

손바닥선인장 줄기 methanol 추출물의 항균활성

김해남¹ · 권도훈 · 김해윤² · 전흥기^{2,*}

부산대학교 자연과학대학 생명과학부, ¹마산대학 뷰티케어과, ²(주)마이크로바이오텍

Received April 1, 2005 / Accepted April 11, 2005

Antimicrobial Activities of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* Makino Methanol Extract. Hae-Nam Kim¹, Do-Hoon Kwon, Hae-Yun Kim² and Hong-Ki Jun^{2,*}. Division of Biological Sciences, Pusan National University, Busan 609-735, Korea, ¹Department of Beauty Care, Masan College, Masan 630-729, Korea, ²MICROBIOTECH CO., LTD. 30 Jangjeon-dong, Geumjeong-gu, Busan 609-735, Korea – The *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* Makino (Cactus) is a tropical or subtropical plant, which is cultivated or grows naturally in Jeju island. It has been widely used as folk medicine for burned wound, edema and indigestion. In addition, its extract has been claimed to have several biological activities including anti-inflammation in oriental medicine. In this study, we examined the antimicrobial activities of the methanol extract of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* Makino. The extract showed a broad spectrum of antimicrobial activity against pathogenic bacteria, including antibiotics resistant bacteria (MRSA, R-*P. aeruginosa*, VRE) and *Propionibacterium acnes*, yeast, and fungi. The extract retained the activity after heat treatment for 15 min at 100°C and 121°C and after extended storage, up to 10 weeks storage period at 4°C and 25°C, also stably retained its activity. It showed a better inhibiting effect to the growth of *E. coli* than sodium benzoate did it at the same concentration. Addition of various salts or metal ions did not affect on its antimicrobial activity. Therefore, the antimicrobial characteristics of the extract can be applicable as a natural preservative and an antimicrobial agent for bacterial disease.

Key words – *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* Makino (Cactus), Antimicrobial activity, Methanol extract, Antibiotics resistant bacteria

자연계에는 항균작용을 나타내는 물질이 많이 알려져 있고, 동식물 또는 미생물에 있어서도 자기방어 수단인 한 방법으로 여러 가지 형태의 항균작용을 가지고 있다[2,16,17]. 최근 항균작용을 나타내는 천연물 탐색의 대상이 예로부터 일상 생활에서 많이 섭취해 온 식품재료나 생약제들에 그 초점이 맞추어지고 있고, 또한 그에 따른 연구가 활발히 진행되고 있다[4,6,12,22]. 제주도 손바닥선인장의 열매나 줄기를 공복에 갈아 마시면 변비·이뇨·장운동 활성화와 화상치료 등에 효과가 있다고 민간요법으로 오래 전부터 구전되고 있다[1,18,24]. 제주도 손바닥선인장(*Opuntia ficus-indica* var. *saboten* Makino)은 선인장과에 속하는 다년생식물로서 멕시코가 원산지이고, 5~6월쯤 줄기 위쪽에 직경 2~3 cm 되는 노란 꽃을 피우며 11월부터 이듬해 3월까지 자주색 열매를 맺고 이 열매를 수확하게 된다[20].

제주도 손바닥선인장은 식이섬유, 비타민 C, 플라보노이드, 칼슘 등의 성분을 다량 함유하고 있음이 밝혀져, 특히 변비로 고생하는 사람들 중 아침 식사 전이나 취침 전에 열매를 직접 갈아 마시는 경우가 많다[8,9,19]. 한방에서는 신경성 통증치료와 건위·자양·강장제로, 소염·해독제로, 급성 유선염 및 이질 치료제 등으로 이용되고 있다. 중약대사전(中藥

大辭典)에는 기의 흐름과 혈액순환을 좋게 하고 열을 식히고 독을 풀어주며 심장과 위의 통증치료, 이질, 치질, 해열, 천식, 수면 부족, 가슴 두근거림 등에 효과가 커 열매와 줄기 100 g 정도를 즙을 내 복용하면 효과를 볼 수 있다고 한다[21]. 본 초감목, 상용중초약수책, 영남체약록, 신평·몽고약전, 본진 민간초약 등 한방서에서도 당뇨와 성인병에 선인장 즙을 매일 마시면 근골을 단단하게 하고 불로장생하며, 백일해·늑막염·부스럼·종기·신경통·관절염·갑상선·장염·냉증·수종·화상 등에도 큰 효능을 나타낸다고 기록되어 있다[23].

이처럼 다양한 효능을 가진 손바닥선인장의 약리작용에 대한 시험결과로서는 쥐의 스트레스성 위궤양에 대한 선인장의 항궤양작용에 관한 연구[20], 손바닥선인장의 성분특성 연구[14], 선인장 붉은 열매에서 추출한 베타닌 색소의 안정성에 관한 연구[4], 선인장 열매 적색색소의 열안정성에 미치는 항산화제의 효과에 대한 연구[10], 손바닥선인장 열매의 항산화 및 항균 특성에 관한 연구[3] 등 손바닥선인장 열매에 관한 연구가 있을 뿐 줄기를 이용하여 진행된 연구는 많지 않다.

이에 본 연구에서는 천연 신규 생리활성물질 탐색의 일환으로 제주도 손바닥선인장 줄기를 methanol을 이용하여 추출한 후 그 추출물의 항균특성을 일반 세균 및 약제내성균을 이용하여 검토하였으며, 그 외에 식품 매개 병원체, 충치 원인균, 여드름 원인균을 비롯한 피부 병변 관련균, 효모 및 곰팡이 등 진균류에 대한 항균활성 등을 검토하였다. 또한 사

*Corresponding author

Tel : +82-51-510-2270, Fax : +82-51-513-4532

E-mail : hkjun@pusan.ac.kr

회적 문제로 대두되고 있는 약제내성균을 중심으로 손바닥 선인장 줄기 추출물의 생리활성 특성에 관해 살펴봄으로서 보다 다양한 분야로의 응용 가능성을 확인하였다.

재료 및 방법

손바닥선인장 줄기 분말 제조

본 실험에 사용한 손바닥선인장 줄기는 제주도 농장에서 생산된 것을 구입하여 가시를 제거하여 동결건조한 후 파쇄하여 사용하였으며, 또한 북제주군 농업기술센터에서 설립한 손바닥선인장 줄기 분말 생산공장으로부터 줄기 분말을 구입하여 실험에 사용하였다.

사용 균주 및 사용 배지

본 실험에 사용한 균주 중 *Staphylococcus aureus* KCTC 1621 등 공시균주는 한국생명공학연구원 생물자원센터 유전자은행에서, MRSA (Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*) 등 약제내성균은 부산광역시 소재 병원 임상병리과에서 환자로부터 분리한 균주를, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus*, *Escherichia coli* O-157, *Escherichia coli* O-157 H(-) 등의 분리균은 부산광역시 보건환경연구원에서 분리한 균주를, *Escherichia coli* ATCC 10536 등의 공시균주는 American Type Culture Collection (USA)에서 분양된 것을, 충치 원인균인 *Streptococcus mutans* 균주의 sero-type은 Department of Biology, Washington University (USA)의 보관용 균주를, *Saccharomyces delbrueckii* IFO 0285는 Institute for Fermentation (Japan)에서 각각 분양 받아 실험에 사용하였다. 또한 본 실험에 사용한 배양용 배지는 일급시약(Difco, USA)을 사용하였고, 엽과 금속이온 및 기타 시약도 일급시약(Junsei Chemical Co., Ltd., Japan)을 사용하였다. 본 실험에 사용한 균주 및 배지는 Table 1과 같다. 각 균주의 배양은 각각 배양조건을 달리하여 배양한 다음 항균활성 시험 등에 사용하였다.

손바닥선인장 추출물의 항균활성 측정

손바닥선인장 줄기 분말 100 g과 50% methanol 1 L를 혼합하여 3시간 동안 교반(CORNING, Stirrer, USA)하면서 항균활성 물질을 추출한 후 원심분리기(BECKMAN COULTER, Avanti J-E Centrifuge, USA)를 사용하여 17,000×g에서 20분간 원심분리를 실시하여 상등액을 취한 후, 진공농축기(EYELA ROTARY VACUUM EVAPORATOR N-N SERIES, Japan)를 이용하여 800 ml의 상등액이 최종 부피 80 ml (1/10 volume)가 되도록 농축을 실시하였다. 진공농축액 찌꺼기를 제거하기 위하여 17,000×g에서 20분간 원심분리하여 그 상등액을 실험에 사용하였다.

실험에 사용한 각 균주 중 세균은 $1.0 \sim 2.0 \times 10^6$ cells/ml가 되도록 배양한 후 각 평판배지에 100 μ l씩 도말 하였으며,

methanol 추출시료는 각 paper disc (\varnothing 8 mm, ADVANTEC, Japan)에 50 μ l씩 흡수시킨 후 균주의 최적 배양온도에서 24~72시간 배양한 후 생육 저지환의 크기를 확인하였다. 이때 혐기성 균주는 anaerobic jar (AnaeroGen, OXOID, England)에서 배양하였으며, 곰팡이인 *Aspergillus niger* ATCC 8642는 PDA 배지에 접종하여 30°C, 3일간 배양한 후 멸균된 0.1% Tween 80 용액 10 ml를 배지에 부어 loop를 이용하여 포자를 가볍게 긁어모아 원심분리한 후 포자상등액을 시험에 사용하였다. 각 실험은 3번 실행하여 평균값으로 평가하였다. 저지환의 크기가 20 mm 이상인 것은 +++로, 저지환의 크기가 10~20 mm인 것은 ++로, 저지환의 크기가 10 mm 미만인 것은 +로 구분하여 표기하였다.

손바닥선인장 추출물의 열 안정성과 항균활성

손바닥선인장 추출물의 열 안정성을 검토하기 위하여 일반적인 병원성 세균으로 알려진 *Staphylococcus aureus* KCTC 1621, *Pseudomonas aeruginosa* KCTC 1636, *Enterococcus faecium* KCTC 3095와 사회적으로 큰 문제가 되고 있는 약제내성균인 MRSA (Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*), R-*P. aeruginosa* (Resistant *Pseudomonas aeruginosa*), VRE (Vancomycin-resistant *Enterococcus faecium*) 등을 이용하여 열 처리, 저장온도 및 저장기간에 따른 추출물의 항균활성 변화를 살펴보았다. 열 처리 실험은 손바닥선인장 추출물 10 ml를 100°C, 121°C에서 각각 15분 동안 처리한 후 paper disc법 [7,10,14]을 이용하여 항균활성을 측정하였다. 또한 저장온도 및 저장기간에 따른 추출물의 항균활성 변화 실험은 손바닥선인장 추출물 10 ml를 4°C(냉장고), 25°C(상온)에서 10주간 보관하면서 1, 4, 7, 10주에 각각 항균활성을 측정하였고, 그 방법은 전과 동일한 paper disc법을 사용하였다.

기존 식품 보존제와 손바닥선인장 추출물의 항균활성 비교

오염 지표 미생물인 *Escherichia coli* KCTC 1039 균주를 이용하여 식품 첨가제 중 보존제로 사용되는 sodium benzoate와 손바닥선인장 추출물의 농도에 따른 항균활성을 비교하였다. 액체배지에 선인장 추출물과 sodium benzoate를 각각 0.3, 0.5, 0.7% 첨가하고, *E. coli* KCTC 1039 전배양액을 1% 접종하였다. 접종 후 24시간 동안 배양하면서 3시간마다 시료를 채취하여 CFU (colony forming units)를 측정하여 항균활성을 비교하였다.

각종 엽과 금속이온이 손바닥선인장 추출물의 항균활성에 미치는 영향

손바닥선인장 추출물이 천연 보존제로 이용될 가능성을 조사하기 위하여 엽(100 mM KCl, 100 mM NaCl, 100 mM NH₄Cl, 20 mM CaCl₂)과 금속이온(15 mM MnCl₂, 30 mM MgCl₂)이 손바닥선인장 추출물의 항균활성에 미치는 영향을

Table 1. Microorganisms and media used for antimicrobial activity assay

Microorganisms	Remark	Media
<i>Staphylococcus aureus</i> KCTC 1621	Gram positive bacteria	TS ¹
MRSA (Methicillin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i>)	Resistant : methicillin, penicillin, oxacillin, erythromycin, clindamycin, cephalothin, sul-cefoperzone, ampicillin, ciprofloxacin, cefotaxime Sensitive : vancomycin	TS ¹
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> KCTC 1636	Gram negative bacteria	TS ¹
R-P. <i>aeruginosa</i> (Resistant <i>Pseudomonas aeruginosa</i>)	Resistant : ampicillin, piperacillin, ampicillin/sulbactam, piperacillin/tazobactam, ticarcil/clavulanic acid, cephalothin, ceftriaxone, ceftazidime, cefepime, imipenem, meropenem, amikacin, isepamicin, gentamicin, tobramycin, ciprofloxacin, trimethoprim-sulfa, levofloxacin Intermediate : aztreonam	TS ¹
<i>Enterococcus faecium</i> KCTC 3095	Gram negative bacteria	BHI
VRE (Vancomycin-resistant <i>Enterococcus faecium</i>)	Resistant : ampicillin, ampicillin/sulbactam, cefazolin, gentamicin, ciprofloxacin, trimethoprim-sulfa, penicillin G, oxacillin, erythromycin, clindamycin, vancomycin, levofloxacin, sul-cefaperazone, telcoplanin, gentamicin-500 Sensitive : tetracycline	TS ¹
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Gram negative bacteria	LB+2% NaCl
<i>Vibrio vulnificus</i>	Gram negative bacteria	LB+2% NaCl
<i>Escherichia coli</i> KCTC 1039	Gram negative bacteria	LB
<i>Escherichia coli</i> O-157	Gram negative bacteria	LB
<i>Escherichia coli</i> O-157 H(-)	Gram negative bacteria	LB
<i>Salmonella enteritidis</i> ATCC 13076	Gram negative bacteria	LB
<i>Salmonella typhimurium</i> KCTC 1925	Gram negative bacteria	LB
<i>Shigella sonnei</i> ATCC 9290	Gram negative bacteria	LB
<i>Shigella dysenteriae</i> ATCC 9752	Gram negative bacteria	LB
<i>Streptococcus mutans</i> KCTC 3065	Gram positive bacteria, Tooth-decaying bacteria, Anaerobe	BHI ²
<i>Streptococcus mutans</i> HS-6 (a)	Gram positive bacteria, Tooth-decaying bacteria, Anaerobe	BHI ²
<i>Streptococcus mutans</i> BHI (b)	Gram positive bacteria, Tooth-decaying bacteria, Anaerobe	BHI ²
<i>Streptococcus mutans</i> GS-5 (c)	Gram positive bacteria, Tooth-decaying bacteria, Anaerobe	BHI ²
<i>Propionibacterium acnes</i> KCTC 3326	Gram negative bacteria, Acne-causing bacteria	GAM
<i>Saccharomyces delbrueckii</i> IFO 0285	Yeast	YPD
<i>Aspergillus niger</i> ATCC 8642	Fungi	PDB ³

¹TS, Tryptic Soy; ²BHI, Brain Heart Infusion; ³PDB, Potato Dextrose Broth.

검토하였다. 오염 지표균인 *E. coli* KCTC 1039를 전배양한 후 각 액체배지 10 ml에 손바닥선인장 추출물 100 µl와 각각의 염, 금속이온을 100 µl씩 첨가하여 배양 0, 6, 12시간에 시료를 채취하여 실험하였다. 염과 금속이온을 처리한 시료는 OD 660에서의 흡광도를 측정하여 비교하였다.

결과 및 고찰

손바닥선인장 추출물의 항균활성 측정

과거에 쉽게 완치 가능하던 감염질환이 치명적인 질병으로 변화되는 현상이 흔하게 발생하면서, 인류가 항생제 이전

의 시기로 돌아갈 가능성이 있다. 최근 사회적인 문제로 대두되고 있는 병원성 세균과 그 병원성 세균의 약제내성균을 이용하여 손바닥선인장 추출물의 항균활성을 검토한 결과 Table 2, Fig. 1에서 보는 바와 같이 *Staphylococcus aureus* KCTC 1621, *Pseudomonas aeruginosa* KCTC 1636, *Enterococcus faecium* KCTC 3095에서 뿐 만 아니라 이 균주들의 약제 내성 균주인 MRSA (Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*), R-P. *aeruginosa* (Resistant *Pseudomonas aeruginosa*), VRE (Vancomycin-resistant *Enterococcus faecium*) 등에서도 항균활성이 있음을 확인하였다. 이는 원내감염 등으로 인하여 많은 문제가 되고 있는 약제내성균의 피해를 줄일 수 있는 구체적인 방법을 제

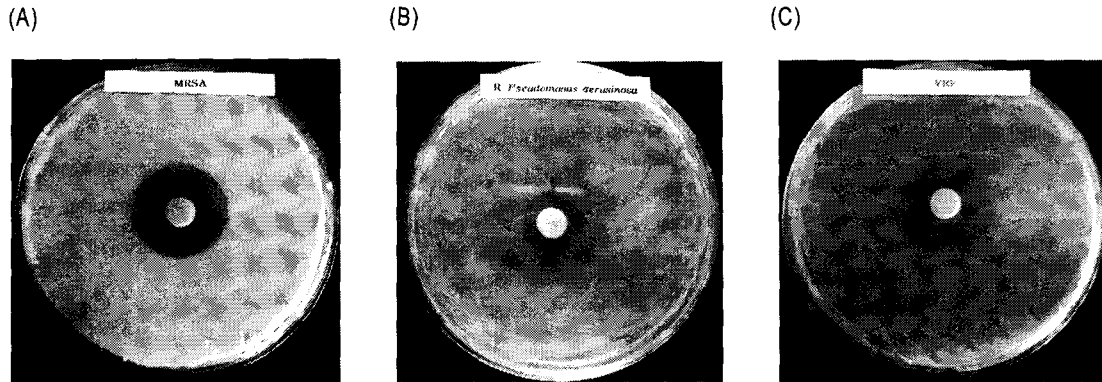


Fig. 1. Antimicrobial activity of cactus extract against antibiotics resistant bacteria. A, Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*; B, Resistant-*Pseudomonas aeruginosa*; C, Vancomycin-resistant *Enterococcus faecium*.

Table 2. Antimicrobial activity of cactus extract to antibiotics resistant bacteria

Microorganisms	Antimicrobial activity
<i>Staphylococcus aureus</i> KCTC 1621	+++
Methicillin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i>	+++
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> KCTC 1636	+++
Resistant <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	++
<i>Enterococcus faecium</i> KCTC 3095	+++
Vancomycin-resistant <i>Enterococcus faecium</i>	+++

+++ , highly sensitive; ++ , moderately sensitive; + , sensitive.

시해 줄 수 있는 기초 실험결과라 할 수 있다. 즉, 병원에서 사용하는 의료기구 및 의료종사자의 손 등을 소독할 수 있는 소독제의 개발 및 감염부위의 소독에 사용할 약제의 개발 등의 가능성을 시사하는 것이라 할 수 있다.

또한 식습관의 변화로 인한 가공식품 섭취의 증가와 급식 및 외식의 증가로 인한 식중독이 증가하고 있는 실정에서, 증식된 미생물을 섭취함으로써 병의 증세를 나타내는 감염형 식중독과 미생물이 생산한 독소가 인체에 들어감으로서 증세를 나타내는 독소형 식중독 등 식품을 매개로 하여 발병하는 질병 원인균에 대해 선인장 추출물을 이용하여 항균활성을 확인하였다. Table 3에서 보는 바와 같이 장염 및 패혈증 원인균인 *Vibrio* 속 세균과 대장균, 대장균 O-157, 감염형 식중독 원인균, 이질 원인균 등에서도 동일하게 항균활성을 나타냄을 확인할 수 있었다. 이는 선인장 추출물을 이용하여 식품가공 현장 및 요식업소 등 식품 관련 업소에서 사용할 수 있는 주방용 소독제 등의 제품 개발 가능성을 확인할 수 있는 결과라고 생각된다.

또한 손바닥선인장 추출물을 이용하여 충치 원인균에 대한 항균활성을 검토하였다. Table 4에서 보는 바와 같이 충치 원인균인 *Streptococcus mutans* KCTC 3065와 sero-type이 다른 균주 모두에서 항균활성이 있음을 확인할 수 있었다. 이는 선인장 추출물을 이용하여 치약 및 구강 청결제 등의 생산 가능성을 시사하는 것이다.

Table 3. Antimicrobial activity of cactus extract to food inter-mediation bacteria

Microorganisms	Antimicrobial activity*
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	++
<i>Vibrio vulnificus</i>	++
<i>Escherichia coli</i> KCTC 1039	++
<i>Escherichia coli</i> O-157	++
<i>Escherichia coli</i> O-157 H(-)	++
<i>Salmonella enteritidis</i> ATCC 13076	++
<i>Salmonella typhimurium</i> KCTC 1925	++
<i>Shigella sonnei</i> ATCC 9290	++

*+++ , highly sensitive; ++ , moderately sensitive; + , sensitive.

Table 4. Antimicrobial activity of cactus extract to tooth-decaying bacteria

Microorganisms	Antimicrobial activity*
<i>Streptococcus mutans</i> KCTC 3065	++
<i>Streptococcus mutans</i> HS-6 (a)	+
<i>Streptococcus mutans</i> BHT (b)	++
<i>Streptococcus mutans</i> GS-5 (c)	++

*+++ , highly sensitive; ++ , moderately sensitive; + , sensitive.

또한 손바닥선인장 추출물을 이용하여 여드름 원인균을 비롯한 피부 병변 관련균에 대한 항균활성을 확인하였다. Table 5에서 보는 바와 같이 혐기성 균인 여드름 원인균과 피부염증 유발 세균인 포도상구균에서도 항균활성을 나타냄을 확인할 수 있었다. 이로서 손바닥선인장을 이용한 여드름을 비롯한 피부염증 완화제 등의 제품을 생산할 수 있는 가능성을 확인할 수 있었다. 또한 손바닥선인장 추출물을 이용하여 효모 및 곰팡이 등 진균류에 대한 항균활성을 검토하였는데, Table 6에서 보는 바와 같이 손바닥선인장 추출물은 특이적으로 세균 뿐 만 아니라 효모 및 곰팡이 등 진균류에 대해서도 항균활성을 나타내었다. 이처럼 손바닥선인장 메탄올 추출물은 넓은 항균 스펙트럼을 가지고 있음을 확인할 수 있었다.

Table 5. Antimicrobial activity of cactus extract to skin disease-causing bacteria

Microorganisms	Antimicrobial activity*
<i>Propionibacterium acnes</i> KCTC 3326	+++
<i>Streptococcus mutans</i> GS-5 (c)	+++

*+++, highly sensitive; ++, moderately sensitive; +, sensitive.

Table 6. Antimicrobial activity of cactus extract to yeast and fungi

Microorganisms	Antimicrobial activity*
<i>Saccharomyces delburuekii</i> IFO 0285	++
<i>Aspergillus niger</i> ATCC 8642	+++

*+++, highly sensitive; ++, moderately sensitive; +, sensitive.

손바닥선인장 추출물의 열 안정성과 항균활성

손바닥선인장 추출물의 열 안정성을 검토하기 위하여 일반적인 병원성 세균으로 알려진 *Staphylococcus aureus* KCTC 1621, *Pseudomonas aeruginosa* KCTC 1636, *Enterococcus faecium* KCTC 3095와 약제내성균인 MRSA, R-*P. aeruginosa*, VRE 등을 이용하여 열 처리, 저장온도 및 저장기간에 따른 항균활성 변화 등을 살펴본 결과, Table 7에서 보는 바와 같이 균주에 따라 저지환의 크기가 약간 증가하거나 감소한 경우도 있었지만 대체적으로 항균활성에는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 약제내성균에서도 일반 세균과 큰 차이 없이 항균활성을 나타내었다. 따라서 선인장 추출물의 항균활성은 열 처리에 크게 영향을 받지 않는 것으로 보여진다.

또한 추출물의 항균활성을 저장온도 및 저장기간에 따라 확인해 본 결과 Fig. 2에서 보는 바와 같이 선인장 추출물의 항균활성은 전체적으로 25℃에서 약간 더 큰 항균활성을 보였으며, 저장기간이 길어져도 항균활성이 일괄적으로 작아지거나 커지지 않음을 확인할 수 있었다. 뿐만 아니라 약제내성균에 대해서도 대체적으로 4℃나 25℃에서 일반 세균과 비교해서 항균활성에는 큰 차이가 없는 것으로 보여진다. 이러한 항균활성으로 미루어 볼 때 선인장 추출물은 저장온도 및 저장기간에 극히 안정한 물질이라고 사료된다.

Table 7. Antimicrobial activity of cactus extract after heat treatment

Microorganisms	Inhibitory zone (mm)		
	no heat treatment	100℃, 15 min	121℃, 15 min
<i>Staphylococcus aureus</i> KCTC 1621	18.0±2.0	18.0±3.0	18.0±3.0
Methicillin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i>	16.0±1.0	15.0±2.0	16.5±1.0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> KCTC 1636	18.0±3.0	18.0±2.0	17.0±2.0
Resistant <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	16.0±2.0	15.0±1.0	15.0±3.0
<i>Enterococcus faecium</i> KCTC 3095	18.5±1.0	18.0±3.0	18.5±2.0
Vancomycin-resistant <i>Enterococcus faecium</i>	17.0±3.0	17.0±3.0	16.5±2.0

기존 식품 보존제와 손바닥선인장 추출물의 항균활성 비교

오염 지표 미생물인 *E. coli* KCTC 1039 균주를 이용하여 식품 첨가제 중 보존제로 사용되는 sodium benzoate와 손바닥선인장 추출물의 농도에 따른 항균활성을 CFU를 측정하여 비교하였다 [Fig. 3 (A), (B)]. 선인장 추출물은 *E. coli* KCTC 1039의 증식을 저해하였으며, 그 저해 효과는 농도가 높아질수록 증가하였다 [Fig. 3 (A)]. Sodium benzoate의 첨가구도 약간의 저지 효과가 나타났고 농도가 증가할수록 그 효과도 증가하였지만 [Fig. 3 (B)], sodium benzoate의 0.7% 첨가구와 선인장 추출물의 0.3% 첨가구의 저지 효과가 비슷한 것으로 보아 식품 보존제로서의 효과적인 측면에서 비교해 볼 때 천연물로서의 식품 보존을 위한 보존제로서의 적용 가능성이 더 높은 것으로 평가할 수 있었다. 또한 Fig. 3 (A), (B)에서 보는 바와 같이 두 물질의 증식 저해 효과는 처음에는 저해 효과가 나타났다가 다시 약간의 증식이 일어난 후 다시 저해되는 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 식품 보존제의 사용에 대한 안정성 문제가 제기되고 있는 실정에서 손바닥선인장 추출물은 천연 식품 보존제로서 사용할 수 있는 가능성을 확인한 결과라고 생각된다.

각종 염과 금속이온이 손바닥선인장 추출물의 항균활성에 미치는 영향

추출물의 천연 보존제로서의 이용 가능성을 검토하기 위하여 추출물을 다양한 염과 금속이온에 노출하여 항균활성의 변화를 각각 0, 6, 12시간 오염 지표 미생물인 *E. coli* KCTC 1039의 생육도를 측정하여 항균활성의 변화를 확인하였다. KCl, NaCl, NH₄Cl, CaCl₂, MnCl₂, MgCl₂ 등과 같은 염과 금속이온들을 이용하여 나타난 결과, Table 8에서 보는 바와 같이 본 실험에 사용된 염과 금속이온들은 추출물의 항균활성에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이는 선인장 추출물이 각종 염과 금속이온에 의해서 항균활성에 영향을 받지 않으므로 천연 식품 보존제로서의 사용 가능성을 다시 한 번 확인할 수 있는 기초적인 실험 결과를 제공하는 것으로 사료된다.

따라서, 손바닥선인장 추출물의 항균활성 물질은 상기 실험 결과에서 확인된 바와 같이 일반 병원균, 약제내성균, 식

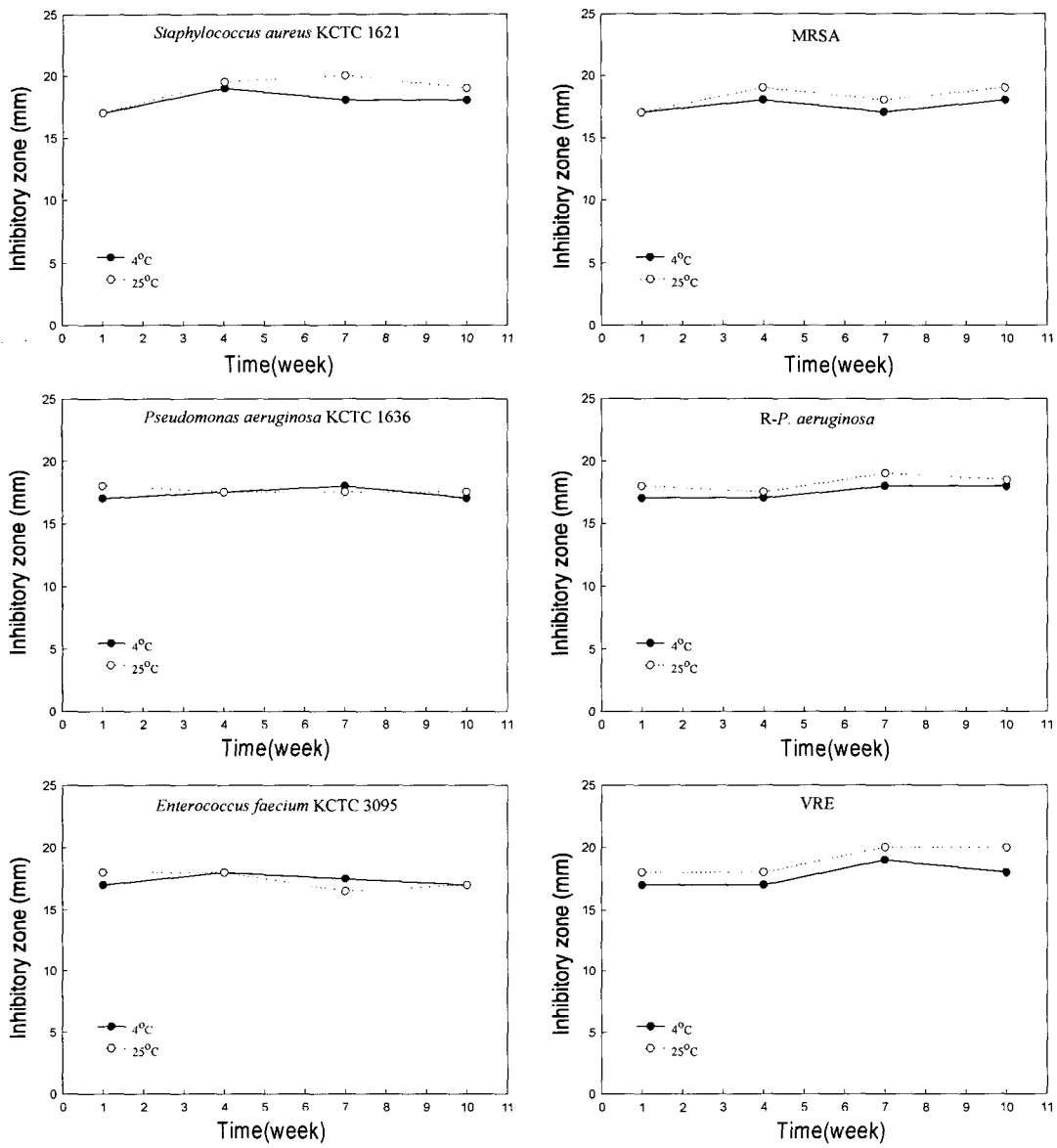


Fig. 2. Effect of storage time at 4°C and 25°C on antimicrobial activities of cactus extract.

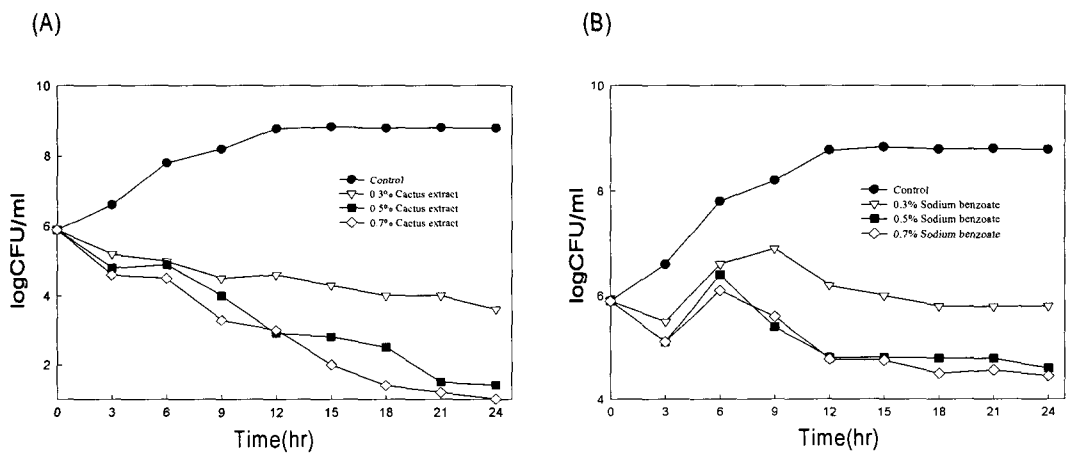


Fig. 3. Effect of various concentrations of cactus extract (A) and sodium benzoate (B) on the growth of *E. coli* KCTC 1039.

Table 8. Influence of various salts and metal ions on the antimicrobial activity of cactus extract on the growth of *E. coli* KCTC 1039

Salts and metal ions	Cell growth (OD 660)		
	0 hr	6 hr	12 hr
None (Control)	1.23±0.01	1.48±0.02	1.78±0.01
1% Cactus extract	1.25±0.03	0.29±0.02	0.32±0.03
1% Cactus extract + 100 mM KCl	1.26±0.02	1.31±0.02	1.35±0.03
1% Cactus extract + 100 mM NaCl	1.24±0.01	1.30±0.02	1.33±0.01
1% Cactus extract + 100 mM NH ₄ Cl	1.26±0.03	1.29±0.03	1.36±0.02
1% Cactus extract + 20 mM CaCl ₂	1.26±0.02	1.31±0.01	1.37±0.03
1% Cactus extract + 15 mM MnCl ₂	1.25±0.01	1.30±0.02	1.36±0.01
1% Cactus extract + 30 mM MgCl ₂	1.24±0.03	1.32±0.03	1.37±0.02

품 매개 병원균, 피부 염증 관련균, 충치 원인균, 효모 및 곰팡이 등 넓은 항균 스펙트럼을 나타내었다. 뿐만 아니라 선인장 추출물은 열 안정성 시험에서 그 안정성이 뛰어나 식품 보존제로서의 응용 가능성과 그 기원이 천연 물질이므로 안전성 측면에서 보면, 새로운 개념의 항균활성 물질로서 평가되어 각종 소독 및 살균 관련 제품과 기능성 항균 제품 개발에 새로운 재료로서 그 응용 범위가 매우 넓다고 생각된다.

요 약

손바닥선인장 추출물은 한의학에서 항염증 작용, 화상, 부종, 소화 불량 등 몇 가지의 생리학적 기능이 확인되었다. 본 연구에서는 손바닥선인장 줄기를 메탄올을 이용하여 추출한 후 그 추출물을 이용하여 항균활성을 확인한 결과 병원균 등 일반 세균에서 항균활성을 확인하였다. 특히, 약제내성균 및 혐기성 균인 여드름 원인균 뿐만 아니라 효모, 곰팡이 등 진균류에서도 항균활성을 나타내어 넓은 항균 스펙트럼을 가지고 있음을 확인할 수 있었다. 또한 열 처리, 저장온도 및 저장기간이 항균활성에 영향을 미치지 않았으므로 온도 및 시간에 안정함을 확인할 수 있었고, 식품 보존제로서의 가능성 확인 시험에서도 기존의 식품 보존제보다 안전성이 있는 항균활성 물질로 평가되었다.

참 고 문 헌

- Ahn, D. K. 1998. Illustrated book of Korean Medicinal herb. *Kyohaksa*, 497.
- Choi, O. B., Yoo, G. S. and Park, K. H. 1999. Antioxidative and antimicrobial effects of water extracts with *Castanea crenata* leaf tea. *Korean. J. Food Sci. Technol.* **31(4)**, 1128-1131.
- Chung, H. J. 2000. Antioxidative and antimicrobial activities of *Opuntia ficus indica* var. *saboten*. *Korean. J. Food Sci.* **16(2)**, 160-166.
- Chung, M. S. and Kim, K. H. 1996. Stability of Betanine extracted from *Opuntia ficus* var. *saboten*. *Korean. J. Food Sci.* **12(4)**, 506-510.

- Chung, S. K., Jung, J. D. and Cho, S. H. 1999. Antimicrobial activities of Chopi (*Zanthoxylum peperitum* DC.) extract. *Korean. J. Food Sci. Nutr.* **28(2)**, 371-377.
- Chung, S. S., Ostric-Matijevic, B., Hsich, O. L. and Huang, C. L. 1997. Natural antioxidants from rosemary and sage. *J. Food Sci.* **42**, 102-1106.
- Davisdon, P. M., M. Parish, M. E. 1989. Methods for testing the efficacy of food antimicrobials. *Food Technol.* **1**, 148.
- Haene, G. R., J. B. Paqueay, R. E. Korthouwer and A. Best. 1997. Peroxynitrate scavenging by flavonoids. *Biochem. Biophys. Res. Comm.* **236**, 591-593.
- Hollman, P. C., J. M. van Trijp, M. N. Buysman, M. S. van der Gaag, M. J. Mengelers, J. H. de Vries and M, B, Katan. 1997. Relative bioavailability of the antioxidant flavonoid quercetin from various foods in man. *FEBS Lett.* **418**, 152-156.
- Kim, I. H., Kim, M. H., Km, H. M. and Kim, Y. E. 1995. Effect of antioxidants on the thermostability of red pigment in pickly pear. *Korean. J. Food Technol.* **27(6)**, 1013-1016.
- Kim, J., Wei, C. I., Marshall, M. R. 1995. Antibacterial activity if some essential oil components five foodborne pathogens. *J. Agric. Food Chem.* **43**, 2839-2845.
- Kwon, M. S., Chung, S. K., Choi, J. U., Song, K. S. and Lee, I. S. 1999. Antimicrobial and antitumor activity of triterpenoids fraction from *Poria cocos* wolf. *J. Korean. Soc. Food Sci. Nutr.* **28(5)**, 1029-1033.
- Lee, H. J. 1997. A study on antiulcer effects of *Opuntia dillenii* Haw. on stomach ulcer induced by water-immersion stress in rat. M. S. thesis. *Seoul National Univ., Seoul, Korea.*
- Lee, Y. C., Hwang, K. H., Han, D. H. and Kim. S. D. 1997. Composition of *Opuntia ficus-indica*. *Korean. J. Food Sci. Technol.* **29(5)**, 847-853.
- Lennette, E. H., Balows, A., Hausler, W. J., Jr. Shadomy, H. 1985. *American Society for Microbiology. J. Manual of Clinical Microbiology*, 4th ed. Washington, DC. 978-987.
- Park, J. S., Shim, C. J., Jung, J. H., Lee, G. H., Sung, C. K. and Oh, M. J. 1999. Antimicrobial activity of Ulmicortex extract. *J. Korean. Soc. Food Sci. Nutr.* **28(5)**, 1022-1028.
- Pszczola, D. E. 1993. Designer food. *Food Technol.* **47**, 92-101.
- Pyungbumsa. 1989. Useful plants of the world. *Tokyo*. 53.
- Wolle, J., R., R. Hill, E. Ferguson, L. J. Devall, B. K. Trivedi, R. S. Newton and U. Saxena. 1996. Selective inhibition of tumor necrosis factor-induced vascular cell adhesion molecular-1 gene expression by a novel flavonoid. Lack of effect

- on transcription factor NF-kappa B. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.* **16**, 1501-1508.
20. 고경식. 1994. 광속 식물 분류학. 새문사.
 21. 김창민. 1997. 中藥大辭典. 도서출판정담.
 22. 송주택, 정현철, 김병무, 태희성. 1989. 한국식물대보감. 한국자원식물연구원, 제일출판사.
 23. 이시진. 1982. 重訂 本草綱目(上·下). 文化圖書公司.
 24. 이휘재. 1964. 한국 식물도감 화훼류 I. 문교부.