

Survey of the current status of beverages sold from vending machines in subway stations in the Seoul metropolitan area, and their sugar content

Donggyu Kim[★], Mokyoung Lee, Yeosook Kim, Sujeong Choi, Jaemin Shin, Youngsuk Hwang, Eunsun Yun, Namsook Jo, Junghun Kim, Younghee Oh, Kweon Jung, Jiyoung Kwak¹, Dahyun Kim¹, Eunji Kim¹, Somi Park¹, Silbee Yang¹, Hyelim Cho¹, and Ryoungme Ahn¹

Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health and Environment, 30, Janggunmaeul 3-gil, Gwacheon-si, Gyeonggi-do 13818, Korea

¹Department of Health Science, Dongduk Women's University, 60, Hwaraang-ro 13-gil, Seongbuk-gu, Seoul, 02748, Korea

(Received July 12, 2016; Revised October 13, 2016; Accepted November 29, 2016)

서울지역 지하철역사 내 자판기 판매 음료현황 및 당류 함량 조사

김동규[★] · 이목영 · 김여숙 · 최수정 · 신재민 · 황영숙 · 윤은선 · 조남숙 · 김정현 · 오영희 · 정 권 · 곽지영¹ · 김다현¹ · 김은지¹ · 박숨이¹ · 양실비¹ · 조혜림¹ · 안령미¹

서울시 보건환경연구원, ¹동덕여자대학교 보건관리학과
(2016. 7. 12. 접수, 2016. 10. 13. 수정, 2016. 11. 29. 승인)

Abstract: Looking at the current status of beverages sold from vending machines in subway stations in Seoul, it was found that carbonated beverages accounted for the highest percentage of beverages on sale in vending machines, representing 36 % of all beverages sold. Survey respondents purchased carbonated drinks or sports drinks containing high levels of sugar to quench their thirst. Investigation of the sugar content of beverages frequently sold in vending machines showed that a serving of carbonated beverage contained an average of 30.4 g of sugar, or as much as 50.1 g of sugar (equivalent 10 to 17 cubes; 1 cube = 3 g of sugar). This amount corresponded, on average, with 60 % of the WHO recommended daily sugar intake (50 g). Surprisingly, with certain carbonated beverages, drinking a single can is equivalent to consuming the total recommended daily sugar intake of 50 g.

요 약: 서울지역 지하철역사내 자판기에서 판매되는 음료현황 및 설문조사 결과, 자판기 진열음료 중 탄산음료의 비율이 36%으로 가장 높았고, 설문응답자들은 갈증해소를 위해 당류 함량이 많은 탄산음료와 이온음료를 구매하였다. 또한 다빈도 진열음료에 대한 당류 함량 분석결과, 탄산음료 1회 제공량에는 평균 30.4 g, 최고 50.1 g으로 각설탕(3 g)으로는 평균 10개에서 최고 17개 분량의 당류가 있었다. 이는 세계보건기구의 1일 당류 섭취 권고기준 50 g의 평균 60% 수준이었고, 일부 탄산음료는 한 캔으로도 권고기준을 모두 섭취하는 제품도 있었다.

Key words: sugar content, carbonated beverages, vending machines, subway station

[★] Corresponding author

Phone : +82-(0)2-570-3276 Fax : +82-(0)2-570-3243

E-mail : gyu810@seoul.go.kr

This is an open access article 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.

1. 서 론

식품의약품안전처(식약처)의 발표에 따르면 우리나라의 1일 평균 총 당류 섭취량은 2010년 66.6 g에서 2012년 65.3 g으로 다소 감소한 반면, 가공식품을 통한 섭취량은 2010년 38.8 g에서 2012년 40.0 g으로 증가하여 세계보건기구(WHO)의 1일 섭취 권고기준 50 g과 비교하여 80 % 수준이었다. 당류의 섭취비율이 높은 가공식품은 음료류 34.4 %이었고, 빵·과자·떡류 15.0 %, 설탕 및 기타 당류 14.5 %의 순이었다.¹

당류는 식품 내에 존재하는 포도당, 자당, 과당, 유당, 맥아당의 합을 말하며, 우리나라에서 가공식품의 영양표시는 1회 제공량에 포함된 총 당으로 식품에 원래 존재하는 천연당과 식품가공 또는 조리 시 단맛을 내기 위해 추가되는 설탕 등 당류를 합한 값이며, 당의 주요기능은 1 g 당 4 'kcal'에너지원과 단맛을 제공하는 영양성분이지만,² 식약처는 첨가당의 과다섭취 시 비만과 충치의 원인이 될 수 있으며,³ 지 등은 개인의 비만도에 따른 전체사망과의 관련성과 비만이 암 발생에도 영향을 미친다는 사실을 인구집단에서 규명하였고,⁴ WHO에서도 음료, 과자 등 가공식품을 통한 첨가당의 과다한 섭취가 체중 증가와 비만의 원인이 될 수 있으며 상당수의 만성질환에 대한 위험성을 높일 수 있다고 경고하였다.⁵

당류섭취의 권장수준에 대하여 WHO는 가공식품에 첨가된 당만 따져 1일 섭취 열량의 10 % 미만으로 권고하였고(표준열량 2000 'Kcal' 기준 50 g) 최근에는 더 낮춰 5 % 수준으로 조건부 권장하였다.⁶ 한국영양학회는 천연당과 첨가당을 합한 총 당에 대하여 섭취 열량의 10~20 % 이내(50~100 g)를 제시하였다.^{7,8} 그리고 서울시는 시민건강 10대 수칙을 제정하여 가당 음료 과다섭취로 인한 비만 등을 예방하고자 공공기관과 지하철역사 등 다중이용시설에서 대표적인 고열량·저영양 식품인 탄산음료 판매를 제한하고 있다.⁹

당류 과다섭취의 경로에는 음료류, 커피 등 다양한 가공식품을 들 수 있으며, 가공식품 중 음료를 통한 당류 섭취증가의 가장 큰 원인으로 주의가 필요해 보이나, 지하철 이용객의 편의로 설치된 자판기에서 판매되는 음료가 당류의 섭취 증가에 직접적인 영향을 미치고 있다. 따라서 본 조사는 서울지역의 대중교통 분담률¹⁰ 38.8 %으로 높은 지하철역사 내 자판기에서 판매목적으로 진열된 음료현황, 음료구매 형태, 당 인식에 대한 설문조사 그리고 진열제품의 당류 함량을 조사하여, 소비자들에게 자판기음료의 올바른 영양정

보를 제공하여 음료를 통한 당류 섭취량을 줄여 건강한 식문화조성에 기여하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 진열음료 현황 및 설문조사

자판기에서 판매되는 진열음료 현황은 시료의 대표성을 고려하여 체계표본추출법¹¹에 따라 2015년 5월부터 6월까지 서울지역 지하철 13개 노선별(1~9호선, 경의중앙선, 분당선, 신분당선, 공항철도) 무작위로 첫 번째로 조사한 역사를 기준으로 지하철역 5개 간격으로 선정된 상·하행선의 역사와 환승역사 등 총 148개 역사(Fig. 1)에 설치된 286 개 음료자판기를 조사하였다. 설문조사는 인터넷조사법에 따라 2015년 8월 10일 부터 17일까지 구글 설문지 「서울 지하철 역사 내 자판기 음료수 섭취에 관한 설문조사」 작성¹² 후 연구 참여자들의 소셜네트워크서비스(SNS, Social network service) 통해 서울지역의 지하철을 이용하는 총 126명 참여자를 선정하였으며 여성 90명, 20대가 110명이었다.

2.2. 당류의 분석

당류, 즉 과당, 포도당, 자당, 유당, 맥아당의 분석은 정용플라스크에 균질화한 시료 5 g 취한 후 증류수 제조장치(Purelab Maxima, ELGA, UK)에서 제조한 증류수(18.2 M Ω)를 첨가하여 25 g으로 정용하였다. 균질화한 시험용액을 나이론 여과지(Nylon syringe filter (0.45 μ m, 13 mm, Chemco Scientific, Korea)으로 여과하고 HPLC-ELSD (High performance liquid chromatography-evaporative light scattering detector, Agilent

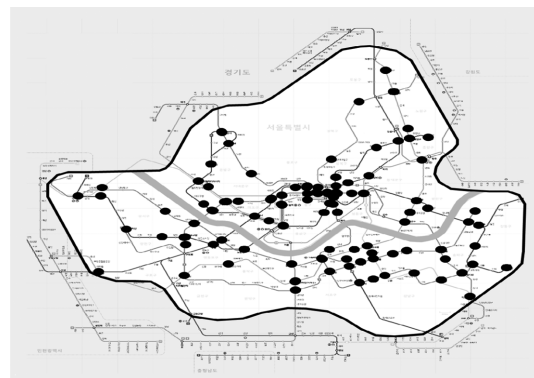


Fig. 1. The location of 148 selected subway stations in Seoul city.

Technologies 1200 series, Waldbronn, Germany)와 Prevail carbohydrate ES column (5 μm, 4.6 × 250 mm, Grace, USA)를 이용하여 분석하였다. 이동상은 아세트니트릴 (A)과 증류수(B)으로 분석 시 A : B의 비율은 75% : 25%의 일정한 용매조건을 사용하였고, 유속은 1.2 mL/min, 시료 주입량은 10 μL이고 컬럼의 온도는 40°C이었다. 표준용액은 순도 99% 이상의 D-과당, D-포도당, 자당, D-유당, D-맥아당(Sigma-aldrich, USA) 표준품을 시험용액에 준하는 농도로 증류수를 이용하여 200, 500, 1000, 2000 mg/kg으로 희석하여 검량선을 작성하였다. 분석방법의 정확성 확인을 위한 검출한계(LOD)와 정량한계(LOQ)는 반응의 표준편차와 검량선 기울기에 근거하는 방법에 따라 표준용액을 단계별로 3회 반복 측정하여 평균값으로 검량 y를 작성하여 아래의 식에 따라 계산하였고, 회수율은 표준용액(1000 mg/kg)을 바탕시료에 혼합하여 시료와 동일한 조건과 방법으로 일내 3회 반복 측정하였다.^{13,14}

$$LOD = 3.3 \times \sigma/S, LOQ = 10 \times \sigma/S$$

(σ: 반응의 표준편차, S: 검량선의 기울기)

2.3. 통계분석

프로그램(SPSS version 20.0 KO, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 당류의 회수율, 검출한계, 정량한계 및 자판기에서 판매되는 음료류의 식품유형별 당류 평균과 표준편차를 구하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 진열음료 현황 및 설문조사

지하철역사 내 음료자판기에 진열된 제품은 총 129개 품목, 9,019개 제품이었고, 이들의 식품유형별 비

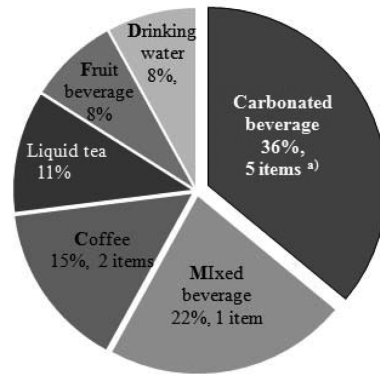


Fig. 2. Distribution of beverage products according to food type in vending machines in Seoul subway station : a) No. of items frequently on sale.

율은 탄산음료 36%으로 가장 높았고, 혼합음료(이온음료) 22%, 커피음료 15%, 액상차 11%, 과일·채소음료 8%, 먹는물 8%이었다. 자판기에서 판매되는 진열음료 상위 10개 품목에도 탄산음료 5개로 가장 많았고, 커피음료 2개, 먹는물 2개, 혼합음료(이온음료) 1개이었다(Fig. 2). 지하철 이용자들의 자판기음료 구매 등에 대한 설문조사 참여자는 총 126명이었다. 응답자들은 갈증을 해소해주는 목적으로 탄산음료 42%, 혼합음료 29%, 먹는물 25%, 기타 4%의 순으로 음료를 구매하는 빈도가 높았다. 이는 어린이, 청소년 및 20대 연령에서 음료류 중 탄산음료가 당류의 주요 공급원이라는 조사와 비슷하였다.^{11,15} 응답자들이 생각하는 가공식품을 통해 1일 섭취하는 당류의 양은 적정하다(52%), 많다(38%), 적다(10%)로 조사되었으나, 대부분(83%)은 WHO의 1일 당류의 섭취권고기준을 인지하지 못하고 있었다. 즉 응답자들은 음료에 첨가된 당류에 대한 인식부족으로 당류 함량이 많은

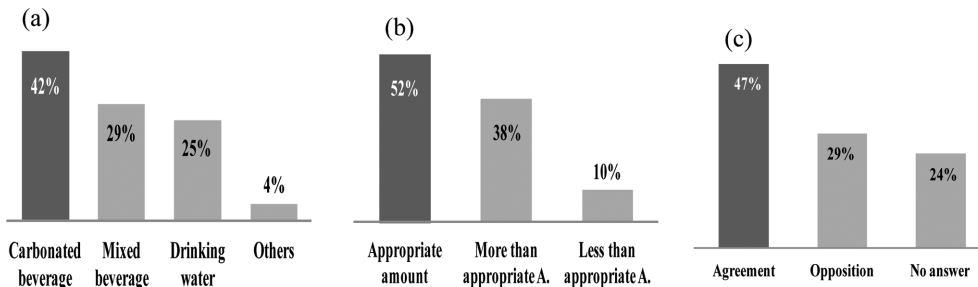


Fig. 3. Results of a customer survey about preferred beverages sold from vending machines in Seoul subway station (n=126) : (a) What kind of beverage do you purchase repeatedly in subway stations?, (b) Do you think that your daily sugar intake is appropriate?, (c) What is your opinion on replacing the sweet beverages in the vending machine with sugar-free beverages such as milk or soybean milk?

탄산음료, 혼합음료를 구매하였다. 그리고 응답자의 과반수는 지하철 음료자판기 내 당류가 많은 탄산음료를 우유, 두유 등 건강음료로 대체하는 방안을 찬성을 표시하였다(Fig. 3). 그러나 본 조사는 모든 지하철 역사의 모든 자판기를 전수조사하지 않았으며 설문참여자가 대부분 20대 여성이었고, 계절에 따른 소비의 영향을 고려하지 못한 한계가 있었다.

3.2. 분석시료 및 표시사항 조사

분석시료는 서울지역 지하철 13개 노선별로 자판기에서 많이 판매되는 가당음료 10개씩을 선별 후 동일한 제조라인에서 생산된 음료(중복제품 제외)를 유통매장에서 음료 72건을 구매하여 당류와 표시사항을 조사하였다. 구매제품은 식품유형별로는 탄산음료 30건, 혼합음료 19건, 야채·과일음료 4건, 커피음료 8건, 액상차 11건이었다. 제품에 표시된 첨가당의 종류는 액상과당 36건, 설탕 27건, 기타 1건, 무당류 제품 8건이었다. 식품유형별 액상과당의 사용정도는 탄산음료 30건 중 26건으로 가장 많았고, 혼합음료 19건 중 7건, 과일·채소음료 4건 중 2건이었으나, 커피음료와 액상차에서는 설탕을 많이 사용하였다(Fig. 4). 액상과

당(HFCS, High fructose corn syrup)은 옥수수 전분으로 제조하고 음료 등 다양한 가공식품에서 사용되는 포도당, 과당 등 단당류로 구성된 감미료로서 최근 섭취 증가에 따른 비만, 대사증후군 및 만성질환의 위험성을 높인다고 보고되었으나,¹⁶ 2015년 한국식품커뮤니케이션 포럼에서 정 등은 액상과당이 다른 종류의 당류와 비교하여 건강에 더 해롭다는 증거는 불충분하며,¹⁷ 가공식품에 사용된 설탕, 액상과당 등 첨가당의 과다한 섭취가 건강에 나쁜 결과를 초래할 수 있다고 보고하였다.¹⁸

3.3. 당류 함량

HPLC-ELSD를 이용한 당류분석 검량선은 양호한 직선성($R^2 \geq 0.998$)을 보였으며, 당류의 회수율(%)은 과당 101.6, 포도당 104.2, 자당 104.2, 유당 97.2, 맥아당 87.0이었다. 분석기기의 검출한계(LOD)는 21.8, 23.9, 17.4, 37.4, 35.2 mg/kg, 정량한계(LOQ)는 66.0, 72.4, 52.6, 113.2, 106.5 mg/kg이었다(Table 1). 표준품과 탄산음료 시료의 크로마토그램은 그림과 같았다

Table 1. Recovery, coefficient of variation, limit of detection and limit of quantification for sugar

| Sugars | Recovery (%) | C.V. ^{a)} (%) | LOD ^{b)} (mg/kg) | LOQ (mg/kg) |
|----------|--------------|------------------------|---------------------------|-------------|
| Fructose | 101.6 | 0.3 | 21.8 | 66.0 |
| Glucose | 104.2 | 0.5 | 23.9 | 72.4 |
| Sucrose | 100.4 | 0.3 | 17.4 | 52.6 |
| Lactose | 97.2 | 0.4 | 37.4 | 113.2 |
| Maltose | 95.0 | 2.4 | 35.2 | 106.5 |

^{a)}Coefficient of variation = (standard deviation/mean) × 100 (n=3)

^{b)}Limit of detection (LOD) = $3.3 \times \sigma/S$, Limit of quantification (LOQ) = $10 \times \sigma/S$ (σ : the average standard deviation of the intercept, S: the slope of the linear regression)

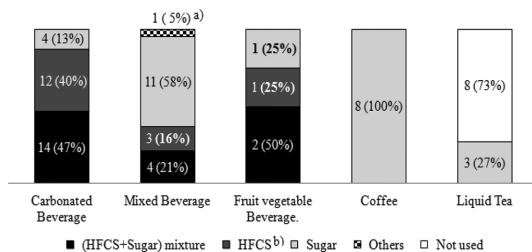


Fig. 4. Current status of added sugar showed in product labelling (n=72) : a) No. of samples (composition of the ratio), b) High fructose corn syrup.

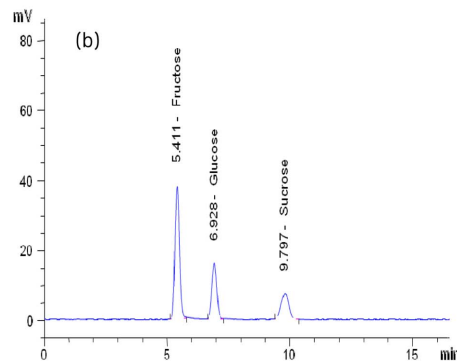
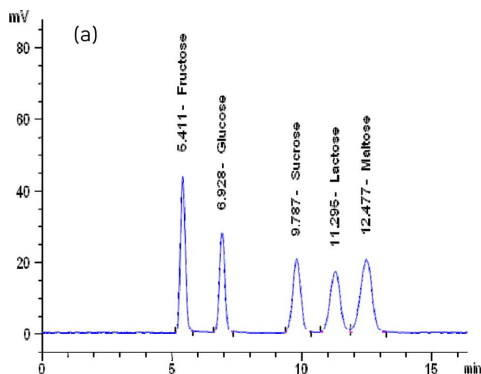


Fig. 5. The chromatogram of sugars using HPLC-ELSD : (a) standard solution, (b) sample of carbonated beverage.

Table 2. Composition of free sugar in beverages according to food type

| Type of food | n ^{a)} | No. of detected samples/composition of the ratio (%) | | | | |
|--------------------------|-----------------|--|----------|----------|---------|---------|
| | | Glucose | Fructose | Sucrose | Maltose | Lactose |
| Carbonated beverage | 30 | 30/36±8 ^{b)} | 30/47±13 | 16/17±20 | ND | ND |
| Mixed beverage | 19 | 17/24±13 | 17/28±18 | 16/48±30 | ND | ND |
| Fruit vegetable beverage | 4 | 4/38±5 | 4/53±10 | 2/9±15 | ND | ND |
| Coffee beverage | 8 | ND ^{c)} | ND | 8/100 | ND | ND |
| Liquid tea | 11 | 6/35±33 | 5/13±11 | 7/52±36 | ND | ND |
| Total | 72 | 57/28±18 | 56/33±22 | 49/39±36 | ND | ND |

^{a)}Total number of analyzed samples

^{b)}Number of detected samples/Composition of the ratio(%), Mean ± standard deviation

^{c)}Not detected

Table 3. Sugar content^{a)} and their percent ratio compared to labelled content, according to the type of beverage frequently on sale in vending machines

| Type of beverage | n ^{b)} | Sugar contents per serving size (g) | % of dose (50 g) recommended by WHO | % of content analyzed/labelled |
|-----------------------------|-----------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| Carbonated beverage | 30 | 30.4±8.0 (17.5~50.1) | 61±16 (35~100) | 96±10 (~119) |
| Mixed beverage | 19 | 23.0±11.2 (4.8~40.4) | 46±22 (10~81) | 97±5 (~105) |
| Fruit and vegetablebeverage | 4 | 27.2±8.7 (14.9~34.0) | 54±17 (30~68) | 98±11 (~115) |
| Coffee beverage | 8 | 11.9±3.0 (8.0~16.8) | 24±6 (16~34) | 93±6 (~102) |
| Liquid tea | 11 | 5.2±7.6 (0~19.4) | 10±15 (0~39) | 100±4 (~102) |
| Total | 72 | | | |

^{a)}Mean ± standard deviation.

^{b)}Total number of test samples

(Fig. 5). 전체 시료에서 당류의 평균 조성비율(%)은 포도당 28%, 과당 33%, 자당 39% 이었고, 맥아당과 유당은 검출되지 않았다. 특히 탄산음료는 모든 시료에서 포도당과 과당이, 커피음료에서는 자당만 확인되었다(Table 2).

식품유형에 따른 1회 제공량의 당류 함량과 WHO의 섭취권고기준의 비교는 Table 3과 같았다. 탄산음료의 당류는 평균 30.4 g, 최고 50.1 g 함유하고 있었고, 각설탕(3g)으로는 평균 10개에서 최고 17개 분량의 당류를 섭취하게 된다. 이는 WHO의 권고기준과 비교하여 평균 60% 수준이었고, 일부 탄산음료는 한 캔으로도 섭취 권고기준을 모두 섭취하는 제품도 있었다. 탄산음료 한 캔(250 mL)에는 당류 27 g 함유하고 있다는 식약처의 자료와 같은 경향을 나타내었다.³ 혼합음료와 과일·채소음료의 당류는 평균 23.0 g,

27.2 g 이었고, 하루에 두 번을 섭취하면 권고기준에 도달하게 된다. 또한 커피음료는 평균 11.9 g, 액상차는 평균 5.2 g 함유하고 있었다. 액상차의 경우, 보리·옥수수차 등의 곡물침출액 액상차는 당류가 없었으나, 식물성농축액 또는 분말로 제조된 액상차에는 최고 19.4 g 당류가 있었다. 그리고 제품 표시사항의 1회 제공량의 당류 함량과 시료의 당류 실제 측정값의 허용오차 범위는 모든 시료가 120% 미만으로 「식품 등의 표시기준」¹⁹을 초과한 제품은 없었다. 2016년 9월 식약처는 ‘한국인의 영양소 섭취기준’을 반영하여 당류 1일 영양성분 기준치를 100 g으로 신설하고, 2018년부터는 가공식품 표시에 당류의 함량과 기준치에 대한 비율(%)도 같이 표시하도록 고시하였다.²⁰

가공식품 중 특히 음료류의 과다한 섭취는 당류 섭취를 증가시키는 원인이 될 수 있다. 따라서 균형 잡

힌 건강한 식문화 조성을 위하여 제조사는 음료 제조 시 백설탕, 액상과당 등 당류를 자제하는 노력이 필요하며, 청소년 및 비만 관리가 필요한 소비자는 제품 선택 시 제품표시와 영양성분을 꼭 확인하여 가당음료의 과다섭취를 피하는 것이 바람직하다.

감사의 글

본 연구는 서울시 보건환경연구원 식품의약품부와 동덕여자대학교 보건관리학과와 공동연구로 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

References

1. Ministry of food and drug safety, <http://www.mfds.go.kr/index.do?searchkey=title:contents&mid=675&searchword=%C0%C7%BE%E0%C7%B0&pageNo=42&seq=25171&cmd=v>, Assessed 4 Jan 2016.
2. Ministry of Food and drug safety, 'Guidelines on Nutrition labelling (No. 111-1470000-002435-14)', 2011.
3. Ministry of food and drug safety, <http://www.mfds.go.kr/index.do?searchkey=title:contents&mid=675&pageNo=54&seq=23885&cmd=v>, Assessed 4 Jan 2016.
4. S. H. Jee, J. W. Sull, J. Park, S. Y. Lee, H. Ohrr, E. Guallar and J. M. Samet, *N. Engl. J. Med.*, **355**, 779-787 (2006).
5. World Health Organization, 'Global strategy on diet physical activity and health (ISBN 92-4-159222-2)', 2004.
6. World Health Organization, 'Global report on diabetes (ISBN 978-92-4-156525-7)', 2016.
7. The Korean nutrition society, 'Dietary reference intakes for Koreans', Korea, 2010.
8. S. D. Kim, 'Risk assessment of nutrients and food additives in non-alcoholic beverages for children and adolescents' Ph. D. Dissertation, Dankook University, Seoul, Korea, 2011.
9. Seoul Metropolitan Government, <http://opengov.seoul.go.kr/press/6396679>, Assessed 4 Jan 2016.
10. Seoul Metropolitan Government, 'Seoul statistical yearbook (No 51-6110000-000003-10)', p383, 2015.
11. L. Kim, 'Research methodology (ISBN 89-10-10045-1)', p246, Bakgeong-sa, Seoul, 2007.
12. Google, <https://goo.gl/forms/mSexiNwsCDMAVE942>, Assessed 4 Jan 2016.
13. J. Y. Kum, M. S. Hong, M. R. Jang, B. C. Choi, K. A. Lee, I. Y. Kim, J. H. Kim and Y. Z. Chae, *J. Fd Hyg. Safety*, **29**, 241-247 (2014).
14. J. Ko, M. S. Lee, B. M. Kwan, J. H. Ahn, J. S. Park and J. H. Kwon, *Korean J. Food Sci. An.*, **33**, 417-424, (2013).
15. M. H. Kang and K. S. Yoon, *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **38**, 52-61 (2009).
16. H. Kim, J. Jeong and G. W. Go, *Food Eng. Prog.*, **19**, 87-95 (2015).
17. Korea food forum, <http://koforum.tistory.com/72>, Assessed 4 Jan 2016.
18. S. Y. Kim and S. H. Jee, *J. Lipid Atheroscler.*, **4**, 17-25 (2015).
19. Ministry of food and drug safety Notification No. 2015-93 (2015.12.14), Republic of Korea.
20. Ministry of food and drug safety Notification No. 2016-99 (2016.9.9), Republic of Korea.