



일부 어병 세균에 대한 상백피 에탄올 추출물의 항균활성

목종수* · 송기철 · 최낙중 · 양호식¹⁾

국립수산진흥원 서해수산연구소 · ¹⁾군서초등학교

Antibacterial Activity of Ethanol Extract of Root Bark of *Morus alba* against Selected Fish Pathogenic Bacteria

Jong-Soo Mok*, Ki-Cheol Song, Nack-Joong Choi and Ho-Shik Yang¹⁾

West Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research & Development Institute, Incheon 400-201, Korea

¹⁾Gunseo Elementary School, Siheung, Kyounggido 429-450, Korea

The ethanol extract of root bark of *Morus alba* strongly inhibited the Gram positive bacteria like *Streptococcus* sp., *Lactococcus garvieae* and *Staphylococcus* sp., but weakly the Gram negative bacteria like *Listonella anguillarum* and *Edwardsiella tarda*. It was more effective in liquid medium than in solid medium. The minimum inhibition concentration (MIC) of the extract in liquid medium was 19.8 and 790~1185 $\mu\text{g/ml}$ for the Gram positive and Gram negative bacteria, respectively. The extract concentration, at which the growth was totally inhibited, was 67.2~403.0 $\mu\text{g/ml}$ for the Gram positive bacteria but it was as high as 1185 $\mu\text{g/ml}$ for *L. anguillarum* and almost ineffective against *E. tarda*. For diet supplementation of the extract, effective soaking duration was 3 minutes. The fish diet soaked in the extract inhibited the growth of all the tested Gram positive strains, but not the Gram negative strains. The relationship between the weight of fish diet and absorption of the extract by the fish diet was $Y = 7.5757X + 4.6962$ ($R^2 = 0.9998$).

Key words: Antibacterial effect, Fish pathogenic bacteria, Fish diet, *Morus alba* root bark

서론

한약재와 같은 천연식물 중에는 상당히 많은 항균성 물질이 존재하는 것으로 알려져 있으며, 이들 성분의 약리 작용 및 천연 항균성 물질의 탐색에 관한 많은 연구가 진행되어져 왔다(Mok et al., 1995; Kim et al., 1997; Cheong et al., 2000). 이 중에서도 상백피는 뽕나무(*Morus alba*) 및 같은 속 식물의 뿌리 껍질을 말린 것으로써 오래전부터 진해제, 항염증제 및 이노제 등으로 한방약제에 널리 사용되어 온 생약종의 하나이다(김, 1984; Tang and Eisenbrand, 1992). 상백피의 생리활성 작용에 관한 연구로는 탈모증에 대한 상백피 복합물의 모발성장 효과(Lee et al.,

2000), 항염증 효과(Yoon et al., 1998), 혈당강하효과(Kim et al., 1999), 항암 및 항종양 작용(Shin, 1998) 등이 보고되고 있다. 또한 상백피로 부터 분리된 항균성 물질에 관한 연구로는 특정 세균(An et al., 1997; Nomura, 1978)이나 곰팡이(Takasugi, 1978; Takasugi, 1982)에 대한 항균력 및 식품관련 미생물에 대한 항균력(Park et al, 1995)에 관한 연구는 보고된 바 있으나, 아직까지 어류질병 관련 세균에 대하여 체계적으로 보고된 예는 없다.

현재 어류의 질병치료에는 페니실린계(Penicillins), 테트라사이클린계(Tetracyclines) 및 퀴놀론계(Quinolones) 등의 여러 가지 항균제가 많이 사용되고 있으나(국립수산진흥원, 2000), 이들 항균제가 어류나 최종 소비자인 사람

*Corresponding author : mjs@nfrda.re.kr

의 체내에 장기간 축적될 경우 약제 내성은 물론 균교대 증이나 allergy 유발 등의 안전성 문제가 발생할 수 있다 (김 등, 2000). 따라서 어류의 세균성 질병을 야기하는 병원성 세균에 대하여 항균작용을 나타내는 천연 항균제 개발은 어류의 질병치료는 물론 수산물 안정성 확보라는 차원에서 그 의의가 매우 크다.

본 연구에서는 상백피로부터 항균성 물질을 추출하여 어류질병에 대한 천연 항균약제로서의 이용 가능성을 타진하기 위하여 어류질병세균에 대한 최소발육저지농도 및 최소살균농도 그리고 상백피 추출물에 침지시킨 사료의 항균작용 등을 검토하였다.

재료 및 방법

1. 재료

상백피는 시중 한약재 건재상에서 구입하여 20~30 mesh로 분쇄하여 -20℃에 보관하면서 시험에 사용하였다. 항균성 물질의 추출 용매로는 95% 에탄올(Hayman Limited)을 사용하였다.

2. 사용 균주 및 배지

항균력 측정에 사용된 균주는 어류질병을 야기하는 세균으로 *Streptococcus iniae*, *Streptococcus* sp., *Lactococcus garvieae* 및 *Staphylococcus* sp. 등의 그람양성세균 4 균주와 *Edwardsiella tarda* 및 *Listonella anguillarum* 등의 그람 음성세균 2 균주를 국립수산진흥원 병리과로부터 분양 받아 -70℃(15% glycerol)에 보관하면서 사용하였다. 세균 배양 및 항균력 측정용 배지로는 Mueller Hinton medium (Difco)에 식염을 1% 첨가하여 사용하였다.

3. 항균성 물질 추출

상백피 100 g에 에탄올 900 ml를 가하여 상온에서 6시간 이상 진탕 추출한 다음 여과(Toyo No. 5A)하였다. 여액은 감압 농축하여 용매를 제거한 후 이를 다시 95% 에탄올로 용해시켜 100 ml로 정용하여 항균력 측정을 위한 검액으로 사용하였다.

4. 어류질병세균에 대한 상백피 에탄올 추출물의 항균활성

1) 최소발육저지농도(Minimum Inhibitory Concentration, MIC)

상백피 에탄올 추출물의 어류질병세균에 대한 최소발

육저지농도 측정은 고체배지 및 액체배지에서 각각 실시하였다.

고체배지에서의 최소발육저지농도 측정은 식염 1% 첨가된 Mueller Hinton agar에 상백피 추출물을 일정 농도(19.8~1185.0 $\mu\text{g}/\text{ml}$)로 첨가한 배지를 25 ml씩 멸균된 평판에 분주하여 균한 후, 24시간 증균 배양된 시험균액을 접종하여 35℃에서 48시간 배양한 다음 균 증식 여부를 관찰하여 최소발육저지농도를 구하였다.

액체배지에서의 최소발육저지농도 측정은 Lorian(1991)의 방법에 따라 액체배지희석법(Broth dilution method)으로 행하였다. 즉, 식염 1% 첨가된 Mueller Hinton broth에 추출물이 일정한 농도(19.8~1185.0 $\mu\text{g}/\text{ml}$)가 되도록 첨가한 다음 각 시험균의 최종 농도가 10^5 CFU/ml 정도 되도록 접종하여 35℃에서 24시간 배양한 후 흡광도(600 nm)를 측정하여 최소발육저지농도를 구하였다.

이때 첨가되는 에탄올의 항균력을 배제하기 위하여 모든 시험은 에탄올 대조구를 설정하여 실시하였다. 또한, 추출물의 농도는 수분 측정기(Kett FD-600)로 증발 잔류물의 무게를 측정하여 배지 1 ml에 대한 첨가량으로 나타내었으며, 상백피 추출물의 가용성 고형분 함량은 39.5 mg/ml이었다.

2) 최소살균농도(Minimum Bactericidal Concentration, MBC)

식염 1% 첨가된 Mueller Hinton broth에 추출물이 일정한 농도(19.8~1185.0 $\mu\text{g}/\text{ml}$)가 되도록 첨가한 다음 각 피검균의 최종 농도가 10^5 CFU/ml 정도 되도록 접종하여 35℃에서 24시간 배양하였다. 배양액 0.1 ml를 식염 1% 첨가된 새로운 Mueller Hinton broth(10 ml)에 접종하여 35℃에서 24시간 배양한 다음 흡광도(600 nm)를 측정하여 증식이 일어나지 않은 농도를 최소살균농도로 나타내었다. 이때 첨가되는 에탄올의 항균력을 배제하기 위하여 모든 시험은 에탄올 대조구를 설정하여 실시하였다.

5. 상백피 에탄올 추출물 침지 사료의 항균 효과

상백피 추출물을 어류질병에 용이하게 사용하기 위하여 사료를 상백피 추출물에 침지시킨 다음 어류질병세균에 대한 항균활성을 검토하였다. 항균활성은 시험균 배양액을 Mueller Hinton agar에 1% 되도록 첨가하여 평판(87×15 mm)에 25 ml씩 분주한 직후 항균성 물질을 흡수시킨 사료(고려특수사료, Seagreen mullet 부상 9호, 중량

285±20 mg, 하부직경 9±0.5 mm)를 침지하여 굳힌 다음 35℃에서 24시간 배양한 후 사료 주변의 저해환의 직경을 측정하여 나타내었다. 이때 첨가되는 에탄올의 항균력을 배제하기 위하여 모든 시험은 에탄올 대조구를 설정하여 실시하였다.

1) 침지 시간에 따른 항균력

상백피 추출물에 사료를 침지시 적정 침지 시간을 조사하기 위하여 사료를 상백피 추출물에 일정시간(1, 2, 3, 5, 10분) 침지시킨 후 상온에서 하룻밤 건조하여 에탄올을 증발시킨 다음 항균활성을 측정하였다. 항균활성 측정을 위한 피검균으로는 *S. iniae*를 사용하였다.

2) 어류질병세균에 대한 침지 사료의 항균력

상백피 추출물에 침지시킨 사료의 어류질병세균에 대한 항균활성을 살펴보기 위하여 사료를 상백피 추출물에 3분간 침지시킨 후 상온에서 하룻밤 건조하여 에탄올을 증발시킨 다음 항균활성을 측정하였다.

6. 사료 중량에 따른 상백피 에탄올 추출물의 흡수량

사료 중량에 따른 흡수되는 상백피 추출물의 함량을 알아보기 위하여 상백피 추출물에 중량이 다른 사료(평균 중량 285, 42.2, 5.35 mg)를 각 3분간 침지시킨 후 해당 흡수되는 추출물의 중량을 구한 다음, 상백피 추출물을 가용성 고형분 함량으로 환산하여 해당 중량과 흡수되는 상백피 추출물 함량과의 상관관계를 그래프로 나타내어 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 최소발육저지농도

상백피로부터 에탄올로 추출한 항균성 물질의 어류질병세균에 대한 최소발육저지농도는 Table 1, 2에 각각 나타내었으며, 모든 에탄올 대조구는 사용된 균주에 대하여 증식을 억제하지 않았다. 한편, 고체배지에서 상백피 에탄올 추출물은 그람양성세균인 *Streptococcus* sp. 및 *L. garvieae*에 대하여는 39.5 µg/ml 첨가로, *Staphylococcus* sp.에 대하여는 79.0 µg/ml 첨가로 균 증식을 완전히 억제하여 강한 항균활성을 나타내었으나, 그람음성세균인 *L. anguillarum* 및 *E. tarda*에 대하여는 1185.0 µg/ml 첨가로 균 증식을 억제하여 매우 약한 항균활성을 보였다(Table 1). 또한, 액체배지를 사용한 결과, 본 실험에 사용된 모든 그람양성세균에 대한 상백피 추출물의 최소발육저지농도는 19.8 µg/ml로 강한 증식 억제력을 보였으나, 그람음성세균에 대한 최소발육저지농도는 790.0~1,185.0 µg/ml로 약한 증식억제력을 보였다(Table 2). 이 두 측정방법을 비교해 볼 때 액체배지에서 더 효과적으로 증식을 억제하였는데, 이는 액체배지상이 고체배지상 보다 항균성 물질이 골고루 확산되어 항균력이 더 잘 나타난 것으로 추정된다. 이러한 결과는 고체배지 및 액체배지를 사용한 미늘과 고추냉이 추출물의 장관출혈성대장균에 대한 항균력 시험에서 유사하게 나타났다(임, 1999).

Lee and Lee(2001)는 어류질병을 일으키는 세균에 대한 쑥, 측백나무 및 편백나무의 잎에서 추출한 정유의 항균력을 액체배지상에서 실시한 결과, 그람양성세균인 *Streptococcus* sp.에 대하여는 500 ppm 처리로 다소 균증

Table 1. Minimum inhibitory concentration (MIC) of the ethanol extract of *Morus alba* root bark against fish pathogenic bacteria in solid medium

Bacteria	Antibacterial activity (µg/ml)								MIC (µg/ml)
	19.8	39.5	79.0	118.5	197.5	395.0	790.0	1,185.0	
<i>Streptococcus iniae</i>	+	-	.	-	-	-	-	-	39.5
<i>Streptococcus</i> sp.	+	-	-	-	.	-	-	-	39.5
<i>Lactococcus garvieae</i>	+	-	.	-	-	-	-	-	39.5
<i>Staphylococcus</i> sp.	+	+	-	-	-	-	-	-	79.0
<i>Edwardsiella tarda</i>	+	+	+	+	+	+	+	-	1,185.0
<i>Listonella anguillarum</i>	+	+	+	+	+	+	±	-	1,185.0

Every experiment repeated three times.

Symbols: +, bacterial growth; ±, bacterial growth in 1~2 plates; ., no bacterial growth.

Table 2. Minimum inhibitory concentration (MIC) of the ethanol extract of *Morus alba* root bark against fish pathogenic bacteria in liquid medium

Bacteria	MIC($\mu\text{g}/\text{ml}$)
<i>Streptococcus iniae</i>	19.8
<i>Streptococcus</i> sp.	19.8
<i>Lactococcus garvieae</i>	19.8
<i>Staphylococcus</i> sp.	19.8
<hr/>	
<i>Edwardsiella tarda</i>	1,185.0
<i>Listonella anguillarum</i>	790.0

식이 억제되는 시험구가 있었으나 완전히 억제하지는 못하여 상백피 추출물보다는 현저히 약한 항균력을 보였다. 또한, 이들 정유들은 그람음성세균인 *V. anguillarum*(*L. anguillarum*)에 대하여 1,000 ppm 첨가하여도 균 증식을 거의 억제하지 못하였고, *E. tarda*에 대하여는 1,000 ppm 첨가로 썩 및 편백나무의 정유는 어느 정도 균증식을 억제하였으며, 측백나무의 정유는 증식을 완전히 억제시켰다고 하였다. 따라서 본 실험에 사용된 상백피 추출물은 *L. anguillarum*에 대하여는 이들 정유들보다 강한 항균력을 나타내었으며, *E. tarda*에 대하여는 비슷하거나 다소 강한 항균효과를 나타내었다.

박 등(1995)은 액체배지를 이용한 상백피 에탄올 추출물의 식품관련 미생물에 대한 최소발육저지농도를 조사한 결과, 그람양성세균인 *Bacillus* sp.에 대하여는 6.4 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 로 가장 강한 항균력을 보였으며, 본 연구에 사용된 균주와 같은 속인 *Staphylococcus* sp. 및 *Streptococcus* sp.에 대하여는 각각 12.8 및 128.0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 로 본 조사와 유사하거나 약한 항균활성을 보였다. 또한 그람음성세균에 대하여는 160~1,600 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 로 그람양성세균에 비하여 매우 약한 항균 활성을 나타내어 우리의 조사와 일치하였다.

2. 최소살균농도

상백피 에탄올 추출물의 최소살균농도는 Table 3에 나타난 바와 같이 상백피 추출물은 본 실험에 사용된 모든 그람양성세균에 대하여 39.5~118.5 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 의 농도에서는 살균작용을 보여 그람양성세균에 대하여는 균 증식을 억제하는 물론 살균작용도 가지고 있음을 알 수 있었다. 반면, 그람음성세균인 *L. anguillarum*에 대한 최소살균농도는 1,185.0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 이었으며, *E. tarda*에 대하여는 1185.0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 첨가하여도 균을 사멸시키지 못하였다. 이때, 모든 에탄올 대조구에서는 균증식이 활발하게 일어났다.

Table 3. Minimum bactericidal concentration (MBC) of the ethanol extract of *Morus alba* root bark against fish pathogenic bacteria

Bacteria	MBC ($\mu\text{g}/\text{ml}$)
<i>Streptococcus iniae</i>	39.5
<i>Streptococcus</i> sp.	79.0
<i>Lactococcus garvieae</i>	39.5
<i>Staphylococcus</i> sp.	118.5
<hr/>	
<i>Edwardsiella tarda</i>	>1,185.0
<i>Listonella anguillarum</i>	1,185.0

>, The strain was not killed at 1,185.0 $\mu\text{g}/\text{ml}$

이상의 결과에서 상백피 에탄올 추출물은 본 연구에 사용된 그람양성세균에 대하여 강한 정균작용은 물론 살균작용을 나타내었고, 옛부터 진해제, 항염증제 및 이뇨제 등의 한방약제로 널리 사용되어 온 점을 감안할 때 그람양성세균에 의한 어류질병을 위해서는 효과적으로 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

3. 상백피 에탄올 추출물 침지 사료의 항균 효과

사료를 상백피 추출물에 침지시킨 경우 적정 침지 시간을 알아보기 위하여 사료를 상백피 추출물에 일정시간 침지시킨 후 상온에서 하룻밤 건조하여 에탄올을 증발시킨 다음 항균활성을 측정하여 결과를 Table 4에 나타내었다.

상백피 추출물에 침지시킨 사료는 침지 3분까지는 항균력이 증가하였으며, 그 이후에는 일정하였다. 따라서 이하의 실험에서는 3분간 침지시키는 것으로 하였다.

Table 4. Effect soaking duration on the antibacterial activity of fish diet soaked in the ethanol extract of *Morus alba* root bark

Soaking time (min.)	Antibacterial activity (mm)*
1	11.0 \pm 0.3
2	11.4 \pm 0.2
3	12.0 \pm 0.3
5	12.0 \pm 0.2
10	12.0 \pm 0.3

Soluble solid amount of the extract was 39.5 mg/ml . Values were expressed as mean \pm S.D. from three experiments.

*Antibacterial activity was estimated by the diameter of the clear zone surrounding fish diet (ϕ 9.0 \pm 0.5 mm), which was soaked in the extract and then dried at room temperature overnight, and *Streptococcus iniae* was used as the test strain.

상백피 추출물을 어류에 적용할 경우 어류가 직접 섭취할 수 있도록 하기 위하여 사료를 상백피 추출물에 침지시켜 각종 어류질병세균에 대한 항균력을 검토하였다 (Table 5). 95% 에탄올에 침지한 대조구는 균증식을 억제하지 못하였다. 한편 상백피 에탄올 추출물에 침지시킨 사료는 그람양성세균의 증식을 억제하여 10.5~12.0 mm의 저해환을 형성하였으나, 그람음성세균에 대하여는 항균활성을 나타내지 못하였다. 따라서 상백피 추출물의 항균성 물질은 사료에 잘 흡착되며 그람양성세균의 증식을 억제하고, 침지시 사료의 부서짐이 없기 때문에 그람양성의 어류질병세균이 문제시되는 양식장에서 용이하게 사용할 수 있을 것으로 생각된다.

이상의 결과에서 알 수 있듯이 상백피 에탄올 추출물 침지 사료는 그람양성의 어류질병세균에 대하여 항균활성을 나타내므로, 향후 항균사료 공급이 어류의 세균성 질병 예방 및 치료 효과에 미치는 영향 등에 관한 연구가 검토되어야 할 것이다.

4. 사료 중량에 따른 상백피 에탄올 추출물의 흡수량

상백피 에탄올 추출물을 어류에 적용할 경우 항균성 물질이 흡수된 사료의 적정 공급량의 기초자료로 활용하기 위하여 각 사료의 중량에 따른 흡수되는 상백피 추출물의 함량을 구하여 Fig. 1에 나타내었다. 사료 중량과 흡수되

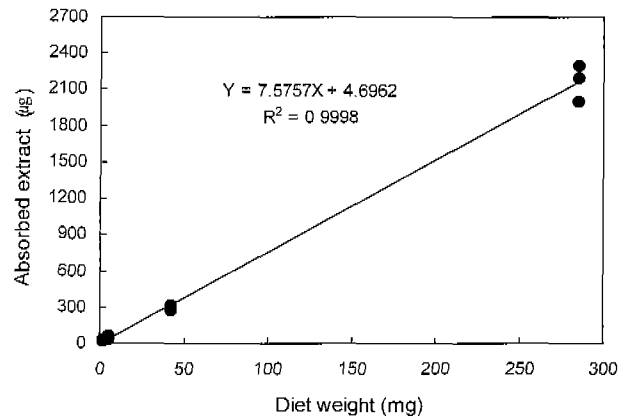


Fig. 1. Relationship between the weight (mg) of fish diet and absorption of ethanol extract (μg) of *Morus alba* root bark by fish diet. Fish diet was soaked in the extract for 3 minutes.

는 추출물 함량과의 관계식은 $Y = 7.5757X + 4.6962$ ($R^2 = 0.9998$)으로 아주 밀접한 상관관계를 가지고 있으므로 최소발육저지농도, 최소살균농도 및 사료 섭취량 등과 병행하여 직접 어류에 적용시 유용하게 사용할 수 있을 것으로 생각된다. 또한 개당 사료 중량이 적을수록 단위 중량당 흡수되는 추출물의 양은 많았으며, 이것은 사료 중량이 적을수록 단위 중량당 차지하는 표면적이 크기 때문인 것으로 사료된다.

요 약

상백피로부터 항균성 물질을 추출하여 어류질병에 대한 천연 항균약제로서의 이용 가능성을 타진하기 위하여 어류질병세균에 대한 항균활성 및 상백피 추출물에 침지시킨 사료의 항균작용 등을 검토하였다.

고체배지에서 상백피 에탄올 추출물은 *Streptococcus* sp., *Lactococcus garvieae* 및 *Staphylococcus* sp. 등의 그람양성세균에 대하여는 강한 항균활성을 나타내었으나, 그람음성세균인 *Listonella anguillarum* 및 *Edwardsiella tarda*에 대하여는 약한 항균활성을 보였다.

액체배지에서 상백피 에탄올 추출물의 그람양성세균에 대한 최소발육저지농도는 $19.8 \mu\text{g}/\text{ml}$ 이었으며, $39.5 \sim 118.5 \mu\text{g}/\text{ml}$ 의 농도에서는 살균작용을 보여 그람양성세균에 대하여는 균 증식을 억제함은 물론 살균작용도 가지고 있음을 알 수 있었다. 반면, 그람음성세균에 대한 최저발육저지농도는 $790.0 \sim 1185.0 \mu\text{g}/\text{ml}$ 이었고, *E. tarda*에 대하여는 $1185.0 \mu\text{g}/\text{ml}$ 를 첨가하여도 균을 사멸시키지 못하

Table 5. Effect of fish pathogenic bacteria on the antibacterial activity of fish diet soaked in the ethanol extract of *Morus alba* root bark

Bacteria	Antibacterial activity (mm)*
<i>Streptococcus iniae</i>	12.0 ± 0.3
<i>Streptococcus</i> sp.	11.0 ± 0.5
<i>Lactococcus garvieae</i>	10.5 ± 0.4
<i>Staphylococcus</i> sp.	10.5 ± 0.2
<i>Edwardsiella tarda</i>	-**
<i>Listonella anguillarum</i>	-

Soluble solid amount of the extract was $39.5 \text{ mg}/\text{ml}$. Values were expressed as mean \pm S.D. from three experiments.

*Antibacterial activity was estimated by the clear zone surrounding fish diet ($\phi 9.0 \pm 0.5 \text{ mm}$), which was soaked in the extract for 3 minutes and then dried at room temperature overnight.

**Inhibition zone was not observed.

였다.

사료를 상백피 에탄올 추출물에 침지시 적정 침지 시간은 3분이었고, 상백피 추출물에 침지시킨 사료는 그람양성세균의 증식을 억제하여 10.5~12.0 mm의 저해환을 형성하였으나, 그람음성세균에 대하여는 항균활성을 나타내지 못하였다. 또한, 사료 중량에 따른 추출물 흡수량은 식 $Y = 7.5757X + 4.6962$ ($R^2 = 0.9998$)으로 아주 밀접한 상관관계를 나타내었다.

참 고 문 헌

- An, E. Y., J. S. Han and D. H. Shin, 1997. Growth inhibition of *Listeria monocytogenes* by pure compound isolated from extract of *Morus alba* Linne bark. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 29 : 1236-1240.
- Chcong, G. C., J. Y. Lee, D. C. Kim, S. O. Suh and W. I. Hwang, 2000. Inhibitory effect of *Salvia miltiorrhiza* extract on growth of some cancer cells. *J. Kor. Soc. Food Sci.*, 29 : 726-731.
- Kim, H. Y., Y. J. Lee, K. H. Hong, S. C. Ha, J. Y. Lee and K. S. Kim, 1997. Studies on the development of natural preservatives from natural products. *The Annual Report of KFDA*, 1 : 75-93.
- Kim, Y. Y., R. W. Choue, Lee, S. H. Chung and S. J. Koo, 1999. Anti-hyperglycemic effect of *Cortex Mori radidis* in db/db mice. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 31 : 1057-1064.
- Lee, H. S., S. J. Yun, Y. K. Moon and J. Y. Moon, 2000. Hair growth effects of mori cortex radidis mixture on the hair of rat. *Kor. J. Sericul. Sci.*, 42 : 83-85.
- Lee, K. K. and J. Y. Lee, 2001. Effect of plant extracted essential oil on antimicrobial activity for fish pathogens. *J. of Aquaculture*, 14 : 81-87.
- Lorian, V., 1991. *Antibiotics laboratory medicine*. Williams & Wilkins, Baltimore, pp. 17-105.
- Mok, J. S., Y. M. Kim, S. H. Kim and D. S. Chang, 1995. Antimicrobial properties of *Salvia miltiorrhiza* extract. *J. Food Hyg. Safety*, 10 : 23-28.
- Nomura, T., T. Fukai, J. Uno and T. Arai, 1978. Mulberrofuran A, a new isoprenoid 2-arylbenzofuran from the root bark of the cultivated mulberry tree (*Morus alba* L.). *Heterocycles*, 9 : 1593-1601.
- Park, U. Y., Y. M. Kim, S. H. Kim and D. S. Chang, 1995. Investigation of optimum extracting condition and antimicrobial activity of the extract from the root bark of *Morus alba*. *J. Food Hyg. Safety*, 10 : 139-145.
- Shin, D. H., 1998. Screening and application of antimicrobials, anticancers, antitumors and antioxidants from native biomaterials. *농림부농림수산기술관리센터 첨단기술개발사업 연차보고서*, 226 pp.
- Takasugi, M., S. Nagao, T. Masamune, A. Shirata and K. Takahashi, 1978. Structure of moracin A and B, new phytoalexins from diseased mulberry. *Tetrahedron Lett.*, 9 : 797-798.
- Takasugi, M., S. Nagao and T. Masamune, 1982. Structure of dimoracin, a new natural diels-alder adduct from diseased mulberry. *Chem. Lett.*, 1217-1220.
- Tang, W. and G. Eiscnbrand, 1992. *Chinese drugs of plant origin*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 891-902.
- Yoon, C. Y., D. H. Shin, C. M. Hong, W. K. Lee, D. D. Jang, J. C. Cho, J. K. Ahn, D. K. Ahn and M. S. Lee, 1998. The suppressive effects of cortex mori on NO, TNF- α and IL-1 production by macrophage. *Kor. J. Vet. Pub. Health*, 22 : 281-292.
- 국립수산물진흥원, 2000. 건강어류 생산을 위한 어병예방 및 치료대책. 구덕인쇄사, 204 pp.
- 김영만 · 김영목 · 김지희 · 목종수 · 박미연 · 박옥연 · 성희경 · 신일식 · 오은경 · 이명숙 · 이원동 · 이태식 · 이희정 · 조학래 · 최종덕 · 허성호, 2000. *수산식품위생학*. 정명당, 289 pp.
- 김계길, 1984. *원색천연약물대사전*(하권). 남산당, 148 pp.
- 임성미, 1999. *Escherichia coli* O157에 대한 항신료의 항균 작용에 관한 연구. *부경대학교 석사학위논문*, 63 pp.

(접수 : 2001년 10월 15일, 수리 : 2001년 11월 20일)