

유통 주류의 당류 함량 및 저칼로리 감미료 사용 실태 조사

조영선* · 정진아 · 권혜정 · 김한택 · 이지연 · 임혜원 · 이은빈 · 김혜진 · 이원주 · 이명진
경기도보건환경연구원 식품분석팀

Monitoring of Sugar and Low-Calorie Sweetener Content in Alcoholic Beverages

Young-Sun Cho*, Jin-A Jeong, Hye-Jung Kwon, Han-Taek Kim, Ji-Yeon Lee, Hye-Won Lim,
Eun-Bin Lee, Hye-Jin Kim, Won-Joo Lee, Myung-Jin Lee

Food Analysis Team, Gyeonggi Province Institute of Health and Environment

(Received April 5, 2024/Revised April 29, 2024/Accepted April 29, 2024)

ABSTRACT - This study investigated the total sugar and low-calorie sweetener content in 72 alcoholic beverages. The samples included 10 takjus, 6 yakjus, 5 cheongjus, 5 beers, 12 fruit wines, 5 sojus, 5 general distilled alcoholic beverages, 9 liqueurs, and 15 other alcoholic beverages. Sugar and allulose content were analyzed using HPLC-RI, and the content of five sweeteners was analyzed using HPLC-UV and LC-MSMS. The average sugar content in the alcoholic beverages was 4.13 ± 5.16 g/100 g. When categorized by type, the sugar content ranged from 0.00 to 8.92 g/100 g, 0.00 to 30.55 g/100 g, and 0.14 to 17.02 g/100 g in fermented (takju, yakju, cheongju, beer, and fruit wine), distilled (soju, general distilled alcoholic beverages, and liqueur), and other alcoholic beverages, respectively. Sugar content was the highest in liqueur, with the average content being 12.41 ± 9.66 g/100 g. Among low-calorie sweeteners, acesulfame potassium, sodium saccharin, aspartame, and sucralose were detected in concentrations ranging from 28.6-121.5, 42.3, 34.1-141.5, and 23.3-88.1 mg/kg, respectively. Cyclamate and allulose were not detected in any of the alcoholic beverages. Sweeteners were detected in 24 out of the 72 alcoholic beverages, and their content complied with the standards stipulated for food additives.

Key words: Alcoholic beverages, Sugars, Sweetener

코로나19의 영향으로 사람들의 외부활동이 제한되고, 가정에서 머무는 시간이 많아지며 주류를 소비하는 문화에도 변화가 나타났다. 사회적 거리두기로 인해 단체 회식 등이 줄어들어 맥주, 소주 등 대중적인 주류 소비가 하락하고 국내 주류 출고량은 지속해서 감소하였다¹⁾. 반면 집에서, 혼자 술을 마시는 이른바 ‘홈술’, ‘혼술’이 확산하며 개인 취향에 맞는 주종을 선택하며 다양한 주종을 즐기는 문화가 형성되었으며, 간편하게 온라인으로 구매할 수 있는 전통주의 시장이 점차 커지는 양상이다²⁾. 주류 섭취로

인해 체내로 들어온 알코올은 1 g 당 7 kcal의 열량을 발생시키고, 빠르게 흡수되어 다른 열량원이 소모되지 못하게 할 뿐만 아니라 말초 조직에서 다양한 기전으로 체내에 지방을 축적하게 하는 것으로 알려져 있다³⁾.

뿐만 아니라 주류의 제조 과정에서 인위적으로 첨가된 당류를 과잉섭취 하였을 때 비만, 제2형 당뇨병과 대사증후군 등을 일으킨다는 많은 연구가 있다⁴⁻⁶⁾. 일반적으로 당류의 함량은 총 당류(total sugars)를 의미하며, 식품에 천연적으로 내재되거나 가공할 때 첨가하는 당류를 모두 포함한 값으로 단당류인 fructose(과당), glucose(포도당)와 이당류인 sucrose(자당), maltose(맥아당), lactose(유당)를 포함한다⁷⁾. 세계보건기구(World Health Organization, WHO)는 이러한 당류의 섭취를 1일 필요 에너지의 10% 미만으로 섭취하도록 권고하고 있으며⁸⁾, 우리나라에서도 총 당류 섭취는 총 에너지 섭취량의 10-20%로 제한하고 식품의 조리 및 가공 시 첨가되는 설탕, 액상과당, 물엿 등 첨가당

*Correspondence to: Young-Sun Cho, Food Analysis Team, Gyeonggi Province Institute of Health and Environment, Suwon, 16381, Korea
Tel: +82-31-8008-9653, Fax: +82-31-8008-9669
E-mail: lgin34@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.

에 대해서는 10% 이내로 하도록 하고 있다⁹⁾.

이처럼 당류 섭취로 인한 비만 등 만성질환이 생길 수 있다는 우려와 함께 저칼로리 식품에 대한 사회적 관심이 커지면서 설탕을 대체하기 위한 감미료의 수요가 지속해서 증가할 것으로 보인다. 그 중 저칼로리 감미료에는 고감미도 감미료인 아스파탐, 아세설팜칼륨, 사카린, 수크랄로스, 스테비오사이드, 사이클라메이트 등이 있으며 저감미도 감미료는 에리스리톨, 자일리톨, 알룰로스 등이 있다¹⁰⁾. 아스파탐은 설탕의 약 200배의 단맛을 내며 경제적이란 이유로 각광받던 감미료였으나, 2023년 세계보건기구(WHO) 산하 국제암연구소(International Agency for Research on Cancer, IARC)가 발암물질 2B군으로 분류¹¹⁾하면서 그 수요가 줄어들 것으로 보인다. 수크랄로스는 설탕의 약 600배의 단맛을 내며 다른 감미료의 단점인 쓴 맛이 적을 뿐만 아니라 산이나 고열에 안정적이기 때문에 식품 및 음료에 널리 사용되고 있다¹²⁾. 우리나라에서는 감미료의 사용기준을 식품첨가물로서 규제하고 있는데 사이클라메이트는 사이클라메이트의 섭취가 쥐의 방광암과 연관이 있다는 연구¹³⁾ 때문에 미국과 우리나라에서 사용이 허용되지 않고 있다. 천연 감미료인 알룰로스는 설탕의 약 70%의 단맛을 가지고 있지만 혈당 반응을 감소시키고, 비만을 억제하는 효과가 있다는 보고가 있다^{14,15)}.

한편 가공식품은 식품 등의 표시 광고에 관한 법률 시행규칙¹⁶⁾에 근거하여 영양표시를 의무적으로 해야 하지만 주류는 그 대상에 포함되지 않기 때문에 영양표시를 하는 경우는 매우 드물고 소비자는 주류의 열량이나 당류 함량 등 영양성분에 정보를 제공받지 못하고 있다.

따라서 본 연구에서는 유통 중인 주류 제품의 당류 함량과 저칼로리 감미료인 아스파탐, 사카린나트륨, 아세설팜칼륨, 수크랄로스, 사이클라메이트, 알룰로스의 사용 실태를 파악함으로써 소비자의 알 권리를 보장하고 올바른 식생활 환경 조성에 기여하고자 하였다.

Materials and Methods

실험재료

2023년 3월부터 8월까지 당이나 감미료를 포함하고 있는 주류를 우선으로 선택하여 온라인 판매 10건, 경기도 내 대형마트 등 유통매장에서 62건을 수거하여 총 72건을 실험 재료로 하였다. 72건 중 발효주는 탁주 10건, 약주 6건, 청주, 맥주 각 5건, 과일주 12건으로 38건이며 증류주는 19건으로 소주 5건, 일반증류주 5건, 리큐르 9건이었고, 기타주류가 15건이었다.

표준물질 및 시약

당류 분석을 위하여 Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA)사의 fructose(과당), glucose(포도당), sucrose(자당),

maltose(맥아당), lactose(유당)를 각각 약 1 g씩 칭량하고 용량플라스크에 증류수를 가하여 표준원액(100,000 mg/L)을 제조하였다. 이 표준원액을 각각 혼합하고, 증류수로 희석하여 당류의 표준품으로 사용하였다. 감미료 표준품은 Sigma-Aldrich사 제품으로 아스파탐(aspartame, ASP), 사카린나트륨(saccharin, SAC), 아세설팜칼륨(acesulfame-K, ACS-K), 수크랄로스(sucralose, SCL), 사이클라메이트(cyclamate, CYC)를 표준원액(1,000 mg/mL)을 제조하고, 분석기기 조건에 따라 증류수로 희석하여 혼합표준용액을 만들었다. 알룰로스(Allulose, Tokyo Chemical Industry Co., Tokyo, Japan)는 표준원액(20,000 mg/L)을 만들고 증류수로 희석하여 검량선 작성용 표준용액으로 사용하였다. 시험용액 및 이동상에 사용된 모든 물은 초순수 제조장치(LabTower EDI 15, Thermo Fisher Scientific, Bremen, Germany)로 제조한 3차 증류수(18.2 megohm/cm)이었으며, acetonitrile, 인산이수소칼륨(KH₂PO₄), ammonium acetate, methanol은 Sigma Aldrich사 제품을 사용하였다. 감미료 분석의 이동상에 사용된 10% tetrapropyl ammonium hydroxide (TPA-OH) solution은 FUJIFILM Wako Pure Chemical Corporation (Osaka, Japan)사 제품이었다.

시료의 전처리

당류와 알룰로스 분석을 위해 시료 전처리는 ‘식품공전 2.1.4.1.4 기기분석법에 의한 당류의 정량’에 따라 실험하였다. 시료 5 g을 정밀히 달아 넣고 증류수 25 mL을 가하여 무게를 확인한 후 85°C 수조에서 25분간 가온하여 당류를 추출하고 실온으로 냉각하여 최초 기록한 무게가 되도록 증류수를 첨가하였다. 이를 0.2 µm nylon membrane filter로 여과하여 시험용액으로 하였다.

알룰로스를 제외한 감미료 5종의 전처리는 ‘식품공전 3.2.2 아세설팜칼륨, 사카린나트륨 및 아스파탐 동시분석법’에 따라 실험하였다. 70°C 수조에서 15분간 가온하여 알코올을 제거한 시료 5 g에 증류수를 가해 50 mL로 하고 0.2 µm nylon membrane filter로 여과하여 분석하였으며 탄산가스가 있는 경우 10분간 초음파 처리하였다.

기기분석

당류 분석은 HPLC system (Arc HPLC, Waters, Singapore, Singapore)의 RI detector를 사용하였고, 감미료 중 3종(아세설팜칼륨, 사카린나트륨, 아스파탐)은 HPLC system (Agilent 1260 infinity II, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)의 UV detector로 분석하였다(Table 1). 공인된 분석법이 없는 수크랄로스와 사이클라메이트는 Kim 등¹⁷⁾과 Lee 등¹⁸⁾이 제시한 조건에 따라 LC-MSMS (QTRAP 4500, AB SCIEX, Foster City, CA, USA)로 분석하였으며(Table 2), 알룰로스는 당류와 특징이 비슷하고 기존에 분석하였던 사례를 참고하여 당류와 같은 기기 조건으로 실험하였다^{19,20)}.

Table 1. Analytical conditions of HPLC

		Conditions
Sugars/ Allulose	Detector	RI detector
	Column	Carbohydrate high performance (4 μ m, 4.6 \times 250 mm, Waters), 30°C
	Mobile phase	80% ACN
	Flow rate	1.0 mL/min
Sweeteners (ACS-K, SAC, ASP)	Detector	UV detector (210 nm)
	Column	XTERRA RP18 (5 μ m, 4.6 \times 250 mm, Waters), 25°C
	Mobile phase	0.005 M KH ₂ PO ₄ :ACN=87:13 (0.01 M TPA-OH, pH 3.5)
	Flow rate	1.0 mL/min

Table 2. Analytical conditions of LC-MSMS

		Condition	
LC/ MSMS	Column	Cadenza CD-18 (150 \times 3 mm, 3 μ m, Imtakt), 40°C	
		A: 10 mM ammonium acetate/ water B: 10 mM ammonium acetate/ methanol	
		Time (Min) A (%) B (%) Flow rate (μ L/min)	
	Mobile phase	Initial	95 5 300
		3.0	95 5 300
		5.0	5 95 300
		10.0	5 95 300
		10.1	95 5 300
		15.1	95 5 300
	Injection volumn	5 μ L	
Ionization	ESI (negative)		
Compound	Precursor ion (<i>m/z</i>)	Product ion (<i>m/z</i>)	
SCL	397.0	361.0	
	395.0	359.0 ¹⁾	
CYC	177.9	95.7	
	177.9	80.0 ¹⁾	

¹⁾ Quantification ion.

유효성 확인

당류와 감미료의 표준용액을 5단계 농도로 3회 반복하여 각 기기에서 측정하고 검량선을 작성하였다. 검출한계(limit of detection, LOD)와 정량한계(limit of quantitation, LOQ)는 International Conference on Harmonization of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use (ICH)²¹⁾에서 제시한 산출 방법 중 반응의

표준편차와 검량선 기울기에 근거하는 방법에 따라 다음과 같이 구하였다.

$$\text{LOD} = 3.3 \times \sigma / S$$

$$\text{LOQ} = 10 \times \sigma / S$$

(σ : 반응의 표준편차, S: 검량선의 기울기)

회수율 검토를 위하여 당류 및 감미료가 함유되어 있지 않은 일반증류주 시료에 각각의 당류와 감미료 표준품을 일정 농도로 첨가하고 실험 재료와 같은 전처리를 한 후 3회 반복하여 회수율을 측정하였다.

Results and Discussion

유효성 검증 결과

당류와 감미료의 검출한계, 정량한계, 직선성, 회수율 등 유효성 검증에 대한 결과는 Table 3과 같다. 검출한계와 정량한계는 당류 0.016-0.120 mg/mL, 0.050-0.365 mg/mL, 감미료 3종(아세실팜칼륨, 사카린나트륨, 아스파탐) 0.094-0.167 mg/L, 0.285-0.506 mg/mL, 감미료 2종(수크랄로스, 사이클라메이트)은 0.006-0.018 mg/L, 0.018-0.054 mg/L, 알룰로스는 0.018 mg/mL, 0.054 mg/mL로 각각 나타났다. 각 검량선의 결정계수(R²)은 0.9987 이상의 직선성을 보여 양호하였으며, 회수율은 82.27-102.38%로 이 중 아스파탐과 알룰로스의 회수율이 낮은 경향을 보였다.

주류의 당류 분석

주류 중 발효주 38건, 증류주 19건, 기타주류 15건 등 총 72건을 수거하여 당류의 함량을 분석하였으며, 결과는 Table 4와 같다. 전체 주류의 당류 평균 함량은 4.13 \pm 5.46 g/100 g 이었고 과당이 1.39 \pm 1.73 g/100 g, 포도당 1.51 \pm 1.63 g/100 g, 자당 1.23 \pm 3.74 g/100 g 이었으며 맥아당과 유당은 모든 주류에서 검출되지 않았다.

주류의 유형에 따라 탁주, 약주, 청주, 맥주, 과일주 등을 포함하는 발효주의 당류 함량은 0.00-8.92 g/100 g 이었으며 소주, 일반증류주, 리큐르 등의 증류주는 0.00-30.55 g/100 g, 기타주류는 0.14-17.02 g/100 g의 분포를 보였다. 주류의 100 g 당 당류의 평균 함량은 리큐르가 12.41 g으로 가장 높게 나타났고, 과일주 4.68 g, 약주 4.46 g, 기타주류 4.10 g, 청주 3.07 g, 탁주 1.66 g, 맥주 1.27 g, 일반증류주 0.49 g, 소주 0.16 g 순이었다. 한국소비자원(Korea Consumer Agency, KCA)의 보고²²⁾에 따른 리큐르(100g 당 6.25 g), 기타주류(100 g 당 9.08 g)의 당류 함량과 다소 차이가 있었으나 다른 주류에 비해 높게 나온 것으로 조사된 것은 일치하였다. 당류가 검출되지 않은 주류는 72건 중 11건이었으며 탁주 6건, 일반증류주 2건, 소주 2건, 맥주 1건이었고 약주, 청주, 과일주, 리큐르, 기타

Table 3. Analytical method validation of sugars and sweeteners

Compound	LOD	LOQ	Linearity (R ²)	Recovery (mean±SD, %)
Fructose	0.096 ¹⁾	0.291 ¹⁾	0.9999	91.14±0.22
Glucose	0.016	0.050	0.9998	95.56±1.24
Sucrose	0.043	0.129	0.9998	96.52±0.36
Maltose	0.120	0.365	0.9999	89.80±1.12
Lactose	0.096	0.292	0.9996	98.54±2.58
Allulose	0.018	0.054	0.9998	82.27±0.27
ACS-K	0.159 ²⁾	0.481 ²⁾	1.0000	91.64±1.82
SAC	0.094	0.285	1.0000	90.12±3.66
ASP	0.167	0.506	0.9997	85.01±0.36
SCL	0.018	0.054	0.9987	102.38±2.56
CYC	0.006	0.018	0.9989	93.71±1.45

Unit: ¹⁾ mg/mL, ²⁾ mg/L.**Table 4.** The composition of sugars in alcoholic beverages

(Unit: g/100 g)

Type (n)	Total	Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose	Lactose
	Mean±SD (min.-max.)	Mean±SD (min.-max.)	Mean±SD (min.-max.)	Mean±SD (min.-max.)	Mean±SD (min.-max.)	Mean±SD (min.-max.)
Takju (10)	1.66±2.70 (0.00-8.92)	0.68±1.46 (0.00-4.88)	0.98±1.34 (0.00-4.05)	N.D ¹⁾	N.D	N.D
Yakju (6)	4.46±1.38 (2.44-6.39)	2.03±0.44 (1.25-2.72)	1.61±0.30 (1.19-2.18)	0.82±1.06 (0.00-2.84)	N.D	N.D
Cheongju (5)	3.07±1.67 (1.19-5.94)	0.91±0.98 (0.00-2.78)	1.98±0.79 (0.69-2.80)	0.18±0.37 (0.00-0.92)	N.D	N.D
Beer (5)	1.27±0.95 (0.00-2.85)	0.49±0.38 (0.00-1.13)	0.77±0.57 (0.00-1.72)	N.D	N.D	N.D
Fruit wine (12)	4.68±1.91 (1.85-7.49)	2.19±0.86 (1.00-4.16)	1.82±0.58 (0.85-2.86)	0.67±0.78 (0.00-2.18)	N.D	N.D
Soju (5)	0.16±0.16 (0.00-0.35)	0.02±0.04 (0.00-0.11)	N.D	0.14±0.17 (0.00-0.35)	N.D	N.D
General distilled alcoholic beverages (5)	0.49±0.55 (0.00-1.32)	0.28±0.32 (0.00-0.78)	0.21±0.23 (0.00-0.55)	N.D	N.D	N.D
Liqueur (9)	12.41±9.66 (1.44-30.55)	3.54±3.17 (0.00-8.89)	3.75±3.04 (0.00-9.24)	5.12±8.06 (0.00-24.35)	N.D	N.D
Other alcoholic beverages (15)	4.10±4.34 (0.14-17.02)	0.98±0.71 (0.00-1.91)	1.26±0.72 (0.00-2.25)	1.87±3.84 (0.00-14.71)	N.D	N.D
Total (72)	4.13±5.46 (0.00-30.55)	1.39±1.73 (0.00-8.89)	1.51±1.63 (0.00-9.24)	1.23±3.74 (0.00-24.35)	N.D	N.D

¹⁾N.D: not detected.

주류에는 모두 당류가 검출되었다.

주류에서 검출된 당류는 과당, 포도당이 대부분이었으나 일부 주류에서 자당의 함량이 매우 높게 나타났다. 리큐르는 과당, 포도당, 자당의 평균 함량이 모두 가장 높아 각각 3.54 g/100 g, 3.75 g/100 g, 5.12 g/100 g 이었고, 제품의 원재료에 표기된 설탕에서 기인한 것으로 보인다. 과

당의 함량은 리큐르 다음으로 과실주 2.19 g/100 g, 약주 2.03 g/100 g 순이었으며 포도당은 청주 1.98 g/100 g, 과실주 1.82 g/100 g, 자당은 기타주류 1.87 g/100 g, 약주 0.82 g/100 g 순으로 많이 검출되었다. 탁주, 맥주, 일반증류주에서는 자당이 검출되지 않았고 소주에는 포도당이 검출되지 않았다. Jeong 등²³⁾은 주류를 통한 당류 섭취는

Table 5. The content of four sweeteners detected in alcoholic beverages

Type (n)	No. of detected samples	ACS-K	No. of detected samples	SAC	No. of detected samples	ASP	No. of detected samples	SCL
Takju (10)	3	53.6 ¹⁾ (35.2-71.8) ²⁾	1	42.3 (42.3)	8	80.7 (34.1-141.5)	-	N.D. ³⁾
Yakju (6)	3	37.2 (28.6-46.4)	-	N.D	1	92.1 (92.1)	-	N.D
Beer (5)	1	121.5 (121.5)	-	N.D	-	N.D	1	75.0 (75.0)
Fruit wine (12)	-	N.D	-	N.D	-	N.D	2	84.1 (80.1-88.1)
Other alcoholic beverages (15)	3	66.1 (58.7-70.1)	-	N.D	8	58.3 (37.0-92.9)	2	35.1 (23.3-46.8)
Total	10	59.2 (28.6-121.5)	1	42.3 (42.3)	17	70.8 (34.1-141.5)	5	62.7 (23.3-88.1)

¹⁾Mean (mg/kg), ²⁾Range (mg/kg), ³⁾N.D: not detected.

음료와 함께 국민건강영양조사에서 당류 섭취 수준 상위 3개 식품군에 속하고 특히 19-29세 연령대에서 가장 높게 나타났다고 보고하였다. 주류의 원재료 표기에 의하면 주류의 첨가당 종류는 액상과당, 포도당, 설탕과 과일농축액 등이었으며, 이는 가당음료(sugar-sweetened beverages, SSBs)의 첨가당과 같이 만성질환과 관련이 있다고 알려져 있으므로 주류로 인한 당 섭취에 주의해야 할 것이다²⁴⁾.

주류의 감미료 분석

발효주 38건(탁주 10건, 약주 6건, 청주 5건, 맥주 5건, 과실주 12건), 증류주 19건(소주 5건, 일반증류주 5건, 리큐르 9건), 기타주류 15건 총 72건의 주류의 감미료 함량을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 증류주 19건과 발효주 중 청주 5건에서 분석 대상인 5가지 감미료가 검출되지 않았으며 사이클라메이트와 알룰로스는 전 제품에서 검출되지 않았다. 72개 중 24개 제품에서 아세설팜칼륨 10건, 사카린나트륨 1건, 아스파탐 17건, 수크랄로스 5건이 사용된 것으로 분석되었다. 기타주류와 탁주에서 각각 9건, 8건의 감미료가 검출되어 많은 검출 빈도를 보였는데 이는 Lee 등²⁵⁾의 연구 결과와 일치하였으며 이는 주류의 맛을 좋게 하려는 제조 과정 특성에 따른 것으로 보인다. 2종의 감미료를 혼용한 제품은 9건으로 탁주와 기타주류에서 각각 3건씩 아세설팜칼륨과 아스파탐이 함께 첨가되어 있었고 탁주(사카린나트륨, 아스파탐), 맥주(아세설팜칼륨, 수크랄로스), 기타주류(아스파탐, 수크랄로스)에서 각 1건씩 2종의 감미료를 같이 사용한 것으로 나타났다. 아세설팜칼륨, 사카린나트륨, 아스파탐, 수크랄로스는 명칭과 용도를 함께 표시해야 하는 식품첨가물로 정하고 있다²⁶⁾. 표시사항의 확인결과 검출된 감미료는 제품에 모두 표시되어 있었고 일부 제품에서 표시된 감미료가 검출되지 않은 경우가 있었다.

주류에 대한 감미료의 사용기준은 아세설팜칼륨 350 mg/kg, 수크랄로스 580 mg/kg이고 사카린나트륨은 탁주, 소주, 과실주에 한해 80 mg/kg 이내로 사용할 수 있다. 사이클라메이트는 사용이 금지되어 있으나 아스파탐과 알룰로스는 제한받지 않는다²⁷⁾. 이번 연구에서 검출된 감미료의 농도는 아세설팜칼륨 28.6-121.5 mg/kg, 사카린나트륨 42.3 mg/kg, 아스파탐 34.1-141.5 mg/kg, 수크랄로스 23.3-88.1 mg/kg 로 모두 사용기준 이내로 나타났다. 평균 검출 농도가 가장 높고, 최고농도를 보인 감미료는 아스파탐이었으며 이는 주류에 대한 사용 제한이 없기 때문으로 보인다.

주류의 100 g 당 당류의 평균 함량은 증류주에 과일이나 꽃, 설탕 등을 넣어 만든 리큐르가 평균 12.41 g 으로 가장 높게 나타났고, 다음으로 과실주(4.68 g/100 g), 약주(4.46 g/100 g), 기타주류(4.10 g/100 g) 순이었으며 소주(0.16 g/100 g)가 가장 낮은 것으로 조사되었다. 저칼로리 감미료 중 사이클라메이트와 알룰로스는 모든 주류에서 검출되지 않았으며, 24건의 주류에서 아세설팜칼륨 10건, 사카린나트륨 1건, 아스파탐 17건, 수크랄로스 5건이 사용된 것으로 분석되었고 2종 이상의 감미료를 사용한 경우가 9건이었다. 검출된 감미료는 모두 사용기준 이내였으며 표시사항에 명칭과 용도를 모두 기재한 것으로 나타났다.

주류는 자율영양표시를 하는 식품으로 당류의 함량을 표시하는 경우가 드물다. 그러나 주류의 제조 과정에서 첨가되는 당류는 비만, 당뇨 등 만성질환의 원인이 되고 한국인 영양소 섭취기준에서 총에너지 섭취량의 10% 이내로 제한하고 있어 주의가 필요하다. 또한 당류를 대체하며 사용이 증가하고 있는 저칼로리 감미료의 주류 내 사용 실태를 조사함으로써 소비자의 알 권리를 충족시키고 제품을 선택하는 데 있어 정보를 제공하고자 하였다.

국문요약

본 연구는 유통 주류의 당류 함량 및 저칼로리 감미료의 사용 실태를 조사하고자 탁주 10건, 약주 6건, 청주 5건, 맥주 5건, 과실주 12건, 소주 5건, 일반증류주 5건, 리큐르 9건, 기타주류 15건을 수거하여 총 72건을 검사하였다. 당류와 알콜로스는 HPLC-RI로 분석하였고 감미료 5종은 HPLC-UV와 LC-MS/MS를 이용하였다. 전체 주류의 당류 평균함량은 4.13 ± 5.16 g/100 g 이었으며, 유형별로는 발효주(탁주, 약주, 청주, 맥주, 과실주) 0.00-8.92 g/100 g, 증류주(소주, 일반증류주, 리큐르) 0.00-30.55 g/100 g, 기타주류는 0.14-17.02 g/100 g의 분포를 보였다. 당류의 함량이 가장 높은 유형은 리큐르로 평균 검출 농도가 100 g 당 12.41 ± 9.66 g였다. 저칼로리 감미료의 함량은 아세설팜칼륨 28.6-121.5 mg/kg, 사카린나트륨 42.3 mg/kg, 아스파탐 34.1-141.5 mg/kg, 수크랄로스 23.3-88.1 mg/kg로 나타났으며 사이클라메이트와 알콜로스는 모든 주류에서 검출되지 않았다. 72건의 주류 중 24건에서 감미료가 검출되었으며, 검출된 감미료 사용량은 모두 식품첨가물 기준 이내였다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

ORCID

Young-Sun Cho <https://orcid.org/0000-0003-4192-1335>
 Jin-A Jeong <https://orcid.org/0000-0001-9714-1421>
 Hye-Jung Kwon <https://orcid.org/0000-0001-7923-937X>
 Han-Taek Kim <https://orcid.org/0000-0002-2405-3786>
 Ji-Yeon Lee <https://orcid.org/0000-0002-3795-3329>
 Hye-Won Lim <https://orcid.org/0000-0001-8371-0056>
 Eun-Bin Lee <https://orcid.org/0000-0002-4775-1886>
 Hye-Jin Kim <https://orcid.org/0000-0002-7364-0821>
 Won-Joo Lee <https://orcid.org/0000-0001-5539-3954>
 Myung-Jin Lee <https://orcid.org/0000-0002-4881-7672>

References

- National Tax Service, (2023, September 12). 2022 Statistical yearbook of national tax., Retrieved from <https://taxis.nts.go.kr/websquare/websquare.html?w2xPath=/cm/index.xml>
- Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation, 2023. 2021 Survey on liquor industry information. Naju, Korea, pp. 14-15.
- Oh, S.W., Effects of alcohol on obesity and metabolic syndrome. *J. Obes. Metab. Syndr.*, **18**, 1-7 (2019).
- Malik, V.S., Popkin, B.M., Bray, G.A., Despres, J.-P., Willett, W.C., Hu, F.B., Sugar-sweetened beverages and risk of metabolic syndrome and type 2 diabetes: a meta-analysis. *Diabetes care*, **33**, 2477-2483 (2010).
- Ahn, B.C., Joung, H., Socioeconomic cost of obesity in Korea. *Korea J. Nutr.*, **38**, 786-792 (2005).
- Seo, E.H., Kim, H.S., Kwon, O., Association between total sugar intake and metabolic syndrome in middle-aged Korean men and women. *Nutrients*, **11**, 2042 (2019).
- World Health Organization (WHO) and Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Carbohydrates in human nutrition: report of a joint FAO/WHO Expert Consultation. *FAO Food and Nutr. Pap.* **66**, 1-140 (1998).
- World Health Organization (WHO), 2015. Guideline: sugars intake for adults and children, WHO, Geneva, Switzerland.
- The Korean Nutrition Society, 2020. Dietary reference intakes for Koreans (KDRIs): energy and macronutrients, Seoul, Korea, pp. 44-77.
- Kim, Y.H., Kim, S.B., Kim, S.J., Park, S.W., Market and trend of alternative sweeteners. *Food Sci. Ind.* **49**, 17-28 (2016).
- International Agency for Research on Cancer (IARC), (2023, September 12). Aspartame hazard and risk assessment results release. Retrieved from https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2023/07/Aspartame_PR.pdf.
- Roh, B.J., Quality characteristics of muffins using sucralose, Masters's thesis, Sejong University, Seoul, Korea (2023).
- Yu, S., Zhu, B., Lv, F., Li, S., Huang, W., Rapid analysis of cyclamate in foods and beverages by gas chromatography-electron capture detector (GC-ECD). *Food Chem.*, **134**, 2424-2429 (2012).
- Iida, T., Kishimoto, Y., Yoshikawa, Y., Hayashi, N., Okuma, K., Tohi, M., Yagi, K., Matsuo, T., Izumori, K., Acute D-psi-cose administration decreases the glycemic responses to an oral maltodextrin tolerance test in normal adults. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **54**, 511-514 (2008).
- Iida, T., Hayashi, N., Yamada, T., Yoshikawa, Y., Miyazato, S., Kishimoto, Y., Okuma, K., Tokuda, M., Izumori, K., Failure of D-psi-cose absorbed in the small intestine to metabolize into energy and its low large intestinal fermentability in humans. *Metabolism*, **59**, 206-214 (2010).
- Ministry of Food and Drug safety (MFDS), (2023, September 12). Enforcement rule of act on labeling and advertising of foods (Ordinance of the prime minister No. 1832). Retrieved from https://www.mfds.go.kr/brd/m_203/view.do?seq=3219
- Kim, M.K., Choi, J.C., Lee, G.Y., Lim, H.S., Park, S.J., Yun, S.S., Hwang, J.B., Hwang, J.Y., Choi, E.A., Kim, S.M., 2017. Development of analytical method of unauthorized sweeteners for pre-emptive action, National Food and Drug Safety Evaluation Institute, Cheongju, Korea, pp. 76-78.
- Lee, S.B., Yong, K.C., Hwang, S.I., Kim, Y.S., Jung, Y.J., Seo, M.Y., Lee, C.H., Sung, J.H., Yoon, M.H., A study on the analysis of five artificial sweeteners in beverages by HPLC/MS/MS. *J. Food Hyg. Saf.*, **29**, 327-333 (2014).
- Kim, D.B., Nam, T.G., Jung, Y.S., Kim, H.J., Sa, S.O., Yoo,

- M.Y., Optimization and validation for quantification for allulose of jelly candies using response surface methodology. *J. Food Sci. Technol.*, **58**, 2670-2676 (2021).
20. Lee, H.Y., Yoon, T.H., Kwon, K.I., Choi, J.H., Kim, K.H., Ahn, J.S., Choi, W.H., Hwang, K.H., Bang, H.J., 2021. Research on improvement such as preparation of sugar alcohol test method for food calorie indication. Nutrition and functional food research Division, Cheongju. Korea, pp. 69-70.
 21. ICH Steering Committee, 2005. ICH harmonised tripartite guideline-validation of analytical procedures: text and methodology Q2(R1), Minneapolis, MN, USA, pp. 11-12.
 22. Korea Consumer Agency (KCA), (2022, November 15). When drinking alcohol, consider the amount of calories and sugars in alcohol. Retrieved from <https://www.kca.go.kr/home/sub.do?menukey=4002&mode=view&no=1001798836>
 23. Jeong, Y.S., Lee, H.J., Oh, J.E., Kim, Y.R., Major food groups and dishes contributing to sugar intake in Korea: Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2016-2018, *J. Korean Soc. Food Cult.*, **36**, 474-483 (2021).
 24. Ha, K.H., Joung H.J., Song, Y.J., Intake of dietary sugar and its influence on chronic disease in the Korean population, *Food Sci. Ind.*, **49**, 2-11 (2016).
 25. Lee, H.K., Cho, S.J., Chang, M.S., Kim, J.Y., Cha, J.H., Lee, S.D., Oh, Y.H., Estimation of the presence of artificial sweeteners in liquors distributed in domestic market. *Report of S.I.H.E.*, **54**, 10-16 (2018).
 26. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2023, October 22). Labeling Standards of Foods (No. 2023-64). Retrieved from https://www.mfds.go.kr/brd/m_207/view.do?seq=14920.
 27. Ministry of Food and Drug safety (MFDS), Korean food additives code, MFDS, Cheongju, Korea (2023).