

## 손바닥 선인장의 항산화 및 항균특성

정 해 정

대진대학교 식품영양학과

Antioxidative and antimicrobial activities of *Opuntia ficus indica* var. saboten

Hai-Jung Chung

Department of Food Science and Nutrition, Daejin University

### Abstract

The extracts of *Opuntia ficus indica* var. saboten were obtained by using seven solvents of increasing polarity and their antioxidative and antimicrobial activities were investigated along with thermal stability. The highest antioxidative activity expressed as electron donating ability and antimicrobial activity were observed in the 95% ethanol extract. Cell growth inhibition was not apparent on *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Salmonella typhimurium*, but was great on *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus* and *staphylococcus aureus* at the level of 4.5 mg/ml medium. The ethanol extract of *Opuntia ficus indica* var. saboten showed the thermal stability in the range of 40~120°C. It was re-extracted sequentially with hexane, chloroform, ethyl acetate, butanol, and water, among which ethyl acetate fraction showed the highest inhibitory effect against *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus* and *Escherichia coli*.

Key words: *Opuntia ficus indica* var. saboten, antioxidative activity, antimicrobial activity

### I. 서 론

자연계에 존재하는 동식물류 중에는 인체의 생체 리듬을 조절하고 질병의 방지와 노화억제 등 생체조절기능을 가지는 성분들이 함유되어 있다는 것이 최근 연구에 의하여 밝혀짐에 따라 여러가지 생리적 효능을 가지는 식품 소재에 대한 관심과 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 식물류 중에 다량 함유되어 있는 생리활성 성분에 대한 관심이 높아지면서 여러 연구자들에 의하여 각종 생약재 및 항신료 추출물의 항산화, 항균, 항돌연변이 및 항암효과가 보고되고 있다<sup>1-6)</sup>.

손바닥 선인장(*Opuntia ficus indica* var. saboten)은 선인장과에 속하는 다년초로서 열대지방이 원산지이고 우리나라에서는 제주도에서 재배되어 식용, 약용 및 관상용으로 이용되고 있다. 손바닥 선인장의 열매와 줄기는 예로부터 당뇨, 변비, 고혈압, 식욕증진 및 기관지 천식에 효능이 있어 사용되어 왔고 또한 부종 및 화상 치료에도 효과가 있어 민간 약재로 전해져 내려오고 있다<sup>7-9)</sup>. 그러나 손바닥 선인장에 대한 국내외의 연구로서는 쥐의 스트레스성 위궤양에 대한 선인장의 항궤양작용에 관한 연구<sup>10)</sup>, 손바닥 선인장의 성분특성연구<sup>11)</sup>, 선인장

붉은 열매에서 추출한 베타닌 색소의 안정성<sup>12)</sup>, 선인장 열매 적색색소의 열안정성에 미치는 항산화제의 효과에 대한 연구<sup>13)</sup> 등이 있을 뿐 많은 연구가 되어 있지 않다. 현재 제주도를 중심으로 손바닥 선인장의 재배가 증가하고 있고 가공식품의 개발이 계속 이루어지고 있어 향후 소비가 증가될 것으로 전망하고 있다. 따라서 본 연구에서는 손바닥 선인장의 응용범위를 다양화하기 위한 일환으로 기능성을 탐색하여 천연항산화제 및 천연항균제로서의 이용 가능성을 검토하고자 손바닥 선인장을 국성이 다른 7종류의 용매로 추출하여 항산화 활성도와 항균효과를 조사하였다.

### II. 재료 및 방법

#### 1. 실험재료

본 실험에 사용한 손바닥 선인장 열매는 제주도에서 생산된 것을 1999년 9월에 구입하여 동결건조한 후 파쇄하여 35 mesh를 통과시킨 것을 분석용 분말시료로 사용하였다. 추출용매는 1급 시약을 사용하였고 표준 시약은 Sigma사(St. Louis, MO, USA)제품을 사용하였다. 모든 분석은 3회 반복 실시하였다.

## 2. 용매별 손바닥 선인장 추출액의 조제

손바닥 선인장 분말시료에 극성이 다른 7종(water, methanol, 95% ethanol, acetone, ethyl acetate, chloroform, hexane)의 추출용매를 1:20(w/v)<sup>o</sup> 되도록 첨가하여 30°C에서 약 20시간 동안 진탕 추출한 후 10°C에서 9,000 rpm으로 30분간 원심분리(SUPRA-21K, Hanil, Korea)한 다음 여과하였다. 여액은 진공농축기(Buchi R-124, Buchi, Switzerland)를 사용하여 40°C에서 감압농축하고 용매를 완전히 제거한 후 각각의 추출수율을 계산하였다.

## 3. 항산화 활성도 측정

용매별 추출물의 항산화 활성도는 Blois<sup>14)</sup>의 방법을 변형하여 전자공여능(Electron donating ability, EDA)으로 측정하였다. 즉,  $4.0 \times 10^{-4}$  M DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 용액(99.9% 에탄올에 용해) 2.9 m/l에 각 용매 추출액 0.1 ml(0.2 g 추출물/ml)를 넣고 5초간 교반하여 30분간 반응시킨 후 516 nm에서 흡광도를 측정하여 대조구에 대한 흡광도의 감소 비율로서 전자공여능을 나타내었다.

## 4. 항균력 측정

항균력시험은 paper disc( $\varnothing$  8 mm, Advantec 27)법으로 실시하였다<sup>15)</sup>. 즉, 각 용매추출액(0.2 g 추출물/ml)을 membrane filter(0.2 μm)로 제균시키고 25 μl씩 paper disc 표면에 흡수시킨 다음 용매를 제거하였다. 이 disc를 미리 배양한 균액 200 μl를 도말한 nutrient agar plate 표면에 얹어 37°C에서 40시간 동안 배양한 후

disc주위의 clear zone의 직경(mm)으로 항균 활성을 측정하였다. 대조구로는 식품보존제로 이용되고 있는 benzoic acid(1.0 mg/disc)를 사용하였다. 이때에 사용한 균주는 *Bacillus natto* KCCM11315, *Bacillus subtilis* ATTC 9372, *Micrococcus luteus* ATCC 9341, *Staphylococcus aureus* IMSNU 11089, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Salmonella typhimurium* ATCC 14028로 그람 양성균 4종, 그람음성균 3종을 선정하였으며 배지는 nutrient agar 배지를 사용하였다.

## 5. 농도 및 가열에 따른 항균효과 측정

에탄올 추출물의 농도에 따른 항균력 측정을 위해서는 paper disc에 추출물의 농도가 0, 2.5, 5.0, 10 mg/disc가 되도록 각각 흡수시키고 균주 배양액이 도말된 nutrient agar plate 표면에 올려 놓은 후 항균성 측정에서와 동일한 방법으로 비교 측정하였다. 또한 열에 대한 안정성 측정은 추출물을 40, 80, 120, 160°C에서 각각 30분 동안 열처리한 후 처리온도별로 추출물의 농도가 0.2 g/ml이 되도록 에탄올에 용해하여 항균성 측정과 같은 방법으로 측정하였다.

## 6. 미생물의 증식저해효과 측정

제균시킨 손바닥 선인장 에탄올 추출물을 농도를 달리 하여 고형물 함량이 0, 1.5, 3.0, 4.5, 6.0 mg/ml이 되도록 nutrient broth 배지에 첨가하고 균주 배양액을 0.1 ml씩 각각 접종한 후 37°C에서 24시간동안 배양하면서

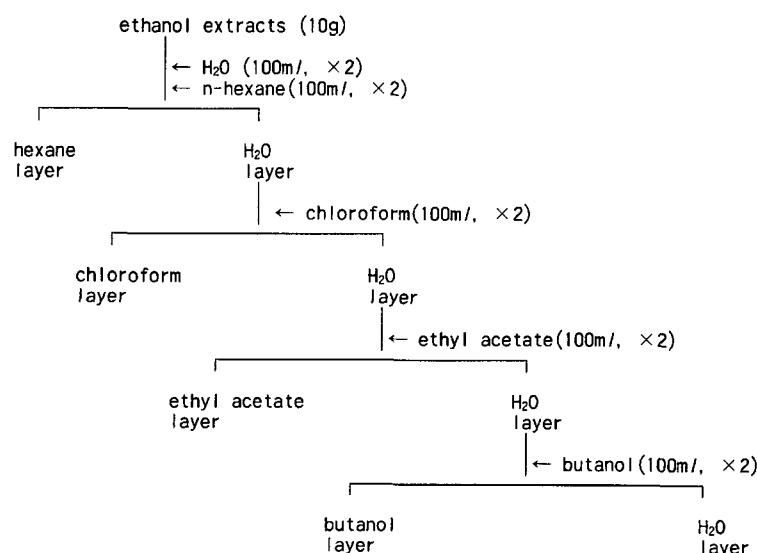


Fig. 1. The scheme of reextraction of the ethanol extract of *Opuntia ficus indica* var. *saboten*.

4시간마다 620 nm에서의 흡광도를 측정하여 배양미생물의 생육정도를 측정하였다.

### 7. 에탄올 추출물의 항균

최대의 항균력을 가지는 에탄올 추출물에 중류수를 가하여 분액 갈대기에 옮긴 후 Fig. 1에서와 같이 극성을 달리 하는 용매(hexane, chloroform, ethyl acetate, butanol)를 차례로 사용하여 각각 2회씩 추출하고 농도를 일정하게 조절하여(0.2 g/ml) 각 분획분에 대한 항균력을 검색하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 각 용매별 추출물의 수율 및 항산화 활성도

항산화력이 큰 용매를 선정하기 위하여 극성이 다른 7종의 용매를 사용하여 항산화성분을 추출하고 용매별 추출물의 수율 및 항산화 활성도를 측정한 결과는 Table 1과 같다. 95% ethanol을 사용하였을 경우에는 37.5%의 수율을 나타냈고 methanol은 35.8%, 물은 20.0%의 추출수율을 나타내었다. 그 외 용매에 의한 수율은 acetone, ethyl acetate, chloroform, hexane 순으로 극성이 낮을 수록 수율이 낮게 나타남을 알 수 있었다. 추출용매에

**Table 1. Yield and electron donating ability of extract of *Opuntia ficus indica* var. saboten with different solvents**

Fractions	yield(% , w/w)	electron donating ability(%)
water	20.0	19.4
methanol	35.8	83.0
95% ethanol	37.5	89.8
acetone	6.4	35.2
ethyl acetate	6.4	28.7
chloroform	6.2	14.1
hexane	4.4	33.9

All values are mean of triplicate.

따른 항산화 활성도는 DPPH의 환원성을 이용한 전자공여능으로 측정하였다. 그 결과 95% ethanol과 methanol 추출액이 89.8%와 83.0%의 항산화 활성을 각각 나타내었고 다음으로 acetone, hexane, ethyl acetate 순이었으며 물과 chloroform 추출액은 상당히 낮은 활성을 나타내었다.

### 2. 각 용매별 추출물의 항균효과

손바닥 선인장의 용매별 추출물의 균주에 대한 항균력 측정결과는 Table 2에서와 같이 methanol과 95% ethanol을 사용하였을 때 항균활성이 가장 우수하였고 그 외 acetone, ethyl acetate, chloroform, hexane, water 추출물은 항균력을 보이지 않았다. ethanol 추출물의 7 균주에 대한 항균력은 *Micrococcus luteus*, *Bacillus natto*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* 순으로 나타났고 *Salmonella typhimurium*에 대해서는 활성이 미약하였다. 그람양성균 중에서 *Bacillus natto*, *Bacillus subtilis*에 대해서는 대조구로 사용한 benzoic acid 1.0 mg/disc와 비슷한 활성이 인정되었으며 *Micrococcus luteus*에 대해서는 benzoic acid보다 강력한 활성이 확인되었다. 본 실험에서는 그람양성균과 그람음성균주에서 광범위하게 생육저해 효과가 나타났으나 특히 그람양성균에 대하여 더 강한 중식억제효과가 있는 것으로 분석되었다. 박 등<sup>3)</sup>은 유백피 메탄올 추출물의 세균에 대한 항균력을 조사한 결과 *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* 순으로 강하였고 *Pseudomonas aeruginosa*와 *Escherichia coli*에서는 약하게 나타났다고 보고하였다. 김 등<sup>10)</sup>은 그람양성균에서 그람음성균보다 높은 항균성을 보인다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 나타냈다. 최 등<sup>11)</sup>은 밤잎차 메탄올 추출물의 경우 그람양성세균과 그람음성세균에서 광범위하게 활성이 나타났다고 보고하였다. 권 등<sup>5)</sup>은 복령

**Table 2. Antimicrobial activity of extract of *Opuntia ficus indica* var. saboten with different solvents(clear zone : mm)**

Microorganism	water	methanol	ethanol	acetone	ethyl acetate	chloroform	hexane	benzoic acid
<i>Bacillus natto</i>	-	14.3	15.3	-	-	-	-	13.6
<i>Bacillus subtilis</i>	-	13.5	13.5	-	-	-	-	13.5
<i>Micrococcus luteus</i>	-	28.1	29.0	-	-	-	-	18.0
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	11.5	12.3	-	-	-	-	10.2
<i>Escherichia coli</i>	-	13.5	14.2	-	-	-	-	11.5
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	11.3	11.5	-	-	-	-	12.0
<i>Salmonella typhimurium</i>	-	9.2	11.0	-	-	-	-	-

All values are mean of triplicate.

- : no growth inhibition.

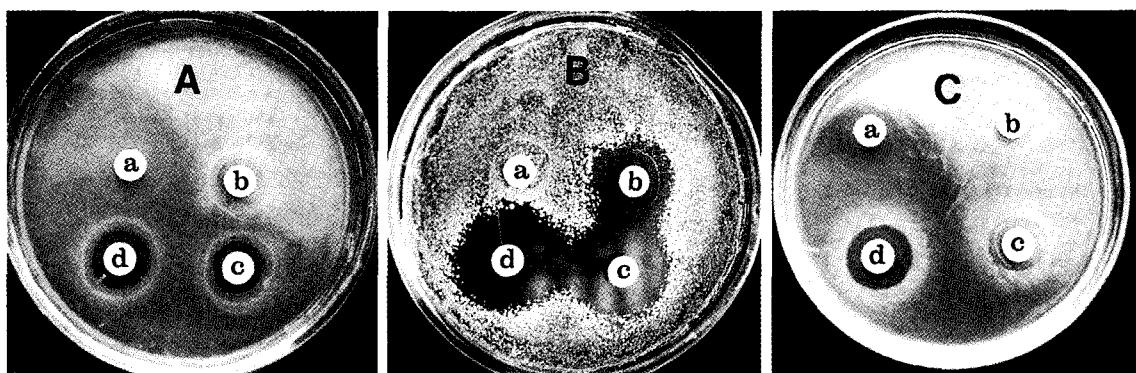


Fig. 2. Inhibitory effect of ethanol extract of *Opuntia ficus indica* var. *saboten* on the growth of microorganisms.

A: *Bacillus subtilis*, B: *Micrococcus luteus*, C: *Escherichia coli*  
a: 0 mg/disc(control), b: 2.5 mg/disc, c: 5 mg/disc, d: 10 mg/disc.

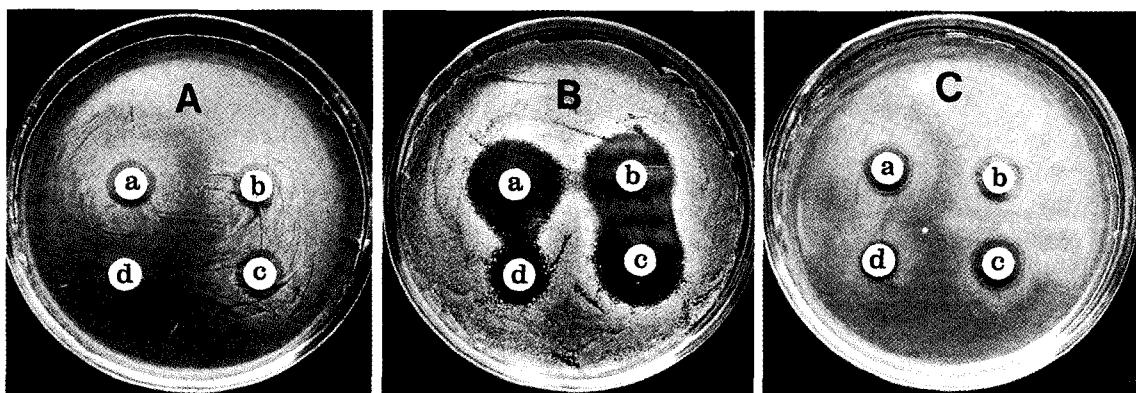


Fig. 3. Thermal stability of *Opuntia ficus indica* var. *saboten* ethanol extract on the growth of microorganisms.

A: *Bacillus subtilis*, B: *Micrococcus luteus*, C: *Escherichia coli*.  
a: 40°C, b: 80°C, c: 120°C, d: 160°C.

의 항균성은 물 추출물에 비하여 에탄올 추출물이 강하였고 특히 *Micrococcus luteus*와 *Escherichia coli* 균주에 대하여 강하게 나타났다고 하였다. 본 실험에서 항산화력과 항균력을 주로 methanol과 ethanol 분획에 집중되어 있는 것으로 밝혀졌으므로 그 종 자체에 대한 안정성이 뛰어난 ethanol을 최적의 추출용매로 선정하여 이후의 실험을 진행하였다.

### 3. 농도 및 가열에 따른 항균효과

손바닥 선인장 ethanol 추출물의 농도별 항균력을 검색한 결과 *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus*와 *Escherichia coli*에 대하여 가장 강한 증식억제효과를 보여 주었다(Fig. 2). *Escherichia coli*는 10 mg/disc 이상의 농도에서 증식하지 못하여 확실한 clear zone을 형성하였고 *Bacillus subtilis*는 5 mg/disc 이상에서 전혀 생

육하지 못하였으며 *Micrococcus luteus*는 2.5 mg/disc<sup>1)</sup> 상에서 확실하게 성장이 억제되어 가장 민감하게 반응하는 것으로 나타났다. 또한 손바닥 선인장 ethanol 추출물의 항균력은 농도에 비례하여 증가하는 것을 알 수 있었다. 열에 대한 안정성을 검사한 결과는 Fig. 3에서와 같이 40~120°C에서는 거의 동일한 항균력을 나타내었으나 160°C에서 열처리한 것은 거의 항균활성을 보이지 않았는데 이는 고온에서 처리하는 동안 추출물이 탄화되어 ethanol 불용성의 물질로 변한 것으로 관측되었다. 정 등<sup>4)</sup>은 초피의 물추출물을 40~180°C의 온도범위에서 30분간 열처리한 후 항균력을 측정한 결과 전 범위에서 안정하다고 보고하였다.

### 4. 미생물의 증식저해효과

농도를 달리한 손바닥 선인장 ethanol 추출물<sup>1)</sup> 시험군주

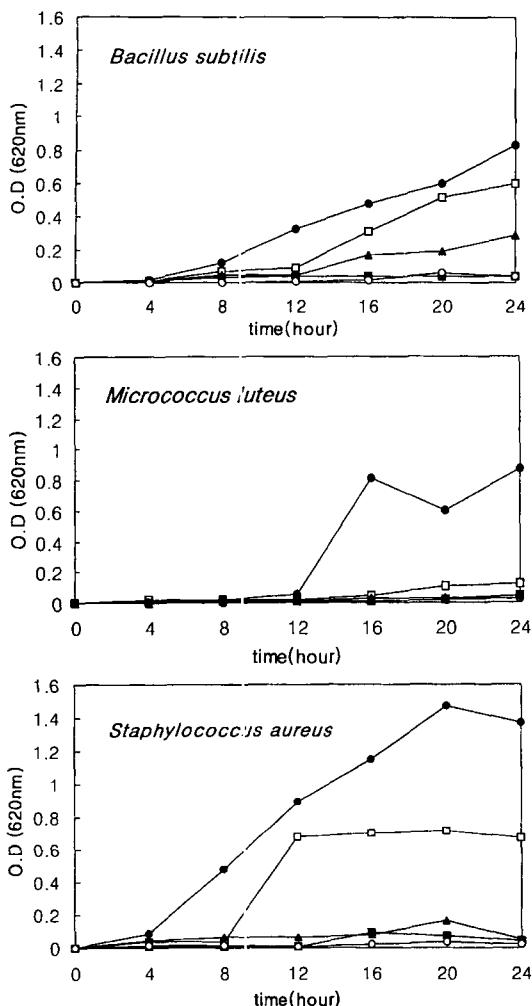


Fig. 4. Inhibition of gram (+) bacterial growth of ethanol extract of *Opuntia ficus indica* var. saboten.

- control.
- 1.5 mg of *Opuntia ficus indica* extract/ml media.
- ▲ 3.0 mg of *Opuntia ficus indica* extract/ml media.
- 4.5 mg of *Opuntia ficus indica* extract/ml media.
- 6.0 mg of *Opuntia ficus indica* extract/ml media.

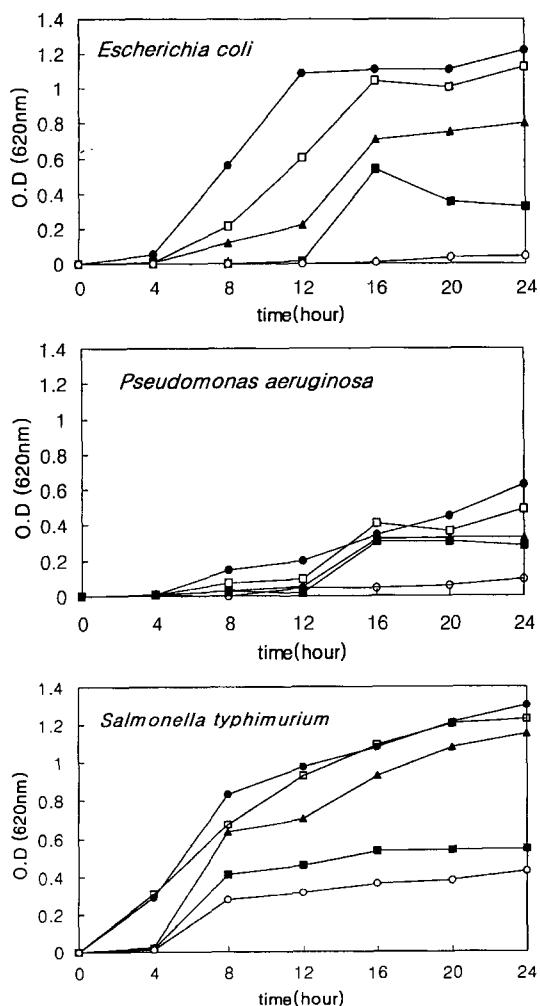


Fig. 5. Inhibition of gram (-) bacterial growth of ethanol extract of *Opuntia ficus indica* var. saboten.

- control.
- 1.5 mg of *Opuntia ficus indica* extract/ml media.
- ▲ 3.0 mg of *Opuntia ficus indica* extract/ml media.
- 4.5 mg of *Opuntia ficus indica* extract/ml media.
- 6.0 mg of *Opuntia ficus indica* extract/ml media.

의 생육에 미치는 영향을 측정한 결과는 Fig. 4와 Fig. 5에 나타난 바와 같다. 그람양성균의 경우, *Bacillus subtilis*는 4.5 mg/ml 이상에서 증식이 억제되었고 *Micrococcus luteus*와 *Staphylococcus aureus*는 3.0 mg/ml 이상에서 증식이 저해되는 것으로 확인되었으며 특히 *Micrococcus luteus*는 가장 민감하게 반응하는 경향을 보여 주었다. 반면 그람음성균의 경우, *Escherichia coli*와 *Pseudomonas aeruginosa*는 1.5~4.5 mg/ml 범위에서 성장이 가능하였고 6.0 mg/ml의 농도에서는 거의 증식하지 못하는 것으로 검

색되었다. *Salmonella typhimurium*은 여러 농도의 실험구에서 대조군보다 증식속도가 둔화되었으나 다른 세균에 비하여 완만한 증기를 보여줌으로써 저항성이 강한 것을 알 수 있었다. 정 등<sup>4)</sup>은 초피추출물을 농도별로 첨가하여 미생물의 생육저해곡선을 측정한 결과 500 ppm 이상에서 *Bacillus cereus*, *Pseudomonas syringae*와 *Corynebacterium xerosis*의 생육이 완전히 억제되었다고 보고하였다. 신 등<sup>17)</sup>의 연구에서는 감초의 애탄을 추출물을 500 ppm 수준으로 첨가한 결과 공시균주 모든 균에 대하여 증식이 완

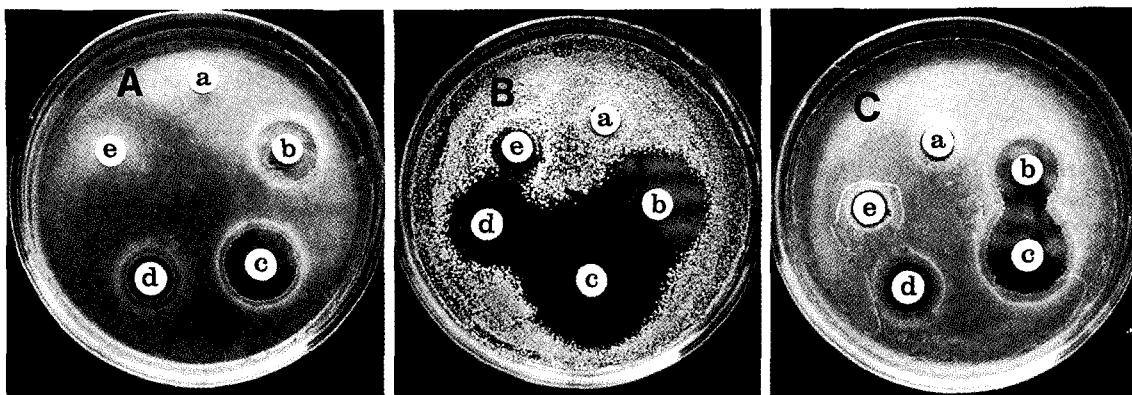


Fig. 6. Inhibitory effect of the sequentially reextracted extracts from *Opuntia ficus indica* var. *saboten* ethanol extracts on the growth of microorganisms.

a: hexane extract, b: chloroform extract, c: ethyl acetate extract, d: butanol extract, e: water extract.

전혀 억제되었다고 하였다. 본 실험에서 사용한 손바닥 선인장 추출물의 첨가 농도범위에서는 그람음성균보다 그람양성균에 대하여 효과적으로 성장을 억제하는 것으로 나타났다.

### 5. Ethanol 순차 분획물의 항균효과

ethanol 추출물을 극성이 다른 용매로 순차 분획하고 그 분획물의 항균력을 *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus*와 *Escherichia coli*에 대한 clear zone의 크기로 비교한 결과는 Fig. 6와 같다. 항균활성은 3 균주에 대하여 모두 ethyl acetate 분획에서 가장 강하게 나타남을 알 수 있었고 그 다음이 chloroform, butanol 분획 순이었으며 water층은 활성이 아주 낮았고 hexane층은 항균활성이 없는 것으로 검색되었다. 강 등<sup>18)</sup>에 의하면 갖 에탄올 추출물을 hexane, chloroform, ethyl acetate 및 butanol 순으로 분획하여 얻은 각 분획물의 항균력을 측정한 결과 ethyl acetate 분획에서 가장 강하게 나타났다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 한 등<sup>18)</sup>은 질경이 메탄올 추출물을 극성이 다른 용대로 순차 분획하여 얻은 물질의 항균활성을 검색한 결과 ethyl acetate층이 가장 우수하였고 chloroform, hexane, butanol, 물의 순서라고 보고하였다. 박 등<sup>3)</sup>은 유백피 methanol 추출물의 순차 분획의 경우 butanol 분획에서 항균활성이 가장 높았다고 보고하였다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 항균력을 가지는 성분은 식물의 종류와 특성에 따라 다양하므로 최적의 추출용매를 선정하는 것이 중요하다고 본다.

### IV. 요 약

손바닥 선인장 열매를 극성을 달리하는 여러 용매로

추출하여 항산화력과 항균력을 측정한 결과 95% ethanol과 methanol을 사용하였을 때 우수하게 나타났고 ethanol 추출물의 항균활성은 그람음성균보다 그람양성균에서 효과적이었다. 농도별 항균력시험 결과 추출물의 농도가 증가할수록 비례하여 저해율도 크게 증가하였고 열에 대한 안정성 시험에서는 40~120°C의 범위에서는 안정하여 동일한 항균력을 유지하였으나 160°C 이상에서는 그 활성이 상실된 것으로 나타났다. 추출물의 첨가농도를 달리하여 미생물의 생육도를 측정한 결과, 그람양성균은 3.0~4.5 mg/ml의 첨가 범위에서 증식이 억제되었으나 그람음성균은 본 실험에서 사용한 첨가농도로는 완전한 증식억제효과가 나타나지 않았다. 손바닥 선인장 ethanol 추출물을 hexane, chloroform, ethyl acetate, butanol 및 water 등의 용매로 순차 분획하여 항균활성을 측정한 결과 ethyl acetate분획이 효과가 가장 큰 것으로 검색되었다.

### 참고문헌

- Choi, O. B., Yoo, G. S. and Park, K. H. : Antioxidative and antimicrobial effects of water extracts with *Castanea crenata* leaf tea. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **31**(4):1128-1131, 1999
- Pszczola, D. E. : Designer food. *Food Technol.*, **47**:92-101, 1993
- Park, J. S., Shim, C. J., Jung, J. H., Lee, G. H., Sung, C. K. and Oh, M. J. : Antimicrobial activity of *Ulmus* cortex extracts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **28**(5): 1022-1028, 1999
- Chung, S. K., Jung, J. D. and Cho, S. H. : Antimicrobial activities of Chopi(*Zanthoxylum piperitum* DC.) extract.

- J. Korean. Soc. Food Sci. Nutr.*, **28**(2):371-377, 1999
5. Kwon, M. S., Chung, S. K., Choi, J. U., Song, K. S. and Lee, I. S. : Antimicrobial and antitumor activity of triterpenoids fraction from *Poria cocos* wolf. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **28**(5):1029-1033, 1999
  6. Chang, S. S., Ostric-Matijsevic, B., Hsich, O. L. and Huang, C. L. : Natural antioxidants from rosemary and sage. *J. Food Sci.*, **42**:1102-1106, 1977
  7. Ahn, D. K. : Illustrated book of Korean Medicinal herbs. Kyohaksa, p. 497, 1998
  8. Kim, T. J. : Korean source of plants II. Seoul National University Publishing Dept., p. 266, 1996
  9. Pyungbumsa. Useful plants of the world. Tokyo, p. 53 1989
  10. Lee, H. J. : A study on antiulcer effects of *Opuntia dillenii* Haw. on stomach ulcer induced by water-immersion stress in rats. M. S. thesis. Seoul National Univ., Seoul, Korea, 1997
  11. Lee, Y. C., Hwang, K. H., Han, D. H. and Kim, S. D. : Compositions of *Opuntia ficus-indica*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**(5):847-853, 1997
  12. Chung, M. S. and Kim, K. H. : Stability of Betanine extracted from *Opuntia ficus-indica* var saboten. *Korean J. Soc. Food Sci.*, **12**(4):506-510, 1996
  13. Kim, I. H., Kim, M. H., Kim, H. M. and Kim, Y. E. : Effect of antioxidants on the thermostability of red pigment in prickly pear. *Korean J. Food Sci. Tehnol.*, **27**(6):1013-1016, 1995
  14. Blois, M. S. : Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, **181**:1199-1200, 1958
  15. Davison, P. M. and M. Parish, M. E. : Methods for testing the efficacy of food antimicrobials. *Food Technol.*, **1**:148, 1989
  16. Kim, C. K., Lee, H. Y., Sung, T. K., Moon, T. K. and Lim, C. J. : Antibacterial activity of *Ulmus pumila* L. extract. *Kor. J. Applied Microbiol. Biotechnol.*, **20**:1-5, 1992
  17. Shin, D. H., Han, J. S. and Kim, M. S. : Antimicrobial effects of ethanol extracts of *Simonenium acutum* (Thunb.) Rehd. et wils and *Glycyrrhiza glabra* L. var. *Glandulifera regel* et Zucc on *Listeria monocytogenes*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**:627-632, 1994
  18. Kang, S. K. : Isolation and antimicrobial activity of antimicrobial substance obtained from leaf mustard (*Brassica juncea*). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **23**:1014-1019, 1994
  19. Kim, K. H., Kim, S. I. and Han, Y. S. : Isolation and identification of antimicrobial compound from plantain (*Plantago asiatica* L.). *Korean J. Soc. Food Sci.*, **15**(4): 410-417, 1999

---

(2000년 3월 17일 접수)