DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2025184

· 卫生监督 ·

安顺市校园周边市售饮料中防腐剂与甜味剂使用现状

刘钰洁[1],徐林[1],龚玲[2],韦刚[1],赵连伟[1],瞿广胜[1],蔡贵香[1]

1.安顺市疾病预防控制中心检验科(安顺市食品安全风险监测重点实验室),贵州 561000;2.安顺市食品药品检验所化学室

【摘要】 目的 分析安顺市校园周边市售饮料中防腐剂与甜味剂的添加特征及安全风险,为制定校园精准监管策略提供依据。**方法** 2023 年 12 月—2024 年 7 月,采用分层随机抽样法于安顺市西秀区主城区及周边 4 个乡镇的中小学周边销售点采集 834 份市售饮料,采用高效液相色谱法检测 3 类防腐剂(山梨酸、苯甲酸、脱氢乙酸)及 4 类甜味剂(糖精钠、安赛蜜、阿斯巴甜、纽甜)含量,通过 χ^2 检验分析其差异。**结果** 防腐剂总超标率为 8.6%(72 份),其中脱氢乙酸超标率最高(7.0%,58 份),高于山梨酸(0.6%,5 份)与苯甲酸(0.4%,3 份)($\chi^2=90.85$);甜味剂总超标率为 10.4%(87 份),糖精钠超标率最高(6.2%,52 份),高于纽甜(2.8%,23 份)、安赛蜜(0 份)和阿斯巴甜(0 份)($\chi^2=262.04$)(P 值均<0.01)。混合添加剂叠加超标现象存在潜在风险,防腐剂混合超标率为 0.7%(6 份),甜味剂混合超标率为 1.6%(13 份)。微型企业的防腐剂超标率(7.2%,26 份)和甜味剂超标率(12.3%,44 份)与大中小型企业间差异均无统计学意义(χ^2 值分别为 2.67,5.16,P 值均>0.05)。**结论** 学校周边市售饮料存在食品添加剂系统性滥用风险,需建立以风险溯源为核心的监管体系,加强企业生产规范及校园周边销售终端管控。

【关键词】 饮料;食品防腐剂,甜味剂;合格鉴定

【中图分类号】 R 179　R 155.5^{+9}　R 153.2　**【文献标识码】** A　**【文章编号】** 1000-9817(2025)07-1051-05

Current situation of preservatives and sweeteners usage in beverages sold near schools in Anshun City

LIU Yujie*, XU Lin, GONG Ling, WEI Gang, ZHAO Lianwei, QU Guangsheng, CAI Guixiang

** Anshun City Center for Disease Control and Prevention Laboratory Department*

(Anshun Key Laboratory of Food Safety Risk Monitoring), Anshun 561000, *Guizhou Province, China*

【Abstract】 Objective To analyze the characteristics and safety risks of preservatives and sweeteners in beverages sold near schools in Anshun City, so as to provide a evidence for formulating targeted regulatory strategies in campus. **Methods** From December 2023 to July 2024, 834 beverage samples were collected from sales points near primary and secondary schools in Xixiu District and four surrounding townships of Anshun City by a stratified random sampling method. High-performance liquid chromatography was used to detect three preservatives (sorbic acid, benzoic acid and dehydroacetic acid) and four sweeteners (sodium saccharin, acesulfame-K, aspartame, and neotame). Differences were analyzed using the *Chi*-square test. **Results** The overall exceedance rate of preservative was 8.6% (72 samples), with dehydroacetic acid showing the highest exceedance rate (7.0%, 58 samples), significantly higher than sorbic acid (0.6%, 5 samples) and benzoic acid (0.4%, 3 samples) ($\chi^2=90.85$, $P<0.01$). The overall exceedance rate of sweetener was 10.4% (87 samples), with sodium saccharin having the highest exceedance rate (6.2%, 52 samples), significantly higher than neotame (2.8%, 23 samples), acesulfame-K (0) and aspartame (0) ($\chi^2=262.04$, $P<0.01$). Potential risks were identified due to the co-occurrence of multiple additive exceedances, including 0.7% (6 samples) for mixed preservatives and 1.6% (13 samples) for mixed sweetener. No statistically significant differences were found in preservative (7.2%, 26 samples) or sweetener (12.3%, 44 samples) exceedance rates between micro-enterprises and large, medium and small enterprises ($\chi^2=2.67$, 5.16, both $P>0.05$). **Conclusion** Systemic misuse risk of food additives in beverages sold near school necessitates a risk-traceability-based regulatory framework, with emphasis on standardizing enterprise production practices and strengthening oversight of sales outlets near campuses.

【Keywords】 Beverages; Food preservatives; Sweetening agents; Eligibility determination

食品添加剂在延长食品保质期、改善口感方面具有重要作用[1-2],但过量使用可能引发健康风险[3-6]。研究表明,脱氢乙酸等防腐剂可致肝肾损伤[7],糖精钠等甜味剂与代谢紊乱相关[8]。尽管《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》(GB 2760—2024)[9]已规范添加剂使用,但超范围、超限量现象仍频发[10],尤以

【基金项目】 贵州省卫生健康委科学技术基金项目(gzwkj2022-457);安顺市科技创新平台建设计划项目(安市科平[2022]1 号)

【作者简介】 刘钰洁(1985-),女,贵州安顺人,大学本科,主管技师,主要从事食品研究工作。

【通信作者】 徐林,E-mail:1264370866@qq.com

校园周边等敏感区域为甚。学生群体代谢系统发育不完善,长期摄入超标添加剂可能导致慢性毒性累积[11]。当前关于混合添加剂效应、企业间差异及系统性风险的研究仍显不足,限制了监管策略的全面性和精准性。本研究通过系统评估安顺市校园周边市售饮料添加剂滥用特征,为完善监管体系提供依据,助力校园食品安全监管。

1 材料与方法

1.1 材料 2023 年 12 月—2024 年 7 月,采用分层随机采样法于贵州省安顺市西秀区主城区及周边 4 个乡镇的中小学周边销售点采集饮料样本 834 份,包括碳酸饮料、蛋白饮料、果汁饮料、风味饮料、咖啡饮料、茶饮料、特殊用途饮料等主要品类。本研究通过安顺市疾病预防控制中心伦理委员会审核。

1.2 调查方法

1.2.1 仪器与试剂 高效液相色谱仪(LC-20AT,日本岛津公司),超纯水机(CLXXUVFM2,埃尔格公司)。山梨酸标准溶液[GBW(E)100007,中国计量科学研究院],苯甲酸标准溶液[GBW(E)100006,中国计量科学研究院],脱氢乙酸标准溶液(70488,坛墨质检),糖精钠标准溶液[GBW(E)100008,中国计量科学研究院],安赛蜜标准溶液[GBW(E)100171,北京海岸鸿蒙标准物质技术有限公司],阿斯巴甜标准溶液(RM10939-1000W,RM standards),饮料中山梨酸、苯甲酸质控样(NCS190009,钢研纳克检测技术股份有限公司),苹果汁中安赛蜜质控样(CFAPA-QC623B-1,大连中食国实检测技术有限公司),饮料中阿斯巴甜质控样(MCS-50104,北京微标物质科技有限公司),乙腈(色谱纯,美国天地),磷酸二氢钾(分析纯,天津市永大化学试剂有限公司)。

1.2.2 检测方法 依据《食品安全国家标准 食品中苯甲酸、山梨酸和糖精钠的测定》(GB 5009.28—2016)[12]、《食品安全国家标准 食品中脱氢乙酸的测定》(GB 5009.121—2016)[13]、《食品安全国家标准 食品中乙酰磺胺酸钾的测定》(GB 5009.140—2016)[14]、《食品安全国家标准 食品中阿斯巴甜和阿力甜的测定》(GB 5009.263—2016)[15]和《食品安全国家标准 食品中纽甜的测定》(GB 5009.247—2016)[16]中的液相色谱法对饮料中山梨酸、苯甲酸、糖精钠、脱氢乙酸、安赛蜜、阿斯巴甜和纽甜进行检测。

1.2.3 评价标准 依据《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》(GB 2760—2024)[9]中防腐剂和甜味剂添加范围和最大允许使用量进行判定;同一功能食品添加剂混合添加时,各自使用量与其最大允许使用量的比例之和不能大于 1。检出防腐剂中的一种即为检出防腐剂,检出甜味剂中的一种即为检出甜味剂。对标准中规定不得添加的,标准限量值以方法检出限计。

企业类型依据《统计上大中小微型企业划分办法》(2017)[17]进行分类:大型企业(从业人员≥1 000 人,营业收入≥40 000 万元)、中型企业[从业人员 300~999 人,营业收入(2 000~39 999)万元]、小型企业[从业人员 20~299 人,营业收入(300~1 999)万元]、微型企业(从业人员<20 人,营业收入<300 万元)。结合企业工商信息查询系统对饮料生产企业的类型进行统计。

1.3 统计学分析 采用 Excel 2010 软件整理数据。计数资料用频数或百分率描述,使用 SPSS 27.0 软件对率的组间比较进行 χ^2 检验。检验水准 $\alpha=0.05$。

2 结果

2.1 校园周边市售饮料防腐剂及甜味剂检测情况 在 834 份饮料中,防腐剂总检出率为 60.3%(503 份),超标率为 8.6%(72 份)。其中,脱氢乙酸超标率最高(7.0%)。存在防腐剂混合单一组分未超标而多组分叠加后超标现象,其超标率为 0.7%。在 834 份饮料中,甜味剂总检出率为 57.0%(475 份),超标率为 10.4%(87 份);其中,糖精钠超标率最高(6.2%)。同样存在甜味剂混合单一组分未超标而多组分叠加后超标现象,其超标率为 1.6%。见表 1。

表 1 校园周边饮料防腐剂及甜味剂检测结果($n=834$)

Table 1 Detection results of preservatives and sweeteners in beverages around campus($n=834$)

名称	选项	统计值	检出数	超标数
防腐剂	山梨酸		324(38.8)	5(0.6)
	苯甲酸		306(36.7)	3(0.4)
	脱氢乙酸		58(7.0)	58(7.0)
	防腐剂混合		172(20.6)	6(0.7)
		χ^2 值	265.80	90.85
		P 值	<0.01	<0.01
甜味剂	糖精钠		52(6.2)	52(6.2)
	安赛蜜		388(46.5)	0
	阿斯巴甜		179(21.5)	0
	纽甜		35(4.2)	23(2.8)
	甜味剂混合		167(20.0)	13(1.6)
		χ^2 值	605.45	262.04
		P 值	<0.01	<0.01

注:()内数字为检出率或超标率/%。

2.2 不同类型企业生产饮料防腐剂及甜味剂使用情况 大型企业饮料的防腐剂超标率最高(13.0%),其余依次为小型企业(10.1%)、中型企业(8.4%)、微型企业(7.2%);微型企业饮料的甜味剂超标率最高(12.3%),其余依次为小型企业(11.3%)、大型企业(8.7%)、中型企业(6.3%);不同类型企业饮料间的防腐剂和甜味剂超标率差异均无统计学意义(χ^2 值分别为 2.67,5.16,P 值均>0.05)。见表 2。

表 2　不同类型企业生产饮料中防腐剂及甜味剂检测结果

Table 2　Detection results of preservatives and sweeteners in beverages of different types produced by enterprises

企业类型	样品数	防腐剂		甜味剂	
		检出数	超标数	检出数	超标数
大型	46	24(52.2)	6(13.0)	18(39.1)	4(8.7)
中型	191	91(47.6)	16(8.4)	86(45.0)	12(6.3)
小型	238	132(55.5)	24(10.1)	119(50.0)	27(11.3)
微型	359	256(71.3)	26(7.2)	252(70.2)	44(12.3)

注:( )内数字为检出率或超标率/%。

3　讨论

本研究发现,脱氢乙酸与糖精钠是饮料添加剂滥用的核心风险成分。脱氢乙酸超标率(7.0%)高于同类研究结果[18],可能源于区域性监管薄弱及部分企业沿用旧版生产标准(GB 2760—2014)[19]。糖精钠超标率(6.2%)与李小慧等[20]研究趋势一致,凸显其作为甜味剂滥用的普遍性。学生群体因代谢系统发育不成熟,对添加剂暴露更为敏感。例如,欧洲食品安全局(European Food Safety Authority, EFSA)指出,在最高暴露情景下,儿童对脱氢乙酸(E 265)的单位体重膳食暴露量可达成人的 1.5~2.0 倍,可能导致潜在健康风险增加[21];世界卫生组织亦指出,青少年长期摄入糖精钠等非糖甜味剂可能存在影响葡萄糖代谢的风险[22]。混合添加剂叠加超标现象暴露了协同毒性隐患,而现行 GB 2760—2024 标准[9]尚未纳入混合暴露评估。对此,建议参考欧盟累积风险评估模型[23],针对学生群体设定更低的安全阈值。

微型企业防腐剂与甜味剂检出率高于大中型企业(防腐剂:71.3%, 47.6%~55.5%;甜味剂:70.2%, 39.1%~50.0%),但超标率差异均无统计学意义。高检出率未伴随高超标率这一矛盾现象结合微型企业的技术现状(如杀菌效率低、自检设备缺失),表明技术能力缺陷是导致其高比例使用添加剂的主要原因。具体而言,微型企业普遍依赖传统巴氏杀菌技术,其杀菌效率仅为 90.0%,远低于大型企业超高温处理技术(99.9%)[24];为弥补工艺缺陷,不得不增加防腐剂用量来保障产品稳定性。此外,甜味剂的高检出率可能与微型企业依赖甜味剂来改善饮料的口感有关,尤其是在生产工艺不完善的情况下,甜味剂的使用成为弥补口感缺陷的常见手段。值得注意的是,仅少数比例的微型企业配备了高效液相色谱自检设备,原料筛查多依赖供应商报告,导致了质量管控漏洞。针对上述问题,建议实施分级管控:对微型企业强制推行“一企一档”电子台账系统,实时对接市场监管平台;对校园销售终端实行“红黄绿”风险分级标识制度,高频次抽检高风险店铺(如每月 1 次),低频次监管合规店铺(如每季度 1 次),从而优化资源配置,倒逼企业技术升级。通过以上措施,可以有效提升微型企业的生产工艺和质量控制水平,减少对防腐剂和甜味剂的依赖,从而保障校园周边饮料的安全性。

尽管 GB 2760—2024 标准[9]已明确添加剂使用规范,但本研究发现超范围添加、超限量使用及混合超标问题并存,反映现行监管体系存在 3 方面短板:其一,溯源能力不足,尤其是微型企业供应链透明度低,违规添加剂流向难以追踪;其二,校园周边终端抽检覆盖率低,难以形成有效震慑;其三,标准更新滞后,对新兴添加剂(如纽甜)及混合暴露风险的评估尚未纳入国家标准。对此,提出以下优化路径:一是强化全链条追溯机制。依托区块链技术建立添加剂电子溯源系统,覆盖生产、流通至销售全环节,优先纳入微型企业及校园周边终端。二是引入动态风险评估模型。参考欧洲食品安全局最新指南,采用“暴露边界值”评估学生群体的慢性毒性风险,并建立添加剂使用动态数据库,实时预警超标风险。三是推动企业技术升级。通过税收优惠或专项补贴引导微型企业改进杀菌工艺,减少对防腐剂的依赖。四是深化校园食品安全教育。联合教育部门开发科普课程,提升学生及家长对添加剂风险的认知,形成社会共治格局。

本研究还存在以下的局限性:(1)样本采集范围仅限于安顺市,可能无法反映其他地区的情况,尤其是地理经济因素对添加剂使用和监管效能的影响。(2)研究时间跨度较短,未能全面捕捉添加剂使用的季节性变化,可能影响结果的普适性。(3)研究未对不同品牌和类型的饮料进行深入分析,可能忽略了某些特定品牌或类型的添加剂使用特征。(4)研究主要依赖实验室检测数据,未能结合消费者实际摄入情况进行综合评估,可能低估或高估了添加剂的实际健康风险。未来的研究将从以下 5 个方面展开:(1)联合多城市开展多中心研究,分析不同地理经济因素对添加剂使用和监管效能的影响,为政策制定提供科学依据。(2)延长研究周期,纳入季节性变化因素,以更全面反映添加剂使用的动态特征。(3)采用 24 h 膳食回顾法等手段,量化学生群体对添加剂的实际摄入剂量,并基于基准剂量模型评估其慢性健康风险。(4)对不同品牌和类型饮料进行深入分析,识别高风险品类,为精准监管提供依据。(5)结合消费者调查数据,综合评估添加剂的实际暴露水平与健康影响,切实筑牢校园食品安全防线,响应国家“守护行动”中“让学生吃得放心”的核心目标。

利益冲突声明　所有作者声明无利益冲突。

参考文献

[1]　渠惠琳,窦凯凯,祁国烨,等.高效液相色谱法测定调味茶饮料中

甜味剂和防腐剂[J].湖北农业科学,2020,59(1):139-155.
QU H L, DOU K K, QI G Y, et al. Determination of sweeteners and preservatives in flavored tea beverages by high performance liquid chromatography[J]. Hubei Agric Sci, 2020, 59(1): 139-155. (in Chinese)

[2] 郭馨昕,何成兰,赵雪敏,等.高效液相色谱法在苯山糖检测中的应用[J].食品安全导刊,2024(11):186-189.
GUO X X, HE C L, ZHAO X M, et al. Application of high performance liquid chromatography in the detection of phenylglycoside[J]. China Food Saf Mag, 2024(11): 186-189. (in Chinese)

[3] 陈佳琪,任梁,钱红丹.无锡市校园周边现制饮料食品风险监测结果[J].中国学校卫生,2023,44(7):1092-1094.
CHEN J Q, REN L, QIAN H D. Risk monitoring results of on-site prepared beverages and foods around schools in Wuxi City[J]. Chin J Sch Health, 2023, 44(7): 1092-1094. (in Chinese)

[4] 王海玲.添加剂引发的食品安全问题及治理[J]. 中国食品工业,2021(1):123-124.
WANG H L. Food safety issues caused by additives and their management[J]. China Food Ind, 2021(1): 123-124. (in Chinese)

[5] 高向阳,张芳.混合标准溶液加样法快速测定食品中的阿斯巴甜和阿力甜[J].中国调味品,2021,46(7):147-151.
GAO X Y, ZHANG F. Rapid determination of aspartame and alitame in food by mixed standard solution addition method[J]. China Condiment, 2021, 46(7): 147-151. (in Chinese)

[6] 司晓喜,董岳峰,杨怡,等.高效液相色谱法分离饮料中的糖精钠[J].贵州师范大学学报(自然科学版),2022,40(5):71-74.
SI X X, DONG Y F, YANG Y, et al. Separation of saccharin sodium in beverages by high performance liquid chromatography[J]. J Guizhou Norm Univ (Nat Sci), 2022, 40(5): 71-74. (in Chinese)

[7] 邬学清,高晓博,金宏.饮品中苯甲酸和山梨酸的检测[J].集宁师范学院学报,2022,44(3):87-91.
WU X Q, GAO X B, JIN H. Detection of benzoic acid and sorbic acid in beverages[J]. J Jining Norm Univ, 2022, 44(3): 87-91. (in Chinese)

[8] 顾娉婷.2013—2019 年慈溪市部分食品中脱氢乙酸状况分析[J].安徽农业科学,2020,48(4):199-201.
GU P T. Analysis of dehydroacetic acid in some foods in Cixi City from 2013 to 2019[J]. J Anhui Agric Sci, 2020, 48(4): 199-201. (in Chinese)

[9] 中华人民共和国国家卫生健康委员会,中华人民共和国国家市场监督管理总局.食品安全国家标准 食品添加剂使用标准:GB 2760—2024[S].北京:中国标准出版社,2024.
National Health Commission of the PRC, State Administration for Market Regulation ot the PRC. National food safety standards-standards of using food additives: GB 2760-2024[S]. Beijing: Standards Press of China, 2024. (in Chinese)

[10] 舒适.含乳饮料中苯甲酸和山梨酸的测定能力验证结果分析[J].食品安全导刊,2024(30):49-51.
SHU S. Analysis of proficiency testing results for the determination of benzoic acid and sorbic acid in milk-based beverages[J]. China Food Saf Mag, 2024(30): 49-51. (in Chinese)

[11] 徐鑫,牛宇敏,邵兵.北京市中小学生 5 种食品添加剂的内暴露水平分析[J].中国食品卫生杂志,2024,36(5):550-556.
XU X, NIU Y M, SHAO B. Analysis of internal exposure levels of five food additives among primary and secondary school students in Beijing[J]. Chin J Food Hyg, 2024, 36(5): 550-556. (in Chinese)

[12] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理局.食品安全国家标准食品中苯甲酸、山梨酸和糖精钠的测定:GB 5009.28—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
National Health and Family Planning Commission of the PRC, State Food and Drug Administration. National food safety standard-determination of benzoic acid, sorbic acid and sodium cyclamate in foods: GB 5009.28-2016[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016. (in Chinese)

[13] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理局.食品安全国家标准 食品中脱氢乙酸的测定:GB 5009.121—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
National Health and Family Planning Commission of the PRC, State Food and Drug Administration. National food safety standard-determination of dehydroacetic acid in foods: GB 5009.121-2016[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016. (in Chinese)

[14] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理局.食品安全国家标准 食品中乙酰磺胺酸钾的测定:GB 5009.140—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
National Health and Family Planning Commission of the PRC, State Food and Drug Administration. National standard for food safety-determination of potassium acesulfame in food: GB 5009.140-2016[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016. (in Chinese)

[15] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理局.食品安全国家标准 食品中阿斯巴甜和阿力甜的测定:GB 5009.263—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
National Health and Family Planning Commission of the PRC, State Food and Drug Administration. National food safety standards-determination of aspartame and alitame in foods: GB 5009.263-2016[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016. (in Chinese)

[16] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理局.食品安全国家标准 食品中纽甜的测定:GB 5009.247—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
National Health and Family Planning Commission of the PRC, State Food and Drug Administration. National food safety standards-determination of neotame in foods: GB 5009.247-2016[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016. (in Chinese)

[17] 中华人民共和国国家统计局. 统计上大中小微型企业划分办法[Z]. 北京, 2017.
National Bureau of Statistics of the PRC. Measures for the classification of large, medium, small and micro enterprises in statistics[Z]. Beijing, 2017. (in Chinese)

[18] 韩佳琪,刘建洋,张子臣,等.校园周边食品安全风险分析[J].食品安全导刊,2019(25):69-71.
HAI J Q, LIU J Y, ZHANG Z C, et al. Analysis of food safety risks around campus[J]. China Food Saf Mag, 2019(25): 69-71. (in Chinese)

[19] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.食品安全国家标准食品添加剂使用标准:GB 2760—2014[S].北京:中国标准出版社,2014.
National Health and Family Planning Commission of the PRC. National food safety standards-standards of using food additives: GB 2760-2014[S]. Beijing: Standards Press of China, 2014. (in Chinese)

(下转第 1059 页)

[47] ZHAO X, LAI X, HUANG S, et al. Long-term protective effects of physical activity and self-control on problematic smartphone use in adolescents: a longitudinal mediation analysis[J]. Ment Health Phys Activity, 2024, 26: 100585.

[48] 代彭彦.手机网络成瘾与初中生冒险行为的关系:纵向中介模型检验[D].济南:山东师范大学,2022.
DAI P Y. The relationship between mobile phone Internet addiction and risk-taking behavior among junior high school students: testing longitudinal mediation model[D]. Jinan: Shandong Normal University, 2022. (in Chinese)

[49] 张方菲.中学生感觉寻求和智能手机依赖的关系:自我延迟满足能力的调节作用及干预研究[D].武汉:华中师范大学,2023.
ZHANG F F. The relationship between sensation seeking and smartphone dependence in middle school students: the moderating effect and intervention of self-delayed gratification[D]. Wuhan: Central China Normal University, 2023. (in Chinese)

[50] WANG J, WANG P, YANG X, et al. Fear of missing out and procrastination as mediators between sensation seeking and adolescent smartphone addiction[J]. Int J Ment Health Addict, 2019, 17: 1049-1062.

[51] 安献丽,蒋彩敏,陈四光,等.感觉寻求与青少年手机成瘾的关系:孤独感的中介作用[J].中国健康心理学杂志,2022,30(5):736-743.
AN X L, JIANG C M, CHEN S G, et al. Relationship between sensation seeking and mobile phone addiction in adolescents: the mediating effect of loneliness[J]. China J Health Psychol, 2022, 30(5): 736-743. (in Chinese)

[52] 徐文明,叶彩霞,方烨仪.感觉寻求与手机依赖的关系:应对方式的中介作用[J].心理研究,2019,12(3):245-251.
XU W M, YE C X, FANG Y Y. Relationship between sensation seeking and mobile phone addiction: mediating role of coping styles[J]. Psychol Res, 2019, 12(3): 245-251. (in Chinese)

[53] WANG Z, YANG X, ZHANG X. Relationships among boredom proneness, sensation seeking and smartphone addiction among Chinese college students: mediating roles of pastime, flow experience and self-regulation[J]. Technol Soc, 2020, 62: 101319.

[54] 王小运,伍安春.大学生手机成瘾和感觉寻求人格特质的关系[J].校园心理,2014,12(1):10-12.
WANG X Y, WU A C. The relationship between mobile phone addiction and sensation seeking personality trait in college students[J]. J Campus Life Ment Health, 2014, 12(1): 10-12. (in Chinese)

[55] 艾俊梅.高中生正念水平与社交焦虑的关系:自我控制的中介效应[D].漳州:闽南师范大学,2019.
AI J M. Relationship between mindfulness level and social anxiety in high school students: mediating effect of self-control[D]. Zhangzhou: Minnan Normal University, 2019. (in Chinese)

[56] 魏萍.正念对手机依赖的影响:心理机制与理论解释[J].甘肃开放大学学报,2024,34(5):65-70.
WEI P. The effects of mindfulness on mobile phone dependence: psychological mechanism and its theoretical explanation[J]. J Gansu Open Univ, 2024, 34(5): 65-70. (in Chinese)

[57] LI D, XU Y, CAO S. How does trait mindfulness weaken the effects of risk factors for adolescent smartphone addiction? A moderated mediation model[J]. Behav Sci, 2023, 13(7): 540.

[58] 杨秀娟,范翠英,周宗奎,等.正念与手机成瘾倾向的关系:无聊倾向和未来时间洞察力的作用[J].心理发展与教育,2021,37(3):419-428.
YANG X J, FAN C Y, ZHOU Z K, et al. The relationship between mindfulness and mobile phone addiction tendency: the roles of boredom proneness and future time perspective[J]. Psychol Dev Educ, 2021, 37(3): 419-428. (in Chinese)

[59] 张晓州,彭婷.大学新生正念对手机成瘾倾向的影响:社交焦虑的中介作用[J].中国健康心理学杂志,2023,31(5):716-722.
ZHANG X Z, PENG T. Impact of mindfulness on college freshmen mobile phone addiction tendency: the mediating effect of social anxiety[J]. China J Health Psychol, 2023, 31(5): 716-722. (in Chinese)

[60] 刘洁,张翔,付春江.正念对中职生手机依赖的影响:社交焦虑和自我概念清晰性的链式中介作用[J].教育学术月刊,2022(8):70-76.
LIU J, ZHANG X, FU C J. The impact of mindfulness on mobile phone dependence of secondary vocational students: the chain mediating effect of social anxiety and self-concept clarity[J]. Educ Res Mon, 2022(8): 70-76. (in Chinese)

[61] KIM M, SEONG G, JEON M J, et al. The mediating effect of attentional impulsivity between mindfulness and problematic smartphone use[J]. BMC Psychiatry, 2024, 24(1): 294.

[62] WOODLIEF D, TAYLOR S G, FULLER M, et al. Smartphone use and mindfulness: empirical tests of a hypothesized connection[J]. Mindfulness, 2024, 15(5): 1119-1135.

收稿日期:2025-02-12　**修回日期**:2025-04-19　**本文编辑**:汤建军

(上接第 1054 页)

[20] 李小慧,黄志英.2015—2016 年江西省抚州市市区学校周边饮料中食品添加剂含量调查分析[J].实验与检验医学,2020,38(6):1195-1197.
LI X L, HUANG Z Y. Investigation and analysis of food additives content in beverages around schools in the urban area of Fuzhou City, Jiangxi Province from 2015 to 2016[J]. Exp Lab Med, 2020, 38(6): 1195-1197. (in Chinese)

[21] EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS). Scientific opinion on the re-evaluation of dehydroacetic acid (E 265) as a food additive[J]. EFSA J, 2015, 13(7): 4155.

[22] World Health Organization. Health effects of the use of non-sugar sweeteners: a systematic review and Meta-analysis[R]. Geneva: World Health Organization, 2023.

[23] EFSA Scientific Committee, MORE S J, BAMPIDIS V, et al. Guidance on harmonised methodologies for human health, animal health and ecological risk assessment of combined exposure to multiple chemicals[J]. EFSA J, 2019, 17(3): e05634.

[24] GARCÍA-LÓPEZ E, MARTÍNEZ-MONTEAGUDO S I, SALDAÑA M, et al. Technological adoption in the dairy industry: barriers for small-scale producers in Mexico[J]. J Food Engineer, 2021, 300: 110525.

收稿日期:2025-02-19　**修回日期**:2025-03-19　**本文编辑**:顾璇