

생육 시기에 따른 자두류 중 후무사의 식중독균에 대한 저해효과

이인선 · 김현정 · 유미희* · 임효관* · 박동철**

계명대학교 전통 미생물자원 개발 및 산업화 연구센터

*계명대학교 식품가공학과, **김천대학 식품계열

Antimicrobial Activities of 'Formosa' Plum at Different Growth Stages against Pathogenic Bacteria

In-Seon Lee, Hyun Jeong Kim, Mi-Hee Yu*, Hyo Gwon Im* and Dong-Cheol Park**

*The Center for Traditional Microorganism Resources, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

*Department of Food Science and Technology, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

**Division of Food Science, Gimchen College, Gimchen 740-704, Korea

Abstract

To determine the antimicrobial activity of methanol extracts from 'Formosa' plum against 4 kinds of pathogenic bacteria, the formosa were got at different growth stages and were extracted using methanol, respectively. The Formosa methanol extracts treated with 5.0 mg/disc showed the highest antimicrobial activity against 4 kinds of pathogenic bacteria and those of Formosa 1-4 (immature fruit), which thin out 10~25 days before final harvest, showed higher antimicrobial activity against gram positive and gram negative microorganisms than Formosa 5-6 (mature fruit). Especially, the methanol extracts of Formosa 1 and 2 were exhibited the strongest growth inhibiting activities to these bacteria. The minimal inhibitory concentrations (MIC) of immature Formosa methanol extracts was 320 µg/mL against *Escherichia coli* O157:H7 and 160 µg/mL against *Staphylococcus aureus* respectively. The MIC of immature Formosa methanol extracts to *Salmonella typhimurium* and *Listeria monocytogenes* were 640 µg/mL. These results suggest that methanol extracts of immature Formosa can be used as an effective natural antimicrobial agent in food.

Key words : Formosa plum, immature fruit, antimicrobial activity, MIC

서론

자두는 신라시대 때부터 재배되어오고 있는 오래된 과실로 장미과 벚나무속 자두아속에 속하며, 원산지에 따라 동양계 자두(*Prunus salicina*), 유럽계 자두(*Prunus domestica*) 및 북미원산의 미국 자두(*Prunus americana*)로 나눌 수 있다. 자두는 품종과 재배환경에 따라 조성에 다소 차이가 있지만 수분 85%, 당질 12.6%, 섬유 1.1%, 칼슘 8 mg%, 인 11 mg%, 철 1.3 mg%, 비타민 C 5 mg%, 비타민 B₁ 0.02 mg% 그리고 비타민 B₂ 0.03 mg%으로 구성된다. 또한 자두는 사과산, 구연산 등의 유기산, 과당, 유리 아미노산 및 카로티노이드 등의 유용성분도 비교적 많이 함유하고 있다(1,2).

자두는 예로부터 간장 치료제로 이용되고, 얼굴의 기미를

제거하고, 골절이 쉬는 것과 오랜 열을 다스리며, 최근에는 골다공증 예방, 여성호르몬 형성, 주름살 예방, 피부 보호, 빈혈 예방, 식욕 증진, 스트레스 해소 및 피로 회복에 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(3).

자두류중 후무사(Formosa)는 *Prunus americana*, *Prunus simonii*와 *Prunus salicina*의 교잡종으로 4월에 꽃이 피고, 꽃이 진 후에 열매가 자라나며, 과일이 커지면 속아주게 되는데, 6월 중순경부터 서서히 자두를 속아내기를 하며 후무사의 완숙시기는 보통 7월 중·하순으로 알려져 있다(4). 후무사는 우리 나라에서 가장 많이 선호하는 품종이며, 대과종이고 열매결실이 좋고 당도가 높다. 후무사의 과육과 과피에는 페놀성 화합물이 풍부하고, 또한 수분 92%, 조단백 0.74%, 조지방 0.64%, 조섬유 1.7%으로 구성되어 있고, 무기질중 황, 칼륨, 마그네슘 등의 함량이 높으며, 유기산중 사과산, 주석산, 구연산과 유리당 등이 함유되었다(4). 그러나 후무사를 포함한 자두류에 관한 연구는 아직도 미비한 실정이며, 특히 과실의 결실 조절을 위해 속아내기로 제거되는

Corresponding author : In-Seon Lee, The Center for Traditional Microorganism Resources, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

E-mail : inseon@kmu.ac.kr

미숙과에 관한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다.

최근 급격한 산업발달에 따라 냉동, 냉장 식품의 수요가 급격히 증가되고 있으나 이들 냉동, 냉장 식품의 온도가 유통, 저장 또는 소비과정에서 적절치 못하게 관리될 때 오염된 미생물의 증식에 의하여 부패 및 심각한 식중독의 발생이 우려된다(5,6). 또한 경제가 급성장하고 생활이 윤택해지면서 건강에 대한 욕구가 증가되고 있으며, 합성된 의약품 및 식품첨가물의 계속적인 사용으로 인한 부작용이 대두되면서 합성물질 보다는 천연물질을 선호하는 경향으로 천연물에서 항균 물질을 추출하여 식품에 이용하려는 연구가 활발히 진행되고 있다(7). 이에 수많은 향신료, 생약제, 식물류 등에서 항균성을 갖고 있음이 보고되었고(7-11), 또한 과일류의 경우 테르펜류, 탄닌, 퀴논, 스테로이드 사포닌, 플라보노이드, 비타민 C 등 많은 생리활성을 가진 성분이 있어 항균 활성이 존재한다는 보고(12)도 많이 되고 있다. 이에 천연 자원중 과일류 후무사에 대한 항균 활성을 특히 과실의 결실 조절을 위해 숙아내기로 제거되는 미숙과로부터 완숙과로 생육하는 시기별에 따른 항균활성을 실제 식품에서 문제가 되는 미생물에 적용해보고자 하였다.

따라서 본 연구에서는 후무사의 생육 시기별에 따른 식중독균에 대한 생육억제 효과의 검색을 통하여 천연 항균제 개발, 기능성 제품 개발, 나아가 숙아내기로 제거되는 미숙과의 이용 방안 등의 기초적 자료로 활용하고자, 먼저 6월 말경부터 후무사 미숙과를 수확한 후 5일 간격으로 여섯 차례 후무사를 수확한 다음, 수확 시기별에 따른 후무사 추출물을 각각 제조하여 4종의 식중독균에 대한 성장 저해활성을 살펴보았다.

재료 및 방법

재료

김천지역의 자두 농장에서 2002년 6월 26일부터 후무사 미숙과를 처음 수확하기 시작하여 완숙과에 이르기까지 5일 간격으로 여섯 차례 채취하여 각각 냉동고에 보존하면서 사용하였다(Fig. 1).

시료 조제

자두 시료는 먼저 물에 깨끗이 수세한 후 100 g을 80% 메탄올을 첨가한 후 24시간씩 3회 반복 정지 추출하였다. 추출물은 여과지(Whatman No. 1, England)를 사용하여 여과하고, 회전 감압 농축기(R-3000, Buchi, Germany)로 농축하여 동결건조를 한 후 시료로 사용하였다.

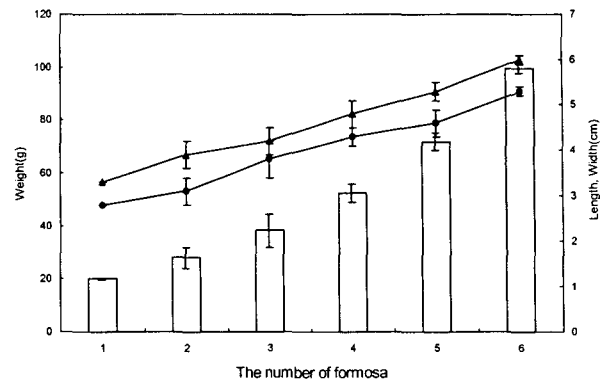


Fig. 1. Difference patterns of formosa at different growth stages

□: Formosa weight (g), ▲: Formosa width (cm), ●: Formosa length (cm)
Harvest date of formosa according to different growth stages: Formosa 1; 2002.6.26. Formosa 2; 2002.7.1. Formosa 3; 2002.7.6. Formosa 4; 2002.7.11. Formosa 5; 2002.7.16. Formosa 6; 2002.7.21. Formosa 1-4 (immature fruit) were thin out 10~25 days before final harvest, and formosa 5-6 (mature fruit) were thin out 0~5 days before final harvest.

사용균주 및 배양

본 실험에 사용한 균주는 KCTC 및 ATCC로부터 분양 받았으며 Table 1과 같다. 균주의 배양은 lactose broth(Difco, USA)를, *Listeria monocytogenes*의 경우는 brain heart infusion broth(Difco, USA)를 사용하여 37°C에서 24시간 3회 계대 배양하여 사용하였다.

Table 1. List of pathogenic bacteria used for antimicrobial studies

	Microorganism	Strain number
Gram(+)	<i>Listeria monocytogenes</i>	KCTC 3710
	<i>Staphylococcus aureus</i>	KCTC 3588
Gram(-)	<i>Escherchia coli</i> O157:H7	ATCC 43888
	<i>Salmonella typhimurium</i>	KCTC 2515

항균력 검색

식중독균에 대한 후무사 추출물의 항균효과는 inhibition zone diameter test로 조사하였다. Early log phase 상태에 도달한 식중독균을 $10^8 \sim 10^9$ CFU/mL의 농도로 한천배지에 도달한 후 멸균된 paper disc(inner diameter 8 mm)를 올려놓았다. 후무사 메탄올 추출물은 membrane filter(0.45 μ m)로 제균하고 paper disc에 각각의 농도로 50 μ l씩 첨가하여 37°C의 incubator에서 48시간 배양 후 paper disc 주위에 생성된 clear zone의 유무 확인 및 직경을 측정하여 항균력을 검색하였다. 이때 대조군으로는 항생제인 ampicillin을 이용하여 비교 실험하였다.

MIC의 측정

MIC(Minimum Inhibitory Concentration)측정은 후무사 메탄을 추출물을 0.45 μm membrane filter로 제균시킨 후 전 배양한 배양액으로부터 10 mL의 TSB 배지(Difco Co., USA)를 함유하는 시험관에 10⁵ CFU/mL의 농도로 분주하였고 각각 적당량 농도의 메탄을 추출물을 넣은 후 37°C에서 24간 배양 후, 100 μl씩을 취하여 한천 배지에 도말 후 배양시켜 colony 생성유무를 확인하여 해당 추출물에 대한 MIC를 측정하였다.

결과 및 고찰

생육시기에 따른 후무사의 크기 변화

후무사의 생육 시기별에 따른 크기와 무게의 변화를 조사한 결과 Fig. 1과 같이, 최종 수확 전 25일째부터 처음으로 채취한 후무사의 무게는 20 g에서, 5일 간격으로 채취하여 최종 수확후의 무게는 95 g으로 생육이 진행될수록 점점 비대해졌으며, 또한 직경 및 크기도 후무사의 생육이 진행될수록 점점 증가하였다. 후무사 완숙과는 일반적으로 7월 중순에 수확하며 중량이 70~80 g으로 알려져 있으므로(2), 본 실험에서도 후무사의 중량이 70 g 이상인 후무사를 완숙과로 구분하였다. 그 결과 후무사를 최종 수확 10~25일 전까지의 후무사 1-4는 미숙과로, 최종 수확 0~5일전까지의 후무사 5, 6은 완숙과로 구분하였다.

생육시기에 따른 후무사의 식중독균 저해 효과

후무사를 생육 시기별로 6차례 채취하여 각각 메탄을 추출물을 제조한 다음, 식중독 세균인 *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* 그리고 *Listeria monocytogenes*에 대한 항균력을 측정하였다.

수확시기별로 제조한 후무사 메탄을 추출물의 식중독균에 대한 생육 저해 효과를 측정한 결과 Table 2와 같이, 각 균에 대한 후무사의 항균력은 시료 농도가 증가할수록 높은 저해를 보였고, 특히 5.0 mg/disc의 농도에서는 이들 4종의 균 모두에서 가장 높은 항균활성을 나타내었다. 또한 미숙과에서 완숙과로 진행될수록 생육 저해환이 줄어드는 것으로 보아 완숙과에 비해 미숙과에서 높은 항균활성을 보였으며, 특히 후무사 1, 2 메탄을 추출물은 가장 강한 항균활성이 나타났다. 대표적인 식중독 세균인 *E. coli* O157:H7는 그람음성균이며 다양한 식품에서 분리되고, 일본에서 1만명 이상의 환자가 발생한 대형의 식중독 사고를 일으킨 대표적인 식중독 균주로, 저온내성, 내산성이 강한 것으로 인식되고 있는데(8,9), 후무사 메탄을 추출물중 미숙과가 이 균에 대해 높은 생육 저해 효과를 가지는 것을 확인하였다.

Table 2. Effects of methanol extracts formosa at different growth stages against pathogenic bacteria

Sample	Concentration (mg/disc)	Inhibition zone (mm) ¹⁾			
		<i>Escherichia coli</i> O157:H7	<i>Salmonella typhimurium</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
Formosa 1	5.0	16	10	11	12
	2.5	15	10	10	11
	1.25	12	10	9	10
	0.5	11	10	-2)	-
Formosa 2	5.0	13	10	11	12
	2.5	11	10	9	10
	1.25	-	10	-	-
	0.5	-	10	-	-
Formosa 3	5.0	11	10	11	10
	2.5	10	10	9	-
	1.25	-	10	-	-
	0.5	-	10	-	-
Formosa 4	5.0	11	10	11	10
	2.5	10	10	9	9
	1.25	-	9	-	-
	0.5	-	9	-	-
Formosa 5	5.0	10	9	10	10
	2.5	-	9	-	-
	1.25	-	9	-	-
	0.5	-	9	-	-
Formosa 6	5.0	10	9	9	10
	2.5	-	9	-	-
	1.25	-	9	-	-
	0.5	-	9	-	-
Ampicillin	1.0	20	21	19	18
	0.1	16	16	15	15

¹⁾Methanol extracts of formosa were adsorbed into paper disk (8 mm, diameter) and the diameter of clear zone was confirmed around the colony.
²⁾no inhibition

또한 *S. typhimurium*에 대한 후무사의 항균력을 측정한 결과, 시료 농도별에 따른 큰 차이를 보이지 않았으나 완숙과에 비해 미숙과에서 항균력이 조금 우수하였다. 특히 가장 높은 시료 농도인 5.0 mg/disc에서 같은 그람음성균인 *E. coli* O157:H7에 비해 *S. typhimurium*에 대한 항균활성이 낮았으며 이는 종에 따른 차이로 보여진다. 그렇지만 *E. coli*와 함께 대형 식중독사고의 대표적 원인세균인 *S. typhimurium*에 대한 후무사의 메탄을 추출물의 항균작용이 존재함은 식품의 안전성 향상에 기여할 것으로 생각된다.

그리고 그람양성균 중 *L. monocytogenes*에 대한 후무사 메탄을 추출물의 항균력은 다른 식중독균과 같은 경향으로 완숙과에 비해 미숙과인 후무사 1-4 메탄을 추출물에서 우수하였고, 특히 5.0 mg/disc의 농도에서 가장 강한 항균성을 보였다. *L. monocytogenes*는 심각한 listeriosis를 일으키며, 임신부나 유아 및 면역력이 약한 사람에게는 뇌막염 또는 폐혈

증을 일으키며 치사율이 가장 높은 식중독균으로 알려져 있다(10). 또한 열 저항성과 산성 저항성이 있으며 낮은 온도에서도 생육이 가능하여(13,14) 냉장식품에서 큰 문제가 되고 있다. 최근 한약재중 황련, 복분자 등이 *L. monocytogenes*에 대해 높은 항균 활성이 있다는 보고(7,8)와 유사하게 후무사의 메탄올 추출물의 경우도 *L. monocytogenes*에 대해 높은 항균활성을 가지는 것을 확인하였다.

*S. aureus*에 대한 후무사의 항균력을 측정한 결과, 완숙과에 비해 미숙과에서 높은 항균활성을 보이고, 시료 농도가 높을수록 더 큰 억제 효과를 보였다. 특히 미숙과인 후무사 1, 2 메탄올 추출물은 강한 항균활성이 나타났으나, 후무사 3-6의 메탄올 추출물은 5.0 mg/disc의 농도를 제외한 다른 농도에서는 항균 활성이 거의 나타나지 않았다. 후무사 메탄올 추출물은 이 균에 대해 *E. coli* O157:H7와 같이 완숙과에 비해 미숙과에서 우수한 항균활성을 보이지만, 후무사 3과 4의 메탄올 추출물 항균력은 *E. coli* O157:H7에 비해서 감소되었다. *S. aureus*은 내염성, 내산성 및 저온 내성이 강한 황색포도상 구균으로 우리 나라의 대표적인 식중독균으로 후무사의 메탄올 추출물은 이 균에 대한 강한 항균작용을 보였다(11).

그리고 무엇보다 후무사 1의 메탄올 추출물은 5.0 mg/disc의 농도에서 이들 4종의 균주에 대해 강한 항균활성을 보였고, 특히 *E. coli* O157:H7에 대해 가장 낮은 농도에서도 저해활성을 가지고 다른 식중독균에 비해 가장 강한 저해활성을 볼 수 있었다(Fig. 2).

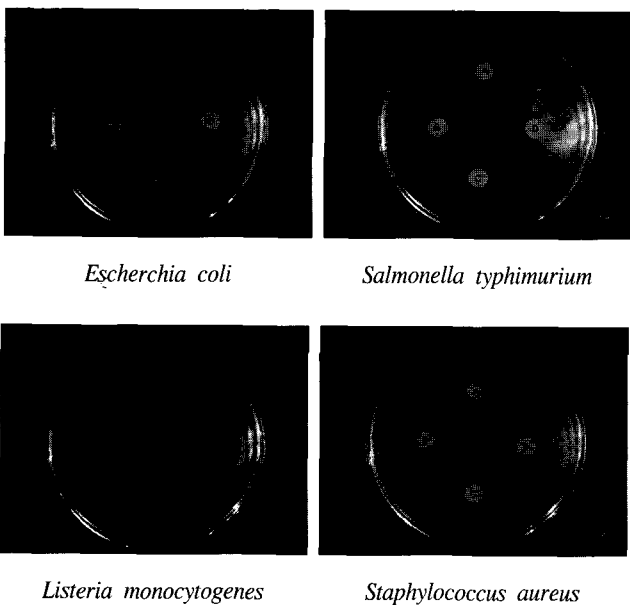


Fig. 2. Antimicrobial effect of Formosa 1 methanol extract against pathogenic bacteria.

The concentration of formosa 1 methanol extract; A: 5.0 mg/disc, B: 2.5 mg/disc, C: 1.25 mg/disc, D: 0.5 mg/disc

따라서 후무사 미숙과의 메탄올 추출물은 그람양성균과 그람음성균 구별 없이 모든 균종에 대해 높은 항균 활성을 가지므로 천연 항균 물질로서의 이용 가능성이 있으며, 특히 속아내기로 제거되는 미숙과에서의 높은 활성이 존재하므로 미이용 자원의 개발이라는 점에서도 의의가 있다고 생각된다.

후무사 메탄올 추출물의 최소저해농도 측정

4종의 식중독균에 대한 생육시기별에 따른 후무사 메탄올 추출물의 최소저해농도(MIC)를 측정한 결과는 Table 3과 같다. *E. coli*에 대한 후무사 메탄올 추출물은 후무사 미숙과 1-4에서 320 µg/mL, 완숙과 5, 6의 경우 640 µg/mL의 농도에서 MIC를 나타내어 *E. coli*의 경우 후무사 완숙과에 비해서 미숙과에서 더욱 우수한 항균력을 나타내었다. 특히 *S. aureus*의 경우 후무사 메탄올 추출물 160 µg/mL의 농도에서 MIC를 나타내어 가장 우수한 항균력을 보였으나, 후무사의 생육시기별에 따른 차이는 거의 없었다. 반면에 *S. typhimurium*과 *L. monocytogenes*의 경우 MIC는 640 µg/mL의 농도로 나타났고, 후무사의 생육시기별에 따른 차이는 없었다. 이는 강한 항균활성을 가진다고 알려진 catechin을 여러 차에서 추출하여 *L. monocytogenes*에 대한 MIC를 조사한 결과 300~600 µg/mL로 보고되었는데(9), 후무사 메탄올 추출물도 *L. monocytogenes*에 대해서 640 µg/mL 농도의 MIC를 보이므로 우수한 항균활성을 가지는 것으로 생각된다. 따라서 후무사 메탄올 추출물은 다른 균에 비하여 *S. aureus*에 대해 가장 강한 항균력을 나타내었으며, 다음으로 *E. coli*에서도 비교적 우수한 항균력을 나타내었다.

Table 3. Minimum inhibitory concentration of formosa methanol extracts against pathogenic bacteria

Formosa	MIC (µg/mL) ¹⁾			
	<i>Escherichia coli</i> O157:H7	<i>Salmonella typhimurium</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
1	320	640	640	160
2	320	640	640	160
3	320	640	640	160
4	320	640	640	160
5	640	640	640	160
6	640	640	640	160

¹⁾Minimum inhibitory concentration.

이상의 결과에서 후무사 메탄올 추출물은 4종의 식중독균에 대해 우수한 항균활성을 보였고, 특히 완숙과에 비해 미숙과에서 높은 항균활성이 존재함을 확인하였으므로, 앞으로 후무사를 이용하여 천연 항균제 개발, 기능성 제품 개발, 나아가 속아내기로 제거되는 미숙과의 이용 방안 등의 검토도 필요하다고 생각된다.

요 약

자두류중 후무사를 6월 말경에 처음으로 수확하여 5일 간격으로 6차례 채취한 다음 최종 수확 10~25일전까지의 후무사 1-4를 미숙과로, 최종 수확 0~5일전까지의 후무사 5, 6은 완숙과로 구분한 후 각각 메탄올 추출물을 제조하여 대표적인 식중독 세균 4종에 대한 항균력을 조사하였다. 각 균에 대한 후무사의 항균력은 시료 농도가 증가할수록 높은 저해를 보였고, 특히 5.0 mg/disc의 농도에서는 이들 4종의 균 모두에서 가장 높은 항균활성을 나타내었다. 또한 완숙과에 비해 미숙과에서 높은 항균활성을 보였으며, 후무사 1, 2의 경우 가장 강한 항균활성을 보였다. *E. coli* O157:H7와 *S. typhimurium*에 대한 후무사의 항균력도 완숙과에 비해 미숙과에서 항균력이 높았고, 특히 5.0 mg/disc 농도에서는 *E. coli*에 비해 *S. typhimurium*에서 항균활성이 감소되었다. 그람 양성균인 *L. monocytogenes*와 *S. aureus*에 대한 후무사의 항균력도 완숙과에 비해 미숙과에서 높은 항균활성을 보이고, 시료 농도가 증가할수록 더 큰 억제 효과를 보였다. 그리고 후무사 미숙과의 최소 저해 농도는 *E. coli*의 경우 320 µg/mL, *S. aureus*에서 160 µg/mL, *S. typhimurium*과 *L. monocytogenes*은 640 µg/mL이었다. 이와 같이 후무사 메탄올 추출물은 4종의 식중독균에 대해 우수한 항균활성을 보였고, 특히 완숙과에 비해 미숙과에서 높은 항균활성이 존재함을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부·한국과학재단 지정 계명대학교 전통 미생물자원 개발 및 산업화 연구센터의 지원 및 한국과학재단 목적기초연구(R03-2002-000-00019-012003)지원으로 수행되었음에 감사드립니다.

참고문헌

1. Chung, K.H. (1999) Morphological characteristics and principal component analysis of plums. Dept. of Fruit Breeding. National Horticultural Research Institute, R.D.A., Suwon, Korea. 310-440
2. Sung, Y.J., Kim, Y.C., Kim, M.Y., Lee, J.B. and Chung, S.K. (2002) Approximate composition and physicochemical properties of plum(*Prunus salicina*). J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol., 45, 134-137

3. Seo, S.B., Han, S.M., Kim, J.H., Kim, N.M. and Lee, J.S. (2001) Manufacture and physiological functionality of wines and liquors by using plum(*Prunus salicina*). Korean J. Biotechnol. Bioeng., 16, 153-157
4. Kim, J.Y. (1973) Home Fruit Tree. Oseung Press, Seoul., p. 207
5. Kong, Y.J., Hong, G.P., Kwon, H.J., Hong, J.K., Park, B.K. and Oh, D.H. (2001) Antimicrobial activity of *Quercus* spp. leaf ethanol extract against food-borne microorganism. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 30, 415-420
6. Kornacki, J. and Gabis, D.A.(1990) Microorganisms and refrigeration temperatures. Dairy Food Environ. Sanitation., 10, 192-195
7. Lee, Y.C., Oh, S.W. and Hong, H.D. (2002) Antimicrobial characteristics of edible medicinal herbs extracts. Korean J. Food Sci. Technol., 34, 700-709
8. Oh, D.H., Ham, S.S., Park, B.K., Ahn, C. and Yu, J. Y. (1998) Antimicrobial activities of natural medicinal herbs on the food spoilage or food-borne microorganisms. Korean J. Food Sci. Technol., 30, 957-963
9. Park, C.S. and Cha, M.S. (2000) Comparison of antimicrobial activities green tea extracts and preservatives to the pathogenic bacteria. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 13, 36-44
10. Kong, Y.J., Park, B.K. and Oh, D.H. (2001) Antimicrobial activity of *Quercus mongolica* leaf ethanol extract and organic acids against food-borne microorganisms. Korean J. Food Sci. Technol., 33, 178-183
11. Park, C.S. (1998) Antibacterial activity of ethanol extract of pine needle against pathogenic bacteria. Korean J. Postharvest Sci. Technol., 5, 380-385
12. Kim, D.O., Jeong, S.W. and Lee, C.Y. (2003) Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. Food Chem., 81, 321-326
13. Doyle, M.P. (1988) Effect of environmental and processing conditions on *Listeria monocytogenes*. Food Technol., 42, 169-172
14. Erickson, J.P. and Jenkins, P. (1992) Behavior of psychrotrophic pathogens *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* and *Aeromonas hydrophila* in commercially pasteurized eggs held at 2, 6.7 and 12.8°C. J. Food Prot., 55, 8-12

(접수 2003년 9월 27일, 채택 2003년 11월 21일)