

## 설탕을 야콘 농축액으로 대체하여 제조한 빵의 물리적 및 관능적 특성

김원모<sup>1</sup> · 김미경<sup>2</sup> · 변명우<sup>2</sup> · 이규희<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>우송정보대학 제과제빵학과

<sup>2</sup>우송대학교 식품생물학과

### Physical and Sensory Characteristics of Bread Prepared by Substituting Sugar with Yacon Concentrate

Won-Mo Kim<sup>1</sup>, Mi-Kyung Kim<sup>2</sup>, Myung-Woo Byun<sup>2</sup>, and Gyu-Hee Lee<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Baking & Pastry, Woo-Song College, Daejeon 300-715, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Food Science & Biotechnology, Woo-Song University, Daejeon 300-718, Korea

#### Abstract

Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) contains high amounts of fructooligosaccharides and has been known to promote health of the intestinal tract and to have anti-oxidative and anti-cancer activities. Yacon concentrates were added to make five different pan breads, each with the addition 0% (YE 0), 25% (YE 25), 50% (YE 50), 75% (YE 75), and 100% (YE 100) of yacon concentrates instead of sugar. The higher the yacon concentration in the dough, the more time was needed for the dough to rise. Higher yacon concentration also affected the color of the bread by lowering the L-value and raising the a and b values. The hardness and chewiness of the bread significantly decreased with increasing yacon concentration, while cohesiveness increased. In the bread sensory evaluation, the intensity of crust color, crumb color, yacon flavor, sweetness, yacon taste, moistness, and residual mouth feel were increased with increasing yacon concentrates, while the uniformity of crumb pores slightly decreased. The consumer acceptance of taste, flavor, texture, and overall acceptance were increased with increasing yacon concentrations. As a conclusion, the substitution of yacon concentrates for sugar improved bread quality and increased consumer acceptance.

**Key words:** yacon concentrates, bread, substitution of sugar, quality characteristics, fructo-oligosaccharides

#### 서 론

야콘(*Smallanthus sonchifolius*)은 국화과에 속하는 다년 초 구근작물로 남미의 에콰도르와 페루가 원산지이며 우리나라에는 1985년 일본을 경유하여 도입되었다. 땅속의 배라 불리는 야콘 뿌리는 고구마와 비슷하고 지상부는 돼지감자와 흡사하다(1). 9월 말에 노란색 꽃이 피고 열매는 잘 맺지 않고, 꽃이 피는 시기부터 덩이뿌리가 빠르게 살찌기 시작하여 괴근을 형성한다. 식용부위는 주로 괴근으로 생식도 가능하여 낱것으로 섭취하면 아삭아삭 씹히고 신맛은 없고 단맛이 있으며 수분이 많아 배 맞처럼 시원함을 느낄 수 있는 야채와 과일의 특성이 어우러진 근채류이다(2).

야콘의 성분은 약 85%가 수분이며, 당질이 13% 함유되어 있고 기타 단백질, 지질, 섬유소, 회분(K, Na, Ca, Mg) 등이 함유되어 있다(1). 특이한 것은 당질의 80% 정도가 fructooligosaccharide이며 유리당으로서 단당류인 fructose, glucose와 이당류인 sucrose가 함유되어 있고 fructose가 sucrose에 비해 2.6배 더 함유되어 있다(3). 따라서 고구마나 감

자에 비해 열량이 낮은 저칼로리 식품으로 다이어트 식품으로서의 활용도가 높고 다량 함유된 fructo-oligosaccharide는 대장 내 비피더스균의 증식을 촉진하고 변비, 고지혈증의 개선 외에 혈당치억제, 노화방지(1,4), 비만이나 동맥경화의 예방이 가능한 기능성 천연감미료로서 가치가 높다(5-7). 또한 야콘의 괴근에는 chlorogenic, ferulic, caffeic acid 등 항산화력을 지닌 폴리페놀 물질이 다량 함유되어 있어 야콘의 항산화 및 항암성식품으로서의 가치도 제기되고 있다(8).

그러나 야콘에 함유된 다량의 수분은 저장성을 낮추는 단점(9)이 되기도 하므로 저장성을 높이기 위한 새로운 가공방법에 대한 연구가 필요하다. 우리나라에서는 야콘에 대한 인식이 아직 부족하고 이용도가 낮으며 야콘의 식품으로서의 활용이나 생리활성 효능에 대한 연구가 활발하지 못한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 야콘을 착즙한 후 농축하여 제빵 시 필요한 설탕 양을 야콘 농축액으로 대체하여, 제빵 과정 및 빵의 특성을 조사하여 야콘 농축액이 제빵 시 설탕을 대체할 수 있는지에 대하여 조사하여 바람직한 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

\*Corresponding author. E-mail: gyuhee@wsu.ac.kr  
Phone: 82-42-630-9744, Fax: 82-42-630-9740

Table 1. Formulas for preparation of the white pan bread added with various yacon extracts (g)

Ingredients	Samples <sup>1)</sup>				
	YE 0	YE 25	YE 50	YE 75	YE 100
Bread flour	100	99.295	98.590	97.885	97.180
Yacon extracts	0	4.075	8.150	12.225	16.300
Water	63.00	61.13	59.26	57.39	55.52
Sugar	6	4.5	3	1.5	0
Yeast	2	2	2	2	2
Shortening	4	4	4	4	4
Skim milk powder	3	3	3	3	3
Salt	2	2	2	2	2

<sup>1)</sup>YE 0: Formulas were not substitute with yacon concentrates, used only 100% sugar (control). YE 25: Formulas were substituted with yacon concentrates instead of 25% of sugar content. YE 50: Formulas were substituted with yacon concentrates instead of 50% of sugar content. YE 75: Formulas were substituted with yacon concentrates instead of 75% of sugar content. YE 100: Formulas were substituted with yacon concentrates instead of 100% of sugar content.

### 재료 및 방법

#### 재료

실험에 사용된 야콘은 2011년 강릉시에서 재배한 것으로 야콘을 마쇄한 후 착즙기로 착즙하여 65°Brix가 되도록 가열 농축한 것을 이용하였다. 야콘 농축액 첨가 식빵을 만들기 위하여 밀가루((주)대한제분, 인천, 강력분), 이스트(오뚜기, 경기, 생이스트), 식염(백조표 꽃소금, 경기), 쇼트닝(롯데삼강, 천안), 설탕(제일제당, 인천, 정백당), 탈지분유(서울유유협동조합, 용인)를 사용하였다.

#### 야콘 농축액을 첨가한 식빵의 제조

빵의 제조를 위한 배합비율은 Table 1과 같으며, 제빵 제조공정은 AACCC(10)의 직접반죽법(straight dough method)을 일부 수정하여 실험하였다. 이때 설탕 대신 사용한 야콘 농축액의 양은 야콘 농축액의 상대적 감미도를 고려한 고형분 함량을 반죽에 첨가하였다. 제빵을 위한 반죽은 반죽기(SM 200, Sinmag, Sinjhuang, Taiwan)를 사용하여 재료를 섞고 물과 이스트를 넣어 저속에서 3분간 반죽을 하고, 유지를 투입한 다음 중속에서 글루텐이 최적상태로 형성될 때까지 믹싱 하였다. 1차 발효는 온도 27°C, 습도 75%인 발효기(Daehung Machinery Co., Daejeon, Korea)에서 60분간 실시하였다. 1차 발효 후 반죽 270 g을 분할하여 둥글리기한 후 15분 동안 중간발효 하여 성형하고 식빵팬(150×80×80 mm)에 넣은 다음 온도 37°C, 습도 85% 조건에서 40분간 2차 발효를 하였다. 2차 발효 후 170/190°C의 오븐에서 30분간 구웠다. 완성된 식빵을 실온(온도 22°C±2, 습도 75%±10)에서 2시간 식힌 후 실험 재료로 사용하였다.

야콘 농축액을 첨가한 식빵반죽의 pH 및 발효 팽창력  
반죽의 pH는 pH meter(Mettler Toledo 340, Columbus,

OH, USA)로 측정하였다. 반죽과 식빵을 각각 5 g씩 취하여 증류수 45 mL를 넣고 충분히 교반시킨 후 혼탁액 상태에서 측정하였으며 3회 반복하여 평균값을 사용하였다.

반죽의 발효 팽창력 측정은 설탕 및 야콘 농축액을 첨가한 반죽이 완료된 시점의 반죽무게를 초기무게로 하였고, 반죽 직후 20 g씩을 떼어 100 mL의 메스실린더에 취해 표면을 평평하게 한 다음 1차 발효조건인 온도 27°C, 습도 75%인 발효기에서 4시간 발효시키면서 1시간 간격으로 발효 팽창력을 측정하였다. 한 시료 당 3개씩 측정하여 그 평균값을 발효 팽창력으로 하였다.

#### 야콘 농축액을 첨가한 식빵의 무게, 부피, 비용적 및 굵기 손실률의 측정

식빵의 무게는 빵을 구운 후 실온에서 2시간 방냉 한 다음 측정하였으며, 식빵의 부피는 종자치환법으로 측정하였다. 식빵의 비용적은 빵 부피(mL)를 빵 무게(g)로 나누어 구하였으며 식빵의 굵기 손실률은 반죽의 무게와 식빵의 무게를 이용하여 다음과 같이 산출하였으며, 냉각손실은 고려하지 않았다.

$$\text{굵기 손실률(\%)} = \frac{[\{\text{반죽의 무게(g)} - \text{식빵의 무게(g)}\} / \text{반죽의 무게(g)}] \times 100}{}$$

#### 야콘 농축액을 첨가한 식빵의 색도

색도는 식빵 crumb의 단면(3×3 cm)을 1 cm 두께로 slice 하고 CR-400 Chroma meter(Minolta Inc., Tokyo, Japan)를 이용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)값을 3회 측정하고 평균값을 구하였으며 사용된 표준백판의 L, a, b 값은 각각 95.0, -0.35, 3.68이었다.

#### 야콘 농축액을 첨가한 식빵의 텍스처

식빵의 텍스처는 빵의 중심을 동일한 크기(3×3×1 cm)로 잘라 2장을 겹쳐 레오미터(Rheometer, COMPAC-100II, Sun Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 직경이 25 mm인 원통형 plunger를 사용하여 최대하중 2 kg, table speed 60 mm/min, distance는 50%의 조건으로 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness)의 변화를 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

#### 야콘 농축액을 첨가한 식빵의 관능적 특성 및 소비자 기호도 조사

식빵의 관능적 특성은 관능평가 경험이 있는 훈련된 요원 8명(남자 3명, 여자 5명)으로 묘사분석(11)을 실시하였다. 묘사분석 내용으로는 첫 번째 session에서는 식빵에 대한 용어를 개발하게 하고, 두 번째 session에서는 개발된 용어에 대한 표준시료를 설정한 후 세 번째 session에서는 표준시료를 중심으로 훈련을 하고 네 번째 session에서 본 실험을 실시하였다. 본 실험에서 사용된 시료는 제빵 후 2시간 동안 방냉시킨 식빵을 0.8 cm 두께로 잘라 빵의 양끝은 잘라낸 후 한 조각씩을 백색 접시에 제공하여 9점 척도법을 이용하여 평

가하도록 하였다. 관능적 특성 평가에서 점수가 높을수록 강도가 높은 것을 의미한다.

식빵의 소비자 기호도 조사는 관능평가 경험이 없는 소비자 63명(남 25명, 여 38명)에게 관능적 특성 평가와 같은 방법으로 시료를 제시하였으며, 점수가 높을수록 기호도가 높음을 의미한다.

### 통계분석

통계분석에는 SPSS프로그램(v12.0, IBM Company, Chicago, IL, USA)을 사용하였고 결과분석은 분산분석 후 Duncan's multiple range tests( $p < 0.05$ )를 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 야콘 농축액을 첨가한 식빵반죽의 pH 및 발효 팽창력

제빵에서 pH는 이스트의 발효 속도에 영향을 주는 중요한 인자(12)로 설탕 대신 다양한 농도의 야콘 농축액을 첨가하였을 때 반죽의 pH를 측정된 결과(Table 2) 반죽의 pH는 통계적으로 유의차를 나타내지 않아 야콘 농축액의 첨가가 반죽의 pH에 영향을 크게 미치지 않음을 알 수 있었다. Lee 등(13)이 반죽의 pH가 5.0~5.5 범위일 때 gas 보유력이 좋다고 보고한 바 있어 야콘 추출액을 첨가한다 해도 이스트의 발효 및 gas 보유력에는 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다.

설탕 대신 다양한 농도의 야콘 농축액을 농도별로 대체하여 발효능력을 평가하기 위해 발효 팽창력을 측정하였다(Table 3). 발효 팽창력은 반죽의 gluten 생성능력과 반죽의 가스 보유력에 의해 좌우되는 것으로(14) 팽창력이 높은 것은 제빵 적성에서는 바람직한 현상으로 평가된다. 본 실험에서는 설탕만 첨가하여 발효한 YE 0 반죽은 발효 2시간째 가장 부피팽창이 컸으며, 그 후에는 부피가 줄어드는 현상을

나타내었다. 설탕의 25%와 50%를 야콘 농축액으로 대체한 YE 25와 YE 50 반죽은 2시간째 가장 부피팽창이 컸으며, 그 후로도 설탕으로만 반죽한 경우와 다르게 부피가 4시간 까지도 유지되는 경향을 나타내었다. 설탕의 75%와 100%를 야콘 농축액으로 대체한 YE 75와 YE 100 반죽은 반죽 4시간째까지 부피팽창이 일어났으며, 이때 부피는 YE 0, YE 25 및 YE 50보다 부피팽창이 더 크게 일어난 것을 알 수 있었다. 본 실험의 결과는 반죽과정 중 설탕은 효모가 빨리 분해하여 gas를 형성하는 시간이 빠르게 진행되지만 최적 발효시간 후에 반죽의 부피 유지가 잘 안 되는 현상은 형성된 gluten의 약화 현상으로 gas 보유력이 약화되었거나 더 이상 gas가 형성이 되지 않는 것으로 판단된다. 이에 반해 야콘 농축액을 사용한 YE 25나 YE 50 반죽에서는 초기발효에는 설탕이 효모의 작용을 받아 빠르게 gas를 형성하다가, 최적 발효시간이 지나도 반죽의 부피가 유지되는 현상은 설탕 대신 총당의 80%가 fructo-oligosaccharides로 구성(3)된 야콘 농축액의 fructo-oligosaccharides가 효모의 후기 발효에 이용되어 지속적으로 gas를 공급하는 것으로 판단된다. 또한, YE 75나 YE 100의 경우에는 설탕만 사용한 반죽보다 최고 부피팽창 시간은 1시간 정도 늦었지만 반죽의 부피는 YE 0보다 큰 것으로 보아 야콘 추출액을 사용한 반죽은 발효시간을 길게 할 경우 YE 0에서 보다 더 큰 용적을 가진 빵을 얻을 수 있을 것으로 예측된다. 이러한 결과는 Lee 등(15)이 제빵을 위한 반죽 시 오디농축액을 첨가하였을 때 초기 발효율은 낮은 것으로 나타났지만 반죽들이 지속적인 증가를 보여주어 오디 농축액 첨가가 발효의 지속력에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다는 보고와 같은 결과를 나타내었다.

### 야콘 농축액을 첨가한 식빵의 부피, 무게, 비용적 및 굽기 손실률

설탕 대신 다양한 농도의 야콘 농축액을 첨가하여 제조한 dough의 발효 팽창력을 측정된 결과 야콘 농축액을 설탕대용으로 사용하여도 식빵의 제조에는 문제가 없음을 확인하고, 식빵을 제조한 후 식빵의 부피, 무게, 비용적 및 굽기 손실률을 측정된 결과는 Table 4에 표시하였다. 식빵의 무게는 YE 75에서 가장 높은 값을 나타내었고, YE 0에서 가장 낮은 값을 나타내었으며 나머지 처리구 간에는 차이를 나타내지 않았다. 식빵의 부피 및 비용적은 설탕만을 이용하여 제조한

Table 2. pH values of the dough added with various yacon concentrates

	Samples <sup>1)</sup>				
	YE 0	YE 25	YE 50	YE 75	YE 100
Dough	5.55±0.23 <sup>2)NS3)</sup>	5.53±0.16	5.51±0.15	5.51±0.10	5.42±0.04

<sup>1)</sup>Samples are the same as in Table 1.

<sup>2)</sup>Mean±SD.

<sup>3)</sup>NS is not significantly different at  $\alpha=0.05$ .

Table 3. Volume of dough added with various yacon concentrates during fermentation periods

	Samples <sup>1)</sup>				
	YE 0	YE 25	YE 50	YE 75	YE 100
1 hr	19.83±0.28 <sup>2)a3)</sup>	18.50±0.50 <sup>b</sup>	18.83±0.28 <sup>b</sup>	17.16±0.28 <sup>c</sup>	17.00±0.00 <sup>c</sup>
2 hr	30.00±1.73 <sup>2)NS4)</sup>	30.33±0.57	30.16±0.76	29.66±0.57	29.16±0.28
3 hr	23.66±1.15 <sup>c</sup>	30.00±0.00 <sup>b</sup>	31.00±0.00 <sup>ab</sup>	35.00±5.19 <sup>ab</sup>	36.00±3.46 <sup>a</sup>
4 hr	23.00±2.00 <sup>c</sup>	30.33±0.57 <sup>b</sup>	30.33±1.52 <sup>b</sup>	35.33±5.77 <sup>ab</sup>	37.00±2.00 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Samples are the same as in Table 1.

<sup>2)</sup>Mean±SD.

<sup>3)</sup>Values with different superscripts in the same row are significantly different at  $\alpha=0.05$ .

<sup>4)</sup>NS is not significantly different at  $\alpha=0.05$ .

Table 4. Quality characteristics of the white pan bread added with various yacon extracts

	Samples <sup>1)</sup>				
	YE 0	YE 25	YE 50	YE 75	YE 100
Weight (g)	237.90±1.89 <sup>2)3)</sup>	240.23±1.81 <sup>ab</sup>	239.52±2.70 <sup>ab</sup>	243.36±2.81 <sup>a</sup>	241.18±0.94 <sup>ab</sup>
Volume (mL)	986.33±41.01 <sup>NS4)</sup>	1010.00±26.45	1044.66±40.41	1045.33±31.39	1035.33±56.58
Specific volume (mL/g)	3.65±0.15 <sup>NS4)</sup>	3.74±0.09	3.87±0.15	3.87±0.12	3.84±0.21
Baking loss rate (%)	11.03±0.68 <sup>a</sup>	11.31±0.70 <sup>a</sup>	11.29±1.00 <sup>a</sup>	9.91±1.04 <sup>b</sup>	10.67±0.35 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup>Samples are the same as in Table 1.

<sup>2)</sup>Mean±SD.

<sup>3)</sup>Values with different superscripts in the same row are significantly different at α=0.05.

<sup>4)</sup>NS is not significantly different at α=0.05.

식빵(YE 0)에서 가장 적었으며, YE 50, YE 75, 그리고 YE 100 사이에서는 통계적으로 유의차를 나타내지 않았다. 빵의 부피와 비용적이 증가한다는 것은 제품의 수율이 높아질 수 있는 가능성이 높아지기 때문(16)에 설탕 대신에 야콘 추출액을 사용하는 것은 제빵에 있어서 바람직한 현상으로 판단된다. 제빵 과정 중 굽기 손실은 휘발성 물질 및 수분이 굽기 과정 중 증발 잠열에 의해 휘발하면서 일어나는 현상으로 Roels 등(16)은 같은 굽기 조건에서 호화가 양호하고 착색이 좋을수록 굽기 손실률은 증가한다고 보고하였다. 본 연구에서는 YE 0, YE 25, YE 50에서 굽기 손실률은 통계적으로 유의차가 없었으나 YE 75와 YE 100에서는 약간 낮은 굽기 손실을 나타내어, 야콘 추출액의 함량을 너무 많은 양을 설탕 대신 사용하였을 때에는 호화와 착색에서는 약간 불리할 수 있음을 알 수 있었다.

야콘 농축액을 첨가한 식빵의 색도

설탕 대신 다양한 농도의 야콘 추출액을 사용하여 제조한 빵을 자른 후 빵 내부의 색도를 측정된 결과는 Table 5에 표시하였다. 명도를 나타내는 L 값은 야콘 추출액의 첨가량이 증가할수록 차이가 나게 낮은 값을 나타내어 빵의 색이

어두워짐을 알 수 있었고, 적색도를 나타내는 a값과 황색도를 나타내는 b값은 야콘 추출액이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 설탕 대신 다양한 농도의 야콘 추출액을 사용하여 제조한 빵의 단면 사진은 Fig. 1에 표시하였으며, 그림에서 빵은 야콘 추출액의 함량이 늘어날수록 녹색이 짙어지는 경향을 나타내었다.

야콘 농축액을 첨가한 식빵의 텍스처

설탕 대신 다양한 농도의 야콘 농축액을 사용하여 제조한 빵의 텍스처 측정 결과는 Table 6에 표시하였다. 빵의 경도

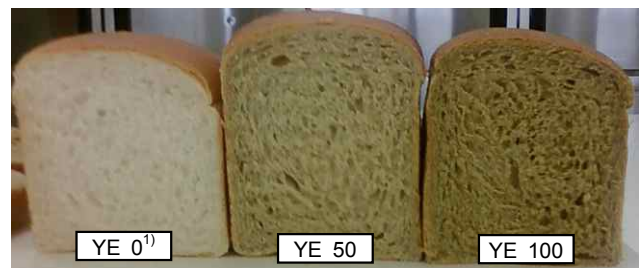


Fig. 1. The pictures of the surface of white pan bread added with various yacon concentrates. <sup>1)</sup>Samples are the same as in Table 1.

Table 5. Hunter's color value of the white pan bread added with various yacon concentrates

	Samples <sup>1)</sup>				
	YE 0	YE 25	YE 50	YE 75	YE 100
Lightness (L)	67.96±1.94 <sup>2)3)</sup>	63.45±0.59 <sup>b</sup>	61.59±0.73 <sup>bc</sup>	60.80±1.13 <sup>c</sup>	57.62±1.49 <sup>d</sup>
Redness (a)	-1.24±0.07 <sup>d</sup>	-0.69±0.08 <sup>c</sup>	-0.39±0.04 <sup>b</sup>	-0.09±0.07 <sup>a</sup>	0.04±0.03 <sup>a</sup>
Yellowness (b)	9.33±0.73 <sup>d</sup>	13.37±0.37 <sup>c</sup>	13.88±0.28 <sup>bc</sup>	15.91±0.23 <sup>a</sup>	15.25±0.44 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup>Samples are the same as in Table 1.

<sup>2)</sup>Mean±SD.

<sup>3)</sup>Values with different superscripts in the same row are significantly different at α=0.05.

Table 6. Texture characteristics of the white pan bread added with various yacon concentrates

	Samples <sup>1)</sup>				
	YE 0	YE 25	YE 50	YE 75	YE 100
Hardness	43.11±1.96 <sup>2)3)</sup>	37.26±1.59 <sup>b</sup>	35.65±2.58 <sup>b</sup>	34.55±2.39 <sup>b</sup>	29.35±0.73 <sup>c</sup>
Springiness	100.68±0.58 <sup>NS4)</sup>	102.04±1.02	102.43±2.18	102.43±2.17	103.15±1.07
Cohesiveness	99.18±2.03 <sup>c</sup>	100.05±2.68 <sup>bc</sup>	102.49±2.93 <sup>abc</sup>	104.88±2.78 <sup>ab</sup>	107.23±2.27 <sup>a</sup>
Chewiness	105.44±3.58 <sup>a</sup>	92.50±5.14 <sup>b</sup>	92.23±6.48 <sup>b</sup>	86.00±6.09 <sup>b</sup>	74.30±2.94 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Samples are the same as in Table 1.

<sup>2)</sup>Mean±SD.

<sup>3)</sup>Values with different superscripts in the same row are significantly different at α=0.05.

<sup>4)</sup>NS is not significantly different at α=0.05.

는 빵의 기공이 잘 발달되어 부피가 크고 부드러움이 증가하면 낮은 경도를 나타낸다고 보고된바 있는데(17) 본 연구 결과에서는 야콘 추출액의 첨가량이 많을수록 낮은 경도를 나타내어 야콘 추출액의 첨가량이 높아질수록 빵의 부드러움이 증가함을 알 수 있었다. 빵의 탄력성의 증가는 가스 포집력을 높이거나 기포막을 강화시켜 압착 스트레스에 대한 복원력을 상승시켜 빵의 바람직한 특성을 높이게 하는 특성을 나타내는데(16) 본 실험에서는 야콘 추출액의 첨가량을 높을수록 증가하는 경향을 보였으나  $100.68 \pm 0.58 \sim 103.15 \pm 1.07$  범위에서 처리에 따른 통계적 유의차는 없었다. 빵의 응집성은 야콘 추출액의 첨가량이 높을수록 증가하는 경향을 나타냈다. Onyango 등(18)은 응집성이 높을수록 빵을 씹을 때 부서러지는 특성보다 덩어리를 형성하려는 특성을 가지기 때문에 빵의 특성으로는 좋은 특성을 나타낸다는 보고와 비추어 볼 때 야콘 추출액의 첨가는 빵을 씹을 때 덩어리를 형성하려는 물성을 부여할 수 있을 것으로 판단된다. 빵의 씹힘성은 경도, 탄력성 및 응집성 등의 혼합작용에 의해 생성되는 특성이다. 씹힘성에 가장 영향을 미치는 인자로는 경도로, 경도가 낮을수록 씹힘성도 낮아지는데 이런 특성을 가진 빵의 특성은 부드럽고 유연한 특성을 지닌다(19). 본 실험에서는 야콘 농축액의 첨가량이 높을수록 씹힘성이 낮아지는 경향을 보였다. 상기한 바와 같이 물성 측정 결과를 종합적으로 분석해보면, 야콘 농축액의 첨가량이

높을수록 부드럽고 유연하며 입안에서 부서지지 않고 덩어리 형태를 유지하는 좋은 특성을 나타내는 것으로 판단된다.

#### 야콘 농축액을 첨가한 식빵의 관능적 특성 및 소비자 기호도 조사

설탕 대신 다양한 농도의 야콘 농축액을 사용하여 제조한 빵의 관능적 특성 조사 결과는 Table 7에 표시하였다. 관능적 특성 중 crust color, crumb color, yacon flavor, yacon taste와 residual mouth feel은 야콘 첨가량이 높을수록 통계적으로 높아지는 경향을 나타내었다. Springiness는 야콘 농축액 첨가량을 높여도 통계적으로 유의차를 나타내지 않아 texture meter를 이용하여 측정된 값에서 통계적 유의차를 나타내지 않은 것과 같은 결과를 나타내었다. Sweetness와 moistness 특성은 야콘 농축액 첨가량이 높아질수록 높아지는 경향을 나타내어, 야콘 첨가량이 높으면 빵의 보수력이 증가되는 것으로 판단되었다. Hardness는 sweetness와 moistness 특성과 반대로 야콘 농축액 첨가량이 높아질수록 낮아지는 경향을 나타내었다. 관능평가 결과를 종합적으로 분석해보면, 야콘의 첨가량이 높을수록 강한 야콘 향미와 진한 색을 나타내는 부드럽고 촉촉한 빵의 특성을 나타내는 것을 알 수 있었다.

설탕 대신 다양한 농도의 야콘 추출액을 사용하여 제조한 빵의 소비자 조사 결과는 Table 8에 표시하였다. 소비자들은

Table 7. Sensory characteristic intensity of the white pan bread added with various yacon concentrates

	Samples <sup>1)</sup>				
	YE 0	YE 25	YE 50	YE 75	YE 100
Crust color	2.96±1.56 <sup>2)(d3)</sup>	4.80±1.38 <sup>c</sup>	5.76±1.17 <sup>b</sup>	7.34±1.26 <sup>a</sup>	7.50±1.65 <sup>a</sup>
Crumb color	2.53±1.58 <sup>c</sup>	4.46±1.17 <sup>d</sup>	5.80±0.89 <sup>c</sup>	7.23±1.06 <sup>b</sup>	8.00±1.16 <sup>a</sup>
Uniformity of crumb pore	6.26±1.80 <sup>a</sup>	5.88±1.84 <sup>ab</sup>	4.76±2.17 <sup>b</sup>	4.88±2.21 <sup>b</sup>	5.19±1.87 <sup>ab</sup>
Springiness	6.00±2.46 <sup>NS</sup>	6.03±2.00	6.07±1.76	5.92±2.29	5.57±2.11
Yacon flavor	4.30±2.70 <sup>b</sup>	4.42±1.30 <sup>b</sup>	5.53±2.00 <sup>a</sup>	5.88±1.79 <sup>a</sup>	6.65±1.99 <sup>a</sup>
Sweetness	3.69±2.13 <sup>b</sup>	4.69±1.54 <sup>ab</sup>	5.15±1.82 <sup>a</sup>	5.11±1.90 <sup>a</sup>	5.46±2.33 <sup>a</sup>
Yacon taste	2.73±1.84 <sup>d</sup>	3.92±1.41 <sup>c</sup>	5.11±1.50 <sup>b</sup>	5.69±1.56 <sup>b</sup>	6.61±1.49 <sup>a</sup>
Hardness	6.19±2.26 <sup>a</sup>	4.65±2.05 <sup>b</sup>	4.23±2.08 <sup>b</sup>	4.30±1.95 <sup>b</sup>	4.34±2.33 <sup>b</sup>
Moistness	4.11±1.90 <sup>c</sup>	5.76±1.50 <sup>b</sup>	6.00±1.41 <sup>b</sup>	6.30±1.46 <sup>b</sup>	7.23±1.65 <sup>a</sup>
Residual mouth feel	4.03±2.04 <sup>c</sup>	4.53±1.81 <sup>bc</sup>	5.42±1.52 <sup>ab</sup>	5.61±2.04 <sup>ab</sup>	6.15±2.30 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Samples are the same as in Table 1.

<sup>2)</sup>Mean±SD.

<sup>3)</sup>Values with different superscripts in the same row are significantly different at  $\alpha=0.05$ .

<sup>4)</sup>NS is not significantly different at  $\alpha=0.05$ .

Table 8. Results of sensory consumer evaluation of the white pan bread added with various yacon concentrates

	Samples <sup>1)</sup>				
	YE 0	YE 25	YE 50	YE 75	YE 100
Color	5.07±2.17 <sup>2)(NS3)</sup>	5.46±1.65	5.77±1.55	6.08±2.01	5.38±2.46
Taste	4.15±1.82 <sup>c4)</sup>	5.50±1.47 <sup>b</sup>	6.42±1.23 <sup>ab</sup>	6.62±1.55 <sup>a</sup>	6.23±1.92 <sup>ab</sup>
Flavor	4.23±2.00 <sup>b</sup>	5.57±1.52 <sup>a</sup>	5.96±1.37 <sup>a</sup>	6.12±1.88 <sup>a</sup>	5.69±2.14 <sup>a</sup>
Texture	4.07±1.91 <sup>c</sup>	5.65±1.46 <sup>b</sup>	6.50±1.33 <sup>ab</sup>	6.73±1.56 <sup>a</sup>	6.27±2.08 <sup>ab</sup>
Overall acceptance	3.96±1.86 <sup>c</sup>	5.58±1.41 <sup>b</sup>	6.58±1.39 <sup>a</sup>	6.65±1.71 <sup>a</sup>	6.23±1.72 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup>Samples are the same as in Table 1.

<sup>2)</sup>Mean±SD.

<sup>3)</sup>NS is not significantly different at  $\alpha=0.05$ .

<sup>4)</sup>Values with different superscripts in the same row are significantly different at  $\alpha=0.05$ .

색이 진해지는 것에는 기호성에서 차이가 없었으나, 맛, 향미, 조직감 및 종합적인 기호도에서 야콘 농축액을 첨가한 빵을 선호하였으며, 야콘 농축액 첨가량이 설탕의 약 75%를 대체한 YE 75를 가장 선호하는 것을 알 수 있었다.

### 요 약

야콘 농축액을 첨가한 반죽 특성을 조사하기 위해 반죽의 pH 및 발효 팽창력을 측정하였을 때 야콘 농축액의 첨가가 반죽의 pH에는 영향을 크게 미치지 않았으며, 발효과정 중 야콘 농축액에 다량 함유된 fructo-oligosaccharides가 효모의 후기 발효에 이용되어 지속적으로 gas를 공급하여 최적 발효시간이 지나도 반죽의 부피가 유지되는 현상을 나타내었다. 빵을 제조하여 식빵의 부피, 무게 및 비용적을 측정할 결과 설탕의 75% 이상을 야콘 농축액으로 대체하였을 때에는 호화와 착색에서는 약간 불리할 수 있음을 알 수 있었다. 빵의 물성측정 결과에서는 야콘 농축액의 함량이 늘어날수록 녹갈색은 짙어지는 경향을 나타내었으며, 유연하며 입안에서 부서지지 않고 덩어리 형태를 유지하는 물성을 나타내 좋은 제빵 특성을 나타내었다. 관능적 특성의 평가에서는 야콘 농축액의 첨가량이 높을수록 강한 야콘 향미와 진한 색을 나타내는 부드럽고 촉촉한 빵의 특성을 나타내었으며, 소비자들은 야콘 농축액 첨가량이 설탕의 75%를 대체한 YE 75를 가장 선호하는 것을 알 수 있었다. 결론적으로 야콘 농축액을 설탕을 대신하여 사용하였을 때 부드럽고 촉촉한 물성을 지닌 기호성이 높은 빵을 제조할 수 있음을 알 수 있었다.

### 문 헌

1. Kim RA, Lee JJ, Jung HO, Lee MY. 2010. Physicochemical composition and antioxidative effects of yacon (*Polymnia Sonchifolia*). *J Life Sci* 20: 40-48.
2. Min KJ, Cheon JU, Cha CG. 2008. Anti-oxidative and anti-cancer activities of extracting of Yacon. *J Food Hyg Safety* 23: 163-168.
3. Ojansivu I, Ferreria CL, Salminen S. 2011. Yacon, a new source of prebiotic oligosaccharides with a history of safe use. *Trends Food Sci Technol* 22: 40-46.
4. Lobo AR, Cocato ML, Borelli P, Gaievski EHS, Crisma AR, Nakajima K, Nakano EY, Colli C. 2011. Iron bioability from ferric pyrophosphate in rats fed with fructan-containing yacon (*Smallanthus sonchifolius*) flour. *Food Chem* 126: 885-891.

5. Genta S, Cabrera W, Habib N, Pons J, Carillo IM, Grau A. 2009. Yacon syrup: beneficial effects on obesity and insulin resistance in humans. *Clin Nutr* 28: 182-187.
6. Habib NC, Honoré SM, Genta SB, Sánchez SS. 2011. Hypolipidemic effect of *Smallanthus sonchifolius* (yacon) roots on diabetic rats: biochemical approach. *Chemico-Biol Interact* 194: 31-39.
7. Park JS, Yang JS, Hwang BY, Yoo BK, Han K. 2009. Hypoglycemic effect of yacon tuber extract and its constituent, chlorogenic acid, in streptozotocin-induced diabetic rats. *Biomol Ther* 17: 256-262.
8. Terada S, Ito K, Yoshimura A. 2006. The constituents to anti-oxidative and α-glucosidase inhibitory activities in yacon aerial part extract. *Yakukaku Zasshi* 126: 665-669.
9. Doo HS, Li HL, Kwon TO, Ryu JH. 2000. Changes in sugar contents and storability of yacon under different storage conditions. *Korean J Crop Sci* 45: 300-304.
10. AACC. 1983. *Approved method of the AACC*. Method 10-10A. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
11. Stone H, Sidel JL. 1993. *Sensory evaluation*. 2nd ed. Academic Press, San diego, CA, USA. p 202-242.
12. Bae JH, Lee JH, Kwon KI, Im MH, Park GS, Lee JG, Choi HJ, Jeong SY. 2005. Quality characteristics of the whole bread prepared by addition of jujube extracts. *Korean J Food Sci Technol* 37: 603-610.
13. Lee SY, Choi JS, Choi MO, Cho SH, Kim KBWR, Lee WH, Park SM, Ahn DH. 2006. Effect of extracts from *Gycyorrhiza uralensis* and *Curcula longa* on shelf life and quality of bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 912-918.
14. Yang SM, Shin JH, Kang MJ, Kim SH, Sung NJ. 2010. Quality characteristics of bread with added black garlic extract. *Korean J Food Cookery Sci* 26: 503-510.
15. Lee SB, Lee KH, Lee KS. 2008. Quality characteristics of white pan bread with mulberry extracts. *J East Asian Soc Dietary Life* 18: 805-811.
16. Roels SP, Cleemput G, Vandewalle X. 1993. Bread volume potential of variable quality flours with constant protein level as determined by factors governing mixing time and baking absorption levels. *Cereal Chem* 70: 318-323.
17. Lee JY, Lee KA, Kwak EJ. 2009. Fermentation characteristics of bread added with *Pleurotus eryngii* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 757-765.
18. Onyango C, Mutungi C, Unbehend G, Lindhauer MG. 2010. Rheological and baking characteristics of batter and bread prepared from pregelatinised cassava starch and sorghum and modified using microbial tansglutamiase. *J Food Engin* 97: 465-470.
19. Onyango C, Mutungi C, Unbehend G, Lindhauer MG. 2011. Modification of gluten-free sorghum batter and bread using maize, potato, cassava or rice strach. *LWT-Food Sci Technol* 44: 681-686.

(2012년 4월 23일 접수; 2012년 7월 2일 채택)