

신안산 손바닥선인장 부위별 성분 분석

조인경 · 진성우¹ · 김용두^{2*}

남부대학교 식품영양학과, ¹장흥군버섯연구소, ²순천대학교 식품공학과

Analysis of Components in the Parts of *Opuntia ficus indica* from Shinan Korea

In-Kyung Cho, Seong-Woo Jin¹ and Yong-Doo Kim^{2*}

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

¹Jangheunggun Mushroom Research Institute, Jangheunggun 529-851, Korea

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

Abstract

The proximate compositions of *Opuntia ficus indica* fruits from Shinan were moisture 71.18%, crude protein 1.69%, crude ash 0.93%, crude fat 0.55%, crude fiber 1.54% and 24.11% nitrogen free extracts. And the proximate compositions of *Opuntia ficus indica* stem were moisture 74.85%, crude protein 3.48%, crude ash 0.54%, crude fat 0.48%, crude fiber 2.58% and 18.07% nitrogen free extracts. The crude protein and crude fiber content of *Opuntia ficus indica* stem from Shinan were higher than those of fruit. The contents of fructose, sucrose and glucose were higher than maltose. As the result of organic acid, the content of citric acid was higher than malic acid and tartaric acid. As a result of mineral analysis, the contents of potassium was the highest among the minerals in *Opuntia ficus indica* from Shinan. Analysis of total amino acids in *Opuntia ficus indica* from Shinan. The contents of total amino acid of fruit and stem were 1,604.64 mg% and 3,245.98 mg% and the free amino acid contents of fruit and stem were 556.02 mg% and 1,101.35 mg%, respectively. The major components of total amino acids were glutamic acid, proline and threonine. The levels of total amino acids and free amino acids in *Opuntia ficus indica* stem were higher than those in its fruit.

Key words : *Opuntia ficus indica*, proximate composition, free sugar, organic acid, amino acid

서 론

손바닥 선인장은 선인장과에 속하는 다년생 초본인 손바닥 선인장 *Opuntia ficus indica*를 기원으로 한다(1). 선인장은 약 4,000여 종의 선인장이 있는데, 그 중 열매가 달린 선인장은 백년초 또는 손바닥 선인장으로 불리며 줄기와 열매를 식용 할 수 있어 예부터 식용으로 사용되어 왔다. 우리나라에서는 제주도, 거제도,新安군 등 남해안 지방에 많이 분포하고 있다(2).

손바닥선인장은 기(氣)의 흐름과 혈액순환의 촉진, 瘀血(어혈) 제거, 止瀉(지사) 효과, 腸炎(장염) 치료효과가 있어

(3) 한의약에서 계속 사용되어지고 있다. 손바닥선인장의 기능성 및 생리활성에 관한 연구가 다수 진행되었으며(4) 국내 생산량의 대부분을 차지하는 제주도산 손바닥선인장에 관한 연구로서는 Chung 등(5)이 제주도산 손바닥선인장을 재료로 항산화 및 항균특성에 관하여 보고한 바 있다.

지금까지 선인장류로부터 보고되어진 성분은 당류 외에 flavonoid계 성분으로 isorhamnetin, quercetin, kaempferol 이 보고되었다(6).

무기질, 비타민 C, 칼슘, 식이섬유, 플라보노이드 등은 다량 함유하고 있으며(7) phenolic compound와 flavonoid 함유율이 5%로 생강 1.67%, 칩뿌리 2.21%에 비해 훨씬 많이 나타났으며 식이 섬유 함유율이 30%로 곡류 1.19~10.35%, 신선 채소류 0.99~7.42%, 과실류 0.19~2.19%에

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

비해 월등히 많이 함유되어 있고(8) 비타민 C 또한 많이 함유되어 있어(9) 음료 및 가공 식품, 의약품등으로 개발될 가능성이 크다.

지구 온난화의 영향으로 과거 열대지역에서 유래된 손바닥 선인장의 생산이 제주도 뿐 아니라 우리나라 남부지역으로 점차 확대 추세에 있다. 2000년도 신안군의 연 최저기온은 1.1℃ 2008년도 최저기온은 1.5℃로 상승되어 제주도와 기온 차이가 점차 감소추세에 있다. 신안군은 우리나라 육지의 서남쪽 끝에 위치하고 있으며 온난한 기후와 청정지역 이미지가 강하여 아열대성 작목 재배가 빠른 증가추세에 있다. 신안군 손바닥 선인장은 100여년 전부터 자생하고 있는 것으로 전해지고 있으며 제주도에서 자생하는 것과 외형과 개화시기 등에 차이가 있다. 손바닥 선인장류의 기원에 관한 연구는 유전학적인 접근을 중심으로 이루어지고 있다(10).

본 연구에서는 점차적으로 생산량이 증가하고 있는 신안산 손바닥선인장을 활용한 가공식품, 의약품 및 기타 가공상품 개발이 활발히 이루어질 수 있도록 하기 위하여 시행하였다. 이를 위하여 신안산 선인장의 일반성분, 유기산 함량, 유리당 함량, 무기성분 분석, 아미노산 분석을 통하여 신안산 손바닥선인장을 활용한 가공상품 개발 및 기능성 원료의 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

재료

손바닥선인장의 열매와 줄기는 2006년 7월과 2007년 3월에 신안군 지도읍에서 구입하여 냉장 및 냉동보관 하여 시료로 하였다.

시약

추출 용매 및 시약(Sigma-Aldrich Co. USA)은 일급 또는 특급시약을 구입하여 사용하였다.

실험방법

일반성분 분석

일반성분은 AOAC방법(11)에 따라 분석하였다. pH는 pH meter(Orion 940. U.S.A)를 사용하여 측정하였다.

유리당 분석

유리당 성분은 Wilson 등의 방법(12)에 따라 분석하였다. 손바닥선인장 5 g에 증류수를 가하고 homogenizer로 마쇄하여 교반 후 침출시켜 100 mL로 정용한 다음 3,000 rpm에서 30분 원심분리하였다. 원심분리한 상정액을 취하여 Sep-pak C18으로 정제시켜 0.45 μm membrane filter(Millipore Co., USA)로 여과한 여액을 HPLC(Waters associates M 510,

Waters, USA)를 이용하여 분석하였다. Column은 Carbohydrate column(ID 4.6 × 2500 mm, Alltech Co., USA)를 사용하였으며, column oven 온도는 30℃, mobile phase는 acetonitrile-water(75 : 25, v/v), flow rate는 1.0 mL/min, 시료주입량은 30 μL의 조건으로 RI detector(Shodex RI-71 detector, Showa Danko Co., Japan)에서 검출하였다. 함량은 외부표준법으로 계산하였다.

유기산 분석

유기산은 손바닥선인장 5 g에 증류수를 가하여 homogenizer로 마쇄 교반 후 추출시켜 200 mL로 정용한 다음 3,000 rpm에서 30분 원심 분리하여 상정액을 취한 후 여과(Whatman No.2)하고, Sep-pak C18으로 정제시켜 0.45 μm membrane filter로 여과한 여액을 HPLC를 이용하여 분석하였다. Column은 Rspak KC-811 column(ID 8×300 mm, Waters Co., USA)를 사용하였으며, column oven 온도는 30℃, mobile phase는 0.2mM Potassium dihydrogen phosphate buffer KH₂PO₄, flow rate는 1.0 mL/min, detector는 UV detector(UV 486, Waters Co. U.S.A)를 사용하였다. 함량은 외부표준법으로 계산하였다.

무기성분 분석

손바닥선인장의 무기성분은 습식분해법(13)으로 전 처리하여 분석하였고 분석 조건은 Table 5와 같다. 즉 손바닥 선인장 0.5 g에 진한 HNO₃ 10 mL를 가하여 처음에는 저온에서 시작하여 점차 고온으로 가열하면서 유기물을 분해(Büchi distillation Unit B-324)시켜, 분해액이 백색 투명하게 되면 냉각시키고 분해액에 증류수를 가하여 100 mL로 정용한 다음 여과(Whatman No.2)한 후 그 여액을 분석시료로 하였다. 각 무기성분의 정량은 유도결합플라즈마방출분광계(ICP, Perkin Elmer Optima 3300 D.V., USA)로 각 원소의 표준 용액 농도를 2.5, 5 및 10 ppm으로 조제하여 표준 검량 곡선을 작성하여 분석하였다.

구성 아미노산 분석

시료 1 g을 시험관에 넣고 6 N HCl 용액 15 mL를 가하여 110℃에서 24시간 가수분해 시켜서 얻은 여액을 원심분리하고, 상정액을 50℃에서 진공 감압 농축하여 HCl과 물을 완전히 증발시킨 후, sodium citrate buffer solution(pH 2.2)으로 용해하여 5 mL로 정용한 다음 0.45 μm membrane filter로 여과한 여액을 취해 아미노산 자동분석기(S433, SYCAM autoanalyzer, Germany)로 분석하였다. 분석조건을 보면 Column은 Cation separation column(150 mm×4.6 mm) 이고, 유속은 Buffer 0.45 mL/min, Reagent 0.25 mL/min이었으며 integrator에 의한 외부표준법으로 결과를 분석하였다.

유리아미노산 분석

손바닥선인장의 유리아미노산의 분석은 Ohara와 Ariyosh (14)의 방법에 준하여 분석하였다. 분석조건은 구성아미노산과 동일한 조건으로 분석하였다.

결과 및 고찰

일반성분

신안산 손바닥선인장의 부위별 일반성분은 Table 1에서 보는 바와 같다. 수분은 열매 71.18%, 줄기 74.85%로 줄기의 수분 함량이 다소 높게 나타났고, 조단백질 함량은 열매 1.69%, 줄기 3.48%로 줄기의 조단백질 함량이 열매의 조단백질 함량 보다 2배정도 높게 나타났다. 회분 함량은 열매가 0.93%로 줄기의 0.54% 보다 높았고, 조지방 또한 줄기의 0.48%에 비해 열매가 0.55%로 약간 높게 나타났다. 조섬유는 줄기가 2.58%로 열매 1.54%보다 높은 함량을 보였고, 가용성무질소물은 열매 24.11%, 줄기 18.07%로 나타났다. 신안산 손바닥선인장을 구성하고 있는 가용성 무질소물은 열매와 줄기 모두 다량 존재함을 알 수 있었다. 신안산 손바닥선인장의 열매 pH는 3.5, 줄기는 3.0으로 나타났다. Lee(15)등은 제주산 손바닥선인장의 일반성분 함량이 가용성 무질소물, 회분, 조단백질, 조섬유 및 조지방 순으로 높다고 보고하여 본 실험 결과와 유사하였으나 회분은 신안산 손바닥선인장이 제주산에 비하여 낮은 함량임을 확인하였다.

Table 1. Physicochemical properties of *Opuntia ficus indica* from Shinan

Compositions	Fruit		Stem	
	Fruit		Stem	
Moisture	71.18±2.14 ¹⁾		74.85±1.44	
Crude protein	1.69±0.11		3.48±0.51	
Crude ash	0.93±0.10		0.54±0.01	
Crude fat	0.55±0.02		0.48±0.01	
Crude fiber	1.54±0.24		2.58±0.32	
Nitrogen free extract	24.11±1.43		18.07±1.74	
pH	3.5±0.1		3.0±0.0	

¹⁾Values are mean±SD.

유리당 함량

신안산 손바닥선인장의 유리당을 HPLC로 분석한 결과는 Table 2에서 보는바와 같고 신안산 손바닥선인장의 주요 당은 fructose, glucose 및 sucrose이며 maltose는 소량 검출되었다. 이는 Lee등(15)이 발표한 신안산 손바닥선인장 성분특성에서 주요 유리당은 fructose, glucose 및 sucrose 이었다는 결과와 비슷한 경향을 보였고, 신안산 손바닥선

인장의 유리당 함량을 부위별로 살펴보면 열매의 주요 유리당은 fructose, glucose 및 sucrose로 각각 6.35%, 4.24% 및 8.51%를 차지하였으며 maltose는 0.28%로 소량 검출되었다. 줄기의 주요 유리당 함량은 fructose, glucose 및 sucrose로 각각 3.32%, 2.82% 및 3.17%를 차지하여 열매와는 다소 다른 구성비를 보였다. 총 유리당 함량은 열매가 19.38%로 줄기의 9.49%에 비해 2배 가량 높았다. 유리당 함량은 일반성분 분석결과 중 가용성 무질소물 함량이 열매에서 높은 것과 유사한 결과를 나타내었다.

Table 2. The contents of free sugars in *Opuntia ficus indica* from Shinan

Free sugars	Fruit		Stem	
	Fruit		Stem	
Fructose	6.35±1.12 ¹⁾		3.32±0.62	
Glucose	4.24±0.43		2.82±0.33	
Sucrose	8.51±1.02		3.17±0.43	
Maltose	0.28±0.03		0.18±0.01	

¹⁾Values are mean±SD.

유기산 함량

신안산 손바닥선인장의 유기산 분석 결과는 Table 3에서 보는 바와 같이 tartaric acid, malic acid 및 citric acid가 검출되었다. 신안산 손바닥선인장의 유기산 함량을 부위별로 살펴보면, 열매의 주요 유기산은 citric acid는 1.55%이었으며 tartaric acid와 malic acid는 0.39%와 0.62%로 나타났다. 줄기의 주요 유기산은 citric acid로써 1.06%로 나타났으며 tartaric acid, malic acid는 각각 0.22%, 0.54%로 나타났고 총 유기산 함량은 열매 2.56%, 줄기 1.82%로 열매가 높게 나타났다.

Table 3. The contents of organic acids in *Opuntia ficus indica* from Shinan

Organic acids	Fruit		Stem	
	Fruit		Stem	
Tartaric acid	0.39±0.04 ¹⁾		0.22±0.02	
Malic acid	0.62±0.03		0.54±0.11	
Citric acid	1.55±0.21		1.06±0.14	

¹⁾Values are mean±SD.

무기성분 함량

신안산 손바닥선인장의 부위별 무기성분 함량은 Table 4와 같다. 신안산 손바닥선인장의 무기성분을 부위별로 살펴보면 열매와 줄기의 주요 무기성분은 K로 254.71 mg%, 178.61 mg%로 각각 나타났고, Ca는 22.34 mg%, 54.92 mg%, Na는 45.23 mg%, 78.54 mg%, Mg는 94.61 mg%, 23.63 mg%의 함량을 보였으며, Fe는 2.04 mg%, 1.50 mg%로 소량

검출되었다. 총 무기성분 함량을 보면 열매 부위가 줄기 부위에 비해 높게 나타났으나 큰 차이는 보이지 않았다. 이는 Moon(16) 이 발표한 신안산 손바닥선인장의 성분분석에서 줄기와 열매 모두 칼륨의 함량이 가장 높게 나타났다는 보고와 일치하였고, 부위별 비교에서도 열매의 함량이 줄기의 함량보다 높게 나타났다는 결과와 유사하였다.

Table 4. The contents of mineral in *Opuntia ficus indica* from Shinan

Minerals	(mg%)	
	Fruit	Stem
Ca	22.34±0.60 ¹⁾	54.92±1.32
Na	45.23±1.51	78.54±4.14
Mg	94.61±2.64	23.63±1.62
K	254.71±4.32	178.61±10.11
Fe	2.04±1.14	1.50±0.23

¹⁾Values are mean±SD.

구성 아미노산 함량

신안산 손바닥선인장의 구성아미노산 함량은 Table 5와 같다. 구성아미노산의 총량은 열매 1,604.64 mg%에 비해

Table 5. The contents of total amino acids in *Opuntia ficus indica* from Shinan

Amino acids	(mg%)	
	Fruit	Stem
Aspartic acid	168.62±12.11 ³⁾	224.87±14.41
Threonine	187.84±8.36	250.56±21.04
Serine	94.93±7.17	124.37±15.82
Glutamic acid	357.10±43.41	654.82±40.23
Proline	106.31±31.03	420.62±56.64
Glycine	22.92±3.12	93.14±13.03
Alanine	130.43±10.43	220.04±16.42
Cystine	134.04±15.21	201.12±36.61
Valine	13.16±0.72	98.87±4.57
Methionine	30.01±2.62	91.32±3.20
Isoleucine	38.57±5.43	110.71±7.11
Leucine	30.27±3.46	112.26±12.43
Tyrosine	50.28±4.67	105.91±7.79
Phenylalanine	1.30±0.51	72.32±9.27
Histidine	153.62±10.40	235.24±11.59
Lysine	40.13±3.24	108.89±6.86
Arginine	45.11±11.67	121.92±14.77
TAA ¹⁾	1,559.53	3,125.06
EAA ²⁾	494.9	1,079.0
EAA/TAA(%)	30.8	33.2

¹⁾Total amino acid.

²⁾Total essential amino acid (Thr+Val+Met+Ile+Leu+Phe+His+Lys).

³⁾Values are mean±SD.

줄기가 3,246.98 mg%로 2배 정도 높게 나타났다. 부위별 주요 구성아미노산을 살펴보면 열매에서는 Glutamic acid가 357.10 mg%로 가장 높게 나타났고, Threonine 및 Aspartic acid가 각각 187.84 mg%, 168.62 mg% 순으로 나타났다. 줄기의 주요 아미노산은 열매에서와 같이 Glutamic acid가 654.82 mg%로 높게 나타났지만 열매와는 다르게 Proline 420.62 mg%, Threonine 250.56 mg% 순으로 높게 나타났다. 총 아미노산에서 필수 아미노산이 차지하는 비율은 줄기는 30.8%, 열매는 33.2%로 비슷한 비율을 나타냈다. Lee 등(15)은 손바닥선인장의 총 아미노산 구성 성분 중 Glutamic acid가 25%를 차지하였다고 발표하였으며, 본 연구 역시 Glutamic acid 비율이 20~22%정도 차지하여 비슷한 결과를 나타냈다.

유리 아미노산 함량

신안산 손바닥선인장의 유리 아미노산 함량은 Table 6과 같으며 그 총량은 열매 556.02 mg%, 줄기 1,101.35 mg%의 함량을 보였다.

주요 유리 아미노산은 구성 아미노산에서와 같이 Glutamic

Table 6. The contents of free amino acids in *Opuntia ficus indica* from Shinan

Amino acids	(mg%)	
	Fruit	Stem
Aspartic acid	21.94±1.71 ³⁾	94.98±4.69
Threonine	53.56±1.37	83.52±5.08
Serine	34.30±2.09	41.30±1.97
Glutamic acid	263.32±12.11	218.25±5.62
Proline	32.64±2.28	140.2±6.40
Glycine	3.14±2.61	31.04±3.91
Alanine	31.24±3.43	73.33±4.83
Cystine	4.06±0.21	67.02±4.28
Valine	13.21±1.09	32.96±1.46
Methionine	1.30±0.21	30.40±3.41
Isoleucine	11.21±1.02	36.90±2.62
Leucine	15.24±3.21	37.04±2.11
Tyrosine	6.12±0.47	35.31±0.89
Phenylalanine	13.24±1.51	24.08±1.39
Histidine	22.26±1.72	78.38±4.54
Lysine	7.29±1.21	35.99±2.14
Arginine	21.95±1.09	40.65±2.62
TAA ¹⁾	534.07	1,060.7
EAA ²⁾	137.31	359.27
EAA/TAA(%)	24.69	32.62

¹⁾Total free amino acid.

²⁾Total essential amino acid (Thr+Val+Met+Ile+Leu+Phe+His+Lys).

³⁾Values are mean±SD.

acid가 각각 263.32 mg%, 218.25 mg%로 가장 높게 나타났으며 부위별 함량은 구성 아미노산에서의 함량과는 다르게 열매 부위의 Glutamic acid가 좀 더 높게 나타났다. 총 유리 아미노산에서 필수 아미노산이 차지하는 비율은 열매 24.69%, 줄기 32.62%로 차이를 보였으며 구성 아미노산에 대한 비율과의 비교에서도 다소의 차이를 보였다.

요 약

신안산 손바닥선인장의 수분함량은 열매 71.18%, 줄기 74.85%로 나타났고, 조단백질 함량은 줄기가 3.48%로 높았으며, 조섬유 또한 줄기가 2.58%로 열매 1.54%보다 높은 함량을 보였고, 조회분, 조지방은 열매와 줄기 모두 비슷한 함량을 보였다. 신안산 손바닥선인장의 유리당은 fructose, glucose, sucrose으로 구성되어 있었으며 maltose는 소량 검출되었고, 유기산은 tartaric acid, malic acid, citric acid가 검출되었고 citric acid의 함량이 가장 높게 나타났다. 부위별 함량은 유리당, 유리산 모두 열매가 줄기보다 높게 나타났다. 신안산 손바닥선인장의 무기성분은 K의 함량이 178.61~254.71 mg%로 가장 높았고 열매가 줄기보다 높게 나타났다. 아미노산 함량은 구성아미노산 및 유리아미노산 모두 Glutamic acid의 함량이 357.10~654.82 mg%와 218.25~263.32 mg%로 가장 높았으며 열매보다 줄기에서 높은 함량을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 2007년 신안군 연구과제 수행 결과의 일부로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 平凡社 : (1989) 世界有用植物辭典. 東京, 53
2. Kim, N.Y., Cho, A.R., Jung, S.J., Kim, K.H., Lee, H.J., Lee, S. and Yook, H.S. (2007) Quality characteristics of cupcakes added with *Opuntia ficus-indica* var. saboten powder. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr., 36, 58-64
3. 中約大辭典. 上海科學技術出版社, 東京. p 559.
4. Chung, H.J. (1998) Antioxidative and antimicrobial

- activities of *Opuntia ficus-indica* var. saboten powder. Korean J. Soc. Food Sci., 16, 160-166
5. Chung, H.J. (2000) Antioxidative and antimicrobial activities of *Opuntia ficus indica* var. saboten. Korean J. Soc. Food Sci., 16, 160-165.
6. Burrer, F., Lebreton, P.H. and Voirin, B. (1982) Les aglycones flavoniques de catees: distribution. signification. J. Nat. Prod., 45:687-693
7. Kang, Y.H., Park, Y.K. Oh, S.R. and Moon, K.D. (1995) Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extract. Korean J. Food Sci. Technol., 27, 978-984
8. Choi, H.J., Park, S.C. and Hong, T.H. (2005) Anti-tumor activity of fermented liquid *Opuntia humifusa* in cervical cancer cells and its chemical composition. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 34, 1525-1530
9. Chong, H.S. and Park, C.S. (2003) Quality of noodle added powder of *Opuntia ficus-indica* var. *Saboten*. Korean J. Food preserve. 10, 200-205
10. In, J.G., Lee, B.S., Han, S.H., Shin, C.W. and Yang D.C. (2006) A study of the origin of Chunnyeoncho *Opuntia*. Korean Soc. Med. Crop Sci. 51, 566-567
11. A.O.A.C. (1990) Official methods of analysis. 15th. ed., Association of official Analytical Chemists. Washington, D C.
12. Wilson, A.M., Work, T.M., Bushway, A.A. and Bushway, R.J. (1981) HPLC determination of fructose, glucose and sucrose in potatoes. J. Food Sci., 46, 300
13. Woo, S.J. and Ryoo S.S. (1983) Preparation methods for atomic absorption spectrometry of food samples. Korean J. Food Sci. Technol., 15, 225-230
14. Ohara, I., Ariyoshi, S. (1979) Comparison of protein precipitants for the determination of free amino acid in plasma. Agric. Biol. Chem., 43, 1473
15. Lee, Y.C., Hwang, G.H., Han, D.H. and Kim, S.D. (1997) Compositions of *Opuntia ficus-indica*. Korean J. Food Sci. Technol. 29, p 847-853
16. Moon, Y.I. (2003) Studies on culture practices, composition and functional effect of *Opuntia ficus-indica* var. *Saboten*, Cheju National University. 43

(접수 2009년 6월 4일, 채택 2009년 10월 1일)