

저장 기간 중 적색 파프리카 음료의 이화학적 품질 특성 연구

박 지 현[†]

중앙대학교 식품영양학과 강사

Study on the Development of a Red Paprika (*Capsicum annuum* L.) Beverage and Its Quality Characteristics during Storage

Ji-Hyun Park[†]

Part-Time Instructor, Department of Food and Nutrition, Chung-Ang University, Anseoung 17546, Republic of Korea

ABSTRACT

The red paprika beverage was prepared and its quality characteristics were monitored during storage (36±1 °C for 42 days). The paprika beverage samples were produced at different level of °Brix (8, 9, 10, 11 °Brix) and pH (pH 3, 3.5, 3.8, 4), and we carried out sensory evaluations citric acid. In this study, the paprika beverage with a pH 3.8 and, 10 °Brix showed a higher overall preference score. So, red paprika beverage with pH 3.8 and 10 °Brix was determined as sample for this study. We identified five kinds of carotenoids from in the paprika beverage. At zero-day of storage of the red paprika beverage (RPB), 19.72±0.04 mg/100 g fresh weight (fw) capsanthin and 1.57±0.06 mg/100 g fresh weight (fw) β-cryptozanthin were detected as the main carotenoids. Capsanthin and β-cryptozanthin were 16.67±0.10 mg/100 g fw and 1.57±0.06 mg/100 g fw, respectively and these two carotenoids accounted for 95% of the total carotenoid content. β-carotene and β-cryptozanthin were the most abundant carotenoids observed during storage, even though their absolute contents levels decreased with storage time. At zero-day of storage, ascorbic acid in the RPB was 177.1±5.66 mg/L fw. After 42 days of storage, ascorbic acid in the RPB was 19.35±2.83 mg/L fw, which was about 11% of the initial ascorbic acid. The RPB also exhibited a higher mean total phenolic content (79.77±0.74 mg CE/100 g dry weight). In the antioxidant activities assay, the DPPH radical scavenging activity of RPB was 85.87% and the ABTS radical scavenging activity was 31.57%. None of the samples showed any significant change in their pH values and soluble solids (10.3±0.6 °Brix) during storage. All the parameters of color values (L*, a* and b*) increased during storage, and between day zero and day 21, the ΔE* value was 4.48, between day 21 and day 42, the ΔE*_{ab} value was 3.92, there were marked difference area. Microbiological analyses showed that total aerobic bacteria and *E. coli* / coliform counts were not detected during storage at 36±1°C for 42 days.

Key words: paprika (*Capsicum annuum* L.), paprika beverage, phytochemicals, quality characteristics, storage

서 론

파프리카(*Capsicum annuum* L.)는 1년생 초본으로 높이가 1 m에 이르고 광택이 있거나 털이 있는 잎, 흰색꽃을 가지며 품종에 따라 길이, 색깔, 매운맛이 다양한 열매로 전세계 대부분의 지역에서 재배가 가능하다. 파프리카 과육이 익는 동안 엽록소로 인한 녹색에서 과일 색을 담당하는 색소인 카로티노이드 존재로 주황색과 빨간색으로 변하게 된다. 파프리카에는 7가지 주요 카로티노이드 색소가 포함되며, 붉은 파프리카는 다양한 카로티노이드, 비타민 C와 E, 플라보노이드와 같은 식물성 화학물질이 풍부한 것으로 알려져 있다 (Lee Y 등 1995; Mínguez-Mosquera MI 등 2000; Amakura Y

등 2002; Materska M & Perucka I 2005; Topuz A & Ozdemir F 2007). 국내에서 재배되는 붉은 파프리카는 캡잔틴(capsanthin)과 캡소루빈(capsorubin) 함량이 높으며 항산화 및 항종양 활성을 보인다(Kim S 등 2009; Kim JS 등 2011). 주황색 파프리카는 제아잔틴(zeaxanthin)과 비올라잔틴(violaxanthin)이 포함되어 있고(Weller 등 2003), 노란색 파프리카에는 비올라잔틴(violaxanthin), 안테라잔틴(antheraxanthin), 루테인(lutein) 및 제아잔틴(zeaxanthin)이 함유되어 있다(Almela L 등 1991). 파프리카는 세계 식품 산업에서 상업적 수요가 높으며 자극적이지 않은 파프리카는 신선한 형태 혹은 건조, 분말, 생과 그대로 소비에 이용된다(Pérez-gálvez A 등 2006). 파프리카는 대부분 생과 그대로 혹은 볶음 채소용으로 많이 섭취하고 있으며 유통 형태는 직접 섭취를 위해 과일 혹은 채소와 동일한 가공 단계를 거치는데 뜨거운 물(50°C)에 3~5분 동안 가열 처리하여 오염 물질, 먼지 및 곰팡이를 제거

[†] Corresponding author : Ji-Hyun Park, Tel: +82-31-670-3270, Fax: +82-31-670-3273, E-mail: cook2022@cau.ac.kr

하여 포장처리 한다(Fallik E 등 1999). 파프리카의 수분 함량은 70~85%로 신선하게 장기간 보관이 어려우므로(Pérez-Gálvez A 등 2006) 과육 그대로 사용 시 냉동 피자, 햄버거 등의 가공식품에서는 건조 파프리카를 이용하기도 한다(Papageorge LM 등 2003; Al-Duais M 등 2009). 또한 파프리카 가공에 대한 연구는 데침, 압력 처리, 냉동과 같은 대부분의 전처리 방법 연구와 건조 및 분쇄에 초점을 두고 있다(Flora LF 등 1978; Almela L 등 1991; Cremer DR 등 2000; Mínguez-Mosquera MI 등 2000; Pérez-Gálvez A 등 2006; Castro SM 등 2008; Gallardo-Guerrero L 등 2010).

소비자들이 더 안전하고 더 위생적이며 건강에 좋은 음식을 요구하면서 과일 및 채소 주스에 대한 소비는 간편식과 함께 성장하고 있다(Gundgaard J 등 2003). 과채음료 섭취 증가와 가당 음료의 섭취 감소와 같은 건강한 식단의 지향은 낮은 만성 질환 위험 및 비만(Ludwig DS 등 2001)과 관련이 있으며, 과채음료는 여러 가지 기능성 물질 및 항산화물의 좋은 공급원이 된다. 파프리카 추출물은 오렌지 주스와 야채 주스의 착색제로 주로 이용되고 있지만(Mouly PP 등 1999), 파프리카를 주원료로 제조한 음료의 개발 및 연구는 전무한 상태이다.

본 연구에서는 국내산 파프리카의 소비와 생산이 증가함에 따라 저장성을 가진 가공식품을 개발하고자 하였으며, 이에 최적의 파프리카 착즙 음료의 레시피 개발 및 카로티노이드 조성, 아스코르브산, 총 페놀 함량 및 항산화 활성을 분석하고 파프리카 음료의 저장기간 중 미생물 모니터링을 실시하였다. 이에 적색 파프리카를 주원료로 한 건강기능성 음료 개발의 기초자료로 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 시약

캡잔틴(capsanthin), 제아잔틴(zeaxanthin), 루테인(lutein), β -크립토잔틴(β -cryptoxanthin), β -카로틴(β -carotene)은 Chroma-Dex(Irvine, CA, U.S.A.)에서 구입하였으며 L-아스코르브산은 Sigma-Aldrich(St. Louis, MO, U.S.A.)에서 구입하였다. HPLC 등급 아세트오닐트릴, 메탄올, 에탄올 및 물은 Burdick & Jackson(SK Chemicals, Ulsan, Korea)에서 구입하였다. 다른 모든 분석용 시약은 Sigma-Aldrich에서 구입하였다.

2. 파프리카 음료 준비

적색 파프리카(*Capsicum annum* L., Var. Special)는 전북 김제 소재 농산농장에서 구매하여 이용하였다. 파프리카는 씻어서 물기를 제거한 후 비가식부를 제거하였다. 손질한 파프리카는 끓는 물에 3분간 데쳤다. 파프리카 추출물은 착즙기(HEX-9000B, Hanil ELECTRIC Co., Korea)로 착즙하였다. 착즙액은 200 mesh 스테인리스체로 여과하였다. 파프리카 착즙액의 수율은 약 65~70%였다. 선행연구를 통하여 파프리카 착즙액의 비율을 물 30%, 파프리카 착즙액 70% 기준으로 설정하였다. 당도와 산도의 최적 배합을 설정하기 위하여 액상과당(Samyang, Korea)을 이용하여 당도를 8, 9, 10, 11 °Brix로 다르게 제조하였고, 산도는 구연산(Whami, Korea)의 함량을 달리하여 pH 별(pH 3.0, 3.5, 3.8, 4.0) 음료를 제조하였으며 시료는 Table 1과 같다. 이 중 관능검사를 통하여 가장 선호도가 높았던 파프리카 음료(RPB3.8)를 시료로 선정하였다. 시료 음료는 멸균 유리병(200 mL)에 담아 끓는 물에 멸균한 후 미리 상온에서 냉각시킨 후 실험에 사용하였다. 또한 저장 기간 동안 분석을 위하여 $36\pm 1^\circ\text{C}$ 의 인큐베이터에 42일 동안 저장하였고 저장일별로 취하여 deep freezer(-70°C)에 보관하면서 분석에 실험에 사용하였다.

3. 파프리카 음료 선정을 위한 관능검사

관능검사는 파프리카 음료의 당도를 8~11 °Brix로 달리한 음료와 구연산(Whami, Korea)의 함량을 다르게 설정하여 산도 별(pH 3.0~4.0) 음료를 제조하고 관능검사를 실시하였다. 관능검사 항목은 파프리카 음료의 색(color), 향미(flavor), 단맛(sweetness), 신맛(sourness), 파프리카향(paprika flavor), 선호도(overall preference)를 평가하였다. 30명의 훈련된 패널(식품영양학과 학부 및 대학원생)이 7점 척도법을 사용하여 수행하였다. 1은 매우 나쁨, 4는 보통, 7은 매우 좋음으로 나타내었다.

4. 파프리카 음료의 항산화성

1) 총페놀 함량 분석

총 페놀 함량은 Folin-Ciocalteu법을 이용하였다(Velioglu YS 등 1998). Folin-Ciocalteu 시약은 2배 희석하여 사용하였

Table 1. Red paprika beverage samples for analysis

Sample name	RPB ¹⁾ 8	RPB9	RPB10	RPB11	RPB3.0	RPB3.5	RPB3.8	RPB4.0
°Brix	8	9	10	11	10	10	10	10
pH	-	-	-	-	3.0	3.5	3.8	4.0

¹⁾ RPB: red paprika beverage.

으며 파프리카 음료(RPB3.8) 1 g을 80% EtOH(v/v) 10 mL와 혼합하고 실온에서 20분간 방치한 후, 4,000 rpm에서 10분간 원심분리하였다. 상층액을 0.25 mL 취한 후 희석된 Folin-Ciocalteu 시약 0.75 mL 및 Na₂CO₃(2.0%, w/v) 2 mL를 혼합한 다음 36°C에서 30분 방치 후 UV-VIS 분광 광도계(Jasco, Tokyo, Japan)를 사용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 결과는 건조 중량의 카테킨 당량 밀리그램(mg CE/g dw)으로 표시하였다.

2) DPPH Radical Scavenging Activity

파프리카 음료(RPB3.8)의 2,2-Diphenyl-1-1-picrylhydrazyl (DPPH) 라디칼 소거 활성은 Brand-Williams W(1995)의 방법에 따라 측정하였다. 6.1×10^{-5} M DPPH 메탄올 용액 980 µL에 시료 20 µL를 샘플을 첨가하여 반응을 개시하였다. UV-VIS 분광 광도계(Jasco, Tokyo, Japan)를 사용하여 515 nm에서 20분 동안 측정하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = (1 - \text{Sample absorbance/Control absorbance}) \times 100$$

3) ABTS Radical Scavenging Activity

파프리카 음료(RPB3.8)의 ABTS(2,2'-Azino-bis, 3-ethylbenzthiazoline 6-sulfoic acid) sulfonate) 라디칼 소거 활성을 측정은 Miller NJ 등(1996)의 방법으로 측정하였다. ABTS solution은 1.0 mM의 AAPH(2,2'-azobis 20amidinopropane)와 2.5 mM의 ABTS(2,2'-Azino-bis, 3-ethylbenzthiazoline 6-sulfoic acid sulfonate)를 100 mM PBS buffer에 녹인 후 1:1로 섞어 70°C 항온수조에 반응시킨다. 파프리카 음료 20 µL에 ABTS solution 980 µL를 첨가하여 37°C 항온수조에서 10분간 반응시킨 후 UV-VIS 분광 광도계(Jasco, Tokyo, Japan)를 사용하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$\text{ABTS radical scavenging activity (\%)} = [1 - (\text{Sample absorbance} - \text{Blank absorbance}) / \text{Control absorbance}] \times 100$$

5. 파프리카 음료의 저장 기간 중 이화학적 특성 분석

1) Carotenoid 추출

카로티노이드 추출은 Kim JS 등(2016)의 방법을 이용하였다. 파프리카 음료(RPB3.8) 2 µL를 20 mL 아세톤과 혼합 후 4°C에서 24시간 방치한다. 추출액의 검화는 acetone 추출액 3 mL에 methanol 3 mL와 30% KOH/MeOH 1 mL를 혼합한 뒤, 암실에서 2시간 30분을 방치하여 diethyl ether로 추출하

였다. Diethyl ether 추출액에 증류수, 10% NaCl 용액을 첨가하여 층 분리를 시킨 뒤 상층액만 분획하여 수분층을 제거하였으며 순수한 diethyl ether 층의 회수를 위하여 상층액에 2% Na₂SO₄ 용액을 첨가하였다. 이를 감압농축기(rotary vacuum evaporator, N01000, Eyela, Japan)를 이용하여 감압농축한 뒤 acetone 2 mL에 녹이고, 0.2 µm PTEF syringe filter로 여과하여 1 mL로 정용한 뒤 -70°C deep freezer에 보관하며 실험에 이용하였다.

2) Carotenoid 분석

Carotenoid 분석은 Kim JS 등(2016)의 방법을 변형하여 사용하였다. 크로마토그래피 분석은 PU-2089 펌프, 자동 샘플러, 자외선 및 굴절률 89(RI) 검출기가 장착된 HPLC(Jasco, Tokyo, Japan)를 사용하였다. 450 nm 및 35°C로 설정된 XTerra RP C18 컬럼(250 × 4.6 mm, 5 µm; Waters, Milford, Mass., U.S.A.)를 장착하여 이용하였다. 분석용매는 이동상은 1.5 mL/min의 유속에서 15% 물/MeOH(v/v)(A) 및 50% 아세톤/MeOH(v/v)(B)로 구성되었으며 농도 구배는 0 min, 30% B; 6.5 min, 30% B; 6.57 min, 30~25% B; 11 min, 25% B; 11~11.5 min, 25~30% B; 17 min, 30% B; 17~17.5 min, 30~0% B; 27.5 min, 0% B; 27.5~28 min, 0~30% B; 30 min, 30% B. 유속은 0.5 mL/min, 주입 용량은 1.0 µL의 조건이었다.

3) Ascorbic Acid 분석

Ascorbic acid 분석은 Food Code(KFDA 2004) 방법을 이용하여 수행하였다. 파프리카 음료(RPB3.8)(25 g)를 50 mL의 4% 메타인산과 혼합하여 아스코르브산을 4°C에서 1시간 동안 진탕하여 추출한 다음, 4,000 rpm에서 10분 동안 원심분리하였다. 상층액을 0.45 mm PVDF 주사기 필터(Whatman, Maidstone, UK)를 사용하여 여과하고 4% 메타인산으로 희석하였다. HPLC는 254 nm 및 40°C로 설정된 YMC-Pack Polyamine II 컬럼(4.6 × 250 mm, 5µm; YMC, Korea)을 사용하였다. 이동상은 1 mL/min의 유속에서 아세톤이트릴과 40 mM 메타인산(70:30, v/v)으로 구성하였다.

4) pH 및 당도

pH는 pH meter(430, Corning, AZ, USA)로 20°C에서 측정하였다. 당도계(RA-250WE, Kyoto electronics, Japan)로 °Brix를 측정하였다.

5) 색도

저장 기간에 따른 파프리카 음료(RPB3.8)의 색도는 색차계(Hunter Color UltraScan PRO, Hunter Associates Labora-

tory, Reston, VA, USA)를 사용하여 Hunter 색상 값 L*(lightness), a*(redness) 및 b*(yellowness)를 측정하였다. ΔE^*_{ab} 는 두 샘플 간의 색상 차이 정도를 나타내며, 0일(target sample)과 21일(compare sample), 21일(target sample)과 42일(compare sample)을 비교하였으며 계산식은 다음과 같다.

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

$$\Delta L^* = L_A - L_B$$

$$\Delta a^* = a_A - a_B$$

$$\Delta b^* = b_A - b_B$$

A: target sample, B: compare sample.

6) 미생물시험분석

파프리카 음료(RPB3.8) 1 mL를 9 mL 희석제(인산염 완충액, KH_2PO_4 0.0425 g/L, pH 7.2)와 완전히 혼합한 후 연속 희석액을 준비하고(10^{-1} , 10^{-4}) 서로 다른 주스 희석액 1 mL를 각각 준비하였다. 3M Aerobic plate count(APC) 및 *E. coli*/coliform count(EC)(3M, St. Paul, MN) 펠트리 필름에 접종한 후 각각 37°C에서 24~48시간, 35°C에서 24시간 동안 배양하여 균수를 산출하였다(log CFU/mL).

결과 및 고찰

1. 개발 단계별 관능검사 결과

1) °Brix 별 관능검사

각각의 °Brix 농도별 관능검사 결과는 Table 2와 같다. 색(color)은 모든 시료에서 유의적인 차이가 없으며, 이는 첨가물인 액상과당이 무색이기 때문에 음료에 영향을 주지 않는 것으로 판단된다. 향미(flavor), 단맛(sweetness), 신맛(sourness)

및 전반적인 선호도(overall preference)에서 당도 10 °Brix (RPB10)의 파프리카 음료가 유의적으로 높은 평가를 나타내었다($p < 0.05$). 특히 단맛(sweetness)의 평가에서는 RPB11 시료의 관능검사 시 당도가 오히려 강한 자극 요인으로 작용한다는 의견들이 있었으며, 이는 평가에 영향을 준 것으로 사료된다.

2) pH 별 관능검사

앞 단계에서 최종 결정된 RPB10을 기준으로 pH를 달리한 파프리카 음료의 관능평가 결과는 Table 3과 같다. 색(color)과 파프리카향(paprika flavor)은 유의적인 차이가 없었다($p < 0.05$). 다른 모든 항목에서 RPB 3.8 시료가 유의적으로 높은 점수를 보였다($p < 0.05$). 단맛(sweetness)과 신맛(sourness)의 상호작용은 전반적인 선호도에 중요한 요인으로 영향을 미쳤다고 사료되며 이 결과는 선행연구에서 시판 사과 주스와 한국산 파프리카 주스의 관능검사결과와 유사하였다(Eisele TA & Drake SR 2005; Jeong CH 등 2007).

2. 총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 함량은 Table 4와 같다. 총폴리페놀 함량은 Zulueta A 등(2007)이 연구한 17가지 과일 주스 및 탈지유 혼합 음료(60.85 mg GAE/100 g)와 비교하여 더 높은 총 페놀 함량(79.77 ± 0.74 mg CE/100 g dw)을 타내었다. 다른 선행연구들의 총폴리페놀 수치를 보면, 100% 석류 주스는 99.9 mg GAE/100 g의 페놀 성분을 보였으며(Gil MT 등 2000), 23가지 주스를 분석한 연구에서는 51.4 - 3,025 mg ferulic acid equivalents/100 g의 분포를 보였다(Wootton B 등 2011). 파프리카 가공제품의 총 페놀 및 비타민 C 함량은 항산화 능력과 강한 상관 관계가 있다는 연구결과가 있다(Park J 등 2011; Kim S 등 2015).

Table 2. Sensory evaluation of red paprika beverage with different °Brix

	RPB8 ¹⁾	RPB9	RPB10	RPB11
Color	5.33±0.65 ^{2)NS3)}	5.73±0.59	5.47±0.92	5.27±0.70
Flavor	3.73±0.59 ^{c4)}	4.80±0.94 ^b	6.20±0.68 ^a	3.00±0.65 ^d
Sweetness	4.27±0.59 ^c	5.33±0.62 ^b	6.27±0.59 ^a	2.33±0.49 ^d
Sourness	4.13±0.35 ^c	5.13±0.52 ^b	6.13±0.64 ^a	4.73±0.80 ^b
Paprika flavor	5.33±0.72 ^a	5.40±0.63 ^a	5.33±0.88 ^a	4.80±0.94 ^b
Overall preference	3.73±0.59 ^c	4.80±0.94 ^b	6.20±1.11 ^a	2.93±0.88 ^c

¹⁾ Refer to the legends in Table 1.

²⁾ Values expressed as means±standard deviation (n=3).

³⁾ NS: no significant differences.

⁴⁾ Means with different superscript in the same row are significantly different ($p < 0.05$, Duncan's multiple range tests).

Table 3. Sensory evaluation of red paprika beverage with different pH

	RPB3 ¹⁾	RPB3.5	RPB3.8	RPB4
Color	4.27±0.60 ^{2)NS3)}	4.53±0.59	4.20±0.74	4.87±0.70
Flavor	4.53±0.52 ^{bc4)}	5.07±0.92 ^b	5.87±0.68 ^a	4.27±0.64 ^c
Sweetness	4.93±0.59 ^b	5.40±0.59 ^{ab}	5.53±0.96 ^a	5.40±0.83 ^{ab}
Sour	4.13±0.35 ^c	5.23±0.52 ^b	6.13±0.64 ^a	4.13±1.13 ^c
Paprika flavor	4.27±0.75 ^{NS}	4.73±0.70	4.27±0.51	4.87±0.63
Overall preference	5.07±0.96 ^b	5.40±0.68 ^{ab}	5.73±0.83 ^a	5.27±0.64 ^{ab}

¹⁾ Refer to the legends in Table 1.

²⁾ Values expressed as means±standard deviation (n=3).

³⁾ NS: no significant differences.

⁴⁾ Means with different superscript in the same row are significantly different ($p<0.05$, Duncan's multiple range tests).

Table 4. Total phenolic content, DPPH radical scavenging activity, ABTS radical scavenging activity and ascorbic acid of RPB3.8¹⁾

Total phenolic content (mg CE/100 g dw)	79.77±0.74 ²⁾		
DPPH radical scavenging activity (%)	85.87±0.82		
ABTS radical scavenging activity (%)	31.57±0.90		
Ascorbic acid (mg/L fw)	Storage (day)		
	0	21	42
	177.1±5.66 ³⁾	83.78±2.83 ^b	19.35±2.83 ^c

¹⁾ Refer to the legends in Table 1.

²⁾ Values expressed as means±standard deviation (n=3).

³⁾ Means with different superscript are significantly different ($p<0.05$, Duncan's multiple range test).

3. DPPH Radical Scavenging Activity

Table 4와 같이 DPPH 라디칼 소거능 측정에서 파프리카 음료의 항산화 활성은 85.87%로 나타났다. 이는 선행연구 결과 지역특산품으로 제조된 오렌지 주스(33~49%)보다 높았으며 토마토 주스(67.3~88.5%), 당근 주스(57.8~82.2%), 과일 및 야채 혼합 주스(64.4~89.1%) 및 야채 혼합 주스(82.2~83.5%)와 유사한 항산화성을 보였다(Malecka M 등 2003; Klimczak I 등 2007).

4. ABTS Radical Scavenging Activity

파프리카 음료의 ABTS 자유 라디칼 소거능 분석 결과는 Table 4와 같으며 31.57%로 나타났다. 이는 다른 혼합 과일

및 야채 주스의 ABTS 자유라디칼 소거능을 비교하였을 때 V8 100% 야채 주스(25.5%)보다 높은 소거능 효과를 보였으며 여러 토마토 주스(27.3~39.1%)의 ABTS 소거능 값과 유사한 결과를 보였다(Wootton B 등 2011).

5. 비타민 C 분석

파프리카는 가장 대표적인 항산화제 중 하나인 비타민 C의 훌륭한 공급원이다. 과채소 가공품 중 오렌지 주스 및 야채 주스는 상대적으로 소비량이 많기 때문에 비타민 C와 폴리페놀 화합물의 중요한 공급원이 될 수 있으며(Klimczak I 등 2007) 선행 연구에서 비타민 C가 붉은 파프리카의 항산화 활성에 가장 효과적인 기여자임을 입증하였다(Kim JS 등 2011). 이에 본 연구에서 개발한 파프리카 음료의 비타민 변화를 조사하였으며 결과는 Table 4와 같다. 제조 당일 파프리카 음료의 비타민 C는 177.1±5.66 mg/L fresh weight(fw)였으며, 일반적으로 방부제가 없이 유통되는 과일 주스의 비타민 C 함량은 오렌지 또는 자몽 과즙이 100%일 경우 424 mg/L, 각테일 주스(오렌지, 복숭아, 자몽, 파인애플, 사과, 망고, 키위 등 혼합)는 135~160 mg/L, 레몬 17% 함유 주스는 71 mg/L(Kabasakalis V 등 2000)로 나타났다. 본 연구에서 개발한 음료의 파프리카 함유율은 30%이며 이는 다른 종류의 음료 제품과 유사한 결과를 보이고 있다. 42일 저장 후 비타민 C를 분석한 결과 파프리카 음료(RPB3.8)는 19.35±2.83 mg/L fw로 초기 비타민 C 함량의 약 11%의 잔존율을 보였다. 다른 종류의 주스를 분석한 결과 온도, 산소 및 빛의 접근에 따라 저장하는 동안 비타민 C가 감소했으며(Kabasakalis V 등 2000; Zerdin K 등 2003). Klimczak I 등 (2007)의 연구에서는 저장 온도가 10℃씩 증가할 때마다 비타민 C의 농도가 유의적으로 감소한다고 보고하였다. 또한 시판되는 블러드 오렌지 주스는 25℃에서 60일 저장 시 비타

민 C 함량이 약 25% 감소하는 것으로 나타났다(Arnao MB 등 2001).

6. 카로티노이드(Carotenoid) 함량

Table 5와 같이 파프리카 음료(RPB3.8)에서 5가지 종류의 카로티노이드(carotenoid)를 분석하였다. 제조 당일(저장기간 0일)의 캡잔틴(capsanthin) 및 β -크립토티안틴(β -cryptoxanthin)은 각각 19.72 ± 0.04 mg/100 g fw 및 1.57 ± 0.06 mg/100 g fw 이었으며 이 두 성분이 파프리카의 주요 카로티노이드(carotenoid)로 검출되었다. 캡잔틴(capsanthin) 및 β -크립토티안틴(β -cryptoxanthin)이 적색 파프리카의 대표적인 카로티노이드(carotenoid)라는 결과는 다른 보고와 일치한다(Mouly PP 등 1999; Mínguez-Mosquera MI 등 2000; Sun T 등 2007; Kim JS 등 2011; Kim JS 등 2016). 캡잔틴(Capsanthin)과 β -카로틴(β -carotene) 비율이 파프리카 음료의 전체 카로티노이드의 약 90%를 이루고 있고 이 결과는 동일한 품종을 분석한 연구와 일치하는 결과를 보였다(Kim JS 등 2011). 또한 동일 품종을 이용한 제품 가공식품 연구 중 파프리카 피클과 파프리카 당절임에서도 비슷한 경향을 보였다(Park J 등 2011; Kim S 등 2015). 붉은색 과일류의 주요 카로티노이드(carotenoid)는 캡잔틴(capsanthin)과 캡소루빈(capsorubin)이라는 연구결과가 있다(Camera B & Monéger R 1978; Mínguez-Mosquera MI 등 1994). 이 결과 파프리카 착즙액을 이용한 파프리카 음료는 주요한 카로티노이드(carotenoid) 성분을 함유한 음료라는 것이 확인되었다. 파프리카 추출물은 현재 식품 제품의 색상을 높이기 위해 감귤류 음료의 착색제로 널리 사용되며, 낮은 등급의 유색 주스 생산 시 주로 색상 향상을 위한 첨가제 형태로 이용되고 있으며(Mouly PP 등 1999) 파프리카 착즙액의 형태로 함유량을 증가시킨 제품을 개발한다면 기능성 성분을 함유한 음료 개발에 충분히 이용 가능성이 높다고 사료된다.

Table 5와 같이 파프리카 음료(RPB3.8)는 $36 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 조건에서 42일 동안 저장하면서 카로티노이드(carotenoid) 함량의

변화를 조사하였다. β -카로틴(β -carotene)과 β -크립토티안틴(β -cryptoxanthin)은 절대 함량이 감소했음에도 불구하고 보관 기간 중 가장 풍부한 카로티노이드(carotenoid) 성분으로 나타났다. 카로티노이드(carotenoid) 열화의 주요 원인은 높은 불포화도와 빛, 열 및 산소에 대한 민감성으로 인한 산화이다(Varón R 등 2000). 제품 가공 시 멸균 단계의 열처리와 $36 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 높은 온도에서의 저장이 산화에 영향을 주었을 것으로 사료된다. 그럼에도 불구하고 본 연구에 개발된 파프리카 음료의 캡잔틴(capsanthin)의 함량은 저장 기간에 따른 상대적 양이 약 15% 정도 감소되었다는 것을 알 수 있었다. 다른 종류의 카로티노이드가 50~99% 이상 감소하는 결과와 비교하였을 때, 캡잔틴(capsanthin)의 약 15% 정도 감소하는 결과를 얻었다. 다른 연구의 파프리카 카로티노이드(Carotenoid) 분석 결과 파프리카 초절임을 제조하여 저장한 결과 캡잔틴(capsanthin)은 50% 이상 감소한 반면, 파프리카 음료의 캡잔틴(capsanthin)은 85% 가량 유지되었으며, Kim JS 등 (2011)의 연구에서도 80% 정도 유지되었다는 결과와 비교하였을 때 파프리카 음료의 캡잔틴(capsanthin) 상대적으로 안정적이라는 것을 확인할 수 있었다(Park J 등 2011).

7. pH 및 당도

저장 중 파프리카 음료(RPB3.8)의 pH 값 및 $^\circ\text{Brix}$ 는 Fig. 1과 같다. 모든 시료는 저장 중 pH 값이 유의한 변화를 나타내지 않았다. 저장 기간 중 당도(10.3 ± 0.6 $^\circ\text{Brix}$)는 역시 유의적인 차이가 없었다. 이는 30일의 저장 기간 동안 품질 특성을 측정할 오렌지 주스의 경우에도 pH, $^\circ\text{Brix}$ 등의 유의적인 차이가 없었다는 결과와 유사하였다(Tiwari BK 등 2009).

8. 색도

저장 기간 중 파프리카 음료(RPB3.8)의 색도를 측정하였다(Table 6). 색도의 기본 항목인 L*(lightness), a*(redness) 및 b*(yellowness) 항목뿐만 색상 차이(ΔE^*_{ab})를 측정하였다. ΔE^*_{ab} 는 두 샘플 간의 색상 차이 정도를 나타내며 0~0.5 범

Table 5. Change in the contents of carotenoids composition in RPB3.8 during storage at $36 \pm 1^\circ\text{C}$

Storage (day)	Capsanthin	β -Carotene	Zeaxanthin	Lutein	β -Cryptoxanthin	Total carotenoid (mg/100 g fresh weight)
0	$19.72 \pm 0.04^{1)a2)}$	1.43 ± 0.06^a	0.09 ± 0.00^a	0.10 ± 0.00^a	1.57 ± 0.06^a	22.91 ± 0.02^a
21	16.85 ± 0.05^b	0.31 ± 0.05^b	0.05 ± 0.00^b	0.07 ± 0.00^b	0.77 ± 0.05^b	18.05 ± 0.01^b
42	16.67 ± 0.10^b	0.01 ± 0.02^c	0.04 ± 0.00^c	0.05 ± 0.00^c	0.09 ± 0.02^c	16.86 ± 0.07^c

¹⁾ Values expressed as means \pm standard deviation (n=3).

²⁾ Means with different superscript are significantly different ($p < 0.05$, Duncan's multiple range test).

Table 6. Changes of color value of RPB3.8 during storage at 36±1°C

Storage (day)	L*	a*	b*	de*	ΔE*
0	32.22±0.04 ^{1)a2)}	28.19±0.05 ^a	14.88±0.11 ^a	44.26±0.10 ^a	-
21	30.68±1.05 ^{ab}	24.43±1.02 ^b	12.16±1.12 ^b	42.28±1.83 ^b	4.48
42	29.11±0.21 ^b	21.07±1.26 ^c	11.68±3.46 ^b	37.86±2.75 ^c	3.92

¹⁾ Values expressed as means±standard deviation (n=3).

²⁾ Means with different superscript in the same column are significantly different ($p<0.05$, Duncan's multiple range test).

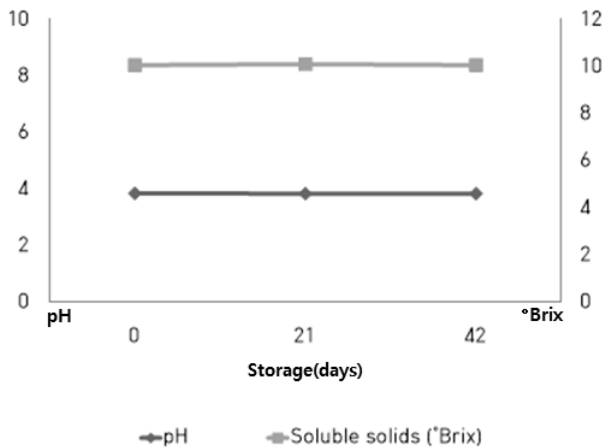


Fig. 1. Changes of pH and soluble solid contents of RPB3.8 during storage at (36±1°C).

위의 ΔE^*_{ab} 값은 두 샘플 간의 감지할 수 없는 색상 차이를 의미하고, 0.5~1.5는 약간의 차이, 1.5~3.0은 눈에 띄는 차이, 3.0~6.0은 현저한 차이, 6.0~12.0은 매우 현저한 차이, 12.0 이상에서 다른 음영의 색상을 나타낸다(Kim S 등 2002; Kim S 등 2008). 파프리카 음료(RPB3.8)는 색도 모든 항목(L*, a* 및 b*)에서 저장 기간 중 값이 증가했으며 ΔE^*_{ab} 값은 0~21일 사이 4.48, ΔE^*_{ab} 값의 21~42일 사이는 3.92로 현저한 차이 영역에 속하는 결과를 얻었다. 이는 저장 기간 중 가속실험의 조건으로 인해 온도(36±1°C)의 영향으로 산화 같은 과정이 모든 색도 항목에 영향을 주었으며 저장일이 길어질수록 색도가 달라지는 것을 수치(ΔE^*_{ab})로 확인할 수 있었다.

9. 미생물 시험 분석

저장기간 중 미생물 안전성을 살펴보기 위해 파프리카 음료(RPB3.8)의 총 호기성 세균 및 *E. coli*/ 대장균군 배양실험을 하였다. 총 호기성 박테리아 및 *E. coli*/ 대장균군은 36±1°C에서 42일 동안 보관하는 동안 검출되지 않았다(검출 한계 0.95 log CFU/mL).

결론

파프리카 음료를 개발하여 42일 동안 저장(36±1°C)하면서 품질 특성을 실시하였다. 파프리카 음료 개발을 위하여 당도(8~11 °Brix) 및 pH(pH 3~4)를 달리하여 관능검사를 실시하였으며, 파프리카 음료의 최적 조건으로 10 °Brix, pH 3.8을 선정하였다. 파프리카 음료에서 5가지 종류의 카로티노이드(carotenoid)를 분석하였다. 제조 당일(저장기간 0일)의 캡잔틴(capsanthin) 및 β -크립토탄틴(β -cryptoxanthin)은 각각 19.72±0.04 mg/100 g fresh weight 및 1.57±0.06 mg/100 g fresh weight이었으며 이 두 성분이 파프리카의 주요 카로티노이드(carotenoid)로 검출되었다. 캡잔틴(capsanthin)과 β -카로틴(β -carotene) 비율이 파프리카 음료의 전체 카로티노이드의 약 90%를 이루고 있다. β -카로틴(β -carotene)과 β -크립토탄틴(β -cryptoxanthin)은 절대 함량이 감소했음에도 불구하고 보관 기간 중 가장 풍부한 카로티노이드(carotenoid) 성분이었다. 파프리카 음료의 제조 당일 항산화성 측정 결과 79.77±0.74 mg CE/100 g dry weight의 총 페놀 함량을 나타냈으며 DPPH 라디칼은 85.87%, ABTS 소거능은 31.57%를 나타냈다. 제조 당일 파프리카 음료의 비타민 C는 177.1±5.66 mg/L fresh weight였으며, 42일 저장 후 비타민 C를 분석한 결과 파프리카 음료는 19.35±2.83 mg/L fw로 초기 비타민 C 함량의 약 11%의 잔존율을 보였다. 저장 기간 중 pH와 당도(10.3±0.6 °Brix)는 유의한 변화를 나타내지 않았다. 파프리카 음료는 색도 모든 항목(L*, a* 및 b*)에서 저장 기간 중 값이 증가했으며 ΔE^*_{ab} 값은 0~21일 사이 4.48, ΔE^*_{ab} 값의 21~42일 사이는 3.92로 현저한 차이를 나타내었다. 미생물 분석에서는 42일 동안 36±1°C에서 보관하는 동안 총 호기성 박테리아 및 *E. coli*/ 대장균군 수가 검출되지 않았다.

REFERENCES

- Al-Duais M, Hohbein J, Werner S, Bohm V, Jetschke G (2009) Contents of vitamin C, carotenoids, tocopherols, and tocotrienols in the subtropical plant species cypho-

- stemma digitatum as affected by processing. *J Agric Food Chem* 57(12): 5420-5427.
- Almela L, Lopez-Roca JM, Candela ME, Alcazar MD (1991) Carotenoid composition of new cultivars of red pepper for paprika. *J Agric Food Chem* 39(9): 1606-1609.
- Amakura Y, Umino Y, Tsuji S, Ito H, Hatano T, Yoshida T, Tonogai Y (2002) Constituents and their antioxidative effects in *Eucalyptus* leaf extract used as a natural food additive. *Food Chem* 77(1): 47-56.
- Arnao MB, Cano A, Acosta M (2001) The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food Chem* 73(2): 239-244.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C (1995) Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT Food Sci Technol* 28(1): 25-30.
- Camera B, Monéger R (1978) Free and esterified carotenoids in green and red fruits of *Capsicum annuum*. *Phytochemistry* 17(1): 91-93.
- Castro SM, Saraiva JA, Lopes-da-Silva JA, Delgadillo I, Loey AV, Smout C, Hendrickx M (2008) Effect of thermal blanching and of high pressure treatments on sweet green and red bell pepper fruits (*Capsicum annuum* L.). *Food Chem* 107(4): 1436-1449.
- Cremer DR, Eichner K (2000) Formation of volatile compounds during heating of spice paprika (*Capsicum annuum*) powder. *J Agric Food Chem* 48: 2454-2460.
- Eisele TA, Drake SR (2005) The partial compositional characteristics of apple juice from 175 apple varieties. *J Food Comps Anal* 18(2-3): 213-221.
- Fallik E, Shoshana G, Sharon A, Oded Y, Aharon W, Rafi R, Hagai B, Eli barevb (1999) A unique rapid hot water treatment to improve storage quality of sweet pepper postharvest. *Bio and Tech* 15: 25-32.
- Flora LF, Heaton EK, Shewfelt AL (1978) Evaluation of factors influencing variability of acidified vanned pimientos. *J Food Sci* 43: 415-419.
- Gallardo-Guerrero L, Pérez-Gálvez A, Aranda E, Mínguez-Mosquera M, Hornero-Méndez D (2010) Physicochemical and microbiological characterization of the dehydration processing of red pepper fruits for paprika production. *LWT Food Sci* 43(9): 1359-1367.
- Gil MI, Tomas BF, Hess PB, Holcroft DM, Kader AA (2000) Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *J Agric Food Chem* 48(10): 4581-4589.
- Gundgaard J, Nielsen JN, Olsen J (2003) Increased intake of fruit and vegetables: Estimation of impact in terms of life expectancy and healthcare costs. *Public Health Nutrition* 6(1): 25-30.
- Jeong CH, Ko WH, Cho JR, Ahn CG, Shim KH (2007) Preparation and characteristics of juice and jelly using Korean paprika. *Korean J Agri Life Sci* 41: 13-20.
- Kabasakalis V, Siopidou D, Moshatou E (2000) Ascorbic acid content of commercial fruit juices and its rate of loss upon storage. *Food Chem* 70(3): 325-328.
- KFDA (2004) Food Code. Seoul Korea Foods Industry Assoc Co Ltd. pp 104-105.
- Kim JS, Ahn JY, Lee SJ, Moon BK, Ha T, Kim S (2011) Phytochemicals and antioxidant activity of fruits and leaves of paprika (*Capsicum annuum* L., var. *special*) cultivated in Korea. *J Food Sci* 76(2): C193-C198.
- Kim JS, An CG, Park JS, Lim YP, Kim S (2016) Carotenoid profiling from 27 types of paprika (*Capsicum annuum* L.) with different colors, shapes, and cultivation methods. *Food Chem* 201: 64-71.
- Kim S, Ha T, Hwang INK (2009) Analysis, bioavailability, and potential healthy effects of capsanthin, natural red pigment from *Capsicum spp.* *Food Rev Int* 25(3): 198-213.
- Kim S, Ha TY, Park J (2008) Characteristics of pigment composition and colour value by the difference of harvesting times in Korean red pepper varieties (*Capsicum annuum*, L.). *International J Food Sci Technol* 43(5): 915-920.
- Kim S, Park J, Moon BK (2015) Phytochemicals and quality characteristics of candied paprika (*Capsicum annuum* L.) during storage. *J Food Sci Tech* 50(8): 1847-1854.
- Kim S, Park J, Hwang IK (2002) Quality attributes of various varieties of Korean red pepper powders (*Capsicum annuum* L.) and color stability during sunlight exposure. *J Food Sci* 67(8): 2957-2961.
- Klimczak I, Małecka M, Szlachta M, Gliszczyńska-Świągło, A (2007) Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. *J Food Compost Anal* 20(3-4): 313-322.
- Lee Y, Howard LR, Villalon B (1995) Flavonoids and antioxidant activity of fresh pepper (*Capsicum annuum*) cultivars. *J Food Sci* 60(3): 473-476.
- Ludwig DS, Peterson KE, Gortmaker SL (2001) Relation between consumption of sugar-sweetened drinks and child-

- hood obesity: A prospective, observational analysis. THE LANCET 357(9255): 505-508.
- Małecka M, Szlachta M, Samotyja U (2003) Antioxidant activity of different fruit juices. In: Proceedings of the 7th International Commodity Science Conference. The Poznan University of Economics Publishing House, Poland.
- Materska M, Perucka I (2005) Antioxidant activity of the main phenolic compounds isolated from hot pepper fruit (*Capsicum annuum*L.). J Agric Food Chem 53(5): 1750-1756.
- Miller NJ, Sampson J, Candeias LP, Bramley PM, Rice-Evans CA (1996) Antioxidant activities of carotenes and xanthophylls. FEBS Lett 384(3): 240-242.
- Mínguez-Mosquera MI, Hornero-MD (1994) Changes in carotenoid esterification during the fruit ripening of *Capsicum annuum* cv. *Bola*. J Agric Food Chem 42(3): 640-644.
- Mínguez-Mosquera MI, Pérez-Gálvez A, Garrido-Fernández J (2000) Carotenoid content of the varieties *jaranda* and *jariza* (*Capsicum annuum* L.) and response during the industrial slow drying and grinding steps in paprika processing. J Agric Food Chem 48(7): 2972-2976.
- Mouly PP, Gaydou EM, Corsetti J (1999) Determination of the geographical origin of Valencia orange juice using carotenoid liquid chromatographic profiles. J Chroma A 844(1-2): 149-159.
- Papageorge LM, Mcfeeters RF, Fleming HP (2003) Factors Influencing texture retention of salt-free, acidified, red bell peppers during storage. J Agric Food Chem 51(5): 1460-1463.
- Park J, Kim S, Moon BK (2011) Changes in carotenoids, ascorbic acids, and quality characteristics by the pickling of paprika (*Capsicum annuum* L.) cultivated in Korea. J Food Sci 76(7): C1075-C1080.
- Pérez-Gálvez A, Jarén-Galán M, Mínguez-Mosquera MI (2006) 30 Processing of Red Pepper Fruits (*Capsicum annuum* L.) for Production of Paprika and Paprika Oleoresin. Handbook of Fruit and Fruit Processing. Blackwell Publishing, USA. pp 565-579.
- Sun T, Wu CT, Janes M, Prinyawiwatkul W, No HK (2007) Antioxidant activities of different colored sweet bell peppers (*Capsicum annuum* L.). J Food Sci 72(2): 98-102.
- Tiwari BK, Donnell CPO, Muthukumarappan K, Cullen PJ (2009) Effect of sonication on orange juice quality parameters during storage. Int J Food Sci Techn 44(3): 586-595.
- Topuz A, Ozdemir F (2007) Assessment of carotenoids, capsaicinoids and ascorbic acid composition of some selected pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) grown in Turkey. J Food Compst Anal 20(7): 596-602.
- Varón R, Díaz F, Pardo J, Gómez R (2000) A mathematical model for colour loss in paprikas containing differing proportions of seed. J Sci Food Agric 80(6): 739-744.
- Velioglu YS, Mazza G, Gao L, Oomah BD (1998) Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. J Agric Food Chem 46(10): 4113-4117.
- Weller P, Breithaupt DE (2003) Identification and quantification of zeaxanthin esters in plants using liquid chromatography-mass spectrometry. J Agric Food Chem 51(24): 7044-7049.
- Wootton B, Aisling M, Lisa R (2011) Stability of the total antioxidant capacity and total polyphenol content of 23 commercially available vegetable juices before and after *in vitro* digestion measured by FRAP, DPPH, ABTS and Folin-Ciocalteu methods Peter C. Food Research In 44(1): 217-224.
- Zerdin K, Rooney ML, Vermue J (2003) The vitamin C content of orange juice packed in an oxygen scavenger material. Food Chem 82(3): 387-395.
- Zulueta A, Esteve JM, Frasquet I, Frigola A (2007) Vitamin C, vitamin A, phenolic compounds and total antioxidant capacity of new fruit juice and skim milk mixture beverages marketed in Spain. Food Chem 103(4): 1365-1374.

Date Received	Oct. 11, 2022
Date Revised	Oct. 26, 2022
Date Accepted	Oct. 26, 2022