

DOI: 10.13652/j.spjx.1003.5788.2024.60049

湖南省现制饮料中甜味剂膳食暴露 及对青少年风险评估

黄 燕^{1,2} 徐文泱^{1,2} 虞 岚^{1,2} 李 政^{1,2} 荆辉华^{1,2}

(1. 湖南省产商品质量检验研究院, 湖南 长沙 410117;

2. 食品安全监测与预警湖南省重点实验室, 湖南 长沙 410117)

摘要: [目的] 了解湖南省现制饮料中甜味剂的含量情况以及对青少年的潜在健康风险。[方法] 在全省范围内的饮品店采集现制饮料样品 850 份, 采用高效液相色谱法和气相色谱法检测现制饮料中甜味剂含量。结合青少年现制饮料消费情况, 对比甜味剂每日允许摄入量 (ADI), 评估湖南省青少年群体现制饮料中糖精钠、甜蜜素、安赛蜜的暴露水平。[结果] 湖南省青少年群体现制饮料甜蜜素的平均每日暴露量及 P97.5 暴露量分别为 0.024 8 (占 ADI 的 0.230%), 0.157 0 (占 ADI 的 1.430%) mg/kg BW, 安赛蜜的平均每日暴露量及 P97.5 暴露量分别为 0.017 6 (占 ADI 的 0.120%), 0.091 2 (占 ADI 的 0.608%) mg/kg BW, 甜味剂的摄入量均低于安全摄入量。[结论] 目前, 湖南省现制饮料甜味剂膳食暴露量对青少年群体健康造成的风险较低, 处于可接受水平。

关键词: 现制饮料; 甜味剂; 膳食暴露; 风险评估

Dietary intake and risk assessment of sweeteners in prepared beverages among adolescents in Hunan province, China

HUANG Yan^{1,2} XU Wenyang^{1,2} YU Lan^{1,2} LI Zheng^{1,2} JIN Huihua^{1,2}

(1. Hunan Provincial Institute of Product and Goods Quality Inspection, Changsha, Hunan 410117, China; 2. Hunan Provincial Key Laboratory of Food Safety Monitoring and Early Warning, Changsha, Hunan 410117, China)

Abstract: [Objective] To verify the content of sweeteners in ready-made beverages in Hunan province, China, and the potential health risks to adolescents. [Methods] Total 850 samples of prepared beverages were collected from beverage stores across Hunan province, and the content of sweeteners in ready-made beverages was detected by high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry (HPLC-MS). Combined with the consumption of ready-made beverages among adolescents, the exposure levels of sodium saccharin, cyclamate and acesulfame in ready-made beverages among adolescents in Hunan province were evaluated. [Results] The average daily exposure and P97.5 exposure of ready-made beverage cyclamate in adolescents in Hunan Province were 0.024 8 mg/kg BW (0.230% of ADI) and 0.157 0 mg/kg BW (1.430% of ADI), respectively, and the average daily exposure and P97.5 exposure of acesulfame were 0.017 6 mg/kg BW (0.120% of ADI) and 0.091 2 mg/kg BW (0.608% of ADI), respectively. The intake of sweeteners was below the safe intake value. [Conclusion] At present, the dietary exposure of freshly prepared beverage sweeteners in Hunan Province poses a low risk to the health of adolescents and is at an acceptable level.

Keywords: prepared beverage; sweeteners; dietary exposure; risk assessment

现制饮料(包括现榨饮料和现调饮料)品种丰富^[1], 包括果蔬汁饮料、茶饮料、咖啡饮料、水果茶饮料和奶茶等, 凭借其特殊的口味以及质感优美的包装, 深受青年消费者喜爱。研究^[2]显示, 2023 年中国现制饮品市场规模预计将超 2 600 亿元, 同比增长 22.8%。随着现制饮料的日益普及, 越来越多的健康问题也逐渐浮现出来, 许多饮品店

基金项目: 国家市场监督管理总局科技计划项目(编号: 2023MK092); 湖南省自然科学基金(编号: 2022JJ90007); 湖南省市场监督管理局科技计划项目(编号: 2021KJJH42)

通信作者: 黄燕(1986—), 女, 湖南省食品质量监督检验研究院高级工程师, 硕士。E-mail: 497312853@qq.com

收稿日期: 2024-03-06 **改回日期:** 2024-06-11

为吸引消费者,添加一些食品添加剂如色素、甜味剂、防腐剂等,若添加剂的使用超出合理适用范围,长期过量饮用会对身体健康产生一定危害^[3-6]。此外,大部分现制饮料含糖量高,经常饮用会导致胆固醇升高,引发肥胖、糖尿病等疾病^[7-9]。同时,人造甜味剂的长期大量摄入与代谢紊乱、神经系统疾病甚至癌症可能密切相关^[10]。

目前,中国关于食源性微生物、重金属、农药残留等方面的风险评估研究较多,但对饮料中甜味剂的风险评估研究相对较少。尹华等^[11]对江苏省常熟市饮料中6种食品添加剂进行监测分析,发现市场上销售的饮料存在一定的安全风险。贾海先等^[12]对北京市6~17岁儿童青少年咖啡因摄入状况进行评估,发现儿童青少年从零食中摄入的咖啡因水平较低,发生过量摄入的风险较小,茶、奶茶和茶饮料类是咖啡因暴露的主要贡献食品。孙晓峰等^[13]认为浙江省义乌市学校周边现制饮料中甜味剂和防腐剂添加比较普遍,特别是现榨果蔬汁中违法添加食品添加剂比较严重,说明现制饮料中食品添加剂的使用还存在一定的安全问题。另据美团数据^[14]统计,90后是现制饮料市场消费的“主力军”,占消费者总体的60%,女性消费者占总体的70%。目前,湖南省关于现制饮料中甜味剂方面的研究尚未见报道,青少年是现制饮料的消费主体,消费理念和需求多元化,对口味和健康性的要求相对较高,世界卫生组织建议,成人每日摄入糖量在25 g左右为佳,过多摄入会增加肥胖、糖尿病、高胆固醇血症等疾病的患病风险,随着人们健康意识的增加,越来越多的商家选择不升高血糖浓度的甜味剂作为糖的替代品。

研究拟通过调查湖南省青少年群体的现制饮料消费量数据,结合现制饮料中甜味剂的含量数据,开展湖南省青少年现制饮料中甜味剂的摄入水平研究及其健康风险评估,为开展公众健康教育,引导人们正确消费,以及制定相应管理措施提供依据。

1 材料与方法

1.1 数据来源

1.1.1 样品中甜味剂含量数据来源 样品采集自湖南境内的集市、超市、写字楼、街边的饮品店、学校及培训机构周边饮品店、快餐店等场所,共采集850份样品,样品采集采取现场抽样和网络抽样两种方式。抽样区域为长沙、株洲、湘潭、衡阳、邵阳、岳阳、常德、张家界、益阳、郴州、永州、怀化、娄底、湘西州14个地市州,涉及采集样品的区域覆盖城市、农村及城乡结合部,采集样品茶饮料198份,蛋白饮料39份,果蔬汁饮料107份,奶茶饮料263份,水果茶饮料162份,碳酸饮料35份,咖啡饮料46份。

1.1.2 现制饮料消费量数据来源 选取湖南省现制饮料消费量较大的青少年群体作为调查对象,在湖南省内随机选取1 511名年龄为12~32岁的人群,消费量数据采用

非连续3 d 24 h膳食回顾法,获取消费对象的现制饮料的消费量数据和体重数据。

1.2 方法

1.2.1 样品检验方法

(1) 苯甲酸、山梨酸和糖精钠含量:按GB 5009.28—2016执行。

(2) 环己基氨基磺酸钠含量:按GB 5009.97—2016执行。

(3) 乙酰磺胺酸钾含量:按GB/T 5009.140—2003执行。

1.2.2 评价标准 参照GB 2760—2014。

1.2.3 暴露评估方法 通过调查获得青少年现制饮料的消费情况、体重等数据,结合现制饮料中甜味剂(糖精钠、甜蜜素、安赛蜜)含量均值,采用点评估的方法,分别按式(1)计算每个个体每日每千克体重3种甜味剂的暴露量^[15]。

$$\text{Exp} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{F_i \times C_i}{\text{BW}} \right), \quad (1)$$

式中:

Exp——某个体每日每千克体重甜味剂的暴露量,mg/kg BW;

F_i ——某个体第*i*种现制饮料的消费量,g/d;

C_i ——第*i*种现制饮料中甜味剂含量的平均值,mg/kg;

BW——某个体的体重,kg。

在得到个体通过各类现制饮料中甜味剂摄入量的基础上,可获得所有被调查者甜味剂暴露量的频数分布,并可计算全人群及不同年龄—性别人群甜味剂摄入量的平均值、不同百分位数等。并根据人群现制饮料膳食消费情况以及甜味剂的危害特征,将调查人群分为6个年龄—性别组:12~18岁(男、女)、19~26岁(男、女)、27~32岁(男、女)。

1.2.4 安全摄入量的确定 参照FAO/WHO食品添加剂联合专家委员会(JECFA)制定的甜味剂每日允许摄入量(ADI):甜蜜素的每日允许摄入量为11 mg/kg BW,安赛蜜的每日允许摄入量为15 mg/kg BW^[16]。

1.2.5 贡献率的计算 根据不同年龄—性别组的人群从某类饮料中摄入某种甜味剂的量与该年龄—性别组的人群从该类饮料中摄入该甜味剂总量进行比较,得出该类饮料对不同年龄—性别组的该类甜味剂的暴露贡献率。

1.3 统计学分析

采用SPSS 27统计软件对数据进行整理和分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果与分析

2.1 现制饮料中甜味剂含量情况

此次评估中,所有现制饮料中均未检出糖精钠,可能是由于GB 2760—2014《食品安全国家标准 食品添加剂

使用标准》中禁止在面包、糕点、饼干及饮料类等食品中使用糖精钠。糖精钠为化工合成且风味差、有后苦,口感不好,已逐渐被阿斯巴甜、安赛蜜等取代,因此所采集的样品中均未检出糖精钠。

由表 1 可知,甜蜜素共检出 90 份,检出率为 10.59%,检出浓度为 0.033 4~0.357 g/kg,检出平均值为 0.016 9 g/kg。甜蜜素在奶茶饮料中检出率最高,达 13.31%,而检出平均值最高的为果蔬汁饮料,为 0.064 3 g/kg,检出最大值为茶饮料,为 0.357 g/kg,未超过 GB 2760—2014 规定的限量要求。蛋白饮料、碳酸饮料和咖啡饮料中均未检出甜蜜素。

由表 2 可知,850 份现制饮料中,有 80 份样品检出安赛蜜,浓度范围为 0.008 6~0.222 0 g/kg,检出平均值为 0.016 2 g/kg,检出最大值为 0.222 0 g/kg,均未超过 GB 2760—2014 规定的限量要求。安赛蜜在奶茶饮料中有最高检出率和最高的平均检测值,分别为 13.69% 和 0.026 g/kg,说明奶茶饮料的口感可能存在甜度不够的情况,而部分餐饮店为了追求奶茶饮料的口感,通过添加甜味剂的方法来提高此类产品的感官。糖精钠的检出量为 0,可能是由于糖精钠本身甜中带涩,不利于口感的改进。考虑到其他甜味剂成本低廉,甜度也同样满足要求,因此饮料中更常使用甜蜜素和安赛蜜。

表 1 湖南省现制饮料中甜蜜素含量监测情况

Table 1 Monitoring of sodium cyclamate content in prepared beverages in Hunan province

饮料类别	样品数/份	检出数/份	浓度范围/(g·kg ⁻¹)	检出率/%	最大值/(g·kg ⁻¹)	平均值/(g·kg ⁻¹)
茶饮料	198	25	0.085 5~0.357 0	12.63	0.357	0.032 5
蛋白饮料	39	—	—	—	—	—
果蔬汁饮料	107	10	0.034 0~0.324 0	9.35	0.324	0.064 3
奶茶饮料	263	35	0.034 0~0.227 0	13.31	0.227	0.020 3
水果茶饮料	162	20	0.033 4~0.214 0	12.35	0.214	0.017 1
碳酸饮料	35	—	—	—	—	—
咖啡饮料	46	—	—	—	—	—
总计	850	90	0.033 4~0.357 0	10.59	0.357	0.016 9

表 2 湖南省现制饮料中安赛蜜含量监测情况

Table 2 Monitoring of acesulfame potassium content in prepared beverages in Hunan province

饮料类别	样品数/份	检出数/份	浓度范围/(g·kg ⁻¹)	检出率/%	最大值/(g·kg ⁻¹)	平均值/(g·kg ⁻¹)
茶饮料	198	12	0.009 2~0.019 0	6.06	0.019	0.011 0
蛋白饮料	39	—	—	—	—	—
果蔬汁饮料	107	13	0.009 4~0.180 0	12.15	0.180	0.022 0
奶茶饮料	263	36	0.008 6~0.222 0	13.69	0.222	0.026 0
水果茶饮料	162	17	0.011 0~0.178 0	10.49	0.178	0.011 6
碳酸饮料	35	2	0.045 0~0.080 0	5.71	0.080	0.003 6
咖啡饮料	46	—	—	—	—	—
总计	850	80	0.008 6~0.222 0	9.41	0.222	0.016 2

2.2 青少年摄入现制饮料的消费量数据分析

软饮料的主力消费人群集中在青少年。数据^[17]显示,有超过 1/2 的消费者年龄介于 20~29 岁,19 岁以下的人群占比也高达 20.1%。其中,影响软饮料消费的主要因素为口味(16.1%),其次是健康和品牌,分别占比 16.1% 和 14.1%。由于年轻人的消费理念和需求千变万化,因此软饮料行业的产品更迭节奏相对较快,对企业产品推新的能力要求较高。而随着青少年对健康、体脂要求意识的增强,无糖饮料的概念也悄然兴起,这一类产品没有特定的品类划分,可以是无糖茶饮料、无糖碳酸饮料、无

糖蛋白饮料,这些无糖饮料,声称不含有蔗糖或淀粉水解的糖类,但仍含有其他类型的甜味剂,摄入过量也可能会对人体健康产生影响。由表 3 可知,各类现制饮料中,以水果茶饮料的平均消费量最高,将近 80 mL/d,奶茶、果蔬汁饮料和碳酸饮料的消费量也较高,每日消费量约 70 mL。不同饮料的消费量相差较小,随着生活质量的提高和消费模式的不断改变,年轻人对食品饮料的选择也更多样化、个性化,而新型饮料和老式经典饮料在年轻消费者的选择中仍平分秋色。如水果茶饮料和奶茶是近 10 年来新兴的饮料代表,而可乐作为较为经典、长盛不衰

表3 现制饮料消费量情况统计表
Table 3 Statistical table of consumption of prepared beverages

类别	消费量/mL					
	均值	P25	P50	P75	P97.5	最大值
茶饮料	57.33	0	30	80	200	500
蛋白饮料	41.42	0	5	75	200	200
果蔬汁饮料	71.63	0	50	100	495	500
咖啡饮料	50.73	0	30	80	184	500
奶茶饮料	69.63	0	50	100	200	500
水果茶饮料	79.60	0	60	100	335	500
碳酸饮料	70.84	0	50	100	300	500

的碳酸饮料也深受年轻消费者的喜爱。结合表1和表2可知,需对青少年及不同年龄一性别组人群的甜味剂进行膳食暴露风险评估。

2.3 青少年人群及其不同年龄一性别组人群中甜味剂的暴露评估

由表4可知,全人群甜蜜素平均每日暴露量为0.024 8 mg/kg BW,占ADI(11 mg/kg BW)的0.23%,

P97.5暴露量为0.157 0 mg/kg BW,占ADI的1.43%。各年龄一性别组每日平均暴露量为0.007 2~0.039 7 mg/kg BW,占ADI的0.07%~0.36%;现制饮料中甜蜜素膳食暴露量随着年龄的增加而增加,其中27~32年龄组女性每日平均暴露量最高,达0.039 7 mg/kg BW,占ADI的0.36%,P97.5暴露量为0.185 0 mg/kg BW,占ADI的1.68%。19~26年龄组女性暴露量最大值为0.609 0 mg/kg BW,占ADI的5.54%;各年龄一性别组P97.5暴露量为0.056 5~0.206 0 mg/kg BW,占ADI的0.51%~1.87%。

由表5可知,全人群安赛蜜的平均每日暴露量为0.017 6 mg/kg BW,占ADI(15 mg/kg BW)的0.12%,P97.5暴露量为0.091 2 mg/kg BW,占ADI的0.608%。全人群暴露量最高值为0.251 0 mg/kg BW,占ADI的1.67%。各年龄一性别组每日平均暴露量为0.005 3~0.029 5 mg/kg BW,占ADI的0.035%~0.200%;P97.5暴露量为0.045 6~0.185 0 mg/kg BW,占ADI的0.304%~1.230%。现制饮料中安赛蜜膳食暴露量也随着年龄的增加而增加,其中27~32年龄组男性暴露量最高,其每日平均暴露量为0.029 5 mg/kg BW,占ADI的0.20%;P97.5暴露量为0.185 0 mg/kg BW,占ADI的1.23%。

表4 不同年龄一性别组青少年甜蜜素的膳食暴露量
Table 4 Dietary exposure to cyclamate in adolescents of different age-sex groups

性别一年龄组	人数	暴露量/(mg·kg ⁻¹ BW)					
		均值	P25	P50	P75	P97.5	最大值
12~18(男)	290	0.007 2	0	0	0.006 6	0.056 5	0.078 6
12~18(女)	256	0.016 8	0	0	0.026 9	0.116 0	0.195 0
19~26(男)	311	0.021 1	0	0	0.029 0	0.137 0	0.456 0
19~26(女)	311	0.028 2	0	0.015 7	0.032 3	0.189 0	0.609 0
27~32(男)	191	0.032 5	0	0	0.032 1	0.206 0	0.506 0
27~32(女)	192	0.039 7	0	0.022 1	0.057 6	0.185 0	0.241 0
全人群	1 551	0.024 8	0	0	0.031 1	0.157 0	0.609 0

表5 不同年龄一性别组青少年安赛蜜的膳食暴露量
Table 5 Dietary exposure to acesulfame potassium in adolescents of different age-sex groups

年龄一性别组	人数	暴露量/(mg·kg ⁻¹ BW)					
		均值	P25	P50	P75	P97.5	最大值
12~18(男)	290	0.005 3	0	0	0.004 9	0.045 6	0.076 5
12~18(女)	256	0.012 9	0	0	0.020 8	0.062 5	0.130 0
19~26(男)	311	0.016 6	0	0.005 9	0.019 7	0.091 4	0.200 0
19~26(女)	311	0.022 7	0	0.011 7	0.030 3	0.111 0	0.251 0
27~32(男)	191	0.029 5	0.001 5	0.016 5	0.037 5	0.185 0	0.214 0
27~32(女)	192	0.023 8	0	0.020 0	0.036 0	0.090 2	0.099 2
全人群	1 551	0.017 6	0	0.006 8	0.025 5	0.091 2	0.251 0

2.4 湖南省青少年甜味剂膳食暴露各类现制饮料的贡献率

由图 1 可知,果蔬汁饮料对甜蜜素膳食暴露的贡献率最大(32.19%),其次为奶茶饮料和水果茶饮料,而咖啡饮料、碳酸饮料、蛋白饮料对甜蜜素膳食暴露的贡献率最低,均<1%。

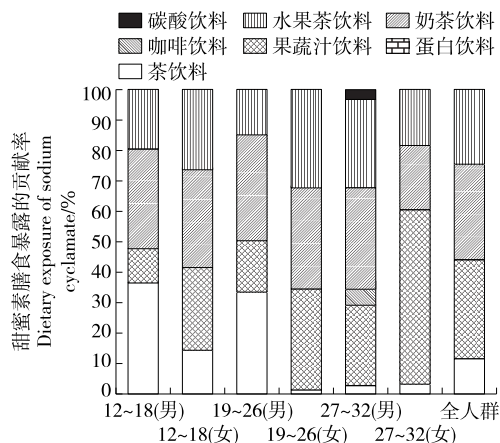


图 1 各类现制饮料对湖南省各年龄—性别组青少年甜蜜素膳食暴露的贡献率

Figure 1 Contribution of different prepared beverages to dietary exposure of sodium cyclamate in different age-sex groups

由图 2 可知,奶茶饮料对湖南省青少年安赛蜜膳食暴露的贡献率最大(29.68%),其次为水果茶饮料,而蛋白饮料对安赛蜜膳食暴露的贡献率<1%。

从贡献率来看,对湖南省青少年群体甜蜜素暴露量贡献率最高的为果蔬汁饮料,对安赛蜜暴露量最高的为

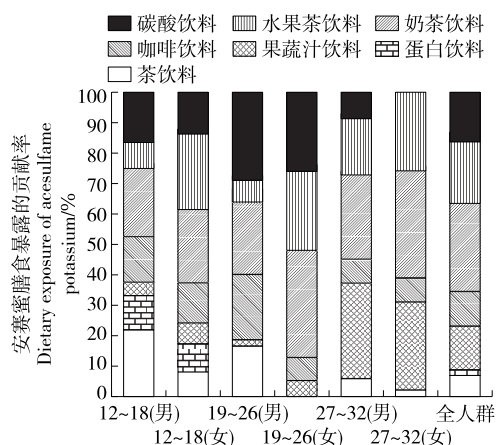


图 2 各类现制饮料对湖南省各年龄—性别组青少年安赛蜜膳食暴露的贡献率

Figure 2 Contribution of different prepared beverages to dietary exposure of acesulfame potassium in different age-sex groups

奶茶饮料。果蔬汁饮料是甜味剂摄入的主要贡献食品,不同年龄—性别组人群的主要贡献食品存在差异,说明不同组群的人在饮料的口味选择上有不同喜好,这可能导致特定人群对某类甜味剂的摄入量较为突出。对于食品添加剂的摄入控制,一方面要加强监管,提高商家的食品安全意识,在饮料制作过程中不使用或尽量少使用添加剂,针对个别饮料添加剂含量超标的情况,监管部门要加大抽检频次,加大执法力度以及对违法违规行为的打击力度,着力保障食品安全。另一方面要通过多种途径和方式开展食品安全风险信息交流和知识普及,强化食品安全社会共治,让消费者正确认识食品添加剂的健康风险,购买时注意观察饮料颜色,尽量减少购买颜色鲜艳和甜度太高的自制饮料,养成合理的现制饮料消费习惯。

3 结论

研究针对湖南省青少年群体现制饮料常用甜味剂(糖精钠、甜蜜素、安赛蜜)含量进行了监测。结果表明,甜蜜素和安赛蜜在奶茶饮料中的检出率最高,在蛋白饮料和咖啡饮料中均未检出,未检出超标的情况。暴露评估结果显示,湖南省青少年群体全人群甜蜜素的平均每日暴露量及P97.5暴露量分别为0.024 8(占每日允许摄入量的0.23%),0.157 0(占每日允许摄入量的1.43%) mg/kg BW,表明目前甜蜜素对湖南省现制饮料的膳食暴露量处于低水平,其他年龄—性别组青少年群体的暴露评估结果显示,甜蜜素的平均每日暴露量及P97.5暴露量均未超过每日允许摄入量,健康风险较低。湖南省青少年群体全人群安赛蜜的平均每日暴露量及P97.5暴露量分别为0.017 6(占每日允许摄入量的0.120%),0.091 2(占每日允许摄入量的0.608%) mg/kg BW,表明目前安赛蜜对湖南省现制饮料的膳食暴露量处于低水平,其他年龄—性别组青少年群体的暴露评估结果显示,安赛蜜的平均每日暴露量及P97.5暴露量均未超过每日允许摄入量,健康风险也较低。综上,湖南省现制饮料甜味剂膳食暴露健康风险较低,处于可接受水平,不同类型的现制饮料对甜味剂的摄入贡献率存在差异。由于膳食暴露风险评估涉及多种途径,存在较多的不确定性因素,研究中仅对现制饮料消费量大的青少年群体进行调查,未对全年龄段人群进行调查;另外现制饮料摄入量受季节影响较大,可能会引起膳食摄入的偏差;研究中只涉及了现制饮料的甜味剂含量评估,并未包括所有可能含有甜味剂的预包装饮料和其他食物类别,可能会低估饮料来源甜味剂的摄入,存在一定的不确定性。今后可继续扩大样本范围,获得更全面更多维的数据以开展更深入的暴露风险评估,并结合甜味剂对人体健康产生不良效果的定量评价和膳食暴露评估数据描述青少年通过现制饮料摄入甜味剂的危害程度。

参考文献

- [1] 上海市食品药品监督管理局. 食品安全地方标准 现制饮料: DB31/2007—2012[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012: 1-2.
Shanghai Food and Drug Administration. Local food safety standards for freshly made beverages: DB31/2007—2012[S]. Beijing: Standards Press of China, 2012: 1-2.
- [2] 红餐产业研究院. 《现制饮品品类发展报告 2023》发布: “卷”向深处, 品牌竞争“硝烟”四起[EB/OL]. (2023-12-15) [2024-03-08]. <https://www.canyin88.com/zixun/2023/12/15/93232.html>.
Development Report on Ready-to-Drink Beverages 2023: a deeper dive into the 'rolling' trend, with brands engaging in fierce competition[EB/OL]. (2023-12-15) [2024-04-10]. <https://www.canyin88.com/zixun/2023/12/15/93232.html>.
- [3] 钟菲菲, 雷德卿, 周金沙, 等. 高效液相色谱法检测药品糖浆剂中4种人工合成甜味剂[J]. 食品与机械, 2022, 38(7): 75-79.
ZHONG F F, LEI D Q, ZHOU J S, et al. Determination of four kinds of illegally-added artificial sweeteners in syrups by high performance liquid chromatography[J]. Food & Machinery, 2022, 38(7): 75-79.
- [4] SAGRARIO L M M, OTERO-OJEDA G, ANTONIO E J, et al. The impact of nutritive and non-nutritive sweeteners on the central nervous system: preliminary study[J]. Nutritional Neuroscience, 2022, 25(8): 1 623-1 632.
- [5] VOICULESCU D I, OSTAFE V, ISVORAN A. Computational assessment of the pharmacokinetics and toxicity of the intensive sweeteners[J]. Farmacia, 2021, 69(6): 1 032-1 041.
- [6] 姚誉阳, 徐曼, 潘春燕, 等. 全自动固相萃取—高效液相色谱法测定现制饮料中7种合成着色剂[J]. 食品与机械, 2024, 40(3): 82-88, 94.
YAO Y Y, XU M, PAN C Y, et al. Determination of synthetic colorants in freshly prepared beverages by high performance liquid chromatography dual wavelength method with automatic solid phase extraction[J]. Food & Machinery, 2024, 40(3): 82-88, 94.
- [7] 韩仁娇, 卞金梅, 王彩云, 等. pH和温度对8种甜味剂甜味释放特征的影响[J]. 食品与生物技术学报, 2023, 42(3): 1-11.
HAN R J, BIAN J M, WANG C Y, et al. Effect of pH and temperature on sweetness profiles of eight sweeteners[J]. Journal of Food Science and Biotechnology, 2023, 42(3): 1-11.
- [8] 程水连, 何建国, 卢桂英, 等. 食品中多组分甜味剂和防腐剂同时快速测定方法的建立[J]. 食品与机械, 2020, 36(1): 88-94.
CHENG S L, HE J G, LU G Y, et al. Establishment of a high-speed method with simultaneous determination of multi-component sweeteners and preservatives in food[J]. Food & Machinery, 2020, 36(1): 88-94.
- [9] SUZE J, KOREM T, ZEEVI D, et al. Artificial Sweeteners induce glucose intolerance by altering the gut microbiotic[J]. Nature, 2014, 514(7 521): 181-186.
- [10] 常炯炯, 雍凌, 肖潇, 等. 我国食品甜味剂联合使用情况及累积风险评估[J]. 毒理学杂志, 2021, 35(3): 184-192.
- CHANG J J, YONG L, XIAO X, et al. Joint use and cumulative risk assessment of food sweeteners in China[J]. Journal of Toxicology, 2021, 35(3): 184-192.
- [11] 尹华, 陆卫明. 2017~2018年常熟市饮料中6种食品添加剂监测分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(12): 3 998-4 002.
YIN H, LU W M. Monitoring and analysis of six food additives in drinks in Changshu from 2017 to 2018[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2019, 10(12): 3 998-4 002.
- [12] 贾海先, 刘伟, 柳静, 等. 北京市6~17岁儿童青少年咖啡因摄入状况评估[J]. 卫生研究, 2020, 49(2): 220-226.
JIA H X, LIU W, LIU J, et al. Assessment of caffeine intake in children and adolescents aged 6~17 years in Beijing[J]. Journal of Hygiene Research, 2020, 49(2): 220-226.
- [13] 孙晓峰, 王伟, 楼颖伟, 等. 2016年义乌市学校周边现做饮料中甜味剂和防腐剂监测结果分析[J]. 实用预防医学, 2018, 25(6): 744-746.
SUN X F, WANG W, LOU Y W, et al. Analysis of the monitoring results of sweeteners and preservatives in beverages produced around schools in Yiwu City in 2016[J]. Practical Preventive Medicine, 2018, 25(6): 744-746.
- [14] 刘莉. 新式茶饮消费市场特征及行业发展策略分析[J]. 安徽师范大学学报(自然科学报), 2021, 44(6): 567-575.
LIU L. Analysis on the characteristics of new tea consumption market and the development strategy of tea industry[J]. Journal of Anhui Normal University (Natural Science), 2021, 44(6): 567-575.
- [15] 刘兆平, 李凤琴, 贾旭东. 食品中化学物风险评估原则和方法[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2012: 177-178.
LIU Z P, LI F Q, JIA X D. Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food[M]. Beijing: People's Health Press, 2012: 177-178.
- [16] 赵云霞, 刘冰, 王怡, 等. 湖北省食品中甜蜜素和安赛蜜的风险评估[J]. 中国食品卫生杂志, 2022, 34(1): 110-115.
ZHAO Y X, LIU B, WANG Y, et al. Risk assessment of sodium cyclamate and acesulfame in foods in Hubei Province [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2022, 34(1): 110-115.
- [17] 中国产业大型研究, 2023年一季度中国软饮料行业发展状况分析报告[EB/OL]. (2023-05-19) [2024-04-10]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/630640564>.
Analysis report on the development status of China's soft beverage industry in the first quarter of 2023[EB/OL]. (2023-05-19) [2024-04-10]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/630640564>.