

## 자색 당근즙의 갈변 방지와 자색 당근즙 첨가 젤리의 품질 특성

노현정<sup>1†</sup> · 장수연<sup>1†</sup> · 박재중<sup>2</sup> · 윤호식<sup>2</sup> · 박선민<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>호서대학교, 기초과학연구소, 식품영양학과, <sup>2</sup>웰런비엔에프

### Browning Prevention of Black Carrot Extract and the Quality Characteristics of Jelly Supplemented with Black Carrot Extract

Hyun-Jung Nho<sup>1†</sup>, Soo-Yeon Jang<sup>1†</sup>, Jae Jung Park<sup>2</sup>, Ho Sik Yun<sup>2</sup>, Sunmin Park<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Food and Nutrition, Hoseo University

<sup>2</sup>WellRun B&F

#### Abstract

We investigated treatments for the browning prevention of black carrot extracts and determined the characteristics and qualities of jelly supplemented with black carrot extract. Ascorbic acid, citric acid, and NaCl were added to black carrot extract and changes in color, texture, and anthocyanin content were evaluated. Changes were also determined and a sensory evaluation was performed for jelly supplemented with black carrot extract. The addition of 0.15 and 0.20% ascorbic acid prevented the browning of black carrot extracts and decreased anthocyanin content during the storage period. However, citric acid did not have a preventative effect, despite decreasing the pH below 5.0. Similar to results on the extract, 0.15% ascorbic acid maintained a reddish-violet color in jelly supplemented with black carrot extract by lowering browning during the storage period. Jelly supplemented with 0.15% ascorbic acid had an increased elasticity, gumminess, and chewiness, but jelly supplemented with 0.15% ascorbic acid+0.05% NaCl had a lowered hardness compared with the control during the storage period. In a sensory evaluation, the overall preference, in descending order, was: 0.15% ascorbic acid+0.05% NaCl > 0.15% ascorbic acid > control. In conclusion, 0.15~0.20% ascorbic acid prevented the browning of black carrot extract and inhibited a decrease in anthocyanin content. Jelly supplemented with black carrot extract and 0.15% ascorbic acid+0.05% NaCl were optimal for producing a soft jelly texture.

Key Words: Black carrot, anthocyanin, browning, jelly, ascorbic acid

## 1. 서 론

안토시아닌은 flavonoid 계통의 성분으로 꽃이나 과일에 함유되어 있는 색 성분으로 이것의 화학 구조가 폴리페놀이어서 체내에서 항산화물질로 작용한다. 체내에서 일어나는 과산화 작용은 노화뿐 만 아니라 암 등 다양한 질환의 유발과 연관되어 있다(Esselen 등 2011). 항산화 물질은 체내에서 일어나는 이러한 과산화 작용을 억제하는 물질로 체내에서 생성된 공격성이 강한 유리라디칼을 제거해 줌으로써 노화를 늦춰주며 다양한 질병의 발병을 억제시켜준다(Hayashi 등 2012). 안토시아닌은 자유라디칼을 제거하여 세포막과 핵산의 파괴를 막아주어 항암효과가 뛰어나고 항염증 작용을 한다(Esselen 등 2011). 또한, 안토시아닌은 동맥에 침전물의

생성을 억제하고, 콜레스테롤의 생성을 억제하는 효과도 있어 심장 질환, 혈관 질환, 뇌졸중 등의 심혈관계 질환의 발병을 예방하고 개선 효과도 있다는 것이 보고되었다(Wang 등 2012; Hassellund 등 2013).

이러한 연구 결과에 따라 안토시아닌을 생성할 수 있는 식물들이 재배되었는데 그중 하나가 자색 당근이다. 황색 당근도 칼로리는 낮고, 카로티노이드, 식이섬유 등 다양한 영양소를 함유하고 있는 건강식품이지만, 자색 당근은 당근이 가지고 있는 영양소에 안토시아닌을 추가적으로 함유하고 있어 더 우수한 건강식품이다. 자색 당근에 함유된 안토시아닌은 cyanidin 3-xylosyl(glucosyl)galactosides가 sinapic acid, ferulic acid, coumaric acid와 아세틸기에 결합되어 있는 형태로 존재한다(Hassellund 등 2011). 보라색을 지닌 채소나

<sup>†</sup>These authors contributed equally to this study.

\*Corresponding author: Sunmin Park, Dept. of Food and Nutrition, Hoseo University, 165 Sechul-ri Baebang-yup Asan-si, Chungnam-do, 336-795, Korea  
Tel: 82-41-540-5633 Fax: 82-41-548-0670 E-mail: smpark@hoseo.edu

과일에 함유되어 있는 안토시아닌은 포도와 블루베리 등에 함유되어 있지만 가격이 고가이고, 자색 고구마는 전분 함량이 높아 추출하여 가공식품에 적용하기 어렵다. 반면에 자색 당근은 가격도 저렴하고 영양가도 높고 가공도 쉬워 다양한 가공식품에 적용하기 적합하다.

그런데 안토시아닌을 함유하는 가공 식품의 제조시 가장 큰 문제점은 안토시아닌의 산화로 인한 파괴이다(Cisse 등 2012). 안토시아닌의 가장 큰 문제는 안정성으로 안토시아닌은 고온과 pH 5.0 이상에서 안정성이 급격하게 저하된다(Jimenez 등 2010; Cisse 등 2012). 자색 당근에 함유된 안토시아닌도 온도와 pH가 높아질 때 안정성이 감소한다는 보고들이 있다(Khandare 등 2011; Kirca 등 2011). 자색 당근에 함유된 총 페놀 함유량은 자색 당근의 종류에 따라 차이가 있지만 색이 진한 자색 당근은 97.9 mg/100 g을 함유하는데 이 중 안토시아닌이 차지하는 양은 75.3 mg/100 g이다(Montilla 등 2011). 안토시아닌을 함유하고 있는 식품의 색은 안토시아닌의 종류와 안토시아닌이 함유되어 있는 환경의 수소이온 농도에 따라 색에 차이가 있다. 예를 들어 수소이온의 농도에 따라 빨간색, 보라색, 파란색을 나타낸다. 한편, 안토시아닌은 과산화물을 제거하는 역할을 하기 때문에 산소에 의해서 쉽게 파괴되어 갈변하게 되고 갈변된 안토시아닌은 더 이상 폴리페놀의 기능을 하지 못하게 된다(Tsai 등 2004; Nayak 등 2011). 즉, 갈변한 안토시아닌은 항산화제로서 작용하지 못할 뿐 아니라 오히려 건강에 나쁜 영향을 미칠 수도 있으므로 안토시아닌 제품을 만들 때 안토시아닌의 산화를 방지하는 것이 필요하겠다. 안토시아닌의 산화가 pH가 5.0 이하에서 감소한다는 보고가 있어서 시트르산으로 pH를 낮추도록 하였고, 아스코르브산은 가장 잘 알려진 항산화제이며, 안토시아닌이 염의 형태로 존재할 때 안정적이라는 보고되어서 선행연구와 예비 연구로 이 첨가물들의 적절한 농도를 선택하여 연구하였다(Chavanalikt 등 2003; Licciardello & Muratore 2011; Park 등 2011). 본 연구에서는 이 세 가지를 각각 또는 혼합하여 첨가하였을 때 자색 당근에 함유된 안토시아닌 함량을 측정하고 안토시아닌의 갈변을 방지할 수 있는 성분을 탐색하였고, 자색 당근을 함유한 젤리의 제품 특성과 관능검사를 통한 기호도를 조사하였다.

## II. 연구 내용 및 방법

### 1. 자색 당근 즙 제조

자색 당근 즙을 만들기 위하여 자색 당근(웰런비엔에프, 천안), 아스코르브산(Sigma co., 미국), 시트르산(Sigma co., 미국), NaCl(대정화금, 한국)을 사용하였다. 자색 당근은 -20°C 냉동고에 보관하다가 자색 당근 즙 제조 1시간 전에 냉장고로 옮겨 해동 후 사용하였다. 자색 당근을 세척하여 껍질을 제거한 후 증류수 100 mL와 자색 당근 100 g씩 녹즙기(HEX-9100B, 한일전기, 한국)를 이용하여 즙을 만들었다.

### 2. 자색 당근즙의 갈변 방지

자색 당근을 즙을 만들었을 때 안토시아닌 산화에 의한 갈변을 방지하기 위해서 대조군(증류수), 0.05% NaCl, 0.05% 시트르산, 0.10% 시트르산, 0.15% 아스코르브산, 0.20% 아스코르브산, 0.05% NaCl + 0.05% 시트르산, 0.05% NaCl + 0.15% 아스코르브산을 처리하였을 때 색, 색도, 안토시아닌 함량, pH를 제조 직후, 1일, 2일, 3일과 5일후에 측정하였다.

### 3. 자색 당근즙을 함유한 젤리의 제조

자색 당근 젤리를 만들기 위하여 자색 당근즙, 설탕, 한천, 아스코르브산, 시트르산, NaCl을 사용하였다. 물 100 g에 한천 6 g을 넣어 24시간 동안 불린 후 1분간 가열하여 녹인 뒤 갈변 방지 처리를 한 자색 당근 즙 100 g과 설탕 30 g을 넣었다. 혼합한 후 70°C에서 3분 가열하여 액화시켜 틀에 담고 24시간 동안 냉장(2°C) 온도에서 식힌 후 사용하였다.

### 4. pH와 색

자색 당근즙의 색은 pH에 따라 차이가 있으므로 pH를 pH meter로 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 자색 당근을 함유한 젤리는 갈아서 증류수에 2:1(w/v)로 희석하여 pH를 측정하였다. 육안으로 색의 변화를 관찰하였다. 자색 당근즙과 젤리의 색도 측정은 색차계(CM-3500D, Minolta, Japan)를 사용하여 측정하였다. 자색 당근즙과 젤리의 L 값(lightness), a 값(+redness/-greenness) 및 b 값(+yellowness/-blueness)을 6회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

### 5. 총 안토시아닌 함량 측정

자색 당근 및 젤리의 안토시아닌 함량의 측정은 Giusti & Wrolstad(2001)의 방법을 이용하여 측정하였다. 즉, 0.2 M KCl 용액을 0.2 M HCl 용액으로 pH 1.0으로 맞춘 A용액과 0.2 M potassium phosphate를 0.1 M NaOH 용액을 첨가하여 pH 4.5로 맞춘 B용액을 제조한다. 자색 당근 추출액에 A용액과 B용액을 1:20으로 혼합한 다음 광도계로 520 nm와 700 nm에서 OD를 측정한 후 안토시아닌 함량을 계산하였다.

$$\text{안토시아닌 함량(mg/g)} = A \times 449.2 \times DF \times 15 \times 5 \div (26900 \times 1)$$

A: (OD 520 nm - OD 700 nm) of pH 1.0  
-(OD 520 nm - OD 700 nm) of pH 4.5

449.2: cyanidin-3-glucoside의 1 mol 당 분자량(g)

DF: Dilution factor(20)

15: 추출액 총 부피

5: 시료 1 g 당 안토시아닌 함량으로 환산하기 위해 15 mL 추출액의 시료 중량인 0.2 g으로 나눈 값

### 6. 물성 측정

Texture analyzer를 이용하여 젤리의 물성을 측정하였다. Texture analyzer(TA-XT Express, England)로 Texture Profile

<Table 1> Texture analyzer conditions for black carrot extract added jelly

Caption	Parameter
Pre-test Speed	2.0 (mm/s)
Test speed	1.0 (mm/s)
Post-test speed	1.0 (mm/s)
Distance	8.0 (mm)
Time	3.00 (s)
Trigger force	5.0 (g)
Sample size	10 mm×10 mm×10 mm
Plunger diameter	75 mm

Analysis(TPA)를 이용해 젤리의 물리적 특성을 3회 반복 측정하였다. Texture Analyzer의 측정조건은 <Table 1>과 같다. 측정항목은 견고성, 부착성, 탄력성, 응집성, 감성, 씹힘성의 6가지 항목을 측정했다.

7. 관능검사

호서대학교 식품영양학과 학생 10명을 선정하여 충분한 지시와 용어, 평가기준 등을 숙지시킨 후 10명의 관능 검사원에게 대조군과 첨가물별 시료 2개를 무작위로 제시하며 관능평가를 실시하였다(Kim & Ku 2001). 자색 당근 즙으로 만든 세 가지(첨가물을 넣지 않은 대조군, 0.05% NaCl+0.15% 아스코르브산, 0.15% 아스코르브산)의 자색 당근 젤리 시료는 검사시간 30분 전 실온에 꺼내어 일정한 크기 (1 cm×1 cm×1 cm)의 정사각형으로 잘라 각각 흰 접시에 담아 물과 함께 동시에 제시하였으며 한 개의 시료를 먹고 나면 반드시 생수로 입안을 헹군 후 다른 시료를 평가하도록 하였다. 평가방법은 5점 척도법에 의해 젤리의 외관, 향미, 맛, 응집성, 탄력성, 부서짐성, 씹힘성(1-아주 나쁘다, 5-아주 좋다)를 평가하였다.

8. 통계처리

모든 실험 결과는 SAS program을 이용하여 평균과 표준편차로 표시하였고, 갈변 방지용 첨가제들 사이의 통계적 유의성과 저장기간에 따른 통계적 유의성은 각각 one way

ANOVA로 통계처리를 하였고, 군들 사이의 유의성 검정은 유의수준 p<0.05에서 Tukey test로 분석하였다. 젤리에서 저장기간에 따른 통계적 유의성은 두 군이므로 two-sample t-test로 유의수준 p<0.05에서 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 자색 당근즙의 갈변방지

1) pH 변화

자색 당근 즙을 제조한 직후에 대조군은 안토시아닌의 색인 보라색을 나타내지만 안토시아닌의 산화를 방지하기 위해서 아스코르브산과 시트르산을 첨가하면 pH 변화로 인해 안토시아닌의 변색으로 인해 붉은 보라색을 나타낸다. 이 때 pH와 산화에 따라 색이 변하므로 시간이 지남에 따라 pH 변화와 색변화를 조사하였다. 대조군의 자색 당근즙의 pH는 6.5정도이며 NaCl은 염이므로 첨가하여도 pH 변화에는 영향을 미치지 않았다 <Table 2>. 하지만 시트르산과 아스코르브산은 첨가하였을 때 pH가 4.5 정도로 감소하였고, 시트르산과 아스코르브산의 첨가량이 높을 때 자색 당근즙의 pH가 더 낮아지는 경향을 나타내었다. 또한, 0.20% 아스코르브산을 처리했을 때 시간이 지남에 따라 pH는 거의 변화가 없었다. 그러므로 첨가물에 따른 pH의 차이는 첨가물이 산인 시트르산과 아스코르브산을 첨가하였을 때만 pH가 감소하였으며, 첨가물의 종류에 관계없이 저장기간에 따른 차이는 없었다.

2) 색 변화

안토시아닌이 pH에 따라 보라색에서 남색을 띠는 것은 안토시아닌의 파괴를 나타내는 것은 아니지만, 갈변한 안토시아닌은 더 이상 안토시아닌의 특성인 항산화제로서의 기능을 나타내지 못한다. 이러한 갈변은 열, 산소, pH, 빛, 효소에 의한 것이다. 안토시아닌의 갈변은 효소에 의한 기작과 효소와 관여하지 않는 기작으로 일어날 수 있다. 가공식품을 제조시 나타나는 갈변은 주로 효소에 의한 것으로 주요한 효소는 polyphenol oxidase이다. 효소의 불활성화를 위해서는

<Table 2> pH of the black carrot extracts after different treatments during storage periods

Mean±SD (n=9)

Groups	Storage period (day)				
	0	1	2	3	5
Control	6.56±0.04 <sup>a1)</sup>	6.57±0.06 <sup>a</sup>	6.36±0.05 <sup>a</sup>	6.43±0.06 <sup>a</sup>	6.43±0.06 <sup>a</sup>
0.05% NaCl	6.58±0.05 <sup>a</sup>	6.56±0.03 <sup>a</sup>	6.54±0.03 <sup>a</sup>	6.59±0.08 <sup>a</sup>	6.62±0.09 <sup>a</sup>
0.05% Citric acid	4.77±0.06 <sup>b</sup>	4.78±0.19 <sup>b</sup>	4.73±0.09 <sup>b</sup>	4.86±0.03 <sup>b</sup>	4.85±0.06 <sup>b</sup>
0.10% Citric acid	4.16±0.03 <sup>b</sup>	4.14±0.03 <sup>b</sup>	4.06±0.03 <sup>c</sup>	4.09±0.06 <sup>c</sup>	4.16±0.03 <sup>c</sup>
0.15% Ascorbic acid	4.71±0.09 <sup>b</sup>	4.69±0.12 <sup>b</sup>	4.68±0.09 <sup>b</sup>	4.99±0.12 <sup>b</sup>	5.05±0.15 <sup>b</sup>
0.20% Ascorbic acid	4.30±0.08 <sup>c</sup>	4.28±0.12 <sup>c</sup>	4.20±0.03 <sup>c</sup>	4.31±0.06 <sup>c</sup>	4.39±0.08 <sup>c</sup>
0.05% NaCl+0.05% Citric acid	4.53±0.09 <sup>b</sup>	4.57±0.12 <sup>b</sup>	4.45±0.03 <sup>b</sup>	4.44±0.03 <sup>b</sup>	4.42±0.03 <sup>b</sup>
0.05% NaCl+0.15% Ascorbic acid	4.68±0.38 <sup>b</sup>	4.74±0.38 <sup>b</sup>	4.60±0.09 <sup>b</sup>	4.65±0.06 <sup>b</sup>	4.81±0.09 <sup>b</sup>

<sup>1)a,b,c</sup>Values in the same column with different superscripts were significantly different by Tukey's test at p<0.05.

품질악화를 초래하지 않을 정도의 데치거나 열처리를 하는 것이 좋다(Cisse 등 2012; Jimenez 등 2010). 비효소적 갈변은 pH, 온도, 시간, 수분함량, 금속 등에 의해서 발생하므로 갈변억제를 위해서는 산소 제거, 저온유지 등의 상태에서 저장하는 것이 중요하다는 것이 알려졌다(Nicoue 등 2007). 안토시아닌이 함유된 과일이나 채소는 함유되어 있는 무기질의 종류, pH 등이 다르므로 각각의 채소나 과일에 따라 안토시아닌의 갈변을 방지하는 조건을 파악하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 pH를 5.0 이하로 유지하면 안토시아닌의 갈변이 감소한다는 선행연구결과를 근거로(Licciardello & Muratore 2011; Jin 등 2007) 아스코르브산과 시트르산을 자색 당근즙에 첨가하여 안토시아닌의 갈변을 조사하였다. 본 연구에서는 육안으로 확인한 결과, 대조군은 0일보다 5일 후 색이 완전히 갈색으로 변한 것을 확인할 수 있었고, 0.15% 아스코르브산은 0일에는 붉은 보라색이었지만 5일 후엔 푸른 빛을 띠는 보라색에 가까워졌지만 갈색을 나타내는 정도는 0일과 5일에 큰 차이를 나타내지 않았다. 하지만 0.10% 시트르산을 첨가한 자색 당근 즙은 붉은 보라색에서 갈색 빛을 띠는 보라색으로 갈변하였다. 결과적으로 색의 변화를 볼 때 0.15% 아스코르브산은 NaCl에 관계없이 가장 효과적으로 안토시아닌을 함유한 자색 당근즙의 산화를 방지할 수 있는 것으로 보인다. 시트르산과 아스코르브산이 모두 pH 5 이하로 낮추지만 시트르산은 갈변을 방지하지 못했다. 그러므로 안토시아닌의 갈변에는 pH도 중요하지만 안토시아닌의 산화를 방지할 수 있는 항산화제를 첨가하는 필요할 것으로 사료된다. 그러나 아스코르브산을 너무 많이 첨가하면 안토시아닌이 탈색하므로 적당한 용량을 처리하는 것이 중요한데 0.15~0.20% 아스코르브산이 자색 당근의 안토시아닌의 산화를 방지하는데 적절하였다. 안토시아닌의 색의 변화는 pH에 의해서 변하는데 이것은 낮은 pH에서는 안토시아닌이 적색을 띠는 flavylium 양이온의 형태로 존재하지만, pH가 4~5 이상으로 증가하면 flavylium 양이온이 양자를 잃게 되어 quinoidal anhydrobase를 형성하고 이것은 옅은 자색 또는 청색을 띤다(Francis 1989; Timberlake & Bridle 1982). 또한, pH가 더 높아져서 중성인 7에 근접하게 되면 무색의 carbinol pseudobase를 형성하기 때문에 안토시아닌은 pH에 따라서 변색을 한다. 이러한 pH 변화에 따른 안토시아닌의 색의 변화는 항산화능에는 영향을 미치지 않지만 안토시아닌이 파괴되면 갈변하게 되고 갈변한 안토시아닌은 항산화능을 상실하게 된다(Malien-Aubert 등 2001).

육안으로도 자색 당근즙의 갈변현상을 조사하였지만 색도계로 측정된 색의 변화를 <Table 3>에 표시하였다. 명도를 나타내는 L값은 자색 당근즙에 아스코르브산과 시트르산을 처리한 군과 대조군 사이에 차이가 없었다. 하지만 적색도는 자색 당근즙에 첨가한 성분에 따라 차이를 나타내었다. 첫째 날에도 대조군에 비해 0.15% 또는 0.20% 아스코르브산을 처리한 자색 당근즙의 적색도(a)가 높았다. 적색도를 나타내

는 a값은 모든 군에서 1일차에 비해 5일차에 낮았다. 특히, 시트르산 첨가한 자색 당근즙은 아스코르브산을 첨가한 자색 당근즙에 비해 시간이 지날수록 a값이 낮아졌다. 시간이 지남에 따라 0.20% 아스코르브산 첨가한 것이 0.15% 첨가한 것보다 적색도 감소가 적었으며 0.15% 아스코르브산 +0.05% NaCl은 0.15% 아스코르브산만을 첨가하였을 때보다 적색도가 더 감소하였다. 황색을 나타내는 b값은 안토시아닌의 산화와 제품의 질을 떨어뜨리는 것이므로 b 값은 낮을수록 갈변이 적은 것을 나타내므로 효과적인 갈변방지 방법이다. 첫째 날은 0.05와 0.10% 시트르산 처리에서 황색도에 큰 차이는 없었지만, 시간이 지날수록 0.05와 0.10% 시트르산 처리시 황색도가 증가하였고, 특히 0.10% 시트르산 첨가시 더욱 증가하였다. 0.15와 0.20% 아스코르브산을 처리하였을 때 첫번째 날은 대조군과 큰 차이가 없었지만 시간이 지날수록 대조군에 비해 현저하게 낮았다. 황색도는 저장기간이 길어질수록 대조군은 현저하게 증가하였으며, 시트르산과 NaCl 첨가군에서도 증가하였다. 그러나 아스코르브산을 첨가하였을 때 황색도가 증가하기는 하였으나 그 증가폭이 적어서 갈변이 가장 많이 방지되었다는 것을 알 수 있었다. 결과적으로 0.15와 0.20% 아스코르브산을 자색 당근에 첨가했을 때 가장 갈변이 적었다.

### 3) 안토시아닌 함량

<Table 4>를 보면 자색 당근의 안토시아닌 함량은 산화방지제를 넣고 측정하였을 때 최대 10 mg/g 이 함유되어 있었고, 산화 방지제를 넣지 않고 측정하였을 때는 이보다 낮은 값을 나타내었다. 자색 당근즙의 안토시아닌 함량은 착즙 후에 바로 측정된 안토시아닌의 함량도 첨가물의 종류에 따라 차이가 있었다. 이것은 착즙 후에 바로 안토시아닌 함량을 측정하더라도 그 사이에 산화되기 때문으로 사료된다. 또한, 안토시아닌 함량은 저장기간에 따라 현저하게 감소하였다. 안토시아닌 함량은 0.15% 아스코르브산과 0.15% 아스코르브산+0.05% NaCl을 처리하였을 때 가장 높았고, 0.20% 아스코르브산 0.15% 아스코르브산보다 낮았지만 대조군보다 현저히 높았다. 그러나 0.05%와 0.10% 시트르산을 첨가한 자색 당근은 초기에는 대조군보다 안토시아닌 함량이 높았지만 시간이 지남에 따라 안토시아닌 함량이 감소하여 2일 후에는 대조군과 유사한 양을 나타내었다. 0.05% NaCl을 처리한 자색 당근도 시간이 지남에 따라 대조군과 유사한 안토시아닌 함량을 보여 주었다. 안토시아닌은 과일이나 채소에서 추출조건, pH와 저장 온도에 따라 변색되는 정도에 차이가 있고 이것은 안토시아닌의 파괴에도 영향을 미친다. 안토시아닌의 파괴를 방지할 수 있는 첨가제에 대한 연구가 진행되었는데 Park 등(2011)의 연구에서는 pH가 3일 때 자색 고구마의 적색도가 가장 안정하였고, pH가 1이나 5일 때 가장 변색이 잘 되었다고 보고하여 본 연구에서 0.15% citric acid가 pH가 약 5를 나타내었고 이것은 안토시아닌의 파괴

<Table 3> Color changes of black carrot extract after different treatments during storage periods

Mean±SD

Groups	Storage period (day)				
	0	1	2	3	5
	L-value				
Control	4.85±0.14	4.92±0.16	5.45±0.20	5.25±0.40	5.82±0.14
0.05% NaCl	4.72±0.11	4.86±0.05	4.91±0.09	5.55±0.03	4.53±0.07
0.05% Citric acid	4.37±0.14	4.29±0.17	3.94±0.27	3.79±0.19	3.56±0.47
0.10% Citric acid	5.85±0.34	5.91±1.04	4.84±0.17	4.98±0.54	5.26±0.38
0.15% Ascorbic acid	5.48±0.17	5.25±0.03	5.68±0.30	5.87±0.43	4.27±0.47
0.20% Ascorbic acid	5.57±0.19	5.46±0.50	5.82±0.29	5.56±0.12	4.83±0.38
0.05% NaCl+0.05% Citric acid	5.39±0.26	5.24±0.12	4.82±0.35	4.28±0.38	4.89±0.35
0.05% NaCl+0.15% Ascorbic acid	5.43±0.25	5.27±0.14	4.46±0.27	4.53±0.02	4.62±0.04
	a-value				
Control	3.64±0.15 <sup>d,A1,2)</sup>	3.06±0.10 <sup>d,B</sup>	2.20±0.14 <sup>d,C</sup>	2.42±0.07 <sup>d,C</sup>	2.78±0.25 <sup>d,BC</sup>
0.05% NaCl	3.26±0.08 <sup>d,A</sup>	2.89±0.04 <sup>d,B</sup>	2.67±0.10 <sup>d,B</sup>	2.87±0.06 <sup>d,B</sup>	2.57±0.19 <sup>d,B</sup>
0.05% Citric acid	8.57±0.17 <sup>d,A</sup>	8.30±0.54 <sup>d,A</sup>	6.15±0.71 <sup>c,B</sup>	6.33±0.28 <sup>d,C</sup>	5.55±0.53 <sup>c,D</sup>
0.10% Citric acid	14.9±1.24 <sup>ab,A</sup>	14.4±1.13 <sup>ab,A</sup>	10.7±0.77 <sup>b,B</sup>	10.8±1.53 <sup>b,B</sup>	10.2±0.06 <sup>b,B</sup>
0.15% Ascorbic acid	15.8±0.24 <sup>a,A</sup>	15.7±0.31 <sup>a,A</sup>	14.3±0.48 <sup>a,B</sup>	15.5±1.34 <sup>a,AB</sup>	12.0±0.50 <sup>b,C</sup>
0.20% Ascorbic acid	16.8±0.51 <sup>a,A</sup>	16.9±0.47 <sup>a,A</sup>	15.0±0.74 <sup>a,B</sup>	15.6±0.62 <sup>a,B</sup>	14.7±1.30 <sup>a,C</sup>
0.05% NaCl+0.05% Citric acid	12.5±0.57 <sup>b,A</sup>	12.6±0.63 <sup>b,A</sup>	8.38±1.23 <sup>c,B</sup>	6.38±1.33 <sup>c,C</sup>	5.25±1.44 <sup>c,C</sup>
0.05% NaCl+0.15% Ascorbic acid	11.7±0.29 <sup>c,A</sup>	10.66±0.36 <sup>c,A</sup>	7.22±0.99 <sup>c,B</sup>	5.11±0.20 <sup>c,C</sup>	4.78±0.16 <sup>c,C</sup>
	b-value				
Control	1.56±0.08 <sup>d,D</sup>	2.65±0.16 <sup>a,C</sup>	3.06±0.24 <sup>a,C</sup>	4.34±0.24 <sup>a,B</sup>	6.44±0.32 <sup>a,A</sup>
0.05% NaCl	1.42±0.09 <sup>ab,C</sup>	1.80±0.12 <sup>b,BC</sup>	2.35±0.10 <sup>ab,B</sup>	2.86±0.16 <sup>b,B</sup>	3.83±0.37 <sup>b,A</sup>
0.05% Citric acid	1.28±0.08 <sup>b,C</sup>	1.96±0.14 <sup>ab,B</sup>	2.08±0.11 <sup>b,B</sup>	2.15±0.29 <sup>ab,B</sup>	3.88±0.15 <sup>b,A</sup>
0.10% Citric acid	1.32±0.19 <sup>b,D</sup>	2.18±0.22 <sup>a,C</sup>	2.26±0.47 <sup>ab,C</sup>	4.40±0.19 <sup>a,B</sup>	6.99±0.22 <sup>a,A</sup>
0.15% Ascorbic acid	1.38±0.21 <sup>b,B</sup>	2.43±0.17 <sup>a,A</sup>	2.58±0.46 <sup>a,A</sup>	1.85±0.16 <sup>b,AB</sup>	2.30±0.66 <sup>c,A</sup>
0.20% Ascorbic acid	1.37±0.15 <sup>b,B</sup>	2.18±0.26 <sup>a,A</sup>	2.07±0.18 <sup>b,A</sup>	2.67±0.28 <sup>b,A</sup>	2.38±0.09 <sup>c,A</sup>
0.05% NaCl+0.05% Citric acid	1.11±0.05 <sup>b,B</sup>	1.15±0.40 <sup>b,B</sup>	1.69±0.21 <sup>c,B</sup>	2.73±0.25 <sup>c,A</sup>	3.27±0.24 <sup>b,A</sup>
0.05% NaCl+0.15% Ascorbic acid	1.19±0.08 <sup>c,B</sup>	1.34±0.26 <sup>b,A</sup>	0.98±0.05 <sup>c,B</sup>	1.84±0.07 <sup>b,A</sup>	2.07±0.49 <sup>c,A</sup>

1)a,b,c,d) Values in the same column with different superscripts were significantly different by Tukey's test at p<0.05.

2)A,B,C,D) Values in the same row with different superscripts were significantly different by Tukey's test at p<0.05.

를 방지하지 못하였던 것을 설명할 수 있었다. 0.15%와 0.20% 아스코르브산도 pH 4-5를 나타내었지만 이것이 안토시아닌의 파괴를 방지한 것은 pH에 의한 것이 아니라는 것을 알 수 있었다. Chavanalikt 등(2003)은 1% 아스코르브산을 첨가한 블루베리 농축액이 함유되어 있는 시리얼에서 안토시아닌 파괴지수가 낮았다고 보고하여 아스코르브산은 적정농도에서 안토시아닌의 파괴를 방지하는 기능이 있을 것으로 사료된다. 그러나 여러 연구에서 포도주스와 딸기주스에서 아스코르브산 농도와 안토시아닌 함량이 반비례하였고 이것은 아스코르브산이 안토시아닌을 불안정화시키는 것과 관련이 있다고 보고하였다(Poei-Langston & Wrolstad R 2003; Del Pozo-Insfran 등 2007). 그러므로 향후 아스코르브산이 안토시아닌의 파괴를 방지하는 농도나 기전에 대한 연구가 더 필요하고, 특히 안토시아닌이 함유된 과일이나 채소를 가공식품의 제조에 많이 사용하고 있어서 안토시아닌을 안정화시키는 방법을 개발하는 것이 필요하겠다.

## 2. 젤리의 품질 특성

### 1) 색변화

안토시아닌은 온도가 높아지면 현저하게 파괴되므로 안토시아닌이 함유된 자색 당근을 함유한 가공식품을 만들 때 제한점이 많다. 자색 당근은 주스나 젤리와 같이 온도가 낮은 가공식품에만 적용이 가능하다. 젤라틴은 칼로리가 낮은 다이어트 간식이지만 영양가도 낮은 단점이 있는데 자색 당근즙과 아스코르브산을 첨가하는 것은 영양가를 높여 간식으로 유용하다. 자색 당근즙을 22% 함유하고 있는 젤리를 제조한 첫날에는 대조군 색은 푸른 보라색을 나타내었으나 0.15% 아스코르브산이나 0.05% NaCl+0.15% 아스코르브산을 첨가한 자색 당근즙을 사용한 젤리는 붉은 보라색을 띠었다. 시간이 흐를수록 대조군의 색은 짙은 보라색에서 갈색으로, 0.15% 아스코르브산을 함유한 젤리의 색은 보라색에서 옅은 붉은 보라색이 되고, 0.05% NaCl+ 0.15% 아스코르브산의 색은 붉은 보라색에서 조금은 탁한 보라색으로 변

<Table 4> Anthocyanin contents of black carrot extract after different treatments during storage periods

(unit: mg/g black carrot extract) Mean±SD

Groups	Storage period (day)			
	0	1	2	5
Control	5.67±1.02 <sup>c,A1,2)</sup>	1.94±0.61 <sup>c,B</sup>	1.51±0.47 <sup>d,B</sup>	1.13±0.30 <sup>c,B</sup>
0.05% NaCl	5.48±0.97 <sup>c,A</sup>	1.60±0.12 <sup>c,B</sup>	1.03±0.22 <sup>d,B</sup>	0.93±0.22 <sup>c,B</sup>
0.05% Citric acid	6.75±1.12 <sup>b,A</sup>	3.18±0.66 <sup>b,B</sup>	2.02±0.26 <sup>c,C</sup>	1.35±0.05 <sup>c,D</sup>
0.10% Citric acid	6.84±1.18 <sup>b,A</sup>	2.53±1.07 <sup>b,B</sup>	2.77±0.33 <sup>c,B</sup>	1.73±0.27 <sup>c,C</sup>
0.15% Ascorbic acid	9.88±1.85 <sup>a</sup>	9.64±4.42 <sup>a</sup>	9.44±0.91 <sup>a</sup>	9.08±0.91 <sup>a</sup>
0.20% Ascorbic acid	8.52±0.73 <sup>b,A</sup>	8.22±0.43 <sup>a,AB</sup>	7.96±0.43 <sup>b,B</sup>	7.83±0.47 <sup>b,B</sup>
0.05% NaCl+0.05% Citric acid	6.84±1.01 <sup>b,A</sup>	2.71±0.25 <sup>b,B</sup>	2.12±0.13 <sup>c,B</sup>	1.31±0.18 <sup>c,C</sup>
0.05% NaCl+0.15% Ascorbic acid	9.54±3.27 <sup>a</sup>	8.74±4.49 <sup>a</sup>	9.28±0.29 <sup>a</sup>	8.67±0.22 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>a,b,c,d Values in the same column with different superscripts were significantly different by Tukey's test at p<0.05.

<sup>2)</sup>A,B,C,D Values in the same row with different superscripts were significantly different by Tukey's test at p<0.05.

<Table 5> Color changes of black carrot extract added jelly with different treatments at day 0 and 5 (n=9) Mean±SD

Groups	Storage periods (day)	
	0	5
L-value		
Control	8.53±0.26	7.54±0.68 <sup>b1)</sup>
0.15% Ascorbic acid	8.62±0.32	9.27±0.36 <sup>a,† 2)</sup>
0.05% NaCl+0.15% Ascorbic acid	8.38±0.25	6.35±0.51 <sup>c,†</sup>
a-value		
Control	4.21±0.55 <sup>c</sup>	2.24±0.25 <sup>c,†</sup>
0.15% Ascorbic acid	11.34±0.54 <sup>a</sup>	11.96±0.50 <sup>a</sup>
0.05% NaCl+0.15% Ascorbic acid	9.54±0.42 <sup>c</sup>	8.57±0.35 <sup>b,†</sup>
b-value		
Control	2.15±0.17 <sup>a</sup>	7.89±0.42 <sup>a,†</sup>
0.15% Ascorbic acid	2.17±0.24 <sup>a</sup>	2.35±0.45 <sup>b</sup>
0.05% NaCl+0.15% Ascorbic acid	1.35±0.35 <sup>b</sup>	1.18±0.35 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>a,b,c Values in the same column with different superscripts were significantly different by Tukey's test at p<0.05.

<sup>2)</sup>† Significantly different from the day 0 by two-sampled t-test at p<0.05.

했다. 이것은 색도계로 측정하였을 때도 같은 결과를 나타내었다. 명도는 대조군과 0.15% 아스코르브산이나 0.05% NaCl+0.15% 아스코르브산을 첨가한 자색 당근즙을 사용한 젤리 사이에 차이가 없었지만 5일 후에는 차이를 보였다 <Table 5>. 그러나 적색도는 대조군에 비해 0.15% 아스코르브산이나 0.05% NaCl+0.15% 아스코르브산을 첨가한 자색 당근즙을 사용한 젤리에서 현저하게 높았으며 황색도는 반대의 현상을 나타내었다.

2) 질감

육안으로 관찰하였을 때 질감은 대조군과 0.15% 아스코르브산은 시간이 흘러도 말랑한 질감은 비슷하였으나 0.05% NaCl+0.15% 아스코르브산의 젤리는 처음에는 다른 젤리와 마찬가지로 말랑한 질감이었으나 시간이 지날수록 물이 생

기면서 푸석푸석 거리는 느낌이 들었다. 물성 검사(Texture analysis)로 자색당근 젤리의 질감 특성을 조사하였을 때 젤리 제조 직후에 대조군과 비교해 0.05% NaCl+0.15% 아스코르브산을 첨가한 젤리는 경도가 낮았지만, 탄력성, 검성, 씹힘성은 대조군과 차이가 없었다<Table 6>. 젤리를 만든 5 일째 되는 날에 젤리의 질감을 조사하였을 때 0.05% NaCl+0.15% 아스코르브산을 첨가한 젤리의 경도, 검성은 대조군과 비교해 유의적이지는 않으나 감소하였고, 부착성, 씹힘성은 유의한 차이를 나타내었다. 반면에 대조군에 비해 0.15% 아스코르브산을 첨가한 젤리는 경도, 부착성, 검성은 유의차가 없었으나 씹힘성은 유의한 차이가 있었다. 그러므로 0.05% NaCl+0.15% 아스코르브산을 첨가한 젤리가 아스코르브산만을 첨가한 것에 비해 경도, 검성, 씹힘성 등이 감소하는 것으로 보아 NaCl의 첨가가 젤리의 견고성을 떨어지고 물러지는 특성을 나타내는 것으로 사료되었다. 또한, 오히려 대조군 젤리에 비해 0.15% 아스코르브산을 첨가하였을 때 자색 당근즙 첨가로 인한 탄력성, 부착성, 씹힘성 등이 높아져서 젤리의 물성을 향상시키는 것으로 보였다. Lee & Park (2007)의 젤리를 제조시 마가루 첨가량이 증가할수록 젤리의 응집성이 감소한다는 결과를 나타내었고, Cho & Choi(2009)도 석류분말을 첨가한 젤리를 제조하였을 때 석류분말 첨가량이 증가할수록 검성, 응집성, 부착성 등이 감소한다고 보고하였다. 본 연구팀의 예비 연구에서 자색 당근즙을 첨가한 젤리가 첨가하지 않은 젤리에 비해 견고성, 부착성, 검성이 낮았으므로 Lee & Park(2007)의 결과와 유사한 결과를 나타낸다는 것을 알 수 있었다.

3) 안토시아닌 함량

안토시아닌 함량 실험결과는 <Table 7>에 나타내었다. 젤리 제조 직후에는 무첨가한 자색 당근즙을 사용한 대조군에 비해 0.15% 아스코르브산과 0.05% NaCl+0.15% 아스코르브산을 첨가한 자색 당근즙을 사용한 젤리에서 안토시아닌 함량이 더 높았다. 5일 후에는 젤리에 함유된 안토시아닌 함

<Table 6> Texture analysis of black carrot extract added jelly with different treatments at day 0 and 5 Mean±SD

		Control	0.05% NaCl+0.15% Ascorbic acid	0.15% Ascorbic acid
Day 1	Hardness	1625±367 <sup>a1)</sup>	1209±404 <sup>b</sup>	1604±1037 <sup>a</sup>
	Adhesiveness	17.3±3.7 <sup>a</sup>	32.6±4.8 <sup>b</sup>	26.9±2.3 <sup>a</sup>
	Springiness	0.38±0.05 <sup>b</sup>	0.39±0.05 <sup>b</sup>	0.58±0.05 <sup>a</sup>
	Cohesiveness	0.09±0.02	0.10±0.02	0.11±0.04
	Gumminess	121.4±58.8 <sup>b</sup>	138.6±72.0 <sup>b</sup>	264.5±42.3 <sup>a</sup>
	Chewiness	41.5±30.2 <sup>b</sup>	40.2±16.9 <sup>b</sup>	109.2±36.3 <sup>a</sup>
Day 5	Hardness	2098±277 <sup>ab</sup>	1597±328 <sup>b</sup>	2723±849 <sup>a</sup>
	Adhesiveness	19.4±4.7 <sup>a</sup>	45.5±7.1 <sup>b</sup>	24.5±12.0 <sup>ab</sup>
	Springiness	0.35±0.08	0.34±0.001	0.39±0.01
	Cohesiveness	0.11±0.05 <sup>b</sup>	0.12±0.03 <sup>b</sup>	0.18±0.04 <sup>a</sup>
	Gumminess	279.7±232.6 <sup>ab</sup>	152.2±30.8 <sup>b</sup>	543.6±231.0 <sup>a</sup>
	Chewiness	77.5±37.2 <sup>b</sup>	27.5±10.4 <sup>c</sup>	208.9±89.9 <sup>a</sup>

<sup>1)a,b</sup>Values in the same row with different superscripts were significantly different by Tukey's test at p<0.05.

<Table 7> Anthocyanin contents of black carrot extract added jelly after different treatments at day 0 and 5 Mean±SD

Groups	Storage periods (day)	
	0	5
Control	2.14±0.47 <sup>b1)</sup>	1.25±0.21 <sup>c,2)</sup>
0.05% NaCl+ 0.15% Ascorbic acid	2.59±0.29 <sup>a</sup>	2.31±0.02 <sup>b</sup>
0.15% Ascorbic acid	2.99±0.51 <sup>a</sup>	3.01±0.39 <sup>a</sup>

<sup>1)a,b,c</sup>Values in the same column with different superscripts were significantly different by Tukey's test at p<0.05.

<sup>2)</sup>Significantly different from the day 0 by two-sampled t-test at p<0.05.

량이 대조군 <0.15%아스코르브산+0.05% NaCl <0.15% 아스코르브산 순서로 높았다. 자색 당근즙을 첨가한 젤리를 제조하였을 때 젤리의 안토시아닌 함량은 자색 당근즙의 색의 변화와 같은 양상을 나타내었다. 아스코르브산을 첨가한 자색 당근즙으로 제조한 젤리는 색이 그대로 유지되었지만 대조군의 경우는 갈변이 심했다. 또한, 최근에 산업계에서는 안토시아닌의 갈변을 방지하기 위해서 당류를 사용하고 있고 있지만, 저장 온도가 높아지고 아미노산이 존재하는 경우 오히려 Maillard 반응에 의해서 갈변이 증가할 수 있다(Kwak 등 2005). Jin 등(2010)은 복분자즙을 첨가한 젤리를 제조시 5% 젤라틴+15%의 펙틴을 첨가할 때 적색도도 증가하였지만 갈색도도 증가하였는데 연구자들은 갈색도가 증가한 것은 복분자에 함유된 카로틴의 분해가 감소한 것과 당과 아미노산과의 Maillard 반응과 관련이 있다고 설명하였다 (Malien-Aubert 등 2001; Kwak 등 2005; Jin 등 2008). 반면에 Wrolstad 등의 연구(1990)에선 설탕을 20% 첨가하였을 때 딸기의 안토시아닌의 안정성이 증가하였다고 하였다. 그러므로 안토시아닌의 안정성에 대한 설탕에 의한 효과는 아직까지 다양한 의견이 있으므로 이에 대한 연구가 좀 더 필요하겠다.

4) 관능검사

관능검사 결과는 <Figure 1>, <Table 8>에 나타내었다. 관능 평가 결과 외관에 대한 기호도는 0.05% NaCl+0.15% 아스코르브산 젤리가 대조군에 비해 4점으로 가장 높은 점수를 나타내었다. 향미와 맛, 질감에 있어서는 대조군, 0.15% 아스코르브산, 0.05% NaCl+0.15% 아스코르브산 순서로 높아졌다. 0.05% NaCl+0.15% 아스코르브산을 함유한 젤리가 응집성 3.4점, 탄력성 3.5점, 씹힘성 3.2점, 부서짐성 3점으로 가장 높은 점수를 받았다. 이러한 결과는 대학생들이 전체적으로 선호한 젤리는 0.05% NaCl+0.15% 아스코르브산이고, 이 젤리는 물성 분석에서 경도, 부착성, 검성, 씹힘성 등이 대조군에 비해 감소한 것이었다. 그러므로 대학생들은 질긴 젤리보다는 말랑한 젤리를 더 선호한다는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 Jin 등(2008)은 복분자즙을 첨가한 젤리의 제조에서도 나타났는데 물성은 15%의 펙틴을 첨가한 것이 효과적이었으나 관능검사에서는 복분자즙에 젤라틴과 펙틴을 각각 10% 첨가한 것이 가장 우수하였다.

IV. 요약 및 결론

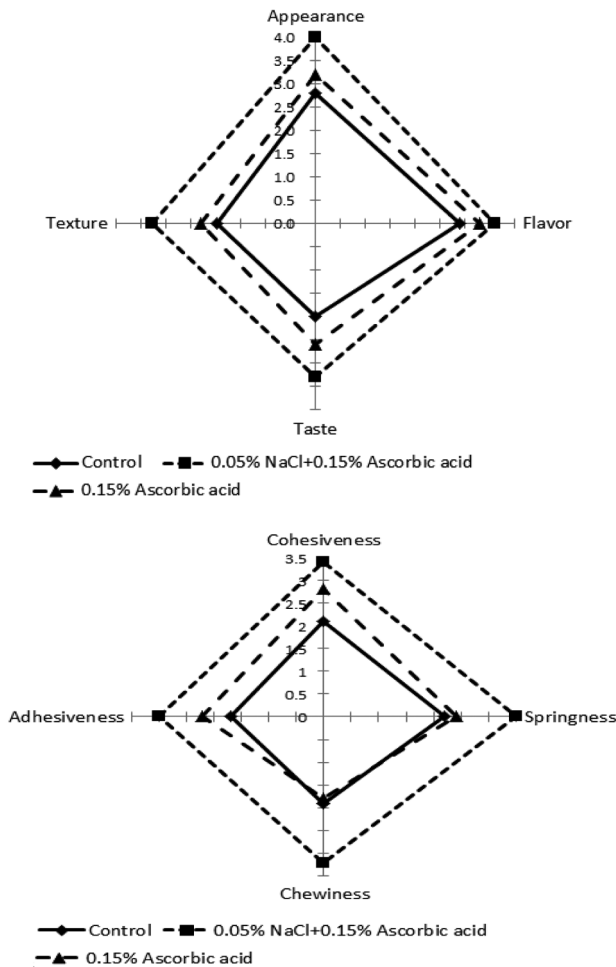
본 연구에서는 자색당근즙의 산화를 통한 갈변을 방지하는 방법과 자색당근즙을 첨가한 젤리의 특성을 조사하는 것이었다. 자색당근즙의 pH에 따른 붉은색에서 푸른색의 다양성은 안토시아닌의 파괴와 관련이 없으나 갈변은 안토시아닌의 산화에 의한 것으로 안토시아닌이 파괴된 것이다. 자색당근즙은 0.15-0.20%의 아스코르브산을 처리하였을 때 탈색도 되지 않고 갈변이 방지되었고, 아스코르브산에 NaCl을 첨가하였을 때 갈변방지 효과가 상승하지 않았다. 반면에 시트르산은 갈변 방지 효과가 없었다. 그러므로 자색당근의 안토시아닌의 산화를 방지한 것은 pH가 아니라 산화를 방지하는 물질에 의한 것으로 아스코르브산이 중요한 역할을 한 것이다. 젤라틴을 이용하여 제조하는 젤리는 칼로리가 낮은 다이

<Table 8> Sensory evaluation of black carrot extract added jelly with different treatments

Mean±SD

	Appearance	Flavor	Taste	Texture			
				Cohesiveness	Springness	Chewiness	Adhesiveness
Control	2.8±0.4 <sup>c1)</sup>	2.9±0.5 <sup>b</sup>	2.0±0.6 <sup>b</sup>	2.1±0.4 <sup>c</sup>	2.2±0.2 <sup>b</sup>	1.9±0.2 <sup>b</sup>	1.7±0.4 <sup>c</sup>
0.05% NaCl+0.15% Ascorbic acid	4.0±0.4 <sup>a</sup>	3.6±0.3 <sup>a</sup>	3.3±0.6 <sup>a</sup>	3.4±0.3 <sup>a</sup>	3.5±0.4 <sup>a</sup>	3.2±0.4 <sup>a</sup>	3.0±0.3 <sup>a</sup>
0.15% Ascorbic acid	3.3±0.4 <sup>b</sup>	3.3±0.6 <sup>ab</sup>	2.6±0.5 <sup>ab</sup>	2.8±0.6 <sup>b</sup>	2.4±0.5 <sup>b</sup>	1.8±0.4 <sup>b</sup>	2.2±0.4 <sup>b</sup>

<sup>1) a, b, c</sup> Values in the same column with different superscripts were significantly different by Tukey's test at p<0.05. (1=extremely dislike, 2=dislike, 3=neither like nor dislike, 4=like, 5=extremely like).



<Figure 1> Sensory evaluation of black carrot extract added jelly with different treatments

어트 간식이지만 영양가도 낮은 단점이 있는데 자색당근즙과 아스코르브산을 첨가하는 것은 영양가를 높여 간식으로 유용하다. 젤리 제조시 자색당근즙 첨가 젤리는 자색당근의 색과 유사하여 대조군은 푸른 보라색을 나타내고 0.15% 아스코르브산이나 0.05% NaCl+0.15% 아스코르브산을 첨가한 젤리는 붉은 보라색을 나타내었다. 시간이 흐를수록 대조군의 색은 짙은 보라색에서 갈색으로, 0.15% 아스코르브산이나 0.05% NaCl+0.15% 아스코르브산을 첨가한 젤리는 붉은 보라색을 나타내었으나 0.05% NaCl+0.15% 아스코르브산을

첨가한 젤리는 탁한 보라색을 나타내었다. 젤리의 물성을 비교해 보면 제조 직후에는 0.05% NaCl+0.15% 아스코르브산을 첨가한 젤리의 경도는 대조군에 비해 낮았으나 부착성은 더 높았고 나머지 특성은 대조군과 유의차가 없었다. 5일 후에는 0.15% 아스코르브산을 첨가한 젤리는 탄력성, 검성, 씹힘성이 높아 더 질기고 탱탱한 젤리라고 할 수 있었다. 제조한 날과 5일 후 모두 0.05% NaCl+0.15% 아스코르브산을 첨가한 젤리는 경도가 대조군에 비해 낮았다. 관능 평가 결과에서는 외관, 향미, 맛, 질감에 대한 기호도는 0.05% NaCl+0.15% 아스코르브산을 첨가한 젤리가 가장 높은 점수를 얻었고 그 다음이 0.15% 아스코르브산 젤리였고 대조군이 가장 낮은 선호도를 나타내었다.

결론적으로 자색 당근을 이용한 젤리를 만들 때 안토시아닌의 파괴를 방지하고 높은 함량을 유지하기 위해서는 0.15~0.20% 아스코르브산을 첨가하는 것이 효과적이며 부드러운 젤리를 만들기 위해서는 0.05% NaCl+0.15% 아스코르브산을 첨가하여 젤리를 만드는 것이 필요하고, 쫄깃하고 탱글탱글한 젤리를 제조하기 위해서는 0.15% 아스코르브산을 첨가한 젤리를 만드는 것이 효과적이다.

### Acknowledgment

중소기업청에서 지원하는 2012년 산학연 공동기술개발사업으로 지원받아 수행한 연구입니다.

### References

Cha HS, Lee MK, Hwang JB, Park MS, Park KM. 2001. Physicochemical characteristics of *Rubus coreanus* Miquel. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 30:1021-1025

Chaovanalikit A, Dougherty MP, Camire ME, Briggs J. 2003. Ascorbic acid fortification reduces anthocyanins in extruded blueberry-corn cereals. J. Food Sci., 68:2136-2140

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

Cisse M, Vaillant F, Kane A, Ndiaye O, Dormier M. 2012. Impact



- of the extraction procedure on the kinetics of anthocyanin and colour degradation of roselle extracts during storage. *J. Sci. Food Agric.*, 92:1214-1221
- Del Pozo-Insfran D, Del Follo-Martinez A, Talcott ST, Brenes CH. 2007. Stability of copigmented anthocyanins and ascorbic acid in muscadine grape juice processed by high hydrostatic pressure. *J. Food Sci.*, 72:S247-S253
- Esselen M, Fritz J, Hutter M, Teller N, Baechler S, Boettler U, Marczylo TH, Gescher AJ, Marko D. 2011. Anthocyanin-rich extracts suppress the DNA-damaging effects of topoisomerase poisons in human colon cancer cells. *Mol. Nutr. Food Res.*, 55:S143-S153
- Francis FJ. 1989. Food colorants:Anthocyanins. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 20:273-314
- Giusti MM, Wrolstad RE. 2001. Unit F1.2: Anthocyanins. Characterization and measurement with UV-visible spectroscopy. In: Wrolstad RE, editor. *Current protocols in food analytical chemistry*. John Wiley & Sons. New York. pp 1.13
- Hassellund EC, Arzaba MR, Hillebrand S, Winterhalter P. 2011. Anthocyanin composition of black carrot (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) cultivars Antonina, Beta Sweet, Deep Purple, and Purple Haze. *J. Agric. Food Chem.*, 59:3385-3390
- Hassellund SS, Flaa A, Kjeldsen SE, Seljeflot I, Karlsen A, Erlund I, Rostrup M. 2013. Effects of anthocyanins on cardiovascular risk factors and inflammation in pre-hypertensive men: a double-blind randomized placebo-controlled crossover study. *J. Hum. Hypertens.*, 27:100-106
- Hayashi M, Miyata R, Tanuma N. 2012. Oxidative stress in developmental brain disorders. *Adv. Exp. Med. Biol.*, 724:278-290
- Jimenez N, Bohuon P, Lima J, Dornier M, Vaillant F, Perez AM. 2010. Kinetics of anthocyanin degradation and browning in reconstituted blackberry juice treated at high temperatures (100-180 degrees C). *J. Agric. Food Chem.*, 58:2314-2322
- Jin TY, Heo SI, Lee WG, Lee IS, Wang MH. 2008. Manufacturing characteristics and physicochemical component analysis of Bokbunja (*Rubus coreanus*) jam. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 37:48-52
- Jin TY, Oh DH, Rhee CO, Chung HJ, Eun JB. 2007. Change of physicochemical characteristics and functional components in the cereals of *Saengsik*, uncooked food by washing with electrolyzed water. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 38:506-512
- Jin TY, Quan WR, Wang MH. 2010. Manufacturing Characteristics and Physicochemical Component Analysis of Bokbunja (*Rubus coreanus* Miquel) Jelly. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 39:554-559
- Khandare V, Walia S, Singh M, Kaur C. 2011. Black carrot (*Daucus carota* ssp. *sativus*) juice: Processing effects on antioxidant composition and color. *Food Bioprod. Process.*, 89:482-486
- Kim UJ, Ku KH. 2001. *Sensory Evaluation Techniques of Food*. Hyoil Moonhwasa Co., Seoul, Korea. p 68-72
- Kirca A, Özkan M, Cemeroglu B. 2011. Effects of temperature, solid content and pH on the stability of black carrot anthocyanins. *Food Bioprod. Process.*, 89:482-486
- Kwak IS, Kim HJ, Oh SB, Chung BW, Jahng KY. 2005. Antioxidant activity of Maillard browning reaction products from the various sugars and amino acids model systems. *J. Eng. Res.*, 36:9-15
- Lee JA, Park GS. 2007. Quality characteristics of jelly made with yam powder. *Korean J. Food Cookery Sci.*, 23:884-890
- Licciardello F, Muratore G. 2011. Effect of temperature and some added compounds on the stability of blood orange marmalade. *J. Food Sci.*, 76:C1094-C1100
- Malien-Aubert A., Dangles O, Amiot MJ. 2001. Color stability of commercial anthocyanin-based extracts in relation to the phenolic composition. Protective effects by intra-and intermolecular copigmentation. *J. Agric. Food Chem.*, 49:170-176
- Montilla EC, Arzaba MR, Hillebrand S, Winterhalter P. 2011. Anthocyanin composition of black carrot (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) cultivars Antonina, Beta Sweet, Deep Purple, and Purple Haze. *J. Agric. Food Chem.*, 59:3385-3390
- Nayak B, Berrios Jde J, Powers JR, Tang J. 2011. Effect of extrusion on the antioxidant capacity and color attributes of expanded extrudates prepared from purple potato and yellow pea flour mixes. *J. Food Sci.*, 76:C874-C883
- Nicoué EE, Savard S, Belkacemi K. 2007. Anthocyanins in wild blueberries of Quebec: extraction and identification. *J. Agric. Food Chem.*, 55:5626-5635
- Poei-Langston MS, Wrolstad RE. 2003. Color degradation in an ascorbic acid-anthocyanin-flavanol model system. *J. Food Sci.*, 46:1218-1236
- Timberlake CF, Bridle P. 1982. Distribution of anthocyanins in food plants. In: Markakis P, editor. *Anthocyanins as food colors*. Academic Press. New York. pp 125-162
- Tsai PJ, Hsieh YY, Huang TC. 2004. Effect of sugar on anthocyanin degradation and water mobility in a roselle anthocyanin model system using <sup>17</sup>O NMR. *J. Agric. Food Chem.*, 52:3097-3099
- Wang Y, Zhang Y, Wang X, Liu Y, Xia M. 2012. Supplementation with cyanidin-3-O-β-glucoside protects against hypercholesterolemia mediated endothelial dysfunction and attenuates atherosclerosis in apolipoprotein

E-deficient mice. *J. Nutr.*, 142:1033-1037

Wrolstad RE, Skrede G, Lea P, Enersen G. 1990. Influence of sugar on anthocyanin pigment stability in frozen strawberries. *J. Food Sci.*, 55: 1064-1065

---

2013년 2월 7일 신규논문접수, 4월 2일 수정논문접수, 4월 21일 수정논문접수, 4월 26일 수정논문접수, 6월 3일 채택