

## 병원성 식중독 미생물에 대한 참나무과 식물 부위별 에탄올 추출물의 항균효과

윤재원<sup>1</sup> · 유미영<sup>1</sup> · 박부길<sup>1</sup> · 이명구<sup>2</sup> · 오덕환<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>강원대학교 바이오산업공학부

<sup>2</sup>강원대학교 산림과학대학 제지공학과

### Antimicrobial Effect of Ethanol Extracts of *Quercus* spp. against Foodborne Pathogens

Jae-Won Yun<sup>1</sup>, Mi-Young Yoo<sup>1</sup>, Boo-Kil Park<sup>1</sup>, Myoung-Ku Lee<sup>2</sup> and Deog-Hwan Oh<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>School of Biotechnology and Bioengineering, Kangwon National University,  
Chuncheon 200-701, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Paper Science & Engineering, College of Forest Sciences,  
Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

#### Abstract

This study was conducted to determine the antimicrobial effect of leaf, bark and xylem of 6 kinds of *Quercus* spp. against food borne disease bacteria. All of the samples tested showed the antimicrobial effect against food borne disease bacteria. *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, and *Staphylococcus aureus* was more sensitive than gram negative bacteria such as *Salmonella typhimurium* and *Escherichia coli* O157:H7, but no antimicrobial activity was observed against yeast and molds. Based on antimicrobial activity for kinds of *Quercus* spp., the antimicrobial activities of *Quercus aliena* Blume, *Quercus mongolica* Fisch, and *Quercus dentata* Thunb were stronger than those of *Quercus variebilis* Blume, *Quercus serrata* Thunb, and *Quercus acutissima* Carruth. In the meantime, the ethanol extract of *Quercus* spp. leaves showed the strongest antimicrobial activity compared to that of bark and xylem. Especially, the ethanol extract of *Quercus aliena* Blume leaf showed the strongest antimicrobial effect against foodborne disease bacteria among 6 kinds of *Quercus* spp.

**Key words:** *Quercus* spp., antimicrobial activity, foodborne pathogens

#### 서 론

세계는 경제적, 문화적으로 발달해가고 있으며, 산업혁명에 따른 공업화에 의해 다양한 가공식품들은 대량 생산화되고, 질적 수준도 점차 높아가고 있는 추세이다. 하지만 이에 따른 세계적 무역교류는 해외로부터 값싼 식품재료를 대량 수입하게 됨에 따라 유통 및 보관기간 중에 식품의 변질과 부패를 가져오게 되었다(1-3). 이는 주로 미생물의 작용에 의해서 나타나게 되며, 식중독세균과 부패세균의 증식을 억제할 목적으로 많은 종류의 보존료 사용이 증가하게 되었다. 하지만 화학합성 보존료가 지속적으로 체내에 축적될 경우에는 만성독성, 발암성, 돌연변이 유발성 등의 부작용이 발생함에 따라, 최근에는 독성과 잔류의 염려가 없는 천연물을 이용한 항균물질을 탐색하는 연구가 활발하게 진행되고있다(4).

지금까지 연구된 천연 항균성 물질은 동물, 식물, 단백질 및 효소류, 유기산류 및 bacteriocin 등이 알려져 왔다(5). 그 중에서 식물 추출물이 항균성을 가지고 있다는 것은 오래 전

부터 알려져 왔으며, 마늘, 갓 등과 같은 향신료들과 솔잎, 쑥, 황련, 자몽 등 다양한 식용식물 및 한약재들이 항균성을 갖고 있는 것으로 보고되고 있다(6,7). 최근에는 수목추출물로부터 분리된 여러 가지 성분에 대하여 항생물질, 살균·살충물질, 효소, 비타민, 각종 호르몬에 대한 효능연구가 보고되고 있다(8,9).

우리나라의 수목 중, 참나무류는 전임목의 약 27%를 차지하고 있으며, 대표적인 것으로는 갈참, 굴참, 떡갈, 졸참, 신갈 및 상수리나무 등이 있다(10). 예로부터 참나무류는 종실을 식용으로 사용하여 왔으며, 도토리에는 풍부한 전분과 짙은 맛을 내는 tannin과 quercetin 등 여러 성분이 함유되어 있는데 식품으로는 물론 약용 식물로도 아주 유용하여 장 및 혈관을 수축시키는 작용을 하며, 민간요법에서 잎과 껍질을 수렴성 피펫약 설사, 탈항, 치질을 비롯하여 거담, 진통, 지혈 등에 사용해 왔다(11).

지금까지 참나무에 대한 생리활성 연구로는 Lee와 Shin (12)은 갈참나무 에탄올 추출물의 용매분획층 중 에틸아세

\*Corresponding author. E-mail: deoghwa@kangwon.ac.kr  
Phone: 82-33-250-6457, Fax: 82-33-250-6457

테이트 분획물이 *Bacillus subtilis* 및 *Bacillus cereus*와 같은 부패와 변질에 관계하는 미생물에 대해 강한 항균활성이 있음을 보고하였다. Ohara와 Hemingway(13)는 red oak의 수피 추출물의 성분을 조사하였는데, 그 수율은 8.1%이며, 주요 성분은 quercetin으로 소량의 catechin과 미량의 epicatechin 및 galloocatechin을 포함하고 있으며, catechin과 epicatechin이 결합된 형태의 2량체 화합물도 존재한다고 보고하였다. Mallea 등(14)은 evergreen oak 잎으로부터 얻은 7종의 *Epicoccum purpurascens*에 대한 항균활성 실험 결과, 2종의 *Epicoccum purpurascens* 추출물이 *Trichophyton mentagrophytes* 및 *Staphylococcus aureus*에 항균활성을 나타내었다. 한편, Kong 등(15)은 신갈나무 잎의 에탄올 추출물이 *S. aureus*, *B. cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium* 같은 병원성 식중독세균에 대하여 62.5~250 ug/mL의 최소저해농도를 나타낸다고 보고하였으며, 이 에탄올 추출물을 술덧음료, 당근주스에 0.1%, 된장에 2~3%, 막걸리에 0.5%를 첨가하였을 때 합성보존제와 비슷한 미생물의 생육저해효과를 나타내어 천연보존제로서의 이용 가능성을 제시하였다(16). 따라서 본 논문에서는 참나무과에 속하는 수목종 잎, 수피, 목질의 부위별 항균성을 조사하여 천연 항균제 및 식품보존제로서의 이용가능성을 탐색하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 실험을 수행하기 위하여 공시재료는 Table 1에 나타낸 것과 같이 2001년 9월 강원대학교 연습림에서 자생하는 생장이 양호한 참나무류 중 대표적인 수종 6종을 채취하여 공시재료로 사용하였다.

### 추출물의 조제

시료는 각각 잎, 수피, 목질부별로 선별 정선한 후 먼지 등을 제거하기 위해 깨끗한 물로 수세, 음건(陰乾) 후 각 부위를 건식 분쇄기(Samsung Electronics, CR-581W, Korea)로 분쇄하여 150 mesh(Standard testing sieve, ITOH Co., Japan)에 통과된 분말을 추출용 시료로 사용하였다. 참나무의 추출은 수직으로 환류냉각관을 부착시킨 flask 내에 500 g의 분말시료를 넣고 60°C에서 시료중량의 10배에 해당하는 에탄올을

70%를 가하고 6시간 동안 2회 반복 추출한 후, 감압여과장치로 여과하였다. 여액을 rotary vacuum evaporator(Eyela N-N-series, Japan)를 사용하여 농축하고, 이를 동결건조한 후 밀봉하여 4°C의 냉장고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

### 사용균주 및 추출물의 항균력 및 생육저해효과

항균력 검색에 사용한 균주는 그람양성균인 *Bacillus cereus* ATCC 9634, *Listeria monocytogenes* ATCC 19111, *Listeria monocytogenes* scott A, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923과 그람음성균인 *Escherichia coli* O157:H7 933, *Salmonella typhimurium* ATCC 14028, *Yersinia enterocolitica* ATCC 9610를 사용하였으며 효모는 *Candida utilis* IFO 0589, 곰팡이는 *Fusarium moniliform* ATCC 10052를 각각 사용하였다. 사용된 시험균은 본 연구실에서 보유하고 있는 균주를 사용하였으며 *Escherichia coli* O157:H7 933균은 미국 조지아대학 식품공학과로부터 분양받아 사용하였다. 한편, 그람양성균과 그람음성균의 생육 및 항균력에 사용된 배지는 tryptic soy broth와 tryptic soy agar(Difco, USA), 효모 및 곰팡이균은 potato dextrose broth와 agar(Difco)배지를 각각 사용하였으며 항균력 검색은 paper disk method를 이용하여 조사하였다(15). 즉, tryptic soy agar 또는 potato dextrose agar배지를 121°C에서 15분간 살균한 다음 50°C까지 냉각하여 무균적으로 petri dish에 15 mL씩 분주하여 응고시킨 후, 전배양한 각종 시험균 배양액 0.1 mL를 평판배지에 주입하여 균일하게 도포하였다. 각 참나무류의 부위별 에탄올 추출물에 대해서 멸균된 paper disk에 농도별로 시험용 평판배지 표면에 올려놓은 후 35°C incubator에서 24~48시간동안 배양하여 disk 주변의 clear zone(mm)을 측정하여 항균력을 검색하였다. 한편, 병원성 식중독균에 대한 각 부위별 에탄올 추출물의 생육저해효과를 알아보기 위하여 멸균된 TSB 배지에 각 시험균의 초기농도를  $1 \times 10^5$  CFU/mL가 되도록 접종하여 각 추출물을 2 mg/mL가 되게 첨가한 뒤, Bioscreen C(Labsystems, FP-1100-C, Finland)로 35°C에서 24시간 배양하면서 균의 생육을 600 nm에서 optical density(O.D.) 값으로 3회 반복하여 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 항균 물질의 항균력 검색

병원성 식중독 미생물에 대한 6종의 참나무류의 부위별 에탄올 추출물의 항균력을 검색한 결과를 Table 2에 나타냈다. 부위별 참나무류 에탄올 추출물은 그람 양성세균과 음성세균에 강한 항균활성을 나타냈으며, 수종별로 항균력을 비교하면, 신갈, 갈참, 떡갈나무 에탄올 추출물이 부위별 모두에서 졸참, 상수리, 굴참나무보다 그람양성과 음성 식중독 세균에 대해 높은 항균 활성을 보였으며, 특히 그람양성균인 *B. cereus* ATCC 9634, *L. monocytogenes* ATCC 19111, *L. monocytogenes* scott A 그리고 *S. aureus* ATCC 25923에

Table 1. List of *Quercus* spp. used for experiment

Botanical name	Korean name	Part used
<i>Quercus aliena</i> Blume.	갈참나무	leaves, bark, xylem
<i>Quercus variebilis</i> Blume.	굴참나무	"
<i>Quercus dentata</i> Thunb.	떡갈나무	"
<i>Quercus serrata</i> Thunb.	졸참나무	"
<i>Quercus mongolica</i> Fisch.	신갈나무	"
<i>Quercus acutissima</i> Carruth.	상수리나무	"

Table 2. Antimicrobial activities of ethanol extracts from *Quercus* spp.

Test organism	Botanical name	Inhibition zone <sup>1)</sup> (mm)																	
		<i>Quercus aliena</i>			<i>Quercus variabilis</i>			<i>Quercus dentata</i>			<i>Quercus serrata</i>			<i>Quercus mongolica</i>			<i>Quercus acutissima</i>		
		L <sup>3)</sup>	B <sup>1)</sup>	X <sup>3)</sup>	L	B	X	L	B	X	L	B	X	L	B	X	L	B	X
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 9634		20	15	16	13	9	13	16	13	14	14	11	12	15	16	14	15	12	12
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19111		19	15	12	11	9	10	16	14	16	13	10	11	17	16	14	14	10	14
<i>Listeria monocytogenes</i> scott A		19	11	11	12	10	11	14	13	15	15	9	14	15	14	15	14	11	15
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923		20	13	18	14	10	13	18	12	15	17	9	10	16	13	13	13	10	12
<i>Escherichia coli</i> O157:H7 933		13	11	10	9	9	9	13	11	16	9	9	9	15	11	11	9	9	9
<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 14028		12	14	10	10	9	9	17	10	13	10	9	10	13	12	11	13	9	10
<i>Yersinia enterocolitica</i> ATCC 9610		14	12	13	9	10	12	15	11	12	9	9	9	16	14	15	12	11	13
<i>Candida utilis</i> IFO 0589		ND <sup>2)</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Fusarium moniliform</i> ATCC 10052		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

<sup>1)</sup>Two mg of ethanol extract was absorbed into paper disc (Φ8 mm) and the diameter (mm) of clear zone was measured.

<sup>2)</sup>Not detected

<sup>3)</sup>L: leaves, <sup>1)</sup>B: bark, <sup>3)</sup>X: xylem.

대해 갈참, 떡갈, 신갈나무에서 다른 수종보다 높은 항균활성을 나타냈다. 그람음성균에서는 *S. typhimurium* ATCC 14028과 *Y. enterocolitica* ATCC 9610에서 갈참, 떡갈 그리고 신갈나무가 다른 수종보다 높은 항균활성을 나타냈다. 그러나 *C. utilis* IFO 0589와 *F. moniform* ATCC 10052에 대하여는 모든 종류의 참나무류 추출물에서 항균력을 나타내지 않았다.

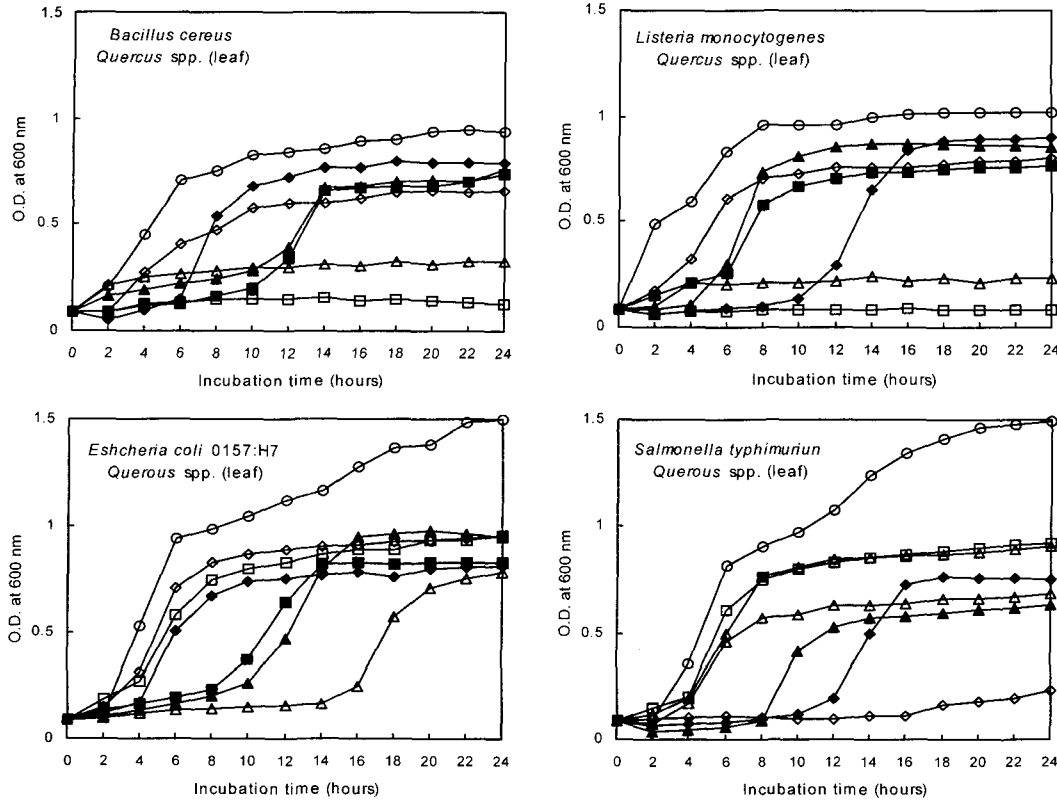
수종별로 항균력을 비교하면 잎, 수피와 목질부의 항균력은 수종에 따라 차이가 있지만, 잎 에탄올 추출물이 가장 높은 항균활성을 나타냈으며, 목질부와 수피는 유사한 항균활성을 나타냈다. 잎 에탄올 추출물의 항균력은 갈참나무에서 *B. cereus* ATCC 9634와 *S. aureus* ATCC 25923에 대해 20 mm의 clear zone을 나타내 가장 높은 항균활성이 나타내었으며, *L. monocytogenes*에 대해서도 각각 19 mm의 항균력을 보여주었다. 수피의 항균력 신갈나무에서 *L. monocytogenes* ATCC 19111에 대해 16 mm의 clear zone이 나타났으며 목질부의 항균력은 갈참나무가 *S. aureus* ATCC 25923에서 18 mm, *B. cereus* ATCC 9634에서 16 mm로 높은 항균활성이 나타났다.

참나무 수종 6가지의 잎과 수피, 목질부의 항균활성검색 결과 수종별로 항균력을 비교하면 모두 그람양성균과 그람음성균에 항균력을 나타냈으며, 특히 그람양성균에 대해 수종에 따라 차이가 있지만 그람음성균보다 더 높은 항균력을 나타내었다. 6종류의 수종중에서 신갈, 갈참, 떡갈나무 에탄올 추출물의 항균활성이 좋았으며, 그 중 갈참나무의 잎 에탄

올 추출물이 가장 높은 활성을 나타냈다. Kong 등(15)은 신갈나무 잎 에탄올 추출물이 갈참나무 잎 에탄올 추출물보다 병원성 식중독세균에 대하여 항균력이 비슷하거나 약간 강한 것으로 보고하였으나 이러한 결과는 채취시기와 장소 등 여러 가지 환경적인 요인에 따라 약간의 차이가 있을 것으로 사료된다. Lee와 Shin(17)은 갈참나무와 굴참나무 잎의 물과 에탄올 추출물로부터 부패와 변질에 관여하는 미생물에 대한 항균효과 검색결과, 굴참나무에서는 *B. subtilis*에, 갈참나무의 경우는 *B. subtilis*, *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides* 및 *B. cereus*에 대하여 각각 항균력이 있음을 보고하였으며, 이 결과는 본문의 결과와 유사하였다. Kim과 Park(18)의 떡갈나무의 부위별 추출물에 대한 항균활성결과, 잎 추출물은 *Klebsiella pneumoniae*, 수피 추출물은 *B. subtilis*, *K. pneumoniae*균, 목질부 추출물은 *B. subtilis*, *S. aureus*, *K. pneumoniae* 및 *Vibrio parahaemolyticus* 균에 대해서 각각 저해효과가 높게 나타났으며 항균활성은 잎, 수피, 목질부 순으로 높게 나타났다는 보고는 본 연구의 결과와도 같은 경향을 나타내었다.

참나무과류 부위별 에탄올 추출물의 생육저해효과

참나무 6종 잎 에탄올 추출물에 대해서 Bioscreen C를 이용해 미생물의 생육저해효과를 경시적으로 조사하기 위해 tryptic soy broth에 에탄올 추출물을 2 mg/mL씩 첨가하여 무첨가군인 대조군과 비교한 결과를 Fig. 1에 각각 나타내었다. *B. cereus* ATCC 9634에 대한 생육저해효과는 갈참나무



**Fig. 1. Inhibitory effect of ethanol extracts (2 mg/mL) of *Quercus* spp. leaf against foodborne bacteria.**  
 —○— control, —□— *Q. aliena*, —■— *Q. variebilis*, —◇— *Q. dentata*, —◆— *Q. serrata*, —△— *Q. mongolica*, —▲— *Q. acutissima*.

와 신갈나무 잎 에탄올 추출물에서 24시간 동안 생육을 억제 하였으며 그 이후에도 균의 생육저해는 지속되었다. 그리고 졸참나무와 상수리나무 잎 에탄올 추출물은 12시간, 신갈나무와 상수리나무 잎 에탄올 추출물은 6~8시간 동안 억제 하였으나 그 후부터는 생육을 하기 시작하였다. *L. monocytogenes* ATCC 19111에 대한 생육저해효과는 갈참나무와 신갈나무 잎 에탄올 추출물에서 나타났으며, *E. coli* O157:H7 933균에 대해서는 갈참나무 잎 에탄올 추출물이 24시간 동안 억제 효과를 보였으며 졸참나무 잎 에탄올 추출물은 12시간, 나머지 종의 추출물들은 6~8시간 동안 저해를 나타내었다. *S. typhimurium* ATCC 14028균에 대해서도 갈참나무 잎 에탄올 추출물이 16시간 동안 균의 생육저해를 지속적으로 나타냈으며 다른 종의 추출물들은 6~8시간 동안 생육을 저해하였다. Kong과 Oh(19)는 신갈나무 잎 에탄올 추출물을 핵산으로 분해하였을 때 에탄올 추출물보다 위의 병원성 식중독균에 대하여 더 강한 항균력을 나타내었다고 보고하였다. 이 결과로 미루어 볼 때, 그람양성과 음성세균 4종에 대한 참나무과류 잎 에탄올 추출물의 생육억제효과는 각종에 따라 생육억제효과의 차이는 있었으나 그람 음성세균보다 양성세균에 대해서 더 강한 생육저해효과를 보였으며, 참나무 6종 중 갈참나무 잎 에탄올 추출물이 가장 높은 항균 활성을 보였다.

참나무 6종 수피 에탄올 추출물을 tryptic soy broth에

2,000 µg/mL씩 첨가하여 무침가균인 대조군과 비교한 결과를 Fig. 2에 각각 나타내었다. *B. cereus* ATCC 9634에 대한 생육 저해효과는 갈참나무 에탄올 추출물이 16시간 동안 생육을 저해하였으며 상수리나무 에탄올 추출물은 24시간, 나머지는 종들은 6시간 동안 각각 생육을 저해하였다. *L. monocytogenes* ATCC 19111에 대한 생육저해효과는 갈참나무와 신갈나무 추출물이 다른 종에 비하여 저해 효과가 더 컸으며, *E. coli* O157:H7 933과 *S. typhimurium* ATCC 14028균에 대해서는 참나무 6종의 추출물 모두 control에 비하여 강한 저해효과를 나타내었다. 한편, 목질부의 경우, 수피보다 항균력이 유사하거나 더 낮은 경향을 나타내었다(data not shown). 본 연구결과, 그람음성과 양성 4종에 대한 참나무과류 목질부 에탄올 추출물의 생육저해효과는 종에 따라 차이는 있었으나 그람음성균에 비해 양성균에 대하여 더 강한 생육억제를 보였으며 참나무 6종 중 갈참나무 잎 에탄올 추출물이 가장 높은 항균력을 보였다.

**갈참나무 잎 추출물의 생육저해효과**

위의 참나무 6종 중 생육억제 효과가 가장 높은 갈참나무 잎 에탄올 추출물을 최종농도가 250, 500, 1,000, 2,000 µg/mL 되게 tryptic soy broth에 첨가하여 그람양성균과 음성균에 대한 생육저해효과에 대해 측정된 결과를 Fig. 3에 각각 나타내었다. *B. cereus* ATCC 9634에서는 500 µg/mL 이상에서 24시간 동안 생육억제를 나타내었으나, 250 µg/mL에서

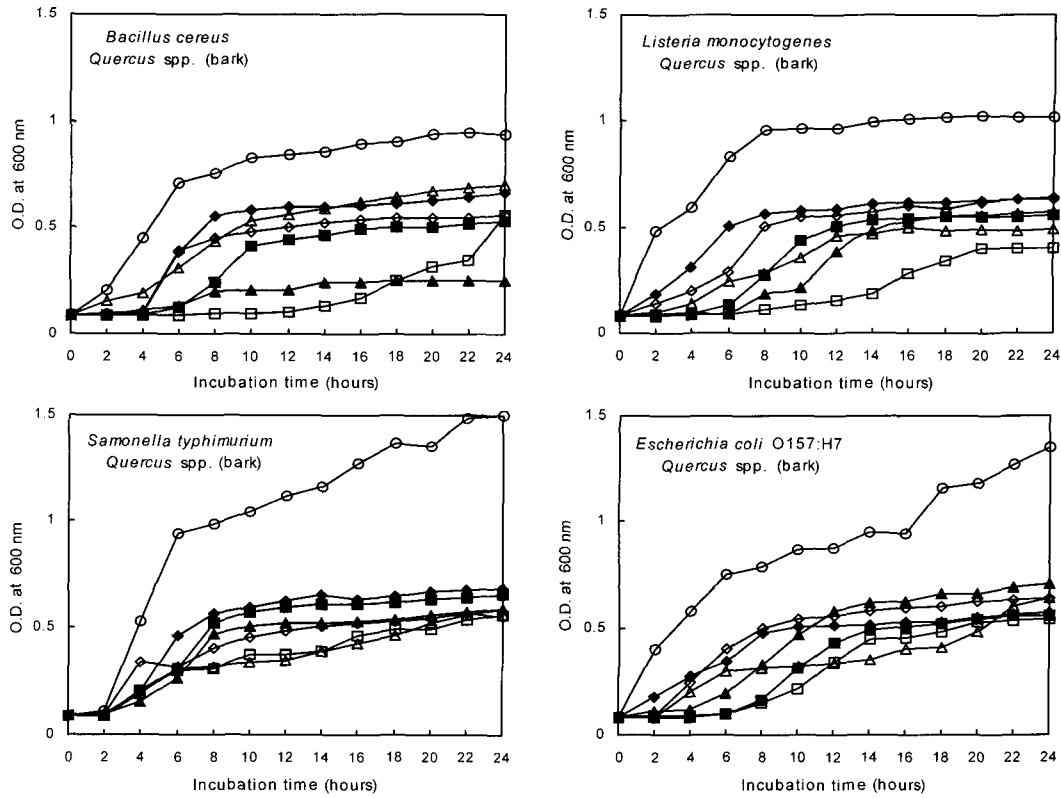


Fig. 2. Inhibitory effect of ethanol extract (2 mg/mL) of *Quercus* spp. bark against foodborne bacteria. —○— control, —□— *Q. aliena*, —■— *Q. variebilis*, —◇— *Q. dentata*, —◆— *Q. serrata*, —△— *Q. mongolica*, —▲— *Q. acutissima*.

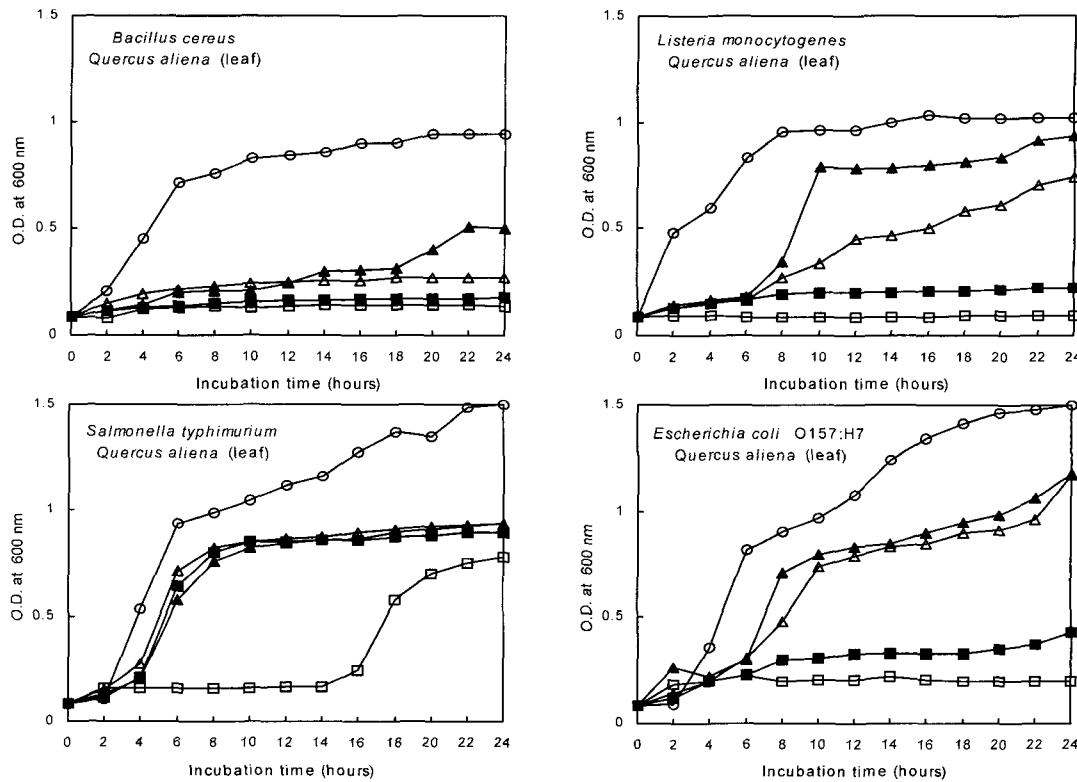


Fig. 3. Inhibitory effect of the ethanol extract of *Quercus aliena* leaf at different concentrations against foodborne bacteria. —○— control, —□— 2 mg/mL, —■— 1 mg/mL, —△— 500 µg/mL, —▲— 250 µg/mL.

는 18시간 동안의 생육저해효과를 나타냈으며, *L. monocytogenes* ATCC 19111에서는 1 mg/mL에서 생육억제를 나타내었다. 갈참나무 잎 에탄올 추출물의 그람음성균에 대한 항균활성을 보면, *E. coli* O157:H7는 잎 에탄올 추출물 1 mg/mL에서 생육저해를 보였으며, *S. typhimurium*에는 2 mg/mL에서 16시간 동안 생육을 저해하였으며 추출물의 함량이 높아질수록 더 강한 항균활성을 나타내었다.

## 요 약

병원성 식중독 미생물에 대한 참나무류 6종의 부위별 항균력을 검색한 결과, 참나무류 부위별 에탄올 추출물의 항균력은 그람양성 세균과 음성 세균에 대해 높은 항균 활성을 나타내었으며, 그람음성균인 *E. coli* O157:H7이나 *S. typhimurium* 보다 그람양성균인 *B. cereus*, *L. monocytogenes*, *S. aureus* 균에 대하여 더 강한 항균력을 나타내었다. 반면에, 효모와 곰팡이에 대해서는 항균력을 나타내지 않았다. 수종별 항균활성은 갈참, 떡갈 신갈나무 에탄올 추출물이 출참, 상수리, 굴참나무 에탄올 추출물보다 더 강하였으며, 부위별로는 잎이 가장 높은 항균활성을 나타내었고 수피와 목질부는 유사한 항균력을 나타내었다. 6종의 부위별 참나무수종 중에서 갈참나무 잎 에탄올 추출물이 가장 강한 항균력을 나타내었으며, *B. cereus* ATCC 9634와 *L. monocytogenes* ATCC 19111에서는 500 µg/mL에서, *E. coli* O157:H7는 1 mg/mL의 농도에서 생육저해효과를 나타내었다.

## 감사의 글

본 연구는 2001년도 농림부에서 시행한 농림기술지원사업의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사를 드립니다.

## 문 헌

- Todd ECD. 1989. Preliminary estimates of costs of foodborne disease in the United States. *J Food Prot* 1: 595-601.
- Scott VN. 1988. Safety considerations for new generation refrigerated foods. *Dairy Food Environ Sanitation* 1: 5-10.
- Frank JF. 1990. Control of *L. monocytogenes* in food processing environments. *J Korean Soc Food Nutr* 19: 491-493.
- Brane AL. 1975. Toxicological and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *JAOC* 52: 59-63.
- Beuchat LR, David AG. 1989. Antimicrobials occurring naturally in foods. *J Food Technology* 43: 134-142.
- Maria BZ, Lamar SR, Jose SM, Minam LS, Amaldo RL. 1984. Volatile sulfides of the amazonian garlic bush. *J Agric Food chem* 32: 1009-1010.
- Jamal NB, Ibrahim AW. 1994. Citric acid and antimicrobial affect microbiological stability and quality of tomato juice. *J Food Sci* 59: 130-134.
- Fleming HP, Walter WM, Etechells JL. 1969. Isolation of a bacterial inhibitor from green olives. *Appl Microbiol* 18: 856-860.
- Kang HY. 1994. The biochemical role of tree extractives. *Mokchae Konghak* 22: 5-11.
- Yoon JH. 1994. *Introduction of Forestry*. 1st ed. Kangwon National University Academic Press Inc, Chunchon. p 29.
- Kim TU. 1996. *The forest of Korea*. 1st ed. Kyohak Press Inc, Seoul. p 20.
- Lee BW, Shin DH. 1991. Antimicrobial effect of some plant extracts and their fractionates for food spoilage microorganisms. *Korean J Food Sci Technol* 23: 205-211.
- Ohara S, Hemingway RW. 1989. The phenolic extractives in southern red oak (*Quercus falcata* Michx. var. *falcata*) bark. *Holz fors Chung* 43: 149-154.
- Mallea M, Pesando D, Bernard P, Khoualene B. 1991. Comparison between antifungal and antibacterial activities of several strains of *Epicoccum purpurascens* form Mediterranean area. *Mycopathologia* 115: 83-88.
- Kong YJ, Hong TP, Kwon HJ, Hong JK, Park BK, Oh DH. 2001. Antimicrobial activities of *Quercus mongolia* spp. leaf ethanol extract against foodborne disease microorganisms. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 415-420.
- Kong YJ, Kang GS, Lee MK, Park BK, Oh DH. 2001. Antimicrobial and antioxidative activities of solvent fractions of *Quercus mongolia* leaf. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 338-343.
- Lee BW, Shin DH. 1991. Screen of natural antimicrobial plant extracts on food spoilage microorganisms. *Korean J Food Sci Technol* 23: 200-204.
- Kim SJ, Park SJ. 1996. Antimicrobial substance in leek (*Allium tuberosum*). *Korean J Food Sci* 28: 604-608.
- Kong YJ, Oh DH. 2001. Effect of ethanol extract of *Quercus mongolia* leaf as natural food preservative. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 243-249.

(2003년 9월 27일 접수; 2004년 2월 25일 채택)