

# Organic acid and sugar contents in different domestic fruit juices

Young-Min Kim, So-Jeong Hwang, Mi-mi Seo, So-Ra Jin, Ki-Teak Lee\*

Department of Food Science and Technology, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

\*Corresponding author: [ktlee@cnu.ac.kr](mailto:ktlee@cnu.ac.kr)

## Abstract

Organic acid and sugar contents in ten kinds of juices (two orange juices, two grape juices, two aloe juices, two citron juices, one bokbunja, and one grapefruit juice) were analyzed by high-performance liquid chromatography. Citric acid was detected in all the fruit juices analyzed. Grape juices contained the highest tartaric acid content (67.85 - 99.37 mg/100 mL) while orange and grape juices contained a high content of malic acid (151.67 - 211.18 mg/100 mL). Lactic acid was detected in all the aloe juices (35.12 - 65.27 mg/100 mL) as well as in one orange (203.8 mg/100 mL) and one grape juice (112.28 mg/100 mL). Citrus fruit juices (A, A', F) showed the highest content of total organic acids as 902.81 - 1,103.7 mg/100 mL. With regard to sugar contained in the juices, lactose and maltose were not detected in any of the fruit juices. Even when comparing the same kind of fruit juice, sugar (fructose, glucose, and sucrose) content showed a significant difference ( $p < 0.05$ ) depending on the manufacturer. In the grape juices, contents of fructose (6.86 - 7.51) and glucose (6.23 - 7.3 g/100 mL) were higher than in other juices. One serving size of the juices (180 mL) analyzed in this study can provide approximately 3.3 - 4.9% of total daily energy requirements when consumed as part of the 2,200 kcal/day diet required for an adult.

**Keywords:** fruit juices, HPLC, organic acids, sugar

## Introduction

최근 현대인들의 생활 수준 향상과 외부활동의 증가로 인해 불균형적인 식습관이 유래되고 있다. 이에 따라 건강에 도움이 되면서 간단하게 먹을 수 있는 식품들 중에서 특히 과일 주스에 대한 소비자들의 기호도가 점차 증가하고 있다. 한편, 식품공전에 따르면 “과일 채소류음료라 함은 과일 또는 채소를 주원료로 하여 가공한 것으로서 직접 또는 희석하여 음용하는 것”으로 “농축 과즙, 과일 주스, 과일 음료로 구분되어 있으며 과일 주스의 경우 95% 이상의 과즙에 식품 또는 식품첨가물을 가한 것, 과일 음료의 경우 과즙 10% 이상을 함유한 음료”로 정의되어 있다(KFDA, 2016a). 미국 FDA (Food and Drug Administration)의 경우 100% 과즙인 경우에만 과일 주스라고 보고 있으며, 그 이하로 함유되어 있을 경우에는 drink, beverage 또는 cocktail의 용어로 명시하며 과즙의 함량을 백분율로 나타내게끔 하고 있다(CFR, 2015).



## OPEN ACCESS

**Citation:** Kim YM, Hwang SJ, Seo MM, Jin SR, Lee KT. 2016. Organic acid and sugar contents in different domestic fruit juices. *Korean Journal of Agricultural Science* 43:705-714.

**DOI:** <https://doi.org/10.7744/kjoas.20160073>

**Editor:** Kwang Duk Moon, Kyungpook National University, Korea

**Received:** July 12, 2016

**Revised:** October 5, 2016

**Accepted:** October 18, 2016

**Copyright:** ©2016 Korean Journal of Agricultural Science.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

음료의 맛을 내기 위해 첨가한 높은 함량의 당은 높은 열량에 비해 낮은 포만감을 주기 때문에, 당 첨가음료는 비만과 과체중의 원인 중 하나로 인식되고 있다(Malik et al., 2006). 우리나라의 당류 섭취에 대한 공급원으로서 가공식품 중에서 음료수가 31.1%로 가장 높았는데, 그 중 과일 음료는 1 - 5세에서 절반 이상을 차지하고 있었고, 다른 연령대에서도 커피나 탄산음료 다음으로 높은 비율을 차지한다고 하였다(KFDA, 2016b). 가공식품으로부터 섭취된 당류의 양이 전체 에너지양의 10% 이상 섭취한 사람은 비만, 심혈관 질환, 당뇨병 발생 위험이 높은 것으로 보고되고 있기 때문에 우리나라에서는 2020년까지 우유를 제외한 가공식품으로부터 섭취된 당의 양을 식이 에너지의 10% 이내로 관리할 것을 목표로 정하고 있으며(KFDA, 2016b), WHO (World Health Organization)에서도 당의 1일 섭취를 식이 에너지의 10% 이하로 권고하고 있다(WHO, 2003).

일반적으로 과일에 들어있는 유기산과 당은 영양성분의 역할을 할 뿐만 아니라 신맛과 단맛을 형성하는 중요한 물질이며 과일 주스에 들어 있는 유기산과 당 함량은 제품의 품질지표로도 사용할 수 있다. 따라서 과일의 종류마다 달라지는 유기산과 당의 조성 및 함량을 파악할 수 있다면 객관적으로 비교를 할 수 있는 동시에 다른 과즙과의 혼합 또는 당과 산의 첨가 등을 알아볼 수도 있다.

본 연구에서는 시중에서 유통하고 있는 과일 종류별 주스를 대상으로 함유된 유기산과 당의 조성 및 함량 분석을 수행하였다. 유기산으로는 malic, citric, lactic, tartaric 그리고 acetic acid를 선정하였고 당으로는 glucose, fructose, sucrose, lactose 그리고 maltose 의 분포와 함량을 high performance liquid chromatograph (HPLC)를 통해 알아보았다.

## Materials and Methods

### 실험재료

본 실험에서 사용한 유기산 표준물질(tartaric, malic, citric, lactic, acetic, succinic acid)과 당 표준물질(fructose, glucose, sucrose, lactose, maltose)은 Sigma-Aldrich Chemical Co. (ST Louis Mo, USA)에서 구매하였다. HPLC 기기 분석에 사용된 water와 acetonitrile은 HPLC-grade를 사용하였다. 주스 종류에 따른 유기산 종류와 함량을 확인하고, 분석법에 따른 당의 종류와 함량을 모니터링하기 위해 시중에서 유통되고 있는 10종류의 주스(오렌지 2종, 포도 2종, 알로에 2종, 유자 2종, 복분자, 자몽)는 대형마켓(Daejeon, Korea)에서 구입하였다. A (오렌지, 가 제조사), A' (오렌지, 나 제조사), B (포도, 가 제조사), B' (포도, 나 제조사), C (알로에, 나 제조사), C' (알로에, 다 제조사), D (유자, 다 제조사), D' (유자, 라 제조사), E (복분자, 다 제조사), F (자몽, 마 제조사)으로 표기하였다.

### 유기산 시료 전처리

시중에서 유통되고 주스의 형태에 따라 여과 및 희석을 하였다. 과육이 들어있는 알로에와 자몽 주스의 경우 0.4 nm Syringe Filter (NORM-JECT® Germany)를 이용하여 여과하였다. 이후 증류수를 이용하여 알로에, 유자, 복분자 주스는 1:1 비율로 희석하고 나머지 포도, 오렌지, 자몽 주스는 1:9 비율로 희석하였다.

### 당 시료 전처리

KFDA에 제시된 영양 성분 표준 분석법에 따라 실시하였다(KFDA, 2016c). 시료(5 g)를 50 mL falcon tube에 취한 후, 증류수 25 mL를 첨가하여 2분간 교반하였다. 이후 acetonitrile 용액 50 mL를 첨가하여 2분간 교반 후 50°C에서 30분간 sonication (Kodo, Daejeon, Korea)하였고 이후 다시 2분간 교반 하였다. 상층액과 하층액을 나누기 위해 3,000 rpm에서 15분간 원심분리(Hanil, HA-1000-3, Hanil Science Co, Daejeon, Korea)한 후에 상층액을 취하여 0.45 nm syringe filter로 여과하였다.

## HPLC를 이용한 유기산 조성 및 함량 분석

시료의 유기산 조성 및 함량분석을 실시하였다(Shodex, 2016). HPLC (Young Lin instrument Co. Anyang, Korea)를 이용하여 전 처리된 시료를 20  $\mu$ L 주입하여 실시하였으며 분석 조건은 Table 1에 나타내었다. 검량선(calibration curve)을 작성하기 위해 external standard curve를 이용하였다. 표준물질(tartaric, malic, citric, lactic, acetic, and succinic acid)를 용매(water : acetonitrile = 1 : 1, v/v)에 용해한 후 농도별 100 - 2,400  $\mu$ g/mL으로 희석하여 얻은 표준 농도별 peak area를 가지고 검량선을 작성하였다. Y축은 주스 내 유기산 함량 peak area, X축은 유기산 표준물질의 농도로 하였다.

**Table 1.** HPLC condition for separation of organic acid.

| Instruction        | High-performance liquid chromatograph <sup>2</sup>  |
|--------------------|---|
| Column             | Hypersil GOLD aQ column (Thermo Scientific, 4.6 mm $\times$ 250 mm $\times$ 5 $\mu$ m) & SUPELCOGELC-610H column (SUPELCO, 30 cm $\times$ 7.8 mm) |
| Column temperature | 80°C  |
| Detector           | Ultraviolet detector, Wavelength: 440 nm  |
| Flow rate          | 0.9 mL/min  |
| Mobile phase       | 3 mM Perchloric acid (dissolved in water)<br>Bromothymol blue (BTB) solution (dissolved in water)   |
| Running time       | 30 min  |
| Injection volume   | 20 $\mu$ L  |

<sup>2</sup>Younglin

## HPLC를 이용한 당 조성 및 함량 분석

시료의 당 조성 및 함량을 확인하기 위해 KFDA 영양성분 표준 분석법을 인용하여 실시하였다(KFDA, 2016c). HPLC (Young Lin instrument Co. Anyang, Korea)를 이용하여 전 처리한 시료 15  $\mu$ L를 주입하여 실시하였으며 분석 조건은 Table 2에 나타내었다. 검량선(calibration curve)을 작성하기 위해 external standard curve를 이용하였다. 표준 물질(fructose, glucose, sucrose, lactose, maltose) 60 mg를 용매(water : acetonitrile = 1:1, v/v) 1.2 mL에 용해한 후 농도별 200-5,000  $\mu$ g/mL으로 희석하여 표준 농도별 얻은 peak area를 가지고 검량선을 구하였다. Y축은 주스 내 당 함량 peak area, X축은 당 표준물질의 농도로 하였다.

**Table 2.** HPLC condition for separation of sugars.

| Instruction        | High-performance liquid chromatograph <sup>2</sup>                   |
|--------------------|--|
| Column             | NH <sub>2</sub> P-50 4E (Shodex Asahipak, 4.6 mmID $\times$ 250 mmL) |
| Column temperature | 30°C   |
| Detector           | Refractive Index Detector  |
| Flow rate          | 1 mL/min   |
| Mobile phase       | Acetonitrile : water (75 : 25, v/v)                                  |
| Running time       | 40 min   |
| Injection volume   | 15 $\mu$ L   |

<sup>2</sup>Younglin

## 당도계(refractometer)를 이용한 당 함량 분석

분석방법에 따른 시료의 당 함량을 비교하기 위해 냉장상태의 10종의 시료를 각각 굴절당도계(ATAGO, Japan)를 이용하여 분석하였다.

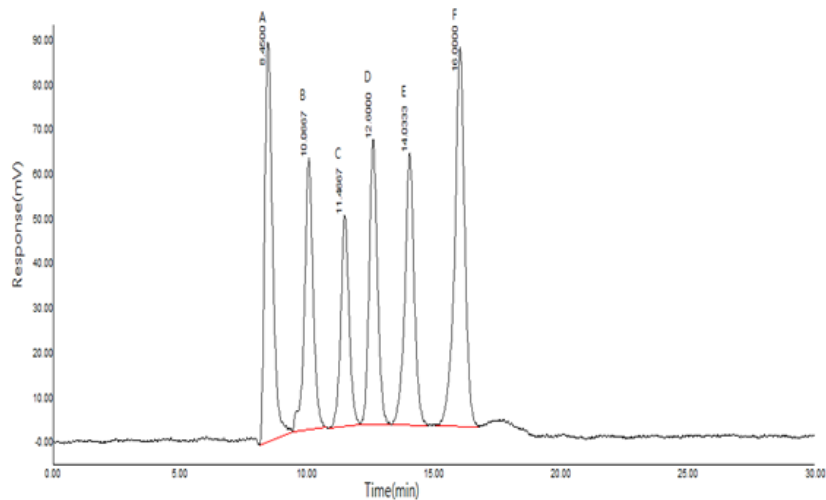
## 통계 처리

통계처리를 위해 분석결과를 2회 반복 분석한 후 얻은 평균값과 표준편차를 이용하였다. 결과 값들의 유의적인 차이를 검증하기 위해 SAS 프로그램을 이용하여 95% ( $p < 0.05$ ) 수준에서 검증하였다(SAS Institute Inc., 2002).

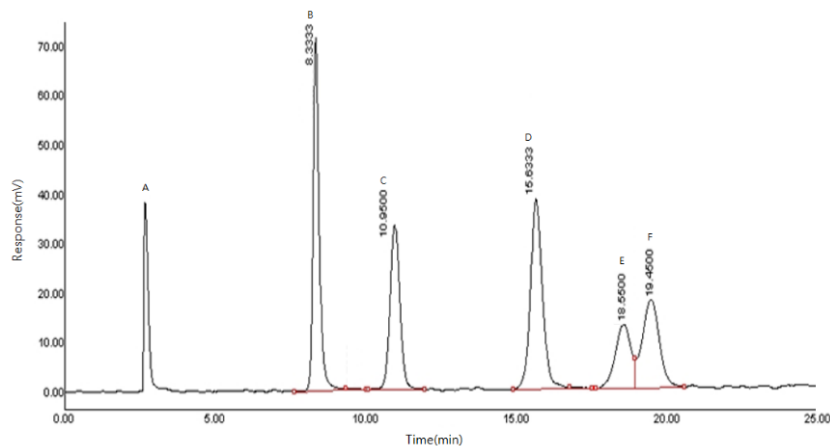
## Results and Discussion

### 검량선

HPLC를 이용하여 유기산과 당에 대한 표준물질의 chromatogram으로부터 각 성분의 retention time을 구하였고 (Fig. 1, 2), 검량선의 직선성( $R^2$ )을 각각 구하였다(Table 3, 4). 유기산(tartaric, malic, citric, lactic, and acetic acid)에서는 100-2,400 ppm, 그리고 당(fructose, glucose, sucrose, lactose와 maltose)에서는 200-5,000 ppm 농도에서의 peak area를 이용하여 검량선을 작성하였으며, 각 표준물질의  $R^2$ 은 0.99 이상으로 직선성에 의한 신뢰적인 결과값을 얻을 수 있었다.



**Fig. 1.** Chromatogram of organic acid standard. A, oxalic acid; B, tartaric acid; C, malic acid; D, citric acid; E, lactic acid; F, acetic + succinic acid.



**Fig. 2.** Chromatogram of sugar standard. A, acetonitrile; B, fructose; C, glucose; D, sucrose; E, lactose; F, maltose.

**Table 3.** Calibration curves of the organic acids.

| Compounds     | Calibration Curve      | Coefficient of correlation (R <sup>2</sup> ) |
|---------------|------------------------|--|
| Tartaric acid | $y = 2143.2x - 22.88$  | 0.9999                                       |
| Malic acid    | $y = 2246.7x + 2.9361$ | 0.9999                                       |
| Citric acid   | $y = 2307.4x + 20.931$ | 0.9994                                       |
| Lactic acid   | $y = 1651.5x + 33.895$ | 0.9997                                       |
| Acetic acid   | $y = 2727x - 28.485$   | 0.9924                                       |

**Table 4.** Calibration curves of the sugars.

| Compounds | Calibration Curve      | Coefficient of correlation (R <sup>2</sup> ) |
|-----------|------------------------|--|
| Fructose  | $y = 0.0985x - 2.8735$ | 0.9999                                       |
| Glucose   | $y = 0.0737x - 2.7541$ | 0.9999                                       |
| Sucrose   | $y = 0.1032x - 5.1503$ | 0.9996                                       |
| Lactose   | $y = 0.0442x - 3.7049$ | 0.9996                                       |
| Maltose   | $y = 0.0645x - 3.5016$ | 0.9999                                       |

### 유기산 조성 및 총 함량

HPLC를 이용하여 과일 주스에 함유된 유기산의 조성 및 총 함량을 구하였다(Table 5). Citric acid의 경우 분석된 모든 시료에서 검출되었는데, 특히 F(자몽 주스, 937.3 mg/100 mL)와 A 및 A'(오렌지 주스, 688.7 - 691.7 mg/100 mL)에서 높게 나타났다. 포도 주스(B, B')에서는 포도의 대표적 유기산 성분인 tartaric acid가 다른 시료(D, E)들과 유의적 차이를 보이며( $p < 0.05$ ) 가장 많이 함유되어 있었고, 151.67 - 204.23 mg/100 mL의 malic 및 107.19 - 204 mg/100 mL의 citric acid도 함유되어 있었다. 특히, B'의 경우 lactic acid가 함유되어 있었다. 분석된 오렌지와 포도 주스 중에서 A와 B에서는 검출되지 않았던 lactic acid가 A'와 B'에서는 각각 203.8과 112.28 mg/100 mL 함유되어 있었는데 A'와 B'는 같은 제조사의 제품으로서 산도조절제 등의 역할을 위하여 첨가된 것으로 생각된다(Fig. 3). Lactic

**Table 5.** Organic acid contents in different juices.

| Samples | Organic acids (mg/100 mL) |                             |                 |                 |                        | Total    |
|---------|---------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|------------------------|----------|
|         | Tartaric acid             | Malic acid                  | Citric acid     | Lactic acid     | Acetic + succinic acid |          |
| A       | <sup>y</sup>              | 211.1 ± 21.01 <sup>2a</sup> | 691.71 ± 39.99b | -               | -                      | 902.81c  |
| A'      | -                         | 211.18 ± 3.55a              | 688.72 ± 2.08b  | 203.80 ± 22.02a | -                      | 1103.7a  |
| B       | 99.37 ± 18.01a            | 204.23 ± 25.88a             | 204.00 ± 24.37e | -               | -                      | 507.6d   |
| B'      | 67.85 ± 21.31ab           | 151.67 ± 5.26b              | 107.19 ± 8.78f  | 112.28 ± 23.77b | -                      | 438.99e  |
| C       | -                         | 19.62 ± 2.79c               | 184.88 ± 0.92e  | 65.27 ± 2.09c   | -                      | 269.77g  |
| C'      | -                         | 16.91 ± 0.28c               | 134.89 ± 6.42f  | 35.12 ± 3.46c   | -                      | 186.92h  |
| D       | 10.57 ± 1.15c             | 29.70 ± 0.08c               | 254.52 ± 0.75d  | -               | 45.58 ± 0.04           | 340.37f  |
| D'      | -                         | -                           | 311.94 ± 1.51c  | -               | -                      | 311.94fg |
| E       | -                         | 24.63 ± 1.29c               | 302.23 ± 0.77c  | -               | -                      | 326.86f  |
| F       | 32.47 ± 0.22bc            | -                           | 937.30 ± 21.79a | -               | -                      | 969.77b  |

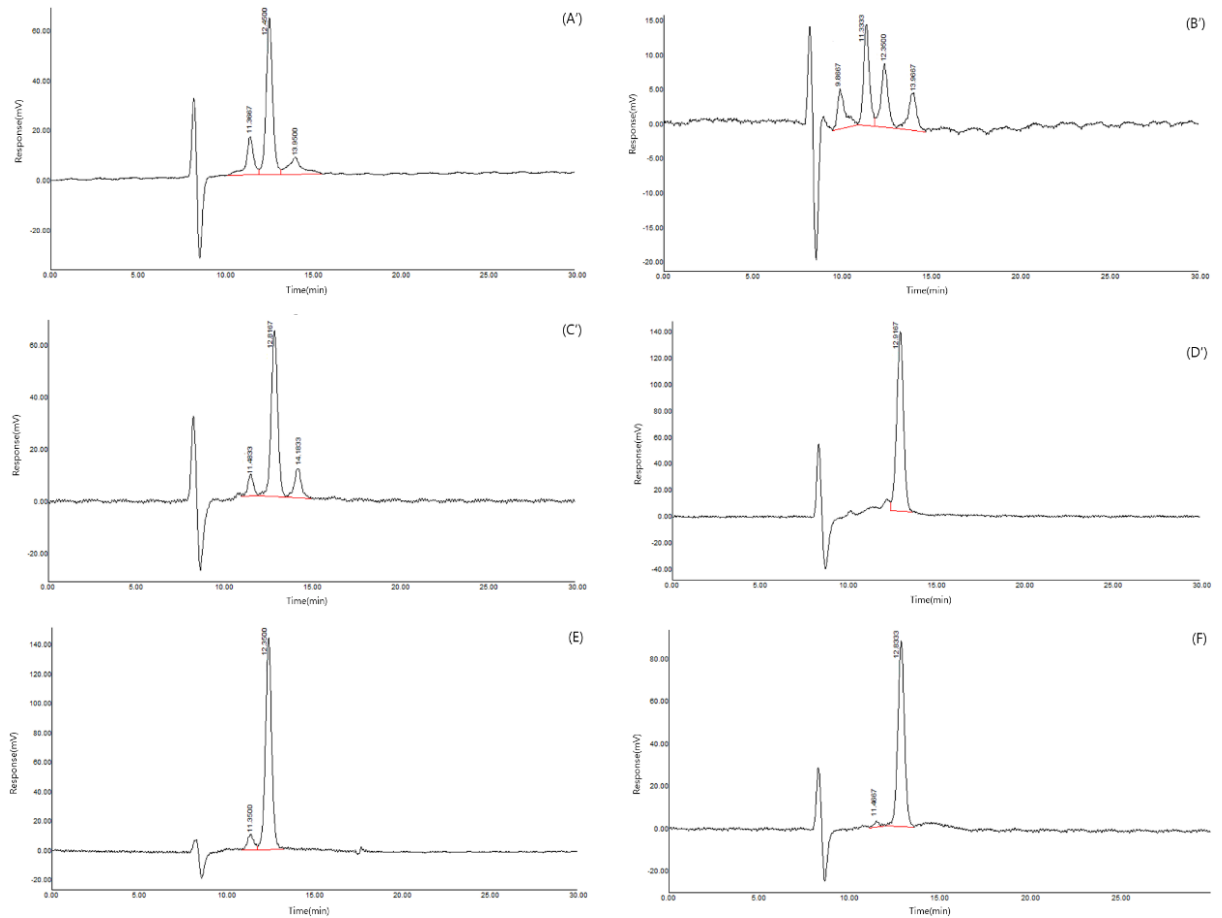
<sup>y</sup>Not detected.

<sup>2</sup>All data are shown as mean ± standard deviation (n = 2).

Means with different letters along the same column are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

Sample information is in the materials and methods. A (orange juice, i company), A' (orange juice, ii company), B (grape juice, i company), B' (grape juice, ii company), C (aloe juice, ii company), C' (aloe juice, iii company), D (yuja-citron juice, iii company), D' (yuja-citron juice, iv company), E (bokunja juice, iii company), F (grapefruit juice, v company).

acid는 알로에 주스(C, C')에서 35.12 - 65.27 mg/100 mL이 함유되어 있었고, malic acid (16.91 - 19.62 mg/100 mL)와 citric acid (134.89 - 184.88 mg/100 mL)가 유기산 성분으로 존재하였다.



**Fig. 3.** Chromatograms of organic acids in different juices. Sample information is in the materials and methods. A, orange juice; B, grape juice; C, aloe juice; D, yuja-citron juice; E, bokbunja juice; F, grapefruit juice.

선행 된 과일 주스 중 유기산 함량과 비교해보면 Scherer et al. (2012)은 오렌지 주스에서 tartaric, malic 그리고 citric acid가 각각 13.57, 45.67 그리고 521.67 mg/100 mL이었다고 하였다. 본 실험에서 분석된 오렌지 주스의 유기산 성분 결과와 비교해 보면 citric acid의 함량은 크게 다르지 않았지만 A와 A'에서 tartaric acid는 검출되지 않았고 malic acid는 약 4배 정도 높았다. 포도 주스의 경우 tartaric acid (292.85), malic acid (242.95) 그리고 citric acid (166.6 mg/100 mL)으로 보고된 Mato et al. (2007)의 선행결과와 비교하면 약 1/3 정도의 tartaric acid가 B와 B'에 함유되어 있었다. Shin et al. (2005)은 지역별 유자 과육에 함유된 malic과 citric acid의 함량을 90.5와 135.75 mg/100 mL로 보고하였다. 본 실험에서 분석된 유자 주스(D')에는 citric acid (311.94 mg/100 mL)만 함유되어 있었으나 D에는 citric acid뿐만 아니라 malic, tartaric 및 lactic acid가 함유되어 있었다. 복분자 주스에서 malic, citric 그리고 tartaric acid가 각각 23.1, 1,026.9 그리고 7.8 mg/100 mL으로 보고된 Park et al. (2013)의 선행결과와 비교하면 malic acid는 유사하게 검출되었지만 citric acid 경우 약 3배정도 낮게 검출되었고 tartaric acid는 검출되지 않았다.

Igual et al. (2010)의 자몽 주스에서는 tartaric, malic 그리고 citric acid 각각 236, 562, 1,478 mg/100 mL로 보고하였는데, 본 실험과 tartaric acid (24.63 mg/100 mL)는 많은 차이를 보였으며 malic acid는 검출되지 않았다. Citric acid

(937.3 mg/100 mL)경우 자몽에서 가장 높은 성분으로 유사하였다. Tartaric acid의 경우 살균과정을 거치게 되면 citric acid와 tartaric acid의 함량이 변화되는데 특히 tartaric acid의 함량은 유의적인 차이가 날 정도로 변화된다고 보고되어 있다(Igual et al., 2010).

### 당 조성 분포 및 총 함량

HPLC를 이용하여 주스에 함유된 당의 조성 및 함량을 구하였고(Table 6), Fig. 4에 분석된 주스의 크로마토그램 예를 나타내었다. 총 10종의 시료에서 lactose와 maltose는 모두 검출되지 않았으며, 대부분 fructose, glucose, sucrose 3종류 또는 fructose, glucose 2종류의 당이 검출되었다. 오렌지 주스의 경우 fructose, glucose와 sucrose의 함량이 3.4, 2.9, 그리고 5.6 g/100 mL 으로 함유되어 있었다. 오렌지 주스 A의 경우 fructose (4.48 g/100 mL)의 함량이 가장 높았으나 또 다른 오렌지 주스 A' 경우에는 sucrose (3.93 g/100 mL)와 2.80 - 2.54 g/100 mL 의 fructose와 glucose가 같이 함유되어 있었고, A시료보다는 적은 양의 당이 함유되어 있었다. 분석된 2가지 포도 주스(B, B')의 경우 sucrose는 함유되어 있지 않았고, fructose (6.86 - 7.51 g/100 mL)와 glucose (6.23 - 7.3 g/100 mL)가 분석된 다른 주스들보다 많이 함유되어 있었다. Glucose는 포도의 대표적 구성 당이다. 알로에(C, C')나 유자 주스(D, D')에서는 C'와 D'에서만 7.61과 6.67 g/100 mL의 sucrose가 함유되어 있었으나 같은 종류의 과즙으로 제조된 주스인 C와 D'에서는 sucrose가 함유되어 있지 않았다. 그러나 sucrose가 함유된 C'와 D'보다는 많은 양의 fructose가 함유되어 있었다. 이는 서로 다른 제조사의 동일한 과일 주스에 사용되는 당의 종류가 다르고 감미 정도가 다르기 때문이다. 복분자 주스에서는 fructose와 glucose가 각각 6.66과 4.78 g/100 mL 함유되어 있었고, 자몽 주스에서는 fructose, glucose 및 sucrose가 3.39, 3.41 및 3.17 g/100 mL 함유되어 있었다. 동일한 종류의 과일 음료라 하더라도 제조사가 다른 A와 A', B와 B', C와 C', 그리고 D와 D'에서의 각 당류(fructose, glucose, sucrose)의 함량은 유의적으로 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 분석된 10개의 모든 시료에서 lactose와 maltose는 검출되지 않았다.

**Table 6.** Sugar contents in different juices.

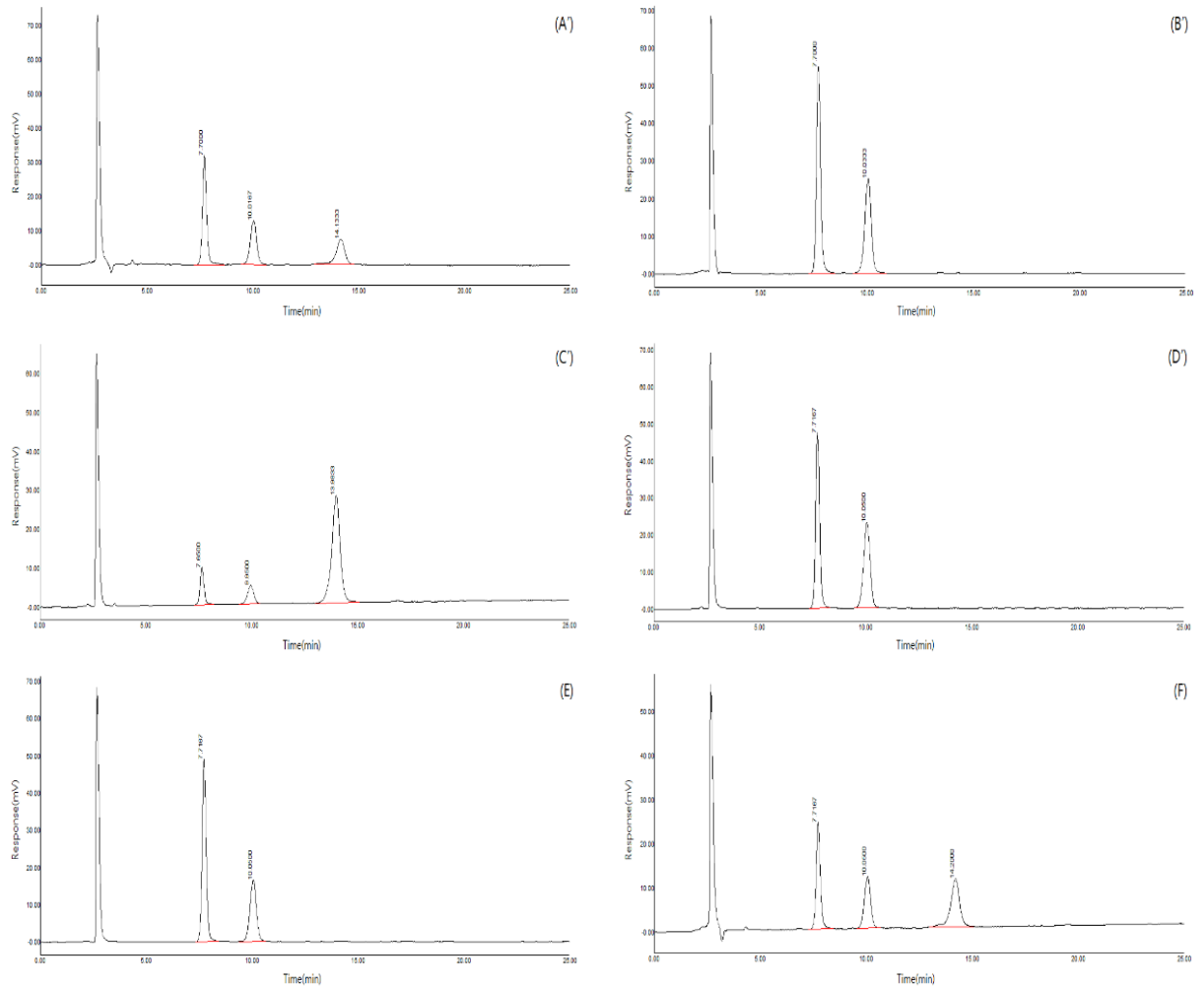
| Samples | Sugars (g/100 mL)        |                          |                          |              |         |
|---------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------|---------|
|         | Fructose                 | Glucose                  | Sucrose                  | Lactose      | Maltose |
| A       | 4.48 ± 0.02 <sup>f</sup> | 3.68 ± 0.04 <sup>f</sup> | 2.16 ± 0.02 <sup>e</sup> | <sup>y</sup> | -       |
| A'      | 2.80 ± 0.00 <sup>i</sup> | 2.54 ± 0.00 <sup>i</sup> | 3.93 ± 0.11 <sup>c</sup> | -            | -       |
| B       | 7.51 ± 0.01 <sup>a</sup> | 7.30 ± 0.07 <sup>a</sup> | -                        | -            | -       |
| B'      | 6.86 ± 0.01 <sup>b</sup> | 6.23 ± 0.02 <sup>c</sup> | -                        | -            | -       |
| C       | 6.31 ± 0.01 <sup>e</sup> | 4.45 ± 0.07 <sup>e</sup> | -                        | -            | -       |
| C'      | 1.33 ± 0.02 <sup>j</sup> | 1.45 ± 0.11 <sup>j</sup> | 7.61 ± 0.00 <sup>a</sup> | -            | -       |
| D       | 2.99 ± 0.01 <sup>h</sup> | 3.07 ± 0.02 <sup>h</sup> | 6.67 ± 0.11 <sup>b</sup> | -            | -       |
| D'      | 6.44 ± 0.01 <sup>d</sup> | 6.70 ± 0.08 <sup>b</sup> | -                        | -            | -       |
| E       | 6.66 ± 0.08 <sup>c</sup> | 4.78 ± 0.01 <sup>d</sup> | -                        | -            | -       |
| F       | 3.39 ± 0.01 <sup>g</sup> | 3.41 ± 0.11 <sup>g</sup> | 3.17 ± 0.05 <sup>d</sup> | -            | -       |

<sup>y</sup>Not detected.

<sup>z</sup>All data are shown as mean ± standard deviation (n = 2).

Means with different letters along the same column are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

Sample information is in the materials and methods. A (orange juice, i company), A' (orange juice, ii company), B (grape juice, i company), B' (grape juice, ii company), C (aloe juice, ii company), C' (aloe juice, iii company), D (yuja-citron juice, iii company), D' (yuja-citron juice, iv company), E (bokbunja juice, iii company), F (grapefruit juice, v company).



**Fig. 4.** Chromatograms of sugars in different juices. Sample information is in the materials and methods. A, orange juice; B, grape juice; C, aloe juice; D, yuja-citron juice; E, bokbunja juice; F, grapefruit juice.

### 당 분석방법에 따른 총 함량

측정 방법에 따른 당의 총 함량을 비교하기 위하여 HPLC와 당도계로 구해진 당 함량을 비교하였다(Table 7). HPLC를 이용한 분석방법의 경우에는 과일 주스에 함유되어 있는 fructose, glucose 그리고 sucrose의 정량값을 모두 더하여 당의 총 함량으로 나타내었다. 대부분의 경우 HPLC로 구한 총 당의 함량과 당도계로 얻은 값은 큰 차이가 없었으나, B를 제외한 대부분의 시료에서 선행된 Cho et al. (1998)의 보고와 유사하게 당도계를 이용한 측정 함량이 다소 높게 나타났다. 이는 당도계의 brix 값은 시료 안에 함유되어 있는 가용성 고체들에 대한 비중과 굴절률을 이용하여 간접적으로 당의 함량을 나타내게 되며, 따라서 일반적으로 brix 값의 75 - 85%는 당류에 의해 기인된 값이며 나머지는 아미노산, 미네랄, 유기산 및 다른 수용성 물질들 때문에 나타난다(Robards and Antolovich, 1995). 특히 오렌지(A, A')와 자몽(F) 등의 citrus류 주스에서 당도계를 이용한 당 함량을 HPLC로부터 얻은 총 함량과 비교했을 때 다른 주스에 비해 보다 차이가 있었다. Noh et al. (1997)의 선행보고에 따르면 citrus류 과일의 경우 다른 과일보다 높은 유기산 함량에 의하여 brix수치가 높게 측정될 수 있다고 하였다(Noh et al., 1997). 따라서 오렌지(902.81 - 1,103.7)와 자몽 주스(969.77 mg/100 mL)에 함유된 유기산의 함량이 분석된 다른 주스들에 비하여 상대적으로 높았기(Table 5) 때문에 당도계와 HPLC로부터 얻은 당 함량의 차이가 이들 주스에서 다소 크게 나타났을 것으로 생각된다.



**Table 7.** Comparison of total sugar contents in different fruit juices from HPLC and refractometer.

| Sample | (unit: g/100 mL)          |               |
|--------|---------------------------|---------------|
|        | HPLC                      | Refractometer |
| A      | 10.32 ± 0.06 <sup>z</sup> | 12.45 ± 0.21  |
| A'     | 9.27 ± 0.09               | 11.80 ± 0.14  |
| B      | 14.81 ± 0.09              | 14.00 ± 0.00  |
| B'     | 13.09 ± 0.05              | 13.55 ± 0.35  |
| C      | 10.76 ± 0.03              | 11.10 ± 0.14  |
| C'     | 10.39 ± 0.08              | 10.85 ± 0.07  |
| D      | 12.73 ± 0.18              | 13.05 ± 0.07  |
| D'     | 13.14 ± 0.12              | 13.95 ± 0.07  |
| E      | 11.45 ± 0.10              | 11.95 ± 0.07  |
| F      | 9.98 ± 0.10               | 11.75 ± 0.07  |

<sup>z</sup>All data are shown as mean ± standard deviation (n = 2).

Sample information is in the materials and methods. A (orange juice, i company), A' (orange juice, ii company), B (grape juice, i company), B' (grape juice, ii company), C (aloe juice, ii company), C' (aloe juice, iii company), D (yuja-citron juice, iii company), D' (yuja-citron juice, iv company), E (bokbunja juice, iii company), F (grapefruit juice, v company).

## Conclusion

본 연구에서는 시중에서 유통되고 있는 10가지의 주스(오렌지 2종, 포도 2종, 알로에 2종, 유자 2종, 복분자, 자몽)를 대상으로 유기산(tartaric, malic, citric, lactic, acetic, succinic acid)과 당(fructose, glucose, sucrose, lactose, maltose)의 조성 및 함량을 HPLC를 이용하여 분석하였다. Citric acid는 모든 과일 주스에서 검출되었으며 tartaric acid는 포도 주스에서 67.85 - 99.37 mg/100 mL로 가장 높았다. Lactic acid의 경우 모든 알로에 주스(C, C')뿐 아니라 C와 동일한 제조사 제품인 오렌지와 포도 주스(A', B')에서 검출되었고, malic acid는 A, A', B에서 유의적 차이를 보이지 않으며(p > 0.05) 가장 높았다. 총 유기산 함량은 citrus류 과일 주스(A, A', F)에서 902.81 - 1,103.7 mg/100 mL로 가장 높게 나타났다. 주스에 함유되어있는 당의 경우 시료 전체에서 lactose와 maltose는 검출되지 않았으며, 같은 종류의 과일 주스라도 제조사에 따라 당(fructose, glucose, sucrose)의 함량은 유의적인 차이를 보였다(p < 0.05). 포도 주스의 경우 fructose (6.86 - 7.51)와 glucose (6.23 - 7.3 g/100 mL)가 다른 주스들 보다 높은 함량을 보였다. Sucrose는 모든 오렌지 주스 시료와 C'와 D에서 검출 되었는데 특히 C'와 D에서 7.61와 6.67 g/100 mL로 높게 나타났다. 동일한 과일 종류의 주스인 C, D'에서는 sucrose가 함유되지 않는 반면에 더 많은 양의 fructose가 함유되어 있었다. Citrus류의 과일 주스(A, A', F)의 경우 높은 유기산 함량에 의하여 당도계와 HPLC로부터 얻은 당 함량의 차이가 다른 주스에 비해 컸다. 성인에게 필요한 하루 열량을 2,200 kcal로 가정하였을 때 분석된 1회 섭취분량의 주스(180 mL)는 약 3.3 - 4.9%의 열량을 제공한다.

## Acknowledgments

본 논문은 충남대학교 학술연구비(2015년 하반기)에 의해 지원되었으며 이에 감사드립니다.

## References

- CFR (The Code of Federal Regulations). 2016. Title 21. 21CFR102.33. Beverages that contain fruit or vegetable juice. Silver Spring, USA.
- Cho RK, Sohn MR, Kwon YK. 1998. New observation of nondestructive evaluation for sweetness in apple fruit using near infrared spectroscopy. *Journal of Near Infrared Spectroscopy* 6:75-78.
- Igual M, García-Martínez E, Camacho MM, Martínez-Navarrete N. 2010. Effect of thermal treatment and storage on the stability of organic acids and the functional value of grapefruit juice. *Food Chemistry* 118:291-299.
- KFDA (Korean Food and Drug Administration). 2016a. Food code. [in Korean]
- KFDA (Korean Food and Drug Administration). 2016b. Comprehensive plan for reducing sugar content. Accessed in <http://www.mfds.go.kr/index.do?mid=675&seq=31218>. [in Korean]
- KFDA (Korean Food and Drug Administration). 2016c. NLS standard operating procedure analytical methods. Osong, Korea. [in Korean]
- Malik VS, Schulze MB, Hu FB. 2006. Intake of sugar-sweetened beverages and weight gain: A systematic review. *The American journal of clinical nutrition* 84:274-288.
- Mato I, Suárez-Luque S, Huidobro JF. 2007. Simple determination of main organic acids in grape juice and wine by using capillary zone electrophoresis with direct UV detection. *Food Chemistry* 102:104-112.
- Noh SH, Kim WG, Lee JW. 1997. Nondestructive measurement of sugar, acid contents in fruits using spectral reflectance. *Journal of the Korean Society for Agricultural Machinery* 2:213-218. [in Korean]
- Park JY, Lee SH, Park KB. 2013. Quality characteristics of yogurt dressing added with Bokbunja (*Rubus coreanus Miquel*) juice. *Korean Journal of Culinary Research* 19:23-35. [in Korean]
- Robards K, Antolovich M. 1995. Methods for assessing the authenticity of orange juice. A review. *Analyst* 120:1-28.
- SAS Institute Inc. 2002. SAS User's Guide. Statistical analysis systems institute. Cary NC, USA.
- Scherer R, Rybka ACP, Ballus CA, Meinhart AD, Teixeira Filho J, Godoy HT. 2012. Validation of a HPLC method for simultaneous determination of main organic acids in fruits and juices. *Food Chemistry* 135:150-154.
- Shin JH, Lee JY, Ju JC, Lee SJ, Cho HS, Sung NJ. 2005. Chemical properties and nitrite scavenging ability of citron (*Citrus junos*). *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition* 34:496-502. [in Korean]
- Shodex, 2016. Application notes for KC-811 & DE-613. Organic acid standards.
- WHO, Consultation, FE. 2003. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of the joint WHO/FAO expert consultation. WHO Technical Report Series, No. 916 (TRS 916).