

Quality characteristics and antioxidant activity of black *Doraji*-apple juice mixed with jujube extracts

Ja-Min Kim¹, Yong-Sun Moon², Kyung-Young Yoon^{1*}

¹Department of Food and Nutrition, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea

²Department of Horticulture, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea

대추 추출물이 첨가된 흑도라지 사과주스의 품질 특성 및 항산화 활성

김자민¹ · 문용선² · 윤경영^{1*}

¹영남대학교 식품영양학과, ²영남대학교 원예학과

Abstract

This study was conducted to investigate the physicochemical properties and antioxidant activity of black *Doraji*-apple juice to increase the utilization of *Doraji*, which is known as a high-functional horticultural crop. To prepare the black *Doraji*, it was steamed for 15 days at 60°C and was then dried at 30°C for 3 h. The five types of black *Doraji*-apple juice were prepared based on different mixing ratios of black *Doraji* extract, apple extract, and jujube extract. The mixing ratios of black *Doraji* extract, apple extract, and jujube extract were 3:3:1, 4:2:1, 2:4:1, 2:2:1, and 2:6:1 for samples A, B, C, D, and E, respectively. The pH and acidity of black *Doraji*-apple juice were within the ranges of 3.9-4.15 and 1.26-1.51%, respectively. Black *Doraji*-apple juice E showed the highest sugar content (9.33 °Brix), reducing sugar content (85.05 mg/mL), and sugar content/acid ratio (6.98). Based on the sensory evaluation, sample C was most preferable in terms of color, taste, sugar-acid ratio, and overall preference, except for the flavor. Black *Doraji*-apple juice D showed a higher total polyphenol content (706 µg/mL) than sample C (586.22 µg/mL), but there was no statistically significant difference between samples C and D in terms of antioxidant activities. Therefore, it is suggested that the best mixing ratio of black *Doraji* extract, apple extract, and jujube extract for the production of the best black *Doraji*-apple juice with excellent taste and antioxidant activities is 2:4:1 (sample C).

Key words : *Platycodon grandiflorum*, apple, jujube, mixing ratio, antioxidant activity

서 론

도라지(*Platycodon grandiflorum*)는 섬유질이 풍부하고 칼슘과 철이 많이 함유된 알칼리성 식품으로 거담작용, 진해작용, 해열, 진통 등의 약리작용이 있는 것으로 알려져 있다(1). 그 외에 보고된 주요 약리효과로는 항염증작용, 중추억제작용, 혈압강화작용, 항choline 효능성 작용, 용혈작용이 보고되고 있다. 현재까지 알려진 도라지에 관한 연구는 일반성분, 약리성분, 기관지 효능과 장생 도라지의 화학성분과 생리활성 및 건강기능식품 개발 등이 있으며, 도라지에서 추출한 사포닌의 항비만효과와 HPLC를 이용

한 도라지의 사포닌 분석 등이 있다(2-6). 도라지는 분말, 청, 즙, 환 등의 형태로 주로 유통되며 최근에는 도라지의 활용을 증가시키는 방법의 일환으로 흑도라지가 고안되었는데, 흑도라지는 증숙의 방법을 통해 만들어진다(7).

증숙이란 한방에서 흔히 찌서 익히는 것을 말하며, 일정한 온도에서 습열한 공기를 제공하여 숙성하는 방법으로 홍삼을 제조하는데 많이 사용되어 온 방법이다. 증숙된 도라지는 숙성 중 형성된 갈색물질로 인해 풍미와 색상이 개선되었으며, 생도라지에 비해 사포닌, 폴리페놀 함량과 항산화 및 항균활성이 높아 기능성 식품소재로서의 이용성이 크게 증가될 수 있음이 확인되었다(8-9).

사과(*Malus domestica*)는 쌍떡잎식물 장미목 장미과의 낙엽교목의 식물인 사과나무의 열매로서 유기산과 당류와

*Corresponding author. E-mail : yoonky2441@ynu.ac.kr
Phone : 82-53-810-2878, Fax : 82-53-810-4768

같은 기호성 성분 이외에도 식이섬유, 비타민, 미네랄 성분 및 항산화 물질을 다량 함유하여 심혈관계 질환 및 암 등 성인병을 예방하는 효과가 있다. 이러한 사과는 주로 주스, 잼 등과 같은 형태로 가공하여 소비되고 있으며 주스 및 음료 형태가 사과 가공품의 90% 이상을 차지하며 소비량 또한 꾸준히 증가하고 있다(10).

대추(*Zizyphus jujuba*)는 갈매나무과(Rhamnaceae)에 속하는 낙엽활엽교목으로 껍질성 물질이 풍부한 식품으로 비타민 C의 함량이 높고 노화를 방지하는 효과가 있으며(11), 뇌출혈과 고혈압의 예방 등 순환기 계통의 건강유지에 그 약리효과가 크다고 알려져 있다(12). 이러한 대추는 고유의 단맛으로 기호도가 높아 우리 식생활에 깊은 연관이 있으며, 가공식품 제조 시 관능적 특성을 상승시켜주므로 많이 활용되고 있다.

최근 생활수준의 향상과 사회구조의 변화와 함께 건강한 식생활에 대한 중요성이 증가하면서 천연물 유래의 건강기능식품과 과일과 채소 등 자연웰빙식품에 대한 관심도 증가하였다. 이처럼 국내 소비자들의 건강에 대한 관심의 증가로 인해 식품선택 패턴이 변하고 있으며 특히 거의 매일 섭취하는 음료에서 강하게 나타나고 있는 추세이다. 과일 및 야채를 가공하여 제조한 천연주스는 소비자들이 쉽게 섭취할 수 있다는 장점과 함께 유용 폴리페놀 및 다량의 식이섬유에 의한 장관계 질환 예방, 세포노화억제 및 항산화 효과 등을 나타내는 것으로 알려져 있어 그 소비가 늘어나고 있다(13).

그러나 아직까지 국내에서는 이러한 다양한 과일과 채소를 혼합한 가공식품의 연구가 미비하며, 특히 도라지를 활용한 흑도라지의 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 흑도라지 추출물, 사과즙, 대추 추출물을 배합하여 흑도라지 사과주스를 제조하고 품질특성을 평가함으로써 흑도라지를 이용한 건강음료 개발의 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 도라지(*Platycodon grandiflorum*)는 경상북도 영주에서 재배된 3년근을 사용하였으며 사과즙은 (주)허니플(Cheongsong, Korea)에서 제조된 사과즙을 사용하였고, 대추(*Zizyphus jujuba*)는 경산축산농협(Gyeonsan, Korea)에서 구매한 것을 사용하였다.

추출물 제조

흑도라지는 Lee 등(8)의 방법에 따라 제조하였다. 즉, 세척된 도라지를 향온기(BJP-1033FW, Lihom-Cuchen, Seoul, Korea)에서 60°C에서 15일간 증숙하였고, dry oven(Vision

Scientific Co., Seoul, Korea)을 이용하여 30°C에서 3시간 건조하여 흑도라지를 제조하였다. 흑도라지 추출액은 흑도라지 50 g에 물 1 L를 첨가하여 압력솥(BJP-1033FW, Lihom crystal, Cheonan, Korea) 탕기능에서 60분 3회 반복하여 추출한 후 여과하여 사용하였다. 위의 과정으로 얻은 흑도라지 추출액의 가용성 고형분 함량은 2 °Brix였다. 사과즙은 엄선된 사과(*Malus domestica*, 'Fuji')를 초음파 세척기로 세척한 후, 파쇄기를 통해서 파쇄 및 착즙의 과정을 거친 후 포장하여 제조된 것을 사용하였으며, 사과즙의 가용성 고형분 함량은 15 °Brix이었다. 대추 추출액은 대추 300 g에 물 3 L를 넣어 100°C에서 30분간 끓인 후 대추를 으갠 다음, 85°C~95°C에서 약 1시간 끓인 후 여과하여 사용하였다. 위의 과정에서 얻은 대추 추출액의 가용성 고형분 함량은 8 °Brix였다.

흑도라지 사과주스 혼합비율 설정

흑도라지 사과주스 혼합비율은 Table 1과 같다. 혼합비율은 예비실험과 도라지 배즙의 도라지즙 함유량(14)을 참고하여 5가지 혼합비율을 설정하였다.

Table 1. Mixing ratio of black *Doraji*, apple and jujube extracts for production of black *Doraji*-apple juice

Sample	Mixing ratio (%)			Final mixing ratio of black <i>Doraji</i> , apple and jujube extracts
	Black <i>Doraji</i> extract	Apple extract	Jujube extract	
A	42.86	42.86	14.28	3 : 3 : 1
B	57.14	28.58	14.28	4 : 2 : 1
C	28.58	57.14	14.28	2 : 4 : 1
D	40.00	40.00	20.00	2 : 4 : 1
E	22.22	66.67	11.10	2 : 6 : 1

pH 및 적정산도

혼합비율에 따른 흑도라지 사과주스의 pH는 pH meter(Orion 3 star Benchtop, Thermo Orion, Beverly, MA, USA)로 측정하였고, 산도는 흑도라지 사과주스 4 mL에 멸균된 증류수 20 mL를 가하고 vortex한 후 0.1 N NaOH로 pH가 8.2가 될 때까지 적정하여 측정하였으며, malic acid로 환산하였다.

당도와 환원당 함량

당도는 당도계(N-1E, Atago, Tokyo, Japan)로 측정하였고, 환원당 함량은 각각의 시험관에 시료 1 mL와 DNS(3,5-dinitrosalicylic acid) 1 mL를 넣고, 끓는 물에서 10분 동안 중탕시켜 상온에서 충분히 냉각시킨 다음, 증류수 3 mL를 넣어 550 nm에서 흡광도를 측정(U-2900, Hitachi, Tokyo, Japan)하였다. 환원당 함량은 glucose(Sigma, St Louis, MO, USA)를 표준물질로 하여 작성한 검량선으로부터 환산하였다.

색도

색도는 색차계(CR-300, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 Hunter값(L값=명도, a=적색도, b=황색도)으로 표시하였으며, 백색판을 기준으로 혼합비율별 흑도라지 사과주스를 각각 3회 반복 측정하였다.

관능평가

혼합비율에 따른 흑도라지 사과주스의 관능평가는 식품 영양학과 학부생 및 대학원생 30명을 대상으로 실시하였다. 흑도라지 사과주스의 색과 맛, 향에 대해 Likert 5점 척도(매우 좋다: 5점, 좋다: 4점, 보통: 3점, 나쁘다: 2점, 매우 나쁘다: 1점)를 이용하여 평가하였다.

총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법(15)을 변형하여 측정하였다. 즉, 혼합비율에 따른 흑도라지 사과주스를 0.2 mL 씩 시험관에 취하여 여기에 0.2 mL Folin-Ciocalteu's phenol reagent를 첨가하여 잘 혼합한 후 3분간 실온에 방치하였다. 3분 후 10% Na₂CO₃ 0.4 mL를 가하여 혼합하고 증류수 4 mL를 첨가하여 실온의 암실에 1시간 방치한 후 725 nm에서 흡광도를 측정(U-2900, Hitachi)하였다. 이때 총 폴리페놀 화합물은 tannic acid(Sigma)를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 함량을 구하였다.

DPPH radical 소거능

DPPH radical 소거능은 Blois(16)의 방법에 준하여 안정한 free radical인 DPPH 라디칼에 대한 시료 용액과의 전자공여 효과로 이 반응에 의해 DPPH radical이 감소하는 정도를 spectrophotometer(U-2000, Hitachi)로 측정하였다. 흑도라지 사과주스(30배 희석)를 0.5 mL를 취하고 0.1 mM DPPH 용액 1 mL를 가하여, 10초간 vortex mixing 후 상온에서 30분간 반응시켜 520 nm에서 흡광도를 측정하였다.

ABTS radical 소거능

ABTS[2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)] 소거활성은 Re 등(17)의 방법을 변형하여 실험하였다. ABTS 7 mM과 potassium persulfate 2.45 mM을 증류수

에 용해하여 12~16시간 동안 암소에 방치하여 ABTS cation radical(ABTS^{•+})을 형성시킨 후, 이 용액을 734 nm에서 흡광도 값이 0.750±0.002가 되도록 ethanol로 희석하였다. 희석된 ABTS^{•+} 용액 1 mL에 도라지 추출물 3 mL를 가하여 6분 동안 반응시킨 후, 734 nm에서 흡광도 값을 측정하였다.

환원력 측정

환원력은 Mau 등(18)의 방법에 의해 측정하였다. 20배 희석된 흑도라지 사과주스 250 µL에 0.2 M sodium phosphate buffer(pH 6.6) 250 µL, 1% potassium ferricyanide (K₃Fe(CN)₆) 250 µL를 각각 혼합하여 50°C에서 20분 동안 반응시킨 후 10% trichloroacetic acid(CCl₃COOH, w/v) 250 µL를 가하였다. 위 반응액을 1,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액 500 µL에 증류수 500 µL를 혼합하고, 0.1% ferric chloride(FeCl₃·6H₂O) 100 µL를 가하여 반응액의 흡광도를 700 nm(Biochrom Asys UVM 340, microplate reader, Cambridge, England)에서 측정하였다.

통계분석

본 실험결과는 3반복으로 수행된 평균값이며, 항산화 관련 실험결과에 대한 통계분석은 SPSS(18, Chicago, IL, USA) 통계 프로그램을 이용하여 각 시료군 간의 유의적인 차이는 one-way ANOVA로 분석하여 Duncan's multiple range test를 실시하여 분석하였다.

결과 및 고찰

혼합비율에 따른 흑도라지 사과주스의 이화학적 특성

혼합비율에 따른 흑도라지 사과주스의 pH, 산도, 환원당 함량, 당도, 당산비를 측정된 결과는 Table 2와 같다. pH는 흑도라지 사과주스 A, B, C, D, E 각각 4.05, 3.90, 4.07, 4.04, 4.15로 흑도라지 사과주스 B의 pH가 유의적으로 가장 낮게 나타났다. 이는 증숙에 의해 유기산의 함량이 높은 흑도라지 추출물의 비율이 높기 때문으로 판단된다(8). 또한 흑도라지 사과주스는 홍삼주스(pH 4.89) 및 흑마늘 주스

Table 2. pH, acidity, reducing sugar content and brix/acid ratio of the black *Doraji*-apple juice according to mixing ratio

Sample ¹⁾	pH	Acidity (%)	Sugar content (°Brix)	Reducing sugar content (mg/mL)	Brix/Acid
A	4.05±0.01 ^{2)(c3)}	1.31±0.03 ^{bc}	6.97±0.06 ^c	61.72±3.38 ^e	5.31±0.07 ^b
B	3.90±0.01 ^e	1.26±0.04 ^c	5.20±0.87 ^d	41.23±0.34 ^e	4.15±0.79 ^e
C	4.07±0.00 ^a	1.50±0.04 ^a	8.50±0.10 ^b	76.72±4.00 ^b	5.67±0.07 ^b
D	4.04±0.00 ^e	1.51±0.04 ^a	6.97±0.06 ^c	57.11±0.17 ^d	4.63±0.15 ^e
E	4.15±0.00 ^b	1.34±0.01 ^b	9.33±0.12 ^a	85.05±0.34 ^a	6.98±0.09 ^a

¹⁾A, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 3:3:1; B, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 4:2:1; C, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 2:4:1; D, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 2:2:1; E, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 2:6:1.

²⁾Each value is Mean±SD (n=3)

³⁾Means with the same small letter in each column are not significantly different at p<0.05 using Duncan's multiple range test.

(pH 4.68)에 비해 낮은 pH를 보였으나(13), 당근주스의 pH 4.16(19)과는 유사한 경향을 나타내었다. 혼합비율에 따른 흑도라지 사과주스의 산도를 측정된 결과, 흑도라지 사과주스 A, B, C, D, E는 각각 1.31, 1.26, 1.50, 1.51, 1.34%로 흑도라지 사과주스 C와 D가 가장 높은 산도를 나타내었다. 흑도라지 사과주스의 당도와 환원당 함량을 측정된 결과, 흑도라지 사과주스 E가 가장 높은 당도(9.33 °Brix)와 환원당 함량(85.05 mg/mL)을 나타내었고, B가 가장 낮은 당도(5.20 °Brix)와 환원당 함량(41.23 mg/mL)을 나타내어 사과주스의 비율이 높을수록 당도와 환원당 함량 또한 높게 나타나는 경향을 보였다. 이는 Kim 등(20)이 보고한 탈지홍화씨박을 활용하여 제조한 음료의 당도는 10.60~13.80 Brix 보다 낮은 값을 보였다. 또한 Chung(21)은 사과주스 혼합형, 청정형의 환원당 함량은 57.14 mg/mL, 76.27 mg/mL로 보고하였으며, 이는 흑도라지 사과주스 C(76.72 mg/mL)와 D(57.11 mg/mL)의 환원당 함량과 유사한 경향을 나타내었다. 환원당이란 설탕을 제외한 포도당, 과당 그리고 맥아당 등이 포함되며, 신맛과 함께 맛의 주체로 인식된다. 따라서 당산비는 소비자들이 과일이나 과일주스 등을 구매할 때 중요한 인자로(22) 주스의 품질평가를 위해서 가장 기본적으로 사용되는 지표이다. 따라서 혼합비율에 따른 흑도라지 사과주스의 당산비를 측정된 결과, 흑도라지 사과주스 E가 유의적으로 가장 높은 당산비를 보였는데, 이는 흑도라지 사과주스에 포함된 높은 환원당 함량에 기인한 것으로 판단된다. 감귤류 주스의 경우 당산비 수치는 15~18정도라 알려져 있는데(23), 흑도라지 사과주스는 이보다 낮은 수치로 이는 흑도라지 추출물의 높은 산도로 인하여(8) 당산비가 낮은 것으로 판단된다.

혼합비율에 따른 흑도라지 사과주스의 색도

흑도라지 사과주스의 명도(L값), 적색도(a값), 황색도(b값)를 측정된 결과는 Table 3과 같다. 명도는 흑도라지 사과주스 E가 유의적으로 가장 높게 측정되었으며 이는 밝은 빛을 내는 사과주스의 높은 비율 때문인 것으로 생각된다. 이러한 결과는 Lee 등(13)이 연구한 국내 시판 과일 및 야채주스의 명도보다 흑도라지 사과주스가 높은 값을 보였다. 적색도는 흑도라지 사과주스 C가 가장 높게 측정되었으며 황색도의 경우 명도와 비슷한 경향을 보여 흑도라지 사과주스 E가 가장 높게 측정되었다.

혼합비율에 따른 흑도라지 사과주스의 관능적 특성

혼합비율을 달리한 흑도라지 사과주스의 색(color), 향미(flavor), 맛(taste), 단맛과 신맛의 적절성(sugar-acid ratio) 및 전체적인 기호도(overall preference)에 대하여 5점 척도법으로 관능검사를 실시한 결과는 Table 4와 같다. 색의 경우 C가 4.05점으로 가장 높게 나타났으며, 시료 A와 E가 각각 3.85점과 3.75점으로 나타났으나 시료 간 유의적인

차이는 없었다. 향미의 경우 D>C>A, E>B 순으로 D가 가장 우수하였으나 혼합비율에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 맛의 경우 흑도라지 사과주스 C가 3.95점으로 가장 높은 점수를 나타내었으며, 시료 B가 2.30점으로 가장 낮은 점수를 보였다. 단맛과 신맛의 적절성은 흑도라지 사과주스 C가 4.20점으로 높은 점수를 나타내었으며, 시료 E(3.95점)를 제외한 모든 시료에 비해 유의적으로 높은 점수를 나타내었다. 전체적인 기호도는 단맛과 신맛의 적절성과 같은 경향을 보여 시료 C가 4.20점으로 가장 우수한 점수를 보였고, 시료 E가 3.95점으로 두 번째로 높은 점수를 나타내었다. 이처럼 향미를 제외한 모든 항목에서 흑도라지 사과주스 C가 유의적으로 가장 우수하게 나타났다. 특히 흑도라지 사과주스 C가 단맛과 신맛의 적절성 및 전체적인 기호도가 4.20점으로 다른 흑도라지 사과주스보다 매우 우수한 경향을 보여 흑도라지 사과주스 C가 높은 관능적 특성을 나타내는 것을 알 수 있었다.

Table 3. Hunter's color value of the black *Doraji*-apple juice according to mixing ratio

Sample ¹⁾	L value	a value	b value
A	37.39±0.25 ^{2)c3)}	4.05±0.08 ^b	2.80±0.09 ^c
B	36.23±0.09 ^e	2.56±0.08 ^d	1.12±0.03 ^e
C	38.34±0.04 ^b	4.37±0.13 ^a	4.23±0.15 ^b
D	37.09±0.10 ^d	2.96±1.63 ^c	2.38±0.08 ^d
E	39.00±0.07 ^a	3.90±0.07 ^b	4.51±0.08 ^a

¹⁾ A, A, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 3:3:1; B, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 4:2:1; C, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 2:4:1; D, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 2:2:1; E, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 2:6:1.

²⁾ Each value is Mean±SD (n=3).

³⁾ Means with the same small letter in each column are not significantly different at p<0.05 using Duncan's multiple range test.

혼합비율에 따른 흑도라지 사과주스의 총 폴리페놀 함량

혼합비율을 달리한 흑도라지 사과주스의 항산화활성과 관련이 깊은 총 폴리페놀 함량을 측정하였으며, 시료 D가 706.00 µg/mL로 가장 높은 함량을 나타내었으며, 시료 E가 546.00 µg/mL로 가장 낮은 함량을 나타내었다(Table 5). 혼합비율에 따른 흑도라지 사과주스의 폴리페놀 함량은 혼합비율에 따라 차이가 있었으며, 전체 주스에 대한 대추추출물의 비율이 높을수록 그 함량은 높게 나타났다. 이는 대추의 높은 폴리페놀 함량에 기인한 것으로 판단된다(24). 흑도라지 사과주스의 폴리페놀 함량은 Cho 등(25)이 보고한 발효 한방감주의 총 폴리페놀 함량인 1,19 µg/mL보다는 낮은 수준이었으나, Son 등(26)이 보고한 비트즙을 첨가한 당근 젓산 발효 음료의 총 폴리페놀 함량보다 매우 높은 수준을 보였다.

Table 4. Sensory evaluation of the black *Doraji*-apple juice according to mixing ratio

Sample ¹⁾	Color	Flavor	Taste	Sugar-acid ratio	overall preference
A	3.85±0.67 ^{2)ab3)}	3.40±0.88 ^{NS4)}	3.30±0.92 ^a	3.20±0.95 ^b	3.25±0.79 ^b
B	3.05±1.15 ^b	3.25±0.85	2.30±0.73 ^b	2.05±0.61 ^c	2.40±0.68 ^c
C	4.05±1.00 ^a	3.62±1.19	3.95±0.83 ^a	4.20±0.77 ^a	4.20±0.83 ^a
D	3.60±0.88 ^b	3.81±0.77	3.60±1.10 ^a	3.40±1.00 ^b	3.45±0.89 ^b
E	3.75±1.07 ^a	3.40±1.14	3.85±1.23 ^a	3.95±0.69 ^a	3.95±0.76 ^a

¹⁾A, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 3:3:1; B, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 4:2:1; C, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 2:4:1; D, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 2:2:1; E, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 2:6:1.

²⁾Each value is Mean±SD (n=30).

³⁾Means with the same small letter in each column are not significantly different at p<0.05 using Duncan's multiple range test.

⁴⁾NS : not significantly different among groups.

Table 5. Total polyphenol content of the black *Doraji*-apple juice according to mixing ratio

Sample ¹⁾	Total polyphenol content (µg/mL)
A	618.89±1.54 ^{2)k3)}
B	641.56±3.36 ^b
C	568.22±3.36 ^d
D	706.00±7.42 ^a
E	546.00±6.11 ^e

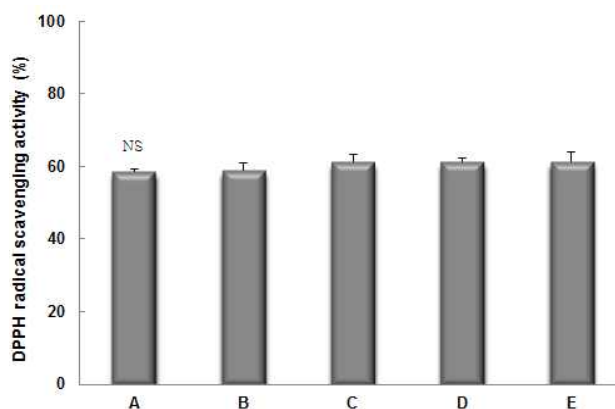
¹⁾A, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 3:3:1; B, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 4:2:1; C, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 2:4:1; D, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 2:2:1; E, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 2:6:1.

²⁾Each value is Mean±SD (n=3).

³⁾Means with the same small letter in each row are not significantly different at p<0.05 using Duncan's multiple range test.

혼합비에 따른 흑도라지 사과주스의 항산화 활성

DPPH는 안정한 free radical로 항산화 물질에 의해 환원되어 탈색되므로 항산화물질의 항산화능을 측정할 때 많이 이용되는 방법으로(16) 항산화물질과 반응하게 되면 흡광도의 값이 감소한다. 흑도라지 사과주스의 DPPH radical 소거능을 측정된 결과(Fig. 1), 모든 혼합 비율에서 소거능이 약 58% 이상을 보였다. 흑도라지 사과주스 C, D, E의 경우 약 60%가 넘는 소거능을 보였으며, 각각의 혼합비에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Lee 등(13)이 보고한 1%의 흑마늘 음료(48.42%), 1% 홍삼음료(9.87%)보다 흑도라지 사과주스의 활성이 높게 나타나는 것을 알 수 있다.

**Fig. 1. DPPH radical scavenging activity of the black *Doraji*-apple juice according to mixing ratio.**

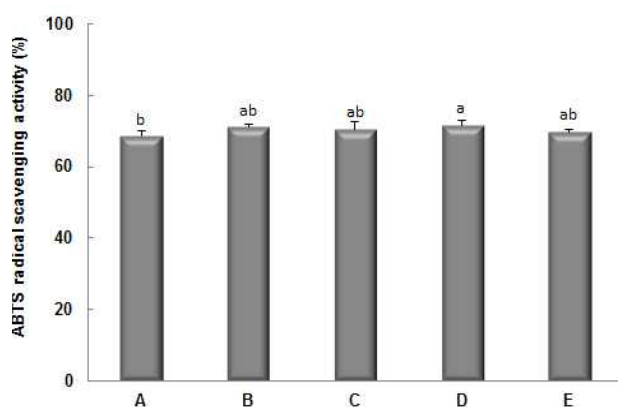
A, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 3:3:1; B, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 4:2:1; C, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 2:4:1; D, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 2:2:1; E, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 2:6:1.

Each bar is Mean±SD (n=3).

NS : not significantly different among groups.

ABTS radical 소거능은 항산화 활성을 측정 할 때 쓰이는 방법으로 흑도라지 사과주스의 ABTS radical 소거능을 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 모든 흑도라지 사과주스에서 약 68% 이상의 높은 소거활성을 보였으며, D>B>C>E>A의 순의 소거능을 보였으나 시료 A와 D만이 유의적인 차이를 보였다. Lee 등(13)의 연구결과 사과주스의 ABTS radical 소거능보다 본 연구의 흑도라지 사과주스의 활성이 높은 것을 알 수 있으며, 이는 흑도라지 추출물과 대추 추출물 첨가로 인해 주스의 항산화 물질이 상승된 것으로 생각된다.

환원력은 700 nm에서의 흡광도로 나타내고 그 값이 클수록 환원력이 크다는 것을 의미하며, 기능성을 확인하기 위

**Fig. 2. ABTS radical scavenging activity of the black *Doraji*-apple juice according to mixing ratio.**

A, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 3:3:1; B, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 4:2:1; C, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 2:4:1; D, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 2:2:1; E, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 2:6:1.

Each bar is Mean±SD (n=3).

Means with the same small letter in each bar are not significantly different at p<0.05 using Duncan's multiple range test.

해 사용되는 실험방법 중의 하나이다. 흑도라지 사과주스 A와 C가 0.38을 나타내었으며, 시료 A, C, D간 유의적인 차이는 보이지 않았다. 또한 시료 B가 0.35로 가장 낮은 환원력을 나타내었다.

이상의 결과에서 흑도라지 사과주스 D가 가장 높은 항산화 활성을 나타내었으나 모든 항산화 항목에서 흑도라지 사과주스 C와 유의적인 차이를 보이지 않았다. 또한 이러한 결과는 흑도라지 사과주스의 폴리페놀 함량과 양의 상관관계를 나타내지 않았는데, 이는 주스에 함유된 항산화 관련 비타민 또는 무기질의 함량에 영향을 받았을 것으로 추측된다.

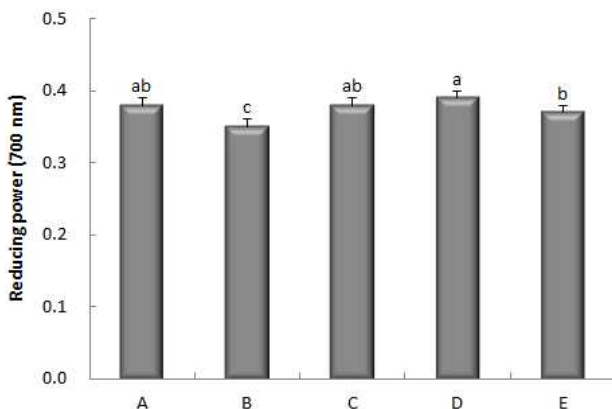


Fig. 3. Reducing power of the black *Doragi*-apple juice according to mixing ratio.

A, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 3:3:1; B, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 4:2:1; C, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 2:4:1; D, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 2:2:1; E, black *Doraji* extract : apple extract : jujube extract = 2:6:1. Each bar is Mean±SD (n=3).

Means with the same small letter in each bar are not significantly different at $p < 0.05$ using Duncan's multiple range test.

요 약

본 연구에서는 기능성이 우수한 도라지를 이용하여 흑도라지를 제조하였으며, 흑도라지 추출물, 사과즙, 대추추출물의 혼합비율을 달리하여 흑도라지 사과주스를 제조하고 각각의 품질특성과 기능성을 분석하였다. 흑도라지 사과주스의 pH는 3.90~4.15이었으며, 산도는 1.2에서 1.5 사이를 나타내었다. 당도를 측정된 결과 흑도라지 사과주스 E가 가장 높은 값(9.33 °Brix)을 나타내었으며, 환원당 함량의 경우 흑도라지 사과주스 E가 85.05 mg/mL로 가장 높은 함량을 나타내었고, 흑도라지 사과주스 B가 41.23 mg/mL로 가장 낮은 함량을 보였다. 당산비 수치의 경우 당도와 환원당 함량이 가장 높은 흑도라지 사과주스 E가 6.98%로 가장 높은 수치를 보였다. 색도는 명도와 황색도는 흑도라지 사과주스 E가 가장 높았으며 적색도는 흑도라지 사과주스 C가 가장 높았다. 관능적 특성을 측정된 결과 향미를 제외한 모든 항목에서 흑도라지 사과주스 C가 가장 우수하

게 나타났다. 총 폴리페놀 함량은 흑도라지 사과주스 D가 가장 높은 폴리페놀 함량(706 $\mu\text{g/mL}$)과 항산화 활성을 보였으나 흑도라지 사과주스 C와 항산화 활성에 유의적인 차이는 없었다. 따라서 흑도라지 사과주스 C가 관능적 특성 및 항산화 활성이 우수하여, 흑도라지 사과주스 제조를 위해 흑도라지 추출물, 사과주스, 대추추출물을 2:4:1의 비율로 혼합하는 것이 가장 바람직 할 것으로 판단된다.

References

1. Chung JH, Shin PG, Ryu JC, Jang DS, Cho SH (1997) Chemical compositions of *Platycodon grandiflorus* (*jacquin*) A. De Candolle. *Agric Chem Biotechnol*, 40, 148-151
2. Chung JH, Shin PG, Ryu JC, Jang DS, Cho SH (1997) Pharmaceutical substances of *Platycodon grandiflorus* (*jacquin*) A. De Candolle. *Agric Chem Biotechnol*, 40, 152-156
3. Lee IS, Choi MC, Moon HY (2000) Effect of *Platycodon grandiflorum* A. DC extract on the Bronchus disease bacteria. *Korean J Biotechnol Bioeng*, 15, 162-166
4. Shon MY, Seo JK, Kim HJ, Sung NJ (2001) Chemical compositions and physiological activities of *Doraji* (*Platycodon grandiflorum*). *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 30, 717-720
5. Han LK, Zheng YN, Xu BJ, Okuda H, Kimura Y (2002) Saponins from *Platycodi radix* ameliorate high fat diet-induced obesity in mice. *J Nutr*, 132, 2241-2245
6. Kim HK, Choi JS, Yoo DS, Cho YH, Yon GH, Hong KS, Lee BH, Kim HJ, Kim EJ, Park BK, Jeong YC, Kim YS, Ryu SY (2007) HPLC analysis of saponins in *Platycodi radix*. *Kor J Pharmacogn*, 38, 192-196
7. Chae YB, Jang HJ, Park JA, Lee SJ, Kim MM (2010) Inhibitory effect of aged black *Platycodi radix* extract on expression and activation of matrix metalloproteinases in oxidative-stressed melanoma cells. *J Life Sci*, 20, 736-744
8. Lee SJ, Shin SR, Yoon KY (2013) Physicochemical properties of black *Doraji* (*Platycodon grandiflorum*). *Korean J Food Sci Technol*, 45, 422-427
9. Lee SJ, Bang WS, Hong JY, Kwon OJ, Shin SR, Yoon KY (2013) Antioxidant and antimicrobial activities of black *Doraji* (*Platycodon grandiflorum*). *Korean J Food Preserv*, 20, 510-517
10. Huh MY (2010) Recognition and importance-satisfaction of apple processed products. *Korean J Food Preserv*, 17,

- 230-235
11. Kim HK, Joo KJ (2005) Antioxidative capacity and total phenolic compounds of methanol extract from *Zizyphus jujuba*. J Korean Soc Food Sci Nutr, 34, 750-754
 12. Jeong HM, Kim YS, Ahn SJ, Auh MS, Ahn JB, Kim KY (2011) Effects of *Zizyphus jujuba* var. boeunensis extracts on the growth of intestinal microflora and its antioxidant activities. J Korean Soc Food Sci Nutr, 40, 500-508
 13. 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
 14. Lee YS (2002) Production of health beverage using pear, *Platycodi radix*, *Ginkgo biloba* and *Lemon balm*, Kipris, NO 1020020066009
 15. Folin O, Denis W (1912) On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. J Biol Chem, 12, 239-243
 16. Blois ML (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature, 181, 1199-1200
 17. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C (1998) Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic Biol Med, 26, 1231-1237
 18. Mau JL, Lin HC, Song SF (2002) Antioxidant properties of several specialty mushrooms. Food Res Int, 35, 519-526
 19. Kim YK, Moon JS, Ryu SH, Lee JH, Kim YS (2010) The relationship between the popular beverages in Korea and reported postprandial heartburn. Korean J Gastroenterol, 55, 109-118
 20. Kim JH, Kim JK, Kang WW, Kim GY, Choi MS, Moon KD (2003) Preparation of functional healthy drinks by ethanol extracts from defatted safflower seed cake. J Korean Soc Food Sci Nutr, 32, 1039-1045
 21. Chung HJ (2012) Comparison of physicochemical properties and physiological activities of commercial fruit juices. Korean J Food Preserv, 19, 712-719
 22. Harker FR, Marsh KB, Young H, Murray SH, Gunson FA, Walker SB (2002) Sensory interpretation of instrumental measurements 2: Sweet and acid taste of apple fruit. Postharvest Biol Technol, 24, 241-250
 23. Yoo KM, Seo WY, Seo HS, Kim WS, Park JB, Hwang IK (2004) Physicochemical characteristics and storage stabilities of sauces with added Yuza (*Citrus junos*) juice. Korean J Food Cookery Sci, 20, 403-408
 24. Kim IH, Jeong CH, Park SJ, Shim KH (2011) Nutritional components and antioxidant activities of jujube (*Zizyphus jujuba*) fruit and leaf. Korean J Food Preserv, 18, 341-348
 25. Cho KM, Ahn BY, Seo WT (2008) Lactic acid fermentation of *Gamju* manufactured using medicinal herb decoction. Korean J Food Sci Technol, 40, 649-655
 26. Son MJ, Som 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

(접수 2013년 11월 29일 수정 2014년 1월 9일 채택 2014년 1월 16일)