

## 계피 추출물의 어류 질병 세균에 대한 항균 효과

목종수<sup>+</sup> · 송기철 · 최낙중 · 양호식\*  
국립수산진흥원 서해수산연구소, \*군서초등학교

### Antibacterial Effect of Cinnamon (*Cinnamomum cassia*) Bark Extract against Fish Pathogenic Bacteria

Jong-Soo MOK<sup>+</sup>, Ki-Cheol SONG, Nack-Joong CHOI and Ho-Shik YANG\*

West Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research  
& Development Institute, Incheon 400-201, Korea  
\*Gunseo Elementary School, Siheung, Kyounggido 429-450, Korea

To develop a natural antibacterial agent for fish bacterial diseases, antibacterial activity, minimum inhibitory concentration (MIC), minimum bactericidal concentration (MBC) and bactericidal effect of cinnamon bark extract were examined against fish pathogenic bacteria. The antimicrobial effect of the extract to the fish diet was also estimated. Cinnamon bark extract showed the broad spectrum of antibacterial activity against fish pathogenic bacteria, especially, it had strong activity against *Streptococcus iniae*, *Edwardsiella tarda* and *Listonella anguillarum*. Its MIC was 75.8~189.6 µg/mL against Gram positive bacteria, and 75.8~113.8 µg/mL against Gram negative bacteria in liquid medium. It was found to show stronger bactericidal action against Gram negative bacteria than Gram positive bacteria. According to increasing concentrations of the extract, it resulted in a proportional reduction of viable cell counts of both *S. iniae* and *L. anguillarum*. The former was not detected by addition of 189.6 µg/mL after 12 hours incubation and the latter by addition of 151.6 µg/mL after 24 hours incubation, respectively. It was reasonable that fish diet was soaked in cinnamon bark extract for ten minutes. The relationship formula between the weight of fish diet and the extract absorbed to fish diet was  $Y=7.2726X+4.5083$  ( $R^2=0.9998$ ). The fish diet soaked in the extract inhibited the growth of all strains used in this study. Its antibacterial activity was stable at the range from 10°C to 35°C during the storage period of 28 days. When the diet soaked in the extract was incubated in liquid medium at 35°C, it inhibited the growth of microorganisms inhabited in the diet.

Key words: Antibacterial effect, Fish pathogenic bacteria, Fish diet, Cinnamon bark extract, Bactericidal action

### 서 론

우리나라에서는 1995년에 처음으로 수산용 항균제인 oxolinic acid, florfenicol 및 flumequine에 대한 사용기준이 설정되었으며, 1996년에 보건복지부 고시로 어류 및 바다가재에 oxytetracycline의 잔류 허용기준치를 설정하여 항생물질의 잔류에 의한 수산물의 안전성 위해를 방지하고자 하였다 (해양수산부, 1998). 현재 어류의 질병 치료를 위하여 페니실린계 (Penicillins), 테트라사이클린계 (Tetracyclines) 및 퀴놀론계 (Quinolones) 등의 항생제가 상용되고 있으며 (국립수산진흥원, 2000), 이들 항생제가 어류나 최종 소비자인 사람의 체내에 장기간 축적될 경우 항생제 내성은 물론 균교대증이나 allergy 유발 등의 안전성에 문제가 될 수 있다 (김 등, 2000).

계피는 계피나무 (*Cinnamomum cassia*)의 외피를 건조시킨 것으로 한방에서는 두통, 발열, 신경성심계항진, 진통 및 감기 등의 치료에 많이 사용되는 중요한 생약이다 (Chang et al., 1998; 육, 1990). 계피의 주요 성분은 방향족 화합물인 cinnamon aldehyde로 음료, 추잉껌, 치약, 화장품의 향성분 및 구취제거제 등으로 이용되고 있다. 계피의 생리활성 작용으로는 항균효과 (Bang et al., 1997; Jeong et al., 1998a; Yang et al., 2001), 항돌연변이원성

(Jeong et al., 1998b), 항암효과 (Chung et al., 1999), 항궤양유발 작용 (Shigeo et al., 1989), 계란의 면역항체 (Immunoglobulin yolk, IgY) 증강효과 (Lee et al., 1999), 항알러지효과 (Park et al., 2001) 및 보체계 활성화 작용 (Kweon et al., 1997) 등의 다양한 연구가 보고되고 있으나, 아직까지 어류질병세균에 대한 항균력에 관한 보고 예는 없다. 따라서 어류의 세균성 질병을 유발하는 병원성 세균에 대하여 항균작용을 나타내는 천연 항균제 개발은 어류질병 예방은 물론 수산물 안전성 확보라는 차원에서 그 의의가 매우 크다.

본 연구에서는 어류질병에 대한 천연 항균제를 개발하기 위한 일환으로 계피로부터 항균성 물질을 추출하여 어류질병세균에 대한 항균효과, 최소발육저지농도 및 최소살균농도 그리고 어류사료 적용시험으로서 계피 추출물에 침지시킨 사료의 항균활성 및 저장성 등을 검토하였다.

### 재료 및 방법

#### 1. 재 료

계피는 시중 한약재 건재상에서 구입하여 20~30 mesh로 분쇄하여 -20°C에 보관하면서 시험에 사용하였다. 항균성 물질의 추출 용매로 사용된 에탄올은 Hayman Limited사 (England) 제품을 사용하였다.

<sup>+</sup> Corresponding author: mjs@nfrda.re.kr

## 2. 사용 균주 및 배지

항균력 측정에 사용된 균주는 어류질병을 유발하는 세균으로 *Streptococcus iniae*, *Streptococcus* sp., *Lactococcus garvieae* 및 *Staphylococcus* sp. 등의 그람양성세균 4 균주와 *Edwardsiella tarda* 및 *Listonella anguillarum* 등의 그람음성세균 2 균주를 국립 수산진흥원 병리과로부터 분양받아  $-70^{\circ}\text{C}$  (15% glycerol)에서 보존하면서 사용하였다. 시험균의 배양 및 항균력 측정에는 Mueller Hinton medium (Difco)에 식염을 1% 첨가하여 사용하였다.

## 3. 항균성 물질 추출

계피 100 g에 에탄올 (95%)을 1:5의 비율 (w/v)로 가하여 상온에서 4시간 이상 진탕 추출한 다음 여과 (Toyo No. 5A)하였다. 여액은 감압 농축하여 용매를 제거한 뒤, 이를 다시 95% 에탄올로 용해시켜 100 mL로 정용하여 항균력 측정을 위한 검액으로 사용하였다.

## 4. 어류질병세균에 대한 계피 추출물의 항균력

### 1) 항균활성 검사

식염 1% 첨가된 Mueller Hinton agar에 계피 추출물을 일정 농도로 첨가하고, 25 mL씩 멸균된 평판에 분주하여 굳힌 후, 24시간 증균 배양된 시험균액을 접종한 다음  $35^{\circ}\text{C}$ 에서 48시간 배양하여 균 증식 여부를 관찰하였다. 이때 첨가되는 에탄올의 항균력을 배제하기 위하여 모든 시험은 대조구를 설정하여 실시하였다.

### 2) 최소발육저지농도

#### (Minimum Inhibitory Concentration, MIC)

추출물에 대한 최소발육저지농도의 측정은 Lorian (1991)의 방법에 따라 액체배지희석법 (Broth dilution method)으로 행하였다. 즉, 식염 1% 첨가된 Mueller Hinton broth에 추출물이 일정 농도가 되도록 첨가한 다음 각 시험균의 최종 농도가  $10^5$  CFU/mL 정도 되도록 접종하여  $35^{\circ}\text{C}$ 에서 24시간 배양한 후 흡광도 (600 nm)를 측정하여 최소발육저지농도를 구하였다. 이때 첨가되는 에탄올의 항균력을 배제하기 위하여 모든 시험은 대조구를 설정하여 실시하였다. 또한, 추출물의 농도는 수분 측정기 (Kett FD-600)로 증발 잔류물의 무게를 측정하여 배지 1 mL에 대한 첨가량으로 나타내었으며, 계피 추출물의 가용성 고형분 함량은  $37.92 \text{ mg/mL}$ 이었다.

### 3) 최소살균농도

#### (Minimum Bactericidal Concentration, MBC)

식염 1% 첨가된 Mueller Hinton broth에 추출물이 일정한 농도가 되도록 첨가한 다음 각 피검균의 최종 농도가  $10^5$  CFU/mL 정도 되도록 접종하여  $35^{\circ}\text{C}$ 에서 24시간 배양하였다. 배양액 0.1 mL를 식염 1% 첨가된 새로운 Mueller Hinton broth에 접종하여  $35^{\circ}\text{C}$ 에서 24시간 배양한 다음 흡광도 (600 nm)를 측정하여 증식이 일어나지 않은 농도를 최소살균농도로 나타내었다. 이때 첨가되는 에탄올의 항균력을 배제하기 위하여 모든 시험은 대조구를 설정하여 실시하였다.

### 4) 어류질병세균의 증식에 미치는 영향

계피 추출물이 어류질병세균의 증식에 미치는 영향을 알아보기

위하여 추출물을 농도별로 100 mL Mueller Hinton broth에 첨가한 다음 각 시험균을  $10^4 \sim 10^6$  정도 되도록 접종하여  $35^{\circ}\text{C}$ 에서 배양하면서 시간 경과에 따른 생균수 변화를 측정하여 mL당 집락수 (CFU, Colony Forming Unit)로 나타내었다.

## 5. 계피 추출물 침지 사료의 항균효과

계피 추출물을 사료에 적용하기 위하여 사료를 계피 추출물에 침지시킨 다음 각종 어류질병세균에 대한 항균력을 검토하였으며, 또한 항균성 물질이 흡수된 사료의 적정 공급량을 결정하기 위하여 각 사료의 중량과 흡수되는 추출물 함량과의 상관관계를 분석하였다. 항균활성은 Mueller Hinton agar에 시험균 배양액을 1% 되도록 첨가하여 평판 (85×15 mm)에 25 mL씩 분주한 직후 항균성 물질을 흡수시킨 사료를 침지하여 굳힌 다음  $35^{\circ}\text{C}$ 에서 24시간 배양하여 사료 주변의 저지대의 직경을 측정하였다. 이때 첨가되는 에탄올의 항균력을 배제하기 위하여 모든 시험은 대조구를 설정하여 실시하였다.

### 1) 침지 시간에 따른 항균력

사료의 적정 침지 시간을 알아보기 위하여 사료 (중량  $285 \pm 20$  mg, 직경  $9 \pm 0.5$  mm)를 계피 추출물에 일정시간 (3, 5, 10, 20, 30 분) 침지시킨 후 상온에서 하룻밤 건조하여 에탄올을 증발시킨 다음 항균활성을 측정하였다. 항균활성 측정을 위한 피검균으로는 *S. iniae*와 *L. anguillarum*을 사용하였다.

### 2) 어류질병세균에 대한 침지 사료의 항균력

계피 추출물에 침지시킨 사료의 어류질병세균에 대한 항균활성을 살펴보기 위하여 사료 (중량  $285 \pm 20$  mg, 직경  $9 \pm 0.5$  mm)를 계피 추출물에 10분간 침지시킨 후 상온에서 하룻밤 건조하여 에탄올을 증발시킨 다음 항균활성을 측정하였다.

### 3) 사료 중량에 따른 흡수량

사료 중량에 따른 계피 추출물의 흡수량을 알아보기 위하여 중량이 각기 다른 사료 (평균 중량 285 mg 10개, 42.2 mg 20개, 5.35 mg 200개)를 계피 추출물에 10분간 침지시킨 후 개체당 흡수되는 추출물의 중량을 구한 다음, 계피 추출물을 가용성 고형분 함량으로 환산하여 개체당 중량과 흡수되는 계피 추출물 함량과의 상관관계를 그래프로 나타내어 분석하였다.

## 6. 계피 추출물 침지 사료의 저장성

### 1) 침지 사료의 저장에 따른 항균력

계피 추출물에 침지시킨 사료의 저장온도에 따른 항균력 변화를 알아보기 위하여 사료 (중량  $285 \pm 20$  mg, 직경  $9 \pm 0.5$  mm)를 계피 추출물에 10분간 침지시킨 후 상온에서 건조하여 10, 20,  $35^{\circ}\text{C}$ 에서 28일간 저장하면서 항균활성을 측정하였다. 항균활성은 상기 5와 동일한 방법으로 측정하였으며, 피검균으로는 *L. anguillarum*을 사용하였다.

### 2) 침지 사료의 생균수 변화

계피 추출물에 침지시킨 사료의 생균수 변화를 알아보기 위하여 사료 (중량  $285 \pm 20$  mg, 직경  $9 \pm 0.5$  mm)를 계피 추출물에 10분

간 침지시킨 후 상온에서 건조하였다. 건조된 침지 사료 10개를 100 mL Mueller Hinton broth에 넣어 10분간 방치한 다음 5분간 blending하여 35°C에서 배양하면서 생균수를 측정하였다. 이때 대조구로서 95% 에탄올에 침지시킨 것과 침지시키지 않은 사료를 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 어류질병세균에 대한 계피 추출물의 항균활성

계피 에탄올 추출물의 어류질병세균에 대한 항균활성은 Table 1과 같다. 계피 추출물은 그람양성 및 음성세균에 대하여 높은 항균활성을 나타내었으며, 특히 *S. iniae*, *E. tarda* 및 *L. anguillarum*에 대하여는 0.3% 첨가로 균 증식을 억제하였다.

Table 1. Inhibitory effect of cinnamon bark extract against fish pathogenic bacteria

Bacteria	Concentration of extract (%)							
	0.05	0.1	0.2	0.3	0.5	1.0	2.0	3.0
<i>Streptococcus iniae</i>	+	+	±	-	-	-	-	-
<i>Streptococcus</i> sp.	+	+	+	+	-	-	-	-
<i>Lactococcus garvieae</i>	+	+	+	±	-	-	-	-
<i>Staphylococcus</i> sp.	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>Edwardsiella tarda</i>	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Listonella anguillarum</i>	+	+	±	-	-	-	-	-

Every experiment was repeated by three times.  
 Symbols: +, all growth; ±, growth of 1~2 times;  
 -, never growth.

2. 최소발육저지농도 및 최소살균농도

계피 추출물의 어류질병세균에 대한 최소발육저지농도 및 최소살균농도를 Table 2에 나타내었다. 계피 추출물의 그람양성세균에 대한 최소발육저지농도는 75.8~189.6 µg/mL이었으며, 그람음성세균에 대하여는 75.8~113.8 µg/mL으로 모든 시험균에 대하여 폭넓은 항균스펙트럼을 나타내었다. 최소살균농도는 그람양성균에 대하여는 113.8~379.6 µg/mL이었으며, 그람음성균에 대하여는 113.8~189.6 µg/mL로 양성균보다 음성균에 대하여 보다 강한 살균작용을 나타내었다.

국립수산진흥원 (2000)의 보고에 의하면 어류질병에 상용되고 있는 항생제의 주요 어류질병세균에 대한 최소발육저지농도를 측

Table 2. Minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) of cinnamon bark extract against fish pathogenic bacteria

Bacteria	MIC (µg/mL)	MBC (µg/mL)
<i>Streptococcus iniae</i>	75.8	113.8
<i>Streptococcus</i> sp.	151.7	379.2
<i>Lactococcus garvieae</i>	113.8	189.6
<i>Staphylococcus</i> sp.	189.6	379.2
<i>Edwardsiella tarda</i>	113.8	189.6
<i>Listonella anguillarum</i>	75.8	113.8

정한 결과, *L. anguillarum*을 기준으로 할 때 통상적으로 정균작용을 한다고 알려져 있는 테트라사이클린계 (Tetracyclines)인 옥시테트라사이클린 (Oxytetracycline), 독시사이클린 (Doxycycline) 및 테트라사이클린 (Tetracycline) 등은 0.78 µg/mL로 계피 추출물 (75.8 µg/mL)보다 우수하였으며, 일반적으로 살균효과가 뛰어나다고 알려져 있는 퀴놀론계 (Quinolones)인 페플록사신 (Pefloxacin) 및 후루메퀸 (Flumequinone) 등은 0.78~12.5 µg/mL로 계피 추출물보다 다소 강한 항균효과를 나타내었다. 한편, 페니실린계 (Penicillins)인 암피실린 (Ampicillin) 및 아목실린 (Amoxycillin) 등은 >100 µg/mL로 나타나 계피 에탄올 추출물은 정제하지 않은 것임에도 불구하고 이들 항생제보다는 강한 항균활성을 가지고 있음을 알 수 있었다. 그러나 양식장에서 항생제의 사용은 병원균의 약제에 대한 내성과 깊게 관련되므로 모든 경우 동일하게 적용되는 것이 아니기 때문에 실제 양식장에서 질병이 발생할 때마다 매번 감수성 검사를 실시하여야 한다고 권고하고 있다. 또한 최근 들어 어류의 질병은 단일 세균에 의한 질병보다 2종 이상의 세균에 의한 합병증의 사례가 많아 양식장에서 큰 피해를 입고 있는데, 이러한 합병증은 서로 다른 약리학적 특성을 가진 병원성 세균 때문에 단일 약제만으로 충분한 치료효과를 거둘 수 없는 경우가 대부분이라고 하였다 (국립수산진흥원, 2000).

따라서 계피 추출물은 그람양성세균 및 그람음성세균 모두에 대하여 정균작용은 물론 살균작용을 나타내므로 그람양성세균과 그람음성세균이 복합적으로 어류에 감염되어 발병하는 합병증의 치료를 위하여 유용하게 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

3. 어류질병세균에 대한 계피 추출물의 살균작용

계피 추출물이 어류질병세균의 증식에 미치는 영향을 알아보기 위하여 앞의 실험에서 감수성이 가장 민감한 그람양성세균 및 그람음성세균을 대상으로 추출물의 농도를 각기 달린 액체배지에서 시간 경과에 따른 균 사멸 정도를 조사하여 Fig. 1과 2에 각각 나타내었다.

계피 추출물은 그람양성세균인 *S. iniae*에 대하여 75.8 µg/mL 첨가로 균 증식을 억제시켰으며, 113.8 µg/mL 이상 첨가시에는 살균작용을 보여 113.8 µg/mL 첨가로 12시간 배양 후 3 log 정도 감소시켰고, 189.6 µg/mL 첨가구에서는 초기 균수 10<sup>6</sup> CFU/mL인 것이 12시간 배양 후 균이 검출되지 않았다 (Fig. 1).

또한 그람음성세균인 *L. anguillarum*에 대하여는 37.9 µg/mL 첨가로 대조구에 비하여 균 증식이 다소 억제되었으며, 75.8 µg/mL 첨가시에는 12시간 배양까지는 균수 변화가 거의 없었고, 24시간 후 초기균수에 비하여 약 2 log 정도 감소하였다. 그리고 151.6 µg/mL 첨가구에서는 12시간 배양 후 약 3 log 정도 균수가 감소하였으며, 24시간 후에는 세균이 검출되지 않았다 (Fig. 2).

4. 계피 추출물 침지 사료의 항균효과

사료를 계피 추출물에 침지시킬 때 적정 침지 시간을 알아보기 위하여 사료를 계피 추출물에 일정시간 침지시킨 후 에탄올을 증발시킨 다음 항균활성을 측정된 결과, 침지 10분까지는 항균력이 증가하였으나, 그 이후에는 일정하였다 (data is not shown). 따

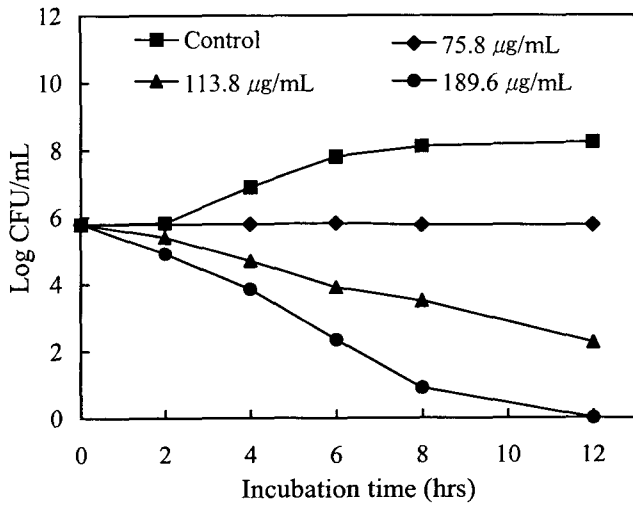


Fig. 1. Influence of cinnamon bark extract on the growth of *Streptococcus iniae*. The strain was incubated in Mueller Hinton broth at 35°C.

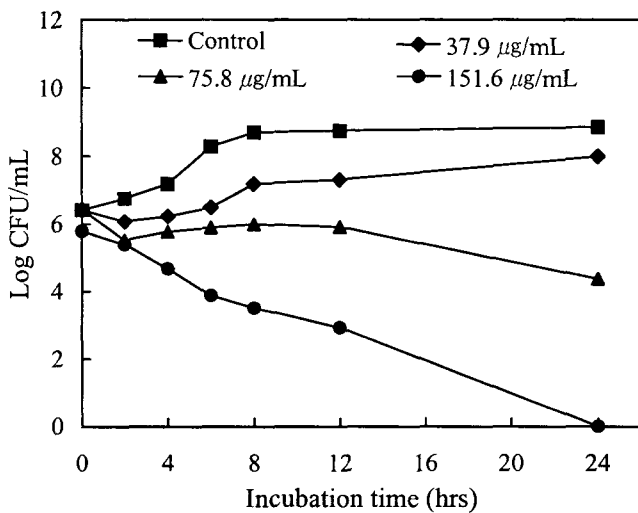


Fig. 2. Influence of cinnamon bark extract on the growth of *Listonella anguillarum*. The strain was incubated in Mueller Hinton broth at 35°C.

라서 이하의 실험에서는 10분간 침지시키는 것으로 하였다.

항균성 물질이 흡수된 사료의 적정 공급량의 기초자료로 활용하기 위하여 사료 중량별 계피 추출물의 흡수량을 분석한 결과, 관계식  $Y=7.2726X+4.5083$  ( $R^2=0.9998$ )으로 매우 밀접한 상관관계를 가지고 있었다 (data is not shown). 개체당 사료 중량이 적을수록 단위 중량당 흡수되는 추출물의 양은 많았으며, 이는 사료 중량이 적을수록 단위 중량당 차지하는 표면적이 크기 때문인 것으로 사료되었다.

항균성 물질을 어류가 직접 섭취할 수 있도록 하기 위하여 사료를 계피 추출물에 침지시켜 항균성 물질을 흡착시킨 다음 각종 어류질병세균에 대한 항균력을 검토하였다 (Table 3). 계피 추출물에 침지시킨 사료는 사용된 모든 어류질병세균의 증식을 억제

Table 3. Antibacterial activity of fish diet soaked in cinnamon bark extract against fish pathogenic bacteria

Bacteria	Antibacterial activity (mm)*
<i>Streptococcus iniae</i>	14.0 ± 0.2
<i>Streptococcus</i> sp.	13.5 ± 0.5
<i>Lactococcus garvieae</i>	11.5 ± 0.5
<i>Staphylococcus</i> sp.	12.0 ± 0.3
<i>Edwardsiella tarda</i>	16.5 ± 0.5
<i>Listonella anguillarum</i>	19.0 ± 0.5

Every experiment was repeated by three times.

\*Antibacterial activity was estimated by the clear zone surrounding fish diet ( $\phi 9.0 \pm 0.5$  mm), which was soaked in the extract for 10 minutes and then dried at room temperature overnight.

하여 12~24 mm의 저지대를 형성하였으며, 특히 *S. iniae*, *E. tarda* 및 *L. anguillarum*에 대하여 강한 항균활성을 나타내었다.

한편, 계피 추출물은 pH 및 열에 매우 안정한 것으로 알려져 있으며 (Jeong et al., 1998a), 본 실험결과에서 계피 추출물의 항균성 성분이 사료에 잘 흡착하여 어류질병세균의 증식을 억제하고, 침지시 사료의 부서짐이 없기 때문에 어류 양식장에서 용이하게 사용할 수 있을 것으로 생각된다.

5. 계피 추출물 침지 사료의 저장성

계피 추출물에 침지시킨 사료를 저장온도 10~35°C에서 28일간 저장하였을 때 잔존 항균활성은 97~100%로서 매우 안정하였다 (data is not shown). 따라서 겨울철은 물론 여름철에 상온에서 보존해도 항균활성의 감소는 거의 없을 것으로 생각된다.

계피 추출물에 침지시킨 사료의 생균수 변화를 알아보기 위하여 사료를 계피 추출물에 침지시킨 것과 95% 에탄올에 침지시킨 것 그리고 침지시키지 않은 것을 액체배지에 넣어서 시간 경과에 따른 생균수 변화를 측정하여 Fig. 3에 나타내었다. 침지시키지 않은 사료 대조구는 초기균수  $2.1 \times 10^2$  CFU/mL인 것이 12시간 배양 후에는  $5.2 \times 10^7$  CFU/mL로 약 5 log 정도의 균수가 증가하였으나, 계피 추출물에 침지시킨 사료의 경우는 세균의 증식을 억제하여 배양 12시간 이후에도 거의 균수 변화가 없었다.

따라서 계피 추출물 침지 사료는 어류질병세균에 대하여 항균활성을 나타내는 것은 물론 1개월 정도 저장하여도 활성에 변화가 없었으며, 사료에 존재하는 세균의 증식을 억제시킬 수 있었다. 또한 계피는 항산화 작용 (Lee et al., 1996)도 가지고 있는 것으로 알려져 있어 세균에 의한 변패는 물론 지방산화에 의한 변질을 방지하는 데에도 유효할 것으로 사료된다.

아울러 계피는 항돌연변이원성, 항암효과, 항레양유발 작용, 기관의 면역항체 증강효과, 항알러지 효과 및 보체계 활성화 작용 등의 다양한 생리활성 작용을 가지고 있는 것으로 알려져 있어 향후 계피 추출물에 침지시킨 사료의 공급이 어류의 세균성 질병 예방 및 치료와 면역 증강에 미치는 영향 등에 대한 검토가 요구된다.

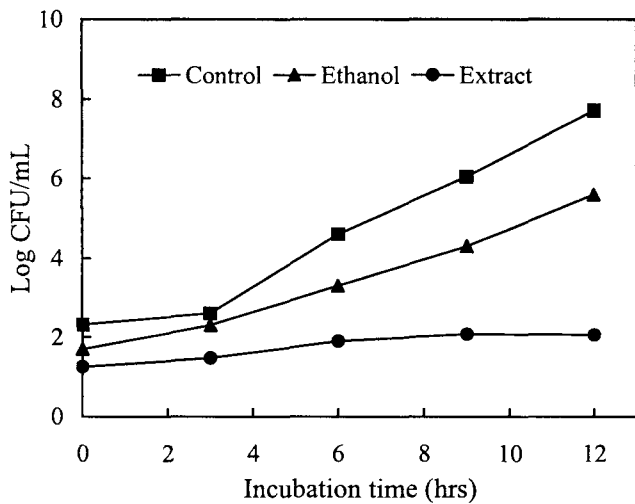


Fig. 3. Changes of viable cell counts of fish diet soaked in cinnamon bark extract. Fish diet was soaked in the extract or ethanol, or not soaked as control.

## 요 약

어류질병에 대한 천연 항균제를 개발하기 위한 일환으로 계피로부터 항균성 물질을 추출하여 어류질병세균에 대한 항균효과, 최소발육저지농도, 최소살균농도 및 어류 사료에 적용 시험 등을 실시하였다.

계피 추출물의 그람양성세균에 대한 최소발육저지농도는 75.8~189.6 µg/mL이었고, 그람음성세균에 대하여는 75.8~113.8 µg/mL이었으며, 그람양성균보다 음성균에 대하여 보다 강한 살균작용을 나타내었다. 계피 추출물은 본 실험에 사용된 그람양성세균 및 그람음성세균 모두에 대하여 폭 넓은 항균스펙트럼을 나타내었으며, 특히 *Streptococcus iniae*, *Edwardsiella tarda* 및 *Listonella anguillarum*에 대하여 강한 증식 억제력을 보였다.

계피 추출물은 *S. iniae*에 대하여 113.8 µg/mL 첨가로 살균작용을 보여 12시간 배양 후 3 log 정도의 균수를 감소시켰고, 189.6 µg/mL 첨가구는 초기 균수 10<sup>6</sup> CFU/mL인 것이 12시간 배양 후 세균이 검출되지 않았다. 또한 *L. anguillarum*에 대하여는 75.8 µg/mL 첨가 시에는 배양 24시간 후 약 2 log 정도의 균수가 감소하였고, 151.6 µg/mL 첨가구에서는 24시간 후 세균이 검출되지 않았다.

사료를 계피 추출액에 침지시 적정 침지 시간은 10분이었으며, 사료 중량에 따른 추출물 흡수량은 식  $Y=7.2726X+4.5083$  ( $R^2=0.9998$ )이었다. 계피 추출액에 침지시킨 사료는 사용된 모든 어류질병세균의 증식을 억제하였으며, 그것의 항균활성은 저장온도 10~35°C에서 28일까지 안정하였다. 또한 침지 사료를 액체배지에 넣어 배양했을 때, 사료에 존재하는 미생물의 증식을 억제시켰다.

## 참 고 문 헌

- Bang, K.H., Y.H. Rhee and B.S. Min. 1997. Purification and properties of antifungal component, AF-001, from cinnamon cortex. *Kor. J. Mycology*, 25, 348~353 (in Korean).
- Chang, S.Y., S.J. Kang, J.P. Lee, S.Y. Park, J.H. Shin, Y.J. Jung, J.Y. Park, K.W. Ha, J.H. Park and J.I. Park. 1998. Studies on the quality control method of cinnamomi cortex, cinnamomi ramulus and cassiae cortex interior. *The Annual Report of KFDA*, 2, 223~232 (in Korean).
- Chung, H.R., J.Y. Lee, D.C. Kim and W.I. Hwang. 1999. Synergistic effect of *Panax ginseng* and *Cinnamomum cassia* Blume mixture on the inhibition of cancer cell growth in vitro. *J. Ginseng Res. (Korea)*, 23, 99~104 (in Korean).
- Jeong, E.T., M.Y. Park, E.W. Lee, U.Y. Park and D.S. Chang. 1998a. Antimicrobial characteristics against spoilage microorganisms and food preservative effect of cinnamon (*Cinnamomum cassia* Blume) bark extract. *Kor. J. Life Sci.*, 8, 648~653 (in Korean).
- Jeong, E.T., M.Y. Park, J.G. Lee and D.S. Chang. 1998b. Antimicrobial activity and antimutagenesis of cinnamon (*Cinnamomum cassia* Blume) bark extract. *J. Fd Hyg. Safety (Korea)*, 13, 337~343 (in Korean).
- Kweon, M.H., H.J. An, K.S. Shin, K.S. Na, H.C. Sung and H.C. Yang. 1997. Purification of complement system-activating polysaccharide from hot water extract of young stems of *Cinnamomum cassia* Blume. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 29, 1~8 (in Korean).
- Lee, J.O., M.C. Kim, M.H. Kim, J.S. Park, E.J. Park, J.W. Kim, K.H. Song, D.W. Shin, J.M. Mok and H.K. Shin. 1996. Studies on the phenolic compounds and the antioxidant properties of various plants used as commercial teas (I). *The Annual Report of KFDA*, 1, 21~32 (in Korean).
- Lee, N.H., J.H. Rho, C.K. Han and K.S. Sung. 1999. Effect of various hen feed supplements on IgY level in eggs and laying rates. *Kor. J. Anim. Sci.*, 41, 155~166 (in Korean).
- Lorian, V. 1991. *Antibiotics laboratory medicine*. Williams & Wilkins, Baltimore, pp. 17~105.
- Park, K.H., D.S. Koh and Y.H. Lim. 2001. Anti-allergic compound isolated from *Cinnamomum cassia*. *J. Kor. Agric. Chem. Biotechnol.*, 44, 40~42 (in Korean).
- Shigeo, T., Y.H. Yoon, H. Tabata and T. Akira. 1989. Antiulcerogenic compounds isolated from Chinese cinnamon. *Planta. Medica.*, 55, 245~248.
- Yang, J.Y., J.H. Han, H.R. Kang, M.K. Hwang and J.W. Lee. 2001. Antimicrobial effect of mustard, cinnamon, Japanese pepper and horseradish. *J. Fd Hyg. Safety (Korea)*, 16, 37~40 (in Korean).
- 국립수산진흥원. 2000. 건강어류 생산을 위한 어병예방 및 치료대책. 구덕인쇄사, 204pp.
- 김영만, 김영목, 김지희, 목중수, 박미연, 박옥연, 성희경, 신일식, 오은경, 이명숙, 이원동, 이태식, 이희정, 조학래, 최종덕, 허성호. 2000. 수산식품위생학. 정명당, 289pp.
- 육창수. 1990. 한국 약용 식물도감. 아카데미서적, 서울, 590pp.
- 해양수산부. 1998. 수산용약제연구. 303pp.

2001년 7월 11일 접수

2001년 9월 20일 수리