

신안산 손바닥선인장의 생리활성 검정

조인경 · 서경순¹ · 김용두^{2*}

남부대학교 식품영양학과, ¹신흥제약사, ²순천대학교 식품공학과

Antimicrobial Activities, Antioxidant Effects, and Total Polyphenol Contents of Extracts of Prickly Pear, *Opuntia ficus indica*

In-Kyung Cho, Kyoung-Sun Seo¹ and Yong-Doo Kim^{2*}

Department of Food and Nutrition, Nambu University, Gwangju 506-706, Korea

¹Shinhung Pharmaceuticals Company, Yeosu 540-955, Korea

²Department of Food Science and Technology, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

Abstract

The antimicrobial activities, antioxidant effects, and total polyphenol contents of extracts of Prickly Pear *Opuntia ficus indica*, were investigated. In antimicrobial activity assays of solvent extract fractions, methanol and butanol extracts showed higher activities than did hexane and ether extracts. The stem showed a higher antimicrobial activity than did the fruit. When the antimicrobial activities of fruit and stem extracts were tested using 10 bacterial strains, strong activity was evident against *Escherichia coli*, with a lowest minimum inhibitory concentration of 100 mg/disk. However, no antimicrobial activities against lactic bacteria or yeasts were evident, even with disks containing more than 500 mg extract/disk. Antimicrobial substances in butanol extracts of fruit and stem maintained activity after heating at 100°C for 30 min and were not affected by changes in pH. DPPH free radical-scavenging activities of solvent extracts were in the order of water, ethyl acetate, butanol, ether, and ethanol. The stem showed greater DPPH free radical-scavenging activity than did the fruit. The total polyphenol contents in fruit and stem were 520.57 and 203.26 mg%, respectively.

Key words : *Opuntia ficus indica*, antioxidant effect, antimicrobial activity, total polyphenol content.

서 론

손바닥선인장은 선인장과에 속하는 다년생 초본인 손바닥선인장 *Opuntia ficus indica*를 기원으로 한다(1). 선인장은 약 4,000여 종의 선인장이 있는데, 그 중 열매가 달린 선인장은 손바닥선인장 또는 백년초로 불리며 줄기와 열매를 식용 할 수 있어 예부터 식용으로 사용되어 왔다(2). 우리나라에서는 제주도, 거제도,新安군 등 남해안 지방에 많이 분포하고 있다. 손바닥선인장은 한의학에서 통증, 脾臟肥大(비장비대), 腫瘍(종양), 腎臟(신장) 및 위(胃)의 통증, 嘔吐(구토), 發熱(발열), 鎮定(진정), 咽喉痛(인후통), 火傷(화상), 驚氣(경기)에 사용한다. 또한 기(氣)의 흐름과 혈액순환의 촉진, 瘀血(어혈) 제거, 止瀉(지사) 효과, 腸炎(장염) 치료효과

가 보고 되어 있다(3).

항산화, 항균효과, 선인장으로부터 분리된 pectin 성분은 콜레스테롤 성분을 낮추는 기능성을 가지고 있다고 보고되고 있다(4,5).

손바닥선인장에 관한 국내의 연구로서는 Chung 등(6)이 제주도산 손바닥선인장을 재료로 항산화 및 항균특성에 관하여 보고하였으며 손바닥선인장의 생리활성에 관한 연구결과도 보고된 바 있다(7,8,9).

In-vivo 실험에서 손바닥선인장의 항궤양 효과가 검증되었고(10) 그 외에도 손바닥선인장 열매의 적색색소의 열안정성에 미치는 항산화제의 효과에 대한 연구가 보고되었다(11).

새롭고 다양한 식품 등의 유통에 따라 보존기간의 연장이나 식품의 부패 미생물에 대한 생육억제 등 식품 보존에 대한 관심이 높아지고 있다(12). 최근 알려진 합성 보존료의 안전성 문제로 인한 소비자의 기피 현상이 증가하고 있는

*Corresponding author. E-mail : kyd4218@sunchon.ac.kr,
Phone : 82-61-750-3256, Fax : 82-61-750-3208

추세이다(13). 이러한 이유로 안정성이 검증된 일상생활에서 많이 사용되는 식품 재료로부터 천연 항균 물질을 검색하고 이를 식품에 응용하는 연구가 많이 진행되고 있다.

최근 식생활의 변화 및 흡연, 과음 및 스트레스 같은 간접적인 인자들의 활성화로 발생하는 당뇨, 비만, 암의 억제 또는 예방 및 치료 목적으로 천연소재의 항산화 활성과 성분과 관한 활발히 이루어지고 있다(14). 천연소재인 손바닥 선인장의 생리활성과 기능성에 관한 연구가 다수 진행되었으나 제주산 손바닥선인장에 관한 연구가 많아 육지에 접해 있는 신안산 손바닥선인장에 관한 연구는 미흡하다.

본 연구는 신안산 손바닥선인장의 추출물과 분획물을 몇 종의 식품과 관련이 있는 균주에 대하여 미생물에 대한 최소 저해 농도, 미생물 증식 및 항균물질의 열 안정성과 pH 안정성과 같은 항균활성 검정, 항산화능 측정 및 총 polyphenol 함량을 측정하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 신안산 손바닥선인장(*Opuntia ficus indica*)는 2007년 3월에 전라남도 신안군 지도읍에서 구입하여 냉장 및 동결건조하여 시료로 사용하였다.

사용균주 및 배지

실험에 사용한 균주는 Table 1에 나타낸 바와 같이 그람 양성균 3종, 그람 음성균 3종, 젖산균 2종 및 효모 2종을 선정하여 사용하였다. 균 생육배지는 세균에는 Nutrient broth와 agar, 젖산균은 *Lactobacillus* MRS broth와 agar, 효모는 YM broth와 agar배지를 각각 사용하였다.

Table 1. Microorganisms for antimicrobial studies

Gram(+) bacteria	<i>Bacillus cereus</i>	ATCC ¹⁾	27348
	<i>Bacillus subtilis</i>	ATCC	9372
	<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC	13301
Gram(-) bacteria	<i>Escherichia coli</i>	ATCC	15489
	<i>Salmonella typhimurium</i>	ATCC	14028
	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	ATCC	11250
Lactic acid bacteria	<i>Lactobacillus plantarum</i>	ATCC	8014
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	IFO ²⁾	12060
Yeast	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	IFO	1950
	<i>Hansenula anomala</i>	KCCM ³⁾	11473

¹⁾ATCC : American Type Culture Collection.

²⁾IFO : Institute for Fermentation, Osaka, Japan.

³⁾KCCM : Korean Culture Center of Microorganisms.

시 약

배지는 Difco(USA)사 제품을 구입하여 사용하였으며, 추출용매 및 시약은 일급 또는 특급시약을 구입하여 사용하였다.

다용매 연속 추출

각 건조시료 30 g을 Accelerated Solvent Extractor(ASE 100, Dionex, USA)에 의한 용매별 분획으로 diethyl-ether, ethylacetate, methanol, butanol 및 water로 연속추출하여 166 mL 추출물을 얻었다. 각 분획물을 30 mL로 농축하여 항균 활성과 항산화능 측정에 사용하였다.

추출물별 항균활성 검색

손바닥선인장의 항균활성 검색은 한천배지 확산법(Disc plate method)으로 측정하였다(15).

최소저해농도 측정

최소저해농도(minimum inhibitory concentration, MIC)는 한천배지 확산법(Disc plate method)을 이용하여 측정하였다. 신안산 손바닥선인장 부탄을 추출물의 고형물 함량을 10, 50, 100, 250 및 500 mg/mL이 되도록 조절한 filter paper disc(Toyo seisakusho, 8 mm)에 일정량씩 흡수시킨 후 고체 배지를 petri dish에 부어 고르게 퍼서 응고시킨 후 전 배양된 시험균액을 0.1 mL씩 접종한 다음 생육적온에서 48시간 배양하여 균주 증식이 되지 않은 농도로 결정하였다.

항균성 물질의 안정성 조사

손바닥선인장 부탄을 추출물의 열 안정성은 손바닥선인장 부탄을 추출물을 60°C~80°C 에서는 10분 간격으로 각각 30, 40, 50, 및 60분까지 열처리 하였으며, 90°C~100°C에서는 10분 간격으로 30분간 열처리 한 후 대조구와 같이 한천 배지 확산법으로 생육 저해환을 측정하여 비교하였다.

손바닥선인장 부탄을 추출물의 pH 안정성을 측정하기 위하여 손바닥선인장의 메탄올 추출물을 염산과 수산화나트륨으로 pH 3~pH 9까지 조절한 후 상온에서 1시간 방치한 다음, 다시 각각의 균주 최적 pH로 중화시켜서 열 안정성과 동일한 방법으로 생육저해 환을 측정하여 비교하였다.

항산화활성 측정

손바닥선인장의 전자 공여능 측정은 Blois의 방법(16)에 준하여 각 추출물의 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl ; Sigma Co.)에 대한 수소 공여능 효과, 즉 DPPH free radical scavenging activity로 측정하였다. 일정농도의 시료 2mL에 2×10⁻⁴M DPPH용액(dissolved in 99% methanol) 1 mL를 가하고, vortex mixing하여 37°C에서 30분간 반응 시켰다. 이 반응액을 흡수분광광도계를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였으며 전자공여는 electron donating ability (EDA%)로 3회 반복 실험 측정하여 얻은 결과를 평균한 값으로 나타내었다.

$$EDA(\%) = (A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}} \times 100$$

A_{control} : 음성대조구(분획 미첨가)의 흡광도

A_{sample} : 실험구(분획 첨가)의 흡광도

Polyphenol 함량분석

폴리페놀 분석은 Folin-Denis(17)의 방법을 일부 수정하여 실험하였다. 시료 5 g을 취하여 70% methanol 50 mL로 환류 추출하고, 희석 한 후 Folin 시약 2 mL을 첨가하여 3분 후에 10% Na₂SO₃ 5 mL을 가하고 혼합하여 발색시켰다. 1 시간후 발색된 시약을 660 nm에서 흡광도를 측정하였으며 표준물질 tannin을 기준으로 환산하였다.

통계처리 방법

본 실험은 독립적으로 3회 이상 반복 실시하여 실험결과를 SPSS 통계분석 프로그램을 이용하여 각 실험군간 평균치와 표준편차를 계산하였으며 유의성 검증은 Duncan의 다중비교로 처리하였다.

결과 및 고찰

추출물별 항균활성

추출용매에 따른 항균활성 물질의 추출능을 확인하기 위하여 diethyl-ether, ethylacetate, methanol, butanol 및 water의 항균활성 검색 결과는 Table 2 그리고 Fig. 1 과 같다. 각각의 추출물을 비교해 보면 butanol 추출물이 24.9~26.5 mm로 가장 강한 항균활성을 나타냈고, methanol 추출물, ethylacetate 추출물, water 추출물 순으로 항균활성이 나타났으며 diethyl-ether 추출물에서는 항균활성이 나타나지 않았다. 부위별 항균활성은 gram 양성균과 gram 음성균 모두에서 줄기가 13.7~26.5 mm 로 열매 9.5~21.9 mm 보다 높은 활성을 나타내었다. 균주별 항균활성을 살펴보면 세균의 gram 양성균, gram 음성균 모두 항균활성이 나타났고

젖산균 2종과 효모 2종에서는 항균활성이 나타나지 않았다.

항균활성 확인 결과는 제주산 손바닥 선인장 열매의 항균특성에 관한 연구에서 methanol과 95%에탄올 추출물에서 높은 항균활성을 나타내었다는 결과와 유사하였다(4)

항균활성은 주로 부탄올 추출물에서 유래한 것임을 확인할 수 있었고, 손바닥선인장의 항균활성 물질은 대장균과 살모넬라에도 항균활성이 나타나므로 부패 및 식중독균의 생육 억제에 효과가 있을 것으로 판단된다.

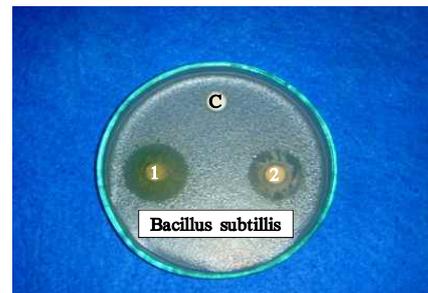


Fig. 1. Antimicrobial activity of the butanol extract from *Opuntia ficus indica* against *B. subtilis*.

C : Control. 1 : *Opuntia ficus indica* stem, 2 : *Opuntia ficus indica* fruit

부탄올 추출물의 최소저해농도

손바닥선인장 부탄올 추출물의 미생물에 대한 최소저해농도는 Table 3 과 같다. 최소저해농도는 gram 양성균, gram 음성균 모두에서 100 mg/mL이었으며 효모와 젖산균은 500 mg/mL에서도 항균활성이 나타나지 않았다. 손바닥선인장 열매 추출물과 줄기 추출물의 최소저해농도 차이는 유의적이지 않았다.

Table 2. Antimicrobial activities against various micro-organisms of the solvent extracts from *Opuntia ficus indica*

Strains	Clear zone on plate (mm) (8.0 mg/disc)									
	Diethyl ether extract		Ethyl acetate extract		methanol extract		butanol extract		Water extract	
	fruit	stem	fruit	stem	fruit	stem	fruit	stem	fruit	stem
<i>B. cereus</i>	-	-	13.9±1.1 ¹⁾	18.6±0.4	16.1±0.9	20.7±1.2	21.9±0.9	26.5±1.2	10.7±0.4	14.9±1.1
<i>B. subtilis</i>	-	-	12.2±0.9	17.7±0.3	16.7±0.5	20.8±0.7	20.4±0.8	25.6±1.1	10.8±0.6	14.0±1.2
<i>S. aureus</i>	-	-	11.5±0.4	16.6±0.2	16.2±0.4	19.9±0.2	19.5±0.3	25.8±1.1	10.1±0.3	13.9±1.2
<i>E. coli</i>	-	-	12.1±0.6	16.8±0.7	17.5±0.3	20.5±0.9	21.1±0.8	25.6±0.7	9.5±0.3	13.7±0.4
<i>S. typhimurium</i>	-	-	13.2±1.0	16.8±1.0	16.9±0.6	20.7±0.6	21.3±0.4	26.5±0.9	10.7±0.4	14.5±0.3
<i>P. fluorescens</i>	-	-	12.3±0.2	17.6±0.2	17.3±0.5	20.9±0.5	20.9±0.7	24.9±0.6	10.9±0.2	14.6±0.4
<i>L. plantarum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. mesenteroides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. cerevisiae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>H. anomala</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹⁾mean±SD (n=3).

Table 3. Minimum inhibitory concentration of the butanol extracts from *Opuntia ficus indica* parts against target microorganism

Strains	growth at concentration (mg/mL) (8.0 mg/disc)									
	butanol extract									
	10		50		100		250		500	
	fruit	stem	fruit	stem	fruit	stem	fruit	stem	fruit	stem
<i>B. cereus</i>	+	+	+	+	±	±	-	-	-	-
<i>B. subtilis</i>	+	+	+	+	±	±	-	-	-	-
<i>S. aureus</i>	+	+	+	+	±	±	-	-	-	-
<i>E. coli</i>	+	+	+	+	±	±	-	-	-	-
<i>S. typhimurium</i>	+	+	+	+	±	±	-	-	-	-
<i>P. fluorescens</i>	+	+	+	+	±	±	-	-	-	-
<i>L. plantarum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>L. mesenteroides</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>S. cerevisiae</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>H. anomala</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

+, Growth, ±; Uncertain in growth, -; No growth.

항균성 물질의 열 및 pH 안정성

손바닥선인장 부탄올 추출물에 함유되어 있는 항균 활성 물질의 열 안정성 및 pH 안정성 측정 결과는 Table 4, 5와 같다. 손바닥선인장의 부탄올 추출물을 100°C에서 30분간

열처리한 후 항균활성은 *B. subtilis* 에서 23.2 mm, *E. coli* 에서 23.5 mm로 대조구 25.6 mm, 26.1 mm과 차이가 크지 않아 열에 안정한 것을 알 수 있었다. pH 3과 pH 9에서 항균활성이 다소 감소하였으나 생육저해환의 크기가 대조구와 차이가 적어 항균활성 물질은 pH 변화에 따른 영향을 크게 받지 않는 것으로 나타났다.

Table 5. Effect of pH treatment on the growth inhibitory activity of butanol extracts¹⁾ of *Opuntia ficus indica* against *B. subtilis* and *E. coli*

Strains		Clear zone on plate (mm) ²⁾ (8.0 mg/disc)				
		Control	pH			
			3	5	7	9
<i>B. subtilis</i>	fruit	21.4	20.1±1.4 ³⁾	21.1±2.1	21.4±1.4	21.2±0.9
	stem	25.6	23.9±2.1	26.2±1.7	26.2±2.9	25.3±1.2
<i>E. coli</i>	fruit	20.7	20.3±1.1	20.5±0.7	20.2±0.8	20.1±0.6
	stem	26.1	25.1±1.8	25.2±1.6	25.3±1.4	25.2±0.8

¹⁾butanol extract was adjusted to pH 3~9 for 60 min at room temperature.

²⁾Diameter (mm).

³⁾Mean±SD (n=3).

추출물별 항산화 활성

손바닥선인장의 추출물별 DPPH free radical 소거능은 Fig. 3과 같다. 손바닥선인장 열매와 줄기를 diethyl-ether,

Table 4. Effect of heat treatment on the growth inhibitory activity of butanol extracts¹⁾ of *Opuntia ficus indica* parts against *B. subtilis* and *E. coli*

Strains		Clear zone on plate (mm) ²⁾ (8.0 mg/disc)								
		Cont.	70°C				80°C			
			30	40	50	60	30	40	50	60
<i>B. subtilis</i>	fruit	21.4	21.5±1.7 ³⁾	21.3±1.1	21.2±1.2	21.0±0.9	21.1±1.2	21.1±0.8	20.9±0.8	20.5±0.6
	stem	25.6	25.6±2.1	25.2±1.2	24.9±0.9	24.5±1.1	24.7±1.0	24.5±0.8	24.1±1.1	23.6±0.4
<i>E. coli</i>	fruit	20.7	20.5±0.9	20.2±1.0	20.7±1.2	20.1±0.7	19.8±1.3	20.1±1.6	19.6±0.7	19.4±0.5
	stem	26.1	25.7±1.3	25.3±0.7	25.0±0.9	24.6±0.9	24.9±1.7	24.7±1.2	24.3±1.4	23.8±0.7

Strains		Clear zone on plate (mm) ²⁾ (8.0 mg/disc)						
		Cont.	90°C			100°C		
			10	20	30	10	20	30
<i>B. subtilis</i>	fruit	21.4	21.1±1.1	20.9±0.9	20.6±1.0	20.9±1.2	20.4±0.7	20.0±0.8
	stem	25.6	24.7±1.2	24.4±1.3	24.0±0.7	24.2±1.0	23.8±0.4	23.2±0.5
<i>E. coli</i>	fruit	20.7	20.2±0.4	20.0±1.4	19.6±0.6	19.9±1.1	19.3±0.5	18.9±0.7
	stem	26.1	25.0±2.3	24.6±0.9	24.2±1.1	24.3±1.2	24.0±0.3	23.5±0.4

¹⁾Butanol extract was heated for 30~60 min at 70~80°C and heated for 10~30 min at 90~100°C.

²⁾Diameter (mm).

³⁾Mean±SD (n= 3).

ethylacetate, methanol, butanol 및 water로 추출하여 항산화 활성을 측정한 결과 줄기의 water추출물이 65%로 다른 용매에 비하여 가장 높은 활성을 보였으며, 열매와 줄기 모두 methanol, butanol, ethylacetate 및 diethyl-ether 추출물 순으로 평균 36-57%정도의 항산화활성을 보였다. 시료 부위별로 살펴보면 줄기가 열매에 비해 약간 높게 나타났다. 이는 한 등(18)이 보고한 손바닥선인장의 항산화활성에서 줄기가 열매보다 약간 높게 나타났다는 보고와 일치하였으나 용매별 항산화 활성에서 water 추출물의 활성이 높은 본 연구결과와 다소 차이가 있었다.

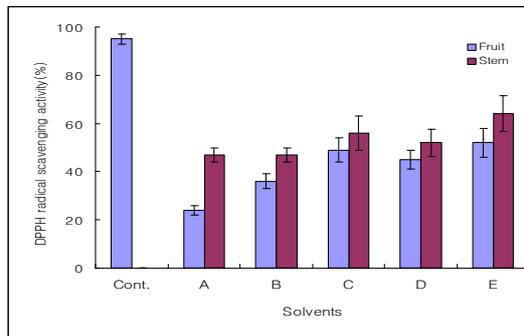


Fig. 2. DPPH free radical scavenging activities of various extracts of *Opuntia ficus indica*.

Control : Tocopherol A: diethyl-ether, B: ethylacetate, C: methanol, D: butanol E: water

Total polyphenol 함량

손바닥선인장의 부위별 총 폴리페놀 함량은 Table 16에서 보는 바와 같다. 부위별 함량을 살펴보면 열매가 520.57 mg%로 줄기의 203.26 mg%보다 2배 정도 높은 함량을 나타냈다. 이 등(19)이 보고한 국내산 식물성 식품 중 폴리 페놀 화합물의 함량을 보면 맵쌀 0.17%, 찹쌀 0.18%, 보리쌀 0.23%, 녹두 0.35%, 쭉갯 0.41%, 쭉 1.11% 및 생강 1.67%로 보고되어 있고, 본 연구에서의 손바닥선인장의 폴리페놀의 함량은 203.26-520.57 mg%로 나타나 비교적 높은 것을 확인하였다.

Table 6. The contents of total polyphenols in *Opuntia ficus indica*

Component (mg%)	Fruit	Stem
Total polyphenols	520.57±21.7 ¹⁾	203.26±18.4

¹⁾Mean±SD (n=3).

요 약

신안산 손바닥선인장 butanol 추출물과 methanol 추출물이 10균주 중 세균에 대하여 항균활성이 강하였으나, 젖산균 및 효모에 대해서는 항균활성이 나타나지 않았다. 부위

별 항균활성은 줄기 추출물이 열매 추출물 보다 강한 활성을 나타내었다. 손바닥선인장의 butanol 추출물의 최소저해농도는 세균은 100 mg/mL 이었고, 효모와 젖산균은 500 mg/mL이었다. 손바닥선인장 추출물의 열 안정성은 100°C에서 30분 가열시에도 항균활성이 거의 감소되지 않아 열에 안정한 물질로 확인 되었다. 손바닥선인장 butanol 추출물에 함유된 항균활성 물질의 pH 안정성은 산성인 pH 3 과 알칼리인 pH 9 에서도 항균활성이 감소되지 않아 산과 알칼리에서도 안정한 물질로 확인되었다. 손바닥선인장의 추출물별 DPPH free radical scavenging activity는 열매와 줄기 모두 water, methanol, butanol, ethyl-acetate 및 diethyl-ether 순으로 나타냈고, 시료 부위별로는 줄기가 열매에 비해 항산화 활성이 높게 나타났다. 손바닥선인장의 폴리페놀함량은 열매가 520.57 mg%로 줄기 203.26 mg% 보다 2배정도 높은 함량을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 신안군의 연구비 지원으로 수행된 연구 결과의 일부로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Lee, C.B. (1985) Korean flora, Hyangmun Publishing co., Seoul, p. 559
2. 世界有用植物辭典 (1989) 平凡社, 東京. p. 53.
3. 中約大辭典 (1985) 上海科學技術出版社, 東京. p. 2731..
4. Chung, H.J. (2000) Antioxidative and antimicrobial activities of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten*. Korean J. Soc. Food Sci., 16, 160-166
5. Ferandez, M.L. and Mcnamara D. J. (1990) Pectin isolation from prickly peat(*Opuntia sp.*) modifies low density lipoprotein metabolism in cholesterol fed guinea pigs. Lipids, 25, 1283~1290.
6. Chung, H.J. (2000) Antioxidative and antimicrobial activities of *Opuntia ficus indica* var. *saboten*. Korean J. Soc. Food Sci., 16, 160-165.
7. Choi, J.W., Lee, J.G., Lee, Y.C., Moon, Y.I., Park, H.J. and Han, Y.N. (2001) Screening on biological activities of the extracts from fruit and stem of Prickly Pear (*Opuntia ficus-indica* var. *saboten*). Korean. J. Pharmacogn., 32, 330-337.
8. Shin, J.E., Han, M.J., Lee, I.K., Moon, Y.I. and Kim, D.H. (2003) Hypoglycemic activity of *Opuntia ficus-indica* var. *sabotan* on alloxan or streptozotocin-induced diabetic

- mice. Korean J. Pharmacogn., 34, 75-79.
9. Lee, K.S., Oh, C.S. and Lee K.Y. (2005) Antioxidative effect of the fractions extracted from a cactus Cheonnyuncho (*Opuntia humifusa*). Korean J. Food Sci. Technol., 37, 474-478.
 10. Lee, H.J. 1997. Study on antiulcer effects of *Opuntia dillenii* Haw. on stomach ulcer induced by water-immersion stress in rats. Seoul National University.
 11. Kim, I.H., Kim, M.H., Kim, H.M. and Kim, Y.E. 1995. Effect of antioxidants on thermostability of red pigment in Prickly Pear. Korean J. Food Sci. Technol., 27, 10-13.
 12. 李在根·龍口和惠·提將和·渡邊忠雄, (1985) グリシンと二,三の 藥劑の抗菌力併用効果, 日本食品衛生學雜誌, 26, 279-284.
 13. Seo, K.S. (2007). Changes of chemical constituents and biological active substances in *Prunus mume* Fruit. Sunchon National University, 1-40.
 14. Kim, J.S. (2000) The current status of Koreans coronary heart disease. In diagnosis and treatment in hyperlipidemia. Association of hyperlipidemic therapy. Haneuyhak, Seoul, 64-74.
 15. Kang, S.K., Kim, Y.D. and Choi, O.J. (1998) Antimicrobial activity of defatted camellia(*Camellia japonica* L.) seeds extract. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 27, 232-238.
 16. Blois MS. (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature, 26, 1199-1744.
 17. J. Slyn, M. A. (1970) Methods in food analysis, Acad, press, New York, 710-711.
 18. Han, I.H., Lee, K.A. and Byoun, K.E. (2007) The antioxidant activity of Korean Catus(*Opuntia humifusa*) and the quality characteristics of cookies with catus powder added. Korean J. Food Coockey Sci., 23, 443-451.
 19. Lee, J.H. and Lee, S.R. (1994) Analysis of phenolic substances content in Korean plant foods. Korean J. Food Sci. Technol., 26, 310-316.

(접수 2009년 8월 15일, 채택 2009년 12월 4일)