

## 손바닥 선인장 물추출물로 가공한 유색미의 취반 특성

서성수 · 김미영 · 윤광섭 · 노홍균 · 김순동\*

대구가톨릭대학교 식품공학과

### Cooking Characteristics of Rice Coated with Prickly Pear Water Extracts

Sung-Soo Seo, Mee-Young Kim, Kwang-Sup Youn, Hong-Kyoon No and Soon-Dong Kim\*

Dept. of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Gyongsan 712-702, Korea

#### Abstract

Cooking characteristics of rice uncoated and coated with prickly pear water extracts (4% v/w for rice) were investigated. Prickly pear contained 83.22 mg% of  $\alpha$ -aminoadipic acid and 75.61 mg% of tyrosine as major free amino acids. After cooking, the coated rice contained 1.66 mg% of  $\alpha$ -aminoadipic acid which was not found in the uncoated rice. The free amino acid composition of the coated rice revealed significantly higher contents (about 2.0 to 4.2 times) of arginine, histidine, leucine, lysine and tyrosine compared with those of the uncoated rice. The major minerals in the prickly pear were Ca, K and Mg accounting for 95% of the total minerals present. After cooking, the mineral contents in the coated rice were higher by 10~45% than those in the uncoated rice. The coated rice showed lower hardness, gumminess and brittleness, and higher cohesiveness than the uncoated rice. In sensory evaluation, there were no differences in sweet taste, and overall and color acceptability between the uncoated and coated rice. However, the coated rice showed higher scores for savory and sticky taste than the uncoated rice.

**Key words:** prickly pear, water extracts, coated rice, cooking characteristics

#### 서 론

손바닥 선인장(*Opuntia ficus-indica*)은 백년초라고도 불리어지는 다년생 식물로 멕시코가 그 원산지이며, 우리나라에는 약 200년 전에 들어와 제주도 월령마을과 마라도 남쪽 해변 산지에 자연상태로 착생되어 제주도 지방 기념물 제 35호로 지정되어 있다. 현재는 북제주군의 월평리를 중심으로 노지에서 재배되고 있으며, 열매는 서양배 모양을 하고 껍질물과 함께 다량의 적색계 색소를 함유하고 있다(1). 열매는 공복에 갈아 마시면 변비치료, 이뇨효과, 장운동 활성화 및 식욕증진에 효과가 있으며, 당뇨, 고혈압, 천식에도 효능이 있다고 하여 민간요법으로 사용되어 왔다(2). 또한, 라디칼 소거, tyrosinase 활성억제, 항알레르기 활성(3), 항산화 및 항균활성(4), 스트레스 항위궤양 효과(5) 등 다양한 기능성이 보고되고 있다. 색소성분은 합질소 anthocyanin의 일종인 betalaines로 적색의 betacyanines과 황색의 betaxanthines로 구성되어 있으며 75~95%가 betacyanines에 속하는 것으로 알려져 있다(6). 지금까지 손바닥 선인장에 관한 연구로는 색소의 안정성(7,8), 품종별 아미노산 조성(9), 성분 특성(10), 추출물을 첨가한 면류의 품질 특성(11) 등으로 상당히 단편적인 연구에 그

치고 있다.

본 연구는 최근 식생활의 서구화로 쌀 위주의 식생활에 많은 변화를 가져와 쌀 소비량은 해마다 줄어들고 있는 반면 기능성을 가미한 쌀의 소비가 늘고 있음(12)을 감안하여, 손바닥 선인장 물추출물로 코팅한 유색미의 취반 특성을 조사하였다.

#### 재료 및 방법

##### 재료

손바닥 선인장(*Opuntia ficus-indica* var. saboten) 열매는 제주도 한림읍 월평리에서 생산된 것을 2002년 2월에 구입하여 -40°C에서 동결, 저장하면서 사용하였다. 쌀은 경북의 성미를 사용하였으며 농협에서 구입하였다.

##### 유색미 제조

예비실험에서 손바닥 선인장 물추출물을 쌀에 대하여 2~6%(v/w) 범위로 코팅하여 색상에 대한 선호도를 평가한 결과 4%로 선정되어 다음과 같이 제조하였다. 즉, 손바닥 선인장 추출은 열매의 껍질을 벗겨낸 후 증류수를 6배로 가하고 homogenizer(Nihonseiki Kaisha Ltd., Japan)를 사용하여 15,000

\*Corresponding author. E-mail: kimsd@cuth.cataegu.ac.kr  
Phone: 82-53-850-3216, Fax: 82-53-850-3216

rpm으로 5분간 파쇄, 추출한 후 10,000 rpm에서 15분간 원심 분리하였다. 유색미의 제조는 쌀을 유리판에 고르게 편 후 쌀 100 g에 대하여 추출액 24 mL을 분무하여 쌀에 대한 손바닥 선인장 열매의 양을 4%(v/w)되게 하였으며, 실온(20°C)의 암소에서 2일간 자연 건조시킨 유색미의 수분함량은  $14.5 \pm 0.06\%$ 이었다.

#### 취반

쌀 150 g에 증류수 225 mL을 가하여 30분간 침수시킨 다음 전기밥솥(Daewon Co., Korea)으로 20분간 취반하고 10분간 뜸을 들였다.

#### 유리아미노산 분석

유리아미노산의 분석은 Kim 등(12)의 방법에 준하여 다음과 같이 행하였다. 즉, 시료 50 g에 75% ethanol 50~250 mL을 가하여 75°C에서 60분간 환류추출하였다. 잔사는 다시 75% ethanol 250 mL로 2회 반복 추출하여 감압농축하고 0.2 M citrate buffer로 추출한 후 50 mL로 정용하여 0.22  $\mu$ m의 syringe filter로 여과하여 HPLC(Hitachi L-8800, Japan)로 분석하였다. 분석조건은 ultrapac II cation exchange resin 250 mm, buffer 용액은 pH 2.80, 3.00, 3.15, 3.50, 3.55의 citrate buffer, buffer flow rate 20 mL/hr, ninhydrin flow rate 20 mL/hr, column 온도 35~80°C, chart 속도 20 mm/min, injection volume 20  $\mu$ L이었다.

#### 무기질 분석

시료 10 g을 증발접시에 칭량하여 전기곤로에서 태운 후 회화로(Hwashin Co., Korea)를 사용하여 600°C에서 회화하였다. 방냉한 후 6 N HCl 10 mL을 가하여 하룻 밤 동안 용해시켰으며, Whatman No. 6 여과지로 여과한 후 100 mL로 정용하여 ICP-AES(JY 38 Plus, France)로 분석하였다(13). 분석조건으로 frequency 40.66 MHz, plasma gas flow 12 L/min, sheath gas flow 0.2 L/min, auxiliary gas flow 0.1 L/min, sample flow rate 1 L/min 이었으며, 각각의 고유 파장에서 측정하였다.

#### 텍스처 및 색상

조직감은 무작위로 취한 밥알을 rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co., Japan)을 이용하여 hardness, cohesiveness, springiness, gumminess 및 brittleness를 측정하였다. 측정 조건은 table speed 60 mm/min, 직경 10 mm probe로 하였다.

색상은 색차계(Chromameter, CR-200, Minolta, Japan)로 L\*(lightness), a\*(redness; -a\* greenness), b\*(yellowness; -b\* blueness)값을 측정하였다.

#### 관능검사

관능검사는 대학생 20명에게 본 실험의 목적을 설명하고 5점 강도법(14)에 의하여 색상에 대한 기호도, 단맛, 구수한 맛, 쫄깃한 맛 및 종합적인 기호도를 조사하였고, 색상에 대한 기호도와 종합적인 맛은 “아주 나쁘다(1점), 나쁘다(2점), 보통이다(3점), 좋다(4점), 아주 좋다(5점)”로 평가하였으며 나머지 항목은 “아주 약하다(1점), 약하다(2점), 보통이다(3점), 강하다(4점), 아주 강하다(5점)”로 평가하였다.

#### 통계처리

분석은 3회 반복 실험하여 평균치 또는 평균치  $\pm$  표준편차로 나타내었으며, 관능검사 data 및 평균치의 유의성 검증은 SPSS(statistical package social science, version 7.5)를 이용하여 Duncan's multiple range test와 t-test를 행하였다.

## 결과 및 고찰

#### 유색미의 색상

손바닥 선인장 열매 물추출물을 쌀에 대하여 4%로 코팅한 유색미의 색상을 백미와 비교한 결과는 Table 1과 같다. L\* 값은 백미에서는 70.78이었으나 유색미는 51.14로 낮았으며 적색도를 나타내는 a\* 값은 백미에서는 -1.83이었으나 유색미는 44.43으로 높은 값을 나타내었다. b\* 값은 백미는 13.48을 나타내었으나 유색미는 -62.75로 큰 차이를 보였다. 육안으로 본 색상은 백미는 아주 연한 황색이 스며든 백색을 띠나 유색미는 자청색으로 기호도는 백미(2.85점)에 비하여 유색미(4.01점)가 높았다.

#### 유리아미노산 및 그 유도체 함량

손바닥 선인장 열매와 그 물추출물을 쌀에 대하여 4%로 코팅한 유색미 취반 및 백미 취반의 유리아미노산 함량을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 손바닥 선인장 열매의 유리아미노산은  $\alpha$ -amino acid가 83.22 mg%, tyrosine이 75.61 mg%로 높은 함량을 나타내었고 다음으로 arginine과 glycine이 각각 24.53 mg%와 28.12 mg%를 나타내었다. 그 외 glutamic acid, methionine 및 alanine은 10.14~19.61 mg%

Table 1. Color of rice uncoated and coated with prickly pear water extracts

Rice	L*	a*	b*	Color acceptability
Uncoated	$70.78 \pm 1.05^{a2)}$	$1.83 \pm 0.34^b$	$13.48 \pm 0.03^a$	$2.85 \pm 0.34^{b3)}$
Coated <sup>1)</sup>	$51.14 \pm 1.24^b$	$44.43 \pm 0.82^a$	$-62.75 \pm 0.94^b$	$4.01 \pm 0.18^a$

<sup>1)</sup>Rice was coated with prickly pear water extracts (4% v/w).

<sup>2)</sup>Values are means  $\pm$  SD of triplicate determinations and different superscripts within a column indicate significant differences at  $p < 0.05$ .

<sup>3)</sup>Values are means  $\pm$  SD of 20 panelists. Color acceptability was evaluated from very poor (1 point) to very good (5 points).

**Table 2. Free amino acids and related compounds of prickly pear and cooked rice uncoated and coated with prickly pear water extracts**  
(mg/100 g fresh weight)

Compound	Prickly pear	Cooked rice	
		Uncoated	Coated <sup>1)</sup>
Alanine	19.61 <sup>2)</sup>	11.69	13.13
DL(+)-Allohydroxylysine	3.01	2.30	2.30
$\alpha$ -Aminoadipic acid	83.22	nd	1.66
$\beta$ -Aminoisobutylic acid	4.51	5.03	5.05
Ammonia	0.01	0.89	3.01
Arginine	24.53	3.02	6.74
Asparagine	0.68	51.53	55.06
Aspartic acid	2.90	7.07	8.48
Carnosine	nd <sup>3)</sup>	18.19	14.39
Cystathionine	7.37	6.04	5.72
Glutamic acid	10.14	14.66	8.69
Glycine	28.12	4.10	5.21
Histidine	1.99	0.46	1.07
Isoleucine	5.19	2.24	3.38
Leucine	2.64	2.15	4.46
Lysine	1.80	0.84	3.51
Methionine	11.68	2.39	4.19
1-Methylhistidine	0.44	nd	nd
Phenylalanine	8.49	1.87	4.39
Phosphoserine	3.25	1.25	1.95
Proline	nd	nd	nd
Sarcosine	nd	nd	nd
Serine	0.74	2.66	3.81
Taurine	nd	2.09	3.67
Threonine	0.83	1.18	2.00
Tyrosine	75.61	2.44	8.6
Valine	6.88	4.41	7.1
Total	307.64	148.50	177.57

<sup>1)</sup>See Table 1.

<sup>2)</sup>Values are means of triplicate determinations.

<sup>3)</sup>nd: not detectable.

로 이상 7종의 아미노산이 전체 유리 아미노산의 89%를 차지하였다.

Stintzing 등(15)은 손바닥 선인장 3품종 (*Morado*, *Gymnocarpo* 및 *Apastillada*)의 유리 아미노산의 함량을 조사한 결과 taurine이 32.36 mg%, proline이 57.21 mg%로 이들 아미노산이 주 아미노산이라 보고하였으나 본 연구에서는 이들 아미노산은 검출되지 않았다. Lee 등(16)은 손바닥 선인장 열매의 주 유리아미노산이 tyrosine으로 전체 유리아미노산의 25.4%를 차지한다고 보고하였다. 본 실험에 사용한 제주도산 손바닥 선인장 열매에는  $\alpha$ -aminoadipic acid와 tyrosine이 주 아미노산으로 상기의 결과와는 다소 차이가 있었다.

$\alpha$ -Aminoadipic acid는 고등식물계에서 lysine 생합성의 전구체이며(17), pyridine 유도체인 1-methyl-4-phenyl-1,2,3,6-tetrahydropyridine에 의하여 유도되는 신경성 질환을 막는 효과가 있다(18). 또, tyrosine은 뇌와 안구 catecholamine의 수송체 dopamine의 전구체로서 식이 tyrosine은 당뇨에 걸린 쥐 망막의 tyrosine과 dopamine 결핍을 교정함으로써 눈을 보호하며, 뇌의 작용을 원활하게 하는 작용이 있는 것으로 알려져 있다(19).

백미 취반의 총 유리아미노산 함량은 148.50 mg%이었으며 이 가운데 asparagine이 51.53 mg%로 가장 높고 다음으로 carnosine, glutamic acid, alanine 순으로 각각 18.19 mg%, 14.66 mg% 및 11.69 mg%이었다. 그 외  $\beta$ -aminoisobutylic acid, aspartic acid, cystathionine, glycine, valine 등은 4.10~7.07 mg% 범위였다.

유색미 취반은 백미 취반에서 검출되지 않는  $\alpha$ -aminoadipic acid를 1.66 mg% 함유하였으며, arginine과 leucine은 백미취반의 약 2배, histidine과 lysine은 각각 2.3배와 4.2배, tyrosine은 3.4배, 그 외 아미노산류도 대체로 증가하는 경향이 있었다.

**무기질 함량**

손바닥 선인장 열매와 백미 취반 및 유색미 취반의 무기질 함량을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 손바닥 선인장 열매에 많이 함유되어 있는 무기질로는 Ca(642.86 mg%), K(392.94 mg%) 및 Mg(181.88 mg%)으로 전체 무기질 함량의 약 95%를 차지하였다. 그 외 Na, P, Mn, Fe, Zn, Cu의 함량은 0.11~45.63 mg%이었다. Lee 등(11)은 손바닥 선인장 열매에는 K의 함량이 가장 높고 다음으로 Ca의 함량이 높다고 보고하였으며 이러한 함량은 일반 과실에 비하여 높은 함량임을 지적하였다.

한편, 백미 취반에는 P의 함량이 58.00 mg%로 전체 무기질의 64%를 차지하였으며 Ca, K, Mg, Na의 함량은 4.56~10.43 mg% 범위였다. 손바닥 선인장 열매 물추출액을 쌀에 대하여 4%되게 코팅한 유색미 취반에는 백미 취반에 비하여 K는 46%, Fe는 61%가 증가되었으며, total 무기질 함량은 백미 취반에 비하여 8%가 증가되었다.

**텍스처**

유색미 취반과 백미 취반의 조적감을 비교한 결과는 Table 4와 같다. 밥알의 견고성을 나타내는 hardness는 백미 취반에 비하여 유색미 취반에서 현저하게 낮았으나 내부 결합력

**Table 3. Mineral contents of prickly pear and cooked rice uncoated and coated with prickly pear water extracts**  
(mg/100 g fresh weight)

Minerals	Prickly pear	Cooked rice	
		Uncoated	Coated <sup>1)</sup>
Ca	642.86 <sup>2)</sup>	4.56	5.16
K	392.94	8.36	12.17
Mg	181.88	10.43	11.53
Na	45.63	6.90	6.89
P	12.30	58.00	58.75
Mn	10.14	0.29	0.33
Fe	1.01	1.59	2.56
Zn	0.47	0.64	0.65
Cu	0.11	0.15	0.17
Total	1287.34	90.92	98.21

<sup>1)</sup>See Table 1.

<sup>2)</sup>Values are means of triplicate determinations.

Table 4. Textural properties of cooked rice coated and uncoated with prickly pear extracts

Texture	Cooked rice	
	Uncoated	Coated <sup>1)</sup>
Hardness ( $\times 10^6$ dyne/cm <sup>2</sup> )	4.36 $\pm$ 0.48 <sup>a2)</sup>	0.91 $\pm$ 0.20 <sup>b</sup>
Cohesiveness (%)	33.21 $\pm$ 5.32 <sup>b</sup>	62.27 $\pm$ 8.12 <sup>a</sup>
Springiness (%)	49.64 $\pm$ 6.36 <sup>a</sup>	46.15 $\pm$ 5.15 <sup>a</sup>
Gumminess ( $\times 10^2$ g)	3.10 $\pm$ 0.83 <sup>a</sup>	0.92 $\pm$ 0.22 <sup>b</sup>
Brittleness ( $\times 10^2$ g)	1.60 $\pm$ 0.54 <sup>a</sup>	0.45 $\pm$ 0.28 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>See Table 1.

<sup>2)</sup>Values are means  $\pm$  SD of triplicates and different superscripts within a row indicate significant differences at  $p < 0.05$ .

을 나타내는 응집성(cohesiveness)은 유색미 취반에서 높은 값을 나타내었다. 탄력성(springiness)은 백미 취반과 유색미 취반간의 차이가 없었으며, 삼키기 쉬운 상태로 분쇄하는데 필요한 에너지인 점착성(gumminess)은 백미 취반에서 높은 값을 나타내었고 깨짐성(brittleness)은 유색미 취반에서 낮았다.

상기의 결과, 손바닥 선인장 열매 물추출물을 4% 농도로 코팅함으로써 경도는 감소하는 반면 응집성은 증가함으로써 취반시 찰기가 향상되는 것으로 사료된다. Lee 등(11)은 손바닥 선인장 분말을 첨가한 생면의 조리 후 조직감을 조사한 결과 견고성, 응집성, 부착성, 껌성, 씹힘성 및 절단성이 모두 대조구에 비하여 감소하여 조직감이 나빠졌다고 하여 밥의 경우와는 차이를 나타내었다.

#### 관능검사 및 색상

백미 취반과 유색미 취반에 대한 관능검사 결과는 Table 5와 같다. 단맛은 백미 취반과 유색미 취반간에 뚜렷한 차이가 없었으나 구수한 맛과 짭짤한 맛은 유색미 취반에서 높았다. 이러한 결과는 유색미 취반이 백미 취반에 비하여 견고성이 낮고 응집성이 높게 나타난 결과(Table 4)와 일치하며, 손바닥 선인장 열매의 맛에 관여하는 유리아미노산류가 보완됨으로써 구수한 맛이 증가되는 것이라 사료된다. 종합적인 기호도는 유의적인 차이는 보이지 않으나 평균치는 유색미 취반에서 오히려 낮은 값을 보였는데 이는 유색미 취반의 색상이 연한 황색(L\* 값: 62.24, a\* 값: 17.89, b\* 값: -43.39)을 띠어 색상에 대한 기호도가 백미 취반(L\* 값: 67.27, a\* 값: 4.03, b\* 값: 19.14)에 비하여 오히려 낮게 나타난 때문이라 사료된다. 그러나 색상에 대한 기호도 역시 통계적 유의차는 나타나지 않았다.

Lee 등(10)은 손바닥 선인장 열매 분말을 3~9% 첨가한 생면을 끓는 물로 5분간 조리한 경우 a\* 값이 현저히 감소함과 동시에 b\* 값은 증가하여 본 실험에서처럼 손바닥 선인장 열매의 색상이 생면의 조리시에 황변함을 보여주었다. Kim 등(8)은 손바닥 선인장 열매로부터 추출한 적색색소 betanin의 열에 의한 반감기를 조사한 결과, 50°C에서는 444분, 70°C에서는 60분, 90°C에서는 10분 정도로 열에 불안정하다고 하

Table 5. Sensory evaluation and color values of cooked rice uncoated and coated with prickly pear water extracts

Attributes	Cooked rice		
	Uncoated	Coated <sup>1)</sup>	
Sweet taste	2.68 $\pm$ 0.25 <sup>a2)</sup>	2.82 $\pm$ 0.23 <sup>a</sup>	
Savory taste	3.02 $\pm$ 0.25 <sup>b</sup>	3.63 $\pm$ 0.26 <sup>a</sup>	
Sticky taste	2.98 $\pm$ 0.27 <sup>b</sup>	3.63 $\pm$ 0.21 <sup>a</sup>	
Overall acceptability	2.95 $\pm$ 0.35 <sup>a</sup>	2.63 $\pm$ 0.33 <sup>a</sup>	
Color acceptability	3.25 $\pm$ 0.37 <sup>a</sup>	2.79 $\pm$ 0.36 <sup>a</sup>	
Color values <sup>3)</sup>	L*	67.27 $\pm$ 1.52 <sup>a</sup>	62.24 $\pm$ 1.73 <sup>b</sup>
	a*	4.03 $\pm$ 0.53 <sup>b</sup>	17.89 $\pm$ 1.58 <sup>a</sup>
	b*	19.14 $\pm$ 2.49 <sup>a</sup>	-43.39 $\pm$ 2.85 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>See Table 1.

<sup>2)</sup>Values are means  $\pm$  SD of 20 panelists and different superscripts within each row indicate significant differences at  $p < 0.05$ . Overall and color acceptability was evaluated from very poor (1 point) to very good (5 points), and other attributes were evaluated from very low (1 point) to very strong (5 points).

<sup>3)</sup>Values are means  $\pm$  SD of triplicate determinations.

였으며, 열처리 시간이 길어짐에 따라 최대파장의 peak값이 감소됨과 동시에 단파장 영역으로 이동한다고 하여 가열조리에 의하여 변색과 탈색이 동시에 일어나는 것으로 생각된다.

## 요 약

손바닥 선인장(*Opuntia ficus-indica* var. saboten) 열매의 물추출물을 4%되게 코팅한 유색미와 백미의 취반특성을 비교하기 위하여 색상과 유리아미노산 및 무기질 함량, 조직감 및 관능적 품질을 조사하였다. 유색미는 자청색을 띠었으나 그 취반은 연한 황색을 띠었다. 손바닥 선인장의 유리아미노산은  $\alpha$ -aminoadipic acid가 83.22 mg%, tyrosine이 75.61 mg%로 주 아미노산을 이루었다. 유색미 취반에는 백미 취반에는 검출되지 않는  $\alpha$ -aminoadipic acid가 1.66 mg% 함유되었으며, 백미 취반에 비하여 arginine과 leucine은 2배, histidine과 lysine은 각각 2.3배 및 4.2배, tyrosine은 3.4배가 함유되었다. 손바닥 선인장의 주요 무기질은 Ca, K 및 Mg으로 전체 무기질 함량의 약 95%를 차지하였으며 이들 무기질의 함량은 유색미 취반이 백미취반에 비하여 10~45%가 높았다. 밥알의 견고성(hardness), 점착성(gumminess) 및 깨짐성(brittleness)은 유색미 취반에서 낮았으나 응집성(cohesiveness)은 높았다. 단맛은 유색미 취반과 백미 취반간의 뚜렷한 차이가 없었으나 구수한 맛과 짭짤한 맛은 유색미 취반에서 높았다. 취반의 종합적인 기호도 및 색상에 대한 기호도는 유의적인 차이가 없었다.

## 감사의 글

본 연구는 2002년도 대구가톨릭대학교 지원 연구비에 의하여 수행되었으며 이에 감사를 드립니다.

문헌

1. Choi JW, Lee CK, Lee YC, Moon YI, Park HJ, Han YN. 2001. Screening on biological activities of the extracts from fruit and stem of prickly pear (*Opuntia ficus-indica* var. saboten). *Kor J Pharmacogn* 32: 330-337.
2. Ahn DK. 1998. *Illustrated book of plant II*. Seoul National University Publishing Dept., Seoul. p 266.
3. Lee NH, Yoon JS, Lee BH, Choi BW, Park KH. 2000. Screening of the radical scavenging effects, tyrosinase inhibition and anti allergic activities using *Opuntia ficus-indica*. *Kor J Pharmacogn* 31: 412-415.
4. Chung HJ. 2000. Antioxidative and antimicrobial activities of *Opuntia ficus-indica* var saboten. *Korean J Soc Food Sci* 16: 160-166.
5. Lee HJ. 1997. A study on antiulcer effects of *Opuntia dillenii* Haw. on stomach ulcer induced by water-immersion stress in rats. *MS Thesis*. Seoul National Univ., Seoul, Korea
6. Pasch JH, Elbe JH. 1979. Betanine stability in buffered solutions containing organic acids, metal cations, antioxidants, or sequestrants. *J Food Sci* 44: 72-76.
7. Chung MS, Kim KH. 1996. Stability of betanine extracted from *Opuntia ficus-indica* var Saboten. *Korean J Soc Food Sci* 12: 506-510.
8. Kim IH, Kim MH, Kim HM, Kim YE. 1995. Effect of antioxidants on the thermostability of red pigment in prickly pear. *Korean J Food Sci Technol* 27: 1013-1016.
9. Stintzing FC, Schieber A, Carle R. 1999. Amino acid composition and betaxanthin formation in fruits from *Opuntia ficus-indica*. *Planta Medica* 65: 632-635.
10. Lee YC, Hwang KH, Kim SD. 1997. Compositions of *Opuntia ficus-indica*. *Korean J Food Sci Technol* 29: 847-853.
11. Lee YC, Shin KA, Jeong SW, Moon YI, Kim SD, Han YN. 1999. Quality characteristics of wet noodle added with powder of *Opuntia ficus-indica*. *Korean J Food Sci Technol* 31: 1604-1602.
12. Kim SD, Ku YS, Lee IZ, Kim MK, Park IK. 2000. Major chemical components in fermented beverages of *Liriodendron tuberosum*. *J East Asian Soc Dietary Life* 10: 281-287.
13. Kim MJ, Lee YK, Kim SD. 2001. Mineral contents of hot water extracts and shell of shellfishes from western coast of Korea. *J East Asian Soc Dietary Life* 11: 289-294.
14. Herbert A, Joel LS. 1993. *Sensory evaluation practices*. 2nd ed. Academic Press, USA. p 68.
15. Stintzing FC, Schieber A, Carle R. 1999. Amino acid composition and betaxanthin formation in fruits from *Opuntia ficus-indica*. *Planta Medica* 65: 632-635.
16. Lee YC, Hwang KH, Han DH, Kim SD. 1997. Compositions of *Opuntia ficus-indica*. *Korean J Food Sci Technol* 29: 847-853.
17. Kubicek CP, Honlinger C, Jaklitsch WM, Affenzeller K, Mach R. 1990. Regulation of lysine biosynthesis in the fungus *Penicillium chrysogenum*. In *Amino Acids: chemistry, biology and medicine*. Lubec G, Rosenthal GA, eds. Escom, Leiden. p 1029-1034.
18. Takada M, Li ZK, Hattori T, Kitai ST. 1990. Astroglia ablation by the glutamate analogue gliotoxin  $\alpha$ -aminoadipic acid prevents 1-methyl-4-phenyl-1,2,3,6-tetrahydropyridine-induced nigrostriatal neuronal death. In *Amino Acids: chemistry, biology and medicine*. Lubec G, Rosenthal GA, eds. Escom, Leiden. p 519-528.
19. Gibson CJ. 1990. Dietary tyrosine supplementation corrects tyrosine and dopamine deficits in diabetic rat retina. In *Amino Acids: chemistry, biology and medicine*. Lubec G, Rosenthal GA, eds. Escom, Leiden. p 1088-1094.

(2002년 6월 24일 접수; 2002년 8월 27일 채택)