

초피(*Zanthoxylum piperitum* DC) 과피의 휘발 성분의 항균작용

서기림* · 이현주 · 고경희¹
가톨릭대학교 화학과, ¹식품영양학과

Antimicrobial Activity of the Volatile Components from Fruit Peel of Chopi (*Zanthoxylum piperitum* DC). Seo, Kih Lim*, Hyun Ju Lee, and Kyung Hee Koh¹. Department of Chemistry, ¹Department of Food and Nutrition, The Catholic University of Korea, Puchon 422-743, Korea – The volatile components (essential oil) showing antimicrobial activity were extracted from the fruit peel of *Zanthoxylum piperitum* DC by distillation and separated by thin layer chromatography (TLC). The crude volatile components exhibited antimicrobial activity only at very high concentration. The active fraction obtained by TLC inhibited noticeably the growth of bacteria. The minimum inhibitory concentration (MIC) of the fraction were 150 ppm, 300 ppm, and 300 ppm against *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, and *Salmonella enteritidis*, respectively. The components in the active fraction were identified by gas chromatography/mass spectrometry to be geranyl acetate (60.23%), citronellal(36.01%), citronellol (3.77%), geraniol(0.46%), and cumin aldehyde (0.43%).

Key words : *Zanthoxylum piperitum*, antimicrobial activity, distillation, GC/MS

식물에는 박테리아 증식을 억제하는 성분들이 많이 들어 있다. 이런 항균작용을 나타내는 성분중의 하나가 식물의 방향성 휘발성분이다. 이런 활성물질들은 조미료로 사용되거나 의약으로 사용되어 오고 있다. 마늘의 추출물은 오랫동안 소화불량, 폐염, 감기 등의 치료제로 사용하였으며 1944년에 처음으로 Cavallito 등이 마늘의 구근에서 주된 항균성분을 에탄올 추출물의 증기 증류법에 의해 분리하였고 이 물질이 allicin (diallylthiosulphinic acid)임을 밝혔다[4, 5].

Conner 등은 allspice, cinnamon 등 32종 식물의 정유를 사용하여 zone-of-inhibition test로 13종의 효모에 대하여 항균시험을 행한 결과, 32종 식물 중에서 allspice, cinnamon, clove, garlic, onion, oregano, savory 및 thyme oil은 항균효과를 나타내었고 특히 garlic oil은 강한 항균작용을 나타내었다[7].

고추냉이는 일명 방부초라 하며 물에 넣으면 독특한 향기를 발생한다. 이 휘발성 향기성분은 유황을 함유한 allylisothiocyanate로 밝혀졌으며 이 물질이 항균작용을 나타낸다. 이 물질은 그람 음성균, 그람 양성균, 효모 및 곰팡이 등 광범위한 미생물들을 억제하였으며 최저발육억제농도는 4~6 mM이었다[18]. 또한 이 allylisothiocyanate는 23종의 병원 미생물에 대하여 항균효과를 나타내었으며 특히 *Staphylococcus*속과 *Pseudomonas*속에 탁월한 항균작용을 나타내었다[20].

이밖에 쑥의 추출물은 말라리아 병의 치료에 사용되며

활성물질로 artemisinin^o] 밝혀졌다[11, 17, 22]. 또한 쑥은 많은 종류의 박테리아에 대하여 항균작용을 한다[2, 21]. 녹차과 마테차에서 추출한 방향성 휘발성분은 *Streptococcus mutans*를 억제하였으며[13, 14], 양배추 쥬스는 7종의 유산균을 억제하였다[15].

초피는 독특한 향미를 가지며 한국, 일본, 중국 등 동북 아시아에 널리 자생하는 낙엽관목으로 향신료로 사용되며 한방에서는 건위, 소염, 이뇨, 구충 및 신경통 등에 다양하게 이용된다[16]. 그런데 초피에 관한 연구는 주로 지질, 당, 아미노산 및 정유 등의 조성에 관한 연구결과가 보고되었으며[10, 12] 초피외에 *Zanthoxylum*속 식물의 성분들에 관한 연구가 많이 발표되었으나[1, 6, 9, 19, 23] 박테리아 증식의 억제효과에 관한 연구는 드물다. 일반적으로 식물의 방향성 휘발성분은 박테리아의 증식을 억제하므로 본 연구에서는 초피의 과피를 증류하여 휘발성분(정유)을 얻고 이 성분을 TLC로 두 번 정제한 후 박테리아의 증식을 억제하는 분획을 찾아내고 이 분획에 들어있는 성분들을 GC/MS로 동정하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약

초피는 경상북도 상주산을 경동시장에서 구입하였고 과피와 씨를 분리한 후 과피만을 추출정제하여 항균시험에 사용하였다. 사용한 배지는 Difco사 제품인 Nutrient broth 와 Nutrient agar배지였다. 과피의 추출물의 정제에는 독일 Merck사 제품으로 혼합물을 함유한 두께 0.5 mm silica gel plate을 사용하였다.

*Corresponding author

Tel. 82-32-340-3337, Fax. 82-32-340-3111
E-mail: seodang@www.cuk.ac.kr

사용균주

본 연구에 사용한 균주는 그램 음성균 *Escherichia coli* (KCCM 11967, IFO 14249)와 *Salmonella enteritidis* (KCCM 12021, IFO 3313) 및 그램 양성균 *Staphylococcus aureus* (KCCM 11640, ATCC 10537)로 모두 한국미생물보존센터(KCCM)에서 구입하였다.

휘발성분의 추출 및 정제

초피 과피 약 50 g과 증류수 400 mL을 둥근비단 플라스크에 넣고 약 4시간 동안 가열하여 기름 섞인 증류액을 받았다. 이 증류액을 동량의 ether와 함께 분별 깔때기에 넣고 흔들어서 기름을 ether에 용해시켰다. ether층을 분리하고 다음에 ether를 제거하여 조휘발성분을 얻었고 이 휘발성분의 항균효과를 조사하였다.

다음에 휘발성분을 benzene-chloroform 1:1(v/v) 용매를 사용하여 TLC로 분리하고 각 band의 항균작용을 시험한 결과 R_f 0.74 band가 항균효과를 나타내었다. 이 R_f 0.74 분획을 같은 용매를 사용하여 한번 더 TLC로 분리하였고 R_f 0.67 band가 박테리아를 억제하였다.

R_f 0.67 분획을 가지고 자세한 항균시험을 하였다.

접종균

KCCM에서 구입한 균주를 nutrient broth 액체배지에서 37 °C, 24시간 배양하여 접종균으로 사용하였다. 접종균은 3개월마다 새로 배양하였으며 배지와 기구는 121 °C에서 15분간 멸균하여 사용하였다.

항균시험

사용한 균주는 *E. coli*, *S. aureus* 및 *S. enteritidis*이며 위에서 얻은 조휘발성분과 정제한 R_f 0.67 분획을 각각 농도별로 액체배지에 첨가하고 다음에 접종균 수가 ~ 10^5 CFU/mL 되게 각 균을 접종한 후 37 °C 물증탕에서 72시간 동안 배양하였다. 생균수는 배양하는 동안 12시간 간격으로 측정하였으며 측정방법은 혼합 회석 평판 배양법을 사용하였다. 별도로 활성물질을 첨가하지 않은 대조군도 배양하였다. 배지와 사용기구는 멸균하여 사용하였다.

활성성분의 분석

휘발성분은 GC/MS로 분석하였고 기기는 일본 JEOL사의 HP5890 seriesII gas chromatography가 연결된 JMS AX505 NA를 사용하였다. Column은 100% dimethyl polysiloxane을 충진한 capillary column BB-1(25 m, ID 0.32 mm)이었다. Injection의 온도는 180 °C, detector의 온도는 240 °C이었다. 이온화실은 100 °C에서 1분간, 그리고 1분에 5 °C씩 150 °C까지 온도를 올리고 150 °C에서 30분간 지속시켰다.

시료는 정제된 R_f 0.67 분획이었고 각 성분은 실험에서 얻은 mass spectrum과 library search로 찾아낸 mass spec-

trum을 비교하여 확인하였으며 사용한 프로그램은 NIST/EPA/MSDC이었다.

결과 및 고찰

조휘발성분의 항균 효과

초피과피를 증류하여 얻은 조휘발성분을 농도별로 배지에 첨가하고 여기에 배지 1 mL당 균수가 ~ 10^5 CFU 되게 균을 접종하여 72시간 배양한 후에 생균 수를 측정한 결과, 매우 높은 농도에서 균을 억제하였다. 항균 시험에 사용한 균은 *E. coli*, *S. aureus* 및 *S. enteritidis*로 조휘발성분을 첨가하지 않은 대조군은 24시간 배양한 후에 균수가 균에 따라 10^7 ~ 10^8 CFU/mL로 정상적으로 증식하였으나 조휘발성분을 첨가한 실험군은 많이 억제되었다. *E. coli*의 경우, 2000 ppm에서 처음에 접종한 1.3×10^5 CFU/mL의 균수가 시간이 경과함에 따라 점차 감소하였고 72시간 배양 후에는 30 CFU/mL로 거의 완전히 억제되었다. *S. aureus*의 경우, 600 ppm에서 처음에 접종한 균수가 1.5×10^5 CFU/mL로 72시간 배양한 후에는 30 CFU/mL로 상당히 억제되었다. 조휘발성분은 이 균에 대하여 더 강한 억제효과를 나타내었다. *S. enteritidis*의 경우, 2000 ppm에서 *E. coli*와 유사하였으나 처음에 접종한 균수 1.2×10^5 CFU/mL이 12시간 배양 후에 20 CFU/mL, 그리고 24시간 후에 3 CFU/mL로 배양 초기부터 급격히 감소하였고 72시간 후에도 3 CFU/mL을 유지하므로 이 균에 대하여 역시 강한 억제효과를 나타내었다(data not shown).

정제된 휘발성분의 항균효과

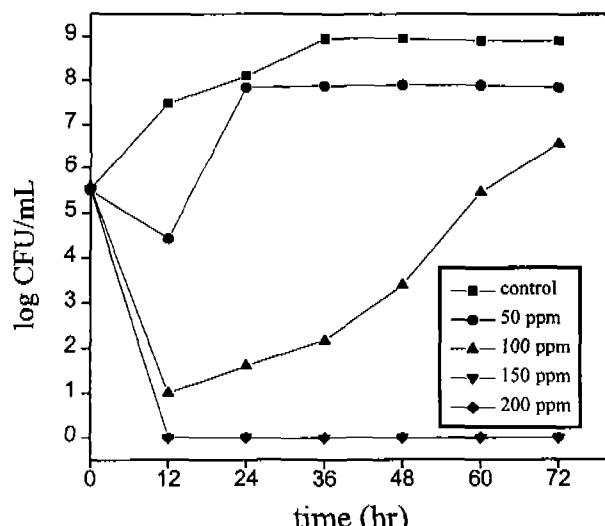


Fig. 1. Antimicrobial activity of the R_f 0.67 fraction obtained by TLC separation of the crude volatile components from fruit peel of *Zanthoxylum piperitum* DC against *E. coli*.

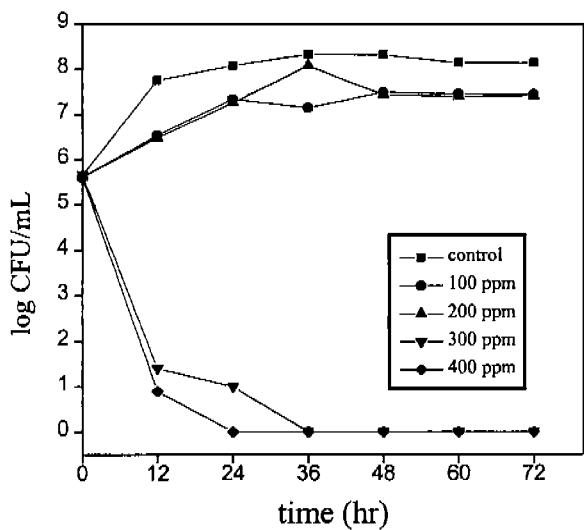


Fig. 2. Antimicrobial activity of the R_f 0.67 fraction obtained by TLC separation of the crude volatile components from fruit peel of *Zanthoxylum piperitum* DC against *S. aureus*.

조류발성분을 TLC로 1차 정제하여 얻은 R_f 0.74 분획(항균효과가 있는 분획)을 다시 silica gel TLC로 분리하였을 때 3개 band를 얻었고 이중에서 R_f 0.67 분획에서 강한 항균효과가 나타났다.

*E. coli*에 대한 정제된 R_f 0.67 분획의 농도별 항균효과는 Fig. 1과 같다. 대조군은 정상적으로 증식하여 72시간 후에는 7.8×10^8 CFU/mL로 증가하였다. 그런데 R_f 0.67 분획을 100 ppm을 첨가한 실험군은 배양초기에 많이 억제되었다가 시간이 경과함에 따라 다시 증식하였으나 150 ppm과 200 ppm을 첨가한 실험군은 완전히 억제되어 처음에 접종한 3×10^5 CFU/mL의 생균 수가 12시간부터 72시간까지 생균이 전혀 관찰되지 않았다.

*S. aureus*에 대한 R_f 0.67 분획의 농도별 항균효과는 Fig. 2와 같다. 대조군은 정상적으로 증식하였고 또한 이 분획을 200 ppm 첨가한 실험군도 다소 군수가 감소하였으나 대조군과 비슷하게 증식하였다. 그러나 300 ppm과 400 ppm 첨가한 실험군은 처음의 접종균수 4×10^5 CFU/mL에서 급격히 감소하여 각각 36시간과 24시간 배양후에는 생균이 전혀 관찰되지 않았다.

*S. enteritidis*에 대한 R_f 0.67 분획의 농도별 항균효과는 Fig. 3과 같다. 200 ppm을 첨가한 실험군은 초기에 군수가 감소하다가 시간이 지나면서 다시 증식하였으나 300 ppm 첨가한 실험군은 처음의 접종균수 2×10^5 CFU/mL이 72시간 후에는 2 CFU/mL로 거의 완전히 억제되었고 400 ppm의 실험군은 60시간 배양후에 완전히 억제되어 생균은 관찰되지 않았다. 정제된 R_f 0.67 분획은 조류발성분에 비하여 항균력이 현저히 증가하였다.

정제된 R_f 0.67 분획의 MIC값은 *E. coli*, *S. aureus* 및 *S.*

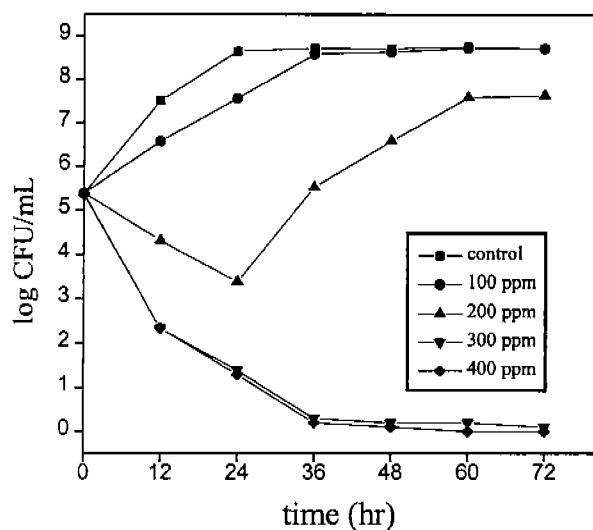


Fig. 3. Antimicrobial activity of the R_f 0.67 fraction obtained by TLC separation of the crude volatile components from fruit peel of *Zanthoxylum piperitum* DC against *S. enteritidis*.

*enteritidis*에 대하여 각각 150 ppm, 300 ppm, 및 300 ppm이며 다른 활성물질과 항균력을 비교해 보면, 고추냉이 정유의 주성분인 allylisothiocyanate의 MIC는 세균에 대하여 5.60 mM이었고[18], 계피 정유의 주성분인 cinnamic aldehyde와 eugenol의 MIC는 몇가지 세균에 대하여 0.013~0.5%와 0.005~0.1%로 균에 따라 많은 차이를 보였다[18]. Cinnamic aldehyde와 eugenol은 세균이외의 미생물도 억제하는데, 효모 *S. cerevisiae*에 대한 MIC값은 각각 0.05%와 0.1%이고 곰팡이 *A. oryzae*에 대한 MIC값은 각각 0.001%와 0.05%[18], *A. paraciticus*에 대한 MIC는 각각 150 ppm과 125 ppm이었다[3]. 산초의 메탄을 추출물은 1500 μ g/mL 농도에서 *E. coli*, *B. subtilis* 및 *S. aureus*를 100% 억제하였다[8]. 정제된 휘발성분은 다른 물질들과 비교해 볼 때 세균에 대하여 비슷하거나 보다 강한 억제효과를 나타내었고 세균 외에 효모나 곰팡이도 억제할 것으로 예상된다.

정제된 휘발성분의 억제율

$$\text{억제율} = \frac{X - Y}{X} \times 100 \text{ } (\text{식에 의해 계산})$$

산하였고 여기서 X는 대조군의 생균수(CFU/mL)의 \log_{10} 값이고 Y는 정제된 휘발성분(R_f 0.67 분획)을 첨가한 실험군의 생균수(CFU/mL)의 \log_{10} 값이다. 생균수는 각 농도별로 72시간 배양한 후에 측정한 군수이고 농도별 억제율은 Table 1과 같다.

E. coli, *S. aureus* 및 *S. enteritidis*의 MIC는 150 ppm, 300 ppm 및 300 ppm이며 이 농도에서 억제율은 각각 100%, 100% 및 98.8%로 억제효과가 대단히 높았다. 각 균들의 이 휘발성분에 대한 감수성의 정도를 비교하면, 100 ppm 농도에서 *E. coli*는 26.2%, *S. aureus*는 8% 및 *S. enteri-*

Table 1. Inhibition percent* of the volatile components in the active fraction after 72 hours of incubation

bacteria	conc.	50 ppm	100 ppm	150 ppm	200 ppm	300 ppm	400 ppm
<i>Escherichia coli</i>		11.8	26.2	100	100	-	-
<i>Staphylococcus aureus</i>		-	8.5	-	9.1	100	100
<i>Salmonella enteritidis</i>		-	0	-	12.4	98.8	100

$$\text{Inhibition percent} = \frac{X - Y}{X} \times 100$$

X : \log_{10} CFU/mL of control. Y : \log_{10} CFU/mL of sample.

Table 2. The identification components of the volatile components from fruit peel of *Zanthoxylum piperitum* DC by GC/MS analysis

retention time (min)	component	peak area (%)	molecular formula
9.28	citronellal	36.01	C ₁₀ H ₁₈ O
9.67	cumin aldehyde	0.43	C ₁₀ H ₁₂ O
10.77	geraniol	0.46	C ₁₀ H ₁₈ O
11.25	unknown	0.52	-
13.65	citronellol	3.77	C ₁₀ H ₂₀ O
14.71	geranyl acetate	60.23	C ₁₂ H ₂₀ O ₂

*tidis*는 0% 억제되어 *E. coli*의 감수성이 가장 높았고 *S. enteritidis*가 가장 낮았다.

휘발성분의 확인

강한 항균작용을 나타낸 R_f 0.67 분획을 GC/MS로 분석하여 각 성분들을 확인한 결과는 Table 2와 같다. 확인된 물질은 geranyl acetate(60.23%), citronellal(36.01%), citronellol(3.77%), geraniol(0.46%), cumin aldehyde (0.43%) 및 미확인 물질(0.52%)로 처음의 세 물질이 99% 이상 차지하였다.

Kim 등[10]은 GC와 GC/MS를 사용하여 초피과피의 정유에서 42개의 성분을 확인하였는데 이중에는 본 연구에서 확인한 5개 성분이 모두 들어 있었고 또한 Ko 등[12]도 초피과피의 정유에서 17개 성분을 검출하였으며 이중에는 citronellal, geraniol 및 citronellol은 들어있으나 cumin aldehyde 및 geranyl acetate는 검출하지 못하였다. 이것은 이 두 물질이 함유되지 않았기 때문이 아니라 두 물질의 표준물질을 사용하지 않았기 때문인 것으로 생각된다.

순수한 휘발성분의 항균효과

R_f 0.67 분획에 가장 많이 들어있는 geranyl acetate와 citronellal을 Sigma 사에서 구입하여 항균시험을 행하였다. Citronellal은 *E. coli*에 대하여 200 ppm에서 처음의 접종균수

5.0×10^5 CFU/mL를 72시간 후에 완전히 억제하여 생균을 관찰할 수 없었고, *S. aureus*에 대하여 400 ppm에서 접종균수 1.7×10^5 CFU/mL를 72시간 후에 20 CFU/mL로 억제하였으며, 800 ppm으로 농도를 높였을 때, 생균수가 4 CFU/mL로 감소하였으나 완전히 억제하지는 못하였다. *S. enteritidis*에 대하여 1,200 ppm에서 접종균수 3.2×10^5 CFU/mL를 72시간 후에 1.7×10^3 CFU/mL로 감소하였으나 이 균에 대하여 억제 효과가 매우 낮았다. Geranyl acetate는 *E. coli*에 대하여 400 ppm에서 접종균수 5.2×10^5 CFU/mL를 72시간 후에 43 CFU/mL로 감소시켰으며, *S. aureus*의 경우, 600 ppm에서 접종균수 1.8×10^5 CFU/mL를 72시간 후에 48 CFU/mL로 억제되었다. *S. enteritidis*에 대하여 1,200 ppm에서 접종균수 2.9×10^5 CFU/mL가 초기에 감소하다가 72시간 후에 5.3×10^6 CFU/mL로 다시 증식되어 geranyl acetate는 citronellal과 마찬가지로 높은 농도에서도 억제 효과가 매우 낮았다(date not shown). 이와 같이 순수한 단일 물질이 여러 성분이 섞여 있는 R_f 0.67 분획 보다 억제 효과가 낮은 원인은 여러 성분이 협동적으로 억제 효과를 나타내기 때문인 것으로 사료된다. 그리고 geranyl acetate와 citronellal[6] *S. enteritidis*에 대하여 매우 낮은 억제 효과를 나타내었는데 이는 이 두 성분이 다른 성분이 이 균을 효과적으로 억제하는 것으로 생각된다.

요약

초피과피를 증류하여 조휘발성분(정유)을 얻었다. 이 조휘발성분을 TLC로 분리하여 얻은 R_f 0.67 분획이 강한 항균작용을 나타내었다. 이 분획의 MIC는 *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* 및 *Salmonella enteritidis*에 대하여 150 ppm, 300 ppm 및 300 ppm이었다. R_f 0.67 분획을 GC/MS로 분석하여 geranyl acetate(60.23%), citronellal (36.01%), citronellol(3.77%), geraniol(0.46%), 및 cumin aldehyde(0.43%)을 검출 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 1998년도 가톨릭대학교 교비연구비에 의해 수행되었으며 연구비 지원에 감사드립니다.

REFERENCES

- Ahmad, A., L. N. Misra, and M. M. Gupta. 1993. Hydroxyl-(4Z)-enoic acids and volatile components from the seeds of *Zanthoxylum armatum*. *J. Nat. Prod.* **56**: 456–460.
- Ahn, B. Y. 1992. Antimicrobial activity of the essential oils of *Artemisia princeps* var *orientalis*. *Korean J. Food Hygiene* **7**: 157–160.

3. Bullerman, L. B., F. Y. Lieu, and S. A. Seier. 1977. Inhibition of growth and aflatoxin production by cinnamon and clove oil. Cinnamic aldehyde and eugenol. *J. Food Sci.* **42**: 1107–1109.
4. Cavallito, C. J. and J. H. Bailey. 1944. Allicin, the antibacterial principle of *Allium sativum*. I. Isolation, physical properties and antibacterial action. *J. Amer. Chem. Soc.* **66**: 1950–1951.
5. Cavallito, C. J., J. H. Bailey, and J. S. Buck. 1945. The antibacterial principle of *Allium sativum* III. Its precursor and “essential oil of garlic”. *J. Amer. Chem. Soc.* **67**: 1032–1033.
6. Chyau, C. C., J. L. Mau, and C. M. Wu. 1996. Characteristics of the steam-distilled oil and carbon dioxide extract of *Zanthoxylum simulans* fruits. *J. Agric. Food Chem.* **44**: 1096–1099.
7. Conner, D. E. and L. R. Beuchat. 1984. Effects of essential oils from plants on growth of food spoilage yeasts. *J. Food Sci.* **49**: 429–434.
8. Han, Y. S. and K. E. Byoun. 1996. Inhibitory effect of sancho (*Zanthoxylum piperitum* DC) on the growth of food spoilage microorganisms and identification of antimicrobial compounds. *Adv. Food Sci.* **18**: 7–12.
9. Jen, C. M., I. L. Tsai, D. J. Horng, and I. S. Chen. 1993. Isolation and structure determination of two new compounds from *Zanthoxylum integrifoliolum*. *J. Nat. Prod.* **56**: 2019–2021.
10. Kim, J. H., K. S. Lee, W. T. Oh, and K. R. Kim. 1989. Flavor components of the fruit peel and leaf oil from *Xanthoxylum piperitum* DC. *Korean J. Food Sci. Technol.* **21**: 562–568.
11. Klayman, D. L. 1985. Qinghaosu (artemisinin): An antimalarial drug from China. *Science* **228**: 1049–1055.
12. Ko, Y. S. and H. J. Han. 1996. Chemical constituents of Korean chopi (*Zanthoxylum piperitum*) and sancho (*Zanthoxylum schinifolium*). *Korean J. Food Sci. Technol.* **28**: 19–27.
13. Kubo, I., H. Muroi, and M. Himejima. 1992. Antimicrobial activity of green tea flavor components and their combination effects. *J. Agric. Food Chem.* **40**: 245–248.
14. Kubo, I., H. Muroi, and M. Himejima. 1993. Antibacterial activity against *Streptococcus mutans* of mate tea flavor components. *J. Agric. Food Chem.* **41**: 107–111.
15. Kyung, K. H. and H. P. Fleming. 1994. Antibacterial activity of cabbage juice against lactic acid bacteria. *J. Food Sci.* **59**: 125–129.
16. Lee, S. J. 1966. *Korean Folk Medicine-monographs Series No.3*, p. 88. Publishing Center of Seoul National University, Seoul, Korea.
17. Lin, A. J., M. Lee, and D. L. Klayman. 1989. Antimalarial activity of new water-soluble dihydroartemisinin derivatives. 2. Stereospecificity of the ether side chain. *J. Med. Chem.* **32**: 1249–1252.
18. Miyamoto, T. 1988. Antimicrobial activity of wasabi · cinnamon and their uses. *Food Chemical* **2**: 30–34, Japan.
19. Saqib, Q. N., Y. H. Hui, J. E. Anderson, and J. L. MacLaughlin. 1990. Bioactive furanocoumarins from the berries of *Zanthoxylum americanum*. *Phytotherapy Res.* **4**: 216–219.
20. Seo, K. L., D. Y. Kim, and S. I. Yang. 1995. Studies on the antibacterial effect of wasabi extracts. *Korean J. Nutrition* **28**: 1073–1077.
21. Sun, J. B., B. K. Lee, S. T. Shim, and J. K. Lee. 1989. Effect of the volatile constituents of mugwort seed extract on the growth of microorganism. *Korean J. Dietary Culture* **4**: 417–424.
22. Tawfig, N. K., L. A. Anderson, M. F. Roberts, J. D. Phillipson, D. H. Bray, and D. C. Warhurst. 1989. Antiplasmodial activity of *Artemisia annua* plant cell cultures. *Plant Cell Reports* **8**: 425–428.
23. Xiong, Q., D. Shi, and M. Mizuno. 1995. Flavonol glucosides in pericarps of *Zanthoxylum bungeanum*. *Phytochemistry* **39**: 723–725.

(Received February 25, 1999)