

남부지역 시설원예산물의 저장성 향상 및 가공품개발에 관한 연구 -시설원예산물의 선도유지를 위한 항균소재의 개발을 중심으로(II)-

조성환 · 정순경 · 김영록
경상대학교 식품공학과

Development of Postharvest Technologies to Preserve High Quality of Greenhouse Horticultural Commodities and their Processed Products -Development of Natural Antimicrobial Agents for preserving Greenhouse Fresh Produce(II)-

Sung-Hwan Cho, Sun-Kyung Chung and Young-Rok Kim

Department of Food Science and Technology, Gyeongsang National University

Abstract

To develop natural antimicrobial agents for keeping qualities of postharvested greenhouse produce the antimicrobial actions of *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc extract and *Eugenia caryophyllata* Thunberg extract, which showed remarkable antimicrobial effects against microorganisms causing the postharvest decay of greenhouse produce, were investigated. In the inhibitory experiment of enzymes related to energy production metabolism hexokinase activities decreased to 73% and 68% by treating with *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc. extract and *Eugenia caryophyllata* Thunberg extract in comparison with control, respectively. Direct visualization of microbial cells by using both transmission electron microscope and scanning electron microscope showed that microbial cell membrane was destroyed by treating with the dilute extract solution. This change of cellular membrane permeability could be identified in the experiment that O-nitrophenyl- β -D-galactopyranoside(ONPG), the artificial substrate of β -galactosidase, was hydrolyzed in the presence of the extract, indicating that the membrane was perturbed. The separation and identification of the most antimicrobial substances isolated from *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc. extract and *Eugenia caryophyllata* Thunberg extract were carried out by using gas chromatography and mass spectrometry (GC/MSD), which were identified as eugenol. As a result, the functionality of *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc. extract and *Eugenia caryophyllata* Thunberg extract as antimicrobial agents for keeping qualities of postharvested greenhouse produce may be recommended.

Key words : natural antimicrobial agents, postharvested greenhouse produce, β -galactosidase activity, hexokinase activity, eugenol

서 론

본 연구에서는 전보(1)의 실험결과, 항균력이 탁월하

고 열 및 pH 안정성이 우수한 천연항균소재(Natural antimicrobial agents : 이하 NAA라 칭함)로 확인된 호 장추출물 및 정향추출물의 항균작용하여 시설원예산물에 대한 포장소재로서의 이용가능성을 검토하고자 하였다. 첫째, 호장추출물 및 정향추출물이 미생물에 대한 항균작용의 방식을 알아보기 위하여 미생물의 에너지 대사와 관련된 효소에 대하여 살펴 보았다. 둘째, 호장추출물 및 정향추출물이 미생물의 세포형

Corresponding author : Sung-Hwan Cho, Dept. of Food Sci & Technol., Gyeongsang National University, 900 Kazwa-Dong, Chinju, 660-701, Korea
E-mail : sunghcho@nongae.gsnu.ac.kr

태 및 기능성에 미치는 변화를 알아보기 위해 전자현미경을 이용하여 처리전후의 세포구조를 관찰하였다. 셋째, 미생물의 세포막에 미치는 영향을 알아보기 위하여 세포를 파쇄하지 않고 Toluene, Chloroform과 호장추출물 및 정향추출물처리시에 균체배양물에서 β -galactosidase가 정량되는가의 여부를 측정하여 세포막기능을 검토하였다. 넷째, 호장추출물 및 정향추출물로부터 항균물질을 순수하게 분리하고, Gas chromatography/Mass spectrometry(GC/MSD)에 의하여 항균활성물질의 화학구조를 동정하였다 이를 기초로 해서, 천연에서 추출된 항균물질이 시설원예산물의 수확후 선도유지를 위한 항균소재로서의 이용가능성을 검토하고자 실험을 실시하였다.

재료 및 방법

변파미생물의 에너지 생성에 미치는 NAA의 억제효과

공시균주로 시설채소산물의 저장 중, 발생한 탄저병의 병반에서 분리한 *Collectotrichum circinans*를 경상대학교 미생물학과에서 분양받아 nutrient agar에 계대배양하여 보관하면서 사용하였다. *Collectotrichum circinans*를 영양배지에서 20시간 배양하고 원심분리하여 세포만을 수집한 후, 10mM EDTA를 포함한 10mM Tris-HCl (pH 7.5) 완충 용액에 혼탁시키고, 초음파 파쇄기로 파쇄한 후, 3,000×g에서 15분간 원심분리하여 상등액을 모으고 이를 효소원으로 사용하였다(2). glucose-6-phosphate dehydrogenase의 활성은 이 등의 방법(3)에 따라 측정하였고 hexokinase의 효소활성은 효소 반응액에 glucose를 기질로 하여 정제된 glucose-6-phosphate dehydrogenase를 첨가하여 주고 생성된 D-glucose-6-phosphate를 coupling assay 방법(4)으로 정량하여 결정하였으며, malate dehydrogenase와 succinate dehydrogenase의 활성은 주등의 방법(5)에 따라 측정하였다. 이 때, NAA를 각각 효소반응시 농도를 달리하여 첨가한 후 효소활성을 측정하였다 대조구로는 NAA를 첨가하지 않고, 정상적인 효소활성을 나타내는 것을 사용하였으며 효소에 미치는 영향은 대조구에 대한 각 효소반응의 백분율로 결정하였다.

NAA의 항균력에 의한 미생물세포의 전자현미경학적 형태변화 조사

시설원예산물에 오염되어 변파를 일으키는 부패성 및 병원성 미생물에 대한 NAA의 항균작용을 조사하기 위하여, 전자현미경 촬영시료를 조제하여 NAA처

리전후의 미생물의 세포형태와 세포막 기능의 변화를 검토하였다. 즉, 과채류에 오염되어 부패를 초래하여 과채류의 저장성을 상실케 하는 식물병리미생물들을, 특정배지에서 일정시간동안 배양한 다음, 배양균주의 일부를 NAA용액에 30분간 침지처리하고 원심분리하여 비교적 순수한 공시균주로 분리한 후, 전보(6,7)의 방법에 따라 전자현미경촬영시료를 조제하여 SEM(Scanning electron microscope · DS-130C, ISI ABT) 및 TEM(Transmission electron microscope : Hitachi H-600)으로 검증하였다 이때, 일정한 농도로 희석한 NAA용액에 처리한 균체세포를, NAA용액에 처리하지 않은 대조구 균체세포와 그 형태변화를 비교하여, NAA용액이 부폐성 미생물의 세포형태 및 세포막 기능변화에 미치는 영향을 중심으로 그 항균작용을 조사하였다

변파미생물의 세포막 기능성에 미치는 NAA의 영향

NAA가 세포막에 미치는 영향을 알아 보기 위하여 세포를 파쇄하지 않고 toluene과 NAA존재시에 시설원예산물 빈폐 공시균주의 β -galactosidase가 정량되는가의 여부를 살펴 보았다 시설원예산물 변파 공시균주가 β -galactosidase를 가지고 있음을 IPTG와 X-gal을 함유한 배지에서 확인하였다(8). 시설원예산물 변파 공시균주를 영양배지에 접종한 뒤, 30°C에서 12시간 배양한 후 M9 medium으로 옮겨 주고 600nm에서의 흡광도가 0.5-0.7이 되도록 배양한 다음, 0°C에 방치하여 성장을 억제하였다 배양액 1.5ml에 같은 부피의 Z 완충용액(조성 · 100mM sodium phosphate buffer (pH 7.0), 10mM KCl, 1mM MgSO₄ · 7H₂O, 50mM β -mercaptoethanol)을 가하고, 최종 농도가 3%가 되도록 각각 증류수, toluene, SDS, chloroform을 처리하고, 10초간 세게 혼들어 주었다. toluene 제거를 위해 37°C에서 40분간 방치하고 28°C로 옮겨 5분간 더 방치한 후, 0.6ml의 ONPG(o-nitrophenyl- β -D-galactopyranoside, 4mg/ml)를 가하여 주었고 28°C에서 18시간 동안 방치하였다. 1M Na₂CO₃, 1.5ml를 가하여 반응을 정지시키고, 원심분리하고 상등액의 흡광도를 420nm에서 측정하였다. 증류수를 넣은 경우를 0으로 하고 toluene을 넣어준 경우를 100으로 하여 NAA가 세포막에 미치는 영향을 비교하였다.

항균활성물질의 분리 및 동정

호장추출물 및 정향추출물 20g을 각각 250ml 삼각flask에 넣고 증류수 50ml를 가해 충분히 용해시킨 후 separatory funnel 250ml에 넣고 ether 50ml를 가해

mixing한 후 3시간 동안 방치하였다. 층이 충분히 분리된 후 ether층만 분취하여 건조제(sodiumsulfate anhydrous) 3g을 넣고 12시간 방치하여 탈수시킨 후 filtering하고 30°C에서 감압농축하여 분석용 시료로 사용하였다. 추출된 화학 성분은 GC/MSD에 의하여 분석하였다. 이때 사용한 기기는 HP5890/HP5970B 모델을 사용하였으며, column은 FFAP fused silica capillary(50m×0.2μm i.d.)을 사용하여 온도는 50°C에서 3분간 유지한 후 250°C까지 3°C/min으로 승온하였으며, injector 및 interface의 온도는 250°C, ionizing voltage는 70eV로 하였고 Helium 유량은 0.5ml/min으로 하고, 시료의 주입량은 0.5μl를 split mode(split ratio = 100 : 1)로 하였다. GC/MSD에 의해서 얻은 total ion chromatogram에서 각 peak의 mass spectrum을 표준 mass spectrum과 비교하여 확인하였다. 분리된 각 화합물 분획은 별도로 채취하여 paper disk method(9,10)에 의하여 항균력을 검정하였다.

결과 및 고찰

변파미생물의 에너지 생성에 미치는 MHE의 억제 효과

호장추출물 및 정향추출물의 첨가배지상에서 미생물세포의 생육이 크게 억제된다는 실험결과를 토대로, 미생물에 대한 항균작용의 방식을 알아 보고자, 여러가지 효소 활성에 미치는 영향을 조사하였다. Table 1에서 보는 바와 같이, 미생물 에너지대사 관련효소중, glucose-6-phosphate dehydrogenase의 활성은 호장추출물 및 정향추출물의 어느 경우에나 뚜렷한 억제효과를 관찰할 수 없었고, succinate dehydrogenase 효소활성은 호장추출물 및 정향추출물 첨가구의 경우, 각각 약간씩 억제되었으나 유의성은 없었다. malate dehydrogenase효소활성도 호장추출물 및 정향추출물 첨가구의 경우, 각각 85%와 83%로 나타나, 변파미생물의 에너지 생성대사에 미치는 호장추출물 및 정향추출물의 효소활성 억제효과를 예상할 수 있었다. 아울러, hexokinase효소활성의 경우, 호장추출물 및 정향추출물의 첨가시험구는 대조구에 비하여 각각 73%와 68%로 나타나, 뚜렷한 효소작용의 억제효과를 볼 수 있었다. 이 결과로 호장추출물 및 정향추출물은 일부 에너지 생성대사의 효소활성에 영향을 미치는 것으로 나타나, 호장추출물 및 정향추출물이 세포내로 침투되어 membrane내에 존재하는 에너지생성관련 효소의 활성을 억제하는 것으로 추정할 수 있었다.

Table 1. The relative activities of *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc. extract and *Eugenia caryophyllata* Thunberg extract on various metabolic enzymes concerned with microbial energy production

| | Glucose-6-phosphate dehydrogenase | Succinate dehydrogenase | Malate dehydrogenase | Hexokinase |
|--|-----------------------------------|-------------------------|----------------------|------------|
| CONTROL | 100 | 100 | 100 | 100 |
| <i>Polygonum cuspidatum</i> Sieb. et Zucc. extract | 97 | 92 | 85 | 73 |
| <i>Eugenia caryophyllata</i> Thunberg extract | 95 | 90 | 83 | 68 |

* Enzymatic activities were represented as percentage assuming the control as 100.

호장추출물 및 정향추출물에 의한 변파미생물 세포의 전자현미경적 형태 변화

항균력이 뛰어난 호장추출물 및 정향추출물의 처리로 인한 시설원예산물 변파미생물의 세포형태 및 기능성 변화를 알아보기 위해 전자현미경을 이용하여 처리전후의 세포구조를 관찰하였다. 호장추출물 및 정향추출물을 각각 1,000ppm의 농도로 처리한 것과, 처리하지 않은 대조구 균체세포의 전자현미경 활영사진을 비교·검토하여 미생물 세포조직의 변화를 측정하였다. 호장추출물 및 정향추출물이 미생물세포 생리특성에 미치는 영향을 조사하기 위하여, 변파된 시설원예산물에서 분리된 *Corynebacterium* sp. 및 *Pseudomonas* sp.를 사용하여 호장추출물 및 정향추출물의 농도를 1,000ppm으로 처리한 것을 처리하지 않은 대조구 균주와 함께 전자현미경 활영시료로 조제하여 SEM과 TEM을 이용하여 활영한 실험결과는 각각 Fig. 1 및 Fig. 2와 같다. SEM의 결과인 Fig. 1에서 보는 바와 같이, *Corynebacterium* sp.의 경우, 항균물질이 처리되지 않은 대조구에 비교해서 호장추출물 및 정향추출물 처리구에서 미생물의 생리활성효소의 기능이 약화되고 세포벽 또는 세포막이 파손되어 삼투기능이 상실됨으로 해서 미생물의 세포형태가 변화되고, 미생물의 생리가 중단되며, 생육이 억제되는 것을 볼 수 있었다. 또한, TEM의 결과는 Fig. 2에서 보는 바와 같이, SEM의 결과와 마찬가지로 *Pseudomonas* sp.의 경우, 대조구와는 달리, 호장추출물 및 정향추출물을 처리한 균체세포는 그 세포막의 기능이 파괴되어 세포내용물이 균체외부로 유출되어 균체의 생육이 억제되었으며, 균체내부물질이 유출된 사멸균체수가 증대함을 알 수 있었다. 이것은 호장추출물 및 정향추출물이 미생물의 세포내 생리활성효소의 기능을 약화시키고, 그 결과, 미생물의 세포벽 및 세포막의 기능이 상실되어 세포내용물의 소실 등으로 인한 항균작용에 기인한 것으로 생각된다.

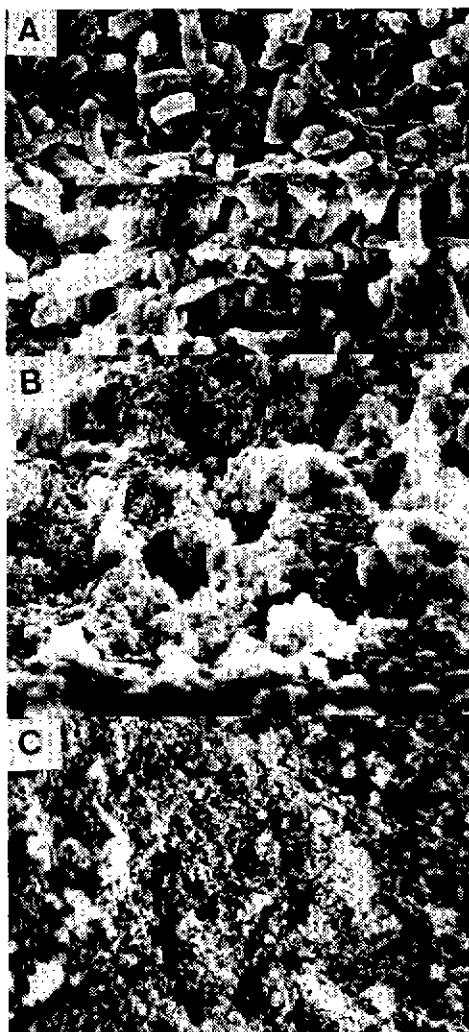


Fig. 1. Scanning electron micrographs of *Corynebacterium* sp. not treated (A' Control) and treated with *Polygonum cuspidatum* Sieb et Zucc. extract(B 1000ppm) and *Eugenia caryophyllata* Thunberg extract(C 1000ppm) (Magnification $\times 5,000$)

호장추출물 및 정향추출물처리에 의한 변태미생물의 세포막 기능변화

호장추출물 및 정향추출물이 미생물의 세포막에 미치는 영향을 알아보기 위하여 세포를 파쇄하지 않고 toluene, chloroform 그리고 호장추출물 및 정향추출물 존재시에 균체의 β -galactosidase가 정량되는가의 여부를 살펴보았다. 사용균주가 β -galactosidase를 가지고 있음은 IPTG와 X-gal을 함유한 배지에서 확인하였다. 호장추출물 및 정향추출물을 미생물 세포에 처리하였을 때, 세포막에 영향을 주는 가를 알아

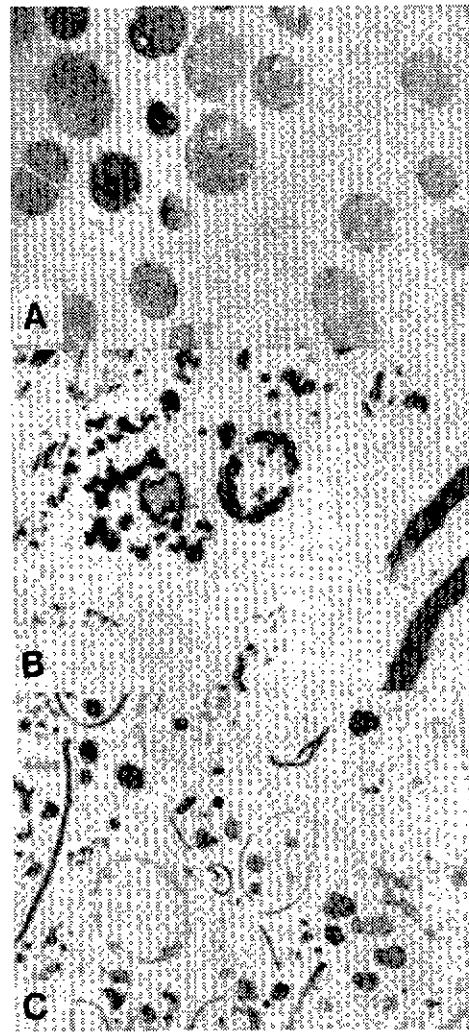


Fig. 2. Transmission electron micrographs of *Pseudomonas syringae* not treated (A' Control) and treated with *Polygonum cuspidatum* Sieb et Zucc extract(B 1000ppm) and *Eugenia caryophyllata* Thunberg extract(C 1000ppm) (Magnification $\times 25,000$)

보기 위하여 호장추출물 및 정향추출물의 존재하에서 *Staphylococcus epidermidis*의 β -galactosidase 활성을 측정한 결과, Fig. 3에서 보는 바와 같이, 증류수를 가해준 대조구에서의 값을 0으로 하고 toluene을 가해 준 시험구를 100으로 하였을 때, 호장추출물처리구가 73%, 정향추출물의 경우에는 76%의 활성이 검출되었다. chloroform을 가해서 세포막을 손상하여 얻은 값이 12% 정도였는데, 이를 토대로 보면, 호장추출물 및 정향추출물은 chloroform보다 세포막을 더 손상시키며, 세포막 파손이 심하게 일어나는 toluene처리구의

75%에 상응하는 세포막 기능파괴가 초래된 것으로 예상할 수 있었다. 이 결과는 전자현미경 실험결과 (Fig. 1 및 Fig. 2)와 잘 일치하였으며, 이와 같은 항균기작에 연유하여 호장추출물 및 정향추출물치리는 뛰어난 미생물 세포의 생육억제효과를 보여 줄 수 있는 것으로 판단되었다.

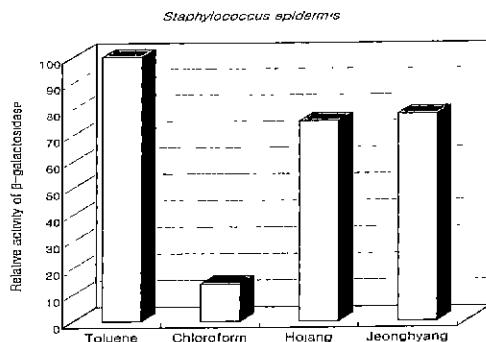


Fig. 3. The effect of *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc. (Hojang), extract and *Eugenia caryophyllata* Thunberg (Jeonghyang) extract on the membrane perturbation of *Staphylococcus epidermidis*. The cells were treated with toluene, chloroform, *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc. extract and *Eugenia caryophyllata* Thunberg extract.

항균활성물질의 분리 및 동정

호장추출물 및 정향추출물을 GC/MSD에 의하여 분리하여 얻은 total ion chromatogram은 각각 Fig 4 및 Fig.5와 같다. 아울러, 상기분석과정에서 얻어진 total ion chromatogram에서 각 peak의 mass spectrum을 표준 mass spectrum과 비교하여 동정한 화합물은 각각 Table 2와 Table 3과 같다. 즉, 호장추출물의 경우, Fig. 4 및 Table 2에서 보는 바와 같이, eugenol이 상대적 함량이 가장 큰 것으로 나타났으며, 그밖에 acetic acid, vanillin, 4-hydroxy benzaldehyde등이 분리·동정되었으나, eugenol의 항균력이 뛰어난 것으로 확인되었다. 또한, 정향추출물의 경우, Fig.5 및 Table 3에서

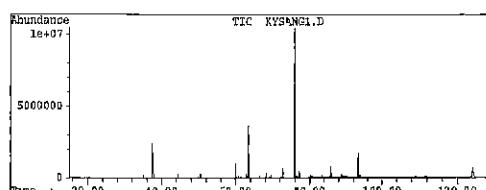


Fig. 4. Total ion chromatogram of chemical compounds isolated from *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc extract by gas chromatography and mass spectrometry (GC/MSD).

보는 바와 같이, eugenol의 상대적 함량이 가장 높았으며, 그밖에 acetic acid, vanillin 및 benzoic acid등이 분리·동정되었으나, eugenol의 항균력이 높은 것으로 나타나, 호장추출물의 항균활성물질과 동일한 것으로 확인되었다.

Table 2. Chemical compounds of *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc. extract identified by being compared with standgard spectrum

| Compounds | Area % |
|---|--------|
| 1 Acetic acid | 16.61 |
| 2 Butanoic acid | 0.53 |
| 3 2-Furanmethanol | 0.39 |
| 4 3-Methylbutanoicacid | 1.06 |
| 5 Hexanoic acid | 2.86 |
| 6 2-Methoxy phenol | 0.57 |
| 7 Benzyl alcohol | 0.35 |
| 8 Acetyl pyrrole | 0.56 |
| 9 Phenol | 1.04 |
| 10 3-Phenyl-2-propanal | - |
| 11 Eugenol | 35.56 |
| 12 3,5-Dimethyl Benzyl alcohol | 0.62 |
| 13 Acetyl eugenol | - |
| 14 2,6-Dimethoxy phenol | 0.63 |
| 15 1-(2-hydroxy-5-methoxyphenyl)-Ethanone | 0.35 |
| 16 2,3-Dihydro bezofuran | 2.74 |
| 17 Benzoic acid | 1.37 |
| 18 Vanillin | 7.26 |
| 19 Benzene acetic acid | 0.83 |
| 20 Palmitic acid | - |
| 21 4-Hydroxy benzaldehyde | 4.06 |

* - no detected.

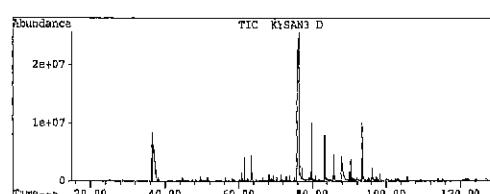


Fig. 5 Total ion chromatogram of chemical compounds isolated from *Eugenia caryophyllata* Thunberg extract by gas chromatography and mass spectrometry.

본연구는 시설원예산물의 선도유지기능을 가진 천연항균제와 포장소재를 개발하는데 그 목적이 있다. 먼저, 시설원예산물의 선도유지효과를 가진 천연항균물질을 약용식물추출물로부터 추출, 조제하여 그 항균력을 검토하고 항균기작을 구명하고 시설원예산물 선도유지의 기능성을 확인하여 국내산 시설원예산물의 경쟁력 향상을 위한 고부가가치 시설원예산물 저장소재를 개발하고자 하였다. 이러한 관점에서, 항균효과가 뛰어난 약용식물추출물은 천연항균제와 살균제로서, 폭넓은 사용범위가 예상되는 물질이며, 특히 인체에 독성이 없으므로, 그 실용가치가 무궁무진할

Table 3. Chemical compounds of *Eugenia caryophyllata* Thunberg extract identified by gas chromatography and mass spectrometry (GC/MSD)

| | Compounds | Area % |
|----|---|--------|
| 1 | 2-Heptanol | 0.07 |
| 2 | Acetic acid | 13.61 |
| 3 | Furfural | 0.21 |
| 4 | α -Cubebene | - |
| 5 | β -Caryophyllene | - |
| 6 | 2-Furanmethanol | 0.51 |
| 7 | α -Humulene | - |
| 8 | Phenylethyl acetate | - |
| 9 | 2-Hydroxy benzoate | 0.26 |
| 10 | Methyl benzyl alcohol | 0.16 |
| 11 | Methyl-2-Hydroxy Benzoate | - |
| 12 | Hexanoic acid | 0.11 |
| 13 | 2-Methoxy phenol | 0.50 |
| 14 | Benzyl alcohol | 1.28 |
| 15 | Phenol | 0.38 |
| 16 | ¹ Triacetin | 0.37 |
| 17 | Eugenol | 41.47 |
| 18 | 3,5-Dimethyl Benzyl alcohol | 1.16 |
| 19 | Acetyl eugenol | 3.71 |
| 20 | (E)-3-(1-propenyl)-phenol | 2.57 |
| 21 | 2,3-Dihydro bezofuran | 1.87 |
| 22 | Benzoic acid | 4.85 |
| 23 | 5-Hydroxy methyl furfural | 1.62 |
| 24 | 2,6-Dimethoxy-4-(2-propenyl)-phenol | - |
| 25 | Vanillin | 4.90 |
| 26 | Acetovanillin | 0.94 |
| 27 | Benzyl benzoate | - |
| 28 | 1-(4-hydroxy-3-methoxyphenol)-2-propanone | 0.66 |
| 29 | 3-Phenyl-2-propenoic acid | 0.46 |
| 30 | Palmitic acid | - |
| 31 | 4-Hydroxy benzaldehyde | 0.36 |
| 32 | 4-Hydroxy-3-Methoxy-benzeneacetic-acid | 0.50 |

* - no detected

것으로 예측되었다. 본 과제는 앞으로 계속해서 진행될 연구과제를 통하여, 세포내 항균작용을 분자수준에서 이해하고, 그 안전성을 검토함과 동시에, 수확한 시설원예산물의 선도유지 및 병해방지를 위한 산지농가에서의 직접적인 처리효과실험을 실시하여 본 과제의 응용가능성을 확인할 수 있을 경우, 시설원예산물을 비롯한 농산물이나 축산물등 부폐성 식품원료의 저장, 보존에 사용할 선도유지제의 역할, 각종 농수산 가공식품에 대한 식품보존료의 개발, 새로운 항균 메카니즘을 가지는 항균성 의약품 개발 등의 성과를 기대할 수 있을 것이다.

요 약

시설원예산물의 선도유지를 위한 천연항균소재를 개발하기 위하여, 항균력이 우수한 것으로 확인된 천연항균소재인 호장추출물 및 정향추출물의 항균작용을 검토하였다. 미생물의 에너지생성대사 관련효소작

용의 억제효과실험에서 hexokinase효소 활성의 경우, 호장추출물 및 정향추출물을 처리한 실험구에서는 처리하지 않은 비교해서 각각 73%와 68%의 효소활성을 억제하였고 그밖의 효소에 대해서는 약간 억제되었으나 유의성은 없었다. Transmission electron microscope(TEM)와 Scanning electron microscope(SEM)를 이용한 전자현미경적 관찰에서는 SEM의 결과, 변태균주인 *Corynebacterium* sp.의 세포형태가 변화되고, 미생물의 생리가 중단되며, 생육이 억제되었다. TEM의 경우, 변태된 시설원예산물에서 분리된 *Pseudomonas* sp.의 균체세포는 세포막의 기능이 파괴되어 세포내 용물이 균체 외부로 유출되어 균체의 생육이 억제되었으며, 균체 내부물질이 유출된 사멸균체수가 증대하였다. 미생물의 세포막에 미치는 영향을 알아보기 위한 용출된 β -galactosidase활성 변화에서는 종류수를 가해준 대조구에서의 값을 0으로 하고 toluene을 가해 준 시험구를 100으로 하였을 때, β -galactosidase 활성이 확인된 *Staphylococcus epidermidis*를 이용한 실험에서 호장추출물 및 정향추출물처리구는 각각 73%, 76%의 활성이 검출되었다. chloroform을 가해서 세포막을 손상하여 얻은 값이 12%정도인데 비하여, 호장추출물 및 정향추출물은 chloroform보다 세포막을 더 손상시켰고, 세포막 손상이 심하게 일어나는 toluene처리구의 70~80%에 상응하는 세포막 기능을 파괴시켰다. 따라서 호장추출물 및 정향추출물은 변태미생물의 생육을 억제할 것으로 기대된다. 호장추출물 및 정향추출물에서 항균력을 가지는 항균활성물질을 분리·동정한 결과, 두추출물 모두 eugenol로 분리·동정되었다. 본 실험결과를 토대로, 호장추출물 및 정향추출물은 시설원예산물의 수확후 선도유지를 위한 항균소재로서의 기능성을 확인할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 1998년도 교육부(학술진흥재단)의 학술연구조성비(농업과학분야)에 의하여 수행된 연구결과의 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 정윤정, 이숙지, 정순경, 김영록, 조성환 (1998) 시설원예산물의 선도유지를 위한 항균소재의 개발. 한국농산물저장유통학회지 5(3), 256-261
2. 조성환, 이상열, 김재원, 고경혁, 서일원 (1995) Grapefruit 종자추출물로부터 광범위 항균제 개발 및 응용에 관한 연구 - Grapefruit 종자추출물의

- 항균력 검색- 한국식품위생안전학회지. 10(1), 33-39
3. Lee, C.Y., Langley, C.H. and Burkhardt, J. (1987) Purification and molecular weight determination of glucose 6-phosphate dehydrogenase and malic enzyme from mouse nad drosophila. *J Anal. Biochem.*, 86, 697-673
4. Noltmann, E.A. and Bruns, F.H. (1959) *Biochem. J.*, 331, 436
5. Joo, C.N. and Han, J.H. (1976) *Korean Biochem. J.*, 9, 43-47
6. Pyliotis, N.A., Withcross, M.J., and Jacobsen, J. V. (1979) Localization of gibberlic acid-induced acid phosphorylase activity in the endoplasmic reticulum of barley aleurone cells with the electron microscope *Planta*, 147, 134-140
7. 조성환, 서일원, 이근희 (1993) 천연항균제처리에 의한 과채류의 선도유지 및 병해방지에 관한 연구 - 저장중 병리적 장해 방지를 중심으로 - *한국농화학회지* 36(4), 265-270
8. Miller, J. (1972) Assay of β -galactosidase Experiment in Molecular Genetics, Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, N.Y pp.352-355
9. Piddock, L.J.V. (1990) Techniques used for the determination of antimicrobial resistance and sensitivity in bacteria. *J. Appl. Bacterio.* 68, 307
10. 정순경, 조성환, 이동선 (1998) 항균성 포장필름이 딸기의 저장성에 미치는 영향. *산업식품공학회지* 2(2), 157-16

(1999년 11월 28일 접수)