

## 자색고구마 잼의 설탕 함량에 따른 관능적 특성

김예림 · 심기연 · 윤지현 · 최수연 · 고은미<sup>†</sup>

서울여자대학교 식품영양학과

### Sensory Characteristics of Purple-fleshed Sweet Potato Jam with Varying Sugar Contents

Ye Rim Kim, Ki Yeon Shim, Ji Hyun Yoon, Soo Yeon Choi and Eunmi Koh<sup>†</sup>

Dept. of Food and Nutrition, Seoul Women's University

#### ABSTRACT

Natural food colorant are widely used to satisfy consumer preferences. Anthocyanins are red, blue and purple natural pigments. Purple-fleshed sweet potato (PSP) contains large quantities of anthocyanins. The aims of this work were i) to investigate the influence of sugars on the purple color of PSP jam and ii) to optimize the ratio of ingredients for sensory characteristics of PSP jam. Korean PSP variety "Sinjami" was used for the preparation of jam. The jams were prepared with various sugar contents (0, 20, 30, 40 and 50% total weight) consisting of steamed purple-fleshed sweet potato, water, lemon juice and apple juice. With increasing sugar contents, lightness (L) and redness (a) of PSP jams decreased while yellowness (b) increased, indicating that anthocyanins were degraded and/or brown pigments were formed due to high sugar content under heat treatment. Hardness, springiness, chewiness and cohesiveness showed significant differences among PSP jams with various sugar contents. In sensory evaluation, addition of sugar significantly increased scores for color and texture as compared to control samples. The color, texture and preference results indicate an optimal sugar content of 40% total ingredient weight for PSP jam.

**Key words:** Purple-fleshed sweet potato jam, anthocyanin, sugar, color, sensory characteristics

#### 서 론

색은 식품을 선택하는데 영향을 미치는 요인 중의 하나로 착색에 의한 기호도를 높이기 위해 합성색소뿐만 아니라, 천연색소가 널리 사용되고 있다. 하지만 합성색소의 안전성에 대한 소비자의 우려가 증대되면서 생리활성 기능을 지닌 천연색소에 대한 관심이 높아지고 있다. 과일이나 채소 등에서 적색, 자주색 또는 청색을 띠는 안토시아닌의 항산화성(Kong JM *et al* 2003), 항염증성(Zhang ZF *et al* 2009), 항변이원성(Yoshimoto M *et al* 2001) 등이 알려지면서, 안토시아닌을 함유한 식품재료의 연구가 활발히 이루어지고 있다.

자색고구마는 다량의 안토시아닌을 함유하고 있어 외관은 물론 육색 자체가 진한 자주색을 띠는 전분질 식품이다(Yoshinaga M *et al* 1999; Truong VD *et al* 2010; Kim HW *et al* 2012). 자색고구마에 존재하는 대표적인 안토시아닌은 페오니딘(peonidin)과 시아니딘(cyanidin)으로, 그 조성과 함량은 품종에 따라 크게 달라진다(Yoshinaga M *et al* 1999; Truong VD *et al* 2010; Xu J *et al* 2014). 안토시아닌은 온도, 빛, 산

소, 전이금속 등의 다양한 인자에 의해 파괴되기 쉬운 불안정한 수용성 색소이기 때문에 조리 및 가공 과정에서 파괴될 가능성이 높다. 하지만 자색고구마에 함유된 안토시아닌의 81%는 클로로겐산(chlorogenic acid) 등의 페놀산(phenolic acid)과 결합한 acylated form으로 존재하기 때문에 다른 식물의 안토시아닌보다 온도 및 빛에 더 안정한 것으로 알려져 있다(Xu J *et al* 2014). 자색고구마 품종인 신자미의 조리에 의한 안토시아닌의 열안정성이 보고되었으며(Xu J *et al* 2014), 이러한 자색고구마의 특성을 이용하여 알코올음료(Han KH *et al* 2002), 요구르트(Jung GT & Ju IO 1997), 떡(Park YM *et al* 2012), 양갱(Lee SM & Choi YJ 2009), 죽(Lee SM 2013), 젤리(Park EJ & Park GS 2012), 식초(Lee GJ 2014), 머핀(Koh SH & Seo EO 2001), 케익(Kim JH & Lee KJ 2013)의 천연색소로 다양하게 이용되고 있다.

최근 현대인들의 아침식사 패턴의 변화로 빵과 같은 편이 식품의 소비가 점차 증가하면서 잼의 소비도 함께 증가하여 그 종류가 다양화되고 있다. 일반적으로 잼은 과일의 과육(flesh)에 설탕, 구연산, 펙틴 등을 첨가하여 가열 농축하는 방법으로 제조된다. 시판되는 대부분의 잼은 과육의 50% 전후로 설탕을 첨가하여 제조되며, 펙틴 함량이 높은 과일인

<sup>†</sup>Corresponding author : Eunmi Koh, Tel: +82-2-970-5649, Fax: +82-2-970-4049, E-mail: kohem7@swu.ac.kr

사과, 복숭아, 딸기, 유자 등의 과육이 주로 사용된다. 자색고구마는 펙틴 성분이 함유되어 있지 않은 작물이기 때문에, 자색고구마를 이용하여 제조된 잼이 출시되지 않은 상황이며 이와 관련된 연구는 전무하다.

따라서 본 연구에서는 자주색을 띠는 전분질 식품인 자색고구마를 이용한 잼을 개발하기 위해 설탕, 레몬주스, 사과주스, 물을 첨가하여 제조된 자색고구마 잼의 색도, 조직감, 관능적 특성을 평가하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

2014년 전남 무안에서 재배된 자색고구마 품종인 신자미 (*Ipomoea batatas* L. *Sinjami*)를 국립식량과학원 바이오에너지작물센터로부터 분양받았다. 정백당(삼양사, 울산, 한국), 사과, 레몬은 마트에서 구입하였다.

### 2. 잼 제조를 위한 조건 설정

자색고구마 잼의 원재료와 배합비를 조정하기 위해 예비 실험을 실시하였으며, 과일즙으로 배즙과 사과즙을 각각 첨가하고, 설탕은 전체 재료 중량의 0, 40, 50, 60%로 다양한 비율로 잼을 제조하였다. 패널 10명에게 시료를 제공하고, 식빵에 퍼지는 정도, 단단함, 이에 들러붙는 정도, 맛, 향, 색 등을 평가하도록 하였다. 사과즙이 첨가된 자색고구마잼은 식욕을 돋우는 밝은 자줏빛, 상큼한 사과향, 빵에 부드럽게 퍼지는 특성을 나타낸 반면에, 배즙을 첨가한 잼은 어두운 보라색, 딱딱하여 낮은 퍼짐성 등을 갖는 것이 관찰되었다. 설탕을 첨가하지 않은 잼은 사과의 맛과 향이 강하고, 일반적인 잼과 달리 겔 성상을 갖지 못했으며, 설탕을 60% 첨가한 시료는 가열 후 식혔을 때 딱딱하게 굳어 잼의 중요한 물리적 특성인 퍼짐성을 보이지 않았다. 이러한 사전 실험결과에 근거하여 선호도가 높은 사과즙이 펙틴과 유기산의 공급원으로 결정되고, 설탕의 첨가량은 0, 20, 30, 40, 50%로 조정되었다.

### 3. 자색고구마 잼의 제조

자색고구마를 이용한 잼의 재료 배합비는 Table 1과 같이 구성하였다. 설탕을 첨가하지 않은 잼을 대조군으로 하였고, 예비실험 결과에 따라 잼의 색깔, 맛, 퍼짐성을 고려하여 설탕의 최대 첨가농도를 50%로 결정하였다. 또한, 설탕의 첨가에 따라 잼의 색도와 조직감의 차이를 관찰할 수 있도록, 첨가농도의 간격을 조정하여 설탕 함량을 전체 중량(자색고구마, 물, 레몬주스, 사과주스의 합) 대비 0, 20, 30, 40, 50%로 결정하였다. 자색고구마를 스테인리스 찜기에서 47분 동안 가열한 후 껍질을 제거하고, 속(flesh) 부분을 나무주걱으로

**Table 1. Formula (g) for the preparation of purple-fleshed sweet potato jam added with different sugar ratios**

Ingredient	Sugar content (%)				
	0	20	30	40	50
Purple sweet potato	260	260	260	260	260
Sugar	0	156	234	313	391
Water	260	260	260	260	260
Lemon juice	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54
Apple juice	260	260	260	260	260

으깨었다. 사과에 존재하는 갈변효소를 불활성화 시키기 위해 4등분 후 껍질이 제거된 사과를 찜기에서 14분 동안 가열 처리하고, 동일한 중량의 물을 넣고 믹서기(Braun MX 2000, Praha, Czech Republic)로 분쇄한 후, 거즈 두 겹으로 짜서 고형분을 제거하였다. 레몬을 이등분하고, 손으로 짜서 두 겹의 거즈로 걸러서 레몬주스를 준비하였다. Table 1에 제시된 배합비에 따라 자색고구마, 사과주스, 레몬주스를 스테인리스 냄비에 넣고 나무주걱으로 계속 저어주면서 약불로 가열한 후, 입속에서의 이물감을 없애기 위해 체(20 mesh)에 걸러 섬유질을 제거하였다. 체에 걸러진 시료에 여러 비율의 설탕을 각각 첨가하고, 나무주걱으로 저으면서 약불에서 다시 가열하였다. 스푼법(spoon point)에 따라 잼을 숟가락으로 떠서 흘러 내리게 하여 끝이 끊어지면서 떨어졌을 때를 젤리점(jelly point)으로 하였다. 굴절당도계(Master refractometer, ATAGO, Tokyo, Japan)를 이용하여 잼의 당도가 65 °Brix인 것을 확인하였다. 완성된 잼을 상온에서 20분 동안 식힌 후 끓는 물로 소독된 500 mL 유리병에 담아서 밀봉하고 냉장 보관하였다.

### 4. 색도 분석

자색고구마 잼의 색도는 색차계(CHROMA METER CR-400, Konica Minolta Sensing Inc., Tokyo, Japan)를 사용하여 L값(lightness), a값(redness), b값(yellowness)을 3회 측정하여 평균값±표준편차로 결과를 나타내었다.

### 5. 조직감(Texture) 분석

자색고구마 잼을 직경 5.5 cm, 높이 3 cm의 원통용기에 담은 후 TA-Xt texture analyzer(Stable Micro Systems Ltd., Haslemere, UK)를 사용하여 2회 반복 압착실험(two-bite compression test)으로 원통형 probe(25 mm diameter)를 이용하여 측정하였다. Load cell 906 g, pre-test speed 1.0 mm/min, test speed 1.0 mm/sec, post-test speed 1.0 mm/s, distance 5.0 mm, time 5.00 s, trigger force 5.0 g의 조건으로 잼의 조직감을 측

정하였다. 측정 후 얻어진 force-time curve로부터 시료의 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 저작성(chewiness), 점착성(gumminess), 응집성(cohesiveness)이 산출되었다. 각 시료 당 3회 반복 실험하여 평균값±표준편차로 결과를 나타내었다.

## 6. 관능검사

설탕의 농도를 달리하여 제조된 자색고구마 잼에 대한 관능평가는 여대생 49명을 패널로 선정하여 실험목적과 잼의 관능적 특성에 대하여 사전 교육을 실시한 후, 5점 평점법(5-point scaling)으로 실시하였다. 잼 시료 10 g을 식빵과 함께 제시하였으며, 평가항목은 잼의 특성에 대한 관능적 평가 영역과 그 특성에 대한 개인적 기호도 영역으로 구분하여 구성하였다. 평가된 관능적 특성으로는 자주색(purple color), 단맛(sweetness), 부드러운 정도(softness), 퍼짐성(spreadability), 이에 들러붙는 정도(adhesiveness)이었으며, 각 특성이 약한 경우를 1점으로, 그 특성이 강한 경우를 5점으로 하여 평가하였다. 각 특성에 대한 기호도와 종합적 기호도(overall acceptability)는 ‘매우 나쁘다’를 1점으로 하고, ‘매우 좋다’를 5점으로 하여 평가하였다. 모든 항목에 점수를 부여한 43명의 관능검사 자료를 이용하여 통계분석을 하였다.

## 7. 통계분석

본 연구의 통계처리는 통계분석용 프로그램인 SPSS(version 21.0, IBM SPSS Statistics, IBM Corporation)를 이용하여 평균값과 표준편차로 나타내었으며, ANOVA Duncan's multiple range test를 이용하여 5% 수준에서 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 잼의 색도

설탕을 첨가한 잼은 색이 어두운 보라색이며, 첨가량이 증가할수록 색이 짙어지는 반면에, 설탕을 첨가하지 않은 잼은 상대적으로 색이 밝고 옅은 보라색이 육안으로 관찰되었다. 이러한 경향은 기계적인 측정 결과에서도 나타났다(Table 2). 설탕을 첨가하지 않은 대조군의 명도(L)가 25.13으로 가장 높았으며, 설탕의 첨가량이 증가할수록 L값이 감소하여 설탕이 40% 첨가된 잼의 명도가 가장 낮은 값(22.43)을 나타내었으며, 50% 첨가된 잼은 오히려 명도가 증가되었다. 적색도(a)는 설탕 함량이 높을수록 감소되었는데, 상대적으로 설탕 첨가량이 높은 수준(40~50%)에서는 잼의 적색도가 유의적으로 더 낮아져서 설탕이 첨가되지 않은 대조군의 적색도와 뚜렷한 차이를 보였다.

본 연구에서 사용된 자색고구마 품종인 신자미의 주요 안

**Table 2. Color characteristics of purple-fleshed sweet potato jam with varying sugar contents<sup>1)</sup>**

Sugar (%)	L(lightness)	a(redness)	b(yellowness)
0	25.13±0.08 <sup>a</sup>	17.79±0.34 <sup>a</sup>	-0.90±0.07 <sup>d</sup>
20	23.35±0.14 <sup>c</sup>	15.81±0.33 <sup>b</sup>	0.70±0.09 <sup>c</sup>
30	23.01±0.09 <sup>d</sup>	15.05±0.11 <sup>b</sup>	1.26±0.11 <sup>b</sup>
40	22.43±0.04 <sup>e</sup>	12.90±2.61 <sup>c</sup>	1.72±0.63 <sup>a</sup>
50	23.66±0.09 <sup>b</sup>	12.88±0.23 <sup>c</sup>	1.35±0.28 <sup>ab</sup>
P value	<0.001	<0.001	<0.001

<sup>1)</sup> Values are expressed as the average±standard deviation of triplicates.

<sup>a~d</sup> Values with different superscripts in the same column are significantly different by the Duncan's multiple range test ( $p<0.05$ ).

토시아닌은 페오니딘(건조 시료 100 g당 1,039 mg)과 시아니딘(건조 시료 100 g당 303 mg)이라고 보고되었다(Kim HW *et al* 2012). 일본의 자색고구마 3품종인 *Okinawa*, *AyaMurasaki*, *TanegashimaMurasaki*의 안토시아닌 함량이 건조 시료 100 g당 32~261 mg(Xu J *et al* 2014)인 것과 비교하면, 신자미에는 안토시아닌이 매우 높게 함유되어 있는 편이다. 자색고구마에 존재하는 안토시아닌의 열안정성 연구에서 자색고구마 품종인 P40을 100℃에서 20분 가열하였을 때 총 안토시아닌의 8%만이 손실되었다(Xu J *et al* 2014). 한편, Kim HW 등(2012)은 자색고구마 품종인 신자미를 120℃ 찜기에서 10분 동안 가열한 후 안토시아닌이 거의 절반 수준으로 감소되었다고 하였다. 본 연구에서 효소적 갈변반응을 억제하기 위해 자색고구마를 47분 동안 찜 후에 사용하였을 뿐만 아니라, 잼을 제조하는 과정에서 다른 재료와 함께 다시 가열하였기 때문에 안토시아닌 함량의 감소가 일어났음을 예측할 수 있다. 안토시아닌은 가열에 의해 당이 분리되어 비당체인 안토시아닌딘(anthocyanidin)으로 전환된 후, 칼콘(chalcone)으로 바뀌어 무색 또는 미황색을 띠게 된다고 알려져 있다(Markakis P *et al* 1957).

Yoshinaga M 등(1999)은 자색고구마의 주요 페놀산(phenolic acid)인 클로로젠산이 철(iron)과 착화합물(chelating compounds)을 형성하여 고구마 색의 명도를 낮춘다고 하였다. 또한, 자색고구마에 존재하는 페놀화합물은 가열에 의해 파괴되거나 폴리페놀산화효소에 의해 산화되어 갈색색소를 생성한다(Takenaka M *et al* 2006). Jung JK 등(2011)은 고구마를 물에서 10분 동안 끓였을 때 페놀화합물의 40%가 손실되었음을 관찰하였다. 본 연구의 경우에 자색고구마를 47분 동안 찜는 과정에서 폴리페놀산화효소에 의해 갈색색소가 생성되

었을 가능성을 배제할 수 없다. 또한, 조리용기로 사용된 스테인리스 냄비의 금속이 조리과정에서 용출되어 자색고구마의 안토시아닌과 반응하여 착화합물을 생성함으로써 색의 명도가 낮아진 것으로 사료된다.

자색고구마 잼의 황색도(b)는 설탕 함량이 높아질수록 비례적으로 증가하는 양상을 보였다(Table 2). 자색고구마의 단백질 함량은 신선한 시료를 기준으로 2.01%이며, 전분 함량은 건조 시료의 59.42%라고 보고되었다(Kim SY & Ryu CH 1995). Lee LS & Rhim JW(1997)의 자색고구마 색소의 가열에 대한 속도론적 연구에서 가열이 진행될수록 자색고구마 색소의 최대 흡광도인 532 nm는 급격히 감소하고, 갈색을 나타내는 흡광도인 420 nm는 증가하였다. 이러한 결과는 가열에 의해 자색고구마의 안토시아닌은 파괴된 반면에, 갈색색소는 생성되었음을 의미한다. 본 연구에서 자색고구마 잼의 황색도가 설탕 함량에 따라 유의적으로 증가된 것은 설탕이 고온에서 카라멜화 반응을 하였거나, 자색고구마 전분의 열분해 산물인 환원당 또는 첨가된 설탕의 열분해로 생성된 환원당이 단백질의 아미노 화합물과 메일라드(Maillard) 반응을 일으켜 갈색물질이 생성되었음을 시사한다.

## 2. 잼의 조직감

자색고구마 전분은 가열에 의해 다량의 물을 흡수하여 호화되는데, 냉각하면 아밀로오스가 서로 수소결합을 형성하여 3차원의 망상구조(network) 내에 물을 가두어 반고체 상태의 겔을 형성한다. 호화된 전분은 상온에 오래 방치되면 노화가 일어나 망상구조 내에 가두어 있던 물이 밖으로 빠져 나온다. 설탕은 탈수제(dehydrating agent)로 작용하기 때문에 펙틴의 분리와 3차원적 망상구조의 형성을 도와 겔(gel) 형성을 촉진시킨다. 본 연구에서 설탕이 잼의 노화를 억제하여 겔 상태의 유지를 도와준 것으로 생각된다. 하지만 설탕 함량이 일정량 이상이 되면 오히려 겔의 망상조직을 약화시킨다고 알려져 있다(Nishinari K *et al* 1990). 설탕 첨가량을

달리한 자색고구마 잼의 경도(hardness)는 설탕이 전체 중량 대비 50% 첨가된 잼에서 384.50으로 가장 높았다(Table 3). 그 다음으로 30%, 20%, 대조군, 40% 순이었으며, 시료 간 유의적인 차이를 나타내었다. 설탕 첨가량이 과다하게 되면 잼의 망상구조 안에 갇혀 있던 물이 방출되면서 경도가 증가한 것으로 생각된다. 설탕 함량이 50%인 잼의 경도가 다시 높아진 이유는 잼을 상온에 방치하였을 때 설탕의 용해도가 감소되어 재결정화(recrystallization)가 일어났기 때문으로 사료된다. 잼의 탄력성(springiness)은 설탕 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였으나, 30% 이상에서는 시료 간 차이가 없는 것으로 나타났다. 복분자잼의 경우에는 펙틴과 설탕의 첨가량이 높아짐에 따라 잼의 탄력성은 감소되고, 경도는 증가되었다(Jin TY *et al* 2008). 응집성(cohesiveness)은 설탕이 50% 첨가된 잼이 0.83으로 가장 높았고, 그 다음으로 40%, 대조군, 30%, 20% 순이었으며, 시료 간 유의적인 차이를 나타내었다. 설탕함량이 높을수록 가열시간이 증가함에 따라 자유수 증발량이 상대적으로 많으며, 자유수가 결합수로 전환되는 비율이 상대적으로 높아짐에 따라 강한 응집성을 가진 것으로 생각된다. 저작성(chewiness)은 설탕이 50% 첨가되어 제조된 잼이 313.36으로 가장 높았고, 그 다음으로 30%, 20%, 40%, 대조군 순이었으며, 시료 간 유의적인 차이를 나타내었다.

## 3. 관능검사

설탕의 첨가량을 달리하여 제조된 자색고구마 잼의 관능적 특성은 Table 4에 제시하였으며, 각 특성에 대한 기호도 및 종합적 기호도를 평가한 결과는 Table 5에 나타내었다. 5점 척도법으로 평가한 잼의 각 관능 특성의 범위는 자주색(purple color) 1.86~3.33, 단맛(sweetness) 1.95~4.09, 부드러운 정도(softness) 1.84~4.26, 식빵에 발랐을 때 퍼지는 정도(spreadability) 1.28~4.23, 이에 들러붙는 정도(adhesiveness) 1.62~3.84의 분포를 나타내었다. 자주색 정도가 높아지다가 낮아지는 이유는 설탕 농도가 높아짐에 따라 카라멜화 반응

**Table 3. Textural characteristics of purple-fleshed sweet potato jam with varying sugar contents<sup>1)</sup>**

Sugar (%)	Hardness	Adhesiveness	Springiness	Chewiness	Gumminess	Cohesiveness
0	142.57±5.20 <sup>d</sup>	-403.40±0.00 <sup>ab</sup>	0.94±0.01 <sup>c</sup>	103.36±1.87 <sup>c</sup>	110.52±2.83 <sup>c</sup>	0.77±0.38 <sup>ab</sup>
20	161.93±7.27 <sup>c</sup>	-445.17±41.64 <sup>b</sup>	0.95±0.01 <sup>b</sup>	112.99±2.30 <sup>c</sup>	118.27±2.14 <sup>c</sup>	0.73±0.02 <sup>b</sup>
30	202.80±9.42 <sup>b</sup>	-595.57±34.77 <sup>c</sup>	0.98±0.01 <sup>a</sup>	144.62±8.00 <sup>b</sup>	147.68±7.07 <sup>b</sup>	0.74±0.02 <sup>b</sup>
40	139.60±2.01 <sup>d</sup>	-379.27±15.01 <sup>a</sup>	0.97±0.01 <sup>a</sup>	107.93±5.06 <sup>c</sup>	110.74±5.10 <sup>c</sup>	0.79±0.03 <sup>ab</sup>
50	384.50±16.66 <sup>a</sup>	-864.80±40.61 <sup>d</sup>	0.99±0.01 <sup>a</sup>	313.36±9.29 <sup>a</sup>	318.02±9.11 <sup>a</sup>	0.83±0.04 <sup>a</sup>
P value	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.05

<sup>1)</sup> Values are expressed as the average±standard deviation of triplicates.

<sup>a~d</sup> Values with different superscripts in the same column are significantly different by the Duncan's multiple range test ( $p<0.05$ ).

**Table 4. Sensory characteristics of the purple-fleshed sweet potato jam with varying sugar contents<sup>1)</sup>**

Sugar (%)	Purple color	Sweetness	Softness	Spreadability	Adhesiveness
0	1.86±0.99 <sup>c</sup>	1.95±0.79 <sup>c</sup>	4.05±1.13 <sup>a</sup>	4.23±1.07 <sup>a</sup>	1.62±0.76 <sup>d</sup>
20	3.33±1.09 <sup>a</sup>	3.63±0.95 <sup>b</sup>	4.26±0.85 <sup>a</sup>	4.16±0.57 <sup>a</sup>	2.14±0.86 <sup>c</sup>
30	3.28±0.85 <sup>a</sup>	4.09±0.61 <sup>a</sup>	3.47±0.85 <sup>b</sup>	3.49±1.01 <sup>b</sup>	2.67±0.94 <sup>b</sup>
40	3.26±1.03 <sup>a</sup>	4.05±0.82 <sup>a</sup>	3.98±0.74 <sup>a</sup>	4.16±0.87 <sup>a</sup>	2.47±0.96 <sup>bc</sup>
50	2.35±0.95 <sup>b</sup>	3.95±0.79 <sup>ab</sup>	1.84±0.81 <sup>c</sup>	1.28±0.45 <sup>c</sup>	3.84±1.11 <sup>a</sup>
<i>P</i> value	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

<sup>1)</sup> Values are expressed as the average±standard deviation of triplicates.

<sup>a-d</sup> Values with different superscripts in the same column are significantly different by the Duncan's multiple range test ( $p<0.05$ ). Score of sensory test 1: extremely weak → 5: extremely strong.

**Table 5. Preference responses to sensory characteristics of the purple-fleshed sweet potato jam with varying sugar contents<sup>1)</sup>**

Sugar (%)	Purple color	Sweetness	Softness	Spreadability	Adhesiveness	Overall acceptability
0	2.81±0.91 <sup>c</sup>	2.37±1.07 <sup>b</sup>	3.40±1.05 <sup>b</sup>	3.72±1.08 <sup>a</sup>	3.26±0.98 <sup>b</sup>	2.02±1.08 <sup>c</sup>
20	3.05±0.84 <sup>bc</sup>	3.56±0.98 <sup>a</sup>	3.88±0.63 <sup>a</sup>	4.07±0.63 <sup>a</sup>	3.70±0.74 <sup>a</sup>	3.51±0.88 <sup>b</sup>
30	3.30±0.77 <sup>ab</sup>	3.63±0.93 <sup>a</sup>	3.63±0.72 <sup>ab</sup>	3.81±0.82 <sup>a</sup>	3.56±0.70 <sup>ab</sup>	3.63±0.87 <sup>ab</sup>
40	3.58±0.82 <sup>a</sup>	3.60±1.16 <sup>a</sup>	3.84±0.65 <sup>a</sup>	4.07±0.80 <sup>a</sup>	3.56±0.77 <sup>ab</sup>	4.02±0.94 <sup>a</sup>
50	3.40±0.95 <sup>ab</sup>	3.37±1.13 <sup>a</sup>	2.42±0.83 <sup>c</sup>	1.79±0.94 <sup>b</sup>	2.58±1.05 <sup>c</sup>	2.35±1.19 <sup>c</sup>
<i>P</i> value	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

<sup>1)</sup> Values are expressed as the average±standard deviation of triplicates.

<sup>a-c</sup> Values with different superscripts in the same column are significantly different by the Duncan's multiple range test ( $p<0.05$ ).

이 더 많이 일어나기 때문에 사료된다. 이러한 결과는 색 차계를 사용하여 측정된 색도에서 설탕함량이 높아질수록 명도가 낮아지는 결과와 유사하였다. 단맛은 설탕을 첨가하지 않은 대조군과 설탕 첨가군 간의 유의적인 차이는 뚜렷하였으나, 설탕이 첨가된 자색고구마 잼 시료 간에는 유의적인 차이가 없었다. 부드러운 정도는 50% 첨가군이 다른 시료보다 유의적으로 낮았다(Table 4). 이것은 texture analyzer로 측정된 자색고구마 잼의 경도에서 50% 첨가군이 가장 높았던 결과와 일치하였다. 부드러운 정도가 낮을수록 즉 경도가 높을수록 잼의 퍼짐성은 감소되어 잼을 식빵에 퍼 바를 때 더 큰 힘이 필요하게 된다. 부드러운 정도가 가장 낮은 50% 첨가군의 퍼짐성이 가장 낮게 나타났다(Table 4). 설탕 함량이 일정 농도 이상으로 높아지게 되면 냉장 보관된 잼에 존재하는 설탕분자가 재결정화되어 껴이 단단해지면서 식빵에 발랐을 때 퍼짐성이 크게 감소된 것으로 생각된다. 자색고구마 잼이 이에 들러붙는 정도를 나타내는 부착성(adhesiveness)은 설탕 첨가량에 비례하여 증가하는 경향을 보였다(Table 4). 각 관능적 특성에 대한 기호도 결과를 보면, 부드러운 정도와 퍼

짐성이 높다고 평가된 자색고구마 잼 시료에 대한 기호도는 높았으며, 부착성이 높게 평가된 시료에 대한 기호도는 낮았다(Table 5). 설탕을 50% 첨가한 자색고구마 잼의 색과 단맛은 다른 설탕 첨가군과 유의적인 차이를 보이지 않은 반면에, 부드러운 정도, 퍼짐성, 부착성은 다른 첨가군보다 유의적으로 낮았으며, 그에 따른 종합적 기호도(overall acceptability)도 유의적으로 낮았다(Table 5). 관능적 특성의 모든 영역에서 가장 높은 기호도를 보였던 설탕 첨가 40%군이 종합적 기호도도 가장 높게 나타났다. 이러한 결과는 전분질 식품인 자색고구마를 이용하여 잼을 제조할 때 설탕을 40% 첨가하는 것이 가장 적합하다는 것을 보여준다.

## 요 약

과일을 이용하여 제조되는 일반적인 잼과 달리 전분질 식품인 자색고구마와 펙틴 공급원으로 사과를 이용하여 자색고구마 잼을 제조하였다. 자색고구마, 물, 사과주스, 레몬주스를 합한 중량 대비 설탕을 0, 20, 30, 40, 50%씩 각각 첨가

하여 잼을 제조한 후 색도와 조직감을 관찰하고, 관능평가를 실시하였다. 설탕의 첨가량이 증가할수록 명도와 적색도가 유의적으로 감소하였지만, 황색도는 증가하였다. 이것은 가열 과정에서 자색고구마의 주요 색소인 안토시아닌이 파괴된 반면에, 갈색색소는 오히려 생성되었음을 시사한다. 관능적 특성에서 설탕을 50% 첨가한 자색고구마 잼의 부드러운 정도와 퍼짐성이 가장 낮았다. 기호도 평가에서 설탕이 40% 첨가된 잼이 다른 시료에 비해 색, 단맛, 부드러운 정도, 퍼짐성에서 유의적으로 가장 높았고, 부착성은 가장 낮았으며, 그에 따른 종합적인 기호도는 가장 높게 나타났다. 이러한 결과는 자색고구마 잼의 제조 시 설탕 첨가량은 40%가 가장 적합함을 보여준다. 전분질 식품인 자색고구마는 열 안정성이 비교적 높은 천연색소인 안토시아닌을 다량 함유하고 있기 때문에, 앞으로 신제품 개발과정에서 착색제(colorant)로 이용될 수 있을 것으로 사료된다.

## REFERENCES

- Han KH, Lee JC, Lee GS, Kim JH, Lee JS (2002) Manufacture and physiological functionality of Korean traditional liquor by using purple-fleshed sweet potato. *Korean J Food Sci Technol* 34(4): 673-677.
- Jin TY, Heo SI, Lee WG, Lee IS, Wang MH (2008) Manufacturing characteristics and physicochemical component analysis of *bokbunja* (*Rubus coreanus* Miquel) jam. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37(1): 48-52.
- Jung GT, Ju IO (1997) Studies on the preparation of yogurt from milk added purple sweet potato powder. *Korean J Food & Nutr* 10(4): 458-461.
- Jung JK, Lee SU, Kozukue N, Levin CE, Friedman M (2011) Distribution of phenolic compounds and antioxidative activities in parts of sweet potato (*Ipomoea batata* L.) plants and in home processed roots. *J Food Comp Anal* 24(1): 29-37.
- Kim HW, Kim JB, Cho SM, Chung MN, Lee YM, Chu SM, Che JH, Kim SN, Kim SY, Cho YS, Kim JH, Park HJ, Lee DJ (2012) Anthocyanin changes in the Korean purple-fleshed sweet potato, shinzami, as affected by steaming and baking. *Food Chem* 130: 966-972.
- Kim JH, Lee KJ (2013) Antioxidative activities and gelatinization characteristics of sponge cake added with purple sweet potato. *J East Asian Soc Dietary Life* 23(6): 750-759.
- Kim SY, Ryu CH (1995) Studies on the nutritional components of purple sweet potato(*Ipomoea batatas*). *Korean J Food Sci Technol* 27(5): 819-825.
- Koh SH, Seo EO (2001) Quality characteristics of muffins containing purple colored sweet potato powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 20(2): 272-278
- Kong JM, Chia LS, Goh NK, Chia TF, Brouillard R (2003) Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry* 64(5): 923-933.
- Lee GJ (2014) Preparation of the red vinegar produced through fermentation with purple-fleshed sweet potato and evaluation of its antioxidative activity. *MS Thesis*, Woosuk University, Jeonju. pp 1-3.
- Lee LS, Rhim JW (1997) Thermal kinetics of color changes of purple sweet potato anthocyanin pigment. *Korean J Food Sci Technol* 29(3): 497-501.
- Lee SM, Choi YJ (2009) Quality characteristics of *Yanggeng* by the addition of purple sweet potato. *J East Asian Soc Dietary Life* 19(5): 769-775.
- Lee SM (2013) A study on the quality characteristics of gruel supplemented with purple sweet potato. *J East Asian Soc Dietary Life* 23(2): 234-240.
- Markakis P, Livingstone GE, Fillers GR (1957) Quantitative aspects of strawberry pigment degradation. *J Food Sci* 22(2): 117-130.
- Nishinari K, Watase M, Williams PA, Phillips GO (1990) κ-Carrageenan gels: Effect of sucrose, glucose, urea, and guanidine hydrochloride on the rheological and thermal properties. *J Agric Food Chem* 38(5): 1188-1193.
- Park EJ, Park GS (2012) Quality characteristics of jelly prepared with purple sweet potato powder. *Korean J Food Culture* 27(6): 730-736.
- Park YM, Kim MH, Yoon HH (2012) Quality characteristics of *sulgidduck* added with cooked purple sweet potato. *Korean J Food Cook Sci* 18(1): 54-64.
- Takenaka M, Nanayama K, Isobe S, Murata M (2006) Changes in caffeic acid derivatives in sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) during cooking and processing. *Biosci Biotechnol Biochem* 70(1): 172-177.
- Truong VD, Deighton N, Thompson RT, McFeeters RF, Dean LO, Pecota KV, Yencho GC (2010) Characterization of anthocyanins and anthocyanidins in purple-fleshed sweet potatoes by HPLC-DAD/ESI-MS/MS. *J Agric Food Chem* 58(1): 404-410.
- Xu J, Su X, Lim S, Griffin J, Carey E, Katz B, Tomich J, Smith JS, Wang W (2015) Characterization and stability of

- anthocyanins in purple-fleshed sweet potato P40. *Food Chem* 186: 90-96.
- Yoshimoto M, Okuno S, Yamaguchi M, Yamakawa O (2001) Antimutagenicity of deacylated anthocyanins in purple-fleshed sweet potato. *Biosci Biotechnol Biochem* 65(7): 1652-1655.
- Yoshinaga M, Yamakawa O, Nakatani M (1999) Genotypic diversity of anthocyanin content and composition in purple-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas*(L.) Lam). *Breeding Science* 49(1): 43-47.
- Zhang ZF, Fan SH, Zheng YL, Lu J, Wu DM, Shan Q, Hu B (2009) Purple sweetpotato color attenuates oxidative stress and inflammatory response induced by D-galactose in mouse liver. *Food Chem Toxicol* 47(2): 496-501.
- 

Date Received Mar. 18, 2015

Date Revised May. 19, 2015

Date Accepted May. 21, 2015