

## 한국산 새빨간검둥이 *Neorhodomela aculeata* 추출물의 피부세균에 대한 항균활성

이지희 · 이기훈 · 유현일 · 주호리 · 김영식<sup>1</sup> · 최한길\* · 남기완<sup>2</sup>  
원광대학교 생명과학부, <sup>1</sup>군산대학교 해양생명과학부, <sup>2</sup>부경대학교 자원생물학과

## Antimicrobial Activity of *Neorhodomela aculeata* Extracts Against Human Skin Pathogens

Ji Hee LEE, Ki Hoon LEE, Hyun Il YOO, Xiao Li ZHOU, Young Sik KIM<sup>1</sup>,  
Han Gil CHOI\* and Ki Wan NAM<sup>2</sup>

Faculty of Biological Science, Wonkwang University, Icsan 570-749, Korea

<sup>1</sup>School of Marine Life Science, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea

<sup>2</sup>Department of Marine Biology, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

The antimicrobial activity of methanol extracts from 17 seaweeds was screened using a paper disc method and using three human skin pathogens: *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis* and *Candida albicans*. The serial extraction of *Neorhodomela aculeata* was also conducted using four different solvents (n-hexane, chloroform, ethyl acetate, and methanol) and the minimal inhibitory concentration (MIC) of each extract was examined for the three pathogens. Of the 17 seaweeds, the MeOH extracts of *Ulva conglobata*, *N. aculeata* and *Symphyclocladia latiuscula* showed antimicrobial activities. For the extracts from *N. aculeata* and *S. latiuscula*, the inhibition zones were more than 10 mm in diameter against *S. aureus* and *S. epidermidis*, and >7 mm for *C. albicans*. The inhibition zone of *U. conglobata* treatment was about 8 mm for *S. aureus* only. The MIC of each *N. aculeata* extract ranged from 8 to 32 mg/mL against the three human skin pathogens, and the lowest value (8 mg/mL) was with the methanol extract. These results suggest that the MeOH extract of *N. aculeata* might be useful for developing new antibiotics against human skin pathogens.

Key words: Antimicrobial activity, Rhodophyta, *Candida albicans*, *Neorhodomela aculeata*, *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*

### 서 론

해양에 서식하는 생물은 육상생물과 구별되는 여러 가지 화합물을 함유하는 것으로 밝혀져 왔으며, 최근 해면, 갯지렁이 및 해조류의 추출물이 생리활성을 나타냄으로써 해양생물은 신약개발의 원료로서 주목받고 있다(Chung et al., 2003; Smit, 2004). 현재까지 해양생물 추출물에서 생리활성을 보이는 대표적인 화합물은 탄닌(tannin), 테르펜(terpene), 페놀(phenol), 할로젠(halogen) 및 카테킨(catechin)으로 알려져 있다(Konig et al., 2005).

해조류는 오래전부터 식품으로 활용되었으며, 항산화, 항균, 항암, 항염증, 항혈액응고 및 면역조절작용에 관여하는 천연화합물을 함유하고 있어 질병예방 및 치료에 사용할 수 있는 신약개발의 유력한 분류군이다(Oh et al., 1990; Kim et al., 2004; Smit, 2004; Duan et al., 2006). 우리나라 연안에 서식하는 해조류 중에서 의학적 효능을 보이는 종은 54종으로(Oh et al., 1990), 해조류가 함유한 다양한 항균물질은 최근 "국민 만성병"으로 알려진 아토피성 피부질환의 원인균을 퇴치하는 천연 항균제로서 활용가능성이 매우 높다.

아토피성피부염은 5세 이전 유아의 85%에서 관찰되는 대표

적 피부질환으로 발병의 원인균은 포도상구균(*Staphylococcus* spp.)이다(Adachi et al., 2002; Breuer et al., 2002). 또한 진균류인 *Candida albicans*는 만성피부염의 일종인 무좀 및 백선의 원인 균이며, 식품위해 미생물로 알려져 있다(Jang et al., 2003; Lim and Kim, 2003). 현재, 이러한 피부질환의 치료제로 사용되는 육상유래의 항진균제는 치료 후 재발이 쉽고, 두통 및 피부 과민 등의 부작용을 보여(Jang et al., 2003), 부작용이 적은 새로운 항균제의 탐색이 절실하게 요구되는 시점이다.

본 연구의 목적은 국내산 해조류에서 현재 사용되는 피부염 세균과 항진균 치료제에 비해 독성과 부작용이 적고, 내성이 없는 천연 항균물질을 획득하기 위해 해조류 17종의 메탄올추출물에 대한 피부세균의 항균활성을 검색하였으며, 또한 항균활성이 우수하고 많은 화합물을 함유한 것으로 알려져 있으나 피부세균에 대한 항균연구가 미흡한 한국산 홍조류 새빨간검둥이 *Neorhodomela aculeata* (Perestenko) Masuda의 용매별 추출물의 항균활성을 확인하였다.

### 재료 및 방법

#### 해조류 메탄올추출물에 대한 항균 검사

본 실험에 사용된 17종의 해조류는 2001년 3월부터 2005년

\*Corresponding author: hgchoi@wku.ac.kr

10월 동안 남·서해안에서 채집되었으며, 실험실에서 동정한 후, 수돗물로 잔여물을 제거하고 상온에서 건조하였다. 건조된 시료는 분쇄기로 잘게 부순 후 메탄올에서 3·4일간 추출하였다(Table 1). 추출된 용액은 여과(Whatman No. 2)하여 35℃ 이하로 세팅된 감압농축기(RE-111, Switzerland)에서 용매를 증발시켜 추출액을 얻었으며 동결건조기(Ilshin TFD5505, Korea)로 건조시킨 후 냉장고(4℃)에 보관하였다.

추출수율은 추출에 사용된 시료의 건조량에 대한 추출물의 총 soluble solid 함량의 백분율(%)로 계산되었다(Table 1).

해조류 메탄올 추출액의 항균유무는 대전에 위치한 한국생명공학연구원에서 분양받은 *Staphylococcus aureus* KTCT 1927와 *Staphylococcus epidermidis* KTCT 1917의 포도상구균과 곰팡이균인 *Candida albicans* KTCT 7596를 사용하여 검색되었다. 포도상구균은 Nutrient broth (8 g/L)에 한천(15 g/L)을 첨가하고 *C. albicans*는 Sabouraud broth (Difco, USA) 액체배지(30 g/L)에 한천(15 g/L)을 첨가하고 멸균하여 만든 고체배지를 이용하여 37℃의 배양기(SH-701, Korea)에서 배양 및 보존되었다.

항균실험은 고체배지에서 계대 배양된 3종의 균주를 37℃에서 24시간 배양하고 다시 액체배지(1 mL)가 담긴 시험관에 접종한 후 진탕배양기(37℃, 80 rpm)에서 16시간 배양하였다. 배양된 균주는 UV spectrophotometer(흡광광도계, Biochrom, Libra S22, England)로 600 nm에서 Optical Density(O.D)값이 0.1인 10<sup>8</sup> CFU(colony forming unit)에서 실험을 수행하였다.

평판배지법에 따른 항균실험은 James and Sherman (1999)과 Collins et al. (1989)의 방법에 따라 실시하였다. 즉, 해조류 메탄올 추출물 50 mg/mL을 DMSO (Dimethylsulfoxide, Duksan, Korea)에 녹여 항생물질검정용 페이퍼디스크(Advantec, ø6 mm)에 20 µL를 주입하여(1,000 µg/disc), 진탕배양기의 액체배지에서 배양된 균주 200 µL이 균일하게 도말된 Muller-Hinton agar 배지(38 g/L)에 올려놓고 37℃에서 24시

간 배양한 후 paper disk 주위에 형성된 미생물의 성장저해환의 직경을 측정하여 항균활성을 확인하였다.

### 새빨간검둥이 용매별 추출물 항균 검사

새빨간검둥이의 추출용매별 항균활성을 검색하기 위하여 충남 태안군 학암포(36°53'N, 126°11'E)의 암반에서 2005년 10월에 채취하여 실험실에서 수돗물로 수회 세척하고 동결건조기(-50℃)로 건조하여 분쇄하였다.

새빨간검둥이 분말(78.90 g)을 각 용매(800 mL)에서 12시간 추출한 후 여과, 농축 및 건조하여 추출액을 획득하였다. 추출은 용매의 극성 증가 순서(n-hexane → chloroform → ethyl acetate → methanol)로 실시되었으며, 용매별로 3회 반복하여 수행되었다. 건조된 용매별 추출액은 분말로 만들어 냉장고에 보관하였다가 DMSO에 녹여 실험에 사용되었다.

용매별 추출액에 대한 항균활성은 포도상구균 2종(*S. aureus*, *S. epidermidis*)과 곰팡이균인 *C. albicans*를 사용하였으며, 액체 및 고체배지와 배양조건도 메탄올추출물에서 언급한 것과 동일하였다.

용매별 추출액의 항균활성은 액체배지희석법(Lorian, 1991)으로 검색되었으며, 최소생육저해농도(Minimum Inhibitory Concentration, MIC)는 96 well microplate에서 최고농도(32 mg/mL)를 순차적으로 희석하여 최소농도가 31.25 µg/mL이 되도록 6개의 농도가 구배적으로 나타나도록 하였으며, 1%의 균주를 포함한 용액을 37℃에서 24시간 배양한 후 결정하였다. 실험의 대조구는 해조류 추출액이 첨가되지 않는 배양액에 균주만 접종되었다.

## 결과 및 고찰

### 해조류 메탄올추출물의 항균활성

해조류 17종(녹조 2종, 갈조 6종, 홍조 9종)에 대한 메탄올

Table 1. Seaweeds and their methanol extracts used in the present study

Species	Collection site	Collection date	Dry weight (g)	Yield (g)
<b>Chlorophyta</b>				
<i>Ulva conglobata</i>	Busan	2003.06	11.2	1.9 (16.9%)
<i>Ulva pertusa</i>	Buan	2004.07	31.0	1.7 (5.5%)
<b>Phaeophyta</b>				
<i>Colpomenia sinuosa</i>	Buan	2001.03	25.0	1.7 (6.8%)
<i>Ishige okamurae</i>	Buan	2004.07	120.2	36.5 (30.4%)
<i>Sargassum thunbergii</i>	Buan	2003.06	8.3	3.6 (43.4%)
<i>Sargassum confusum</i>	Buan	2003.06	84.8	13.9 (16.4%)
<i>Sargassum horneri</i>	Jangheung	2003.06	78.0	11.8 (15.1%)
<i>Sargassum ringgoldianum</i>	Buan	2005.02	71.0	15.5 (21.8%)
<b>Rhodophyta</b>				
<i>Campylaeophora hypnaeoides</i>	Wando	2005.04	88.9	11.1 (12.5%)
<i>Chondrus ocellatus</i>	Busan	2003.06	498.8	29.3 (5.9%)
<i>Dumontia simplex</i>	Taeon	2005.06	32.0	3.7 (11.6%)
<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	Buan	2003.06	480.7	51.8 (10.8%)
<i>Gracilaria textorii</i>	Jangheung	2003.06	226.1	14.8 (6.5%)
<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>	Buan	2003.06	47.6	2.2 (4.6%)
<i>Laurencia venusta</i>	Buan	2004.07	18.3	7.9 (43.2%)
<i>Neorhodomela aculeata</i>	Taeon	2003.03	96.0	12.5 (13.0%)
<i>Symphyocladia latiuscula</i>	Taeon	2005.06	57.3	5.5 (9.6%)

추출수율(%)은 4.6-43.4%였으며, 30% 이상의 추출수율은 갈조류의 패(*Ishige okamurae*)와 지층이(*Sargassum thunbergii*), 홍조류의 애기서실(*Laurencia venusta*)로 나타났다 (Table 1).

해조류 17종에서 구멍갈파래(*Ulva pertusa*), 불레기말(*Colpomenia sinuosa*), 패(*I. okamurae*)와 지층이(*S. thunbergii*), 알송이모자반(*Sargassum confusum*), 팽생이모자반(*Sargassum horneri*), 큰잎모자반(*Sargassum ringgoldianum*), 석목(*Campylaeophora hypnaeoides*), 진두발(*Chondrus ocellatus*), 미끌풀(*Dumontia simplex*), 꼬시래기(*Gracilaria vermiculophylla*), 잎꼬시래기(*Gracilaria textorii*), 부챗살(*Ahnfeltiopsis flabelliformis*), 애기서실(*L. venusta*)은 피부질환의 원인균인 *S. aureus*, *S. epidermidis*와 곰팡이균인 *C. albicans*에 대하여 항균활성을 보이지 않았다(Table 2).

한편, 녹조류의 모란갈파래(*U. conglobata*)는 *S. epidermidis*에 대하여, 홍조류의 새빨간검둥이(*N. aculeata*)와 참보라색우무(*S. latiuscula*)의 메탄올추출물은 2종의 포도상구균에 대해 10 mm 이상, 그리고 *C. albicans*에 대하여 7 mm 이상의 생육저해환이 형성되는 강한 항균활성을 나타냈다(Table 2).

새빨간검둥이와 참보라색우무의 메탄올 추출물(50 mg/mL)이 아토피성피부염의 유발세균이면서 식품부패균으로 알려진 *S. aureus*에 대하여 10 mm 이상의 생육저해환이 형성된 것은 육상식물인 쇠비름(*Portulaca oleracea*)과 대황(*Rheum tanguticum*)의 메탄올 추출물에서 최소생육저해농도(MIC)가 각각 200 mg/mL (Lim and Kim, 2001)와 250 mg/mL (Lim and Kim, 2003)인 것과 비교하여 항균효과가 매우 뛰어난 것으로 나타남으로써 새빨간검둥이 추출물을 이용한 아토피성 피부질환의 천연치료제나 천연 식품보존제로서의 개발 가능성이 높다고 볼 수 있었다. Kim et al. (2005)은 30종의 해

조류 에탄올 추출물 중에서 11종의 추출물에서 *S. aureus*에 대해 항균효과를 보였으며 그 중에서 패(*I. okamurae*)와 대마디말류(*Cladophora* spp.)의 추출물이 항균효과가 가장 높다고 밝혔다.

한국산 홍조류의 참보라색우무, 꼬시래기류, 김, 진두발류, 석목, 풀가사리류에서도 항균 및 항진균 효과는 밝혀져 있으며 홍조류가 갈조 및 녹조류에 비해 항균효과가 높는데 (Kurihara et al., 1999), 그 이유는 홍조류가 Br, Cr 등의 원소함량이 높기 때문이라고 하였다(Lim et al., 2000). *Rhodomela confervoides*와 참보라색우무는 Br의 함량이 높고(Lim et al., 2000), 다양한 브롬화합물을 함유한 것으로 기재되었다(Xu et al., 2003; Zhao et al., 2004). 특히, *R. confervoides*로부터 정제된 bromophenol은 *S. aureus*와 *S. epidermidis*에 대하여 저농도(35-140 µg/mL)에서 MIC를 가지는 것으로 나타났는데 (Xu et al., 2003), 본 연구에서도 새빨간검둥이와 참보라색우무에서 피부세균인 포도상구균(*S. aureus*, *S. epidermidis*)과 진균류인 *C. albicans*에 대해서 항균활성을 보임으로써 대상 미생물의 생장억제는 브롬화합물의 일종으로 추정되었다.

#### 새빨간검둥이 용매별 추출물의 항균활성

동결 건조된 새빨간검둥이(78.90 g)를 유기용매의 극성을 높여가며 연속 추출한 결과 chloroform에서 6.52 g의 추출액을 획득하여 수율(%)이 8.26%로 가장 높았으며, n-hexane 추출물이 0.18% (0.14g)로 최저 수율을 보여 수율 획득에서 chloroform이 추출용매로서 적합한 것으로 나타났다(Table 3).

용매별 추출물의 항균활성 실험에서, 새빨간검둥이의 n-hexane, chloroform, ethyl acetate와 methanol 추출물은 피부세균(*S. aureus*, *S. epidermidis*)의 생장을 억제하였으나 극성이

Table 2. Antimicrobial activity of 17 seaweed methanol extracts against three human skin pathogens determined in diameter (mm) of growth inhibition zone (mean±SD, n=3 replicates)

Species	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	<i>Candida albicans</i>
Chlorophyta			
<i>Ulva conglobata</i>	-	8.14±1.26	-
<i>Ulva pertusa</i>	-	-	-
Phaeophyta			
<i>Colpomenia sinuosa</i>	-	-	-
<i>Ishige okamurae</i>	-	-	-
<i>Sargassum thunbergii</i>	-	-	-
<i>S. confusum</i>	-	-	-
<i>S. horneri</i>	-	-	-
<i>S. ringgoldianum</i>	-	-	-
Rhodophyta			
<i>Campylaeophora hypnaeoides</i>	-	-	-
<i>Chondrus ocellatus</i>	-	-	-
<i>Dumontia simplex</i>	-	-	-
<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	-	-	-
<i>G. textorii</i>	-	-	-
<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>	-	-	-
<i>Laurencia venusta</i>	-	-	-
<i>Neorhodomela aculeata</i>	10.81±1.14	11.39±1.02	7.37±0.09
<i>Symphyocladia latiuscula</i>	15.75±0.91	17.80±1.09	8.31±0.33

-. no inhibition.

Table 3. Yield of dried *Neorhodomela aculeata* (78.90 g dry wt.) in serial extracts using four different solvents

Solvent	Yield (g dry wt)	Yield (%)
n-hexane	0.14	0.18
chloroform	6.52	8.26
ethyl acetate	0.21	0.27
methanol	0.65	0.82

Table 4. Minimum inhibitory concentration (MIC) of *Neorhodomela aculeata* extracts against three microbial organisms

Strains	MIC (mg/mL)			
	n-hexane	chloroform	ethyl acetate	methanol
<i>Staphylococcus aureus</i>	16≤	16≤	16≤	8≤
<i>S. epidermidis</i>	32≤	32≤	32≤	16≤
<i>Candida albicans</i>	ND	16	16	16

ND: Not detectable.

없는 n-hexane에서는 *C. albicans*에 대하여 항균활성이 없다. 따라서 추출용매의 극성이 증가함에 따라 피부세균에 대한 항균효과가 높게 나타남으로써(Table 4), 항균물질은 주로 극성용매에 잘 녹는 물질로 추정되었다.

새빨간검둥이의 모든 용매별 추출물은 *S. epidermidis*에 비해 *S. aureus*에 대해 성장 억제효과가 높았으며 항균활성이 최대인 극성용매인 메탄올추출물에서의 최소생육저해농도(MIC)는 *S. aureus*가 8 mg/mL, *S. epidermidis*가 16 mg/mL로 확인되었다. 진균류인 *C. albicans*의 경우, n-hexane 추출물에서는 항균활성을 보이지 않았으나, chloroform, ethyl acetate와 methanol 추출물에서 MIC는 16 mg/mL로 나타났다 (Table 4). 본 연구에서 *S. aureus*에 대한 새빨간검둥이의 메탄올 추출물의 MIC는 8 mg/mL로 관찰되었는데, Cho et al.(1994)은 썩생이 모자반(*S. horneri*)의 메탄올 추출물의 *S. aureus*에 대해 MIC는 70 µg/disc로 항균 효과가 매우 좋다고 하였으나, 추출방법이 달라 정확한 비교는 어려운 것으로 나타났다.

현재까지 해조류에 함유된 항균성물질로는 지방족화합물, 브롬화합물, 테르펜류(terpene), 함황화합물, 알긴산 등으로 알려져 있고 그 중에서 브롬화합물이 가장 많이 밝혀져 있었다(Kurata and Amiya, 1980; Zhao et al., 2004). 특히, 홍조류의 빨간검둥이과(Rhodomelaceae)의 해조류인 붉은실류(*Polysiphonia* spp.), 빨간검둥이(*Rhodomela larix*=*R. confervoides*), 참빗풀(*Odonthalia corymbifera*), 참보라색우무(*S. latiuscula*)가 항균효과를 보이는 다양한 브롬화합물을 함유하고 있었다(Choi et al., 2000; Flodin and Whitfield, 2000; de Carvalho and Roque, 2004). Phillips and Towers(1981)는 *Rhodomela* 종들은 테르페노이드류(terpenoids) 혹은 페놀류(phenols) 화합물이 풍부하게 함유되어 있다고 기재하고 있어 본 연구에 사용된 한국산 새빨간검둥이(*N. aculeata*)에서 항균활성을 보인 물질은 *R. larix*의 메탄올 추출물에서 발견된 bromophenol 화합물 (Weinstein et al., 1975)의 일종으로 생각되지만 항균물

질에 대한 분리 및 동정이 차후에 이루어져야 할 것으로 사료된다.

### 참 고 문 헌

Adachi, Y., H. Akamatsu and T. Horio. 2002. The effect of antibiotics on the production of superantigen from *Staphylococcus* isolated from atopic dermatitis. *J. Dermatol. Sci.*, 28, 76-83.

Breuer, K., S. Haussler, A. Kapp and T. Werfel. 2002. *Staphylococcus aureus*: colonizing features and influence of an antibacterial treatment in adults with atopic dermatitis. *Br. J. Dermatol.*, 147, 55-61.

Cho, S.Y., B.J. You, M.H. Chang, S.J. Lee, N.J. Sung and E.H. Lee. 1994. Screening for antimicrobial compounds in unused marine resources by the paper disk method. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 26, 261-265.

Choi, J.S., H.J. Park, H.A. Jung, H.Y. Chung, J.H. Jung and W.C. Choi. 2000. A cyclohexanonyl bromophenol from the red alga *Symphocladia latiuscula*. *J. Nat. Prod.*, 63, 1705-1706.

Collins, C.H., P.M. Lyne and J.M. Grange. 1989. Collins and Lyne's Microbiological Methods. Butterworth & Co. Ltd, London, pp. 1-409.

de Carvalho, L.R. and N.F. Roque. 2004. Correlations between primary and secondary metabolites in Ceramiales (Rhodophyta). *Biochem. Syst. Ecol.*, 32, 337-342.

Duan, X.J., W.W. Zhang, X.M. Li and B.G. Wang. 2006. Evaluation of antioxidant property of extract and fractions obtained from a red alga, *Polysiphonia urceolata*. *Food Chem.*, 95, 37-43.

Flodin, C. and F.B. Whitfield. 2000. Brominated anisoles and cresols in the red alga *Polysiphonia sphaerocarpa*. *Phytochemistry*, 53, 77-80.

Chung, H.Y., W.C.J. Ma, P.O. Ang, J.S. Kim and F. Chen. 2003. Seasonal variations of bromophenols in brown algae (*Padina arborescens*, *Sargassum siliquastrum*, and *Lobophora variegata*) collected in Hong Kong. *J. Agric. Food Chem.*, 51, 2619-2624.

James, G.C. and N. Sherman. 1999. Microbiology: A Laboratory Manual. Addison Wesley Longman, Inc., New York, 1-477.

Jang, S.Y., S.Y. Yu and S.D. Kim. 2003. Antifungal activity of plant extracts against *Pityrosporum ovale* and *Candida albicans*. *Kor. J. Pharmacogn.*, 34, 303-307.

Kim, S.J., S. Woo, H. Yun, S. Yum, E. Choi, J.R. Do, J.H. Jo, D. Kim, S. Lee and T.K. Lee. 2005. Total phenolic contents and biological activities of Korean

- seaweed extracts. Food Sci. Biotechnol., 14, 798-802.
- Kim, Y.M., D.S. Kim and Y.S. Choi. 2004. Anticoagulant activities of brown seaweed extracts in Korea. Kor. J. Food Sci. Technol., 36, 1008-1013.
- Konig, G.M., S. Kehraus, S.F. Seibert, A. Abdel-Lateff and D. Muller. 2005. Natural products from marine organisms and their associated microbes. Chem. Bio. Chem., 6, 1-10.
- Kurata, K. and T. Amiya. 1980. A new bromophenols from the red alga, *Polysiphonia urcerolata*. Bull. Chem. Soc. Jap., 53, 2020-2022.
- Kurihara, H., Y. Goto, M. Aida, M. Hosokawa and K. Takahashi. 1999. Antibacterial activity against cariogenic bacteria and inhibition of insoluble glucan production by free fatty acids obtained from dried *Gloiopeltis furcata*. Fish. Sci., 65, 129-132.
- Lim, C.W., J.S. Lee and Y.J. Cho. 2000. Structures and some properties of the antimicrobial compounds in the red alga, *Symphyclocladia latiuscula*. J. Kor. Fish. Soc., 33, 280-287.
- Lim, M.K. and M. Kim. 2001. Antimicrobial activity of methanol extract from *Portulaca oleracea* against food spoilage or foodborne disease microorganisms and the composition of the extract. Kor. J. Soc. Food Cook. Sci., 17, 565-570.
- Lim, M.K. and M. Kim. 2003. Antimicrobial activity of methanol extract from *Rheum tanguticum* against food hazardous microorganisms and the composition of the extract. Korean J. Soc. Food Cook. Sci., 19, 470-476.
- Lorian, V. 1991. Antibiotics Laboratory Medicine. Williams and Wilkins, Baltimore, 17-105.
- Oh, Y.S., I.K. Lee and S.M. Boo. 1990. An annotated account of Korean economic seaweeds for food, medical and industrial uses. Kor. J. Phycol., 5, 57-71.
- Phillips, D.W. and G.H.N. Towers. 1981. Bromophenols of *Rhodomela larix*: chemotaxonomy of morphological forms. Biochem. Syst. Ecol., 9, 1-3.
- Smit, A.J. 2004. Medicinal and pharmaceutical uses of seaweed natural products: a review. J. Appl. Phycol., 16, 245-262.
- Weinstein, B., T.L. Rold, C.E. Harrell, Jr., M.W. Burns, III and J.R. Waaland. 1975. Reexamination of the bromophenols in the red alga *Rhodomela larix*. Phytochemistry, 14, 2667-2670.
- Xu, N., X. Fan, X. Yan, X. Li, R. Niu and C.K. Tseng. 2003. Antibacterial bromophenols from the marine red alga *Rhodomela confervoides*. Phytochemistry, 62, 1221-1224.
- Zhao, J., X. Fan, S. Wang, S. Li, S. Shang, Y. Yang, N. Xu, Y. Lu and J. Shi. 2004. Bromophenol derivatives from the red alga *Rhodomela confervoides*. J. Nat. Prod., 67, 1032-1035.

---

2006년 4월 24일 접수  
2006년 6월 17일 수리