

# 녹차 추출물 중 카테킨 성분 농도에 따른 항균활성 비교 연구

최경민 · 윤용갑<sup>1</sup> · 강경화 · 오성수 · 양환덕<sup>2</sup> · 김형준<sup>2</sup> · 전병훈<sup>3</sup> · 박 현\*

원광대학교 의과대학 감염생물학교실, 1:원광대학교 한의과대학 방제학교실,  
2:원광대학교 의과대학 정형외과, 3:원광대학교 한의과대학 병리학교실

## Studies on the Comparison of Antibacterial Activity by Catechin Concentration in Green Tea Extract

Kyung Min Choi, Young Gab Yun<sup>1</sup>, Jing Hua Jiang, Sung Su Oh, Hwan Deok Yang<sup>2</sup>, Hyoung Jun Kim<sup>2</sup>,  
Byung Hun Jeon<sup>3</sup>, Hyun Park\*

*Department of Infection Biology, College of Medicine, Wonkwang University.  
1: Department of Oriental Medicine, Graduate School of Wonkwang University.  
2: Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Wonkwang University.  
3: Department of Pathology, College of Oriental Medicine, Wonkwang University*

Catechin products in green tea extract was prepared to investigate antibacterial activity on the pathogenic bacteria. Survival of pathogenic bacteria (MASA - methicillin resistant *Staphylococcus aureus*, *E.coli* O157 and *S. typhimurium* Sal-13) in tryptic soy agar(TSA) containing Catechin products powder incubated at various concentration was evaluated. TSA containing 0~2%(w/v) of Catechin products was inoculated approximately 10<sup>4</sup> CFU/ml of pathogenic bacteria and incubated at 37°C for 24 hours. The plate counting technique and clear zoon test were used to test survival effect of the Catechin products. Minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) was derived from the survival curves of pathogenic bacteria. *S. typhimurium* Sal-13 was the most sensitive strain to Catechin products. This result suggested that Catechin products can be used as an effective natural antibacterial agent.

**Key words :** Catechin, antibacterial, MRSA(methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*), *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* Sal-13

### 서 론

최근 의약품의 연구 동향은 여러 가지 부작용이나 독성 및 내성 등이 심각해지고 있으므로 세계적으로 천연물로부터 의약품 개발에 관한 연구가 활발히 추진되고 있다<sup>1,2</sup>. 우리나라를 비롯한 동양권에서 오랜 기간 동안 질병치료와 예방의 목적으로 사용된 식물이 가지는 생체에 대한 생리 활성 효과를 이용하는 천연 재료로서 경험적으로 선택 이용되면서 인체에 대한 안전성은 대체로 검증된 것과 장구한 시일을 통하여 천연 약물의 하나인 전통약물의 꾸준한 발전을 도모해 온 배경을 갖고 있다<sup>3</sup>. 이

러한 점에서 대사산물을 기능성 식품의 소재로 가공 이용하는 방법이나 함유된 생리활성 물질을 추출하여 목적 지향적 기능성 식품용 첨가제로 이용하는 방법에 대한 연구가 수행되고 있다<sup>4</sup>. 최근에는 국민소득의 향상과 환경의 악화 등 사회적 변화에 따라 건강에 대한 관심도가 고조되면서 각종 건강보조식품이 개발되고 그 수요 또한 증가하고 있는 실정이다.

녹차는 삼국시대 말기 중국으로부터 불교문화의 도입과 함께 전파되었다. 주로 잎을 사용하는데 중국에서는 보통 옹긴지 3년 정도 지난 후 채엽 된 신선한 잎을 고온 가열해서 잎 속의 산화효소 작용을 방지 한 후 비벼서 부드럽게 하고 건조, 정제 등의 가공을 통해 녹차를 만든다<sup>5</sup>.

녹차의 생잎 중에는 약 75-80%가 수분이고 나머지가 고형물인데 이 고형물의 40%는 물에 녹는 수용성 성분이고 나머지는

\* 교신저자 : 박 현, 전북 익산시 신용동 344-2, 원광대학교 의과대학

· E-mail : hyunpk@wonkwang.ac.kr, · Tel : 063-850-6768

· 접수 : 2005/07/28 · 수정 : 2005/08/26 · 채택 : 2005/09/28

불용성이다. 녹차의 주용 성분은 차의 종류나 산지, 품종, 계절, 재배조건, 기후, 체엽 부위, 피복 유무 등 여러 가지 요인에 의해 그 함량이 달라진다. 녹차의 맛과 향에 영향을 주는 중요한 수용성 성분은 폴리페놀, 아미노산, purine염기 (caffeine), 당류, 사포닌, 유기산, 미네랄, 비타민C, 안토시아닌 등의 식물색소, 폴리페놀 유도체 등이 있으며 이들의 맛과 향뿐만 아니라 생리활성과 보건효과를 지니게 된다. 불용성 물질로는 섬유소, 펙틴, 단백질 등과 같은 세포 구성 물질과 전분의 저장물질이 있다. 이밖에 물에는 녹지 않으나 에테르나 알코올에 잘 녹는 지용성 물질로서 각종 향기 성분인 엽록소, 크산토폴, 비타민A, 비타민E, 그리고 소량의 지방산과 지질이 있다. 특히 다른 식물에 비해 theanine, caffeine을 비롯하여 catechin 류의 함량이 많을 뿐만 아니라 갈륨, 인, 칼슘, 마그네슘, 불소, 알루미늄 등의 무기성분, 비타민C, E등과 엽록소를 다량으로 함유하고 있는 것이 특징이다<sup>6)</sup>.

녹차의 화학적 성분으로 catechin 류는 flavan-3 ol 구조의 phenolic 화합물로서 무색, 수용성이며 강한 항산화능을 가지고 있는데 이는 녹차 특유의 수렴성 쓴맛을 제공한다. 차의 주된 catechin은 epicatechin 형태로서 epigallocatechin gallate가 건조 무게의 9-13%로 가장 많고 epicatechin이 1-3%이며, 그 외 catechin, galocatechin이 각각 1-2%정도 함유되어 있다<sup>7)</sup>.

Catechin은 수렴, 해독, 살균 및 방부작용 등의 생리 작용이 있으며 특히 최근에는 성인병 및 암 예방에 관계하는 항산화, 항돌연변이, 혈중 콜레스테롤 저하등의 생리 활성 기능이 밝혀지고 있다<sup>8)</sup>. 또한 녹차는 커피, 코코아와 함께 3대 비알콜음성 기호 음료로서 소비가 점차 증대되고 있으며 현재 녹차에 대한 여러 가지 기능이 과학적으로 규명됨에 따라 기능성 식품으로써 그 가치가 재평가 되고 있다<sup>9)</sup>. 한편 우리나라에 발생한 식중독 사고는 매년 증가하고 있으며 식중독 사고의 원인 식품은 주로 육류, 가금류가 원인이 되었으나<sup>10)</sup>, 생야채<sup>11)</sup>, 과일음료<sup>12)</sup>, 우유와 치즈<sup>13)</sup>에서도 식중독 세균이 분리되고 있다. 식중독 세균과 부패 세균의 증식을 억제할 목적으로 많은 보존료가 사용되고 있으나 이들 화학물성 보존료가 지속적으로 체내에 축적될 경우에는 내성, 발암성, 돌연 변이 유발성 등의 문제가 제기 되고 있다<sup>14)</sup>. 식품 제조업자와 소비자 모두 안전한 천연물의 사용을 희망하고 있어 인체에 무해한 보존료의 개발이 시급한 실정이며 천연물에서 항균성 물질을 추출하여 식품에 이용하려는 연구가 많이 수행되어 왔다<sup>15)</sup>.

본 연구는 우리나라에서 많이 음용되는 녹차 추출물의 항균성에 관한 연구가 보고되어 있는 녹차 추출물의 Catechin 성분 농도 차이가 있는 제품에 대한 항균활성 조사로서 생균수와 최소 억제 농도 및 최소 사멸 농도, 생육 저해환의 크기를 비교 연구하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

녹차 추출물 중 catechin 성분의 농도 차이가 있는 제품을 이용하였다. 녹차 추출물 catechin 성분이 20% 함유되어 있는 제

품(Catechin two, POONGLEEM CO., LTD) 1과 녹차 추출물 catechin 성분이 51% 함유되어 있는 제품(Catechin one, POONGLEEM CO., LTD) 2를 본 연구 실험에 사용하였다.

### 2. 사용 균주

본 연구에 사용되는 균주는 원광대학교 약학대학에서 분주 받아 실험에 사용하였다. 사용한 공시균주는 Gram 양성균인 MRSA(methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*) ATCC700698, Gram 음성균 *Escherichia coli* O157 ATCC 35150, *Salmonella typhimurium* Sal-13을 계대 배양해서 사용하였다.

### 3. 사용 배지

전 배양 및 본 배양을 위한 액체배지는 tryptic soy broth (TSB)에 0-2%(w/v)의 제품 1, 2를 첨가한 후 사용하였다. 생균수 측정을 위한 고체 배지는 tryptic soy agar (TSA)를, 균체액의 희석 액으로는 생리 식염수를 사용하였다.

### 4. 항균활성 비교

항균활성은 제품 1, 2가 첨가된 배지에서 각 세균의 생균수의 변화를 조사하였다. 공시균주를 1백금이량 취해서 TSB 배지 10ml에서 약 12시간 전배양 시킨 후 다시 TSB 배지 10ml에 균액을 0.1ml 접종하여 약 12시간 배양한 전 배양액을 Catechin 제품 1, 2가 첨가된 TSB 배지에 약  $10^6$  cells/ml 되게 희석 후, 접종하여 24시간 배양 한 후 배양액의 생균수를 colony forming unit(CFU/ml)로 나타내었다.

### 5. 최소저해 농도와 최소 사멸 농도 측정

공시 균주에 대한 제품 1, 2의 최소저해 농도(MIC, minimum inhibitory concentration)와 최소 사멸 농도(MBC, minimum bactericidal concentration)는 Mann과 Markham 방법<sup>9)</sup>에 따라 Catechin 제품 1, 2의 항균 실험에 나타난 생균수 측정 결과, 증식이 나타나지 않은 최저 농도를 MIC, 세균이 사멸한 최저 농도를 MBC로 하였다.

### 6. 생육 저해환 비교

생육 저해환 측정은 Park 등<sup>17)</sup>에 따라 전배양액 0.1ml를 TSB 배지에 접종하여 각 세균의 대수 증식기에 도달할 때까지 본 배양한 후 미리 만들어진 TSA 평판배지에 균액을 약  $10^6$  cells 되게 접종하여 도말하였다. 배지의 표면에 4mm 직경 paper disc를 올려놓은 다음 2%, 4%, 6%의 Catechin 제품 1, 2를 100  $\mu$ l 흡수시킨 후 37°C에서 48시간 배양시켜 paper disc 주위의 생육 저해환의 직경(mm)을 측정하였다.

## 결 과

### 1. Catechin 농도 차이에 의한 세균 생존에 미치는 영향

Catechin 제품 1, 2의 항균 활성을 비교하기 위해 0 - 2%(w/v)의 Catechin을 첨가한 TSB에 각 식중독 세균의 전 배

양액을 약  $10^4$ CFU/ml가 되게 접종하여 37°C에서 18시간 배양 한 후 TSA 평판배지로서 생균수를 측정 한 결과는 Fig 1과 같다.

Fig. 1은 Catechin 함량 차이에 의한 공시 균주들의 생균수 변화이다. *E. coli* O157균의 생균수 변화를 관찰하면, 1, 2 모두 농도 0.5%의 이상에서 균의 저해 효과가 각각 50% 정도 나타났으며, 2%의 Catechin 제품 첨가 시 Catechin 제품 1은 93%의 저해 효과를 보여주고 있으며, Catechin 제품 2에서는 완전 증식 저해를 관찰하였다. *S. aureus* (MRSA)의 증식 효과를 검토한 결과는 *E. coli* 보다는 저해 효과가 증가되는 것을 관찰하였는데, Catechin 제품 1의 0.5% 첨가 시 80%의 저해와 Catechin 제품 2는 60%의 저해를 관찰하였다. 그러나 *E. coli* O157균과 비교하여 저해 양상을 살펴보면 Catechin 제품 2에서 더 많은 생육 저해를 보이고 있다. 한편, *S. typhimurium* Sal-13의 저해 효과를 관찰한 결과 Catechin 제품 1, 2의 첨가 0.5% 이상의 농도에서 모두 저해 되는 효과를 관찰하였다. *S. typhimurium* Sal-13의 저해 효과는 다른 공시 균주보다도 강력한 항균활성을 보이고 있다.

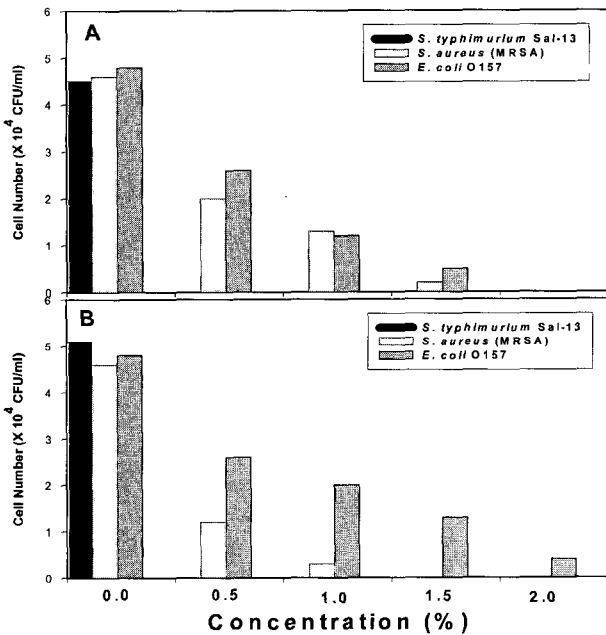


Fig. 1. Comparison of inhibitory effects of Catechin products on the survival of pathogenic bacteria. A : Catechin product 1, B : Catechin product 2.

### 2. 제품의 최소 농도저해와 최소사멸농도조사

Catechin 제품에 의한 공시균주의 생존 곡선(Fig. 1)으로부터 최소 농도저해(MIC)와 최소사멸농도(MBC)를 구한 결과는 Table 1 과 같다. Table에서 보는 바와 같이 *E. coli* O157 균주의 MIC는 Catechin 제품 1에서는 0.16%, Catechin 제품 2에서는 0.23%로 나타났으며, *S. aureus* (MRSA)에서의 MIC는 Catechin 제품 1에서는 0.1%, Catechin 제품 2에서는 0.17%로 나타났다. 한편, *S. typhimurium* Sal-13에서의 MIC는 Catechin 제품 1, 2에서 모두 0.05%로 나타나 다른 공시 균주보다 낮은 농도에서 저해하는 것으로 보아 *S. typhimurium* Sal-13균주에 대한 탁월한 항균활성을 나타내었다. 또한 각 공시 균주에 대한 MBC를 조사한 결과 *S. typhimurium* Sal-13에서는 Catechin 제품 모두 0.5%로 나타난 반

면, *E. coli* O157 균주에서는 Catechin 제품2에서는 2% 이상의 농도에서 MBC가 관찰되었고, Catechin 제품 1에서는 2% 농도까지 MBC가 나타나지 않았다. *S. aureus* (MRSA)에 대한 MBC 조사에서 Catechin 제품 1,2는 1.5%, 2%로 조사되었다. Catechin 제품의 MIC 나 MBC 모두 *S. typhimurium* Sal-13에서 좋은 효과를 보였다.

Table 1. Minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) of Catechin products on the pathogenic bacteria.

| Strains                      | MIC (%)            |                    | MBC (%)            |                    |
|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                              | Catechin Product 1 | Catechin Product 2 | Catechin Product 1 | Catechin Product 2 |
| <i>S. typhimurium</i> Sal-13 | 0.05               | 0.05               | 0.5                | 0.5                |
| <i>E. coli</i> O157          | 0.16               | 0.23               | -                  | 2.0                |
| <i>S. aureus</i> (MRSA)      | 0.10               | 0.17               | 1.5                | 2.0                |

\* - : Non bactericidal

### 3. 제품의 생육 저해환 조사

Table 2는 3종류의 공시 균주에 대한 Catechin 제품 1, 2의 생육 저해환의 크기를 비교한 결과이다. Catechin 제품 1의 2% 첨가시에 *E. coli* O157과 *S. aureus* (MRSA)의 생육 저해환은 나타나지 않았으나 *S. typhimurium* Sal-13에서는 8.5mm의 저해환을 보였다. 전체적으로 4%, 6% 농도의 Catechin 제품 첨가 시에도 *S. typhimurium* Sal-13에서의 저해가 다른 균주 보다 크게 저해환을 관찰 할 수 있었다. Catechin 제품 2의 2% 첨가 시에는 *E. coli* O157 균주의 생육 저해환이 보이지 않았으며, *S. aureus* (MRSA)에서는 9.2mm의 저해환을 관찰하였다. Catechin 제품 1, 2 모두 *S. typhimurium* Sal-13에서의 저해환이 가장 크게 나타났다.

Table 2. Inhibition zone of Catechin product on the pathogenic bacteria (mm).

| Strains                      | Catechin Product 1 |      |      | Catechin Product 2 |      |      |
|------------------------------|--------------------|------|------|--------------------|------|------|
|                              | 2 %                | 4 %  | 6 %  | 2 %                | 4 %  | 6 %  |
| <i>S. typhimurium</i> Sal-13 | 8.5                | 12.3 | 14.4 | 10.2               | 27.2 | 31.3 |
| <i>E. coli</i> O157          | -                  | 5.8  | 7.4  | -                  | 14.5 | 15.4 |
| <i>S. aureus</i> (MRSA)      | -                  | 7.9  | 11.5 | 9.2                | 17.9 | 19.6 |

\* - : No clear zone

## 고 찰

Catechin 제품 1, 2에 의한 공시 균주들의 생균수 변화 조사 결과, *E. coli* O157균 에서는 2% 농도의 Catechin 제품 첨가 시 Catechin 제품 1은 93%의 저해 효과를 보여주고 있으며, Catechin 제품 2에서는 완전 증식 저해를 관찰하였다. *S. aureus* (MRSA)의 증식 효과를 검토한 결과에서는 *E. coli* 보다는 저해 효과가 증가되는 것을 관찰하였고, 이러한 결과는 *S. aureus* (MRSA)에 대하여 향신료, 녹차, 갓, 솔잎 등을 이용한 타 연구자의 연구에서도 *S. aureus* (MRSA)가 다른 세균보다 천연물에 의해 쉽게 생육이 억제되었다는 보고<sup>16)</sup>로 미루어 다양한 천연물이 이 세균의 억제에 유용하게 활용될 것으로 사료된다. 한편, *S. typhimurium* Sal-13의 저해 효과를 관찰한 결과 제품 1, 2의 첨가

0.5% 이상의 농도에서 모두 저해 되는 효과를 관찰하였다. *S. typhimurium* Sal-13의 저해 효과는 다른 공시 균주보다도 강력한 항균활성을 보이고 있다.

Table 1에서 보는 바와 같이 각 균주의 MIC와 MBC 결과로부터 Park 등<sup>17)</sup>이 한약재의 추출물이 대략 0.18 ~ 2.3%의 첨가로 항균 효과가 있다고 보고하여 재료의 종류에 따라 10배 이상의 차이를 나타내었는데, 본 연구에서 사용한 Catechin 제품 1, 2 모두 높은 항균 활성을 보이고 있음을 알 수 있다. Catechin 제품의 MBC를 조사한 결과에서 확인한 것 같이 *S. typhimurium* Sal-13에서의 MBC는 제품 1, 2, 모두 0.5%에서 사멸되어 다른 공시 균주 보다 *S. typhimurium* Sal-13에 우수한 항균 효과가 있다고 사료된다. 모든 공시 균주에 catechin 제품 1, 2가 저해환을 보였으나, 특히 *S. typhimurium* Sal-13에 대한 Catechin 제품 2에 대한 저해환이 가장 크게 형성하였다. Table 1에서 나타난 결과 보다 catechin 성분을 고농도로 paper disc에 첨가 하여야 저해환을 관찰할 수 있었다. 이러한 결과는 Park<sup>17)</sup> 등에서 사용한 3, 5% 녹차 추출물을 사용하여한 농도보다 증가 되었지만 항균활성의 비교에서 사용한 농도 대비 저해환의 크기로 비교하면 본 연구에 사용한 catechin 제품이 *E. coli* 에서는 보다는 *S. aureus* 에서 3%, *S. typhimurium* Sal-13에서 약 5% 증가되는 것으로 보여 항균활성이 비슷한 결과를 나타내었다. 공시균주에 대한 Catechin 제품 1, 2의 저해 양상, MIC 및 저해환을 살펴보면 Catechin 제품 1 보다 Catechin 제품 2에서 더 좋은 항균 활성을 보여주는데, 이러한 결과는 제품 1에서는 녹차 추출물 분말 catechin 성분이 20% 포함되어 있으며, 제품 2에서는 catechin 성분이 51% 함유되어 있는 것으로, 녹차 추출물 중 catechin의 증가에 따른 *S. typhimurium*의 저해 양상이 증가하는 것과 같은 결과(Greetha et al<sup>19)</sup>)를 보여 주고 있다. 이상으로 Catechin 제품 1, 2의 녹차 추출물 중 catechin 성분 농도에 차이가 있는 제품에 따라 공시균주의 저해 양상과 MIC의 차이를 보였으며, Catechin 제품 2가 *S. typhimurium* Sal-13의 생육을 저해하는데 있어서 효과적인 항균제로서 이용 가치가 높을 것으로 판단되어진다.

## 결 론

본 연구에서는 녹차추출물인 catechin 성분을 이용하여 만든 Catechin 제품 1, 2의 균주에 대한 항균활성을 비교 연구하였다. Catechin 제품을 0~ 2%첨가한 toyptic soy broth (TSB)에 균액을 10<sup>4</sup> CFU/ml가 되게 접종하여 배양하여 생균수를 측정하고, 세균의 생존 곡선을 이용하여 최소저해 농도(MIC)와 최소 사멸 농도(MBC)를 구하였다. 연구 결과 공시 균주인 Gram 양성균인 MRSA(methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*) ATCC700698, Gram 음성균 *Escherichia coli* O157 ATCC 35150, *Salmonella typhimurium* Sal-13 균주에 대한 항균활성을 보이고 있으며, 특히 *S. typhimurium* Sal-13에 대한 항균 활성이 가장 높게 나타났다. Catechin 제품 1, 2 모두 *S. typhimurium* Sal-13의 생육 저해농도는 0.5%로 나타났으며 MIC는 Catechin 제품 1, 2에서 모두 0.05%로 나타나 다른 공시 균주보다 낮은 농도에서 저해하는 것

으로 보아 *S. typhimurium* Sal-13균주에 대한 탁월한 항균활성을 나타내었다. Catechin 제품 1, 2의 녹차 추출물과 그 외의 다른 성분들의 조성에 따른 Catechin 제품들이 *S. typhimurium* Sal-13의 생육을 저해하는데 있어서 효과적인 항균제로서 이용 가치가 높을 것으로 사료된다.

## 감사의 글

이 논문은 2004년도 원광대학교 교비지원에 의해 연구됨.

## 참고문헌

1. Lee, M.H. Antimicrobial effects of medicinal herb extracts against enterohaemorrhagic *Escherichia coli* O157 strains. 전북대학교 석사학위 논문. 2005.
2. 김소현, 권남훈, 김지연, 임지연, 배원기, 김준만, 노경민, 허진, 정우경, 박건택, 이종은, 라정찬, 박용호. 백련초(*Opuntia ficus-indica* var. *saboten*)의 *Salmonella*와 *Escherichia coli* O157:H7 에 대한 항균효과. 한국식품위생안전성학회지. 17, pp 71-78, 2002.
3. Potera, C. Tree extract herbs foodborne pathogens. ASM News. 67, pp 605-606, 2001.
4. Nam, S.K. and Kang, M.Y. Screening of antioxidative activity of hot-water extracts from medicinal plants. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol., 43(2):141-147, 2000.
5. Oh, C.K., Oh, M.C. and Kim, S.H. Desmutagenic effects of extracts from green tea. Korean J. SOC. FOOD SCI., 16(5): 390-393, 2000.
6. 신미경, 녹차의 과학, 한국식생활문화학회지. 9(4):433-445, 1994.
7. Macrae, R., Robinson, R.K. and Sadler M.J. (edit). Tea In : Encyclopedia of food Science, Food Technology and Nutrition, published by Harcourt Brace Jovanovich. Academic Press. UK. pp 4521-4542, 1993.
8. Chen, Zongmao. 한국식품과학회 1차 국제녹차 세미나 초록, 1998.
9. Mann, C.M. and Markham, J.L. A new method for determining the minimum inhibitory concentration of essential oils. J. Appl. Microbiol., 84, pp 538-544, 1998.
10. Doyle, M.P. and Schoeni, J.L. Isolation of *Escherichia coli* O157:H7 from fresh meats and poultry. Appl. Environ. Microbiol., 53, pp 2394-2396, 1987.
11. 오덕환. 새로운 식중독세균 *Escherichia coli* O157:H7의 검출 및 억제. 식품과학과 산업. 30, pp 143-156, 1997.
12. Miller, L.G. and Ksaper, C.W. Acid tolerance and survival in apple cider. J. Food Prot., 57, pp 460-464, 1994.
13. Freitas, A.C., Nunes, M.P., Milhomen, A.M. and Richards, I.D. Occurrence and characterization of *Aeromonas* spp. in pasteurized milk and white cheese in Rio De Janeiro, Brazil. J. Food Prot., 56, pp 62-65, 1993.

14. Branen, A.L. Toxicological and biochemistry of butylated hydroxy- anisole and butylated hydroxytoluene. *JAOCS*, 52, pp 59-63, 1975.
15. 김희연, 이영자, 홍기형, 권용관, 이주연, 김소희, 하상철, 조흥연, 장이섭, 이철원, 김길생. 전통식품 및 천연물에서 천연 보존료 개발에 관한 연구. *한국식품과학회지*. 31, pp 1667-1678, 1999.
16. Park, C.S. and Cha, M.S. Comparison of antibacterial activities of green tea extracts and preservatives to the pathogenic bacteria. *Korean J. FOOD and NUTR*, 13, pp 36-44, 2000.
17. Park, C.S. and Cha, M.S. Effect of green tea extracts on the survival of *Aeromonas hydrophila* in culture broth. *J. Life Resources and Industry*, 4, pp 25-34, 1999.
18. 여생규, 안철우, 김인수, 박영범, 박영호, 김선봉. 녹차, 우롱차 및 홍차 추출물의 항균효과. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 24, pp 293-298, 1995.
19. Geetha, T., Garg, A., Chopra, K. and Palkaur, I. Delineation of antimutagenic activity of catechin, epicatechin and green tea extract. *Mutat Res.* 22, pp 65-74, 2004.