Check for updates

Korean Journal of Human Ecology
2021. Vol. 30, No. 6, 973-984

http://dx.doi.org/10.5934/kjhe.2021.30.6.973
ISSN 1226-0851(Print)/ISSN 2234-3768(Online)

시판 사과음료의 이화학적 품질 및 항산화 특성의 비교분석

Comparison of Physicochemical Characteristics and Antioxidant Properties in Commercial Apple Beverage Products

김지수[1] • 정하늘[2] • 양지원[3] • 최일숙*

원광대학교 식품영양학과 석사과정[1] • 원광대학교 식품영양학과 졸업생[2] • 대구대학교 식품영양학과 교수[3] • 원광대학교 생활자원개발연구소 소장 및 식품영양학과 교수*

Kim, Ji Soo[1] • Jung, Ha Neul[2] • Yang, Ji-Won[3] • Choi, Il Sook*

Department of Food and Nutrition, Wonkwang University[1),2)]
Department of Food and Nutrition, Daegu University[3)]
Institute for better living and Department of Food and Nutrition, Wonkwang University*

Abstract

This study aimed to evaluate the quality comparisons of the physicochemical characteristics and antioxidant properties in commercial apple juices of three major corporations (BAJ, BDJ, and BSJ), three middle-standing enterprises (MGJ, MSJ, and MWJ), three small and medium enterprises, and two overseas companies (AGJ and AMJ). Apple juices of three major corporations (BAJ, BDJ, and BSJ) had significantly lower values of pH, total soluble solids, and reducing sugar contents than apple juices of other companies. The total polyphenols and total flavonoid contents of apple juices of BAJ, BDJ, and BSJ had significantly lower values; meanwhile apple juices of MSJ, MWJ, and SAJ showed significantly higher values. The antioxidant properties, using DPPH, ABTS, reducing power, and FRAP assays, also showed that apple juices of MSJ, MWJ, and SAJ exceeded those of the other apple juices. Results of correlations between antioxidant components and antioxidant properties indicated that total polyphenols and total flavonoids were significantly positively correlated with antioxidant properties. Principal component analysis also showed that apple juices of MSJ, MWJ, and SAJ were located in the left of the score plot with antioxidant properties, while apple juices of BAJ, BDJ, and BSJ had a positive score in the first principal component.

Keywords: Apple beverage, Physicochemical characteristics, Antioxidant properties

Ⅰ. 서론

음료는 사전적 의미로 '사람이 마실 수 있도록 만든 액체를 통틀어 이르는 말'로 사람이 갈증을 느끼거나 마시고 싶을 때 찾는 식품이다(채선주, 2011). 그리고 식품공전에서 음료류는 다류, 커피, 과일·채소류음료, 탄산음료류, 두유류, 발효음료류, 인삼·홍삼음료 등 음용을 목적으로 하는 것으로 정의하고 있다. 음료는 생리적인 욕구 충족의 기능뿐만 아니라 심리적 위안, 원활한 분위기 조성 등과 같은 다양한 기능을 갖춘 기호식품으로 받아들

* Corresponding author: Choi, Il Sook
Tel: +82-63-850-6657, Fax: +82-63-850-6657
E-mail: choiis@wku.ac.kr

ⓒ 2021, Korean Association of Human Ecology. All rights reserved.

여지고 있으며(박모라, 1999), 생활 수준의 향상 및 식생활 환경의 변화로 식품산업과 가공식품의 발전이 이루어져 음료시장에도 큰 변화를 가져왔다(김운주 외, 2000; 김효정, 김미라, 2015). 2019년 가공식품 세분시장 보고서에 따르면 식품공전 기준의 음료류 생산규모는 2014년도 생산액이 6조 1,306억 원에서 2018년 6조 4,779억 원으로 전체 5.7%가 증가하였다고 보고하였고(aTFIS 식품산업통계정보, 2019), 2018년 국민영양통계 다소비 식품품목에 음료류로 콜라(12위), 과일음료(15위), 기타 가당음료(23위), 요구르트(25위), 녹차(28위)가 포함되어 있었다(KHIDI 국민영양통계, 2018). 그리고 2019년 국민건강영양조사결과 우리 국민 1인당 음료 하루 섭취량이 2019년 기준 247 g으로, 10년 전과 비교해 2.6배 이상 증가한 것으로 나타났다(KNHANES 국민건강영양조사, 2020). 이를 통해 최근 우리나라 국민들의 음료섭취가 증가하고 있음을 확인할 수 있었다.

과일·채소류 음료라 함은 과일 또는 채소를 주원료로 하여 가공한 것으로서 직접 또는 희석하여 음용하는 것으로 농축과·채즙, 과·채주스, 과·채음료를 말한다(식품의약품안전처, 2020). 농축과·채즙은 과일즙이나 채소즙 또는 이들을 혼합하여 50% 이하로 농축 또는 분말화 한 것을 의미하고, 과·채주스는 과일 또는 채소를 압착분쇄 착즙 등 물리적으로 가공하여 얻은 과채즙 또는 이에 식품 또는 식품첨가물을 가한 것(과채즙 95% 이상)이며, 과·채음료는 농축과채즙 또는 과채주스 등을 원료로 하여 가공한 것(과일즙, 채소즙 또는 과채즙 10% 이상)을 의미한다(식품의약품안전처, 2020).

사과(Malus pumila)는 장미과에 분류되는 다년생 목본식물인(오철환, 강창수, 2016) 사과나무의 열매로, 청량감과 산뜻한 맛이 있어 우리나라에서 많이 재배되는 과일 중 하나이다(박난영 외, 2010b). 최초로 국내에 들어온 사과의 품종은 능금이지만, 현재는 부사, 홍옥, 홍로, 아오리 등의 품종이 주로 재배되어 판매되고 있다(가동순 외, 2019). 사과에는 유기산, 당류와 같은 기호성 성분과 비타민 및 미네랄 성분이 풍부하며(황인욱 외, 2011), 장의 연동운동을 촉진하는 식이섬유가 다량 함유되어 있어 배변을 원활하게 해준다고 알려져 있다(신은정 외, 2011). 또한, 생리활성물질인 polyphenol 화합물이 풍부하여 산화적 손상에 의해 발생되는 당뇨, 고혈압, 동맥경화, 피부노화, 암과 같은 퇴행성 질환 예방에 효과가 있다고 보고되어(이은호 외, 2018) 기능성 식품의 소재로써 이용 가능성이 높은 과실이다(김영경 외, 2019).

대부분의 사과는 생과로 이용되어 왔으나, 주스류 및 음료, 유제품, 잼, 조미료 제품 등으로 가공하여 소비되고 있으며(이수진 외, 2012), 주스 및 음료 형태가 사과 가공품의 90% 이상을 차지한다(허무열, 2010). 2020년 aTFIS 식품시장 뉴스레터에 따르면 사과주스 소비량은 2020년 상반기 기준으로 오렌지주스(20.4%), 포도주스(10.6%), 감귤주스(9.3%) 다음으로 높은 7.2%의 점유율로 우리나라에서 다소비 과채음료 중 하나인 것으로 나타났다.

사과음료에 대한 선행연구로는 레드비트와 사과주스의 혼합비율에 따른 과채주스의 품질 특성 및 항산화 활성(박연옥, 2019), 저온 및 고온살균 사과주스의 품질 특성(이수진 외, 2012), 사과주스의 이화학적 품질과 항산화 기능성(황인욱 외, 2011), 비타민C 첨가에 따른 미세과육 함유 사과주스의 저장 중 품질변화(박난영 외, 2010a), 청징 사과주스의 제조 및 품질특성 비교(손경석 외, 2006), 모과-사과 혼합청징음료 제조에 관한 연구(송재철 외, 2002), 사과주스 농축품의 저장온도에 따른 품질 변화(홍희도 외, 2001) 등이 보고되어 있다. 그러나 시판 사과음료 중 대기업, 중견기업, 중소기업 해외기업 제품들 간의 이화학적 특성과 항산화 성분 및 활성에 대한 비교연구는 미비한 실정이다. 이에 본 연구에서는 국내 시판 사과음료 가운데 인터넷 검색에서 판매량이 많은 대기업 시판 사과음료 3종, 중견기업 3종, 중소기업 3종 및 해외기업 2종을 선정 및 구매하여 제품들의 영양정보와 성분들을 조사하고, 이화학적 특성, 항산화 성분 및 활성을 분석하여 제품들 간의 품질평가를 진행하고자 하였다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 실험재료

본 실험에서는 시판 사과음료의 이화학적 품질과 항산화 특성 분석을 위하여 국내에서 판매되는 사과음료 11종을 선정하였다. 선정한 제품은 자산총액 10조원 이상 대기업 제품 3종(BAJ, BDJ, BSJ), 5,000억원～10조원 이하 중견기업 제품 3종(MGJ, MSJ, MWJ), 5,000억원 미만 중소기업 제품 3종(SSJ, SAJ, SJJ), 해외기업 제품 2종(AGJ, AMJ)이었으며, 2020년 5월에 익산시 대형마트에서 구매하여 4℃의 냉장고에 보관하면서 실험에 사용하였다. 본 실험에 사용된 제품의 영양성분과 함유된

성분들에 대한 정보는 <표 1>과 <표 2>에 제시되어 있다.

2. 이화학적 특성

1) 수분함량, 가용성 고형분 함량 및 환원당 분석

〈표 1〉 시판 사과음료의 영양성분 (100g 기준)

구분	열량	탄수화물	당류	단백질	포화지방	트랜스지방	콜레스테롤	나트륨
BAJ	45 kcal	11 g	10 g	0 g	0 g	0 g	0 g	8 mg
BDJ	32 kcal	8 g	8 g	0 g	0 g	0 g	0 g	18 mg
BSJ	27 kcal	7 g	6 g	0 g	0 g	0 g	0 g	19 mg
MGJ	34 kcal	8 g	8 g	0 g	0 g	0 g	0 g	13 mg
MSJ	50 kcal	12 g	12 g	0 g	0 g	0 g	0 g	2 mg
MWJ	52 kcal	13 g	13 g	0 g	0 g	0 g	0 g	0 mg
SSJ	32 kcal	8 g	8 g	0 g	0 g	0 g	0 g	7 mg
SAJ	53 kcal	14 g	12 g	0 g	0 g	0 g	0 g	5 mg
SJJ	55 kcal	14 g	14 g	0 g	0 g	0 g	0 g	0 mg
AGJ	61 kcal	15 g	13 g	0 g	0 g	0 g	0 g	0 mg
AMJ	48 kcal	10 g	9.5 g	0.5g	0 g	0 g	0 g	10 mg

〈표 2〉 시판 사과음료의 성분

구분	수분	당류	과즙	산	향료	기타첨가물
BAJ	정제수	당시럽	사과농축액7%	구연산 사과산 비타민C	사과향 홍사과향	아라비아검 구연산삼나트륨 유화제 가공유지 d-토코페롤
BDJ	정제수	액상과당 효소처리스테비아	사과농축액10%	구연산 비타민C	사과향	구연산삼나트륨
BSJ	정제수	백설탕	사과농축액10%	구연산 비타민C	사과향	구연산삼나트륨 아세설팜칼륨
MGJ	정제수	백설탕 액상과당 수크랄로스	사과농축액18%	구연산 사과산	사과향	탈지분유 프로필렌글리콜 정제소금 혼합제제
MSJ	정제수	-	사과농축액	비타민C	사과향	-
MWJ	정제수	-	사과농축액15%	구연산 비타민C	사과향	-
SSJ	정제수	액상과당 설탕 수크랄로스	사과농축액10%	구연산 비타민C	사과향	젖산칼슘 구연산삼나트륨 비타민D3
SAJ	정제수	-	사과농축액25% 사과퓨레	비타민C	사과향	-
SJJ	정제수	액상과당 수크랄로스 아세설팜칼륨	사과착즙99.1	비타민C	사과향	구연산 비타민0.1%
AGJ	-	-	사과착즙액100%	-	-	-
AMJ	-	-	사과착즙액100%	-	-	-

수분함량은 AOAC(2000)법을 참고하여 105℃ 상압 가열건조법을 이용하여 분석하였다. 가용성 고형분 함량은 4,000 rpm에서 30분 원심분리(Combi 524R, 한일과학, 대전)한 추출물 시료 200 µL를 전자당도계(SCM-1000, HM Digital, 서울)를 이용하여 측정하였다. 환원당 함량은 DNS(3,5-dinitrosalicylic acid)법에 따라 4,000 rpm에서 30분 원심분리한 추출물을 희석하였으며, 흡광광도계(UN-1800, Shimadze, Japan)를 이용해 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도는 표준물질로 glucose (mg/mL)를 사용하여 표준곡선으로부터 환원당 함량을 계산하였다.

2) pH, 적정산도 및 당산비 분석

pH는 원액 시료 5 mL을 취하여 pH meter(Seven Compact s220-k, Mettler Toledo, Switzerland)를 이용해 측정하였다. 적정산도는 4,000 rpm에서 30분 원심분리한 추출물 시료 5 mL에 증류수 45 mL을 넣어 희석시켰고, pH 8.4가 될 때까지 0.1 N NaOH 용액으로 적정하여 아래 식에 대입하였으며, 유기산계수는 malic acid 0.0067을 사용하여 적정산도(%)를 계산하였다. 당산비(Total soluble solids/titration acidity ratio; °Brix/%)는 가용성 고형분 함량에 적정산도를 나눈 값을 나타냈다.

$$Titrationacidity(\%) = \frac{V \times A \times D \times F}{S} \times 100$$

V=소비된 0.1 N NaOH의 양(mL)
D=시료의 희석배수
A=유기산계수
F=표준용액의 Factor
S=시료의 양(mL)

3) 색도 분석

색도는 색차계(CR-10 Plus, Konica Minolita, Japan)를 이용하여 L(lightness/darkness), a(+redness/-greeness), b(+yellowness/-blueness)를 측정하였다. 이 때 사용한 standard plate의 L값은 98.82, a값은 -0.31, b값은 0.33 이었다.

3. 항산화 성분 분석

1) 총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 함량은 Dewanto et al.(2002)의 방법을 변형하여 측정하였다. 16,000 rpm에서 30분 원심분리(Smart R17 Plus, 한일과학, 대전)한 후 10배 희석한 시료 200 µL에 Folin-Ciocalteu's reagent를 150 µL 첨가하여 3분동안 반응시킨 후 2% Na_2CO_3 1 mL를 가하여 30분간 암소에서 방치하여 색을 고정시켰다. 그 뒤 흡광광도계(UN-1800, Shimadze, Japan)를 이용해 750 nm에서 흡광도를 측정하였으며 표준물질 gallic acid(mg/mL)를 사용하여 표준곡선으로부터 함량을 계산하였다.

2) 총 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량은 Shen et al.(2009)의 방법을 변형하여 측정하였다. 16,000 rpm에서 30분 원심분리한 후 2배 희석한 시료 300 µL에 5% $NaNO_2$ 75 µL를 첨가하여 5분 동안 반응시킨 뒤, 10% $AlCl_36H_2O$ 150 µL을 첨가하여 6분 동안 방치하였다. 그 후 1 M NaOH 500 µL를 첨가하여 11분간 암소에서 반응시켰으며 510 nm에서 흡광도를 측정하였고, 표준물질 rutin(mg/mL)을 사용해 표준곡선으로부터 함량을 계산하였다.

4. 항산화 활성 분석

1) DPPH radical scavenging

DPPH radical scavenging은 Blois(1958)의 방법을 변형하여 측정하였다. 0.2 mM DPPH는 Metyl alcohol을 사용하여 제조한 뒤 흡광광도계를 이용해 517 nm에서 OD값이 1.02가 되도록 희석하였다. 16,000 rpm에서 30분 원심분리한 후 10배 희석한 시료 100 µL에 0.2 mM DPPH 시약 1 mL을 가하여 혼합하였고, 이를 암소에서 30분간 반응시켜 517 nm에서 흡광도를 측정하여 소거능을 나타내었다.

2) ABTS radical scavenging

ABTS radical 소거능은 Re et al.(1999)의 방법을 수정하여 측정하였다. 7 mM ABTS(2,2'-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)와 2.4 mM Potassium persulfate를 동량으로 혼합하고 암실에서 12시간 반응시켜 $ABTS^+$(ABTS cation radical)을 형성시킨 후 735 nm에서 OD값이 0.702가 되도록 PBS용액을 넣어 희석하였다. 16,000 rpm에서 30분 원심분리한 추출물을 40배 희석한 시료 50 µL에 $ABTS^+$ 용액 1 mL을 가하여 vortexing하였고, 이를 암소에서 30분간 반응시켰다. 그 뒤 735 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준

물질 trolox(mM)를 사용하여 표준곡선으로부터 소거능을 계산하였다.

3) FRAP (Ferric Reducing Antioxidant power)

FRAP (Ferric Reducing Antioxidant power) 분석은 Benzie, Strain(1996)의 방법에 따라 측정하였다. 0.2 M sodium acetate buffer와 10 mM TPTZ, 20 mM ferric choloride solution을 제조하여 10:1:1:1(증류수)의 비율로 혼합하였고 37의 water bath에서 30분간 반응시켜 사용하였다. 16,000 rpm에서 30분 원심분리한 추출물을 20배 희석한 시료 50 μL에 FRAP solution을 1 mL 첨가하여 암실에서 30분 동안 반응시켰다. 그 후 595 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준물질 trolox(mM)를 사용하여 표준곡선으로부터 함량을 계산하였다.

4) Reducing Power

Reducing power 분석은 Oyaizu(1986)의 방법에 따라 측정하였다. 0.2 M sodium phosphate buffer는 pH 6.6으로 보정하였으며, 시료는 16,000 rpm에서 30분 원심분리한 추출물을 20배 희석하여 사용하였다. 희석한 시료 50 μL에 0.2 M sodium phosphate buffer(pH 6.6) 300 μL와 1% potassium ferricyanide 300 μL를 첨가하여 50℃의 water bath에서 20분간 반응시켰다. 그 뒤 10% trichloroacetic acid 300 μL와 0.1% ferric chloride 용액 100 μL을 혼합하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도는 표준물질로 trolox(mM)를 사용하여 표준곡선으로부터 함량을 계산하였다.

5. 통계처리

본 실험 결과는 4회 반복 측정하였고 SPSS Statistics (ver. 20.0, IBM Corp., IBM, Armonk, NY, USA)를 이용하여 평균표준편차로 표시하였다. 각 실험군 간의 차이는 유의수준 p=0.05에서 분산분석(ANOVA)으로 분석한 다음 Duncan's multiple range test로 평균치 간의 유의적 차이를 검증하였다. 또한 항산화 성분과 항산화 활성 간의 연관성을 알아보고자 pearson 상관분석을 실시하여 상관계수(r, correlation coefficient)로 비교하였으며, 각 시료의 이화학적 특성과 항산화 특성 관계를 요약하여 나타내기 위해서 XLSTAT(Addinsoft, NY, USA)를 이용하여 주성분 분석(principle component analysis) 및 계층적 군집분석(hierarchical cluster analysis)을 실시하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 이화학적 특성

1) 수분함량, 가용성 고형분 함량 및 환원당

시판 사과음료의 이화학적 특성으로 수분함량, 가용성

〈표 3〉 시판 사과음료의 수분함량, 가용성 고형분 함량 및 환원당

구분		수분함량(%)	가용성 고형분 함량(°Brix)	환원당(mg/mL)
대기업	BAJ	85.89±0.04$^{b1)2)}$	11.50±0.05^{e}	6.27±0.15^{f}
	BDJ	92.76±0.06^{a}	8.40±0.00^{g}	8.26±0.32^{d}
	BSJ	93.98±0.05^{a}	7.17±0.05^{h}	6.71±0.14^{f}
중견기업	MGJ	92.23±0.06^{a}	8.80±0.00^{f}	6.36±0.24^{f}
	MSJ	88.42±0.03^{b}	13.25±0.10^{c}	11.23±0.16^{b}
	MWJ	88.51±0.19^{b}	13.30±0.00^{c}	11.69±0.06^{b}
중소기업	SSJ	92.70±0.06^{a}	8.35±0.01^{g}	7.74±0.35^{e}
	SAJ	88.40±0.01^{b}	13.17±0.05^{c}	10.71±0.06^{c}
	SJJ	87.21±0.07^{b}	13.50±0.00^{b}	12.81±0.15^{a}
해외기업	AGJ	87.17±0.15^{b}	14.32±0.09^{a}	13.29±0.17^{a}
	AMJ	88.75±0.04^{b}	12.70±0.00^{d}	10.59±0.17^{c}

1) Mean±SD

2) $^{a\sim h}$ Means within column with different superscripts are significantly different by Duncan's test(p<0.05).

고형분 함량, 환원당을 분석한 결과는 <표 3>과 같다. 수분함량은 대기업 제품의 BDJ와 BSJ, 중견기업 제품의 MGJ, 중소기업 제품의 SSJ가 92.23～93.98%의 범위로 유의적으로 높은 수분함량을 보였으며($p<0.05$), 나머지 제품들은 85.89～88.75%의 수분함량을 나타냈다. 이는 이만효 외(2011)의 논문에서 사과주스의 수분함량이 86.28%로 나타난 것과 유사한 값을 보였다. 가용성 고형분 함량은 7.17～14.32 °Brix의 범위로 나타났다. 해외기업 제품 AGJ가 14.32 °Brix로 유의적으로 가장 높았으며($p<0.05$), 대기업 제품(BAJ, BDJ, BSJ)은 7.17～11.50 °Brix, 중견기업 제품(MGJ, MSJ, MWJ)은 8.80～13.30 °Brix, 중소기업 제품(SSJ, SAJ, SJJ)은 8.35～13.50 °Brix, 해외기업 제품(AGJ, AMJ)은 12.70, 14.32 °Brix로 나타났다. 이는 정해정(2012)과 황인욱 외(2011)의 연구에서 사과주스의 가용성 고형분 함량이 각각 12.60～14.47 °Brix와 10.03～13.00 °Brix로 나타나 본 실험의 연구 결과와 유사하였다. 시판 사과음료의 환원당은 6.27～13.29 mg/mL의 범위로 나타났으며, 해외기업 제품 AGJ와 중소기업 제품의 SJJ가 유의적으로 가장 높은 값을 보였으며($p<0.05$), 대기업 제품 BAJ와 BSJ가 가장 낮았다.

2) pH, 적정산도 및 당산비

시판 사과음료의 이화학적 특성으로 pH와 적정산도 및 당산비를 분석한 결과는 <표 4>와 같다. 사과음료의 pH는 2.95～3.99의 범위로 나타났으며, 대기업 제품(3.03～3.55)은 중소기업(3.71～3.99)보다 유의적으로 낮은 값을 나타냈다. Gökmen 외(2001)에 의하면 사과주스의 주된 유기산 함량은 malic acid이었고, 그 외에 citric acid, quinic acid, methylmalonic acid, fumaric acid 등이 분석되었으며, 가공처리 방법에 의해 함량의 차이가 나타났다. 본 연구에서 기업별 pH 차이는 사과품종이나 첨가물 및 가공처리의 차이에 의해 영향을 받은 것으로 사료된다. 사과음료의 적정산도는 0.25～0.59%의 범위로, 대기업 제품은 0.25～0.41%, 중견기업은 0.27～0.51%, 중소기업은 0.25～0.37%, 해외기업은 0.37, 0.59%로 나타났다. 이는 황인욱 외(2011)의 연구에서 사과주스의 산도가 0.299～0.556%로 나타난 것과 유사하였다. 이처럼 시료마다 산도의 차이를 보이는 것은 원재료와 제조방법 및 사과가 함유한 유기산과 비타민 C 함량의 차이 때문으로 생각된다(박연옥, 2019).

당산비는 과일이나 과일음료 등을 구매할 때 중요한 인자 중의 하나로(Harker et al., 2002) 음료의 품질평가를 위해 가장 기본적으로 사용되는 지표이다. 시판 사과음료의 당산비는 <표 4>와 같다. 사과음료의 당산비는 18.67～52.13°Brix/% 범위였고 중소기업 SJJ제품이 가장 높은 값을 보였으며, 이는 SJJ제품이 다른 시판 사과주스에 비해 낮은 산도와 높은 당 함량을 가지고 있기 때문으로 사료된다. 박연옥(2019)의 논문에서는 레드비트와 사과주스가 혼합된 과채주스의 당산비가 13.92～24.31°Brix/%로 보고하고 있으며, 김자민 외(2014)의 연구에서는 대추 출물이 첨가된 흑도라지 사과주스의 당

〈표 4〉 시판 사과음료의 pH, 적정산도 및 당산비

구분		pH	적정산도(%)	당산비(Brix/%)
대기업	BAJ	3.55±0.04$^{f1)2)}$	0.25±0.01^{f}	44.86±1.68^{b}
	BDJ	3.03±0.01^{i}	0.41±0.04^{c}	20.41±1.86^{h}
	BSJ	3.10±0.02^{h}	0.38±0.00^{d}	18.67±0.06^{i}
중견기업	MGJ	2.95±0.02^{j}	0.27±0.00^{ef}	31.92±0.26^{e}
	MSJ	3.76±0.03^{b}	0.41±0.01^{c}	32.10±0.94^{e}
	MWJ	3.66±0.04^{d}	0.51±0.00^{b}	25.78±0.00^{g}
중소기업	SSJ	3.71±0.01^{c}	0.28±0.00^{e}	29.30±0.64^{f}
	SAJ	3.78±0.04^{d}	0.37±0.00^{d}	35.24±0.26^{d}
	SJJ	3.99±0.04^{a}	0.25±0.00^{f}	52.13±0.34^{a}
해외기업	AGJ	3.61±0.01^{e}	0.37±0.00^{d}	37.98±0.29^{c}
	AMJ	3.49±0.01^{g}	0.59±0.01^{a}	21.36±0.23^{h}

1) Mean±SD

2) $^{a\sim j}$ Means within column with different superscripts are significantly different by Duncan's test($p<0.05$).

산비가 4.15～6.98°Brix/%로 보고하였다.

3) 색도

시판 사과음료의 색도를 측정한 결과는 <표 5>와 같다. L값은 41.50～44.40의 범위로 중소기업 SJJ제품이 41.50으로 시료 중 가장 유의적으로 낮았다($p<0.05$). a값은 -1.30에서 -0.40의 범위로 나타났으며 중소기업 SJJ제품이 －0.40으로 유의적으로 가장 높은 값을 보였다($p<0.05$). b값은 -0.85에서 7.42의 범위로 해외기업 AMJ제품이 7.42로 유의적으로 가장 높은 값을 보였으며, 대기업 BDJ제품이 －0.85로 가장 낮은 값을 나타냈다($p<0.05$). 이수진 외(2012)의 연구에서 저온 및 고온 살균 사과주스의 색도는 L값이 46.70～52.53, a값이 -0.18～-0.12, b값이 5.91～6.60으로 보고하고 있으며, 본 연구의 L값 및 a값과 유사한 경향을 보였다.

2. 항산화 성분

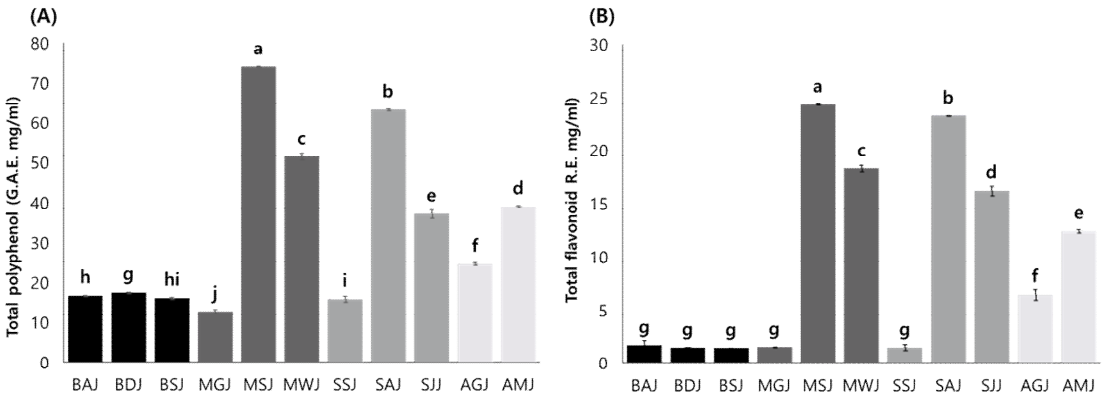
Total polyphenols과 Total flavonoids는 식물에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물로(윤혜정 외, 2007) 유해한 활성산소를 소거하여 항산화 활성과 상관성이 매우 크다(박연옥, 2019). 시판 사과음료의 항산화 성분(Antioxidant content) 분석 결과는 [그림 1]과 같다. 사과음료의 총 폴

〈표 5〉 시판 사과음료의 색도

구분		L 값(명도)	a 값(적색도)	b 값(황색도)
대기업	BAJ	42.85±0.05$^{cd1)2)}$	-0.92±0.05^{d}	2.41±0.12^{f}
	BDJ	44.17±0.20^{ab}	-1.30±0.00^{f}	-0.85±0.05^{i}
	BSJ	44.40±0.27^{a}	-1.30±0.08^{f}	-0.77±0.09^{i}
중견기업	MGJ	43.00±0.46^{c}	-0.82±0.05^{c}	1.13±0.09^{g}
	MSJ	42.72±0.09^{cde}	-0.87±0.05^{cd}	2.95±0.05^{e}
	MWJ	42.27±0.12^{f}	-0.82±0.05^{c}	6.82±0.05^{b}
중소기업	SSJ	43.95±0.66^{b}	-1.32±0.05^{f}	0.47±0.15^{h}
	SAJ	42.42±0.09^{def}	-0.92±0.09^{d}	3.05±0.12^{e}
	SJJ	41.50±0.08^{g}	-0.40±0.08^{a}	4.05±0.12^{d}
해외기업	AGJ	42.27±0.46^{f}	-1.10±0.08^{e}	6.32±0.09^{c}
	AMJ	42.30±0.14^{ef}	-0.60±0.08^{b}	7.42±0.12^{a}

1) Mean±SD

2) $^{a\sim h}$ Means within column with different superscripts are significantly different by Duncan's test($p<0.05$).



(A) : 시판 사과음료의 총 폴리페놀 함량 (B) : 시판 사과음료의 총 플라보노이드 함량

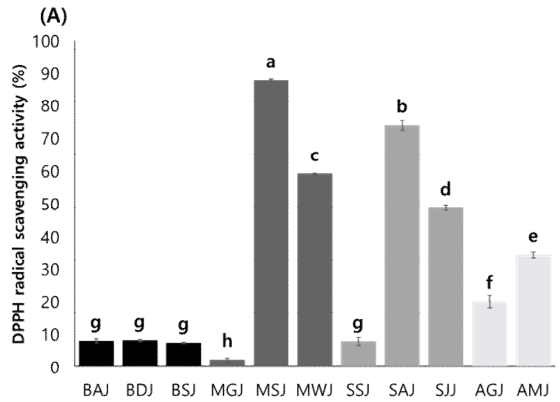
[그림 1] 시판 사과음료의 항산화 성분

The same letter means no statistically significant difference between the analysed products at the level of significance p=0.05.

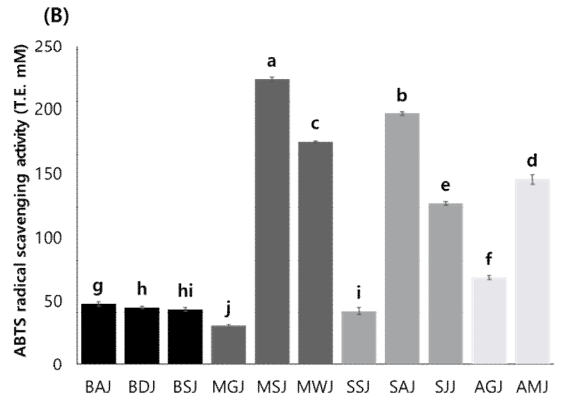
리페놀 함량은 대기업 제품에서 16.09～17.52 GAE mg/mL, 중견기업 제품에서 12.82～73.98 GAE mg/mL, 중소기업 제품에서 15.87～63.23 GAE mg/mL, 해외기업 제품에서 24.57～38.88 GAE mg/mL 값을 나타냈으며 중견기업 제품의 MSJ가 유의적으로 가장 높은 함량을 보였고($p<0.05$), 중소기업 제품 SAJ가 그 다음 높은 함량을 나타냈다. 이는 총 플라보노이드 함량의 결과에서도 동일하게 나타났다. 사과음료의 총 플라보노이드 함량은 대기업 제품에서 2.08～2.15 RE mg/mL, 중견기업 제품에서 2.10～8.24 RE mg/mL, 중소기업 제품에서 2.09～7.96 RE mg/mL, 해외기업 제품에서 3,44～5.03 RE mg/mL 값을 나타냈다. 정해정(2012) 연구에서 시판 사과주스의 총 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량은 각각 133.10～379.84 ug/mL과 23.82～68.28 ug/mL로 보고하고 있다.

.3. 항산화 활성

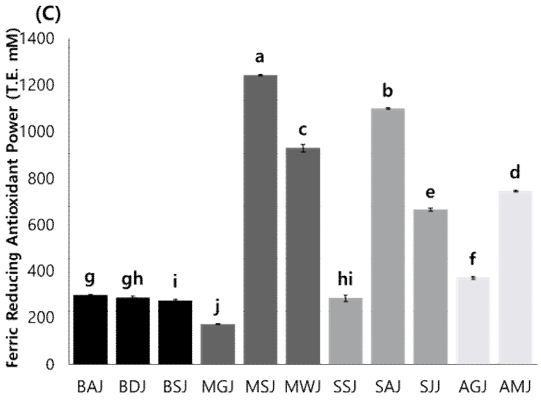
시판 사과음료의 항산화 활성(Antioxidant activity) 분석 결과는 [그림 2]와 같다. 안정한 Free radical로 알려진 DPPH는 항산화 물질과 반응하면 탈색되어 소거되며, ABTS 또한 항산화 물질과 반응하면 무색으로 소거되어 항산화 활성 측정 시 많이 사용되는 방법이다(김자민 외, 2014). FRAP와 Reducing power는 산화 및 환원 반응에 의한 메카니즘으로 보고되고 있으며(이혜련 외, 2008), 항산화 활성을 판정하는 기준으로 알려져 있다(윤혜정 외, 2007). 사과음료의 DPPH radical scavenging activity는 2.26～97.83% 범위였으며, ABTS radical scavenging activity는 29.61～223.66TE mM 범위였고, FRAP값은 169.69～1239.88TE mM, Reducing power는 826.35～2098.09TE mM 범위를 나타냈다. 모든 항산화 활성 분석에서 중견기업 MSJ제품이 유의적으로 가장



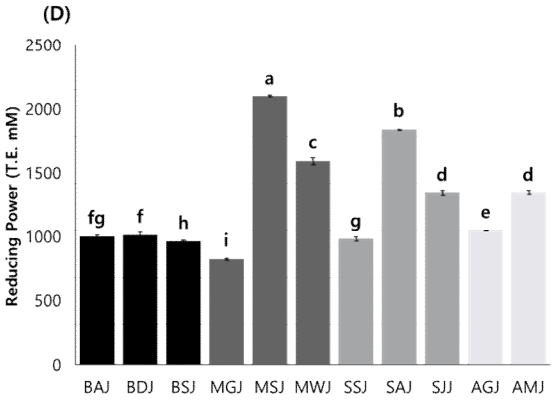
(A) : 시판 사과음료의 DPPH radical scavenging activity



(B) : 시판 사과음료의 ABTS radical scavenging activity



(C) : 시판 사과음료의 FRAP값



(D) : 시판 사과음료의 Reducing power

[그림 2] 시판 사과음료의 항산화 활성

The same letter means no statistically significant difference between the analysed products at the level of significance p=0.05.

높은 활성을 나타냈으며($p<0.05$), 다음으로 중소기업 SAJ제품, 중견기업 MWJ제품 순이었다. 정해정(2012)의 연구에서 시판 혼탁형 사과주스의 DPPH radical 소거능은 90%이상으로 보고하였으며, 이는 중견기업 MSJ 제품과 유사한 값을 보였다. 일반적으로 총 페놀 함량이 높으면 항산화 활성도 우수한 경향이 있다고 보고하고 있는데(김경범 외, 2006), 본 연구에서도 총 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량이 높은 중견기업 MSJ제품과 중소기업 SAJ제품이 항산화 활성도 우수한 경향을 보였다. 이와 같이, 시판 사과음료별 항산화 성분 및 활성에 차이를 보이는 이유는 사과 품종, 사과즙의 성분, 사과즙의 함량, 당류 및 기타 첨가물 함량 및 종류, 음료제조공정 등 때문으로 사료된다.

4. 항산화 성분과 활성의 상관관계

항산화 성분(총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량)과 항산화 활성(DPPH radical 소거능, ABTS radical 소거능, FRAP, Reducing power)의 상관관계는 <표 6과>과 같다. 사과음료의 총 폴리페놀 함량은 총 플라보노이드 함량, DPPH radical 소거능, ABTS radical 소거능, FRAP, Reducing power와 0.97, 0.99, 0.98, 0.99, 0.99의 유의적으로 높은 양의 상관관계를 나타냈으며, 총 플라보노이드 함량은 DPPH radical 소거능, ABTS radical 소거능, FRAP, Reducing power와 0.99, 0.98, 0.97, 0.95의 유의적으로 높은 양의 상관관계를 나타냈다. DPPH radical 소거능은 ABTS radical 소거능, FRAP, Reducing power와 0.98, 0.98, 0.98의 유의적으로 높은 양의 상관관계를 보였고 FRAP도 Reducing power와 0.99로 유의적으로 높은 양의 상관관계를 나타냈다. 이혜련 외(2008)는 포도주스의 총페놀 함량과 DPPH 및 FRAP(ferric reducing antioxidant power)과의 상관계수가 각각 0.97씩으로 나타났으며, 총 페놀 함량이 높을수록 과일주스 제품의 항산화 활성능력이 우수하다고 보고하였고 이는 본 연구 결과와 유사하였다.

5. 주성분 분석 및 계층적 군집분석

시판 사과음료의 이화학적 특성(수분함량, 가용성 고형분 함량, pH, 색도)과 항산화 특성(총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, DPPH radical scavenging)에 대한 주성분 분석 결과는 [그림 3]과 같다. 첫 번째 주성분(F1)과 두 번째 주성분(F2)은 각각 72.84%와 14.75%로 총 87.59%를 나타냈다. 주성분(F1) X축 양의 방향으로는 수분함량과 L값(명도)이 분포하였으며, 시판 사과음료 제품 중 대기업 제품의 BDJ와 BSJ, 중소기업 제품의 SSJ 제품이 밀접하게 분포되었다. 이 제품들의 수분함량은 92% 이상을 차지하였으며, 명도인 L값 또한 다른 제품보다 유의적으로 높은 43.95 이상의 값을 나타냈다. 주성분(F2) Y축 양의 방향으로는 pH, Total polyphenols, Total flavonoids, DPPH radical scavenging이 분포하였고, Y축 음의 방향으로는 가용성 고형분, a값(적색도), b값(황색도)이 분포되었다. 중견기업 제품의 MSJ와 MWJ 및 중소기업 제품의 SAJ는 항산화 성분인 Total polyphenols(TP)와 Total flavonoids(TF) 및 항산화 활성이 유의적으로 높게 나타났다. 중소기업의 SJJ제품과 해외기업의 AGJ 및 AMJ 제품은 가용성 고형분의 함량이 유의적으로 높았으며, b값(황색도)은 다른 제품들에 비해 유의적으로 높았다. 이와 같이 주성분 분석 결과 대기업 제품인 BDJ와 BSJ는 수분 함량이 높고 명도가 밝

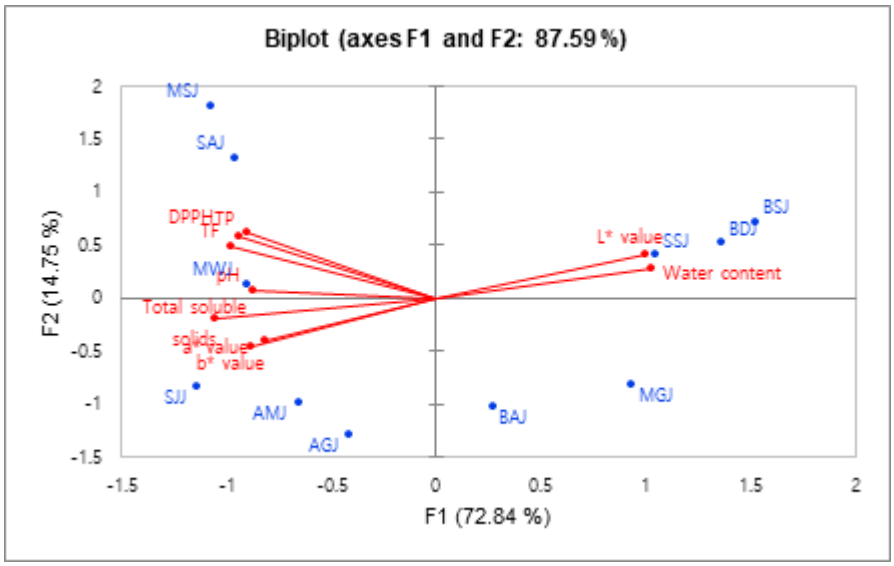
〈표 6〉 시판 사과음료의 항산화 특성 간의 상관관계

구분	TP[1)]	TF[2)]	DPPH	ABTS	FRAP	RP
TP	1.00	-	-	-	-	-
TF	0.97*	1.00	-	-	-	-
DPPH	0.99*	0.99*	1.00	-	-	-
ABTS	0.98*	0.98*	0.98*	1.00	-	-
FRAP	0.99*	0.97*	0.98*	0.99*	1.00	-
RP	0.99*	0.95*	0.98*	0.97*	0.99*	1.00

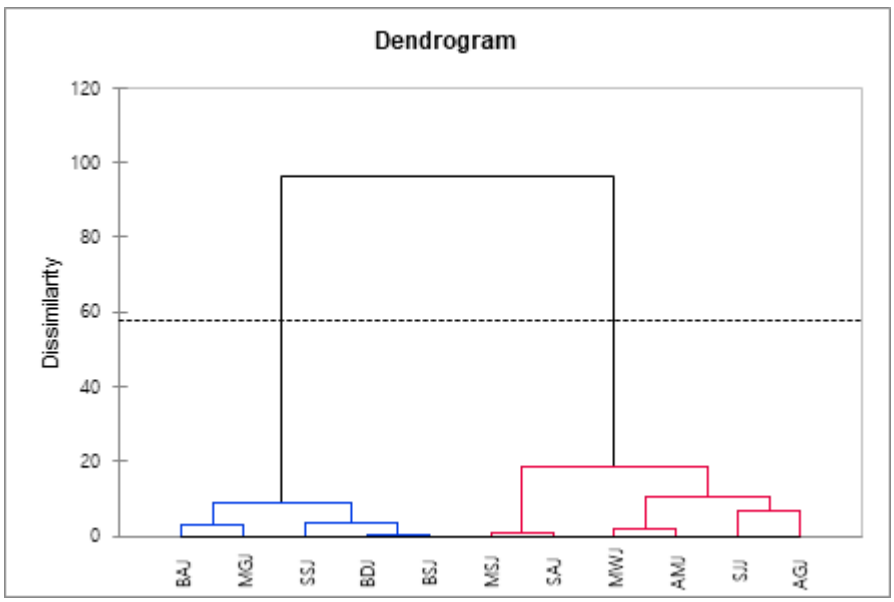
*Significant at $p<0.05$.
[1)]TP : total polyphenols
[2)]TF : total flavonoids

았으며, 중견기업 제품의 MSJ와 MWJ는 pH가 높고 항산화 성분과 활성이 높은 제품으로 서로 밀접한 관계를 보였다. 해외제품의 AGJ와 AMJ는 고형분 함량과 밀접한 관련성을 나타내었다.

[그림 4]는 시판 사과음료의 품질 특성을 바탕으로 계층적 군집분석(hierarchical cluster analysis based on euclidean distance and Ward linkage)한 결과를 덴드로그램으로 도시한 것이다. 시판 사과음료의 군집분석 결과 기업규모별로 각각 분류되었고, 군집 간의 거리를 바탕으로 살펴보면 대기업 제품인 BAJ와 중견기업 제품의 MGJ, 대기업 제품의 BDJ와 BSJ 및 중소기업 제품의 SJJ가 가까운 거리에 위치하였고, 중견기업 제품의 MSJ와 중소기업 제품의 SAJ, 중견기업 제품의 MWJ와 해외기업 제품의 AMJ, 중소기업 제품의 SJJ와 해외기업 제품의 AGJ가 서로 가까운 거리에 위치하였다. 전반적으로 대기업들의 사과음료 품질은 가까운 거리에 위치하였으며, 중견기업 제품의 MGJ와 중소기업 제품의 SSJ도 대기업의 제품들과 가까운 거리에 위치하였다. 반면, 중



[그림 3] 시판 사과음료의 주성분 분석



[그림 4] 시판 사과음료의 계층적 군집분석

소기업 제품의 SAJ와 SJJ 및 해외기업 제품의 AMJ와 AGJ, 중견기업의 MSJ와 MWJ 제품은 대기업 제품과는 다른 분류에 해당하는 거리에 위치하였다.

Ⅳ. 요약 및 결론

본 연구는 대기업(BAJ, BDJ, BSJ), 중견기업(MGJ, MSJ, MWJ), 중소기업(SSJ, SAJ, SJJ), 해외기업(AGJ, AMJ)에서 시중에 판매하는 사과음료 11종의 이화학적 특성과 항산화 성분 및 항산화 활성과 관련하여 품질분석을 실시하였다. 수분함량은 BDJ, BSJ, MGJ, SSJ는 92.23～93.98%의 범위로 타제품 시료에 비해 유의적으로 높았으며, 가용성 고형분 함량과 환원당은 해외기업 AGJ가 유의적으로 가장 높게 나타났다.

pH와 당산비는 SJJ가 가장 높은 값을 나타냈으며, 적정산도는 AMJ가 가장 높은 값을 보였다. L값은 SJJ제품이 시료 중 가장 유의적으로 낮았으며, a값은 SJJ, b값은 AMJ가 유의적으로 가장 높은 값을 나타냈다. 사과음료의 총 폴리페놀 함량과 총 플라보노이드 함량은 MSJ가 유의적으로 가장 높은 함량을 가졌으며, DPPH radical scavenging activity, ABTS radical scavenging activity, FRAP, Reducing power는 MSJ제품이 유의적으로 가장 높은 활성을 나타냈다. 항산화 성분과 활성 간의 상관관계는 Total polyphenols 함량과 FRAP가 0.99로 유의적으로 가장 높은 양의 상관관계를 나타냈다. 주성분 분석 결과, BDJ와 BSJ는 수분 함량이 높고 명도가 밝았으며, MSJ와 MWJ는 pH가 높고 항산화 성분과 활성이 높은 제품으로 서로 밀접한 관계를 보였다. 그리고 AGJ와 AMJ는 고형분 함량과 밀접한 관련성을 나타냈다. 계층적 군집분석에서는 대기업들의 사과음료가 가까운 거리에 위치하였으며, 중견기업의 MGJ와 중소기업의 SSJ도 대기업의 제품들과 가까운 거리에 위치하였다. 반면, 중소기업의 SAJ와 SJJ 및 해외기업의 AMJ와 AGJ, 중견기업의 MSJ와 MWJ 제품은 대기업 제품과는 다른 분류에 해당하는 거리에 위치하였다. 이상의 결과는 소비자 측면에서 항산화 성분 및 활성의 효능을 지향하는 사과음료를 선택하고자 할 때 유익한 정보로 활용될 수 있다.

주제어: 사과음료, 이화학적 품질, 항산화 특성

REFERENCES

가동순, 전현일, 오현화, 조승화, ... 송근섭(2019). 사과와인과 농축 사과와인의 제조 및 이들의 품질 특성. *한국식품영양과학회지, 48(9),* 999-1006.

김경범, 유기환, 박하얀, 정종문(2006). 국내 유통 중인 식용식물 추출물의 항산화효과. *한국응용생명화학회지, 49(4),* 328-333.

김영경, 정샘이, 차승현, 이정윤, ... 장금일(2019). '후지' 사과박 분말 함유 머핀의 품질 및 항산화 특성. *한국식품영양과학회지, 48(3),* 319-327.

김운주, 김봉희, 박양우(2000). 가공식품 구매행동과 식품첨가물에 대한 인식도. *생활과학연구논총, 3,* 71-80.

김자민, 문용선, 윤경영(2014). 대추 추출물이 첨가된 흑도라지 사과주스의 품질 특성 및 항산화 활성. *한국식품저장유통학회지, 21(2),* 199-205.

김효정, 김미라(2015). 대학생의 식생활 라이프스타일에 따른 음료 섭취 실태 분석. *동아시아식생활학회지, 25(2),* 223-233.

박난영, 김재화, 서지형, 우상철, 정용진(2010a). 비타민C 첨가에 따른 미세과육 함유 사과주스의 저장 중 품질변화. *한국식품저장유통학회지, 17(4),* 451-456.

박난영, 김재화, 우상철, 정용진(2010b). 열수 살균 조건에 따른 과육 함유 사과주스의 품질 변화. *한국식품저장유통학회지, 17(2),* 230-235.

박모라(1999). 대학생들의 음료 소비실태 및 이미지 조사 연구. *동아시아식생활학회지, 9(4),* 501-513.

박연옥(2019). 레드비트와 사과주스의 혼합비율에 따른 과채주스의 품질 특성 및 항산화 활성. *한국식품영양과학회지, 48(11),* 1253-1261.

손경석, 석은주, 이준호(2006). 청징 사과주스의 제조 및 품질특성 비교. *한국식품저장유통학회지, 13(2),* 138-143.

송재철, 조은경, 박현정(2002). 모과-사과 혼합청징음료 제조에 관한 연구. *산업식품공학, 6(1),* 38-45.

식품의약품안전처(2020). 식품 및 식품첨가물 공전 식품별 기준 및 규격, http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=30 에서 인출.

신은정, 강복희, 이상한, 이동선, ... 이진만(2011). 사과식초 제조를 위한 사과주스의 알코올발효 특성 모니터링. *한국식품저장유통학회지, 18(6),* 986-992.

오철환, 강창수(2016). 사과박 첨가가 쿠키 품질 특성에 미치는 영향. *한국조리학회지, 22(8),* 89-98.

윤혜정, 임상용, 허정무, 정진우, ... 김동호(2007). 감마선 조사와 저장온도에 따른 사과의 기능성 성분 및 조직감 변화. *한국식품저장유통학회지, 14(3),* 239-246.

이만효, 김미선, 신화균, 손호용(2011). 국내 시판 과일 및 야채주스의 항균, 항산화 및 항혈전 활성. *한국미생물 생명공학회지, 39(2),* 146-152.

이수진, 장혜림, 신승렬, 윤경영(2012). 저온 및 고온살균 사과주스의 품질 특성. *한국식품저장유통학회지, 19(2),* 178-184.

이은호, 김예진, 권순일, 김정희, ... 조영제(2018). 신육성 품종인 루비에스 사과껍질의 항산화, 건강 기능성 및 미용식품 활성. *한국식품영양과학회지, 47(11),* 1093-1102.

이혜련, 정보라, 박주영, 황인욱, ... 정신교(2008). 시판 포도주스의 항산화 활성 및 총 페놀 함량. *한국식품저장유통학회지, 15(3),* 445-449.

정해정(2012). 시판 과일주스의 이화학적 특성 및 기능성 비교. *한국식품저장유통학회 19(5),* 712-719.

채선주 (2011). 라이프스타일에 따른 커피 소비 행동에 관한 연구. 경희대학교 석사학위논문.

허무열(2010). 사과가공품의 인지도 및 중요도-만족도 분석. *한국식생활문화학회지, 25(1),* 1-8.

홍희도, 김성수, 김경탁, 최희돈(2001). 사과주스 농축품의 저장온도에 따른 품질 변화. *한국식품영양과학회지, 14(1),* 28-33.

황인욱, 김창섭, 정신교(2011). 사과주스의 이화학적 품질과 항산화 기능성. *한국식품저장유통학회지, 18(5),* 700-705.

aTFIS 식품산업통계정보(2019). 가공식품 세분시장 보고서, https://www.atfis.or.kr/article/M001050000/view.do?articleId=3302&boardId=3&page=&searchKey=&searchString=&searchCategory= 에서 인출.

aTFIS 식품산업통계정보(2020). 식품시장동향 [마켓리포트] 뉴스레터 11월 4주 - 과채음료, https://www.atfis.or.kr/article/M001010000/view.do?articleId=3613 에서 인출.

KHIDI 국민영양통계(2018). 다소비 식품 품목, https://www.khidi.or.kr/kps/dhraStat/result3?menuId=MENU01654&year= 에서 인출.

KNHANES 2019 국민건강통계(2020). 09-1. 식품 섭취, https://knhanes.kdca.go.kr/knhanes/sub04/sub04_04_01.do 에서 인출.

AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis(17th ed).* Washington DC, USA: Association of Official Analytical Chemists. 33-36.

Benzie, IFF., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing abiliy of plasma(FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Analytical Biochemistry, 239(1),* 70-76.

Blois, M. S. (1958). Antioxidant determinations by the use a stable free radical. *Nature, 181(4617),* 1199-1200.

Dewanto, V., Wu, X., Adom, K. K., & Liu, R. H. (2002). Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50(10)*, 3010–3014.

Harker, F. R., Marsh, K. B., Young, H., Murray, S. H., ... & Walker, S. B. (2002). Sensory interpretation of instrumental measurements 2: sweet and acid taste of apple fruit. *Postharvest Biology and Technology, 24,* 241-250.

Oyaizu, M. (1986). Studies on products of browning reaction: Antioxidantive activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *The Japanese Journal of Nutrition and Dietetics, 44(6),* 307-315.

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., ... & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radicalcation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine, 26(9–10),* 1231–1237.

Shen, Y., Jin, L., Xiao, P., Lu, Y., & Bao, J. (2009). Total phenolics, flavonoids, antioxidant capacity in rice grain and their relations to grain color, size and weight. *Journal of Cereal Science, 49(1),* 106–111.

Received 22 February 2021;
1st Revised 16 July 2021;
Accepted 20 August 2021