

## 추출방법에 따른 감귤과피 추출물의 항균효과

장세영 · 최현경 · 하나영 · 김옥미<sup>1</sup> · 정용진<sup>†</sup>

계명대학교 식품가공학과, <sup>1</sup>대경대학 호텔조리계열

### Study on the Antimicrobial Effects of Citrus Peel by Different Extract Methods

Se-Young Jang, Hyun-Kyoung Choi, Na-Young Ha, Ok-Mi Kim and Yong-Jin Jeong

Department of Food Science and Technology, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

<sup>1</sup>Department of Hotel Culinary Arts, Taekyeung College, Kyongsan, 712-850, Korea

#### Abstract

The antimicrobial activity of the extract of citrus peel prepared by the method of hot water, ethanol and sugar was examined. The results showed that the extract of citrus peel prepared by hot water or ethanol did not have antimicrobial activity, but the extract by 10%(w/v) sugar revealed the high antimicrobial activity. Extracted in 10%(w/v) sugar solution for 9 days, showed the highest antimicrobial activity against 8 strains of bacteria. The minimum inhibition concentration was found to be 0.5%(v/v) against *S. aureus*, 1.5%(v/v) against *B. subtilis*, *M. luteus* and *E. coli*, and 2.0%(v/v) against *S. mutans*. The antimicrobial activity of the citrus peel extract was stable regardless of the treatment at 40~100°C for 20 min and unstable response to the change of pH. The results suggested the development of citrus peel as heat-stable antimicrobial agents.

Key words : citrus peel, food-born organisms, antimicrobial activity, MIC

## 서 론

감귤류는 쌍떡잎 식물로 운향목 운향과 감귤나무아과에 속하는 식물 과수의 일종으로(1), 우리나라 제주도에서는 연간 56만톤이 생산되어 전체 과실 생산량의 30%이상을 차지한다. 감귤 생산량 중 80~85%는 생식용으로, 20~25%는 가공용으로 소비되고 있으며(2), 가공공정에서 막대한 양의 감귤과피가 가공부산물로 발생한다. 예로부터 감귤과피를 건조시킨 것을 진피(*Aurantii nobilis pericarpium*)라고 하여 한약재로 사용되어 왔으며(3), 감귤과피에는 carotenoids, bioflavonoids, pectin 및 terpenes가 풍부하게 함유되어 있고(4-6), 고혈압 예방(7), 혈중 LDL 콜레스테롤 함량 감소작용(8) 및 HDL cholesterol을 높이며, 순환계 질환의 예방 및 개선효과(9) 등 다양한 생리적 작용이 보고되고 있다. 그러나 가공공정에서 발생하는 감귤과피의 효과적인 이용 방법이 없어 대부분 버려지고 있는 실정으로, 대단위 감귤 가공 공장에서 생기는 폐과피의 경제적이면서 효과적인 이용 방안이 요구되고 있

는 실정이다.

우리나라의 식품 위생법에서는 소르빈산, 안식향산 등 화학합성품이 보존료로 사용이 허가되어 종류별로 사용기준이 설정되어 있으나, 실제로 이들 보존료의 사용기준이 제대로 지켜지지 않은 경우가 많다. 이러한 화학합성 보존료들이 지속적으로 체내에 축적될 경우에 만성독성, 돌연변이 유발성 등 안정성의 문제가 대두되고 있다. 이로 인해 소비자들은 점차 합성보존제가 첨가된 식품의 선택을 기피하는 경향으로 인체에 해가 없는 천연물에 존재하는 항균성 물질의 검색과 식품보존료로서의 이용 가능성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(10). 국내에서는 천연 항균제 개발을 위해 생약재 추출물에서 항균성물질을 검색하였고(11), 장 등(12)은 자생식물 80종에서 항균성을 검토한 바 있으며, 그 외에도 녹차(13), 솔잎(14), 자초(15), 부추(16) 등에서도 항균력이 있음이 조사되었다. 감귤과피에 관한 연구로는 주정발효(17) 및 구연산 발효(18)에서의 이용과 항산화력(19) 등에 관한 연구가 보고되었으나, 감귤과피의 추출방법에 따른 항균성에 대한 연구는 아직 미미한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 감귤가공 중 부산물로 발생하는 감귤과피의 경제적인 이용방안을 모색하고자, 감귤과피를 열수, 용매 및 설

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail : yjjeong@kmu.ac.kr, Phone : 82-53-580-5557, Fax : 82-53-580-6477

탕을 이용하여 추출하였으며 추출방법에 따른 항균활성을 비교 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 실험에 사용된 감귤과피는 2003년 제주도에서 생산되어 (주)삼미식품(경북 칠곡군 왜관)에서 쥬스 착즙을 위하여 박피 후 폐기되는 것을 제공받아 냉장보관하면서 시료로 사용하였다.

### 공시균주 및 배지

본 실험에 사용된 균주는 그람양성세균인 *Bacillus cereus* (ATCC 27348), *Bacillus subtilis*(KCTC 1021), *Staphylococcus aureus*(KCTC 1916), *Micrococcus luteus*(ATCC 9341)과 그람음성세균인 *Salmonella enteritidis*(ATCC 13076), *Escherichia coli*(ATCC 11105), *Streptococcus mutans*(ATCC 3065), *Shigella sonnei*(ATCC 25931)을 사용하였다. 각각의 균은 nutrient broth와 nutrient agar(Difco, USA)배지를 이용하여 30°C에서 24시간 배양하여 사용하였다.

### 항균력 검사

항균력 측정은 paper disc(inner diameter 8 mm, Toyo Roshi Kaisha, Ltd)를 이용한 agar diffusion법으로 측정하였으며(20, 21), 접종량을 50 µL로 하여 paper disc 주변의 생육저해환의 직경(mm)을 3회 반복한 평균값으로 나타내었다.

### 추출방법에 따른 항균성 검색

감귤과피 추출은 일반적인 식품 추출방법 중 3가지를 선택하여 박 등(10)의 방법에 준하여 추출하였으며 *E. coli*를 이용하여 항균성을 검색하였다. 즉, 열수추출은 감귤과피 50 g을 균질기(SMT HF93, Japan)로 5분 동안 분쇄한 후 물 250 mL을 첨가하고 100°C에서 24시간 동안 추출한 후 여과지(Whatman No.1)로 여과하여 50°C에서 50 mL로 감압농축하였다. 용매추출은 분쇄한 감귤과피 50 g에 에탄올(95%) 250 mL을 첨가하여 24시간 동안 상온에서 교반 시킨 후 여과하여 추출액을 분리하고, 침전물은 에탄올 250 mL를 가하여 동일한 방식으로 재추출한 후 처음 추출액과 합쳐서 50 mL로 감압농축하여 사용하였다. 또한 설탕용액을 이용한 감귤과피 추출은 10%(w/v) 설탕용액 100 mL에 분쇄한 감귤과피 50 g을 첨가하여 3일 동안 실온에 방치 후 여과하여 시료로 사용하였다.

### 설탕용액 추출기간 및 농도에 따른 항균성

분쇄한 감귤과피 50 g을 10%(w/v) 설탕용액 100 mL에 첨

가한 후 실온에서 15일 동안 방치하면서 3일 간격으로 시료를 취하여 식품 부패세균의 대표적 균주 중 하나인 *M. luteus*와 충치유발균인 *S. mutans*를 대상으로 추출기간에 따른 항균성을 조사하였다. 추출농도에 따른 항균성은 감귤과피 50 g에 10, 30, 50%(w/v) 설탕용액 100 mL을 각각 첨가한 후 실온에서 9일간 처리한 것을 여과하여 8종의 세균에 대해 항균성을 측정하였다. 이때 10, 30, 50%(w/v) 설탕용액으로 추출한 추출물의 당도는 9.3, 23.8, 34.2 °Brix로 나타났으며 추출 후 모든 구간에서 당도의 변화는 거의 없는 것으로 나타났다.

### 설탕용액 추출 중 pH, 총산의 변화

추출물의 pH는 pH meter(Metrohm 691, Swiss), 당도는 digital refractometer(PR101, ATAGO)를 이용하여 측정하였으며, 총산은 0.1N-NaOH 용액으로 중화·적정한 후 적정 소비량을 구연산으로 환산하여 나타내었다(22).

### 최소저해농도(minimum inhibitory concentration, MIC)

최소저해농도는 강(23) 등의 방법을 변형하여 실험하였다. 즉 감귤과피 50 g을 10%(w/v) 설탕용액으로 9일간 추출하여 여과한 것을 5종의 세균배양액에 0, 0.3, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5%(v/v) 각각 첨가하여 30°C에서 48시간 배양하였다. UV-visible Spectrophotometer(UV-1601, Shimadzu, Japan)를 이용하여 660 nm에서 배양액의 흡광도를 측정하여 균 증식이 나타나지 않은 최소농도를 조사하였다.

### 설탕용액 추출물의 열 및 pH 안정성

설탕용액 추출물의 열 및 pH 안정성은 김 등(20)의 방법을 변형하여 실험하였다. 열 안정성은 감귤과피 10%(w/v) 설탕용액 추출물을 40, 60, 80 및 100°C에서 1시간 동안 각각 처리하였으며, pH 안정성은 pH를 0.1N-HCl과 0.1N-NaOH로 추출물의 pH를 5, 7, 9, 11까지 각각 조절하고 상온에서 1시간 방치한 후 pH 7로 다시 보정하여 *M. luteus*와 *S. mutans*에 대한 항균성을 조사하였다.

## 결과 및 고찰

### 추출방법에 따른 항균성 검색

감귤과피를 열수, 용매 및 10%(w/v) 설탕용액을 이용하여 각각 추출한 후 *E. coli*를 이용하여 항균성을 검색하였다. 그 결과 Table 1에서 보는 바와 같이 감귤과피의 열수 및 에탄올 추출물에서는 생육저해환이 거의 나타나지 않았으나,

10%(w/v) 설탕용액으로 추출한 경우 생육저해환이 19.6 mm로 높게 나타나 설탕용액을 이용해서 추출했을 경우 항균성을 가지는 물질들이 추출되는 것으로 생각된다. 김 등(24)은 영귤과피의 hexane 추출물에서는 항균활성이 나타나지 않았으나, acetone 및 methanol 추출물에서 항균성이 우수하다고 보고한 바 있어 추출용매에 따라서 항균력이 달라질 수 있다. 따라서 본 실험에서는 설탕용액을 이용하여 감귤과피의 추출조건을 설정하고 그 항균효과를 조사해 보기로 하였다.

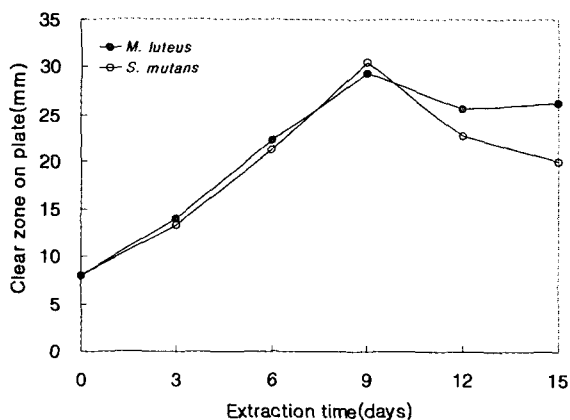
**Table 1. Antimicrobial activity of hot water, ethanol and sucrose extracts from citrus peel against *E. coli***

Strain	Clear zone on plate(mm)		
	Hot water	Ethanol	Sucrose
<i>E. coli</i>	8.1 ± 0.1 <sup>1)</sup>	8.2 ± 0.1	19.6 ± 1.1

<sup>1)</sup> values are mean ± S.D. (n=3).

#### 설탕용액 추출기간 및 농도에 따른 항균성

2종의 균주를 대상으로 10%(w/v) 설탕용액으로 감귤과피의 추출기간에 따른 항균성을 조사한 결과 Fig. 1에서 보는 바와 같이 *M. luteus*와 *S. mutans*에 대한 생육저해환은 추출 3일째부터 증가하여 9일째 최대를 나타내었다가 12일 이후는 감소하는 경향으로 나타내었다. 이와 같은 결과로 설탕용액을 이용하여 9일정도 추출하면 감귤과피에서 항균성을 나타내는 물질이 대부분 추출되는 것으로 생각되어 추출기간을 9일로 설정 할 수 있었다. 설탕용액 농도를 10, 30, 50%(w/v)로 하여 9일간 추출된 추출물의 항균활성을 조사한



**Fig. 1. Antimicrobial activities of 10%(w/v) sucrose extract from citrus peel against *M. luteus* and *S. mutans* during extraction time.**

결과를 Table 2에 나타내었다. Table 2에서 보는 바와 같이 감귤과피 설탕용액 추출물은 식품유해세균 8종 모두에서 항

균성을 나타내었으며, 특히 그람양성 세균보다 그람음성 세균에 항균성이 더 높게 나타났다. *M. luteus*는 설탕용액 10%(w/v)일 때, *B. cereus*, *B. subtilis*, *S. aureus* 및 *S. enteritidis*는 30%(w/v)에서 *E. coli*, *S. mutant* 및 *S. sonnei*에서는 50%(w/v)일 때 생육저해환이 가장 크게 나타났으나, 설탕용액 농도에 따른 항균성에는 큰 차이가 없으므로 경제성을 고려하여 설탕용액 농도를 10%(w/v)로 하여 추출하는 것이 적절할 것으로 생각된다. 한편 감귤과피 설탕용액 추출물은 특히 *E. coli*와 *S. enteritidis*에 항균력이 우수한 것으로 나타나 식품 부패 및 식중독의 방지에 효과가 있을 것으로 생각된다. 조 등(25)은 진피 메탄올추출물은 *E. coli*에 최 등(26)은 *S. gallinarum* 및 *S. aureus*에 항균활성이 없다고 보고한 바 있어 설탕용액을 이용한 추출방법이 감귤과피의 항균성 물질 추출에 효과적인 것으로 생각된다.

**Table 2. Antimicrobial activities of different sucrose concentration extract from citrus peel against microorganisms**

Microorganisms	Clear zone on plate(mm)		
	Sucrose concentration		
	10%(w/v)	30%(w/v)	50%(w/v)
Gram positive bacteria (+)			
<i>Bacillus cereus</i>	22.0 ± 1.0 <sup>1)</sup>	24.0 ± 1.0	21.3 ± 1.2
<i>Bacillus subtilis</i>	21.0 ± 0.0	22.3 ± 1.2	20.6 ± 1.5
<i>Staphylococcus aureus</i>	22.0 ± 1.0	22.6 ± 1.5	22.6 ± 0.6
<i>Micrococcus luteus</i>	22.3 ± 1.5	20.0 ± 1.7	20.3 ± 0.6
Gram positive bacteria (-)			
<i>Salmonella enteritidis</i>	27.3 ± 2.3	30.0 ± 1.0	26.6 ± 1.5
<i>Escherichia coli</i>	21.3 ± 1.1	20.6 ± 1.2	22.3 ± 1.5
<i>Streptococcus mutans</i>	20.3 ± 1.1	19.0 ± 1.0	23.6 ± 1.2
<i>Shigella sonnei</i>	24.6 ± 1.2	23.6 ± 1.2	25.0 ± 1.7

<sup>1)</sup> Values are mean ± S.D. (n=3).

#### 설탕용액 추출 중 pH 및 총산 변화

10%(w/v) 설탕용액 추출물의 pH 및 총산의 변화는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 초기 pH 3.8에서 추출 9일째 pH 3.4로 감소하는 경향을 나타내었으며, 12일 이후에는 거의 변화가 없었다. 초기 총산은 0.2에서 추출 9일째 1.6정도까지 증가하였으며, 추출기간이 지날수록 조금씩 증가하는 경향을 나타내었으나, 설탕용액 농도에 따른 pH와 총산의 차이는 거의 없었다. 김 등(24)은 항균활성이 높은 영귤 과육과 과피의 acetone과 methanol 추출물에서 구연산 및 호박산의 함량이 높다고 보고하였으며, Matsuda 등(27)은 구연산이 일반 부패미생물에 대해서 항균력을 나타낸다고 보고한 바 있다. 이상의 결과로 미루어 보아 감귤과피를 설탕용액으로 추출

할 때 구연산 및 여러 가지 유기산들이 추출되어 pH가 감소되고 총산은 증가하는 것으로 보이며 추출조건에 따른 유기산의 조성 및 함량에 대한 연구가 더 필요한 것으로 생각된다.

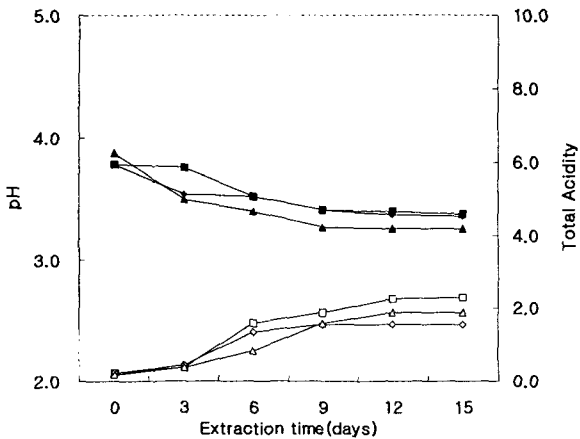


Fig. 2. Changes of pH and total acidity in 10% sucrose extract from citrus peel during extraction time.

-◆, ◇ : 10%(w/v) sucrose concentration, -▲, △ : 30%(w/v) sucrose concentration, -●, ○ : 50%(w/v) sucrose concentration.

최소저해농도

감귤과피 10%(w/v) 설탕용액 추출물을 세균배양배지에 0, 0.3, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 및 2.5%(v/v)를 각각 첨가하여 최소저해농도를 조사하였다. 그 결과 Table 3에서 보는 바와 같이 *S. aureus*는 0.5%(v/v), *B. subtilis*, *M. luteus* 및 *E. coli*는 1.5%(v/v), *S. mutans*는 2.0%(v/v) 농도에서 생육이 정지된 것으로 나타났으며, *S. aureus*가 가장 낮은 농도에서 생육이 저해되었다. *S. mutans*를 제외하고는 1.5%(v/v) 이상의 농도에서 생육이 거의 억제되어 낮은 농도에서도 항균성이 우수한 것으로 나타났다.

Table 3. Minimum inhibitory concentration(MIC) of sucrose extract from citrus peel

Target strains	Sucrose extracts concentration (% v/v)							MIC(%)
	0	0.3	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	
<i>Bacillus subtilis</i>	+	+	+	±	-	-	-	1.5
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	±	-	-	-	-	-	0.5
<i>Micrococcus luteus</i>	+	+	+	±	-	-	-	1.5
<i>Escherichia coli</i>	+	+	+	±	-	-	-	1.5
<i>Streptococcus mutans</i>	+	+	+	+	±	-	-	2.0

+ : Growth, ± : Weak growth, - : No growth.

설탕용액 추출물의 열 및 pH 안정성

10%(w/v) 설탕용액으로 9일간 추출된 감귤과피 추출물을

40~100℃까지 20℃간격으로 1시간 동안 열처리 한 후 항균 활성을 측정하였다. Table 4에서 보는 바와 같이 생육저해환은 열처리한 구간과 처리하지 않은 구간에서 비슷하게 나타

Table 4. Effect of heat treatment on antimicrobial activities of 10%(w/v) sucrose extract from citrus peel

Temperature(℃)	Clear zone on plate(mm)	
	<i>S. mutans</i>	<i>M. luteus</i>
Control	26 ± 0.8	26 ± 0.7
40	26 ± 0.7	26 ± 0.8
60	26 ± 0.8	25 ± 0.8
80	25 ± 0.5	25 ± 0.9
100	25 ± 0.9	25 ± 0.6

나 열에 매우 안정한 것을 알 수 있었다. 향후 내열성이 있는 향균제로 활용이 기대되며 구체적인 연구가 더 필요한 것으로 생각된다. pH 안정성을 측정한 결과 Table 5에서 보는 바와 같이 열 안정성과는 달리 생육저해환이 작아지는 경향을 나타내었으며, pH 9이상에서는 생육저해환이 거의 나타나지 않아 pH에는 불안정한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 감귤과피 10%(w/v)설탕용액 추출물의 초기 pH가 3.2~3.7정도로 pH를 조정하는 과정에서 항균성을 나타내는 유기산들이 중화되어 항균력을 잃은 것으로 생각되며, pH가 낮은 제품에 응용하는 것이 적절할 것으로 보인다.

Table 5. Effect of different pH on antimicrobial activities of 10%(w/v) sucrose extract from citrus peel

pH	Clear zone on plate(mm)	
	<i>S. mutans</i>	<i>M. luteus</i>
5	15 ± 0.3	13 ± 0.1
7	11 ± 0.5	10 ± 0.2
9	8 ± 0.1	8 ± 0.0
11	8 ± 0.1	8 ± 0.1

요 약

감귤과피의 열수, 에탄올 및 설탕 추출방법에 따른 항균 활성을 비교 조사하였다. 그 결과 감귤껍질의 열수 및 에탄올 추출물에서는 항균활성이 나타나지 않았으나, 설탕추출물에서 높은 항균활성을 나타내었다. 10%(w/v) 설탕용액에서 9일간 추출하였을 때 8종의 균주 모두에서 항균활성이 가장 높았다. 또한 최소저해농도는 *S. aureus*에서 0.5%(v/v), *B. subtilis*, *M. luteus* 및 *E. coli*는 1.5%(v/v), *S. mutans*는

2.0%(v/v) 각각 나타났다. 감귤껍질 추출물은 40~100℃, 1시간 처리범위에서 항균성은 매우 안정하였으나, pH의 변화에서는 불안정하게 나타났다. 이상의 결과로 감귤껍질 추출물은 열안정성이 높은 항균성 소재로 개발이 기대되었다.

## 참고문헌

1. Chung, S.K., Kim, S.H., Choi, Y.H., Song, E.Y. and Kim, S.H. (2000) Status of citrus fruit production and view of utilization in Cheju. *Food industry and nutrition*, 5, 42-52
2. Lee, H.Y., Seog, H.M., Nam, Y.J. and Chung, D.H. (1987) Physico-chemical properties of Korean mandarin(*Citrus reticulata*) orange juice. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 19, 338-345
3. 육창수 (1997) 아세아 생약도감. 도서출판 경원, 서울, p.273-274, p.282, p.305
4. Kim, Y.D., Kim, Y.J., Oh, S.W., Kang, Y.J. and Lee, Y.C. (1999) Antimicrobial activity of solvent extracts from *Citrus sudachi* juice and peel. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 31, 1613-1618
5. Moresi, M., Clementi, F., Rossi, J., Medici, R. and Vinti, L. (1987) Production of biomass from untreated orange peel by *Fusarium avenaceum*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 27, 37-45
6. Kamiya, S. and Esaki, S. (1971) Recent advances in the chemistry of the citrus flavonoids. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 18, 38-48
7. Son, H.S., Kim, H.S., Kwon, T.B. and Ju, J.S. (1992) Isolation, purification and hypotensive effects of bioflavonoids in *Citrus sinensis*. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 21, 136-142
8. Bok, S.H., Lee, S.H., Park, Y.B., Bae, K.H., Son, K.H., Jeong, T.S. and Choi, M.S. (1999) Plasma and hepatic cholesterol and hepatic activities of 3-hydroxy-3-methylglutaryl CoA reductase and acyl CoA: cholesterol transferase are lower in rat fed citrus peel extract or a mixture of citrus bioflavonoids. *J. Nutr.*, 129, 1182-1185
9. Monforte, M.T., Trovato, A., Kirjavaninen, S., Forestieri, A.M., Galati, E.M.L. and Curto, R.B. (1995) Biological effects of hesperidin, a citrus flavonoid hypolipidemic activity on experimental hypercholesterolemia in rat. *Farmacol.*, 50, 595-599
10. Park, W.Y., Chang, D.S. and Cho, H.R. (1992) Screening of antimicrobial activity for medicinal herb extracts. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 21, 91-96
11. Oh, D.H., Lee, M.K. and Park, B.K. (1999) Antimicrobial activities of commercially available tea on the harmful foodborne organisms. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 28, 100-106
12. Yang, M.S., Ha, Y.L., Nam, S.H., Choi, S.U. and Jang, D.S. (1995) Screening of domestic plants with antibacterial activity. *Agricultural chemistry and biotechnology*, 38, 584-589
13. Yeo, S.G., Ahn, C.W., Kim, I.S., Park, Y.B., Park, Y.H. and Kim, S.B. (1995) Antimicrobial effect of tea extracts from green tea, oolong tea and black tea. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 24, 293-298
14. Choi, M.Y., Choi, E.J., Lee, E., Rhim, T.J., Cha, B.C. and Park, H.J. (1997) Antimicrobial activities of pine needle (*Pinus densiflora* Seib et Zucc.) extract. *Kor. J. Appl. Microbial Biotechnol.*, 25, 293-297
15. Park, Y.H. and Nam, Y.J. (2003) The Antimicrobial activity and deodorization of fabrics dyed with *Lithospermi Radix* extract. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 27, 60-66
16. Kim, S.J. and Park, K.H. (1996) Antimicrobial substances in Leek(*Allium tuberosum*). *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28, 604-608
17. Sung, N.K., Shim, K.H., Kim, K.D. and Kang, S.K. (1984) Utilization of citrus peel on alcoholic fermentation. *J. Inst. Agr. Res. Util.*, 18, 53-58
18. Kang, S.K., Park, H.H., Lee, J.H., Lee, Y.S., Kwon, I.B. and Sung, N.K. (1989) Citric acid fermentation from mandarin orange peel by *Aspergillus niger*. *Kor. J. Appl. Microbiol. Bioeng.*, 17, 510-518
19. Kim, H.J., Bae, K.H., Lee, H.J., Eun, J.B. and Kim, M.K. (1999) Effect of hesperidin extracted from tangerine peel on cadmium and lipid metabolism and antioxidative capacity in rats. *Korean J. Nutr.*, 32, 137-149
20. Kim, Y.D., Kang, S.K. and Choi, O.J. (2001) Antimicrobial activity of coriander (*Coriandrum sativum* L.) extract. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 30, 692-696
21. Kim, J.H. and Kim, M.R. (2001) The inhibitory effects of chloroform fraction extracted from the dandelion (*Taraxacum platycarpum* D.) against lactic acid bacteria and yeast related to *Kimchi* fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 33, 560-566
22. A.O.A.C. (1990) Official Method of Analysis. 17th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C., 37.1.37.
23. Kang, S.K., Sung, N.K., Kim, Y.D., Shin, S.C., Seo, J.S., Choi, K.S. and Park, S.K. (1994) Screening of antimicrobial activity of leaf mustard(*Brassica juncea*) extract. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 23, 1008-1013

24. Kim, Y.D., Kim, Y.J., Oh, S.W., Kang, Y.J. and Lee, Y.C. (1999) Antimicrobial activities of solvent extracts from *Citrus sudachi* juice and peel. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 31, 1613-1618
25. Cho, J.Y., Choi, I. and Hwang, E.K. (2003) Antimicrobial activity of extracts from medicinal herb against *Escherichia coli*. *Korea J. Vet. Res.*, 43, 625-631
26. Choi, I., Chang, H.S., Yun Y.M. and Um, J.C. (2002) Antimicrobial activity of medicinal herb against *Staphylococcus aureus* and *Salmonella gallinarum*. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.*, 30, 177-183
27. Matsuda, T., Yano, T., Maruyama, A. and Kumagai, H. (1994) Antimicrobial activities of organic acids determined by minimum inhibitory concentrations at different pH ranged from 4.0 to 7.0. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 41, 687-702

---

(접수 2004년 8월 5일, 채택 2004년 9월 10일)