

비트 착즙액의 첨가량을 달리한 당근, 사과 혼합주스의 품질특성 연구

정연희 · 안선정^{1*}

신한대학교 대학원 바이오식품전공, ¹신한대학교 식품조리과학부

A Study on the Quality Characteristics of Apple and Carrot Mixed Juice With Different Amounts of Beet

Yen-Hee Jung & Sun-Choung Ahn^{1*}

Dept. of Bio-food & Foodservice Industry, Shinhan Graduate School

¹Dept. of Food Science & Culinary Arts, Shinhan University

Abstract

This study analyzed the quality characteristics and antioxidant activity of a mixture of apple and carrot juices with different amounts of beet. The pH of the mixed juice sample group increased as the beet amount increased, and the acidity and soluble solid content tended to decrease. As for the L value, the control group was the highest, the beet addition rate decreased, and the a value and b value showed a decreasing trend. As for dietary fiber, B0.1 was found to have the highest dietary fiber content at 0.20 mg/L. As for the mineral, Zn, Fe, and Ca had the highest control group, Mn, Mg, and K had the highest B0.5, and Na and P had the highest B0.1 and B0.3 juices, respectively. Compared to the control group, free sugars increased sucrose as the beet juice added increased. DPPH radical scavenging and total phenol content significantly increased DPPH scavenging as the beet added increased. Therefore, it was found that B0.3 was the most suitable when manufacturing apple and carrot mixed juice with different amounts of beet added, and it is considered as a manufacturing optimization method to improve the marketability and functionality of the product.

Keywords: beet, quality characteristics, apple and carrot juice, total phenol, DPPH free radical scavenging activity

서 론

국민건강영양조사에서 조사한 국민건강통계자료에 의하면 1998년을 기점으로 우리나라 성인의 월간 평균 폭음률은 지속적인 증가세를 더하고 있으며, 신체 활동을 기반으로 한 운동 비율은 감소하는 것으로 나타났다. 또한, 19세 이상 성인의 경우 과일 및 채소를 500 g 이상 섭취하는 비율은 31.4%로 3명 중 1명 수준이며, 19-29세의 경우 16.6%로 성인 집단 중 가장 낮은 비율을 차지했다고 한다. 반면 육류 섭취량은 1998년도의 67.9 g에서 2019년 124.0 g으로 증가하는 등 섭취량이 조사 이래로 가장 높았다. 이와 같이 서구화되는 식생활은 고혈압, 당뇨, 콜레스테롤혈증 증가 등과 같은 만성질환을 일으키는 주요 원인으로 여기고 있고, 이를 사전에 방지하기 위한

개개인의 식습관 개선이 필요할 것으로 보인다(Kim et al., 2020; Lee & Kim, 2020).

Hu et al. (2014)은 뇌졸중과 같이 만성질환의 발생을 예방하기 위해 과일과 채소 섭취를 권장하는데, 하루에 과일과 채소를 각각 200 g 이상 섭취할 시 뇌졸중 위험이 약 32%가량 줄어든다고 보고하였으며 사과와 같은 과일을 섭취할 시 고혈압, 고혈당, 고지혈증 등의 발생을 낮춘다고 보고 하였다(Bae et al., 2020).

이에 따라 건강에 관심을 갖는 성인들은 성인병을 예방하는 건강 기능성 식품으로 쏠리게 되었고, 특히 생리활성 기능을 지닌 친환경적인 소재에 대한 연구 개발이 적극적으로 진행되고 있다(Azumg et al., 1999). 이처럼 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 자연스레 활성산소(Reactive oxygen species; ROS)에 대한 관심 또한 많아졌는데, 이는 활성산소가 증가할수록 세포를 손상시키며, 당뇨병, 고혈압, 암, 협심증, 파킨슨병, 뇌졸중, 심혈관계 질환 및 뇌혈관계 질환 등 다양한 만성질환과 성인병을 야기시키기 때문이다(Reddy et al., 2009).

이러한 성인병을 예방하는 건강 기능성 식품으로 관심의 증가 추세에 따라 다양한 과채류와 채소 등을 용이하

*Corresponding author: Sun-Choung Ahn, Dept. of Food Science & Culinary Arts, Shinhan University, 95, hoam-ro, Uijeongbu, Gyeonggi 11644, Korea

Tel: +82-31-870-3514

E-mail: food@shinhan.ac.kr

Received January 4, 2022; revised January 17, 2022; accepted January 18, 2022

게 섭취하기 적합한 형태의 주스 등이 인기를 끌고 있다.

농림축산식품부의 보고서 가공식품 세분 시장 현황에 따르면 2019년 음료류 생산 현황은 2014년 대비 5.7%(약 3,000억원) 증가하였지만, 과채음료류에 대한 생산은 감소했다. 이는 과채음료의 당 성분에 대한 거부감의 작용이 가장 클 것으로 보이는 반면, 착즙주스 및 과채즙 음료에 대한 관심이 더욱 증가하는 추세이다(MAFRA & aT, 2019).

당근(*Daucus carota* L.)은 미나리과에 속해있는 1-2년생의 뿌리식물로 함유된 영양원으로는 대장운동에 직접적인 영향을 주는 식이섬유가 28.6% 있으며, 다른 용매에 녹지 않는 성질인 불용성 식이섬유 함량이 21.45%로 식이섬유소가 주된 성분이다(Park & Kang, 2004). 당근에 함유되어 있는 급원으로는 식이섬유 뿐만 아니라 미네랄, 카로티노이드(carotinoid), 비타민 등으로 생물의 생명 현상에 영향을 주는 생리활성 물질을 풍부하게 포함하고 있다. 또한 비타민 A의 전구체인 베타카로틴(β -carotene)을 다량 함유하고 있어 항암효과를 지녔으며 성인병을 예방하는 효과도 있는 것으로 나타났다(Sharmg et al., 2012). 특히, 당근의 베타카로틴은 DNA나 지질과 작용하여 손상을 가하는 체내의 활성산소의 반응을 줄여주는 항산화 작용을 한다(Kim et al., 2009).

사과(*Mallus pumila* Mill.)는 다년생 목본식물로 장미과에 분류되며 관능특성이 우수하며 식이섬유, 비타민 C, 칼륨 및 당 등이 풍부하게 함유되어 영양학적으로도 뛰어난 과실로 알려져 있다(Yun et al., 2007). 사과에 다량 함유되어 있는 폴리페놀은 항산화능에 굉장히 큰 역할을 차지하는 물질로서 사과의 항산화능에 주요 성분으로 여겨지고 있는데, 이는 산화 작용으로 인한 노화, 당뇨, 고혈압 및 동맥경화 등의 퇴행성 질환을 예방할 수 있다(Vinson et al., 2001). 또한 사과는 자외선 UV-A (350-370) 영역의 경우 사과의 과피가 효과적으로 흡수하며 자외선으로부터 피부를 차단 시키는 효과를 보였고 멜라닌 함량 저해 효과를 지녀 미백 및 주름 개선을 위한 기능성 화장품 소재로서 긍정적인 측면을 지녔으며(Jeong et al., 2011), 심혈관 질병, 당뇨나 암과 같은 성인병 위험을 감소시키고 만성질환 예방에 도움을 주는 것뿐만 아니라, 근력 향상과 체지방 감소에도 큰 영향을 주는 것으로 밝혀졌다(Boyer & Liu, 2004; Bang et al., 2014).

비트는 명아주과(Chenopodiaceae)의 두해살이풀로 유럽 남부 지방이 원산지이며 재배가 비교적 쉬워 북아메리카, 아시아, 북아프리카 등 지역에서 손쉽게 재배되고 있는 작물이다(Kowalski & Szadzinska, 2014). 또한 비트의 뿌리 속은 붉은 색으로 독특한 색을 지녔고 당분을 다량 함유하고 있으며, 수분이 86.0%, 당질 10.1%, 단백질 1.9%, 회분 1.0%, 섬유소 0.9%, 지질 0.1%로 식용 및 색소용으로 많이 사용된다(RDA, 2019). 비트의 뿌리 부분은 수크로스

(sucrose)가 주된 성분으로 당도가 약 15%이며, 비트의 빨간 색을 띠는 베타레인(betalain) 색소는 수용성으로 노란색의 베타잔틴(beta-xanthin)과 적색의 베타시아닌(beta-cyanin)이 함께 함유되어 있다(Cho & Choi, 2010). 건조된 비트의 추출물은 인체의 위암 세포(gastric adenocarcinoma; AGS) 증식 억제 효과가 높았고, 결장 암세포(Human Colorectal Adenocarcinoma Cell Line (ATCC HTB-38); HT-29)에 대한 암세포 성장 억제에도 효과적으로 반응했을 뿐 아니라 비트의 분획물들은 뛰어난 항산화 활성을 보이며 우수한 항암 및 항산화 효과를 지닌 것을 알 수 있다(Jang et al., 2009).

최근 들어 과거 익숙하지 않던 아보카도, 비트, 아스파라거스와 같은 서양 채소와 과일이 널리 보급되면서 착즙 주스에 많은 변화를 일으키고 있다. 또한 소비층이 중년 및 고연령 층에 머무는 것이 아니라 20~30대의 젊은 층에서도 건강을 챙기기 위한 소비가 증가하고 있으며, 이는 빠르게 발전하는 현대사회 속 불균형한 식사와 스트레스, 수면 부족 등 건강에 대한 악화가 확산되는 가운데 접근성이 용이한 건강주스가 두각을 나타내고 있다(MAFRA & aT, 2019). 이렇듯 과일 및 채소를 섭취하는 중요성이 강조되며 건강에 대한 지속적인 관심이 이어지고 있으나, 다양한 과일 및 야채 주스의 혼합비율에 따른 품질 특성이나 생리활성 등을 연구한 경우는 매우 미미한 실정이다.

본 연구에서는 남녀노소의 건강과 건강 기능성 착즙 주스에 대한 관심이 증가하는 현대 사회의 소비 특성에 맞추어 휴대가 간편하고 섭취가 쉬운 착즙 주스의 형태로 사과, 당근, 비트를 이용한 건강 착즙 주스의 혼합비율별 이화학적 특성을 연구하며, 기능성을 극대화 시킬 수 있는 제조비율을 최적화하고, 사과와 당근혼합주스에 비트 착즙액의 첨가량을 달리한 주스의 품질 특성 및 항산화 활성 등의 연구를 통해 건강 기능성 착즙 주스의 개발 및 제품화를 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구는 국내에서 가장 규모가 큰 농수산물도매시장인 서울 송파구 가락시장에서 판매하는 신선한 청과를 실험재료로 사용하였다. 건강주스를 제조하기 위하여 가락시장에서 판매하는 사과(*Mallus pumila* Mill., Seoul, Korea), 당근(*Daucus carota* L., Seoul, Korea), 그리고 비트(*Beta vulgaris* L., Seoul, Korea)을 구입하여 사용하였다.

시료 제조

비트를 혼합비율별로 첨가하여 만든 사과 당근주스를 이용하여 제조한 기능성 주스는 선행 연구(Park, 2019)와 예비 실험을 통해 관능적인 요소들을 고안하여 수정 및

Table 1. Formular for apple and carrot mixed Juice with different amounts of beet

Ingredient	Samples (%) ¹⁾			
	CON	B0.1	B0.3	B0.5
Apple	100	100	100	100
Carrot	100	100	100	100
Beet	0	10	30	50

¹⁾ CON: apple and carrot mixed juice with beet 0%.
 B0.1: apple and carrot mixed juice with beet 5%.
 B0.3: apple and carrot mixed juice with beet 13%.
 B0.5: apple and carrot mixed juice with beet 20%.

보완하고 Table 1과 같이 비트의 혼합비율별로 사과, 당근 혼합주스를 제조하였다.

사과, 당근, 비트를 물로 깨끗이 세척하여 4등분으로 자른 뒤 녹즙기(Angel-juicer, Angelia 7000p, Korea)에 넣어 착즙 하였다. 착즙이 완료된 각 시료들은 전자저울(CAS, SW-1S, Korea)를 이용하여 계량하고, Table 1과 같이 각 시료들을 배합하였다.

이화학적 특성

pH, 총산도 및 가용성 고형분 측정

제조한 혼합 주스 시료군들의 pH 측정은 시료 5 g에 증류수 45 mL을 첨가하여 균질기(AM-7, Ni-honseiki Kaisha Co., Tokyo, Japan)에서 12,000 rpm으로 4분 동안 균질화하여 혼탁액을 10분간 원심분리 한 다음, 상등액만 pH meter (Lab 870, Schott Instruments, mginz, Germgny)를 이용하여 3회 반복 측정된 후 평균값으로 나타내었다.

제조한 혼합 주스 시료군들의 총산도 측정은 시료 약 10 mL를 100 mL 정용플라스크에 넣고 증류수를 가하여 100 mL로 정용 및 혼합 후, 혼합액 20 mL를 삼각 플라스크에 취한 후 1% 페놀프탈레인 시액을 지시약으로 가하고 0.1 N NaOH로 중화 적정하여 분홍빛으로 발색하는 점까지 적정하였다.

제조한 혼합 주스 시료군들의 가용성 고형분 측정은 시료 5 g에 증류수 45 mL을 첨가하여 실온에서 1시간 보관 후 디지털 가용성 고형분계(HI 96811, Hanna instruments, Romgna, Europe)를 이용하여 측정하였다.

색도 측정

제조한 혼합 주스 시료군들의 색도 측정은 색차계(Chromg Meter Cr-300, Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 명도(L-value, (100) white, ↔ black (0)), lightness) 적색도(a-value, (+) redness ↔ greenness (-)), redness), 황색도(b-value, (+) yellowness ↔ blueness (-)) 값을 측정하였으며, 각 시료 당 3회 반복 측정하여 그 평균값을 나타내었고, 표준 백색판(L=96.68, a=0.26, b=1.89)을 사용하여 측정하였다.

식이섬유 측정

제조한 혼합 주스 시료군들의 식이섬유 측정은 건조된 시료 두 개를 준비하고 이를 내열성 α -아밀라아제(Thermophile α -amylase), 프로테아제, 아밀로글루코시다제 효소로 연속적으로 분해하여 전분과 단백질을 제거하고, 10% 이상의 지방을 함유한 식품은 건조 전에 지방을 제거하여 측정하였다. 총 식이섬유(Total dietary fiber) 정량은 효소분해물에 녹아 있는 식이섬유를 에탄올로 처리하여 침전시켜 여과하고 에탄올과 아세톤으로 세척한 후, 건조하여 그 무게를 측정하였다. 물불용성 식이섬유(Insoluble dietary fiber)는 효소분해물을 여과하여 잔사(residue)를 따뜻한 물로 세척하고 그 무게를 확인하여 정량하였다. 수용성식이섬유(Soluble dietary fiber)는 IDF의 전처리과정에서 얻은 여과액과 세척액을 합하여 에탄올로 침전시킨 후 여과하여 잔류물을 건조하고 무게를 확인하여 정량하였다. 총 식이섬유, 물불용성 및 수용성식이섬유 함량계산 시 잔사의 무게 중 단백질 및 회분량은 보정하여 측정하였다.

무기질 측정

시료 5 g을 정확하게 칭량한 후 질산을 10 mL 넣고 microwave (mgRS 5, CEM Corporation, USA) 전처리 장치로 산분해하여 여과한 다음, 증류수를 가하여 100 mL 정용한 후 시험용액으로 사용하였다. 표준용액과 시험용액 blank를 ICP-OES (Varian, MPX, AUS)에 주입하여 분석하였다. 표준용액은 표준품(Wako, Japan)을 1,000 mg/L 되게 제조하고, 50% 질산으로 희석하여 사용하였다. Blank는 50% 질산을 사용하였다.

유리당 측정

유리당 분석은 Dionex ultimgte 3000 (Thermo Dionex, USA/pump, auto-sampler, oven) HPLC를 사용하였고, Chromeleon Ver. 6 software를 이용하였다. 유리당의 분리는 Sugar-pak (Waters, 300×6.5 mm, USA) column을 사용하였으며, column의 온도는 70°C로 하였다. 이동상은 water (Waters Co., Milford, mg, USA)를 이용하고, 유속은 0.5 mL/min으로 하였다. 시료 주입량은 10 μ L로 하여 Shodex RI-101 (Shodex, japan) detector에서 측정하였다.

총 폴리페놀 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법(Folin & Denis, 1912)을 변형하여 측정하였다. 시료 100 μ L에 500 μ L Folin-Ciocalteu's phenol reagent를 첨가하여 잘 혼합한 후 3분간 실온에 방치 후 10% Na₂CO₃ 600 μ L를 가하여 혼합하고 암실에서 1시간 방치한 후 원심분리기를 이용하여 12,000 × g에서 10분간 원심분리 후 상등액을 회수하여 720 nm에서 흡광도 측정하였다. Tannic acid를 이용하여

표준곡선 작성하고 함량을 계산하였다.

DPPH radical 소거능 측정

DPPH 라디칼 소거능은 Blois (1958)의 방법으로 측정하였으며, 0.1 mM DPPH (1, 1 diphenyl 2 picryl-hydrazyl Sigm Aldrich, St. Louis, MO, USA)는 ethanol 용액에 녹인 후 사용하였고, 시료용액 5 μ L와 DPPH 용액 950 μ L를 가하여 30분간 실온에 방치한 후 분광광도계(UV-1800, Shimadzu Corp., Kyoto, Japan)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거 활성은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 아래와 같이 계산하여 백분율로 나타내었다.

DPPH radical 소거능(%)

$$= (1 - \text{시료첨가구의 흡광도} / \text{시료 무첨가구의 흡광도}) \times 100$$

결과 및 고찰

이화학적 특성

pH, 총산도, 및 가용성 고형분 측정

제조한 혼합 주스 시료군들의 pH, 총산도 및 가용성 고형분을 측정한 결과는 Table 2와 같다.

pH는 각각 대조군(CON)이 5.14, 비트 혼합물 5%의 B0.1은 5.17, 비트 혼합물 13%의 B0.3은 5.23, 그리고 비트 혼합물 20%의 B0.5는 5.27로 비트 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 추세를 나타냈다($p < 0.001$).

이는 레드비트와 사과주스의 혼합비율에 따른 과채주스의 품질 특성 및 항산화 활성의 연구에서 비트 혼합물이

높을수록 pH가 비례하여 증가하였다는 연구 결과(Park, 2019)와 유사한 결과를 나타냈다.

총산도는 대조군(CON)이 0.83, 비트 혼합물 5%의 B0.1은 0.76, 비트 혼합물 13%의 B0.3은 0.70, 그리고 비트 혼합물 20%의 B0.5는 0.60로 나타났다. 이와 같은 결과는 각 시료군의 pH가 증가한 것과는 반비례하여 비트즙이 첨가될수록 더 낮은 산도를 나타냈는데, 이는 Kim & Kim (2009)의 연구에 따르면 유기산 함량이 적은 비트즙은 자체적으로 지닌 산도가 낮아진 결과와 일치하였으며 Lee et al. (2011)의 국내 시판 과일 및 채소 주스의 평균적인 산도인 0.23-0.76보다 높은 산도로 사과즙에 함유된 유기산 및 비타민 C의 영향으로 산도의 유의적인 차이를 나타내는 것으로 보인다.

가용성 고형분은 대조군(CON)이 11.72, 비트 혼합물 5%의 B0.1은 12.52, 비트 혼합물 13%의 B0.3은 12.42 그리고 비트 혼합물 20%의 B0.5는 12.12로 나타났다. 비트착즙액이 첨가되지 않은 대조군의 가용성 고형분이 함량이 가장 낮았지만, 비트 혼합물 5%의 B0.1이 가장 높은 가용성 고형분이 함량을 보이며 B0.1>B0.3>B0.5>CON 순으로 높았다. 이러한 결과는 Lee et al. (2011)의 국내 시판 중인 과일 및 채소 주스의 평균 범위인 11.2-17.6와 비교해 보았을 때 일반적인 가용성 고형분 함량 범위 내에 속하는 것으로 나타났다.

색도

제조한 혼합 주스 시료군의 색도는 Table 3과 같았다. 명도는 비트 첨가율이 0%인 대조군(CON)이 가장 높았고 비트 첨가율이 반비례하여 감소하는 것으로 보인다. 이는 Park (2019)의 레드비트와 사과주스의 혼합비율에 따른

Table 2. pH, acidity and soluble solid contents of apple and carrot mixed Juice with different amounts of beet

	CON ¹⁾	B0.1	B0.3	B0.5	F value	p value
pH	5.14±0.032 ^{2)d3)}	5.17±0.008 ^c	5.23±0.003 ^b	5.27±0.003 ^a	63.984 ^{***}	.000
Acidity	0.83±0.057 ^{2)a3)}	0.76±0.057 ^{ab}	0.70±0.000 ^b	0.60±0.000 ^c	17.833 ^{***}	.001
Soluble solid contents	11.72±0.044 ^{2)c3)}	12.52±0.109 ^a	12.42±0.228 ^a	12.12±0.083 ^b	35.388 ^{***}	.000

¹⁾Abbreviation are referred Table 1.

²⁾All values are Mean±S.D. (n=3).

³⁾Mean±S.D. with different superscript within a row (^{a-c}) are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

⁴⁾*** $p < 0.001$.

Table 3. Hunter's color values of apple and carrot mixed Juice with different amounts of beet

Samples ¹⁾	CON	B0.1	B0.3	B0.5	F value	p value	
Colors	L	24.38±0.258 ^{2)a3)}	19.50±0.187 ^b	17.54±0.230 ^c	15.54±0.270 ^d	1,259.275 ^{***}	.000
	a	8.28±1.025 ^a	6.80±0.412 ^b	4.42±0.476 ^c	2.40±0.141 ^d	91.637 ^{***}	.000
	b	4.52±1.314 ^a	0.28±0.238 ^b	-1.34±0.378 ^c	-2.16±0.384 ^c	85.293 ^{***}	.000

¹⁾Abbreviation are referred Table 1.

²⁾All values are Mean±S.D. (n=3).

³⁾Mean±S.D. with different superscript within a row (^{a-d}) are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

⁴⁾*** $p < 0.001$

과채주스의 명도와 유사한 경향을 보였다. 황색도와 적색도도 비트즙 첨가율이 높아질수록 감소하는 추세를 보였는데, 이는 비트즙이 첨가될수록 적색도가 증가하며 황색도는 감소하였다는 Park (2019)의 연구결과와 비교했을 때 황색도는 밝은 색을 띠는 사과와 당근이 첨가될수록 높게 나오는 결과와 유사했지만, 비트즙이 첨가될수록 적색도가 증가했다는 결과와는 일치하지 않았다. 이는 Son et al. (2008)이 보고한 비트즙을 첨가한 당근 주스의 색도 측정에서 나타난 결과에서 비트 함량이 높아질수록 감소하는 황색도와는 유사한 결과를 보였으나, 비트 함량이 높아질수록 증가하는 적색도 결과와는 상반된 결과를 나타냈다. 하지만 Kang et al. (2014)의 연구에서 로열젤리 분말 첨가량이 증가할수록 적색도와 황색도가 유의적으로 감소하였다고 보고하며 이러한 결과는 로열젤리 속의 단백질과 지방성분들이 제조 중 용해되지 않고 분산되어 묻혀져 불투명하며 색이 진해진 결과라 하였는데 본 연구와 일치하는 결과를 나타냈으며 제조과정 중 비트의 단백질과 지방 성분에 의해 영향을 받은 것으로 사료된다.

식이섬유 측정

제조한 혼합 주스 시료군의 식이섬유 함유량은 Table 4와 같다. 식이섬유 함량은 대조군(CON)이 0.17 mg/L, 비트 혼합물 5%의 B0.1은 0.20 mg/L, 비트 혼합물 13%의 B0.3은 0.18 mg/L, 그리고 비트 혼합물 20%의 B0.5는 0.18 mg/L로 B0.1의 식이섬유 함량이 가장 높은 것으로 나타났다($p<0.001$). 이는 채소류와 과일류의 식이섬유 함량을 연구한 Hwang et al. (1996)의 보고와 비교해봤을 때 당근 3.16 mg/L, 사과 1.5 mg/L 보다 낮은 식이섬유

Table 4. Dietary fiber content of apple and carrot mixed Juice with different amounts of beet (wet basis, unit; mg/L)

Samples ¹⁾	Dietary fiber content
CON	0.17±0.01 ^a
B0.1	0.20±0.01 ^b
B0.3	0.18±0.01 ^a
B0.5	0.18±0.00 ^a

¹⁾Abbreviation are referred Table 1.

²⁾All values are Mean±S.D.

³⁾Mean±S.D. with different superscript within a column (^{a-b}) are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

Table 5. Mineral content of apple and carrot mixed Juice with different amounts of beet

(unit: mg/L)

Samples	Zn	Mn	Fe	P	Ca	Na	Mg	K
CON	0.857±0.004 ^d	0.249±0.002 ^a	0.286±0.001 ^d	181.179±2.715 ^a	82.544±0.901 ^d	144.759±1.985 ^a	41.857±0.230 ^a	1,778.327±21.624 ^a
B0.1	0.205±0.001 ^a	0.352±0.002 ^b	0.203±0.001 ^c	222.478±6.240 ^b	32.426±0.177 ^b	262.716±2.004 ^d	99.694±0.420 ^c	2,140.606±49.992 ^b
B0.3	0.231±0.002 ^b	1.785±0.010 ^c	0.087±0.001 ^a	262.656±0.376 ^c	56.537±0.184 ^c	220.589±0.815 ^b	90.261±0.270 ^b	2,237.939±6.192 ^c
B0.5	0.271±0.002 ^c	2.614±0.012 ^d	0.093±0.001 ^b	183.342±2.314 ^d	30.214±0.036 ^a	228.576±0.219 ^c	101.689±0.115 ^d	2,346.611±4.321 ^d

¹⁾Abbreviation are referred Table 1.

²⁾All values are Mean±S.D. (n=3)

³⁾Mean±S.D. with different superscript within a column (^{a-d}) are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

⁴⁾ $p<0.001$

함량을 보이는 것으로 나타났다. 이는 시료를 제조하는 분쇄, 착즙 과정에서 사과, 당근, 비트의 과육에 함유되어 있는 다량의 식이섬유가 손실된 것으로 사료된다.

무기질 측정

제조한 혼합 주스 시료군의 무기질 함유량은 Table 5와 같다. 건강 주스의 대조군(CON)의 무기질 아연(Zn)은 0.857 mg/L, 망간(Mn)은 0.249 mg/L, 철(Fe)는 0.286 mg/L, 인(P)은 181.179 mg/L, 칼슘(Ca)은 82.544 mg/L, 나트륨(Na)은 144.759 mg/L, 마그네슘(Mg)은 41.857 mg/L, 칼륨(K)은 1778.327 mg/L으로 나타났다. 비트 혼합물 5%의 B0.1의 무기질 아연(Zn)은 0.205 mg/L, 망간(Mn)은 0.352 mg/L, 철(Fe)는 0.203 mg/L, 인(P)은 222.478 mg/L, 칼슘(Ca)은 32.426 mg/L, 나트륨(Na)은 262.716 mg/L, 마그네슘(Mg)은 99.694 mg/L, 칼륨(K)은 2140.606 mg/L으로 나타났다. 비트 혼합물 13%의 B0.3의 무기질 아연(Zn)은 0.231 mg/L, 망간(Mn)은 1.785 mg/L, 철(Fe)는 0.087 mg/L, 인(P)은 262.656 mg/L, 칼슘(Ca)은 56.537 mg/L, 나트륨(Na)은 220.589 mg/L, 마그네슘(Mg)은 90.261 mg/L, 칼륨(K)은 2237.939 mg/L으로 나타났다. 비트 혼합물 20%의 B0.5의 무기질 아연(Zn)은 0.271 mg/L, 망간(Mn)은 2.614 mg/L, 철(Fe)는 0.093 mg/L, 인(P)은 183.342 mg/L, 칼슘(Ca)은 30.214 mg/L, 나트륨(Na)은 228.576 mg/L, 마그네슘(Mg)은 101.689 mg/L, 칼륨(K)은 2,346.611 mg/L으로 나타났다.

이는 Kim et al. (2007)의 연구에서 상용 과일과 채소의 무기질 함량과 다소 차이는 있지만 비슷한 경향을 보이는 것으로 나타났다. 본 연구와 같이 사과, 당근, 및 비트의 혼합주스의 무기질 결과와 다른 연구들의 결과 차이는 각 시료들이 착즙된 형태가 아닌 과육을 분석하여 결과가 상이하게 나타난 것으로 사료된다. 제조한 혼합 주스 시료군의 무기질 함유량 중 아연(Zn), 철(Fe), 칼슘(Ca)은 대조군(CON)이 가장 높았으며, 망간(Mn), 마그네슘(Mg), 칼륨(K)은 B0.5가 가장 높았고, 나트륨(Na)과 인(P)은 각각 B0.1과 B0.3 주스가 가장 높게 나타났다.

유리당 측정

제조한 혼합 주스 시료군의 유리당은 Table 6와 같이 사

Table 6. Free sugars content of apple and carrot mixed Juice with different amounts of beet

Samples ¹⁾	Sucrose	Glucose	Fructose	mannitol	sorbitol
CON	40,993.12±130.82 ^a	26,302.80±91.95	44,600.15±34.44 ^c	185.85±8.41 ^b	2,045.09±33.51 ^c
B0.1	43,782.49±214.73 ^b	26,606.66±77.46	44,694.21±157.44 ^c	179.06±11.33 ^b	2,067.15±44.58 ^c
B0.3	44,246.88±88.86 ^c	24,721.31±13.07	41,467.70±54.25 ^b	175.35±12.57 ^{ab}	1,908.47±18.66 ^b
B0.5	44,849.43±333.61 ^d	23,054.32±184.08	38,403.62±227.33 ^c	157.63±7.74 ^a	1,743.21±23.13 ^a

¹⁾Abbreviation are referred Table 1.

²⁾All values are Mean±S.D. (n=3)

³⁾Mean±S.D. with different superscript within a column (^{a-d}) are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

⁴⁾ $p<0.001$

당(sucrose), 포도당(glucose), 과당(fructose), 만니톨(mannitol)과 소르비톨(sorbitol)을 측정하였다. 대조군(CON)의 유리당은 자당 40,993.12 mg/L, 포도당 26,302.80 mg/L, 과당 44,600.15 mg/L, 만니톨 185.85 mg/L, 그리고 소르비톨 2,045.09 mg/L로 나타났다. 또한 B0.1의 유리당은 자당 43,782.49 mg/L, 포도당 26,606.66 mg/L, 과당 44,649.21 mg/L, 만니톨 179.06 mg/L, 그리고 소르비톨 2,067.15 mg/L로 나타났다.

또한 B0.3의 유리당은 자당 44,246.88 mg/L, 포도당 24,721.31 mg/L, 과당 41,467.70 mg/L, 만니톨 175.35 mg/L, 그리고 소르비톨 1,908.47 mg/L로 나타났으며, B0.5의 유리당은 자당 44,849.43 mg/L, 포도당 23,054.32 mg/L, 과당 38,403.62 mg/L, 만니톨 157.63 mg/L, 그리고 소르비톨 1,743.21 mg/L로 나타났다.

이와같이 본 연구에서는 대조군과 비교하여 비트 착즙액의 첨가량이 증가할 수록 자당은 증가하였으나 포도당, 과당, 만니톨, 솔비톨은 감소하는 경향을 보였다.

이는 Park et al. (2020)이 보고한 국내에서 재배된 레드 비트의 유리당인 자당 4.66 g/100 g, 과당 0.11 g/100 g, 포도당 0.18 g/100 g이며, Wruss et al. (2015)이 7종의 레드비트로 제조한 주스의 유리당은 비트의 첨가율이 높아질수록 제조한 혼합 주스 시료군의 유리당 함량 중 자당이 증가한다는 결과와 유사한 것으로 나타났다.

DPPH radical 소거능과 총폴리페놀 함량

제조한 혼합 주스 시료군의 DPPH radical 소거능과 총 폴리페놀 함량 측정 결과는 Fig. 1 및 Fig. 2와 같다. DPPH radical 소거능 측정결과는 대조군(CON) 14.06로, B0.1은 30.95, B0.3은 45.56, 마지막으로 B0.5는 51.39로 나타났다. 이러한 결과는 비트착즙액이 첨가될 때마다 더욱 높은 DPPH 소거능이 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다($p<0.001$). 총폴리페놀 함량결과는 대조군(CON) 폴리페놀 함량 26.86로, 비트 혼합물 5%의 B0.1은 33.06, 비트 혼합물 13%의 B0.3은 35.32, 그리고 비트 혼합물 20%의 B0.5는 35.19로 비트의 함량이 증가할수록 폴리페놀의 함량 역시 증가하는 추세를 보였다.

DPPH 소거능의 증가경향은 총 폴리페놀 화합물의 함량

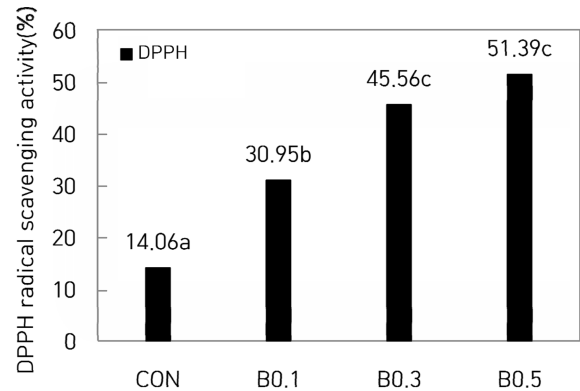


Fig. 1. DPPH radical scavenging activities of apple and carrot mixed Juice with different amounts of beet. CON: red beet extract 0%, B0.1: red beet extract 5%, B0.3: red beet extract 13%, B0.5: red beet extract 20%. Each value is Mean±S.D. Values with different letters above the bars are significantly different at $p<0.05$ according to Duncan's multiple range test.

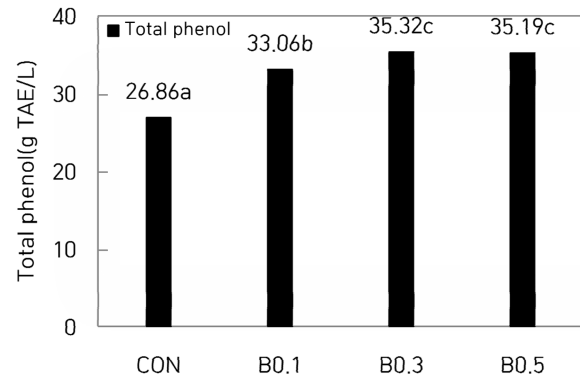


Fig 2. Total polyphenol of apple and carrot mixed Juice with different amounts of beet. CON: red beet extract 0%, B0.1: red beet extract 5%, B0.3: red beet extract 13%, B0.5: red beet extract 20%. Each value is Mean±S.D. Values with different letters above the bars are significantly different at $p<0.05$ according to Duncan's multiple range test.

과 비례적인 상관관계가 있다는 여러 연구 결과들에 기인했을 때, 본 연구의 결과는 폴리페놀과 소거 활동이 밀접한 상관관계를 지닌 것을 확인할 수 있었다. Park (2019)의 레드비트와 사과주스의 DPPH 소거능 또한 폴리페놀 함량이 높은 주스에서 더 높은 측정치를 보이며 본 연구

와 유사한 결과를 나타냈지만, 본 연구에서의 폴리페놀은 B0.3 > B0.5 > B0.1 > CON 순으로 높은 함량을 보인 반면, DPPH 소거능 측정치는 B0.5 > B0.3 > B0.1 > CON 순으로 폴리페놀 함량이 가장 높은 B0.3보다 DPPH 소거능 측정치는 B0.5가 더 높았다. 하지만 B0.3과 B0.5의 폴리페놀 수치는 크게 차이가 나지 않은 것으로 나타났다, 이러한 결과의 차이는 시료 추출 과정 및 방법이 상이하기 때문인 것으로 보여진다.

과채주스의 총 폴리페놀 성분은 인체에 흡수되어 체내의 활성산소를 소거할 수 있는 모든 성분들을 의미하며, 이는 신체의 항산화 기능과 연관이 밀접하다(Lee et al., 2008). 따라서 높은 폴리페놀 함량을 지닐수록 더욱 더 뛰어난 항산화능을 지니는 것인데, 본 연구에서의 B0.3 주스가 가장 뛰어난 항산화능을 나타냈다. 비트착즙액이 첨가될수록 폴리페놀 함량이 증가하는 추세를 지닌 것은 Park (2019)의 연구에서처럼 비트즙 함량이 높을수록 높은 폴리페놀 함량을 보인 것과 일치하는 경향을 나타냈다.

결론 및 요약

사과와 당근 혼합주스에 비트 착즙액의 첨가량을 달리한 주스의 품질 특성 및 항산화 활성 등의 연구를 통해 건강 기능성 착즙 주스의 개발 및 제품화를 위한 기초자료를 제공하고자 연구하였으며 그 결과는 다음과 같다.

제조한 혼합 주스 시료군의 pH는 각각 대조군(CON)이 5.14, 비트 혼합물 5%의 B0.1은 5.17, 비트 혼합물 13%의 B0.3은 5.23, 그리고 비트 혼합물 20%의 B0.5는 5.27로 비트 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 추세를 나타냈다($p < 0.001$). 총산도는 대조군(CON)이 0.83, 비트 혼합물 5%의 B0.1은 0.76, 비트 혼합물 13%의 B0.3은 0.70, 그리고 비트 혼합물 20%의 B0.5는 0.60로 나타났다. 가용성 고형분은 대조군(CON)이 11.72, 비트 혼합물 5%의 B0.1은 12.52, 비트 혼합물 13%의 B0.3은 12.42 그리고 비트 혼합물 20%의 B0.5는 12.12로 나타났다.

색도는 명도가 비트 첨가율이 0%인 대조군(CON)이 가장 높았고 비트 첨가율이 반비례하여 감소하는 것으로 나타났다. 황색도와 적색도도 비트즙 첨가율이 높아질수록 감소하는 추세를 보였다.

식이섬유는 대조군(CON)이 0.17 mg/L, 비트 혼합물 5%의 B0.1은 0.20 mg/L, 비트 혼합물 13%의 B0.3은 0.18 mg/L, 그리고 비트 혼합물 20%의 B0.5는 0.18 mg/L로 B0.1의 식이섬유 함량이 가장 높은 것으로 나타났다.

무기질은 아연(Zn), 철(Fe), 칼슘(Ca)은 대조군(CON)이 가장 높았으며, 망간(Mn), 마그네슘(Mg), 칼륨(K)은 B0.5가 가장 높았고, 나트륨(Na)과 인(P)은 각각 B0.1과 B0.3 주스가 가장 높게 나타났다.

유리당은 대조군과 비교하여 비트 착즙액의 첨가량이

증가할 수록 자당은 증가하였으나 포도당, 과당, 만니톨, 솔비톨은 감소하는 경향을 보였다.

DPPH radical 소거능은 대조군 14.06로, B0.1은 30.95, B0.3은 45.56, B0.5는 51.39로 비트착즙액이 첨가량이 증가할수록 DPPH 소거능이 유의적으로 증가하였다.

총폴리페놀 함량은 대조군(CON)의 폴리페놀 함량 26.86로, 비트 혼합물 5%의 B0.1은 33.06, 비트 혼합물 13%의 B0.3은 35.32, 그리고 비트 혼합물 20%의 B0.5는 35.19로 비트의 함량이 증가할수록 폴리페놀의 함량 역시 증가하는 추세를 보였다.

따라서 비트 착즙액의 첨가량을 달리한 사과, 당근 혼합주스의 제조 시 적정 혼합비율은 이화학적 품질 특성과 항산화력을 고려하여 비트 함량 13%의 B0.3 혼합주스가 가장 적합한 것으로 나타났으며 제품의 상품성과 기능성을 올리는 제조 최적화 방법으로 사료된다.

References

- Azung K, Nakayamg M, Koshioka M, Ippoushi K, Yamguchi Y, Kohata K, Yamguchi Y, Ito H, Higashio H. 1999. Phenolic antioxidants from the leaves of *Corchorusolitorius* L. *J. Agric. Food Chem.* 47: 3963-3966.
- Bae YJ, Lee KH, Yu K. 2020. Fruit consumption by fruit type and its relation to metabolic factors in Korean adults-2016 Korean national health and nutrition survey. *Korean J. Food Nutr.* 33: 721-731.
- Bang HS, Seo DY, Chung YM, Oh KM, Park JH, Arturo F, Jeong SH, Kim NR, Han J. 2014. Ursolic Acid-Induced Elevation of Serum Irisin Augments Muscle Strength During Resistance Training in Men. *Korean J. Physiol. Pharmacol.* 18: 441-446.
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
- Boyer J, Liu RH. 2004. Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutr. J.* 3: 5-15.
- Cho Y, Choi MY. 2010. Quality Characteristics of Jelly Containing Added Turmeric (*Curcuma longa* L.) and Beet (*Beta vulgaris* L.). *Korean J. Soc. Food Cook. Sci.* 26: 481-489.
- Folin O, Dennis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J. Biol Chem* 12: 239-243.
- Hu D, Huang J, Wang Y, Zhang D, Qu Y. 2014. Fruits and vegetables consumption and risk of stroke: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Stroke* 45: 1613-1619.
- Hwang SH, Kim JI, Sung CJ. 1996. Analysis of dietary fiber content of some vegetables, mushrooms, fruits and seaweeds. *Korean J. Nutr.* 29: 89-96.
- Jang JR, Kim KK, Lim SY. 2009. Effects of solvent extracts from dried beet (*Beta vulgaris*) on antioxidant in cell system and growth of humn cancer cell lines. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 38: 832-838.
- Jeong HR, Jo YN, Jeong JH, Jin DE, SOng BG, Heo HJ. 2011. Whitening and anti-wrinkle effects of apple extracts. *Korean J. Food Preserv.* 18: 597-603.
- Kang HJ, Choi ES, Yoon JM, Moon MS, Kim KS & Kim YH. 2014. Preparation and quality characteristics of royal jelly added

- stick jelly. *J. Apic.* 29: 167-171.
- Kim E, Ju SY. 2020. Association of fruit and vegetable consumption with asthma: based on 2013-2017 Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *J. Nutr. Health.* 53: 406-415.
- Kim JH, Kim MJ, Oh HK, Chang MJ, Kim SH. 2007. Seasonal variation of mineral nutrients in Korean common fruits and vegetables. *J. East Asian Soc. Diet. Life* 17: 860-875.
- Kim JY, Kim HK. 2009. Physiological activity of redbeet. *Bulletin of Food Technology* 22: 537-543.
- Kim MK, Kim MH, Yu MS, Song YB, Seo WJ, Song KB. 2009. Dehydration of carrot slice using polyethylene glycol and mgltodextrin and comparison with other drying methods. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 38: 111-115.
- Kowalski SJ, Szadzińska J. 2014. Kinetics and quality aspects of beet roots dried in non-stationary conditions. *Drying Technol.* 32: 1310-1318.
- Lee HA, Kim HS. 2020. Comparison of nutrient intake between hypercholesterolemic and normgl groups based on the 6th Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Korean J. Community Nutr.* 25: 396-405.
- Lee HR, Jung BR, Park JY, Hwang IW, Kim SK, Choi JU et al. 2008. Antioxidant activity and total phenolic contents of grape juice products in the Korean market. *Korean J. Food Preserv.* 15: 445-449.
- Lee MH, Kim MS, Shin HG, Sohn HY. 2011. Evaluation of antimicrobial, antioxidant, and antithrombin activity of domestic fruit and vegetable juice. *Korean J. Microbiol. Biotechnol.* 39: 146-152.
- Ministry of Agriculture Food and Rural Affairs. Korea Agro-Fisheries and Food Distribution Corporation. Available from: <http://www.atfis.or.kr/article/M001050000/view.do?articleId=3302> Accessed Dec. 14, 2019.
- Park SY, Lee JH, Kim BM, Baik SJ, Lee SH, Nam JS. 2020. Comparison of nutritional components of beets from three different *Beta vulgaris* L. Cultivars in Korea. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 49: 969-976.
- Park YG, Kang YH. 2004. Effect of single cell of carrot and radish on the fecal excretion properties, mineral absorption rate and structure of small intestine and colon in rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 33: 505-511.
- Park YO. 2019. Quality Characteristics and antioxidant activities of combined fruit and vegetable juice according to the mixing ratio of red beet and apple juice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 48: 1253-1261.
- Ravichandran K, Ahmed AR, Knorr D, Smetanska I. 2012. The effect of different processing methods on phenolic acid content and antioxidant activity of red beet. *Food Res Int.* 48: 16-20.
- Reddy VP, Zhu X, Perry G, Smith mg. 2009. Oxidative stress in diabetes and Alzheimer's disease. *J. Alzheimers Dis.* 16: 763-774.
- Rural Development Administration. 2019. Western vegetable. Available from: lib.rda.go.kr. Accessed July 19.
- Sharmg KD, Karki S, Thakur NS, Attri A. 2012. Chemical composition, functional properties and processing of carrot-a review. *J. Food Sci. Technol.* 49: 22-32.
- Son MJ, Son SJ, Lee SP. 2008. Physicochemical properties of carrot juice containing *Phellinus linteus* Extract and beet extract fermented by *Leuconostoc mesenteroides* SM. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 37: 798-804.
- Vinson JA, Su X, Zubic L, Bose P. 2001. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: fruits. *J. Agr. Food Chem.* 49: 5315-5321.
- Wruss J, Waldenberger G, Huemer S, Uygun P, Lanzerstorfer P, Müller U, et al. 2015. Compositional characteristics of commercial beetroot products and beetroot juice prepared from seven beetroot varieties grown in Upper Austria. *J. Food Compos. Anal.* 42: 46-55.
- Yun HJ, Lim SY, Hur JM, Jeong JW, Yang SH, Kim DH. 2007. Changes of functional compounds in, and texture characteristics of apples, during post-irradiation storage at different temperatures. *Korean J. Food Preserv.* 14: 239-246.

Author information

정연희: 신한대학교 대학원 바이오식품의식산업학과 박사과정
 안선정: 신한대학교 식품조리과학부 교수