

전남 여수 돌산지역에서 재배되는 천년초의 부위별 식품성분 분석

정복미^{1*} · 한경아² · 신태신¹

¹전남대학교(여수) 영양식품학전공

²전남대학교 응용생물공학부

Food Components of Different Parts of Cheonnyuncho (*Opuntia humifusa*) Harvested from Yeosu, Jeonnam in Korea

Bok-Mi Jung^{1*}, Kyung-Ah Han², and Tai-Sun Shin¹

¹Major in Food Science and Nutrition, Chonnam National University, Jeonnam 550-749, Korea

²Dept. of Material and Biochemical Engineering, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate the food components of the fruit, cladodes, and flowers of freeze-dried Cheonnyuncho harvested from Yeosu, Jeonnam in Korea. The major components of freeze-dried Cheonnyuncho in proximate composition were carbohydrates and crude ash. Ca, K, and Mg were the predominant minerals in Cheonnyuncho. Calcium content was higher in the fruit and cladodes than in the flowers. Two major amino acids, glutamic acid and aspartic acid, made up over 25% of the total amino acids in Cheonnyuncho. Palmitic acid and stearic acid were most abundant out of all the saturated fatty acids in Cheonnyuncho. The saturated fatty acid content of the fruit was higher than that of the flowers and cladodes. The major unsaturated fatty acid of Cheonnyuncho was oleic acid. The cladodes contained unusually high amounts of linoleic acid compared to the fruit and flowers. The major free sugar in the fruit was sucrose, whereas that of the cladodes and flowers was fructose. The total free sugar content was the highest in fruit, followed by cladodes. The most abundant organic acid in the fruits and cladodes was malic acid, while that of the flowers was citric acid. Vitamin A concentration was highest in the flowers whereas vitamin C concentration was highest in the fruit.

Key words: Cheonnyuncho, mineral, amino acid, fatty acid, free sugar, organic acid, vitamin

서 론

선인장은 건조한 기후에 적응력이 뛰어난 식물로 오랫동안 탄수화물과 비타민의 공급원으로 이용되어 왔으며, 식수난과 식량난을 겪고 있는 사막 여러 국가에서는 기초식품으로서의 가치를 인정받고 있어 재배가 권장되고 있다(1).

천년초(*Opuntia humifusa*)는 선인장과 식물로 부채선인장아과(*Opuntioideae*) 부채선인장(*Opuntia* 속)으로 부르며, 줄기의 형태가 손바닥과 비슷하여 손바닥선인장으로 불린다. 제주도의 백년초와 달리 한국 토종 선인장으로 영하 20°C의 혹한과 척박한 땅에서도 생존이 가능해 수년에서 수십년의 경작이 가능한 다년생 식물이다(2). 또한 병충해에 죽지 않아 농약 등 제초제나 화학비료를 사용하지 않으며 자연 상태 그대로 재배한다. 동의보감(3)에 의하면 '한국 토종 선인장은 소염 진통 및 폐결핵, 화상 등에 사용하였으며, 기(氣)의 흐름과 혈액 순환을 좋게 하고 열을 식히고 독을 풀어주며, 심장과 위의 통증 치료, 이질, 치질, 기침, 해열진정제, 기관지 천식, 가슴이 두근거리고 수면 부족일 때 열매

와 줄기 100 g의 즙을 내서 복용하면 아주 좋다'고 되어 있다. 손바닥선인장에 대한 연구는 주로 백년초에 대한 연구가 대부분이었으나 근래에 천년초의 생리활성에 관한 연구(4-6)와 천년초를 이용한 가공제품에 관한 연구(7-11)가 보고되고 있다. 이러한 천년초의 생리활성 및 가공제품에 관한 연구는 주로 천년초의 열매 또는 일부는 줄기를 이용해 이루어졌다. 그러나 천년초의 열매, 줄기, 꽃은 각각의 부위마다 함유된 성분이 다를 수 있으며, 가시를 제외한 선인장 전체가 상품가치가 뛰어나며 각각의 특성을 살려 제품화가 가능하다.

천년초의 성분분석에 관한 연구 또한 열매와 줄기를 이용한 일반성분과 무기질 함량에 대한 연구(2,12)만 일부 이루어졌으며, 천년초의 부위별 영양 성분을 체계적으로 분석하여 발표한 연구는 거의 없는 실정이다. 그러므로 본 연구에서는 동결 건조한 천년초를 열매, 줄기, 꽃으로 나누어 영양 성분을 분석하여 앞으로 천년초를 이용한 가공제품 연구에 기초적인 자료를 제공하고자 실시하였다.

*Corresponding author. E-mail: jbm@chonnam.ac.kr
Phone: 82-61-659-7414, Fax: 82-61-659-7419

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 천년초는 전남 여수시 돌산읍에 위치한 라파엘 농장에서 재배한 것을 직접 구입하여 이용하였다. 천년초 꽃은 2009년 6월에 수확한 것을 세척하지 않고 채취 후 즉시 동결건조한 후 분쇄하여 분석에 이용하였으며, 열매와 줄기는 2009년 11월에 수확한 것으로 3회 세척하여 물기를 제거한 후 동결건조 하여 100 mesh로 분쇄하여 성분분석에 이용하였다.

천년초의 부위별 일반성분 분석

천년초의 부위별 일반성분은 AOAC방법(13)으로 수분은 105°C 상압가열건조법, 조 회분은 직접 회화법, 조 지방은 soxhlet 추출법, 조 단백질은 micro-Kjeldahl법, 조 섬유는 H₂SO₄-NaOH 분해법으로 분석하였다. 탄수화물은 100에서 수분, 조 단백질, 조 지방, 조 회분, 조 섬유를 뺀 값으로 하였다.

천년초의 부위별 무기질 함량 분석

천년초의 부위별 무기질(Ca, Fe, K, Mg, Mn, Cu, Na) 분석은 습식 분해법을 이용하여 다음과 같이 측정하였다. 세척된 wet ashing용 tube에 시료 0.5 g을 취해 넣고, 여기에 20% HNO₃ 10 mL, 60% HClO₄ 3 mL를 취한 후 투명해질 때까지 가열시켰다. 투명해진 시료를 냉각시킨 후 0.5 M nitric acid로 50 mL 정용하였다. 이 시료용액을 측정용 시험관에 채취하고, 분석항목별 표준용액을 혼합하여 다른 tube에 8 mL를 채취하여 표준용액으로 하였다. Blank test용에는 0.5 M nitric acid 용액 8 mL를 취해 원자흡수 분광광도계(AA-6501GS, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 분석하였다.

천년초의 부위별 구성아미노산 분석

구성 아미노산 분석은 시료 0.5 g을 18 mL test tube에 칭량하여 6 N HCl 3 mL를 가하여 감압 밀봉한 후 120°C로 setting된 heating block에 24시간 이상 가수분해 시켰다. 가수분해가 끝난 시료는 50°C에서 rotary evaporator로 산을 제거한 후 sodium loading buffer로 10 mL 정용한 다음, 이중 1 mL를 취하여 membrane filter 0.22 µm로 여과시켜 아미노산 자동분석기(S433-H, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)로 정량 분석하였다(14). 아미노산의 분석조건은 cation separation column(LCA K06/Na)으로 size는 4.6 mm×150 mm, 온도는 57~74°C, flow rate는 buffer 0.45 mL/min, reagent 0.25 mL/min, buffer pH range는 3.45~10.85, wavelength 440 nm와 570 nm로 분석하였다.

천년초의 부위별 지방산 분석

지방산 분석은 시료 5 g을 칭량하여 methanol 20 mL와 chloroform 10 mL를 첨가하여 homogenize로 10분간 교반한 후 다시 chloroform 10 mL 첨가하여 homogenizer로 10분간 교반하였다. 이 용액을 여과(1 µm)한 후 evaporator로

용액을 증발시킨 후 toluene을 넣고 5 mL로 정용하였다. 추출한 지방산 750 µL에 TMSH(trimethylsulfonium hydroxide) 250 µL를 넣고 30분간 methylation 시킨 후 이중 1 µL를 취하여 GC 분석기(Shimadzu GC-17A, Shimadzu Co.)로 분석하였다. 이때 사용한 column은 SPTM-2560 capillary column (100 m length×0.25 mm I.d.×0.25 µm film thickness)과 oven의 온도는 120°C, FID detector로 지방산을 검출하였다(14).

천년초의 부위별 유기산 함량 분석

유기산 분석은 시료 5 g을 균질기에 넣고 80% 에탄올 20 mL를 가하여 균질화 시킨 다음 200 mL의 삼각플라스크에 취하고 80% 에탄올(v/v) 80 mL를 가하여 환류냉각기를 달고 1시간 수조 상에서 가온하였다. 식힌 다음 6,000 rpm으로 30분간 원심분리하고 여과지(Whatman No.1)로 여과하였다. 여액은 회전 농축기를 이용하여 완전히 에탄올을 휘발시켜 약 2 mL로 농축하고 내용물을 10 mL의 메스플라스크에 옮기고 삼각플라스크는 증류수로 씻었다. 이 용액 3 mL를 주사기에 취하여 membrane filter(0.45 µm)로 여과하여 HPLC 시료로 사용하였다.

유기산은 시료를 여과지(0.22 µm)로 여과하고 이 용액을 HPLC를 이용하여 유기산을 분석하였다(15). HPLC의 구성은 Shimadzu LC-20AD pump, CTO-20AC oven, Sil-20AC auto-sampler, CDD-10A detector, CBM-20A system controller, LC Workstation software를 이용하였다. Column은 ion exchange Shim-pack SPR-102H(7.8 mm×250 mm)를 2개 직렬로 연결하고, Shim-pack SPR-H guard column(7.8 mm×50.0 mm)을 사용하였다. 이동상은 4 mM p-toluene-sulfonic acid를 사용하였으며 유속은 0.8 mL/min로 조절하고 주입량은 10 µL 주입하며 post-column 방법을 이용하여 유기산을 유도체화한 후 CDD 검출기를 사용하였다. 반응시약으로 4 mM p-toluenesulfonic acid와 100 µM EDTA를 포함하는 16 mM Bis-Tris 용액을 반응시약으로 사용하였다. 총 분석시간은 30분이었으며 유기산 표준물질을 탈이온화 증류수에 용해시켜 0.1~30 µL/mL 범위의 표준용액을 조제하여 HPLC 분석을 실시하고 peak area로부터 검량선을 작성하여 정량하였다.

천년초의 부위별 유리당 함량 분석

유리당 함량 분석은 시료 5 g을 균질기에 넣고 80% 에탄올 20 mL를 가하여 균질화 시킨 다음 200 mL의 삼각플라스크에 취하고 80% 에탄올(v/v) 80 mL를 가하여 환류냉각기를 달고 1시간 수조 상에서 가온하였다. 식힌 다음 6,000 rpm으로 30분간 원심분리하고 여과지(Whatman No.1)로 여과하였다. 여액은 회전농축기를 이용하여 완전히 에탄올을 휘발시켜 약 2 mL로 농축하고 내용물을 10 mL의 메스플라스크에 옮기고 삼각플라스크는 물로 씻었다. 이 용액 3 mL를 주사기에 취하여 membrane filter(0.45 µm)로 여과하여

HPLC 시료로 사용하였다(15).

HPLC에 의한 시료의 환원당 분석은 HPLC를 사용하여 분석하였다. HPLC의 구성은 Shimadzu LC-20AD pump, CTO-20AC oven, Sil-20AC auto-sampler, RF-10Axl fluorescence detector, CBM-20A system controller, LC Workstation software를 이용하였다. 환원당 분리는 ion exchange Shim-pack ISA-07(4.0 mm×250 mm) 분석 column과 Shim-pack ISA guard column(4.0 mm×50.0 mm)을 사용하였다. 이동상은 A용액으로 potassium borate (pH 8)와 B용액으로 potassium borate(pH 9)를 사용하였는데 B용매를 0분에서 0%로 시작하여 30분에 50%로 증가시키고 50분에 100%로 증가하여 15분간 100%로 유지하다가 65분 이후에 0%로 감소하여 총 90분의 분석시간으로 하였다. 주입량은 10 µL 주입하며 post-column 방법을 이용하여 환원당을 유도체화한 후 형광검출기(Ex=320, Em=430)를 사용하여 분석하였다. 반응시약으로 1% arginine과 3% boric acid를 함유하는 용액을 사용하였다. 환원당 표준물질을 탈 이온화 증류수에 용해시켜 0.5~20 µL/mL 범위의 표준용액을 조제하여 HPLC(Shimadzu Co.) 분석을 실시하고 peak area로부터 검량선을 작성하여 정량하였다.

천년초의 부위별 vitamin A 함량 분석

시료 2 g에 아스코르브산 0.1 g과 에탄올 10 mL를 첨가하여 균질화한 후, 80°C에서 20분간 추출한 다음 50% KOH용액을 0.25 mL 첨가하고, 증류수 3 mL와 hexane 5 mL를 가하여 3,000 rpm에서 20분간 원심분리 시킨 다음, 상층액을 separate funnel에 옮겨 담은 후 잔사에 hexane 5 mL를 가하여 균질화한 후 80°C에서 20분간 추출시켜 3,000 rpm에서 20분간 원심분리 하였다. 상층액을 합하여 무수 황산나트륨을 가해 탈수시킨 후 50°C에서 감압농축하고 메탄올로 용해시킨 후 membrane filter(0.45 µm)로 여과하여 HPLC(LC-10Avp Shimadzu Co.)로 분석하였다. 분석조건은 column은 shim-pack CLC-ODS(4.6 mm×250 mm), mobile phase는 acetonitrile : 2-propanol(95:5), flow rate는 1.0 mL/min, injection volume은 20 µL, detection은 UV-VIS detector(254 nm)로 분석하였다(15).

천년초의 부위별 vitamin C 함량 분석

시료 1 g을 균질화하여 5% metaphosphoric acid(HPO₃)

용액을 20 mL을 가하여 추출한 다음 3,000 rpm에서 20분간 원심분리 한 후에 membrane filter(0.45 µm)로 여과하여 HPLC(LC-10Avp Shimadzu Co.)로 분석하였다. 분석조건으로 column은 u-bondapak C₁₈, 3.9×300 mm, mobile phase는 0.05 M KH₂PO₄: acetonitrile(60:40), oven temperature 30°C, flow rate 1.0 mL/min, injection volume은 20 µL, detection은 UV-VIS detector(254 nm)로 분석하였다(15).

통계처리

동결 건조한 천년초의 식품성분 실험결과에 대한 통계처리는 IBM SPSS statistics(version 19)를 사용하여 측정된 결과의 평균과 표준편차를 나타내었고, 천년초 부위간의 유의성은 ANOVA와 Duncan's multiple range test로 검정하였다.

결과 및 고찰

천년초의 부위별 일반성분

천년초의 부위별 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 수분 함량은 열매, 줄기, 꽃이 각각 5.6%, 5.8%, 5.4%로 부위별 유의적인 차이가 없었다. 조 단백질 함량은 꽃이 다른 부위에 비해 높게 나타났고, 다음으로 줄기, 열매 순으로 나타났다. 조 지방함량은 열매가 2.53%로 다른 부위에 비해 높았고, 다음으로 줄기, 꽃 순으로 나타났다. 조 회분은 줄기가 12.4%로 다른 부위에 비해 높게 나타났다. 조 섬유 함량은 줄기와 열매가 3.9~4.0%로 꽃에 비해 높게 나타났다. 탄수화물 함량은 부위에 따라 유의적 차이가 없었다. Kim 등(2)의 연구에 의하면 동결건조 한 천년초 열매의 수분함량은 2.95%, 조 단백질 함량은 4.44%, 조 지방 함량은 3.14%, 식이섬유는 21.28%로 보고되었는데 본 연구에서는 동결 건조한 천년초 열매의 수분이 5.6%, 조 단백질 4.5%, 조 지방 2.5%, 조 회분 9.4%, 조 섬유 3.9%로 나타났는데 Kim(2)의 연구와 비교했을 때 수분 함량은 높았고, 조 지방과 조 섬유는 낮게 나타났다. 이는 천년초의 수확시기, 재배지역, 동결 건조 조건 등에 따라 일반 성분에 차이가 있는 것으로 사료된다. 천년초의 성분분석에 관한 연구는 대부분 열매에 한정되어 있어 다른 부위는 비교하기가 어려웠다.

Table 1. Proximate composition of different parts in Cheonnyuncho harvested from Yeosu (%)

	Fruit	Cladodes	Flower	F-value
Moisture	5.65±0.27 ^{1)a2)}	5.82±0.27 ^a	5.34±0.15 ^a	0.84
Crude protein	4.56±0.22 ^c	5.43±0.25 ^b	5.98±0.24 ^a	3.66 [*]
Crude fat	2.53±0.12 ^a	1.69±0.07 ^b	1.49±0.07 ^c	25.29 [*]
Crude ash	9.40±0.45 ^b	12.40±0.57 ^a	10.27±0.42 ^b	52.53 [*]
Crude fiber	3.94±0.18 ^a	4.05±0.12 ^a	3.52±0.15 ^b	8.45 [*]
Carbohydrate	73.92±3.32 ^a	71.95±1.59 ^a	72.61±3.25 ^a	0.43

¹⁾Mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts within the same row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test. *p<0.05.

Table 2. The mineral contents of different parts in Cheonnyuncho harvested from Yeosu (mg/100 g)

	Fruit	Cladodes	Flower	F-value
Ca	2359.53±69.50 ^{1) b2)}	3671.79±87.83 ^a	180.94±2.01 ^c	2755.27*
K	1965.79±43.64 ^a	2036.64±40.62 ^a	1555.29±33.11 ^b	98.32*
Mg	175.62±3.97 ^b	620.07±13.29 ^a	178.61±2.26 ^b	5953.07*
Na	2.59±0.06 ^b	3.58±0.11 ^a	1.01±0.02 ^c	1079.18*
Fe	9.33±0.25 ^a	4.55±0.09 ^b	9.52±0.27 ^a	955.08*
Mn	6.01±0.12 ^b	7.65±0.18 ^a	4.96±0.13 ^c	408.72*
Zn	2.70±0.07 ^a	2.52±0.07 ^b	2.63±0.05 ^{ab}	9.51*
Cu	0.52±0.01 ^b	0.48±0.01 ^c	0.91±0.02 ^a	407.19*

¹⁾Mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts within the same row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test. *p<0.05.

천년초의 부위별 무기질 함량

천년초의 무기질 함량을 나타낸 결과는 Table 2에 제시되었다. 칼슘 함량은 줄기 3671.8 mg/100 g, 열매 2359.5 mg/100 g, 꽃 180.9 mg/100 g으로 줄기가 다른 부위에 비해 높았으며, 칼륨은 줄기가 2036.6 mg/100 g으로 가장 높았으나 열매가 1965.8 mg/100 g으로 두 부위간의 유의적인 차이는 없었고, 꽃에 비해서는 유의적으로(p<0.05) 높았다. 식물 중 칼슘의 함량이 비교적 높은 케일과 브로콜리의 무기질 함량을 연구한 Kim 등(16)은 케일의 칼슘 함량이 가루 100 g당 181 mg, 브로콜리의 칼슘함량은 60.8 mg으로 나타났다고 보고하였는데 이에 비해 천년초 줄기는 케일의 20배, 열매는 13배 정도 높았고, 꽃과는 비슷한 수준으로 나타났다. 브로콜리에 비해서는 줄기가 60배, 열매는 약 40배, 꽃은 약 3배 정도 높게 나타났다. 칼륨 함량이 비교적 높은 채소류인 시금치의 무기질 함량을 측정된 Jung 등의 연구(15)에서 포항 초는 100 g당 1,140 mg, 비금 섬초의 경우 810~1050 mg으로 나타났다고 보고하였는데 시금치의 경우 건조 상태가 아니어서 비교하기는 어려우나 천년초의 경우 시금치와 견줄 만한 정도의 칼륨을 함유하고 있는 것으로 볼 수 있다. 마그네슘의 경우 줄기가 620 mg/100 g으로 열매와 꽃의 함량에 비해 높게 나타났다. 나트륨은 줄기, 열매, 꽃 순으로 차이가 있었으며, 철분은 열매가 9.33 mg/100 g, 꽃이 9.52 mg/100 g으로 유의적 차이가 없었으나, 줄기에 비해서는 높게 나타났다. 망간은 줄기, 열매, 꽃 순으로 유의적인(p<0.05) 차이가 있었다. 아연은 열매가 줄기에 비해 높았으나 꽃과는 차이가 없었으며, 줄기와 꽃과는 차이가 없었다. 구리 함량은 꽃이 0.91 mg/100 g으로 다른 부위에 비해 높았고, 다음으로 열매와 줄기 순으로 차이가 있었다. 무기질의 경우 열매는 칼슘, 칼륨, 마그네슘, 철분, 망간, 아연, 나트륨, 구리 순으로 높았고, 줄기는 칼슘, 칼륨, 마그네슘, 망간, 철분, 나트륨, 아연, 구리 순이었으며, 꽃은 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 철분, 망간, 아연, 나트륨, 구리 순으로 나타났다. Lee 등(17)은 동결건조한 손바닥선인장의 무기질을 측정된 결과 줄기가 열매보다 칼슘, 마그네슘, 나트륨이 약 2배 많았다고 보고하였는데 본 연구에서는 줄기가 열매보다 많은 무기질은 칼슘, 칼륨, 마그네슘, 나트륨, 망간으로 나타났으며, 특히 마그네슘 함량

은 줄기가 열매보다 약 4배 정도 높게 나타났다. 꽃의 경우 또한 칼슘을 제외하고는 열매에 비해 크게 떨어지지 않는 것으로 나타났다. Yoon(12)의 연구에서 동결건조 한 천년초 줄기는 열매보다 칼슘이 약 3배 정도, 나트륨이 4배 정도 높게 나타났다. 이러한 결과로 볼 때 일반적으로 천년초를 이용한 가공제품을 개발할 경우 대부분 열매를 많이 이용하는데 줄기와 꽃 또한 영양적 성분이 많으므로 줄기와 꽃을 이용하는 것도 가공제품의 영양성분을 높일 수 있을 것으로 사료된다.

천년초의 부위별 구성 아미노산 함량 및 조성

Table 3은 천년초의 부위별 구성 아미노산 함량 및 조성을 나타낸 결과이다. 열매는 proline, glutamic acid, aspartic acid, leucine 순으로 높게 나타났으며, 총 함량은 4.0 g/100 g, 줄기는 glutamic acid, aspartic acid, leucine, lysine 순으로 높았고 총 함량은 4.6 g/100 g으로 나타났다. 꽃은 glutamic acid, aspartic acid, leucine, lysine 순으로 줄기와 비슷한 경향을 나타냈으나 총 함량은 5.6 g/100 g으로 열매, 줄기보다 많이 함유되었다. 대부분의 아미노산이 꽃, 줄기, 열매 순으로 높게 나타나 유의적인(p<0.05) 차이가 있었으며, 꽃이나 줄기에 비해 열매에서 높게 나타난 아미노산은 proline, cystine, methionine으로 나타났다. Cho 등(18)의 신안산 손바닥선인장의 구성 아미노산 연구에서 줄기의 총 함량이 열매보다 높게 나타난 것은 본 연구와 일치하는 것으로 나타났으며, 가장 많은 비율을 차지한 아미노산 또한 glutamic acid로 나타나 동일한 결과로 나타났지만 함유된 순서는 조금씩 차이가 있는 것을 알 수 있었다.

천년초의 부위별 지방산 조성

천년초의 지방산 조성을 측정된 결과는 Table 4와 같다. 열매의 지방산 조성은 linoleic acid가 32.8%로 가장 많았으며, 다음은 oleic acid 17.0%, linolenic acid 15.0%로 나타났다. 줄기는 linoleic acid 38.9%, linolenic acid 17.2%, palmitic acid 16.7% 순으로 많았으며, 꽃은 linoleic acid 30.6%, palmitic acid 19.7%, linolenic acid 13.4%로 나타나 천년초의 주된 지방산은 linoleic acid, linolenic acid, oleic acid, palmitic acid인 것으로 나타났다. P/M/S의 비율은 열매

Table 3. Compositions of total amino acids of different parts in Cheonnyuncho harvested from Yeosu (mg/100 g)

	Fruit	Cladodes	Flower	F-value
Aspartic acid	327.49±9.64 ^{1)c2)}	531.81±12.72 ^b	696.60±13.41 ^a	5.38*
Threonine	137.78±3.05 ^c	217.51±4.33 ^b	233.92±4.98 ^a	113.49*
Serine	166.60±3.76 ^c	252.19±5.40 ^b	282.75±3.58 ^a	80.64*
Glutamic acid	850.72±21.33 ^b	609.90±19.26 ^c	1341.73±32.03 ^a	765.93*
Proline	878.81±24.40 ^a	246.38±4.96 ^c	292.58±8.35 ^b	1001.23*
Glycine	158.10±3.29 ^c	245.32±6.06 ^b	285.08±7.56 ^a	32.18*
Alanine	181.22±4.80 ^c	305.58±8.47 ^b	339.08±7.49 ^a	81.98*
Cystine	23.12±0.51 ^a	10.08±0.22 ^c	15.30±0.38 ^b	1085.23*
Valine	175.31±3.67 ^c	266.24±6.34 ^b	293.90±9.26 ^a	43.03*
Methionine	50.18±1.59 ^a	22.87±0.52 ^b	24.82±0.56 ^b	407.89*
Isoleucine	132.18±2.77 ^c	217.70±5.20 ^b	243.44±7.35 ^a	60.34*
Leucine	253.89±6.24 ^b	412.54±8.09 ^a	415.26±10.67 ^a	166.85*
Tyrosine	101.49±2.31 ^a	101.05±2.69 ^a	102.83±2.12 ^a	0.43
Phenylalanine	152.39±3.00 ^c	247.54±5.65 ^b	260.67±7.29 ^a	107.23*
Histidine	112.48±2.57 ^c	166.93±4.75 ^b	197.45±4.82 ^a	16.39*
Lysine	224.55±5.97 ^b	363.23±8.01 ^a	365.72±11.57 ^a	118.86*
Arginine	238.03±5.18 ^c	272.83±6.39 ^b	293.49±6.29 ^a	2.79*
Total	4164.32±98.65 ^c	4489.70±136.53 ^b	5684.62±128.49 ^a	25.26*

¹⁾Mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts within the same row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test. *p<0.05.

Table 4. Composition of fatty acids of different parts in Cheonnyuncho harvested from Yeosu (unit: %)

	Fruit	Cladodes	Flower	F-value
Capric acid (C10:0)	0.10±0.00 ^{1)c2)}	0.44±0.01 ^a	0.29±0.01 ^b	1118.54*
Palmitic acid (C16:0)	12.78±0.58 ^c	16.73±0.54 ^b	19.66±0.86 ^a	1.38*
Stearic acid (C18:0)	3.94±0.18 ^b	4.09±0.09 ^b	6.00±0.24 ^a	41.56*
Arachidic acid (C20:0)	1.58±0.07 ^c	1.07±0.02 ^b	2.91±0.12 ^a	358.31*
Behenic acid (C22:0)	1.33±0.06 ^a	0.46±0.01 ^c	0.93±0.04 ^b	435.81*
Lignoceric acid (C24:0)	1.46±0.06 ^b	1.16±0.02 ^c	2.61±0.12 ^a	245.57*
Saturates	21.18±0.48 ^c	23.94±0.63 ^b	32.40±0.66 ^a	44.62*
Myristoleic acid (C14:1)	1.09±0.02 ^b	1.86±0.04 ^a	0.97±0.02 ^c	1401.29*
Palmitoleic acid (C16:1)	4.44±0.10 ^b	3.02±0.08 ^c	6.95±0.16 ^a	922.90*
Oleic acid (C18:1n9c)	17.03±0.45 ^a	8.42±0.18 ^b	5.27±0.16 ^c	166.78*
11-Eicosenoic acid (C20:1)	2.15±0.04 ^a	0.44±0.01 ^c	0.93±0.01 ^b	2694.31*
Erucic acid (C22:1n9)	0.60±0.01 ^a	0.18±0.00 ^c	0.38±0.00 ^b	1958.16*
Monoenes	25.31±0.58 ^a	13.93±0.38 ^b	14.50±0.30 ^b	369.05*
Linoleic acid (C18:2n6c)	32.75±0.75 ^b	38.88±0.88 ^a	30.55±0.70 ^c	169.62*
Linolenic acid (C18:3n3)	15.03±0.36 ^b	17.20±0.20 ^a	13.42±0.26 ^c	216.65*
8,11,14-Eicosatrienoic acid (C20:3n6)	2.27±0.05 ^c	4.00±0.07 ^b	7.82±0.20 ^a	126.66*
11,14,17-Eicosatrienoic acid (C20:3n3)	3.46±0.08 ^a	2.05±0.05 ^b	1.30±0.02 ^c	67.64*
Polyenes	53.51±1.01 ^b	62.13±1.31 ^a	53.09±0.88 ^b	132.14*

¹⁾Mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts within the same row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test. *p<0.05.

54:25:21, 줄기 62:14:24, 꽃이 53:15:32로 나타나 다 불포화지방산이 가장 높았고, 다음으로 줄기와 꽃의 경우는 포화, 단일 불포화 순으로 나타났으며, 열매는 단일불포화, 포화지방산의 순으로 나타났다. 밤꽃과 잎의 지방산 조성에 관한 Jo와 Jo의 연구(19)에서 밤꽃은 linoleic acid, linolenic acid, stearic acid, palmitic acid 순으로 많았다고 나타났으며, 밤잎은 linoleic acid, oleic acid, palmitic acid, stearic acid 순으로 나타나 지방산의 구성 성분과 비율은 부위마다 조금씩 차이가 있었으나 밤꽃과 밤잎은 포화지방산보다 불포화지방산의 비율이 높았다고 보고하였다. 이는 본 연구에서도

stearic acid를 제외하고는 주된 구성지방산의 종류는 비슷하게 나타났으며, 포화지방산에 비해 불포화지방산이 높게 나타난 것 또한 Jo와 Jo의 연구(19) 결과와 유사하다고 볼 수 있다.

천년초의 부위별 유리당 함량

천년초의 부위별 유리당 함량을 나타낸 결과는 Table 5에 나타내었다. 유리당 함량은 열매의 경우 sucrose가 100 g당 45.5 g으로 가장 많았고, 다음으로 fructose가 3.25 g이었으며, glucose 2.64 g으로 나타났다. 열매의 총 당 함량은 100

Table 5. Free sugar contents of different parts in Cheonnyuncho harvested from Yeosu (unit: dry basis, mg%)

	Fruit (%)	Cladodes (%)	Flower (%)	F-value
Sucrose	45500.10±2093.00 ^{1)a2)} (88.3)	969.73±28.50 ^b (34.2)	1993.04±101.11 ^b (8.7)	709.01 [*]
Cellobiose	6.87±0.28 ^a (0.0)	1.71±0.04 ^c (0.1)	2.79±0.12 ^b (0.0)	578.57 [*]
Maltose	1.00±0.04 ^c (0.0)	3.27±0.09 ^b (0.1)	11.20±0.37 ^a (0.0)	352.58 [*]
Lactose	1.08±0.05 ^b (0.0)	0.67±0.02 ^c (0.0)	2.88±0.09 ^a (0.0)	811.15 [*]
Rhamnose	4.60±0.19 ^a (0.0)	1.55±0.04 ^b (0.1)	4.78±0.23 ^a (0.0)	629.91 [*]
Ribose	3.34±0.16 ^b (0.0)	3.69±0.17 ^b (0.1)	24.01±1.15 ^a (0.1)	418.59 [*]
Mannose	5.16±0.20 ^b (0.0)	7.89±0.21 ^b (0.3)	71.13±3.26 ^a (0.3)	509.14 [*]
Fructose	3253.95±131.98 ^b (6.3)	1127.42±44.27 ^c (39.8)	11858.00±541.64 ^a (51.9)	782.56 [*]
Galactose	51.48±2.08 ^b (0.1)	20.83±0.95 ^c (0.7)	129.49±5.56 ^a (0.6)	816.24 [*]
Xylose	44.70±1.97 ^a (0.1)	3.08±0.09 ^c (0.1)	28.12±0.63 ^b (0.1)	1585.82 [*]
Glucose	2643.94±116.61 ^b (5.1)	695.88±29.23 ^c (24.5)	8703.77±200.90 ^a (38.1)	2796.79 [*]
Total	51516.22±2271.96 ^a (100)	2835.73±91.56 ^c (100)	22829.21±642.02 ^b (100)	1279.39 [*]

¹⁾Mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts within the same row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test. *p<0.05.

g당 51.5 g으로 나타났다. 줄기는 fructose가 100 g당 1.13 g으로 가장 많았으며, 다음으로 sucrose 0.97 g, glucose는 0.70 g이었다. 줄기의 총 당 함량은 100 g당 22.83 g이었다. 꽃의 유리당 함량 중 가장 많은 당은 fructose로 11.8 g/100 g이었고, 다음은 glucose가 8.7 g/100 g, sucrose가 1.9 g/100 g 순이었다. 꽃의 총 당 함량은 100 g당 2.8 g으로 나타났다. Sucrose를 부위별로 비교하면 열매는 다른 부위보다 유의적으로(p<0.05) 높게 나타났으며, 줄기와 꽃은 차이가 없었다. Fructose와 glucose의 경우 부위별로는 꽃이 유의적으로 높았고, 다음으로 열매, 줄기 순으로 높았다. 점질 다당류의 구성분인 mannose는 꽃이 가장 많았고, 다음으로 줄기, 열매 순으로 나타났다. 천년초의 부위별 당 함량은 열매가 유의적으로(p<0.05) 높았고, 다음으로 꽃, 줄기 순으로 나타났다. Lee 등(17)은 제주산 손바닥선인장의 당류를 측정된 결과 열매는 sucrose 68.7%, fructose 18.0%, glucose 12.8%로 나타났고, 줄기는 fructose, sucrose, glucose 순으로 나타났다고 하였는데 본 연구결과와 비교했을 때 함량의 차이는 약간 있었으나 주요 당 순서는 일치하였고 열매의 경우 총 당 함량이 본 연구에서 높게 나타나 백련초에 비해 천년초의 단맛이 높다는 것을 알 수 있었다. Kuti와 Galloway(20)의

연구에서도 선인장 열매의 주요 당은 sucrose, glucose, fructose라고 하였는데 본 연구에서도 동일한 결과를 나타내었다. Cho 등(18)은 신안산 손바닥선인장 중 열매의 유리당은 sucrose, fructose, glucose 순으로 나타났고, 줄기의 경우는 fructose, sucrose, glucose 순으로 나타났다고 보고하였는데 본 연구와 비교했을 때 양적인 차이는 약간 있었으나 열매와 줄기 모두 함량 순서가 동일하게 나타났다.

천년초의 부위별 유기산 함량

Table 6은 천년초의 부위별 유기산 함량을 나타낸 결과이다. 열매의 총 유기산 함량은 5711.88 mg/100 g으로 유기산 중에서 malic acid가 4725.21 mg으로 가장 많은 양을 나타냈고, 다음으로 citric acid가 653.65 mg, succinic acid 98.18 mg 순으로 나타났다. 줄기의 유기산 총량은 1122.16 mg/100 g이었고, 그중 malic acid가 821.34 mg으로 가장 많았으며, 다음이 citric acid, succinic acid 순으로 나타났다. 꽃의 총 유기산 함량은 1838.7 mg/100 g이었고, 그중 citric acid가 1206.16 mg으로 가장 많았으며, 다음으로 malic acid, tartaric acid 순이었다. 이러한 결과로 천년초의 주된 유기산으로는 부위별로 약간의 차이는 있으나 열매와 줄기의 경우

Table 6. Organic acid contents of different parts in Cheonnyuncho harvested from Yeosu (unit: dry basis, mg%)

	Fruit (%)	Cladodes (%)	Flower (%)	F-value
Oxalic acid	0.00±0.00 ^{1)a2)} (0.0)	0.00±0.00 ^a (0.0)	0.00±0.00 ^a (0.0)	0.04
Phosphoric acid ³⁾	166.71±8.01 ^a (2.9)	7.99±0.32 ^c (0.6)	23.53±0.95 ^b (1.3)	712.98 [*]
Citric acid	653.65±30.81 ^b (11.4)	231.58±10.63 ^c (20.6)	1206.16±61.30 ^a (65.6)	610.89 [*]
Tartaric acid	0.00±0.00 ^b (0.0)	0.00±0.00 ^b (0.0)	95.17±3.83 ^a (5.2)	909.21 [*]
Malic acid	4725.21±225.93 ^a (82.7)	821.34±25.57 ^b (73.2)	358.14±15.25 ^c (19.5)	338.66 [*]
Succinic acid	98.18±4.42 ^a (1.7)	47.59±1.07 ^c (4.2)	83.33±3.70 ^b (4.5)	306.54 [*]
Lactic acid	0.00±0.00 ^a (0.0)	0.00±0.00 ^a (0.0)	0.00±0.00 ^a (0.0)	0.09
Formic acid	43.78±2.01 ^a (0.8)	8.71±0.28 ^c (0.8)	17.01±0.75 ^b (0.9)	600.75 [*]
Acetic acid	24.35±1.12 ^b (0.4)	6.96±0.13 ^c (0.5)	55.37±2.29 ^a (3.0)	1063.35 [*]
Total	5711.88±262.81 ^a (100)	1122.16±26.06 ^c (100)	1838.70±83.17 ^b (100)	547.65 [*]

¹⁾Mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts within the same row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

³⁾Inorganic acid.

*p<0.05.

Table 7. Vitamin A and C concentration of different parts in Cheonnyuncho harvested from Yeosu

	(unit: dry basis, mg%)			
	Fruit (%)	Cladodes (%)	Flower (%)	F-value
Vit. A	3.16±0.10 ^{1)ab2)}	3.28±0.07 ^b	4.87±0.11 ^a	269.35 [*]
Vit. C	32.55±0.68 ^a	17.33±0.41 ^b	14.42±0.45 ^c	115.32 [*]

¹⁾Mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts within the same row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

*p<0.05.

는 malic acid로 나타났고, 꽃은 citric acid로 나타났다. 전체적인 유기산 함량은 열매가 다른 부위에 비해 유의적으로 높았고, 다음으로 줄기, 꽃 순으로 나타났다. 부위별 특징으로는 열매에는 다른 부위보다 phosphoric acid가 많았고, 특히 꽃의 경우는 열매와 줄기에는 전혀 없는 tartaric acid가 많이 함유되어 있는 것을 알 수 있었다. Cho 등(18)은 신안산 손바닥선인장의 유기산을 측정된 결과 열매와 줄기에 tartaric acid, malic acid, citric acid만 검출되었다고 보고하였으며, 열매와 줄기 모두 citric acid가 가장 많았고, 다음으로 malic acid, tartaric acid 순으로 나타났다고 보고하였는데 본 연구에서는 6~7가지의 유기산이 검출되었으며, 유기산의 함량 및 순서 또한 신안산 선인장의 유기산 함량과는 약간의 차이가 있음을 알 수 있었다.

천년초의 부위별 비타민 A와 C 함량

천년초의 부위별 비타민 A와 C 함량을 나타낸 결과는 Table 7과 같다. 비타민 A의 함량은 꽃이 4.87 mg%로 열매와 줄기에 비해 유의적으로 높게 나타났고, 비타민 C의 함량은 열매가 32.55 mg%로 다른 부위보다 유의적으로 높았고, 다음으로 줄기, 꽃 순으로 나타났다.

요 약

천년초의 부위별 영양성분을 알아보려고 전남 여수시 돌산읍의 라파엘 농장에서 재배되고 있는 천년초의 열매, 줄기, 꽃을 동결건조한 후 분석하였다. 일반성분 중 조 단백질 함량은 꽃이 가장 높게 나타났으며, 조 지방 함량은 열매, 조 회분은 줄기, 조 섬유는 열매와 줄기에서 가장 높게 나타났다. 무기질 함량 중 칼슘, 칼륨, 마그네슘, 나트륨, 망간은 줄기, 철분과 아연은 열매와 꽃, 구리는 꽃이 가장 높게 나타났다. 구성 아미노산의 경우 열매는 proline, glutamic acid, aspartic acid, leucine 순으로 높게 나타났으며, 줄기는 glutamic acid, aspartic acid, leucine, lysine 순으로 높았고, 꽃은 glutamic acid, aspartic acid, leucine, lysine 순으로 높았으며, 아미노산의 총 함량은 꽃, 줄기, 열매 순으로 높게 나타났다. 천년초의 주된 포화지방산은 palmitic acid와 stearic acid, 단일 불포화지방산은 oleic acid와 palmitoleic acid, 다 불포화지방산은 linoleic acid와 linolenic acid로 나

타났다. 유리당의 주된 성분은 sucrose, fructose, glucose였으며, 당 함량은 열매가 가장 높았고 다음으로 꽃, 줄기 순으로 나타났다. 천년초의 주된 유기산으로는 malic acid와 citric acid로 나타났으며, 유기산 총 함량은 열매, 꽃, 줄기 순으로 높게 나타났다. 비타민 A의 함량은 꽃이 가장 높게 나타났고, 비타민 C의 함량은 열매에서 가장 높게 나타났다. 이러한 결과로 볼 때 지금까지 천년초의 가공제품은 주로 열매를 이용하였으나 줄기와 꽃에도 영양성분이 풍부하므로 앞으로는 줄기와 꽃을 이용하여 가공제품을 개발할 수 있을 것으로 사료된다.

문 헌

- Carmen S. 2000. Processing technologies: an alternative for cactus pear (*Opuntia* spp.) fruits and cladodes. *J Arid Environments* 46: 209-225.
- Kim MJ. 2008. Physicochemical characteristics of Jeung-pyun by different addition ratios of prickly pear powder during storage. *MS Thesis*. Sungshin Women's University, Seoul, Korea. p 17-18.
- Heo J. 1991. *Donguibogam*. Gukillmoonhsa Co., Seoul, Korea. p 56.
- Lee KS, Kim MG, Lee KY. 2004. Antimicrobial effect of the extracts of cactus Cheonnyuncho (*Opuntia humifusa*) against food borne pathogens. *Korean J Soc Food Sci* 33: 1268-1272.
- Park MK, Lee YJ, Kang ES. 2005. Physiological activity/nutrition: Hepatoprotective effect of Cheonnyuncho (*Opuntia humifusa*) extract in rats treated carbon tetrachloride. *Korea J Food Sci Technol* 37: 822-826.
- Lee KS, Oh CS, Lee KY. 2005. Antioxidative effect of the fractions extracted from a cactus Cheonnyuncho (*Opuntia humifusa*). *Korean J Food Sci Technol* 37: 474-478.
- Cho EJ, Kim MJ, Choi WS. 2007. Quality properties of jeung-pyun with added with prickly pear (Cheonnyuncho) powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 17: 903-910.
- Kim KT, Choi AR, Lee KS, Jung YM, Lee KY. 2007. Quality characteristics of bread made from domestic Korean wheat flour containing cactus Cheonnyuncho (*Opuntia humifusa*) powder. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 461-468.
- Kim MH, Hong GJ. 2009. Quality properties of jeolpyun supplemented with Cheonnyuncho (*Opuntia humifusa*). *Korean J Food Cookery Sci* 25: 415-420.
- Cho Y, Choi MY. 2009. Quality characteristics of jelly containing added pomegranate powder and *Opuntia humifusa* powder. *Korean J Food Cookery Sci* 25: 134-142.
- Jang SY. 2009. A study of the development of traditional rice cake with Cheonnyuncho fruit powder. *MS Thesis*. Kyonggi University, Seoul, Korea. p 47-48.
- Yoon MS. 2010. Effect of irradiation and enzyme treatment on viscosity of cactus cladodes and its some biological activities (*Opuntia humifusa*). *MS Thesis*. Chonbuk National University of Korea, Jeonju, Korea. p 14-15.
- AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 31.
- Kim HY, Kim E, Kim DH, Oh MJ, Shin TS. 2009. The nutritional components of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) fed diets with Yuza (*Citrus junos* Sieb ex Tanaka). *Kor J Fish Aquat Sci* 42: 215-223.

15. Jung BM, Kang EA, Shin TS. 2009. Food components by kinds of Bigum spinach growing in Jeonnam Shinan. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1397-1405
16. Kim MR, Kim JH, Wi DS, Na JH, Sok DE. 1999. Volatile sulfur compounds, proximate components, minerals, vitamin C content and sensory characteristics of the juices of kale and broccoli leaves. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 1201-1207.
17. Lee YC, Hwang KH, Han DH, Kim SD. 1997. Compositions of *Opuntia ficus-indica*. *Korean J Food Sci Technol* 29: 847-853.
18. Cho IK, Jin SW, Kim YD. 2009. Analysis of components in the parts of *Opuntia ficus indica* from Shinan Korea. *Korean J Food Preserv* 16: 742-746.
19. Jo GS, Jo JS. 2003. Natural products organic chemistry: screening of antimicrobial activity from *Castanea crenata* Sieb. et Zucc. leaves and flowers. I. Chemical compositions. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 46: 257-261.
20. Kuti JO, Galloway CM. 1994. Sugar composition and invertase activity in prickly pear fruit. *J Food Sci* 59: 387-390.

(2011년 7월 4일 접수; 2011년 8월 30일 채택)