



Review

과·채류음료 등의 항산화 및 영양성분 함량 조사

문경은* · 김양희 · 조한길 · 김대환 · 윤수정 · 강효정 · 민지현 · 이명진

경기도보건환경연구원 식품의약품연구부 보건연구기획팀

Analysis of Antioxidant and Nutritional Composition in Fruit and Vegetable Beverages

Kyeong-Eun Moon*, Yang-Hee Kim, Han-Gil Cho, Dae-Hwan Kim, Su-Jung Yun,
Hyo-Jeong Kang, Ji-Hyeon Min, Myung-Jin Lee

Public Health Research Planning Team, Gyeonggi province Institute of Health and Environment, Suwon, Korea

(Received July 2, 2024/Revised November 10, 2024/Accepted November 14, 2024)

ABSTRACT - In this study, 64 cases of fruit and vegetable beverages were investigated for vitamin C, polyphenol, and mineral contents. The results showed that vitamin C content ranged from 1.851 to 251.108 mg/100 mL, and the mean content was highest in non-heated apple juice at 89.646 mg/100 mL. Polyphenol content ranged from 260.767 to 1895.095 mg gallic acid equivalent (GAE)/L, and the mean content was also highest in non-heated apple juice at 1042.311 mg GAE/L. Selenium and copper contents were highest in heated orange juice at 0.101 and 22.875 µg/100 mL, respectively. Magnesium, phosphorus, and iron were highest in the non-heated strawberry juice at 4.281, 16.085, and 0.400 mg/100 mL. Zinc was highest in heated strawberry juice at 149.344 µg/100 mL. Compared to the recommended daily intake for adult men, vitamin C could be consumed up to five times the recommended daily intake of 200 mL of juice, and more than 50% of the iron intake could be satisfied.

Key words: Vitamin C, Polyphenol, Mineral, Fruit and vegetable beverages, Ready to drink (RTD)

현대사회는 건강에 대한 관심이 높아 3대 영양소인 탄수화물, 단백질, 지방 외에 비타민, 무기질과 같은 미량 영양소가 주목받고 있으며 미량영양소의 급원인 과일은 현대인의 식생활에서 중요한 역할을 하고 있다^{1,2)}. 과일은 비타민과 무기질이 풍부하여 우리의 식생활에서 영양적인 결핍 보충에 도움을 준다³⁾. 또한 탄닌, 카테킨, 플라보노이드 등의 폴리페놀 성분이 풍부하여 항산화능이 뛰어나 조직을 free 라디칼에 의한 손상으로부터 보호하고 심혈관계질환, 암 등 만성질환 발병 위험을 낮춘다⁴⁻⁶⁾. 과채류 섭취에 관한 연구에 의하면 하루에 200 g의 과일을 섭취시 뇌졸중 위험이 32% 감소한다고 하였고⁷⁾, 과일과 채소를

많이 섭취한 폐암 환자는 사망할 위험이 감소한다고 보고되었다⁸⁾. 이처럼 과일과 채소의 섭취는 건강과 연계성이 있고, 섭취량이 많을수록 free 라디칼에 의한 산화적 손상으로 발병되는 암, 심혈관계질환 등의 발병률과 사망률을 감소시킨다⁹⁾. 또한 과일 섭취군이 미 섭취군에 비해 식생활 및 식사 질이 높아 과일의 섭취는 건강에 직접적인 영향 뿐 아니라 간접적인 영향을 미치고 있다¹⁰⁾.

가족 구성원 수의 감소와 고령화로 인해 최근 과일 소비 트렌드는 '식이 편의성'이 중시되고 있고 손질이 필요 없는 마시는 방식의 과일 소비가 트렌드에 부합한다고 보고되고 있다. 특히 대학생의 경우 일반과일 구매량은 저조하지만 과일주스의 구매량이 높게 나타난다고 보고되었다¹¹⁾. 또한 조리법에 따른 과일 섭취실태를 조사한 결과, 식물성 식품 자체로 섭취하는 비율이 가장 높았고, 음료 및 차류로 섭취하는 비율은 5.1%로 나타나 4번째로 높은 비율을 보였으며 최근 과일주스의 소비가 증가한 것을 원인으로 나타났다¹⁰⁾.

한편 과채류에 풍부한 생리활성 성분들은 열에 의한 파괴가 쉬운 것으로 알려져있다¹²⁾. 주스 제조 장치에 따른

*Correspondence to: Kyeong-Eun Moon, Public Health Research Planning Team, Gyeonggi province Institute of Health and Environment, Suwon 16381, Korea
Tel: +82-31-8008-9646, Fax: +82-31-8008-9649
E-mail: munke@gg.go.kr

Copyright © The Korean Society of Food Hygiene and Safety. All rights reserved. The Journal of Food Hygiene and Safety is an Open-Access journal distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

과일주스의 품질을 비교한 결과, 고속으로 착즙했을 때 보다 저속으로 착즙했을 때 폴리페놀 함량 및 항산화능이 높은 것으로 나타났고, 빠른 회전수에 의해 공기 접촉이 많고, 마찰열로 인해 페놀 화합물이 산화 또는 파괴된 것으로 보고되었다^{12,13}. 과·채류음료는 가공 과정에서 원물의 폴리페놀, 비타민류 등의 손실이 발생하지만 편리함을 추구하는 현대인들에게는 가공되지 않은 원물 과·채류의 대안책이 될 수 있다¹⁴.

과·채류음료는 「식품등의 표시광고에 관한 법률 시행규칙」에 따라 제품에 영양표시를 해야하는 식품이다. 표시대상 영양성분은 열량, 나트륨, 탄수화물, 당류, 지방, 트랜스지방, 포화지방, 콜레스테롤, 단백질로 9가지이며 추가적으로 영양표시나 영양강조표시를 하려는 경우 1일 영양성분 기준치에 명시된 영양성분을 표시할 수 있다¹⁵. 이러한 이유로 과·채류음료의 원재료인 과일에 풍부한 비타민이나 무기질과 같은 미량영양소나 항산화능이 뛰어난 폴리페놀 성분이 어느 정도 들어있을지 알 수 있는 제품은 제한적이다. 특정 영양성분이 강화된 과·채류음료에 대해 표시된 함량과 실제 함량을 비교한 선행연구들은 있지만 의무적으로 표시해야하는 9가지 성분만 기재된 과·채류음료에 대한 함량 조사는 미비한 실정이다. 이에 따라 본 연구에서는 시중에 판매되고 있는 과·채류음료를 수거하여 영양표시로 함량을 알기 어려운 비타민 C와 무기질 및 폴리페놀의 함량을 분석하여 소비자들에게 정보를 제공하고자 하였다.

Materials and Methods

재료 및 항목

2023년 4월부터 8월까지 경기도 내 유통매장과 온라인에서 유통되고 있는 과·채류음료 등 64건을 수거하였다. 가열 처리 여부에 따라 가열/비가열로 나누어 수거하였고 대상 시료는 오렌지주스, 사과주스, 딸기주스이며 Table 1에 나타내었다. 오렌지주스 24건(가열 19건, 비가열 5건), 사과주스 26건(가열 22건, 비가열 4건), 딸기주스 14건(가열 7건, 비가열 7건)에 대하여 비타민 C, 폴리페놀 및 무기질(Mg, P, Fe, Zn, Cu, Se)을 분석하였다.

Table 1. Number of samples according to raw material and heat treatment

Samples	Heat treatment	No. of samples
Apple juice	O	19
	X	5
Orange juice	O	22
	X	4
Strawberry juice	O	7
	X	7

시약 및 표준용액

본 연구에 사용된 시약 및 표준품은 Sigma-Aldrich (St. Louis, MI, USA)사의 meta-phosphoric acid, ascorbic acid, potassium phosphate monobasic, acetonitrile, folin-ciocalteu's phenol reagent, gallic acid, sodium carbonate를 사용하였고, nitric acid (Wako, Osaka, Japan), inductively coupled plasma (ICP) standard (AccuStandard, New Haven, CT, USA), phosphorus standard (AccuStandard)을 사용하였다. 정제수는 초순수제조기 Direct-Pure UP20(Rephile, Zhejiang, China)의 3차 증류수를 사용하였다.

비타민 C 분석방법

비타민 C는 식품공전 일반시험법¹⁶의 2.2.2.4 다. 고속액체크로마토그래프에 의한 정량법에 따라 측정하였다. 시료 2-5 g을 칭량하여 동량의 10% 메타인산용액을 넣고 10분간 진탕한 후 적당량의 5% 메타인산용액을 넣어 균질화하였다. 그 후 100 mL 메스플라스크에 옮겨 5% 메타인산용액으로 용기를 씻고 메스플라스크에 합하여 100 mL로 정용하였다. 그 후 원심분리기(Hanil Scientific Inc, Gimpo, Korea)로 1,450 ×g에서 10분간 원심분리를 하여 상등액을 취해 membrane syringe filter로 여과 후 시험용액으로 하고 기기분석을 하였다.

기기분석은 ultra violet (UV) detector가 장착된 high-performance liquid chromatography (HPLC, e2695, Waters, Worcester, MA, USA)를 사용하였고, 기기분석 조건은 Table 2와 같다. 분석용 컬럼은 CAPCELL PAK C18 (4.6 mm ×250 mm, 5 μm, Osaka Soda, Osaka, Japan)을 이용하여 정성 및 정량분석하였다.

폴리페놀 분석방법

폴리페놀 함량은 몰리브데늄염의 색 변화를 이용하여 흡광도를 측정하는 folin-ciocalteu¹⁷에 의해 산출하였다. 시험용액은 96 well plate에 원액과 희석액 20 μL에 증류수 140 μL를 넣어 희석하고 1 N folin-ciocalteu's reagent 20 μL를 넣은 후 3분간 상온에서 반응시켰다. 반응이 끝나면 10% sodium carbonate 용액 20 μL를 넣어 암소에서 1시간 반응시켰다.

Table 2. HPLC analytical condition for the determination of vitamin C

Parameters	Operating condition
Mobile phase	0.05M KH ₂ PO ₄ :Acetonitrile = 85:15
Flow rate	1.0 mL/min
Run time	10 min
Injection volume	10 μL
Column temp.	40°C
Wavelength	254 nm

표준검량선을 작성하기 위해 gallic acid 표준용액을 20-250 mg/L 범위에서 단계 희석하였고 시험용액과 동일하게 처리하였다. 반응이 끝난 시험용액과 표준용액은 마이크로 플레이트리더(Tecan, Zürich, Switzerland)로 700 nm의 파장에서 측정하였다. 시료 추출액의 결과값은 gallic acid 표준용액의 검량선을 이용하여 gallic acid 양으로 폴리페놀 함량을 구하였다.

무기질 분석방법

무기질은 식품공전 일반시험법의 2.2 미량영양성분시험법에 따라¹⁶⁾ 측정하였다. 균질화한 시료 1 g을 microwave 분해 튜브에 취하고 질산 5 mL을 가하여 18시간 예비 분해한 후 microwave를 이용하여 1시간 이상 완전히 분해하였다. 이 분해물을 20 mL로 정용하여 시료로 사용하였다. 마그네슘, 인, 철은 ICP-OES (Avio500, PerkinElmer, Waltham, MA, USA)로 분석하였고 셀레늄, 구리, 아연은 ICP-MS (PerkinElmer)로 분석하였으며 분석조건은 Table 3과 같다.

유효성 검증

비타민 C, 폴리페놀, 무기질 분석 방법에 대한 신뢰성을 확인하고자 직선성, 정확성, 정밀성, 검출한계 및 정량

한계를 확인하였다. 직선성은 각 농도별로 희석한 표준용액을 반복 측정 후 검량선을 작성하여 회귀선의 결정계수(coefficient of determination, R^2)로 확인하였고, 정밀성은 반복 측정된 분석결과와 coefficient of variation (CV, %)로 확인하였다. 정확도는 시료에 표준물질을 첨가하여 회수율을 구하였고, 검출한계(limit of detection, LOD)와 정량한계(limit of quantitation, LOQ)는 International Conference on Harmonization (ICH)에서 제시한 기기반응의 표준편차와 검량선의 기울기 평균에 근거하는 방법¹⁸⁾에 따라 구하였다.

$$LOD=3.3\times\sigma/S$$

$$LOQ=10\times\sigma/S$$

σ =The standard deviation of the response

S=The slope of the calibration curve

Results and Discussion

유효성 검증

비타민 C, 폴리페놀, 무기질 분석법의 유효성 확인을 위한 기기의 검출한계와 정량한계, 직선성, 정밀도, 정확도는 Table 4에 나타내었다. 검출한계와 정량한계는 비타민 C는 각각 0.0612, 0.1856 mg/L로 나타났고, 폴리페놀은 각각 6.7800, 20.5455 mg/L로 나타났다. 마그네슘, 인, 철의 검출한계는 각각 0.0247, 0.0070, 0.0027 mg/L로 나타났고 정량한계는 각각 0.0748, 0.0213, 0.0083 mg/L로 나타났다. 셀레늄, 구리, 아연의 검출한계는 각각 0.0009, 0.0024, 0.0282 µg/L로 나타났고, 정량한계는 각각 0.0026, 0.0072, 0.0855 µg/L로 나타났다. 검출한계 미만의 결과는 not detected (N.D) 처리하였으며 각 물질별 직선성 또한 0.99 이상으로 우수한 직선성을 보였다. AOAC에 따르면¹⁹⁾ 회수율 75-120%이고, 정밀도 기준은 8% 이하이며 각각 82.88-98.19%, 0.5-2.03%의 범위로 기준 이내로 나타났다.

Table 3. ICP-OES and ICP-MS analytical condition for the determination of minerals

Parameters	ICP-OES ¹⁾	ICP-MS ²⁾
RF power	1500 W	1600 W
Plasma gas flow	10 L/min	15 L/min
Aux. gas flow	0.2 L/min	1.2 L/min
Neb. gas flow	0.6 L/min	1.02 L/min

¹⁾ICP-OES: inductively coupled plasma optical emission spectrometry.

²⁾ICP-MS: inductively coupled plasma-mass spectrometry.

Table 4. The LOD, LOQ, linearity, variation and accuracy of vitamin C, polyphenol and minerals

Compounds	LOD ¹⁾	LOQ ²⁾	Linearity (R^2)	Variation (C.V. ³⁾ , %)	Accuracy	
					Concentration	Recovery (%)
Vitamin C	0.0612 mg/L	0.1856 mg/L	0.9999	0.50	1 mg/L	89.35
Polyphenol	6.7800 mg/L	20.5455 mg/L	0.9981	0.85	30 mg/L	82.88
Mg	0.0247 mg/L	0.0748 mg/L	0.9984	0.75	0.5 mg/L	94.95
P	0.0070 mg/L	0.0213 mg/L	0.9993	0.46	0.5 mg/L	98.19
Fe	0.0027 mg/L	0.0083 mg/L	0.9952	1.48	0.5 mg/L	97.66
Se	0.0009 µg/L	0.0026 µg/L	0.9996	2.03	0.1 µg/L	85.73
Cu	0.0024 µg/L	0.0072 µg/L	0.9996	1.28	0.1 µg/L	95.80
Zn	0.0282 µg/L	0.0855 µg/L	0.9954	1.59	0.1 µg/L	84.57

¹⁾LOD: limit of detection.

²⁾LOQ: limit of quantitation.

³⁾C.V.: coefficient of variation.

Table 5. Comparison of vitamin C contents in apple, orange and strawberry juices

Samples	Heat treatment	No. of samples	Range (mg/100 mL)	mean±SD (mg/100 mL)
Apple juice	O	22	1.850-84.481	30.003±27.319
	X	4	3.465-251.108	89.646±110.210
Orange juice	O	19	3.465-78.552	35.233±22.544
	X	5	21.868-45.522	31.544±8.746
Strawberry juice	O	7	2.464-63.690	21.910±23.654
	X	7	7.723-46.074	20.741±15.544

Table 6. Comparison of vitamin C contents in apple, orange and strawberry juices according to vitamin C addition

Samples	Vitamin C addition	No. of samples	Range (mg/100 mL)	mean±SD (mg/100 mL)
Apple juice	O	18	3.988-251.108	51.796±56.136
	X	8	1.851-41.610	10.792±13.346
Orange juice	O	7	10.629-66.007	33.350±23.109
	X	17	3.466-78.552	34.923±19.831
Strawberry juice	O	6	4.084-43.353	19.401±13.481
	X	8	2.465-63.691	22.769±23.496

비타민 C 함량 분석 결과

비타민 C의 함량은 가열 처리 여부와 비타민 C 첨가유무에 따라 Table 5, 6에 나타내었다. 본 연구의 비타민 C의 함량은 100 mL 당 오렌지주스는 3.466-78.552 mg/100 mL, 사과주스는 1.851-251.108 mg/100 mL, 딸기주스는 2.465-63.961 mg/100 mL로 비교적 광범위하게 나타났다. 가열 처리로 구분하였을 때 오렌지주스의 경우는 가열, 비가열 처리 제품이 각각 3.466-78.552 mg/100 mL, 21.868-45.523 mg/100 mL의 범위를 나타내었고, 사과주스는 가열, 비가열 처리 제품이 각각 1.851-84.481 mg/100 mL, 3.465-251.108 mg/100 mL 범위를 나타내었다. 딸기주스는 가열, 비가열 처리 제품이 각각 2.465-63.961 mg/100 mL, 7.724-46.074 mg/100 mL의 범위를 나타내었다. 비가열 처리 사과주스의 비타민 C 평균 함량이 89.646 mg/100 mL로 가장 높게 나타났으며 가열 처리 사과주스의 3배 높은 함량을 나타내었다. 오렌지주스는 가열 처리 제품의 평균 함량이 35.233 mg/100 mL이었고, 비가열 처리 제품의 평균 함량이 31.544 mg/100 mL으로 큰 차이를 보이지 않았다. 선행된 연구에서는 국내에서 시판되고 있는 오렌지주스에서 평균 함량이 32 mg/100 mL으로 나타나 본 연구와 유사한 결과를 보였고²⁰⁾, 해외 연구의 경우 64 mg/100 mL, 52 mg/100 mL, 46 mg/100 mL 수준으로 본 연구결과에 비해 다소 높게 보고되었다^{21,23)}.

비타민 C가 첨가된 검체는 사과주스에서 26건 중 18건으로 첨가 비율이 가장 높았다. 비타민 C가 첨가된 사과주스의 평균 함량이 51.796 mg/100 mL으로 가장 높았고 비타민 C가 첨가되지 않은 사과주스의 5배 높은 함량을

나타내었다. 오렌지주스와 딸기주스의 비타민 C 평균 함량은 비타민 C 첨가 유무에 따라 큰 차이를 보이지 않았다. 비타민 C 첨가에 따른 사과 퓨레의 항산화 특성에 대한 연구에 의하면 비타민 C 첨가량 증가에 따라 색도와 전체적인 기호가 향상되었고 항산화 성분 함량과 활성이 증가하였다고 보고되었다²⁴⁾. 이처럼 비타민 C는 산화방지제, 영양강화제, 산도조절제의 역할을 위해 첨가물로서 과·채류음료에 쓰이며 영양적인 측면에서도 긍정적인 효과를 나타내고 있다²⁵⁾.

원재료인 과일의 비타민 C 함량은 계절별로 상이하고²⁶⁾, 음료의 pH와 당류, 저장온도에 따라 비타민 C의 안정도가 달라지며²⁷⁾ Nagy²⁸⁾은 저장초기 2주 내 용기 내에 잔존하는 유리산소로 인해 비타민 C의 급격한 파괴가 일어난다고 보고했다. 이와 같이 과·채류음료의 비타민 C 함량은 많은 변수의 영향을 받기 때문에 함량 범위가 광범위

Table 7. Comparison of vitamin C contents in 200 mL serving size and RDI

Samples	Heat treatment	Average contents (mg/200 mL)	% of RDI ¹⁾
Apple juice	O	60.006	60.0
	X	179.292	179.3
Orange juice	O	70.466	70.45
	X	63.088	63.1
Strawberry juice	O	43.820	43.8
	X	41.482	41.5

¹⁾RDI: recommended daily intake.

하게 나타나는 것으로 판단된다.

비타민 C의 일일권장섭취량은 100 mg/100 mL으로 주스 한 컵(200 mL)을 마실 때, 섭취 가능한 비타민 C의 평균 함량이 일일권장섭취량을 얼마나 충족시킬 수 있는지 Table 7에 나타내었다. 비타민 C의 함량 범위는 200 mL 기준 3.702-502.216 mg/100 mL이고 최대 5배 분량의 비타민 C를 섭취할 수 있는 것으로 나타났다. 비가열 처리 사과주스의 비타민 C 평균 함량은 일일권장섭취량의 1.8배 수준이었고, 오렌지주스와 가열 처리 사과주스의 평균 비타민 C 함량은 일일권장섭취량의 60-70% 수준으로 나타났으며, 딸기주스는 가열 여부에 관계없이 40% 수준으로 나타났다.

폴리페놀 함량 분석 결과

폴리페놀의 함량은 총 페놀 함량을 Gallic acid와 비교하여 나타내는 gallic acid equivalent (GAE)로 표시하였다²⁹⁾. 1L 당 오렌지주스는 260.767-1292.041 mg GAE/L, 사과주스는 268.879-1895.095 mg GAE/L, 딸기주스는 350.306-1856.760 mg GAE/L으로 나타났고 Table 8에 나타내었다. 가열 처리로 구분하였을 때 오렌지주스의 경우는 가열, 비가열 제품이 각각 260.767-1292.041 mg GAE/L, 561.774-744.223 mg GAE/L의 범위를 나타내었고, 사과주스는 가열, 비가열 제품이 각각 268.879-1005.782 mg GAE/L, 321.146-1895.095 mg GAE/L

범위를 나타내었다. 딸기주스의 경우는 가열, 비가열 제품이 각각 350.306-1101.287 mg GAE/L, 629.479-1856.760 mg GAE/L 범위를 나타내었으며 Table 8에 나타내었다. 오렌지주스는 가열, 비가열 제품이 각각 평균 함량 604.510, 619.912 mg GAE/L로 큰 차이를 보이지 않았으며 선행연구들에서는 가열여부 구분 없이 평균 함량이 785, 755 mg GAE/L로 나타나 본 연구와 유사한 결과를 보였다¹⁸⁾. 비가열 처리 사과주스의 평균 함량이 1042.311 mg GAE/L으로 가장 높게 나타났고, 가열 처리 사과주스에 비해 약 1.5배 높은 함량을 나타내었다. 딸기주스 또한 비가열 제품의 평균 함량이 가열 처리 제품에 비해 약 1.5배 높은 함량을 나타내었다. 열처리한 과채류의 항산화 활성에 관한 연구에 의하면 열처리온도가 증가함에 따라 폴리페놀 함량이 유의적으로 증가하였고, 사과는 150°C 처리에는 오히려 감소하는 경향을 보였다고 보고되었다²⁸⁾. 원재료 특성과 제조 방법의 차이로 인해 가열 처리 여부에 따라 평균 함량의 차이가 있는 것으로 보여진다.

무기질 함량 분석 결과

가열 처리여부에 따른 무기질 함량은 Table 9, 10에 나타냈다. 마그네슘은 0.286-7.028 mg/100 mL의 범위에서 나타났고 평균 함량은 비가열 처리 딸기주스에서 4.281 mg/

Table 8. Comparison of polyphenol contents in apple, orange and strawberry juices

Samples	Heat treatment	No. of samples	Range (mg GAE/L)	mean±SD (mg GAE/L)
Apple juice	O	22	268.878-1005.782	601.707±245.187
	X	4	321.146-1895.094	1042.311±648.028
Orange juice	O	19	260.766-1292.040	604.510±245.593
	X	5	561.774-744.223	619.912±77.634
Strawberry juice	O	7	350.306-1101.287	654.088±310.225
	X	7	629.479-1856.759	988.088±426.670

Table 9. Comparison of minerals in apple, orange and strawberry juices analyzed by ICP-OES

Samples	Heat treatment	No. of samples	mean±SD (range) (mg/100 mL)		
			Mg	P	Fe
Apple juice	O	22	1.547±0.535 (0.286-2.372)	5.734±2.026 (0.334-9.258)	0.316±0.553 (0.018-2.634)
	X	4	1.104±0.085 (0.099-0.449)	7.533±1.660 (5.252-8.934)	0.033±0.013 (0.018-0.044)
Orange juice	O	19	4.125±1.541 (0.506-7.028)	10.812±3.761 (0.486-16.185)	0.254±0.352 (0.015-1.344)
	X	5	4.146±1.025 (2.682-5.231)	13.627±2.341 (11.161-17.496)	0.070±0.055 (0.024-0.148)
Strawberry juice	O	7	2.118±1.594 (1.060-5.455)	5.422±3.323 (2.180-10.903)	0.179±0.175 (0.031-0.527)
	X	7	4.281±1.180 (2.561-5.345)	16.085±2.672 (11.613-20.289)	0.400±0.365 (0.105-1.025)

Table 10. Comparison of minerals in apple, orange and strawberry juices analyzed by ICP-MS

Samples	Heat treatment	No. of samples	mean±SD (range) (µg/100 mL)		
			Se	Cu	Zn
Apple juice	O	22	0.047±0.023 (0.005-0.119)	14.743±11.364 (0.282-52.265)	59.774±65.458 (8.691-304.698)
	X	4	0.026±0.010 (ND-0.038)	20.105±6.490 (12.947-25.961)	117.897±147.118 (18.300-329.611)
Orange juice	O	19	0.101±0.061 (0.048-0.328)	22.875±11.392 (3.928-59.986)	77.984±83.498 (10.819-380.929)
	X	5	0.088±0.044 (0.050-0.165)	21.191±1.914 (18.184-22.815)	83.878±84.120 (16.761-212.567)
Strawberry juice	O	7	0.068±0.035 (0.036-0.133)	8.183±7.139 (2.938-23.635)	149.344±200.943 (45.383-601.409)
	X	7	0.092±0.024 (0.057-0.120)	21.087±5.733 (14.400-30.043)	100.337±40.681 (49.218-150.254)

Table 11. Comparison of minerals contents in a serving size (200 mL) and RDI

Samples	Heat treatment	Average contents (mg/200 mL)(% of RDI)			Average contents (µg/200 mL)(% of RDI) ¹⁾		
		Mg	P	Fe	Se	Cu	Zn
Apple juice	O	3.094 (0.1)	11.468 (1.6)	0.632 (6.3)	0.047 (0.1)	14.743 (1.7)	59.774 (0.6)
	X	2.208 (0.6)	15.066 (2.2)	0.066 (0.7)	0.026 (0.0)	20.105 (2.4)	117.897 (1.2)
Orange juice	O	8.250 (2.3)	21.624 (3.1)	0.508 (5.1)	0.101 (0.2)	22.875 (2.7)	77.984 (0.8)
	X	8.292 (2.3)	27.254 (3.9)	0.140 (1.4)	0.088 (0.1)	21.191 (2.5)	83.878 (0.8)
Strawberry juice	O	4.236 (1.2)	10.844 (1.5)	0.358 (3.6)	0.068 (0.1)	8.183 (1.0)	149.344 (1.5)
	X	8.562 (2.4)	32.170 (4.6)	0.800 (8.0)	0.092 (0.2)	21.087 (2.5)	100.337 (1.0)

¹⁾RDI: recommended daily intake.

100 mL, 비가열 처리 오렌지주스에서 4.146 mg/100 mL 순으로 나타났다. 인은 0.334-20.289 mg/100 mL의 범위를 보였으며 비가열 처리 딸기주스에서 16.085 mg/100 mL, 비가열 처리 오렌지주스에서 13.627 mg/100 mL 순으로 평균 함량을 나타냈다. 철은 0.016-2.634 mg/100 mL의 범위를 보였고 평균 함량은 비가열 처리 딸기주스에서 0.400 mg/100 mL, 가열 처리 사과주스에서 0.316 mg/100 mL 순으로 나타났다. 셀레늄의 함량범위는 0.000-0.328 µg/100 mL으로 나타났고 평균 함량은 가열 처리 오렌지주스에서 0.101 µg, 비가열 처리 딸기주스에서 0.092 µg/100 mL 순으로 나타났다. 구리는 0.283-59.986 µg/100 mL의 함량 범위를 나타냈고, 가열 처리 오렌지주스, 비가열 처리 오렌지주스에서 각각 22.875 µg/100 mL, 21.191 µg/100 mL의 평균 함량을 보였다. 아연은 8.691-601.410 µg의 비교적 넓은 범위를 나타냈고, 가열 처리 딸기주스에서 149.344 µg/

100 mL, 비가열 처리 사과주스에서 117.897 µg/100 mL의 평균 함량을 나타냈다. 가열 처리 오렌지주스에서는 셀레늄, 구리의 평균 함량이 가장 높게 나타났으며, 비가열 딸기주스에서는 마그네슘, 인, 철의 평균 함량이 가장 높게 나타났고, 가열 처리 딸기주스에서 아연의 평균 함량이 가장 높게 나타났다.

무기질은 에너지원은 아니지만 생물체의 구성 성분중 매우 중요한 역할을 한다. pH 조절을 통한 완충 역할을 하고 여러 가지 효소의 구성 성분으로 생리적 기능을 유지하는 등 다양한 역할을 하고 부족할 경우 결핍증이 나타나기 때문에 미량이지만 반드시 일정량의 섭취가 필요하다²⁾. 주스 한 컵(200 mL)을 마실 때, 섭취 가능한 무기질의 평균 함량이 성인 남성 기준 일일권장섭취량을 얼마나 충족시킬 수 있는지 Table 11에 나타내었다. 철은 일일권장섭취량의 최대 50% 이상 충족이 가능했고, 구리와 아

연은 일일권장섭취량의 최대 10% 이상 충족이 가능했다.

수거한 제품의 표시기준에 따른 당류의 함량이 200 mL 기준 평균 20 g을 나타내었고, WHO에서 권장한 하루 당류 섭취량이 50 g인 것을 고려하여 적정량을 섭취한다면 과·채류음료를 통해 보다 편리하게 하루에 필요한 영양소 공급에 도움이 될 것으로 보여진다.

국문요약

국내 유통 중인 과·채류음료 64건을 대상으로 비타민 C, 폴리페놀, 무기질 함량에 대해 분석하였다. 분석 결과 비타민 C는 1.851-251.108 mg/100 mL의 범위를 나타냈고, 비가열 처리 사과주스에서 평균 함량 89.646 mg/100 mL로 가장 높게 나타났다. 폴리페놀은 260.767-1895.095 mg GAE/L의 범위를 나타냈으며 비가열 처리 사과주스에서 평균 함량이 1042.311 mg GAE/L로 가장 높게 나타났다. 무기질의 경우에는 100 mL 당 평균 함량이 가열 처리 오렌지주스에서 셀레늄, 구리가 각각 0.101 µg, 22.875 µg으로 가장 높게 나타났다. 비가열 처리 딸기주스에서 마그네슘, 인, 철의 평균 함량이 각각 4.281 mg/100 mL, 16.085 mg/100 mL, 0.400 mg/100 mL으로 가장 높게 나타났으며, 가열 처리 딸기주스에서 아연의 평균 함량이 149.344 µg/100 mL으로 가장 높게 나타났다. 성인남성기준 일일권장섭취량과 비교해보았을 때, 200 mL의 주스 한 컵을 마실 경우, 비타민 C는 하루 권장섭취량의 최대 5배 섭취가 가능했고, 무기질 중 철은 50% 이상 충족이 가능했다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

ORCID

Kyeong-Eun Moon <https://orcid.org/0000-0002-4134-9511>
 Yang-Hee Kim <https://orcid.org/0000-0003-0775-4609>
 Han-Gil Cho <https://orcid.org/0000-0002-4043-4722>
 Dae-Hwan Kim <https://orcid.org/0000-0002-9703-9141>
 Su-Jung Yun <https://orcid.org/0000-0002-2336-5243>
 Hyo-Jeong Kang <https://orcid.org/0000-0002-7122-2386>
 Ji-Hyeon Min <https://orcid.org/0000-0001-8052-3167>
 Myung-Jin Lee <https://orcid.org/0000-0002-4881-7672>

References

- Jeong, D.U., Lee, H.O., Kim, Y.K., Seo, K.H., Om, A.S., Minerals (calcium, iron, zinc) analysis and interaction of emphasized nutrition indication on products. *J. Food Hyg. Saf.*, **31**, 420-425 (2016).
- Lee, S.K., Ji, S.H., Lee, Y.S., Jo, G.S., Kang, J.H., Comparison of mineral contents of popular fruit and vegetable varieties in Korea. *Korean J. Food Preserv.*, **26**, 711-722 (2019).
- Lee, S.R., Chang, K.J., A study on the development of a Juice-clarifying enzyme preparation. *Appl. Biol. Chem.*, **14**, 1-7 (1971).
- Lee, M.Y., Yoo, M.S., Whang, Y.J., Jin, Y.J., Hong, M.H., Pyo, Y.H., Vitamin c, total polyphenol, flavonoid contents and antioxidant capacity of several fruit peels. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **44**, 540-544 (2012).
- Cho, M.R., Lee, H.J., Kang, M.H., Min, H.S., Comparison of antioxidant activity and prevention of lymphocyte DNA damage by fruit and vegetable juices marketed in Korea. *J. Nutr. Health.*, **50**, 1-9 (2017).
- Chung, H.J., Comparison of physicochemical properties and physiological activities of commercial fruit juices. *Korean J. Food Preserv.*, **19**, 712-719 (2012).
- Hu, D., Huang, J., Wang, Y., Zhang, D., Qu, Y., Fruits and vegetables consumption and risk of stroke: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Stroke*, **45**, 1613-1619 (2014).
- Skuladottir, H., Tjoenneland, A., Overvad, K., Stripp, C., Olsen, J.H., Does high intake of fruit and vegetables improve lung cancer survival?. *Lung Cancer*, **51**, 267-273 (2006).
- van't Veer, P., Jansen, M.C., Klerk, M., Kok, F.J., Fruits and vegetables in the prevention of cancer and cardiovascular disease. *Public Health Nutr.*, **3**, 103-107 (2000).
- Choi, S.A., Chung, S.S., Rho, J.O., Analysis of fruit consumption and the Korea healthy eating index of adults using the 2018 Korea national health and nutrition examination survey. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **50**, 1124-1136 (2021).
- Hwang, J.M., Kim, H.J., Bae, H.W., Jeong, H., Yoo, D.I., An analysis on fruit consumption behavior and preference of raw fruit juice by college students using conjoint analysis. *J. Agr. Sci. Chungbuk Nat'l Univ.*, **35**, 43-49 (2019).
- Kim, Y.S., Quality of fresh vegetable and fruit juice produced with low-speed and high-speed juicers. *Korean J. Food Nutr.*, **30**, 568-577 (2017).
- Choi, M.H., Kim, M.J., Jeon, Y.J., Shin, H.J., Quality Changes of Fresh Vegetable and Fruit Juice by Various Juicers. *KSBB J.*, **29**, 145-154 (2014).
- Lee, B.H., Kim, S.Y., Cho, C.H., Chung, D.K., Chun, O.K., Kim, D.O., Estimation of daily per capita intake of total phenolics, total flavonoids, and antioxidant capacities from fruit and vegetable juices in the Korean diet based on the Korea national health and nutrition examination survey 2008. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **43**, 475-482 (2011).
- Korea Ministry of Government Legislation, (2024, November 10). Act on labeling and advertising of foods. Retrieved from <https://www.law.go.kr/LSW/lsInfoP.do?efYd=20230101&lsiSeq=234849#0000>
- Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2024, November 10). Food code. Retrieved from <https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC>
- Kim, M.G., Oh, M.S., Jeon, J.S., Kim, H.T., Yoon, M.H., A study on antioxidant activity and antioxidant compound con-

- tent by the types of tea. *J. Food Hyg. Saf.*, **31**, 132-139 (2016).
18. International Conference on Harmonization (ICH), (2024, November 10). ICH harmonised tripartite guideline, validation of Analytical Procedures: text and methodology Q2(R1). Retrieved from https://database.ich.org/sites/default/files/Q2%28R1%29%20Guideline.pdf?utm_source
 19. AOAC, (2024, November 10). Guidelines for single laboratory validation of chemical methods for dietary supplements and botanicals. Retrieved from https://s27415.pcdn.co/wp-content/uploads/2020/01/64ER20-7/Validation_Methods/d-AOAC_Guidelines_For_Single_Laboratory_Validation_Dietary_Supplements_and_Botanicals.pdf
 20. Lee, J.J., Kim, E.J., Kim, J.M., Yoon, K.Y., Physicochemical properties and antioxidant activities of commercial Orange juice and grapefruit juice. *Korean J. Food Preserv.*, **26**, 322-329 (2019).
 21. Igual, M., Garcia-Martinez, E., Camacho, M.M., Martinez-Navarrete, N., Effect of thermal treatment and storage on the stability of organic acids and the functional value of grapefruit juice. *Food Chem.*, **118**, 291-299. (2010).
 22. Nour, V., Trandafir, I., Ionica, M.E., HPLC organic acid analysis in different citrus juices under reversed phase conditions. *Not. Bot. Hort. Agrobot.*, **38**, 44-48 (2010).
 23. Buyuktuncel, E., Kalkan, O., Sahin, E., Determination of organic acids in natural and commercial orange juices by HPLC/DAD. *Hacettepe J. Biol. Chem.*, **45**, 411-416 (2017).
 24. Park, W.H., Park, S.B., Cha, S.H., Han, I.B., Bak, S.L., Hyun, T.K., Jang, K.I., Quality and antioxidant characteristics of apple puree. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **50**, 992-1000 (2021).
 25. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2024, November 10). Food additives cod. Retrieved from <https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FA>
 26. Kim, M.J., Kim, J.H., Oh, H.K., Chang, M.J., Kim, S.H., Seasonal variations of nutrients in Korean fruits and vegetables: Examining water, protein, Lipid, ascorbic acid, and β -carotene contents. *Korean J. Food Cook. Sci.*, **23**, 423-432 (2007).
 27. Park, J.B., The influence of sweeteners, cysteine, pH and storage temperature on the stability of vitamin C in acerola juice. MA thesis, Dongguk University, Seoul, Korea (1992).
 28. Nagy, S., Vitamin C contents of citrus fruit and their products: a review. *J. Agric. Food Chem.*, **28**, 8-18 (1980).
 29. Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R.M., Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, **299**, 152-177 (1999).