

과실주스 침지 및 동결건조로 제조된 산약칩의 특성 및 생리활성 평가

이만호¹ · 김미선² · 이륜경¹ · 신화균¹ · 손호용^{2*}

¹경북바이오산업연구원, ²안동대학교 식품영양학과

Received: March 23, 2011 / Accepted: March 28, 2011

Evaluation of Biological Activity and Characterization of Taste and Function-Enhanced Yam Chips.

Lee, Man-Hyo¹, Mi-Sun Kim², Lyun-Gyeong Lee¹, Hwa-Gyun Shin¹, and Ho-Yong Sohn^{2*}. Gyeongbuk

Institute for Bioindustry, Andong 760-380, Korea and ²Dept. of Food and Nutrition, Andong National University,

Andong 760-749, Korea – In this study, we have developed taste and other functional enhancements of yam

chips, from tasteless and flavorless yam slices, through the process of soaking freeze-dried yam in different

commercially available juices, including apple, omija (fruit of *Maximowiczia typica*), grape, wild grape,

orange, tomato, red ginseng, and black garlic juice. The analyses of color (brightness, redness and yellow-

ness), pH, brix, acidity, total polyphenol, total flavonoids, total sugar and reducing sugar, DPPH and ABTS

scavenging activity, reducing power and nitrite scavenging activity, of the different yam chips showed that the

freeze-dried yam slices absorb various components of fruit juices, such as flavonoids, sugars, organic acids

and flavors, during the soaking process. These changes resulted in increased taste (both sweet and sour tastes),

flavor and antioxidant activity in the yam chips. The soaking time for yam slices in juice is considered to be a

crucial factor for the taste and bioactivity of yam chips. In the case of grape juice-yam chips, which had the

highest preference among the 8 different chips, the optimum soaking time was noted as 120 seconds. The opti-

mization of the soaking process is necessary for various juices. These results suggest that taste, and other func-

tional enhancements, in yam chips can be developed by juice-soaking and freeze-drying methods.

Key words: fruit juices, soaking and freeze-dry, yam chips, functional yam, antioxidation, nitrite scavenging activity

서 론

전 세계적으로 10속 650여종 이상이 알려져 있는 마(산약)는, 한국을 비롯한 동남아, 열대, 아열대 지역에 널리 분포하고 있는 다년생 덩굴식물이다[1, 23]. 마의 지하부는 15~20%의 전분질, 1.0~1.5%의 단백질, 1%의 지질, 미량의 미네랄 및 비타민을 가지는 등 우수한 영양성분을 함유하고 있으며, 실제 열대 및 아열대 지역에서는 주요 식량자원으로 이용되고 있다[17]. 국내에서는 과거, 마를 무미, 무취의 기호성이 낮은 구황작물로 인식하고 있었으나, diosgenin, dioscin 등의 다양한 steroidal saponin, sitosterol, mucin 등의 생리활성물질이 보고되면서 건강기능성 식품으로 새롭게 각광받고 있다[6, 14]. 실제 마의 콜레스테롤 저하효과, 항당뇨, 혈당 강화, 지질분해효소 저해활성, 항돌연변이 활성 및 뮤신에 의한 항비만 및 배변 증대활성 등은 이미 보고[3, 5-7, 12, 21]되어 있으며, 마의 diosgenin을 이용한 여성용 피

임약과 부신피질호르몬과 같은 의약품 생산도 잘 알려져 있다[1, 6]. 따라서 최근, 국내 마의 최대 생산지인 안동지역은 최근 마(산약)특구로 지정되어 마의 대량생산 및 다양한 제품개발에 많은 투자와 연구가 집중되고 있는 실정이다.

마의 수확 후 가공 및 유통에서의 문제점으로는, 수확시 필연적으로 나타나는 지하부의 상처로 인한 미생물오염, 저온성 세균 및 곰팡이에 의한 부패, 낮은 저장성, 상온 저장 조건에서의 발아, 식용을 위한 거피시의 피부 알러젠 유발, 신선편이에서의 갈변현상 및 무미, 무취에 따른 낮은 관능성 등이 알려져 있다[14-18]. 이중 소비자 입장에서의 가장 큰 문제점은 거피시의 피부 알러젠 유발, 신선편이에서의 갈변현상 및 무미, 무취에 따른 낮은 관능성이다. 본 연구팀에서는 이러한 문제점을 극복하고자, 저온부패세균의 분리와 제어[17, 18], 장기저장조건 확립[15], 신선편이의 갈변억제[14] 및 향신료를 첨가한 기능성 신선편이 개발[16] 등의 연구와 함께 마 분말, 마 꿀차, 마 스넥, 마 케익 등의 다양한 가공 제품 개발에 초점을 맞추어 왔다. 그러나, 마 자체의 생리활성과 관능성이 강화된 생마 가공제품의 개발은 여전히 초보적인 단계에 있다.

천연 과일 및 야채주스는 비타민과 미네랄이 풍부하며, 당

*Corresponding author

Tel: +82-54-820-5491, Fax: +82-54-820-7804

E-mail: hysohn@andong.ac.kr

분 및 유기산을 다량 함유하고 있어 단맛과 상쾌함을 주며, 다양한 색소로 인해 시각적인 관능성이 우수하며, phytochemicals에 의한 유용생리활성이 확인되어 있다[4, 8, 11, 22]. 그러나 현재까지 이러한 주스의 관능성과 기능성을 이용한 부가적인 가공식품 개발 연구는 매우 미미하며, 흑삼을 포도주스에 침지하여 ginsenoside Rg3의 함량을 증대시키고 acetylcholinesterase 저해활성을 증대시킨 예가 보고되어 있을 뿐이다[13].

본 연구에서는 생리활성과 관능성이 강화된 산약칩 가공제품 개발을 목표로, 다양한 과일 및 야채주스에 동결건조 생마 절편을 침지하고 다시 동결건조하여, 과일주스의 단맛과 상쾌함, 색소로 인한 시각적인 관능성, 항산화능과 같은 유용생리활성을 동시에 나타내는 기능성 산약칩을 제조하고, 제조된 산약칩의 이화학적 특성, 항산화, 항균 및 항혈전 활성 등의 다양한 유용 생리활성 및 주스 최적 침지시간을 검토하였다. 따라서 본 실험결과는 기능성과 관능성이 강화된 산약칩 가공제품 생산의 기초자료로 이용될 것이다.

재료 및 방법

재료 및 시약

실험에 사용한 과일 및 야채주스는, 시판되는 사과, 오미자, 포도, 머루, 오렌지, 토마토, 홍삼 및 흑마늘 주스의 8종을 사용하였다. 마는 경북 안동에서 2010년 수확한 마 (*Dioscorea batatas* 경북4호)를 수세, 거피한 후, 두께 약 0.3 cm로 절단하여 사용하였다. 동결건조를 위해서는 생마절편을 -40°C 초저온 냉장고에서 예비동결한 후, 동결건조기(일신 바이오베이스 PVTFD-100R, 한국)에 넣어 건조하였으며, -40°C에서 시작하여 15°C/200분씩 온도를 증가시켜 운전하

고 최종적으로는 30°C에서 60~70시간 건조하였다. 동결건조 생마절편의 최종 수분함량은 4.51±0.48%였다. 과일주스 침지를 위해서는, 동결건조된 생마절편 5 kg을 통상의 플라스틱 망에 담고, 5 리터의 다양한 주스에 1분간 침지 후 건져 올려, 상온에서 20분간 방치하여 여액이 자연적으로 제거되도록 하였다. 이후, 상기 기술한 동결건조 방법과 동일하게 2차 동결건조하여 최종 기능성 산약칩을 제조하였다(Fig. 1). 기타 분석용 시약은 Sigma Co. (USA)의 제품을 구입하여 사용하였다.

산약칩의 물 추출물 조제

최종 생산된 산약칩의 유용 생리활성 평가를 위해, 30 g의 최종 생산된 생마 칩에 150 ml의 멸균수를 가하고 분쇄기(Stomacher 400, Seward Limited, England)를 이용하여 균일화 한 후, 20시간 교반 유출한 후 원심분리하여 그 상등액을 회수하여 물 추출물로 이용하였다[17].

산약칩의 이화학적 특성 및 물 추출물의 성분분석

8종의 과일주스에 침지, 동결건조하여 제조된 산약칩 및 이들의 물 추출물들의 색치는 Super color SP-80 Colormeter (Tokyo Denshoku Co., Japan)를 이용하여 측정하였으며, 명도(lightness, *L*), 적색도(redness, *a*), 황색도(yellowness, *b*)를 측정하였다. 표준 백색판은 *L*값이 92.31, *a*값이 -0.08, *b*값이 1.32이었으며, 시료당 3회 측정하여 평균값을 구하여 나타내었다. 물 추출물의 pH 측정은 320 pH meter (Mettler Toledo InLabR 413, UK)로 측정하였으며, brix 측정은 refractometer (Atago N-1E, Japan)을 이용하였고, 환원당은 DNS법으로[9], 총당은 phenol-sulfuric acid법을 이용하여 정량하였다[16]. 총 flavonoid 함량 및 총 polyphenol 함량은 기존에 보고한 방법

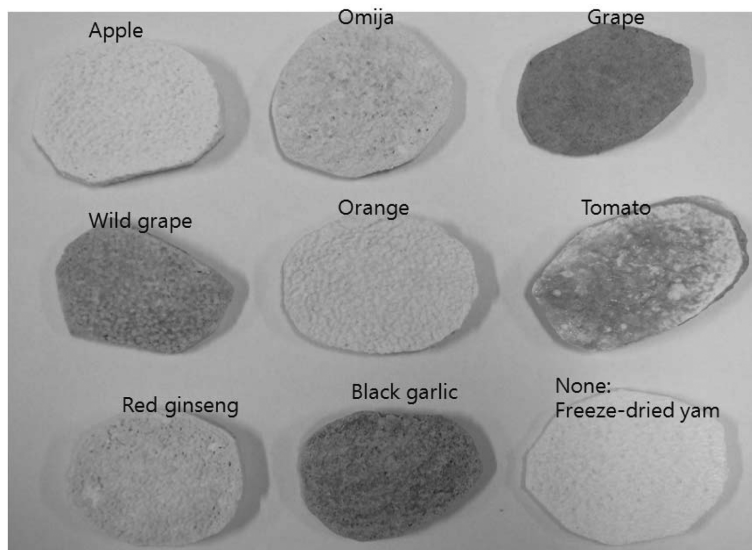


Fig. 1. Photography of freeze-dried yam chips soaked in different fruit juices.

과 동일하게 측정하였으며, 표준시약으로는 각각 rutin과 tannic acid를 사용하였다[16]. 산도는 주스 10 ml에 0.1 N NaOH 용액을 가하여 pH 8.3이 될 때까지 적정하여 그 소비된 양을 acetic acid의 함량(%)으로 환산하여 나타내었다[10].

항혈전 활성

제조된 산약칩의 물 추출물의 항혈전 활성은, 내인성 혈액 응고기전에서 가장 중추적인 역할을 수행하는 인간 트롬빈의 저해활성을 측정하여 평가하였으며 thrombin time으로 나타내었다. 혈장은 표준혈장(MD Pacific Hemostasis, China)을 구입하여 사용하였다. Thrombin time은 기존에 보고한 Amelung coagulometer KC-1A (Japan)를 이용하여 동일한 방법으로 혈전 생성시간을 측정하여 평가하였으며[10, 16], 3회 이상 반복한 실험의 평균과 편차로 나타내었다.

항균 활성 측정

제조된 산약칩의 물 추출물의 항균 활성은 기존 보고와 동일한 균주와 평가 방법을 사용하여 측정하였다[19, 20]. 즉 그람 음성균으로 *Escherichia coli* KCTC 1682, *Proteus vulgaris* KCTC 2433, *Pseudomonas aeruginosa* KACC 10186, *Salmonella typhimurium* KCTC 1926, 그람 양성균으로 *Staphylococcus aureus* KCTC 1916, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228, *Listeria monocytogenes* KACC 10550 및 *Bacillus subtilis* KCTC 1924를, 진균으로는 *Candida albicans* KCTC 1940와 *Saccharomyces cerevisiae* IF0 0233를 사용하였다. 항세균 활성측정의 경우 Nutrient broth (Difco Co., USA)에 각각의 세균을 접종하여 37°C에서 24시간 동안 배양한 후, 각 균주를 OD값이 0.1이 되도록 조정하여 Nutrient agar (Difco Co., USA) 배지를 포함하는 멸균 petri dish (90×15 mm, 녹십자, 한국)에 100 μL 도말하고, 각각의 물 추출물 5 μL를 멸균 disc-paper (지름 6.5 mm, Whatman No.2)에 가하여, 37°C에서 24시간 동안 배양하였으며, 진균의 경우에는 Sabouraud dextrose 배지(Difco Co. USA)를 이용하여 동일한 방법으로 30°C에서 24시간 동안 배양 후 생육저지환의 크기를 측정하여 항균활성을 평가하였다.

항산화 활성 평가

제조된 산약칩의 물 추출물의 항산화 활성은 DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) radical 및 ABTS (2,2'-azinobis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid diammonium salt) radical 소거능[16] 및 환원력 측정[10]에 의해 평가하였다. 각각의 활성은 기존 보고한 방법과 동일하게 측정하였으며, 각각의 반응액은 microplate reader (Asys Hitech, Expert96, Asys Co., Austria)를 사용하여 흡광도를 측정하였다. 실험 결과는 3회 측정값의 평균과 편차로 나타내었다.

아질산염 소거능 평가

제조된 산약칩의 물 추출물의 아질산염 소거능은 기존의 보고된 방법[2]을 변형하여 측정하였다. 즉 1 mM 아질산염 용액에 시료를 가한 후, 0.1 N HCl 용액을 사용하여 pH 1.2로 조정하고 37°C에서 1시간 반응시킨 다음, Griess 시약을 가하여 혼합하고 15분간 실온에서 방치하였다. 잔존 아질산염은 최종 반응액을 520 nm에서 흡광도를 측정하여 구하였다. 아질산염 소거능은 다음의 식에 따라 계산하였다.

$$\text{Nitrite scavenging activity (\%)} = [1-(A-C)/B] \times 100.$$

- A: 아질산염과 시료 혼합액의 1시간 반응 후 흡광도,
- B: 아질산염 용액의 흡광도,
- C: 시료의 흡광도

결과 및 고찰

8종의 과일주스에 침지, 동결건조하여 제조된 산약칩의 이화학적 특성

사과, 오미자, 포도, 머루, 오렌지, 토마토, 홍삼 및 흑마늘 주스 8종에 침지, 동결건조하여 제조한 산약칩과 무처리 동결건조 생마절편은 Fig. 1에 나타내었다. 무처리 동결건조 생마절편에 비해 각각의 생마칩은 침지한 주스의 색차는 물론, 각각의 주스 고유의 특유의 맛과 향을 나타내어 기호성 및 관능성에 긍정적인 영향을 나타내었다. 한편 토마토주스 침지의 경우 토마토 페이스트 상태로 표면에 균일한 색상이 나타나지 않아 추가적인 침지 및 처리조건 연구가 필요하리라 판단된다. 산약칩의 색차분석 결과는 Table 1에 나타내었다. 무처리 동결건조 생마절편의 경우 명도는 80.46, 적색도는

Table 1. Colors of the freeze-dried yam chips soaked in different fruit juices.

Treated fruit juices	<i>L</i> ¹	<i>a</i> ²	<i>b</i> ³	ΔE ⁴
None	80.46	-2.66	9.13	14.49
Apple	77.89	-2.24	12.61	18.50
Omiija	72.95	3.28	9.75	21.49
Grape	45.78	7.56	2.24	47.30
Wild grape	67.35	2.25	7.70	25.99
Orange	67.81	-4.65	21.25	31.96
Tomato	55.19	19.59	22.18	47.00
Red Ginseng	75.72	-0.57	14.50	21.25
Black garlic	50.55	6.07	18.18	45.56
Mean±SD	64.15 ±12.10	3.91 ±7.45	13.55 ±6.90	32.38 ±12.45

¹*L*: degree of lightness (white +100 ~ 0 black), ²*a*: degree of redness (red + 100 ~ -80 green), ³*b*: degree of yellowness (yellow + 70 ~ -80 black), ⁴ ΔE : overall color difference ($\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$).

Table 2. Physicochemical properties of the water extract of freeze-dried yam chips soaked in different fruit juices.

Treated fruit juices	pH	Brix (%)	Acidity (%)	L^1	a^2	b^3	ΔE^4
None	5.94	5.0	0.244	21.90	-9.98	-6.42	71.66
Apple	5.45	7.2	0.268	22.06	-8.61	-6.66	71.35
Omija	5.17	7.2	0.379	22.69	-6.44	-6.94	70.53
Grape	5.37	7.4	0.367	20.90	-5.84	-6.04	72.16
Wild grape	5.43	8.0	0.259	21.42	-9.08	-5.67	71.93
Orange	5.06	8.0	0.509	25.14	-4.37	-6.12	67.86
Tomato	4.93	9.0	0.299	22.09	-6.98	-3.99	70.89
Red Ginseng	6.02	4.6	0.251	21.42	-8.91	-5.73	71.92
Black garlic	5.68	5.2	0.285	21.23	-10.35	-2.55	72.05
Mean±SD	5.38 ±0.35	7.07 ±1.47	0.327 ±0.087	22.12 ±1.34	-7.57 ±1.99	-5.46 ±1.47	71.08 ±1.43

¹ L : degree of lightness (white +100 ~ 0 black), ² a : degree of redness (red + 100 ~ -80 green), ³ b : degree of yellowness (yellow +70 ~ -80 black), ⁴ ΔE : overall color difference ($\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$).

Table 3. The contents of total polyphenol, total flavonoid, total sugar and reducing sugar of the water extract of freeze-dried yam chips soaked in different fruit juices.

Treated fruit juices	Content (mg/g)			
	Total polyphenol	Total flavonoid	Total sugar	Reducing sugar
None	1.05±0.02 ¹	0.14±0.01	73.27±7.93	22.86±3.01
Apple	0.45±0.02	0.01±0.01	94.24±5.87	17.94±1.13
Omija	0.93±0.03	0.06±0.02	160.28±15.86	74.53±2.92
Grape	1.58±0.08	0.14±0.01	161.74±6.75	50.59±9.31
Wild grape	0.54±0.03	0.01±0.03	176.48±22.32	28.91±9.87
Orange	1.26±0.12	0.11±0.02	174.01±19.97	40.59±5.74
Tomato	0.68±0.07	0.02±0.02	100.06±3.52	39.62±3.95
Red Ginseng	1.25±0.06	0.11±0.03	45.03±16.15	10.96±0.09
Black garlic	1.67±0.02	0.16±0.02	177.10±13.80	22.86±3.01
Mean±SD	1.05±0.46	0.08±0.06	136.11±49.76	35.75±20.38

¹Values are mean ± SD of triplicate determinations.

-2.66, 황색도는 9.13을 나타낸 반면, 8종 산약칩의 명도, 적색도, 황색도의 평균값은 64.15±12.10, 3.91±7.45, 13.55±6.90으로 산약칩이 전반적으로 명도가 감소하고, 적색도와 황색도는 증가하는 것으로 나타났다. 특히 포도주스, 흑미늘주스, 토마토주스에 침지한 경우 명도는 각각 45.78, 50.55 및 55.19로 그 감소가 두드러졌으며, 적색도 역시 각각 7.56, 6.07, 19.59로 증가를 크게 나타냈다. 황색도에서의 가장 두드러진 증가는 오렌지와 토마토주스에 침지한 경우이며, 흑미늘 및 홍삼주스에 침지한 경우에도 각각 18.18 및 14.50으로 큰 폭의 증가가 나타났다. 이러한 색차는, 산약칩의 맛과 향 이외의, 시각적인 관능성에 영향을 미치는 주요인자중 하나이며, 실제 8종의 산약칩의 선호도 설문조사 결과, 20대 (n=40명)에서는 포도와 오렌지 산약칩을, 40대 이상(n=20명)에서는 홍삼 산약칩을 가장 선호하는 것으로 나타났다(결과 미제시).

산약칩의 물 추출물의 pH, brix, 산도 및 색차를 분석한 결

과는 Table 2에 나타내었다. 무처리 동결건조 생마절편의 pH, brix 및 산도는 각각 5.94, 5.0% 및 0.244%이었으나, 8종 산약칩의 평균 pH, brix, 산도는 5.38±0.35, 7.07±1.47% 및 0.327±0.087로, 제조된 산약칩이 생마절편보다 단맛과 신맛이 증가된 것으로 나타났다. 가장 낮은 pH와 높은 산도를 나타낸 경우는 오렌지주스에 침지한 경우이며, pH는 5.06, 산도는 0.509%로 증가되었고, brix 역시 5.0%에서 8.0%로 증가되었다. 반면 홍삼주스에 침지한 경우 pH와 산도는 6.02 및 0.251%로 거의 변화가 없었으며, brix는 오히려 4.6%로 감소되었다. 따라서 홍삼주스에 침지하여 제조한 홍삼 산약칩의 경우 단맛, 신맛의 증가는 거의 없는 반면, 홍삼특유의 향과 맛이 선호도의 원인으로 추측되었다.

제조된 산약칩의 물 추출물을 이용하여 성분 분석한 결과, 무처리 동결건조 생마절편의 총폴리페놀, 총플라보노이드, 총당 및 환원당 함량은 각각 1.05±0.02, 0.14±0.01, 73.27±7.93 및 22.86±3.01 mg/g이었으나, 8종 산약칩의 평균 총폴

리페놀, 총폴라보노이드, 총당 및 환원당 함량은 각각 1.05 ± 0.46 , 0.08 ± 0.06 , 136.11 ± 49.76 및 35.75 ± 20.38 mg/g으로 나타나 총당 및 환원당 함량에서 증가가 인정되었다(Table 3). 총폴리페놀에서의 두드러진 증가는 포도 및 흑마늘주스에 침지한 경우이며, 다음은 홍삼 및 오렌지주스에 침지한 경우였다. 따라서 항산화능의 경우 흑마늘>포도>홍삼>오렌지 산약칩 순서로 우수할 것으로 예상되었다. 한편 총폴라보노이드 함량은 흑마늘 및 포도주스에 침지한 경우를 제외하고는 모두 감소하는 경향을 나타낸 바, 이는 생마절편의 플라보노이드 성분이 주스침지 및 여액 제거동안 손실, 유출되기 때문으로 추측되었다. 총당의 경우 오미자, 포도, 머루, 오렌지 및 흑마늘주스 침지시 무처리 생마절편보다 2.2~2.4배 증가되었으며, 환원당의 경우 오미자, 포도, 오렌지 및 토마토주스 침지시 1.8~3.2배 증가되었다. 그러나 홍삼주스에 침지한 경우 총당과 환원당 함량은 무처리 생마절편의 48~60% 수준으로 감소하였다.

8종의 과일주스에 침지, 동결건조하여 제조된 산약칩의 유용 생리활성

제조된 산약칩의 생리활성을 물 추출물을 이용하여 평가하였다. 먼저 물 추출물 원액을 이용하여 항혈전 및 항균 활성을 평가한 경우 모두 나타나지 않았다(결과 미제시). 이는 추출물에서의 활성성분의 농도가 너무 낮기 때문으로 추측되며, 추출물을 농축하여 항혈전 및 항균 활성을 평가하지는 않았다. 한편 산약칩의 항산화 활성을 평가한 결과는 Table 4에 나타내었다. 먼저 무처리 동결건조 생마절편의 DPPH 음이온 소거능은 물 추출물 원액에서 36.69%, 1/5 희석액에서 13.78%를 나타내었으나, 오렌지, 토마토, 홍삼, 흑마늘주스 산약칩은 추출물 원액에서 42~51%, 1/5 희석액에서 18~22%의 소거능을 나타내어 증가된 음이온 소거능을 확인하였다. 그러나 포도, 머루주스 산약칩은 DPPH 음이온 소거능의 변화가 거의 없었으며, 사과 및 오미자 산약칩의 경우에는 오히려 소거능이 감소하는 결과를 나타내었다. ABTS 양이

온 소거능의 경우, 무처리 동결건조 생마절편의 물 추출물에서 85.65%, 1/5 희석액에서 33.61%를 나타내었으나, 포도, 머루, 오렌지, 홍삼 및 흑마늘주스 산약칩은 추출물 원액에서 92~95%, 1/5 희석액에서 33~37%의 소거능을 나타내어 증가된 양이온 소거능을 확인하였다. 또한 환원력 평가의 경우에는, 무처리 동결건조 생마절편의 물 추출물에서 활성이 나타나지 않은 반면, 오미자, 오렌지, 토마토 및 홍삼주스 산약칩에서는 우수한 활성을 나타내었다. 한편 nitrite 소거능 평가 결과, 무처리 동결건조 생마절편의 물 추출물에서 29.20%, 1/5 희석액에서 22.57%를 나타내었으나, 오렌지주스 산약칩에서는 64.21%의 증가된 활성을, 오미자, 포도, 머루, 토마토 및 홍삼주스 산약칩에서는 36~40%의 활성을 나타내었다. 이러한 산약칩의 항산화 활성 및 nitrite 소거능 증가는 사용된 주스의 항산화 성분 및 nitrite 소거 활성성분이 생마절편으로 이행되었음을 의미하며, 과일주스 침지, 동결건조 산약칩은 관능성 증대는 물론 유용 생리활성 증가효과도 기대할 수 있음을 제시하고 있다.

포도주스 산약칩 제조의 최적 침지시간 결정

동결건조 생마절편을 다양한 과일주스에 침지후 동결건조하여 제조하는 산약칩은, 포도, 오렌지 흑마늘주스 산약칩과 같이 주스침지 및 여액 제거동안 과일주스로부터 다양한 성분이 동결건조 생마로 이행되는 경우와, 반대로 사과 및 홍삼주스 산약칩과 같이 동결건조 생마의 다양한 성분이 유출되는 경우가 나타났다(Table 2~4). 따라서 청년층에 선호도가 높은 포도주스 산약칩을 대상으로 최적 침지시간을 결정하였다. 즉 동결건조 생마절편을 0, 30, 60, 90, 120, 180 및 300초 동안 포도주스에 침지 후 동일한 방법으로 산약칩을 제조하였으며, 포도주스 산약칩의 특성과 항산화 활성을 평가하였다(Table 5). 그 결과, 침지시간 증가에 따라 산약칩의 pH는 5.98에서 120초 침지동안 빠르게 감소하여 4.93까지 감소한 후 서서히 감소하였으며, brix의 경우에도 120초 침지동안 빠르게 증가한 후, 이후 300초 침지동안 더 이상의 변

Table 4. Antioxidation and nitrite scavenging activities of the water extract of freeze-dried yam chips soaked in different fruit juices.

Treated fruit juices	Scavenging activity (%)						Reducing power (OD 700 nm)	
	DPPH anion		ABTS cation		Nitrite		UD	1/5D
	UD ¹	1/5D ²	UD	1/5D	UD	1/5D		
None	36.69	13.78	85.65	33.61	29.20±1.11	22.57±2.89	0	0
Apple	27.07	8.19	78.89	20.95	32.18±4.00	26.84±1.33	0.10±0.004	0.02±0.002
Omija	23.84	9.87	85.33	29.5	39.56±2.00	31.08±3.33	0.41±0.029	0.07±0.004
Grape	33.89	11.73	92.3	32.72	36.42±2.00	28.10±1.33	0.03±0.006	0.02±0.001
Wild grape	34.26	12.66	93.56	37.92	37.52±2.22	26.53±3.55	0.15±0.013	0.02±0.001
Orange	51.02	21.97	93.56	37.31	64.21±1.33	34.38±3.11	0.45±0.025	0.08±0.003
Tomato	43.58	18.06	84.80	22.11	36.11±4.66	18.05±0.44	0.40±0.030	0.06±0.005
Red Ginseng	42.09	18.81	93.35	33.40	37.05±0.22	17.74±1.78	0.30±0.010	0.07±0.006
Black garlic	46.93	19.55	94.93	37.41	25.75±5.55	15.70±5.99	0.01±0.001	0.01±0.000

¹UD: Undiluted water extract, ²1/5D: 1/5 diluted water extract.

Table 5. Effect of soaking time on physicochemical properties of the freeze-dried yam chips soaked in grape juice.

Treated time (sec)	Relative weight ratio ¹	pH	Brix	L ²	a ³	b ⁴	ΔE ⁵
None	1.00±0.00	5.98	5.0	77.85	-2.98	7.92	16.08
30	1.14±0.05	5.31	7.3	43.11	6.84	2.04	49.74
60	1.22±0.02	5.12	7.9	35.63	9.36	2.88	57.53
90	1.22±0.02	5.18	8.0	34.45	9.59	2.98	58.73
120	1.30±0.02	4.93	8.3	28.14	8.97	2.86	64.87
150	1.29±0.01	4.91	8.2	30.05	8.89	2.50	62.96
180	1.27±0.01	4.88	8.2	25.14	8.40	2.52	67.77
300	1.27±0.02	4.80	8.3	30.48	9.44	2.85	62.63

Relative weight ratio: The weight ratio of freeze-dried chips between before-, and after-soaking in grape juice. ²L: degree of lightness (white +100 ~ 0 black), ³a: degree of redness (red +100 ~ -80 green), ⁴b: degree of yellowness (yellow +70 ~ -80 black), ⁵ΔE: overall color difference ($\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$).

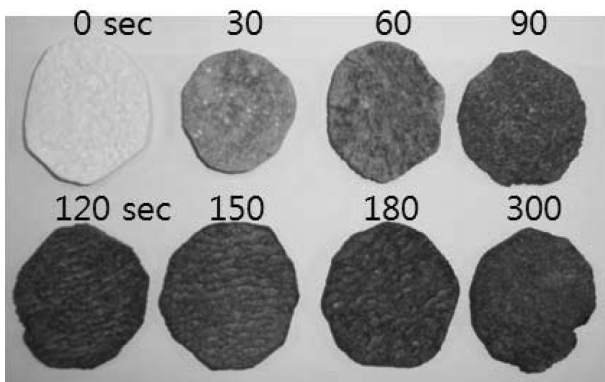


Fig. 2. Photography of freeze-dried yam chips soaked in grape juice. The numbers represent the soaking time in grape juice.

화없이 유지되었다. 색상의 경우 침지시간 증가에 따라 명도는 120초 침지동안 빠르게 감소한 후, 유지되었으며, 적색도와 황색도는 각각 60초 침지시까지 빠르게 증가된 후 이후 미미한 변화를 나타내었다(Table 5, Fig. 2). 따라서 포도주스 산약칩 제조시 색상의 변화는 60초 침지로 충분하며, 신맛 및 단맛의 증가를 위해서는 120초 침지가 필요함을 알 수 있었다. 한편 다양한 침지시간에 의해 제조된 포도주스 산약칩의 항산화 활성을 평가한 결과 DPPH 음이온 소거능 및 ABTS 양이온 소거능 모두에서 120초 침지로 제조된 산약칩에서 가장 높은 활성을 나타내었다(Fig. 3). 따라서, 포도주스 산약칩의 경우 120초 침지가 유리할 것으로 판단되며, 향후, 각각의 과일주스 산약칩 제조를 위한 침지 및 제조조건 최적화 연구 및 기호도 평가가 필요하다. 본 연구결과는

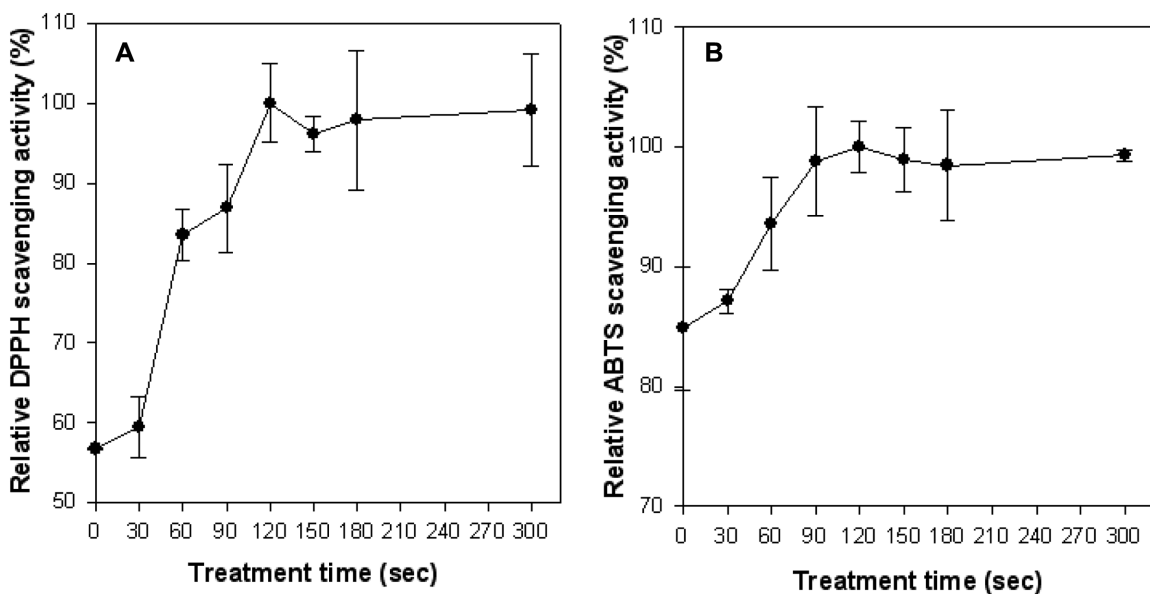


Fig. 3. Effect of soaking time on antioxidation activities of water extract of freeze-dried yam chips soaked in grape juice. A. DPPH scavenging activity. B. ABTS scavenging activity.

무미, 무취의 생마로부터 기능성과 관능성이 강화된 산약칩 가공제품 생산이 가능함을 제시하며, 생마를 이용한 고부가가치 가공식품 제조의 기초자료로 이용될 것이다.

요 약

본 연구에서는 무미, 무취의 생마로부터 생리활성과 관능성이 강화된 산약칩 가공제품 개발을 목표로, 사과, 오미자, 포도, 머루, 오렌지, 토마토, 홍삼 및 흑마늘 주스에 동결건조 생마절편을 침지하여 과일주스의 관능성분 및 유용활성성분을 흡착시키고, 이를 다시 동결건조하여 산약칩을 제조하였다. 제조된 산약칩의 색차 (명도, 적색도 및 황색도), pH, brix, 산도, 총폴리페놀, 총플라보노이드, 총당, 환원당 함량 및 항산화 활성, nitrite 소거능을 평가한 결과, 산약칩은 동결건조한 생마절편에 비해 과일주스의 단맛과 상쾌함, 과일 색소로 인한 시각적인 관능성 증대, 총폴리페놀 함량 증가에 따른 항산화능 증대 등 유용생리활성과 관능성이 증가되었음을 확인하였다. 선호도가 높은 포도주스 산약칩 제조를 위한 최적 생마 침지시간을 평가한 결과, 120초 침지가 관능성 및 항산화능이 가장 증가되어 있음을 확인하였다. 향후, 다양한 과일주스 산약칩 제조를 위한 침지 및 제조조건의 최적화 연구 및 기호도 평가가 필요하다. 본 연구결과는 생마를 이용한 고부가가치 가공식품 제조의 기초자료로 이용될 것이며, 무미, 무취의 생마로부터 기능성과 관능성이 강화된 산약칩 가공제품 생산이 가능함을 제시한다.

Acknowledgement

This study was supported by Technology Development Program for Agriculture and Forestry, Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, Republic of Korea.

REFERENCES

- Ahn, J. H., K. H. Son, H. Y. Sohn, and S. T. Kwon. 2005. *In vitro* culture of adventitious roots from *Dioscorea nipponica* Makino for the production of steroidal saponins. *Kor. J. Plant Biotechnol.* **32**: 317-323.
- Cho, E. K., and Y. J. Choi. 2010. Physiological activities of hot water extracts from *Ecklona cava* Kjellman. *J. Life Sci.* **20**: 1675-1682.
- Kang, T. H., S. Z. Choi, T. H. Lee, M. W. Son, and S. Y. Kim. 2008. Characteristics of antidiabetic effect of *Dioscorea rhizoma* (1) - Hypoglycemic effect. *Korean J. Food Nutr.* **21**: 425-429.
- Kim, J. S., and S. Y. Choi. 2008. Physicochemical properties and antioxidative activities of Omija (*Schizandra chinensis* Baillon). *Korean J. Food & Nutr.* **21**: 35-42.
- Kim, M. W. 2001. Effects of H₂O-fraction of *Dioscorea japonica* Thunb and selenium on lipid peroxidation in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* **17**: 344-352.
- Kwon, C. S., H. Y. Sohn, S. H. Kim, J. H. Kim, K. H. Son, J. S. Lee, J. K. Lim, and J. S. Kim. 2003. Anti-obesity effect of *Dioscorea nipponica* Makino with lipase-inhibitory activity in rodents. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **67**: 1451-1456.
- Kwon, E. G., E. M. Choe, and S. J. Gu. 2001. Effects of mucilage from yam (*Dioscorea batatas* DECNE) on blood glucose and lipid composition in alloxan-induced diabetic mice. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **33**: 795-801.
- Kwon, H. J., and C. S. Park. 2008. Biological activities of extracts from Omija (*Schizandra chinensis* Baillon). *Korean J. Food Preserv.* **15**: 587-592.
- Kwon, J. B., M. S. Kim, and H. Y. Sohn. 2010. Evaluation of antimicrobial, antioxidant, and antithrombin activities of the rhizome of various *Dioscorea* species. *Korean J. Food Preserv.* **17**: 391-397.
- Kwon, J. E., U. H. Baek, I. C. Jung, and H. Y. Sohn. 2010. Biological activity of fresh juice of wild-garlic, *Allium victorialis* L. *Korean J. Food Preserv.* **17**: 541-546.
- Lee, H. R., B. R. Jung, J. Y. Park, I. W. Hwang, S. K. Kim, J. U. Choi, S. H. Lee, and S. K. Chung. 2008. Antioxidant activity and total phenolic contents of grape juice products in the Korean market. *Korean J. Food Preserv.* **15**: 445-449.
- Lee, I. S., S. Y. Chung, C. S. Shim, and S. J. Koo. 1995. Inhibitory effects of yam (*Dioscorea batatas* DECNE) extracts on the mutagenicity. *Kor. J. Soc. Food Sci.* **11**: 351-355.
- Lee, M. R., B. S. Yun, B. S. Sun, L. Liu, D. L. Zhang, C. Y. Wang, Z. Wang, S. Y. Ly, E. K. Mo, and C. K. Sung. 2009. Change of ginsenoside Rg3 and acetylcholinesterase inhibition of black ginseng manufactured by grape juice soaking. *J. Ginseng Res.* **33**: 349-354.
- Ryu, H. Y., I. S. Kwun, S. J. Park, B. H. Lee, and H. Y. Sohn. 2007. Inhibition of browning in yam fresh-cut and control of yam-putrefactive bacterium using acetic acid or maleic acid. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* **35**: 135-141.
- Ryu, H. Y., J. I. Kim, and H. Y. Sohn. 2009. Effect of temperature on yam quality during long-term storage. *J. Basic. Life Res. Sci.* **9**: 61-66.
- Ryu, H. Y., K. H. Bae, E. J. Kum, S. J. Park, B. H. Lee, and H. Y. Sohn. 2007. Evaluation for the antimicrobial, antioxidant, and antithrombosis activity of natural spices for fresh-cut yam. *J. Life Sci.* **17**: 652-657.
- Ryu, H. Y., S. J. Park, B. H. Lee, and H. Y. Sohn. 2007. Control of yam putrefactive psychrotrophic bacterium using clove oil and preparation of functional Fresh-cut. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* **35**: 66-72.
- Ryu, H. Y., Y. S. Kim, S. J. Park, B. H. Lee, S. T. Kwon, and H. Y. Sohn. 2006. Isolation and characterization of yam-putrefactive psychrotrophic bacteria from rotted yam. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* **34**: 109-114.
- Sohn, H. Y., H. Y. Ryu, Y. J. Jang, H. S. Jang, Y. M. Park,

- and S. Y. Kim. 2008. Evaluation of antimicrobial, antithrombin, and antioxidant activity of aerial part of *Saxifraga stolonifera*. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* **36**: 195-200.
20. Sohn, H. Y., K. H. Son, C. S. Kwon, G. S. Kwon, and S. S. Kang. 2004. Antimicrobial and cytotoxic activity of 18 prenylated flavonoids isolated from medicinal plants: *Morus alba* L., *Morus mongolica* Schneider, *Broussnetia papyrifera* (L.) Vent, *Sophora flavescens* Ait and *Echinosophora koreensis* Nakai. *Phytomedicine* **11**: 666-672.
21. Son, I. S., J. I. Kim, H. Y. Sohn, K. H. Son, J. S. Kim, and C. S. Kwon. 2007. Antioxidative and hypolipidemic effects of diosgenin, a steroidal saponin of yam (*Dioscorea spp*), on high-cholesterol fed rats. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **71**: 3063-3071.
22. Sung, K. C. 2009. A study of the pharmaceutical and chemical characteristics of natural grape extract. *J. Kor. Oil Chemists Soc.* **26**: 341-349.
23. Yang, M. H., K. D. Yoon, Y. W. Chin, and J. W. Kim. 2009. Phytochemical and pharmacological profiles of *Dioscorea* species in Korea, China and Japan. *Korean J. Pharmacogn.* **40**: 257-279.