

야콘의 항산화성 및 야콘 초절임제품의 저장 중 품질특성

문미정 · 유경미¹ · 강희진² · 황인경² · 문보경[†]

중앙대학교 식품영양학과, ¹승의여자대학 식품영양과, ²서울대학교 식품영양학과 생활과학연구소

Antioxidative Activity of Yacon and Changes in the Quality Characteristics of Yacon Pickles during Storage

Mi-Jung Moon, Kyung-Mi Yoo¹, Hee-Jin Kang², In-Kyung Hwang² and BoKyung Moon[†]

Department of Food and Nutrition, Chung-Ang University

¹Department of Food and Nutrition, Soongeui Women's College

²Department of Food and Nutrition, Research Institute of Human Ecology, Seoul National University

Abstract

The purpose of this study was to measure the antioxidant activity of yacon root and to manufacture yacon pickles for commercialization as a functional food. The total phenol content in yacon roots were the highest, 29.96 mg GAE/ 100 g, in the ethyl acetate fraction and the DPPH radical scavenging activity and ABTS radical scavenging activity was 37.07%, and 91.60%, respectively, in the ethyl acetate fraction. The optimum recipe for the pickling solution was determined to be vinegar, water and high fructose corn syrup, at 34%, 22% and 44%, respectively. The quality characteristics of yacon pickles using this solution were monitored during storage at 25°C for 43 days. The pH value decreased to 2.98 (42 days) during storage and °Brix gradually increased during storage. The L-value decreased significantly during storage but there were no significant changes detected in the a and b values. No significant changes were detected in the hardness of the yacon pickles. According to the sensory evaluation, no significant changes in taste, texture and overall acceptance of yacon pickle were observed during storage. These results indicated that yacon was an excellent functional food in terms of its antioxidant activity and that pickling might be a promising methods to maintain the taste and quality of yacon during storage.

Key words: yacon, yacon pickle, quality characteristics, antioxidant activity

1. 서론

야콘(*Polymnia sonchifolia*)은 국화과에 속하는 다년생 구근작물로서 원산지는 남미의 에콰도르와 페루이며 형태는 고구마나 다알리아와 비슷하다. 야콘의 식용부위는 주로 괴근이며 수분이 많아 시원하고 신맛이 없어 식감이 배와 비슷하다(Lee SY 등 2010). 현재 샐러드, 칩, 냉면, 국수, 짬, 김치, 약재, 음료 등의 형태로 이용되고 있으며 다이어트 식품으로 활용이 가능한 것으로 알려져 있다. 또한 다른 채소류나 과일류보다 무기질을 다량 함유하고 있기 때문에 기능성 식품으로서 가치가 있다(Kang YK와 Ko MR 2004). 야콘의 괴근에는 fructo-oligosac-

charide가 다량 함유되어 있는데 이 물질은 체내에서 흡수되지 않아 변비 개선 기능을 가지고 있으며(Chen HL 등 2000) 혈중 지질과 혈당을 감소시켜 당뇨병 예방효과 및 환자 식이에 이로움을 주는 것으로 알려져 있다. 뿐만 아니라 fructose, glucose, sucrose, inulin 또한 다량 함유되어 있는데 괴근에 함유된 fructose는 fructo-oligosaccharide와 마찬가지로 기능성 천연 감미료로 사용이 가능하며 장내 흡수 속도가 sucrose보다 느리기 때문에 비만, 동맥경화를 예방하는데 효과적인 물질이다(Kim YS 2005). 야콘은 일반적으로 가정에서 조리가 가능하나 수분을 다량 함유하여 조직이 빠르게 갈변하는 단점이 있어 저장성에 한계가 있다(Takenaka M 등 2003). 이처럼 쉽게 갈변하는 이유는 아미노 화합물에 의한 polyphenol 축합반응과 polyphenol 효소의 중합반응에 의한 것으로 생각되어진다(Yabuta G 등 2001). 야콘은 저장성이 낮아 이용에 제한이 되지만 현재까지 보고된 바로는 야콘의 저장성에

[†]Corresponding author: BoKyung Moon, Department of Food and Nutrition, Chung-Ang University
Tel: 031-670-3270
Fax: 031-676-8741
E-mail: bkmoon@cau.ac.kr

관한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 야콘의 저장성을 연장하기 위한 가공식품 개발이 요구되고 있다.

최근 건강에 대한 관심이 증가하면서 항산화식품의 개발이 중요하게 인식되고 있다. 폴리페놀 화합물은 대표적인 항산화 물질로 야콘의 피클에 상당히 많은 양이 함유되어 있으며(Chuda Y 등 1998), 이 물질들은 주로 chlorogenic acid와 caffeic acid에서 유도된 것이다(Takenaka M 등 2003). 야콘에 관한 연구로는 야콘 잎 추출물이 쥐의 간세포를 보호하여 지질과산화 저해에 효과가 있다고 보고된 바 있으며(Valentova K와 Ulrichova J 2003), 야콘 K-23의 항균성 및 기능성 야콘 잼에 관한 연구(Kim YS 2005), 이를 비롯해 항산화 및 항암 활성에 관한 보고(Min 등 2008)와 야콘 갈변의 원인 물질인 polyphenol oxidase에 영향을 미치는 인자에 대한 보고(Neves VA와 da Silva MA 2007)가 있기는 하지만 야콘을 가공제품으로 활용하기 위한 연구는 야콘 뿌리를 이용한 발효 초음료 개발(Lee SY 등 2010) 이외에는 거의 보고된 바 없다.

피클은 우리나라 장아찌와 제조방법이 비슷하여 장기간 보존할 수 있는 장점이 있으며 향신료에 따라 강한 방향과 독특한 맛을 생성한다. 원료를 담그는 방법에 따라 발효 피클과 간이 피클로 구분되어 있는데 발효 피클은 소금 절임 하여 젖산발효 시킨 것이고 간이 피클은 발효시키지 않고 식초에 담근 것이다. 우리나라에서 주로 이용되는 방법은 스위트 피클로 초산이나 식초를 첨가하여 제조한 것이다(Jeong JE 등 2009). 피클의 질은 제조 시 과실의 단단함과 씹히는 질감에 의해 좌우 된다(Howard LR과 Buescher RW 1990). 야콘 초절임의 품질을 좌우하는 것은 초절임의 원료가 되는 야콘의 품질, 즉 야콘 내 펙틴, 당, 색도, 유기산, 아미노산 등을 들 수 있다. 서양 음식이 급속도로 보급되면서 우리나라 사람들의 기호도에 맞는 피클의 수요가 증가하게 되었으나(Oh SH 등 2003) 주재료들은 오이, 양배추, 양파, 콜리플라워 등으로 국한되어 있어 다양한 재료를 이용한 제품이 요구되고 있다.

따라서 본 연구에서는 야콘의 항산화 활성으로 총 페놀함량과 항산화능을 측정하고, 기능성 식품으로서 가치가 있는 야콘의 섭취 편이와 저장성을 늘이기 위한 방법의 일환으로 초절임 제품을 개발하여 이를 저장하면서 저장 기간에 따른 품질특성으로 pH와 당도, texture와 색도를 측정하였고 관능검사를 실시하였다.

II. 연구방법

1. 실험재료 및 시약

본 실험에 사용된 야콘은 2008년 초원야콘농장(경북 경주시 외동읍)에서 재배한 것을 사용하였다. 초절임 제조에 사용된 식초는 양조식초(오뚜기)를 사용하였으며 설탕

과 올리고당은 제일제당의 백설탕과 올리고당을 사용하였고 고과당은 (주)삼양 제넥스의 큐원 고과당을 사용하였다. 실험에 사용된 시약으로 folin-ciocalteu's phenol reagent, 2,2-Diphenyl-1-1-picrylhydrazyl(DPPH, Sigma Chemical Co., USA), 2,2'-Azino-bis, 3-ethylbenzothiazoline-6-sulfoic acid(ABTS, Sigma Chemical Co.,USA), gallic acid monohydrate는 Kanto Chemical Co.,(Japan) 제품을 사용하였고, sodium carbonate, methanol, ethyl acetate, chloroform, butanol은 Duksan Pure Chemical Co.,(Korea)의 HPLC 용 시약을 사용하였다.

2. 실험방법

1) 항산화 활성

(1) 분획의 제조

야콘 분말의 수분 함량은 88.44%이며, 동결 건조한 야콘 분말 50 g을 80% methanol 300 mL에 24시간 동안 침지하여 여과지(Whatman NO. 2)를 사용하여 여과한 후 추출액은 따로 모으고 남은 잔사에 다시 80% methanol 200 mL을 가하여 1시간 후 여과지로 추출하여 추출액을 모아 100 mL로 감압농축(rotary vacuum evaporator N-1000, Eyela, Japan) 하였다. 용매별 분획은 100 mL로 농축된 methanol을 분별 깔대기에 넣고 chloroform 300 mL을 넣어 두층이 고루 섞이도록 한 후 두층이 분리되면 chloroform층을 분리하고 남은 분획에 ethylacetate와 butanol, water를 300 mL씩 순차적으로 넣어 각 층을 분리하였다. 각각의 분획을 5 mL로 감압농축하여 냉장 보관하며 실험에 사용하였다.

(2) 총 폴리페놀 함량 분석

총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu법으로 측정하였다(Yoo KM 등 2008). 각 분획물 50 μ L에 증류수 5 mL을 넣은 후 Folin Ciocalteu's phenol reagent 0.5 mL을 첨가하여 교반하였다. 5분 후 Na_2CO_3 용액 1.5 mL을 가하고 증류수로 희석하여 총 10 mL이 되도록 한 후 교반하였다. 실온에서 2시간 방치 후 분광광도계(Spectrophotometer Genesis TM, USA)를 이용하여 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 페놀화합물 함량은 gallic acid로 표준 검량 곡선을 작성하여 계산하였으며 100 g 건식 중량에 대한 mg gallic acid equivalents(GAE)로 나타내었다.

(3) 2,2-Diphenyl-1-1-picrylhydrazyl(DPPH) 자유기 소거 활성 검색

Blois MS(1958)의 방법에 따라 DPPH(2,2-Diphenyl-1-1-picrylhydrazyl) 자유기 소거 활성을 측정하였다. 각 시료 0.2 mL에 1.5×10^{-4} M DPPH용액 0.8 mL을 가하여 10초간 혼합하고 실온에서 30분 간 방치한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군은 시료 대신 methanol 0.2

mL에 DPPH용액 0.8 mL을 첨가하여 동일한 방법으로 실험하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity(\%)} = \frac{1 - (\text{sample absorbance} / \text{control absorbance})}{1} \times 100$$

(4) 2,2'-Azino-bis, 3-ethylbenzothiazoline-6-sulfoic acid (ABTS) 자유기 소거 활성 검색

ABTS(2,2'-Azino-bis, 3-ethylbenzothiazoline-6-sulfoic acid) 자유기 소거 활성의 측정법은 Van den Berg T 등(1999)의 방법에 의해 측정하였다. 1.0 mM의 AAPH(2,2'-azobis 2-amidinopropane)와 2.5 mM의 ABTS(2,2'-Azino-bis, 3-ethylbenzothiazoline-6-sulfoic acid)를 PBS(100 mM potassium phosphate buffer, pH 7.4, containing 150 mM NaCl)에 녹인 후 1:1로 섞어 70°C 항온수조에서 반응시킨다. 반응 후 흡광도를 측정하여 흡광도 범위가 0.650±0.020 nm에 달하면 반응을 정지시킨다. 각각의 시료 20 µL에 ABTS solution 980 µL를 첨가하여 37°C 항온수조에서 10분간 반응시킨 후 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. Blank에는 ABTS solution 대신 시료녹인 용매 980 µL를 첨가 하였으며, 대조군에는 시료대신 시료를 녹인 용매 20 µL를 넣어 동일한 방법으로 실험하였다.

$$\text{ABTS radical scavenging activity(\%)} = \frac{1 - (\text{sample absorbance} - \text{blank absorbance}) / \text{control absorbance}}{1} \times 100$$

2) 초농도와 당의 종류를 달리한 야콘 초절임액의 최적 조건 설정

야콘 초절임액의 조성은 최적 조성을 결정하기 위하여 Kim AJ 등(2008)의 연구의 조성을 참고하여 초농도와 당의 종류를 달리한 다양한 초절임액을 제조하였다 (Table 1, 2). 야콘 초절임 제조를 위하여 야콘을 세척하여 껍질을 벗긴 후 3×3×0.5 cm 크기로 썰어 3분 동안 열처리 하여 찬물에 식힌 후 절임병에 담고, 절임액은 85°C로 1분간 가열한 후 식혀 병에 부었다(Fig. 1). 병은 100°C에서 살균하여 준비해 두었다. Sealing 후 끓는 물에서 4분간 가열하여 살균하였으며 25°C incubator에서 5일간 저장한 후 품질 평가용 시료로 사용하여 아래에

Table 1. Formula for Yacon pickles with different vinegar concentration (%)

Materials Samples ¹⁾	vinegar	Water	Sugar
YP 1	25	31	44
YP 2	34	22	44
YP 3	40	16	44

¹⁾YP: yacon pickle

Table 2. Formula for Yacon pickles with different sugars (g)

Sample ¹⁾	Vinegar	Water	Sugar	Oligo saccharide	High fructose corn syrup
YPS	34	22	44	-	-
YPO	34	22	-	44	-
YPF	34	22	-	-	44

¹⁾ YPS: Yacon pickle with sugar 44%(w/w)
 YPO: Yacon pickle with Oligo saccharide 44%(w/w)
 YPF: Yacon pickle with High fructose corn syrup 44%(w/w)

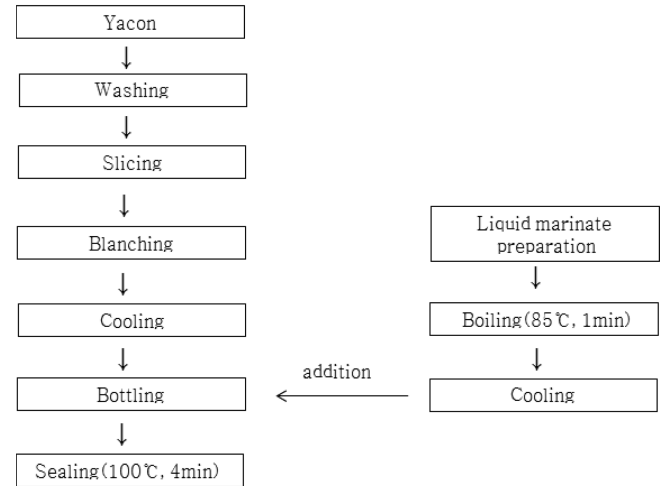


Fig. 1. Pickling procedure of yacon.

기술된 방법으로 pH와 당도, texture를 측정하고 관능평가를 실시하였다. pH와 당도 측정 시에는 절임액을 사용하였다.

3) 야콘 초절임 제품 제조 및 저장 시 품질 특성 연구

최적 조성으로 결정된 식초와 물, 고과당을 34 : 22 : 44로 혼합한 초절임액을 이용하여 위의 방법과 같이 야콘 초절임을 제조하였다. 제조된 야콘 초절임은 25°C incubator에서 42일간 저장하면서 품질 특성을 분석하였다.

(1) pH 측정

pH는 시료 50 g을 homogenizer(Ultra-turrax® T25 basic, Germany)로 마쇄하여 거즈로 거른 후 즙을 pH meter (Thermo orion model 420)로 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

(2) 당도

시료 50 g을 homogenizer로 마쇄하여 거즈로 거른 후 즙을 당도계(RA-250WE)로 3회 반복 측정하였다.

(3) 색도

색도는 3×3×0.5 cm로 자른 시료의 표면을 색차계(Hunterlab, Ultrascan pro, USA)를 사용하여 명도 (L값), 적색

Table 3. Instrumental conditions of rheometer for yacon pickles

Measurement	Condition
adaptor type	circle
probe	adaptor no. 4
sample type	cylindrical
sample diameter	30×30×5 mm
sample height	5 mm
table speed	120 mm/min
load cell	10 kg

도(a값), 황색도(b값)를 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

(4) 기계적 검사에 의한 texture 측정

텍스처는 rheometer(Sun Scientific Compac-100, Japan)를 이용하여 Table 3과 같은 조건에서 3회 반복 측정하여 평균값으로 하였다. 시료의 두께는 5 mm로 하여 시료를 압착하였을 때 견고성(hardness)을 측정하였다.

(5) 관능검사

관능검사는 중앙대학교 식품영양학과 대학원생 20명을 panel로 하여 야콘 초절임 제품에 대해 색(color), 풍미(flavor), 맛(taste), 질감(texture), 전반적인 선호도(overall preference)에 대한 기호도를 5점 척도로 표시하도록 하였으며 1점은 ‘매우 나쁘다’, 3점은 ‘보통’, 5점은 ‘매우 좋다’로 나타내었다.

4) 통계처리

모든 분석은 3반복 한 후 결과는 SPSS 15.0 프로그램을 이용하여 평균치와 표준편차를 구하고 ANOVA에 의하여 분산 분석을 하였으며 평균 간의 유의성은 Duncan's multiple range test를 이용하여 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 총 폴리페놀 함량

야콘의 항산화력에 영향을 주는 폴리페놀은 주로 chlorogenic, ferulic, caffeic acid에 의해 높은 항산화력을 보인다고 보고되고 있다(Simonovska B 등 2003). 야콘의 항산화 활성을 알아보기 위하여 총 폴리페놀 함량을 분석한 결과는 Fig. 2와 같다. 용매별로 분획하여 분석한 결과 ethyl acetate 분획이 29.96 mg GAE/100 g으로 가장 높은 폴리페놀 함량을 나타내었고 methanol 11.74 mg GAE/100 g, butanol 7.78 mg GAE/ 100 g으로 나타났다. Lee JS 등(2007)이 연구한 고구마 품종별 생리활성 및 항산화 성분 분리 정제 연구에 의하면 고구마의 총 페놀 함량이 23.0~48.8 mg/100 g으로 보고되었는데 이는 야

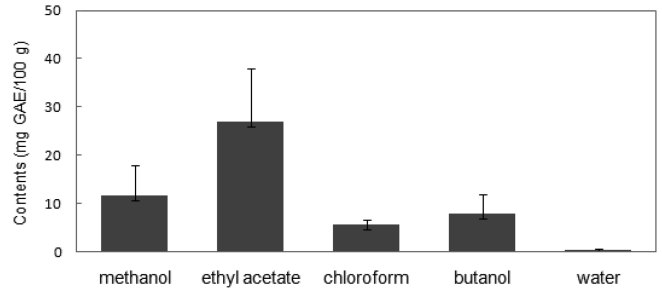


Fig. 2. Contents of total phenol in various solvent fraction of yacon roots.

콘의 페놀 함량과 비슷한 결과를 보이는 것이었다. 또한 Min KJ 등(2008)의 야콘의 항산화 및 항암 활성에 관한 연구에 의하면 ethyl acetate 분획에서 폴리페놀 함량이 가장 높게 나타났다고 하여 본 실험 결과와 유사한 결과를 보고하였다.

2. DPPH 자유기 소거 활성 검색

자유기 소거능은 phenolic acid와 flavonoids 및 phenol 성 물질에 대한 항산화 지표이며, 측정방법은 항산화물질의 전자공여능으로부터 안정한 분자를 형성하여 항산화 활성을 측정하는 것이다(Chung YC 등 2002). 용매별로 추출한 야콘의 DPPH 자유기 활성은 Fig. 3과 같다. Ethylacetate 분획이 37.07%로 가장 높은 값을 보였으며 methanol 분획 25.65%, butanol 분획 23.65%, chloroform 분획 18.24%, water 분획 6.39% 순으로 자유기 소거능이 나타났다. Min KJ 등(2008)의 야콘을 이용한 연구에서도 ethyl acetate 분획이 가장 높은 활성을 보여 본 실험과 같은 결과를 보였다. 총 폴리페놀 함량 분석에서도 ethyl acetate 분획의 폴리페놀 함량이 가장 높게 측정되어 이것이 야콘의 ethyl acetate 분획에서 높은 항산화 활성을 보인 이유로 생각되었다.

3. ABTS 자유기 소거 활성 검색

야콘의 항산화 활성을 알아보기 위한 ABTS 자유기 소

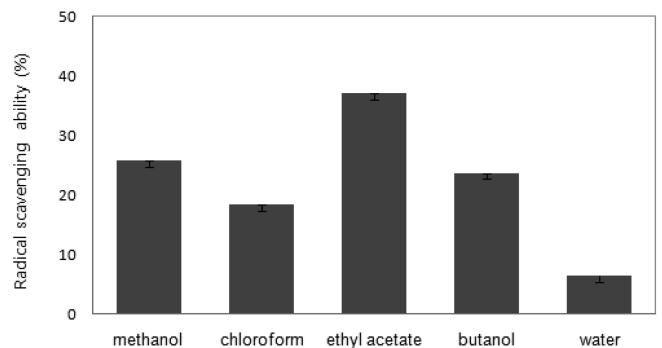


Fig. 3. DPPH Radical scavenging ability in various solvent fractions of yacon roots.

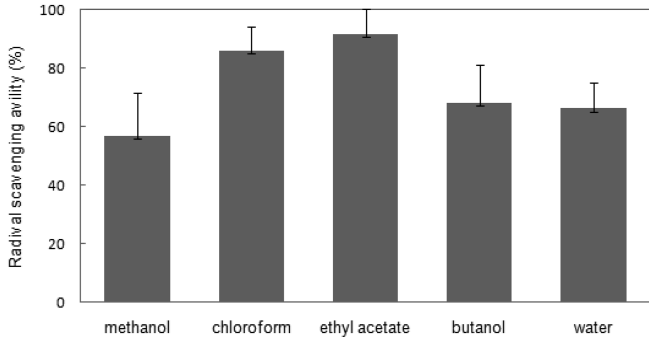


Fig. 4. ABTS Radical scavenging ability in various solvent fractions of yacon roots.

기능을 측정된 결과는 Fig. 4와 같다. Ethyl acetate 분획이 91.60%로 가장 높은 활성을 보였으며 chloroform 분획 85.94%, butanol 분획 68.11%, water 분획 66.09%, methanol 분획 56.87% 순으로 나타났다. DPPH 자유기 소거 활성에서와 마찬가지로 가장 폴리페놀의 함량이 높은 것으로 나타난 ethyl acetate 분획에서 가장 높은 항산화 활성을 보였다.

4. 초농도에 따른 야콘 초절임 제품의 품질 특성

1) pH, 당도, 기계적 검사에 의한 texture

야콘 초절임의 제조를 위하여 절임액의 최적 초농도 조건을 설정하고자 Table 1과 같이 YP1, YP2, YP3 유형으로 절임액을 제조하여 pH 및 당도, texture를 측정하였다 (Table 4). 초의 함량은 각각 YP1 25%, YP2 34%, YP3 40%로 하였다. pH는 식초 농도가 25%로 가장 낮은 YP1 시료가 2.28로 가장 높았으며 초농도가 증가 할수록 낮아져 유의적인 차이를 보였다. 당도는 YP1 시료가 24.12 °Brix이었으며 초농도가 증가 할수록 낮아지는 경향을 나타내었다. Texture 측정에서는 초농도와 상관없이 시료 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Table 4. pH, °Brix and texture characteristics of yacon pickles with different vinegar concentration

Properties	Samples1)		
	YP1	YP2	YP3
pH	2.28±0.01 ^{2)c}	2.17±0.01 ^b	2.09±0.01 ^a
°Brix	24.14±1.16 ^b	23.18±0.77 ^{ab}	22.18±0.60 ^a
Hardness (g/cm ²)	3088.22±438.72 ^a	3618.43±789.32 ^a	3548.63±722.71 ^a

¹⁾ YP1: yacon pickle with 25% vinegar concentration(w/w), YP2: yacon pickle with 34% vinegar concentration(w/w), YP3: yacon pickle with 40% vinegar concentration(w/w)

²⁾ All values are mean±S.D.

^{a~b)} Values within a different superscripts mean significantly different in a row by Duncan's multiple range test (p<0.05).

Table 5. Sensory evaluations of yacon pickles with different vinegar concentration

Sample ¹⁾	color	taste	flavor	texture	overall preference
YP1	3.67±0.52 ^{2)a}	2.67±0.82 ^a	3±0.89 ^a	3.17±0.75 ^a	3±0.89 ^a
YP2	3.67±1.21 ^a	4.17±0.75 ^b	3.83±0.75 ^a	4.33±0.52 ^b	4.5±0.84 ^b
YP3	3.33±0.82 ^a	3.67±0.52 ^b	4±0.89 ^a	3.83±0.41 ^{ab}	3.67±0.52 ^{ab}

¹⁾ YP1: yacon pickle with 25% vinegar concentration(w/w), YP2: yacon pickle with 34% vinegar concentration(w/w), YP3: yacon pickle with 40% vinegar concentration(w/w)

²⁾ All values are mean±S.D.

^{a~b)} Values within a different superscripts mean significantly different in a row by Duncan's multiple range test (p<0.05).

2) 관능 평가

초농도에 따른 야콘 초절임 제품의 관능 평가 결과는 Table 5와 같다. 색(color)과 향 (flavor)에 대한 기호도는 시료 간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나 맛(taste)에 대한 기호도는 YP1이 2.67점으로 가장 낮은 기호도를 보였고 YP2 시료(34% 초 농도)는 4.17점으로 높은 기호도를 나타내어 YP3와 함께 YP1보다 유의적으로 높은 기호도를 나타내었다. 텍스처(texture)에 대한 기호도에서도 YP1이 3.17점으로 가장 낮은 기호도를 보였으며 YP2와 YP3는 각각 4.33점, 3.83점으로 나타났다. 전체적인 선호도(overall preference)의 경우 YP1이 3점으로 가장 낮은 기호도를 YP2가 4.5점으로 가장 높은 기호도를 보였다. 그러므로 맛과 텍스처, 전체적인 선호도에서 가장 높은 기호도를 보인 34% 초농도(YP2)를 야콘 초절임을 위한 최적 초농도인 것으로 결정하고 다음 단계에서는 당의 종류에 따른 절임액의 배합비를 달리하여 최적 조성을 찾고자 하였다.

5. 당의 종류에 따른 야콘 초절임 제품의 품질 특성

1) pH, 당도, 기계적 검사에 의한 texture

초의 최적 농도인 34% 배합 비율에서 당의 종류를 설탕과 올리고당, 고과당으로 하여 절임액을 제조하고(Table 2) pH 및 당도, texture를 측정된 결과는 Table 6과 같다. pH 측정 결과 당의 종류에 따른 초절임액은 유의적인 pH 차이를 나타내지 않았다. 이는 Son MJ 등 (2005)이 연구한 흑설탕, 과당, 올리고당을 이용한 미나리 추출물의 pH 측정에서도 당종류에 따른 차이가 나타나지 않았던 연구 결과와 유사한 경향을 보이는 것이었다. 당도는 설탕을 첨가한 시료(YPS)가 24.53 °Brix로 가장 높은 값을 나타냈고 올리고당을 첨가한 시료(YPO)가 22.10 °Brix, 고과당을 첨가한 시료(YPF)가 21.23 °Brix으로 나타났다. 이는 Park GS 등(1998)이 연구한 당종류에 따른 복숭아 젤리의 당도와 유사한 결과를 보이는 결과였다. 고과당을 첨가한 초절임의 당도가 가장 낮게 나온 것은 가열로

Table 6. pH, °Brix and texture characteristics of yacon pickles with different sugar types

Properties	Sample ¹⁾		
	YPS	YPO	YPF
pH	2.18±0.03 ²⁾	2.20±0.03	2.12±0.04
°Brix	24.53±1.16 ^b	22.10±0.77 ^{ab}	21.23±0.60 ^a
Hardness (g/cm ²)	3774.32±423.62	4051.96±659.30	4287.34±582.54

¹⁾ YPS: Yacon pickle with sugar 44%(w/w)
 YPO: Yacon pickle with Oligo saccharide 44%(w/w)
 YPF: Yacon pickle with High fructose corn syrup 44%(w/w)
²⁾ All values are mean±S.D.
^{a-d)} Values within a different superscripts are significant in a row by Duncan's multiple range test (p<0.05).

인해 감미도가 감소하는 과당의 특징 때문인 것으로 생각되었다. 과당의 단맛은 β-D-fructose가 α-D-fructose보다 3배의 단맛을 갖는데 수용액 상태에서는 일부가 α형으로 변환하여 평행관계를 이룬다. fructose는 80°C에서 α:β=7:3 비율로 α-D-fructose가 되어 단맛이 적고 0°C에서는 α:β=3:7 비율로 β-D-fructose가 되어 단맛이 좋아 일반적으로 50°C 이상의 온도에서는 sucrose보다 단맛이 약해진다(김관우 등 2007).

Texture는 설탕을 첨가한 야콘 초절임은 3774.32 g/cm² 이고, 올리고당을 첨가한 야콘 초절임은 4051.96 g/cm², 고과당을 첨가한 야콘 초절임은 4287.34 g/cm²로 나타났으나 유의적인 차이는 없었다.

2) 관능 평가

당의 종류를 달리하여 제조한 야콘 초절임 제품의 관능 평가 결과는 Table 7과 같다. 색(color)과 향미(flavor)에 대한 기호도는 당의 종류에 따른 유의적인 차이는 없었으나 맛(taste)과 텍스처에 대한 기호도는 고과당을 첨가한 초절임이 가장 높은 기호도를 보였다. 과당은 단당류 중 감미도가 가장 높지만 가열에 의해 감미도가 감소

Table 7. Sensory evaluation of yacon pickles with different sugar added

Sample ¹⁾	color	taste	flavor	texture	overall preference
YPS	3.83±1.17 ^{2)a}	4±1.10 ^a	3.67±1.03 ^a	4.17±0.98 ^a	4.33±0.52 ^a
YPO	4.33±0.52 ^a	3.5±1.38 ^a	3.5±1.22 ^a	3.5±0.55 ^a	3.5±1.22 ^a
YPF	4±0.89 ^a	3.67±1.21 ^a	3.83±0.98 ^a	3.83±0.75 ^a	3.83±0.98 ^a

¹⁾ YPS: Yacon pickle with sugar 44%(w/w)
 YPO: Yacon pickle with Oligo saccharide 44%(w/w)
 YPF: Yacon pickle with High fructose corn syrup 44%(w/w)
²⁾ All values are mean±S.D.
^{a-d)} Values within a different superscripts are significant in a row by Duncan's multiple range test (p<0.05).

하게 되며, 비환원당인 설탕은 가열하여도 맛의 변화가 없으므로 이러한 단맛의 차이가 야콘 본연의 맛과 어울려 너무 달지 않은 점이 높게 평가된 것으로 보인다. 전체적인 선호도(overall preference)의 경우 고과당을 첨가한 초절임이 가장 높은 기호도를 보였는데 이는 야콘의 텍스처와 맛이 기호도에 영향을 준 것으로 생각된다. 그 다음은 설탕, 올리고당의 순으로 나타났다. 따라서 고과당을 이용하여 야콘 절임을 만드는 것이 가장 적절한 당의 종류인 것으로 결정하고 다음 단계의 실험을 실시하였다.

6. 야콘 초절임 제품의 저장 중 품질 특성

1) pH, 당도, 기계적 검사에 의한 texture

위에서 결정된 최적 절임액 조성(식초:물:고과당=34:22:44)으로 야콘 초절임 제품을 제조하여 25°C incubator에서 42일간 저장하면서 7일 간격으로 pH 및 당도, texture를 측정한 결과는 Table 8과 같다. 제조 당일 야콘 초절임의 pH는 3.35로 나타났으며 저장하는 동안 점차 감소되어 저장 42일에는 2.98로 유의적인 차이를 보였다. 이는 Kim SC 등(2001)이 보고한 버섯 피클 제조 및 저장 중의 품질변화에서 pH가 저장 기간에 따라 감소하였다는 결과와 유사한 결과를 보이는 것이었다. 또한 Fleming HP 등(1998)이 25°C에서 30일간 저장하면서 pH를 관찰한 오이 피클의 최종 pH와 유사한 경향을 보였다. 본 실험은 식초를 처음부터 넣어 제조한 간이피클이므로 발효에 의해 생성되는 산의 영향으로 pH가 낮아지는 발효 피클의 결과에 비하여 pH 감소 정도는 완만하였다. 당도는 제조 직후 19.2 °Brix로 가장 낮았으며 저장 14일에는 23.74 °Brix, 28일은 27.97 °Brix로 증가하였으나 저장 35일 이후로는 24.97 °Brix로 점차 감소하였다. Park ML(2008)이 연구한 냉동 자연 송이버섯 피클의 저장 중 당도 변화도 점차 증가하다가 14일 이후로 감소하는 경향을 보여 본 실험과 유사한 결과를 보였다.

Texture는 0일째 시료가 4181.04 g/cm²로 나타났으며 14일에는 4310.51 g/cm²로 약간 증가하였으나 전반적으로 저장기간에 따른 유의적인 차이는 보이지 않았다. 대부분의 피클 제품은 발효과정을 거치면서 조직이 물러지는데 이는 펙틴물질의 methylation 수준이 감소하여 나타나는 결과이다(Howard LR 등 1994). Park MR(2008)의 냉동 자연 송이버섯 피클의 연구에서 3%의 소금을 첨가하여 제조한 송이버섯 피클은 저장기간 중 텍스처가 감소하였다. 또한 Son EJ 등(2003)이 연구한 키토산 첨가 순무 피클에서도 산을 첨가하여 35일의 저장기간 동안 순무의 텍스처를 관찰한 결과 점차 감소했다. 이는 pectin이 산에 의해서 demethylation되었기 때문이라고 설명했다. 그러나 본 실험은 소금이나 산을 첨가하지 않았음에도 저장기간에 따른 텍스처 변화에 유의적인 차이

Table 8. Changes of pH, °Brix and texture characteristics in yacon pickles during storage at 25°C

Sample ¹⁾	Properties		
	pH	°Brix	Hardness (g/cm ²)
0day	3.35±0.02 ^{2)cd}	19.2±0.81 ^a	4181.04±629.85 ^a
7day	3.38±0.16 ^d	23.62±1.06 ^b	4387.21±703.87 ^a
14day	3.32±0.06 ^{cd}	23.74±0.60 ^b	4310.51±605.85 ^a
21day	3.16±0.11 ^{bc}	24.73±0.12 ^c	4276.76±644.58 ^a
28day	3.28±0.02 ^{cd}	27.97±0.21 ^d	4308.37±702.44 ^a
35day	2.98±0.34 ^{ab}	24.97±1.03 ^c	4483.32±611.82 ^a
42day	2.94±0.37 ^a	24.94±0.69 ^c	4322.65±657.62 ^a

¹⁾ vinegar concentration 34% with high fructose corn syrup 44%
²⁾ All values are mean±S.D.
^{a-d)} Values within a different superscripts are significant in a column by Duncan's multiple range test (p<0.05)

가 없어 42일 정도의 저장 기간 중에는 야콘이 물러지지 않고 아삭한 질감의 품질이 유지될 수 있는 것으로 나타났다. 이는 야콘 초절임이 야콘의 저장성을 증가시키는 데 효과적인 가공 방법으로 사용될 수 있는 가능성을 보여주는 것으로 생각되었다.

2) 색도

야콘 초절임 제품을 25°C incubator에서 42일간 저장하면서 7일 간격으로 색도 변화를 측정된 결과는 Table 9와 같다. 제조 당일의 명도(lightness)를 나타내는 L값은 59.59로 비교적 높은 값을 보였고 21일에는 57.18로 나타났다며 전반적으로 저장기간이 증가함에 따라 명도가 감소하는 결과를 보였다. 적색도(redness)를 나타내는 a값의 경우 제조 당일이 0.72였으며 저장기간 35일에는 0.55로 감소하였으나 전반적으로 유의적인 변화는 없었다. 황색도(yellowness)를 나타내는 b값 역시 제조 당일이 11.34

Table 9. Changes of Hunter's color value in yacon pickles during storage at 25°C

Sample ¹⁾	L	a	b	dE
0day	59.59±1.92 ^c	0.72±0.68 ^{cd}	11.34±2.19 ^d	60.71±1.98 ^c
7day	57.36±1.18 ^b	0.73±1.15 ^{cd}	8.04±1.77 ^b	57.97±1.26 ^b
14day	57.94±2.24 ^b	0.23±0.93 ^d	7.27±1.14 ^b	58.41±2.40 ^b
21day	57.18±3.02 ^b	1.51±0.84 ^b	6.08±1.52 ^a	57.54±3.14 ^b
28day	54.891±2.15 ^a	2.03±0.57 ^a	5.85±1.58 ^a	55.26±2.19 ^a
35day	57.63±1.62 ^b	0.55±1.04 ^d	7.67±0.93 ^b	58.16±1.62 ^b
42day	57.81±2.70 ^b	1.14±0.86 ^{bc}	9.16±1.43 ^c	58.57±2.72 ^b

¹⁾ vinegar concentration 34% with high fructose 44%
²⁾ All values are mean±S.D.
^{a-d)} Values within a different superscripts are significant in a column by Duncan's multiple range test (p<0.05)

Table 10. Sensory evaluation of yacon pickles during storage at 25°C for 42 days

Sample ¹⁾	color	taste	flavor	texture	overall preference
0day	3.59±1.00 ^{2)bc}	3.41±1.18	3.00±1.41 ^{ab}	3.76±0.56	3.82±0.81
7day	3.53±1.12 ^{bc}	3.29±1.16	2.82±0.73 ^a	3.41±0.62	3.12±0.78
14day	4.00±0.97 ^c	3.31±1.25	3.44±1.21 ^{ab}	3.88±0.96	3.50±1.15
21day	3.24±0.97 ^{ab}	3.41±1.23	3.76±0.90 ^b	4.00±0.87	3.65±1.11
28day	3.24±0.75 ^{abc}	3.18±1.07	3.12±1.32 ^{ab}	3.53±1.12	3.29±0.92
35day	3.18±1.07 ^{ab}	3.12±0.78	3.41±0.80 ^{ab}	4.06±0.90	3.59±0.71
42day	2.65±1.41 ^a	3.12±0.86	3.29±0.59 ^{ab}	3.35±1.11	3.29±1.05

¹⁾ vinegar concentration 34% with high fructose 44%
²⁾ All values are mean±S.D.
^{a-c)} Values within a different superscripts are significant in a column by Duncan's multiple range test (p<0.05)

로 가장 높았고 저장 기간이 증가 할수록 b값은 감소하였으나 21일 이후로 유의적인 변화는 보이지 않았다. 이는 어느 정도 변색이 진행된 결과이며 21일 이후로 b값에 유의적인 변화가 없는 것으로 보아 초 농도에 의해 갈변이 방지되어 더 이상 갈변이 진행 되지 않는 것으로 생각되었다. Lee HJ와 Kim JG(2000)이 연구한 당근과 무 피클의 저장기간 중 색도변화에서 무는 저장기간이 증가 할수록 L값, a값, b값이 모두 감소하여 본 실험과 유사한 결과를 보였다.

3) 관능 평가

야콘 초절임 제품을 제조하여 25°C incubator에서 저장하면서 관능 평가한 결과는 Table 10과 같다. 색(color)에 대한 기호도는 0일이 3.59점, 저장 7일이 3.53점으로 유의적인 차이는 없었고 21일 이후로 저장 기간이 증가 할수록 색에 대한 기호도는 감소하여 42일에는 2.65점으로 나타났다. 맛(taste)에 대한 기호도는 저장 기간에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 향미(flavor)에 대한 기호도는 7일 저장 후에 가장 낮은 기호도를 보였으나 21일 이후에는 유의적인 차이가 보이지 않았다. 텍스처(texture)에 대한 기호도는 저장기간에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 전반적인 선호도(overall preference)의 경우 0일째 시료가 3.82점으로 가장 높은 기호도를 보였으나 저장 기간에 따른 유의적인 차이가 없었다. 이 결과로부터 야콘을 초절임 제품으로 제조하였을 경우 상온에서 42일간 저장하는 동안에는 맛과 텍스처가 유의적인 차이 없이 비교적 일정하게 유지되는 것으로 나타났다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 생리 활성이 우수하나 저장기간이 짧아

이용이 제한적인 야콘을 가공하여 저장 기간을 늘린 제품을 개발하고자 하였다. 야콘의 항산화 활성을 측정하기 위하여 야콘을 유기용매로 추출하여 분획별로 측정 한 결과 총 페놀함량은 ethyl acetate 분획이 29.96 mg GAE/100 g으로 가장 높은 함량을 나타내었고 다음으로 methanol, butanol, chloroform, water 분획 순으로 나타났다. DPPH 자유기 소거 활성과 ABTS 자유기 소거 활성에서도 ethyl acetate 분획이 37.07%, 91.60%로 각각 가장 항산화성이 높은 것으로 나타났다. 최적 초절임액의 조성을 결정하기 위한 실험에서 초농도 34%와 고과당을 사용한 시료가 가장 선호도가 높은 것으로 나타나서 최적 조성비는 식초 : 물 : 고과당 = 34 : 22 : 44인 것으로 결정되었다. 최적 조성비로 제조한 절임액으로 야콘 초절임을 제조하고 저장 기간에 따른 품질 변화를 측정한 결과 pH는 저장 중에 전반적으로 감소되어 42일에는 2.98로 감소하였다. 당도는 저장 0일에 19.2 °Brix에서 저장 35일 이후로는 24.97 °Brix로 저장 기간중에 증가하는 경향을 보였다. 색도에서는 L값은 감소하였으며 a, b값은 유의적인 차이가 없었다. 텍스처는 저장 기간에 따른 유의적인 변화가 관찰되지 않았다. 관능평가 결과 야콘 초절임의 맛과 텍스처, 전반적인 선호도가 저장 기간 동안 유의적인 차이없이 유지되어 42일간의 저장기간 중에 야콘 초절임은 품질저하가 관찰되지 않았다. 위의 결과로부터 야콘은 항산화 활성을 가진 기능성 소재이며, 야콘 초절임은 야콘의 맛과 품질을 보존하면서 저장기간을 늘릴 수 있는 가공 방법으로 활용될 수 있을 것으로 생각되었다.

V. 감사의 글

본 연구는 2008년도 경기도 중소기업청 산학공동기술 개발 지원사업의 지원에 의해 시행된 결과로 이에 감사드립니다(과제번호: 000283900108).

참고문헌

- 김관우, 민경찬, 유영균, 위성언, 조득문. 2007. 식품화학. 광문각. 서울. pp 310
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181(10):1199-1200
- Chen HL, Lu YH, Lin JJ, Ko LY. 2000. Effects of fructooligosaccharide on bowel function and indicators of nutritional status in constipated elderly men. *Nutr Res* 20(12): 1725-1733
- Chung YC, Chang CT, Chao WW, Lin CF, Chou ST. 2002. Antioxidative activity and safety of the 50 ethanolic extract from red bean fermented by *Bacillus subtilis* IMR-NK1. *J Agric Food Chem* 50(8):2454-2458
- Chuda Y, Suzuki M, Nagata T, Tshushida T. 1998. Contents and cooking loss of three quinic acid derivatives from garland(*Chrysanthemum cornariub* L). *J Agric Food Chem* 46(4):1437-1439
- Fleming HP, McFeeter RF, Daeschel MA, Humphries EG, Thompson RL. 1998. Fermentation of cucumbers in anaerobic tanks. *J Food Sci* 53(1):127-133
- Howard LR, Buescher RW. 1990. Cell wall characteristics and firmness of fresh pack cucumber pickles affected by pasteurization and calcium chloride. *J Food Biochem* 14(1): 31-43
- Howard LR, Burma P, Wagner AB. 1994. Firmness and cell wall characteristics of pasteurized jalapeno pepper rings affected by calcium chloride and acetic acid. *J Food Sci* 59(6): 1184-1186
- Jeong JE, Shin JE, Hwang KJ, Lee JW, Kim SI. 2009. Changes in the components and acceptability cucumber-hot pepper pickles during storage. *Korean J Cookery Sci* 25(3):345-345
- Kang YK, Ko MR. 2004. Effect of transplanting data on growth and yield of yacon. *Korea J Crop Sci* 49(3):188-193
- Kim AJ, Han MR, Woo N, Kang SJ, Lee GS, Kim MH. 2008. Physicochemical properties of korean Ginseng pickles with *ChiJa* and *OmiJa*. *Korean J Food & Nutr* 21(4):524-529
- Kim SC, Kim SY, Ha HC, Park KS, Lee J.S. 2001. The preparation of mushroom pickles and change in the quality during storage. *J. East Asian Soc Dietary Life* 11(5):400-408
- Kim YS. 2005. Antimicrobial activity of yacon K-23 and manufacture of functional yacon jam. *Korea J Food Sci* 37(6): 1035-1038
- Lee HJ, Kim JG. 2000. The changes of components and texture out of carrot and radish pickles during the storage. *Korean J Food & Nutr* 13(6):563-569
- Lee JS, Ahn YS, Chung MN, Kim HS. 2007. Biological activity of varieties isolation and purification of antioxidants components in sweetpotato. *Korean J Breed Sci* 39(3):296-301
- Lee SY, Yoo KM, Moon BK, Hwang IK. 2010. A study on the development of vinegar beverage using yacon roots (*Smallanthus sonchifolius*) and analysis of components changes during the fermentation. 26(1):95-103
- Min KJ, Cheon JU, Cha CG. 2008. Anti oxidative and anti-cancer activities of extracting of yacon. *J Food Hyg Safety* 23(2):163-168
- Neves VA, da Silva MA. 2007. Polyphenol oxidase from yacon roots (*Smallanthus Sonchifolius*). *J Agric Food Chem* 55(6): 2424-2430
- Oh SH, Oh YK, Park HH, Kim MR. 2003. Physicochemical and sensory characteristic of turnip pickle prepared with different pickling spices during storage. *Korean Journal of Food Preservation* 10(4):347-353
- Park GS, Park SY. 1998. Sensory and physicochemical properties of peach jelly added various sugars. *Hsjas* 6(2):329-335

- Park MR. 2008. A study on the characteristics of pine-tree mushroom(*Tricholoma matsutake* Sing.) pickle for the standard recipe. *Korean J of Culinary Research* 14(4):55-66
- Simonovska B, Vovk I, Andresek S, Valentova K, Ulrichova J. 2003. Investigation of phenolic acids in yacon (*Smallanthus Sonchifolius*) leaves and tubers. *J Chromatogra* 1016(1):89-98
- Son EJ, Oh SH, Heo OS, Kim MR. 2003. Physicochemical and sensory characteristic of turnip pickle added with chitosan during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32(8):1302-1309
- Son MJ, Cha CG, Park JH, Kim CS, Lee SP. 2005. Manufacture of dropwort extract using brown sugar, fructose syrup and oligosaccharides. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34(9):1485-1489
- Takenaka M, Yan XJ, Ono H, Yoshida M, Nagata T, Nakanishi T. 2003. Caffeic acid derivatives in the roots of yacon (*Smallanthus Sonchifolius*). *J Agric Food Chem* 51(3):793-796
- Valentova K, Ulrichova J. 2003. *Smallanthus sonchifolius* and lepidium meyenii-prospective andean crops for the prevention of chronic diseases. *Biomed. Papers* 147(2):119-130
- Van den Berg T, Haenen GRMM, van den Berg H, Bast A. 1999. Applicability of an improved Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC) assay for evaluation of antioxidant capacity measurements of mixtures. *Food Chem* 66(4):511-517
- Yabuta G, Koizumi Y, Namiki K, Hida M, Namiki M. 2001. Structure of green pigment formed by the reaction of caffeic acid esters (or chlorogenic acid) with a primary amino compound. *Biosci Biotechnol Biochem* 65(10):2121-2130
- Yoo KM, Lee CH, Hwang IK. 2008. Preparation of chocolate added with yuza (*Citrus junos* Seib ex TANAKA) and its antioxidant characteristics. *Korean J Food Cookery Sci* 24(2):222-227

2010년 4월 6일 접수; 2010년 5월 13일 심사(수정); 2010년 5월 13일 채택