

어류질병세균에 대한 천연식물 및 망태버섯 (*Dicyophora indusiata*) 추출물의 항균활성

조미라 · 김진우* · 김동수+
경성대학교 식품공학과, *국립수산과학원 병리연구과

Antimicrobial Effects of Natural Plant and Mushroom, *Dicyophora indusiata* Extracts on Fish Pathogenic Bacteria

Mi-Ra JO, Jin Woo KIM* and Dong Soo KIM+
Dept. of Food Science & Technology, Kyungsoong University, Busan 608-736, Korea
*Pathology Division, National Fisheries Research & Development Institute,
Kijang, Busan 619-900, Korea

Ethanol extract obtained from bark, roots, stem, leaves and seeds of 30 species of plants and mushroom, Dicyophora indusiata were examined antimicrobial effect on fish pathogenic bacteria, Listonella anguillarum, Lactococcus garvieae, Streptococcus iniae by disk method. Ethanol extract of D. indusiata was found to be the most active against all fish pathogenic bacteria in test system. Ethyl acetate fraction from ethanol extract of D. indusiata showed the strongest compared with those from other solvent fractions such as dichloromethane, n-butanol and water. The antimicrobial effect of ethyl acetate fraction was particularly evident against S. iniae.

Key words: Antimicrobial effect, Natural plant, *Dicyophora indusiata*, Fish pathogenic bacteria

서 론

예로부터 천연물은 식용 또는 약용으로 이용되어져 왔으며 최근에는 자원을 이용하여 항세균, 항진균 및 항암효과를 갖는 성분
에 대한 유용성 연구가 활발히 진행되고 있으며 또한 식품의 부패
및 변질을 일으키거나 사람에게 식중독을 유발하는 병원성 세균에
대한 항균효과에 대해서도 많이 연구되고 있다 (Mok et al., 1994;
Park et al., 1995; Tereschuk et al., 1997; Ahn et al., 1998a; Lim
et al., 1998; Arora and Kaur, 1999; Rabe and Staden, 2000). 식
품에 존재하여 사람에게 해를 입히는 세균들에 대한 항균효과에
대해서는 이미 많은 보고를 통해서 알 수 있지만, 양식어류에 질
병을 일으키는 세균에 대한 항균효과는 아직 연구가 부족한 실정
이다.

한국에서는 구기자를 이용한 *Edwardsiella tarda* 백신 처리에
미치는 효과 (Kwon et al., 1999), 녹차추출물을 이용한 어류질병
세균의 collagen 분해효소 및 생육저해 (Park et al., 1999), 썩
유를 이용한 어류질병세균의 항균성 검색 (Kim et al., 1994), 알
로에 첨가사료 투여를 통한 조피볼락의 비브리오병 치료 및 넙치
의 질병저항성 증진 (Hwang, 2000) 등에 관한 연구가 진행되고
있다. 지금까지 보고된 천연물의 대부분은 어류의 면역반응을 보
는 것이 많았으나, 어류질병 세균에 대해 실제로 항균효과를 내는
성분이 무엇이며, 어떠한 기작에 의해 항균작용이 일어나는지에
관한 기초연구는 많이 이루어져 있지 않다. 더욱이 어류 질병 세
균에 항균효과를 가지는 천연물에는 우리가 아직 확인하지 못한
여러 성분들이 존재하고, 또한 이미 알고 있으나 그 물질의 효용을
제대로 파악하지 못하여 산업화, 실용화가 되지 못하고 있는 실정

이다. 이러한 현실에서 천연물이 어떤 성분에 의해서 어떤 기전으
로 항균 효능을 보이는지에 대해 알게 된다면 최근 어류질병 치
료용으로 쓰이는 항균제들의 오남용으로 인한 안전성 문제와 내
성균 출현 등의 우려 등으로 볼 때 천연물로부터의 어류 질병 세
균에 대한 항균물질 개발은 그 의미가 있다고 볼 수 있다.

따라서 본 연구에서는 천연물을 이용한 어류 질병 세균에 대한
항균물질 개발의 기초자료를 제공하고자 국내에서 항균활성이 뛰
어나다고 보고된 천연식물 30종 및 망태버섯을 선택하여 항균활성
시험을 거친 후 그 효과가 높은 천연물을 선정하여 fraction별로
분획물을 얻어서 각각의 항균효과를 알아보았다.

재료 및 방법

천연물

본 연구에 사용된 천연물은 관련 문헌조사를 통하여 항균성이
있거나 살균능이 있다고 알려진 식물 30종과 망태버섯 (*Dicyo-
phora indusiata*)을 선택하여 이들 시료를 마쇄한 후 추출용 시료
로 사용하였다 (Table 1). 시료는 국산인 감초, 개웃나무, 고삼,
곽향, 금은화, 백두옹, 솔잎, 애엽, 오매, 오배자, 오미자, 향부자와
황금과 중국산인 단삼, 대황, 망태버섯, 박하, 방기, 백급, 사상자,
삼지구엽초, 상지, 연교, 차전자, 택사, 토목향, 파엽, 포공영, 황련,
황백, 회향을 사용하였다.

추출방법

마쇄한 각각의 약재 1g을 정량하고 50 mL teflon tube에 넣어
70% ethanol 10배를 가하여 충분히 잠기도록 하였다. 상온에서 24
시간 동안의 냉침을 하여 3회 반복 추출 여과한 후, 그 여액은 진
공 감압농축을 하여 엑스성분을 얻었다. 엑스 성분은 1 mg을 칭

+ Corresponding author: kdskim@star.kyungsoong.ac.kr

Table 1. List of plants used for antimicrobial experiment

Scientific name	Abbreviation	Korean name	Part used
<i>Glycyrrhiza uralensis</i>	Gu	Gamcho	Root
<i>Rhus continus</i>	Rc	Gae-onnamu	Bark
<i>Sophora flavescens</i>	Sf	Gosam	Root
<i>Agastachis herba</i>	Ah	Gwaghyang	Stem
<i>Lonicerae flos</i>	Lf	Geumeunhwa	Flower
<i>Salvia miltiorrhiza</i>	Sm	Dansam	Root
<i>Rheum undulatum</i>	Ru	Dachwang	Root
<i>Dictyophora indusiata</i>	Di	Mangtaebeoseos	Body
<i>Mentha haplocalyx</i>	Mh	Bagha	Leaves
<i>Sinomenium acutum</i>	Sa	Bang-gi	Root & Stem
<i>Bletillae rhizoma</i>	Br	Baeg-geub	Stem
<i>Pulsatilla koreana</i>	Pk	Baegdu-ong	Root
<i>Torilis japonica</i>	Tj	Sasangja	Seed
<i>Epimedium koreanum</i>	Ek	Samjiguyeobcho	Leaves
<i>Morus alba</i>	Ma	Sangji	Stem
<i>Pinus densiflora</i>	Pd	Sollib	Leaves
<i>Artemisiae asiaticae</i>	Aa	Aeyeub	Leaves & Stem
<i>Forsythia viridissima</i>	Fv	Yeon-gyo	Seed
<i>Mume fructus</i>	Mf	Omae	Fruit
<i>Schisandra chinensis</i>	Sc	Omija	Seed
<i>Galla rhois</i>	Gr	Obaeja	Fruit
<i>Plantaginis semen</i>	Ps	Chajeonja	Seed
<i>Alimatis rhizoma</i>	Ar	Taegsa	Leaves & Root
<i>Saussurea lappa</i>	Sl	Tomoghyang	Bark
<i>Eriobotryae folium</i>	Ef	Pa-yeob	Leaves
<i>Taraxacum platycarpum</i>	Tp	Pogongyeong	Leaves & Flower
<i>Cyperis rhizma</i>	Cr	Hyangbuja	Root
<i>Scutellaria baicalensis</i>	Sb	Hwang-geum	Root
<i>Coptidis rhizoma</i>	Crh	Hwangyeon	Root & Stem
<i>Pellodendri radix</i>	Pr	Hwangbaeg	Bark
<i>Foeniculi fructus</i>	Ff	Hoehwang	Seed

량하여 70% ethanol에 녹여 1 mg/mL (1,000 ppm)로 정량하였다.

어병세균 배양법

시험에는 넙치에서 분리동정된 *Listonella anguillarum*, *Lactococcus garvieae*, *Streptococcus iniae*의 세 균주를 사용하였다. 시험시작 5일전 넙치 복강에 1×10^6 CFU/mL를 0.1 mL 주사하여 활성화시킨 후 신장으로부터 그 균을 순수분리하고 BHI broth (Brain Heart Infusion broth, Difco)에 접종한 후 28°C 배양기에서 24시간 동안 배양하였다. 배양된 균은 원심분리하여 상청액은 버리고 남은 균체를 생리식염수로 3번 수세 후 McFarland 0.5로 조절하였다. 항균용 검사배지는 MHA (Mueller Hinton Agar, Difco)를 사용하였다.

항균활성 시험

McFarland 0.5인균 현탁액을 다시 생리식염수에 10배 희석하여 미리 만들어진 MHA plate에 100 µL 분주도말하고, 건조 후 멸균된 paper disc (직경 6 mm, Advantec, Japan)에 추출물을 50 µL씩 적하하여 풍건하고 MHA plate에 없어서 28°C, 18시간 배양하여 clear zone의 직경을 caliper로 측정하였다. Caliper로 측정된 clear zone은 paper disc의 직경도 포함하였다.

용매별 분획

항균활성이 높았던 망태버섯을 선정하여 다시 70% ethanol로 24시간 동안 암실에 방치한 후 여과·농축하여 ethanol 추출물을 얻었다. 이 추출물은 비극성에서 극성이 증가하는 dichloromethane (DCM), ethyl acetate (EtAOc), n-buthanol, water (H₂O) 순으로 용매분획물을 얻고, 각각의 용매분획물은 진공 농축기 (Buchi, Switzerland)와 동결건조기 (Eyla, Japan)로 용매를 완전히 제거한 후 ethanol을 가하여 용해시켜서 항균활성 실험에 사용하였다. 모든 실험에 사용된 시약들은 1급 이상이었다.

획분별 추출

Column (100×2 cm i.d.)에 시료 무게의 20배 정도의 활성화된 silica gel (70~230 mesh, Merck, Germany)을 hexane으로 현탁시켜 충전한 후 dichloromethane, ethyl acetate, methanol (MeOH) 혹은 CH₂C₁₂-MeOH-Water (65:35:10)로 순차적으로 용출시켜서 각 성분의 TLC pattern에 따라 여러 획분으로 분획하여 각각의 항균활성 실험을 실시하였는데 TLC plate (Silica gel 60 F₂₅₄, Merck, Germany)는 254 nm의 UV로 관찰한 다음 1% CeSO₄/10% H₂SO₄ 용액을 분무하고 가열의 발색으로 검출하였다. 각 분획물에 대한 농도는 감압농축된 잔사를 ethanol 원액으로 1 mg/mL (100 ppm)으로 맞추어서 항균활성 실험에 사용하였다.

결 과

어병세균에 대한 항균활성

천연 식물로부터 어병세균의 항균활성 시험결과를 Table 2에 나타내었다. 총 31종의 천연물 추출물 중 일부 균이라도 항균효과가 있는 것은 17종이었고 각 식물 추출물의 항균효과의 정도는 균주에 따라서 상당한 차이를 보이고 있었다. *L. anguillarum*에 대한 항균활성은 오배자, 망태버섯, 황금, 오매, 오미자, 애엽, 솔잎, 삼지구엽초, 황련, 연교, 대황, 개웃나무, 사상자 순으로 활성이 높았으며, *S. iniae*는 망태버섯, 오배자, 차전자, 솔잎, 오매, 감초, 단삼, 오미자, 황금, 파엽, 대황의 순이었고, *L. garvieae*는 망태버섯, 오배자, 감초, 사상자, 개웃나무, 차전자, 대황, 오매, 파엽의 순이었다. 그 중에서 사용균주 모두에 항균효과가 높은 것은 망태버섯, 오배자였다.

망태버섯의 용매분획별 항균효과

어병세균에 대한 항균활성의 결과 중에서 가장 높은 항균활성을 보인 망태버섯을 각 용매별로 용매분획을 행한 후, 그 항균활성을 검사한 결과는 Table 3과 같다. 즉 용매분획한 망태버섯의 추출물 중에서 ethyl acetate 획분에서 *S. iniae*, *L. anguillarum*, *L. garvieae* 순으로 강한 활성을 나타내었으며, n-buthanol과 water 획분에서는 *L. anguillarum*에서 일부 활성을 나타내었으며 dichloromethane 획분에서는 전혀 항균효과가 나타나지 않았다. 따라서 ethyl acetate 용매 추출물로부터 활성 물질을 분리하였다.

Ethyl acetate 추출물의 획분별 항균효과

Table 2. Screening of the antibacterial activity of extracts from natural products against bacteria by disc method

Abbreviation	Korean name	Diameter of inhibition zone (mm)		
		<i>L. anguillarum</i>	<i>S. iniae</i>	<i>L. garvieae</i>
Gu	Gamcho	— ¹⁾	12.4	11.9
Rc	Gae-onnamu	10.1	—	11.2
Sf	Gosam	—	—	—
Ah	Gwaghyang	—	—	—
Lf	Geumeunhwa	—	—	—
Sm	Dansam	—	12.3	—
Ru	Daehwang	11.0	11.1	10.7
Di	Mangtaebeoseos	20.5	25.9	17.6
Mh	Bagha	—	—	—
Sa	Bang-gi	—	—	—
Br	Baeg-geub	—	—	—
Pk	Baegdu-ong	—	—	—
Tj	Sasangja	9.8	—	11.7
Ek	Samjiguyebcho	11.6	—	—
Ma	Sangji	—	—	—
Pd	Sollib	12.5	16.0	—
Aa	Aeyeub	12.7	—	—
Fv	Yeon-gyo	11.1	—	—
Mf	Omae	18.3	15.7	10.5
Sc	Omija	15.0	12.2	—
Gr	Obaeja	22.6	18.0	15.3
Ps	Chajeonja	—	17.1	11.1
Ar	Taegsa	—	—	—
Sl	Tomoghyang	—	—	—
Ef	Pa-yeob	—	11.3	10.2
Tp	Pogongyeong	—	—	—
Cr	Hyangbuja	—	—	—
Sb	Hwang-geum	20.2	11.4	—
Crh	Hwanglyeon	11.3	—	—
Pr	Hwangbaeg	—	—	—
Ff	Hoehwang	—	—	—

¹⁾ No inhibition.

Table 3. Each solvent fractions obtained from the extract of *Dictyophora indusiata* on the growth of fish pathogenic bacteria

Fraction	Diameter of inhibition zone (mm)			Soluble solid content ¹⁾
	<i>L. an-guillarum</i>	<i>S. iniae</i>	<i>L. garvieae</i>	
Ethyl acetate	15.40	23.15	11.30	0.201
Dichloromethane	— ²⁾	—	—	0.215
n-Buthanol	15.0	—	—	0.405
Water	11.4	—	—	0.503

¹⁾ mg of soluble solid content of extract/paper disc.

²⁾ No inhibition.

망태버섯 ethyl acetate 추출물은 silica gel column chromatography로 하여 hexane에서 DCM:MeOH:water까지 극성이 증가하는 순으로 13개의획분을 받아 TLC plate에 적하하여 254 nm의

UV에서 확인한 결과 Table 4와 같이 일곱 개의 분획 (Fr. 1~7)으로 나누게 되었다. 이 분획물들은 감압농축하여 각각의 분획에 대한 항균활성을 확인한 바, Fr. 2, 3, 4, 5에서 활성이 나타났으며, Fr. 1, 6, 7에서는 활성이 나타나지 않았다. 특히 *L. anguillarum*에 대해서는 Fr. 2가 강한 항균효과를 나타내었고, 다른 균주보다 *S. iniae*에 대해서는 Fr. 5가 높은 항균효과를 나타내었다.

Table 4. Growth inhibition at 1 mg/mL of the fraction obtained after column chromatography of ethyl acetate fraction of *Dictyophora indusiata* ethanol extract on the growth of fish pathogenic bacteria

Elution solvent ¹⁾ (v: v, 100 mL)	Fraction	Diameter of inhibition zone (mm)		
		<i>L. anguillarum</i>	<i>S. iniae</i>	<i>L. garvieae</i>
Hx (100%)	Fr. 1	— ²⁾	—	—
Hx: EtAOc (10:1)				
Hx: EtAOc (5:1)				
Hx: EtAOc (3:1)	Fr. 2	20.1	11.0	12.2
Hx: EtAOc (1:3)	Fr. 3	16.0	9.2	—
Hx: EtAOc (1:5)				
EtAOc (100%)	Fr. 4	14.5	12.6	10.3
EtAOc (100%)				
DCM: MeOH (5:1)	Fr. 5	11.1	27.0	10.5
DCM: MeOH (3:1)	Fr. 6	—	—	—
DCM: MeOH (1:1)				
MeOH (100%)	Fr. 7	—	—	—
MeOH (100%)				
DCM: MeOH: Water (60: 30: 10)				

¹⁾ Abbreviations: Hx, hexane; EtAOc, ethyl acetate; DCM, dichloromethane; MeOH, methanol.

²⁾ No inhibition.

고 찰

이미 항균효과가 뛰어나다고 알려진 31종의 천연식물 및 버섯을 70% ethanol로 추출하여 어류 질병원인 세균에 대한 항균효과를 조사하였다. 망태버섯, 오미자, 황금, 감초, 사상자, 대황, 오배자, 오매, 솔잎 추출물이 항균활성이 높았으며, 특히 망태버섯과 오배자는 폭넓은 항균 활성을 나타내었다. 따라서 망태버섯과 오배자를 항균물질의 추출을 위한 원료로 선정하였다. 이러한 어류질병 세균에 대한 항균효과를 연구한 Sohn (1999)은 오미자, 구기자를 ethanol, methanol 및 water로써 추출한 용액으로 *L. anguillarum*, *E. tarda*, *L. garvieae*에 대한 항균효과를 살펴본 결과 오미자는 ethanol 추출물이 다소 강하였고, 구기자는 열수추출물이 높게 나타났다고 하였다. Jung (2001) 등의 보고도 14종의 생약재를 가지고 항균효과를 시험한 결과 약쑥에서 *L. anguillarum*, *E. tarda*, *L. garvieae*에 대한 어류질병의 항균활성이 뛰어나다고 하였다. 이것은 사용하는 추출용매의 특성에 따라서 성분이 달라지지만, 본 실험에서 항균활성이 가장 뛰어난 망태버섯과 오배자를 비교해 볼 때 활성이 약간 높은 것으로 보였다.

망태버섯은 아직 한국에서는 많이 알려져 있지 않으나 말뚝버섯과에 속하는 균류로 여름과 가을에 침엽수림, 활엽수림 내 정원이나 아카시아 숲의 땅위에 단생 또는 군생하고 한국을 포함한 중국, 일본, 동남아시아 등지에 분포한다. 이는 혈압강화, 혈중 콜레스테롤 저하, 지방질 감소, 항염, 항산화, 항암에 탁월한 효과가 있다고 한다 (Hara et al., 1982; Ukai et al., 1983; Mau et al., 2002). 오배자 (*Galla rhois*)도 울나무과에 속하는 식물로 한국전역, 일본, 중국에 분포하고 민간에서는 수렴, 지사, 지혈제로 설사, 가래, 당뇨에 이용되고 있으며, 장내세균을 저해하는 효과가 있다고 알려져 있다 (Bae et al., 1998; Ahn et al., 1998b).

이들 시료들은 각각 ethyl acetate, dichloromethane, n-butanol, water의 용매별로 분획하여 항균효과를 조사한 결과 ethyl acetate획분에서 다른 용매에 획분에 비하여 항균활성이 높게 나타났으며, *S. iniae*에 대해 다른 균주보다 강한 항균효과를 나타내었다. 오배자는 추출, 정제 및 보관과정 중에 일반 미생물에 오염되어 항균활성이 급격히 저하되는 문제로 인하여 대상 시험물질에서 제외되었지만, 망태버섯과 마찬가지로 초기실험 시 항균효과가 뛰어나기 때문에 앞으로 신중히 고려해 볼만한 가치가 있다고 사료된다. 그래서 망태버섯만을 선택하여 다시 획분별 항균활성 실험을 실시하였다.

망태버섯 ethyl acetate 추출물은 다시 극성이 높은 용매순으로 획분별 추출한 결과 7개 fraction 중에서 Fr. 2와 Fr. 5에서 뚜렷이 나타났는데 Fr. 2에서 *L. anguillarum*, *L. garvieae*와 *S. iniae* 순으로 항균효과가 뛰어났으며 Fr. 5에서는 *S. iniae*, *L. anguillarum*와 *L. garvieae* 순으로 높은 항균효과를 나타내었다.

본 연구에서는 앞으로 합성항균제의 안전성과 내성이 그다지 없는 식물 추출물을 개발하기 위한 기초자료를 보다 충분히 확보하기 위하여 *L. anguillarum*, *L. garvieae*, *S. iniae*의 세 가지 균주 뿐만 아니라 여러 종류의 균주에 대해서 항균효과를 검색하고 식물로부터 항균활성 물질을 분리하여 물질이 어떤 성분에 의해서 활성을 띠는지 좀 더 깊이있게 연구할 필요가 있다고 판단되었다.

요 약

양식어류 질병 세균에 대한 31종의 천연물을 70% ethanol로 추출하여 항균효과를 조사하였다. 그 중에서 망태버섯 ethanol 추출물이 비교적 높은 활성을 나타내었으며, 망태버섯을 극성이 낮은 dichloromethane, ethyl acetate, n-butanol, water의 순서로 분획하여 항균효과를 본 결과 ethyl acetate 추출물에서 모든 균주에 대한 clear zone을 형성하여 항균효과가 보였다. 또한, 망태버섯로부터의 ethyl acetate 추출물을 Si-chromatography를 이용하여 fraction별 7개로 분획하여 항균효과를 조사한 결과 Fraction 2 (Hx: EtAOc, 3:1)에서는 *L. anguillarum*에 대해 가장 항균효과가 뛰어났으며, Fraction 5 (DCM:MeOH, 5:1)에서 *S. iniae*가 가장 높았다. 그 중에서 세 균주에 대해서 공통적으로 항균활성이 높은 것은 Fraction 5로 나타났다.

참 고 문 헌

- Ahn, E.Y., D.H. Shin, N.I. Baek and J.A. Oh. 1998a. Isolation and identification of antimicrobial active substance from Glycyrrhiza uralensis FISCH. Korean J. Food Sci. Technol., 30, 680~687 (in Korean).
- Ahn, Y.J., C.O. Lee, J.H. Kweon, J.W. Ahn and J.H. Park. 1998b. Growth-inhibitory effects of *Galla rhois*-derived tannins on intestinal bacteria. J. Appl. Microb., 84, 439~443.
- Arora, D.S. and J. Kaur. 1999. Antimicrobial activity of spices. Internat. J. Antimicrob. Agents, 12, 257~262.
- Bae, E.A., M.J. Han, N.J. Kim and D.H. Kim. 1998. Anti-Helicobacter pylori activity of herbal medicines. Biol. Pharmaceut. Bull., 21, 990~992.
- Hara, C., T. Kiho and S. Ukai. 1982. Anti-inflammatory activity and conformational behavior of a branched (1 leads to 3)-beta-D-glucan from an alkaline extract of *Dicytophora indusiata* Fisch, Carbohydrate Research, 110, 77~87.
- Hwang, Y.J. 2000. Treatment of vibriosis in juvenile rockfish (*Sebastes schlegelii*) and enhancement of disease resistance in olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) through feeding of aloe-supplemented diets. Master Thesis, Pukyong National University, pp. 1~32.
- Jung, S.H., Y.C. Sohn and Y.C. Kim. 2001. *In vitro* effect of water extract of medicinal herbs on antimicrobial activity against fish pathogenic bacteria and superoxide production of kidney phagocytes in olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. J. Fish Pathol., 14, 3~10 (in Korean).
- Kim, Y.G., B.J. Rho and K.K. Lee. 1994. Antimicrobial activity of *Artemisia princeps* var. orientalis essential oil against fish pathogenic bacteria. J. Fish Pathol., 7, 113~117 (In Korean).
- Kwon, M.K., Y.C. Kim, Y.C. Sohn and S.I. Park. 1999. The dietary supplementing effects of Kugija, *Lycium chinense*, on immune responses of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, to *Edwardsiella tarda*. J. Fish Pathol., 12, 73~81 (in Korean).
- Lim, H., K. Kubota, A. Kobatashi and F. Sugawara. 1998. Sulfur-containing compounds from *Scorodocarpus borneensis* and their antimicrobial activity. Phytochemistry, 48, 787~790.
- Mau, J.L., H.C. Lin and S.F. Song. 2002. Antioxidant properties of several specialty mushrooms. Food Res. Internat., 35, 519~526.
- Mok, J.S., U.Y. Park, Y.M. Kim and D.S. Chang. 1994. Effects of solvents and extracting condition on the antimicrobial activity of *Salvia miltiorrhizae* Radix (*Salvia miltiorrhiza*) extract. J. Korean Soc. Food Nutr., 23, 1001~1007 (in Korean).
- Park, S.M., S.I. Park, M.D. Huh and Y.K. Hong. 1999. Inhibitory effect of green tea extract on collagenase activity and growth of fish pathogenic bacteria. J. Fish Pathol., 12, 83~88 (in Korean).
- Park, U.Y., S.H. Kim, J.H. Kim, Y.G. Kim and D.S. Chang. 1995. Purification of antimicrobial substance for the extract from the root bark of *Morus alba*. J. Food Hyg. Safety, 10, 225~230 (in Korean).
- Rabe, T. and J. van Staden. 2000. Isolation of an antibacterial sesquiterpenoid from *Warburgia salutaris*. J. of Ethnopharm., 73, 171~174.
- Sohn, Y.C. 1999. Effects of medical herb stuff extracts and mitogens on the activation of kidney macrophage in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Master Thesis, Pukyong National University, Korea, pp. 1~63.

- Tereschuk, M.L., M.V.Q. Riera, G.R. Castro and L.R. Abdala. 1997. Antimicrobial activity of flavonoids from leaves of *Tagetes minuta*. *J. of Ethnopharm.*, 56, 227~232.
- Ukai, S., T. Kiho, C. Hara, M. Morita, A. Goto, N. Imaizumi and Y. Hasegawa. 1983. Polysaccharides in fungi. VIII. Antitumor activity of various polysaccharides isolated from *Dictyophora indusiata*,

Ganoderma faiponicum, *Cordyceps cicadae*, *Auricularia auricula-judae* and *Auricularia* species. *Chem. Pharmaceut. Bull.*, 31, 741~744.

2002년 8월 31일 접수

2002년 11월 1일 수리