하고, 30% 정도는 세균을 억제한다고 밝혀졌다(Chaurasia and Vyas, 1977).

수삼의 이용 특성과 저장병 발생의 심각성을 고려할 때 화학농약이 아닌 식용가능한 천연물질을 활용한 저장병 방제방법의 개발은 절대적으로 필요한 실정이다.

수삼의 저장 시 가장 큰 피해를 주는 *Botrytis cinerea*의 경우 methyl eugenol 처리에 의한 한천배지확산법에 의해 500 ppm의 농도에서 84%의 생육억제율을 보였는데 (Fig. 1) 정유성분은 병원균들에게 뛰어난 항균능력을 가지고 있다(Kim 등, 1995; Packiyasothy and Kyle, 2002). Methyl eugenol의 이러한 능력은 휘발에 의한 효과보다는 직접 분무나 침지 시에 더 뛰어난 능력을 발휘하기 때문에 휘발에 의한 저장병 방제보다는 직접 처리하는 방법에 의한 저장병 방제방법을 연구하는 것이 더 유용하리라고 판단된다.

직접 처리하는 방법 중 가장 대표적으로 많이 사용하는 방법인 분무법과 침지법을 이용해 실제 수삼뿌리에 대한 방제효과를 검정하고자 대형마트 등에서 판매하는 것과 같은 방식으로 포장하여 *in vitro* 실험에서 뛰어난 효과를 나타내었던 methyl eugenol과 thymol을 이용해 실험했을때도 큰 방제효과를 보인것은 methyl eugenol이어서 그 효과를 가늠할 수 있었다.

중포장 분석결과는 2주간 상온저장 시 무처리구가 100%에 가까운 발병주율을 보일 때 methyl eugenol이 10% 내외의 발병주율을 나타내었고, thymol은 20% 정도의 발병주율을 보였고(Fig. 2) 대포장 단위로 실온에 2주간 두었음에도 중포장과 마찬가지로 아주 낮게 발병된 사실(Table 1)은 추후 수삼의 대표적 문제점 가운데 하나인 저장기간 연장에도 크게 기여할 수 있음을 의미한다 하겠다.

Methyl eugenol은 다른 3가지 정유 처리구와 마찬가지로 *B. cinerea* 균사 선단부 및 균사 곳곳에 큰 손상을 입혔으며 세포질도 유출시켰다(김, 2005). 이러한 세포질 유출 현상은 *Trichophyton mentagrophytes*의 경우(Park 등, 2009)와 같이 정유에 의해 *B. cinerea* 균사의 세포벽이나 세포막이 손상되었기 때문인 것으로 보인다.

이처럼 methyl eugenol과 thymol은 포장크기, 저장온도, 처리방법에 상관없이 저장기간을 최소 2주 이상 한 달 가까이 연장이 가능했다. 이와같은 저장기간의 연장은 고가 상품인 인삼의 판매와 수출 및 유통 관계자에게 매우 유용할 것이다.

정유성분간의 상승효과검정 실험결과 단독처리 시 방제효과가 우수하였던 두 정유를 혼합한 혼합제제(methyl eugenol+thymol)의 처리 시 발병억제 상승효과는 확인할 수 없었다.

본 연구결과 methyl eugenol과 thymol을 활용한다면 1일 섭취권장량이 0.26 mg/kg(Strafberg 등, 1988)에 이를 정도로 거의 무해하고 잔류독성이 없기 때문에 수삼 저장 시 처리할 수 있는 환경친화적 제제로서 매우 유용하게 활용될 수 있다. 특히 신선한 상태로 섭취하는 수삼의 특성을 고려하면 그 활용가치는 더욱 크다고 여겨진다.

## 요 약

본 연구는 정유를 이용하여 환경친화적으로 *Botrytis cinerea*에 의한 수삼 저장병 방제방법을 개발하기 위하여 수행되었다. 정유의 일종인 methyl eugenol은 200 ppm 농도의 배지상에서 80% 이상의 높은 균사 생육억제 효과를 나타냈다. 상온에서 수삼에 직접 처리 시 무처리구에서 80% 이상의 발병률을 보일 때 methyl eugenol이나 thymol 모두 분무와 침지처리구에서 10~20% 이하로 낮게 발병하여 높은 병 방제효과를 보였다. 저온(4°C)에서의 처리결과도 실온과 비슷하게 포장크기와 상관없이 무처리구에 비해 발병률이 매우 낮게 나타나 역시 실용적인 효과가 뛰어났다. 2kg 이상을 분석한 대포장 실험에서도 무처리구는 발병지수가 1.65를 보인 반면 methyl eugenol은 0.60으로 개체별 발병면적이 상대적으로 매우 좁게 나타났다. 그러나 두 물질(methyl eugenol+thymol)의 혼합처리에 의한 상승효과는 확인할 수 없었다. Methyl eugenol은 잔류독성이 없고 수삼 저장병 발생 억제효과가 뚜렷해 수삼 저장 시 처리할 수 있는 환경친화적 제제로서 활용 가능하며 특히 신선한 상태로 섭취가 가능해야 하는 수삼의 특성으로 볼 때 수삼 저장병 방제제로서의 활용가치는 더욱 클 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 농협중앙회의 농안기금 및 농림수산식품기술키획평가원(IPET)의 지원에 의해 수행된 과제의 일부로 이에 감사드린다.

## 참고문헌

- Alzoreky, N. S. and Nakahara, K. 2002. Antimicrobial activity of extracts from some edible plants commonly consumed in Asia. *Int. J. Food Microbiol.* 80: 220-230.
- Antonov, A., Stewart, A. and Walter, M. 1997. Inhibition of conidium germination and mycelial growth of *Botrytis cinerea* by natural products. A paper from the 50th Conference proceedings (1997) of The New Zealand Plant Protection Society Incorporated, 159-164.
- Arras, G. and Usai, M. 2001. Fungitoxic activity of 12 essential oils against Four postharvest citrus pathogen: Chemical analysis of *Thymus capitatus* oil and its effect in subatmospheric pressure conditions. *Journal of Food Protection* 64: 1025-1029.
- Chaurasia, S. C. and Vyas, K. K. 1977. *In vitro* effect of some volatile oil against *Phytophthora parasitica* var. *piperina*. *J. Res. India Med. Yoga Homeopath.* 24-26.
- Daferera, D. J., Ziogas, B. L. and Polissiou, M. G. 2003. The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. *Crop Protection* 22: 39-44.
- Evans, W. C. 1998. Pharmacognogy 14th Edition. WB Sanders Company Ltd.
- Isman, B. M. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection* 19: 603-608.
- Ji, P., Momol, M. T., Olson, S. M., Pradhannang, P. M. and Jones, J. B. 2005. Evaluation of thymol as biofumigant for control bacterial wilt of tomato under field conditions. *Plant Disease* 89: 497-500.
- Kim, J., Marshall, M. R. and Wei, C. 1995. Antimicrobial activity of some essential oil components against five food borne pathogens, *J. Agric. Food Chem.* 43: 2839-2845.
- 김남규. 2005. Essential oil을 이용한 딸기 잿빛곰팡이병 방제 및 농업적 적용. 충남대학교 대학원 석사학위논문. 71 pp.
- 김선익, 성봉재, 황용수, 김홍기, 김현호. 2005. 수삼의 유통과정 중 고품질 유지방법 개발에 관한 연구 : 수삼저장병해의 환경친화적 방제. 농협중앙회 연구보고서. 159 pp.
- Nostro, A., Blanco, A. R., Cannatelli, M. A., Enea, V., Flamini, G., Morelli, I., Roccaro, A. S. and Alinzo, V. 2004. Susceptibility of methicillin-resistant *Staphylococci* to oregano essential oil, carvacrol and thymol. *FEMS Microbiology Letters* 230, 191-195.
- Packiyasothy, E. V. and Kyle, S. 2002. Antimicrobial properties of some herb essential oils. *Food Microbiol.* 62: 139-148.
- Park, M. J., Gwak, K. S., Yang, I., Kim, K. W., Jeung, E. B., Chang, J. W. and Choi, I. G. 2009. Effect of citral, eugenol, nerolidol and  $\alpha$ -terpineol on the ultrastructural. *Fitoterapia* 80: 290-296.
- Ranasinghe, L., Jayawardena, B. and Abeywickrama, K. 2002. Fungicidal activity of essential oils of *Cinnamomum zeylanicum* and *Syzygium aromaticum* against crown rot and anthracnose pathogens isolated from banana. *Applied Microbiology* 35: 208-211.
- Strafberg, J. and Grundschober, F. 1988. Consumption ratio and food predominance of flavoring materials. *Perfume Flavor.* 12: 27.
- 송지숙, 류수노, 김관수, 방진기, 이봉호, 채영암. 1998. 식물성 정유의 분석기술과 농업분야 이용. 한국국제농업개발학회지 11: 107-125.
- 송정영, 임진하, 남명현, 김홍기, 김병섭. 2008. 잿빛곰팡이병균 (*Botrytis cinerea*)의 종 동정과 PCR 검출을 위한 종 특이적 Primer의 개발, 한국균학회지 36: 138-143.
- Ultee, A., Bennink, M. H. J. and Moezelaar, R. 2002. The phenolic hydroxyl group of carvacrol is essential for action against the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. *Applied and Environmental Microbiology* 68: 1561-1568.
- Wilson, C. L., Solar, J. M., Ghaouth, A. El. and Wisniewski, M. E. 1997. Rapid evaluation of plant extracts and essential oils for antifungal activity against *Botrytis cinerea*. *Plant Dis.* 81: 204-210.