DOI:10.13652/j.spjx.1003.5788.2025.80409

岳阳酱腌菜食品添加剂和污染物残留情况分析及质量控制措施建议

李 格[1,2] 余林宇[1,2] 张露苗[3,4] 李慧敏[1,2] 朱 礼[1,2] 周 瑚[1,2]

（1. 岳阳市检验检测中心，湖南 岳阳 410042；2. 湖南省酱腌菜产品质量监督检验中心，湖南 岳阳 410042；3. 湖南省产商品质量检验研究院，湖南 长沙 410007；4. 食品安全监测与预警湖南省重点实验室，湖南 长沙 410111）

摘要：[**目的**]对岳阳酱腌菜产品进行检测情况分析并提出质量控制措施。[**方法**]2024年对岳阳10个县区酱腌菜中食品添加剂和污染物残留进行了检测，共采集了5 712批次酱腌菜。在检测的5 712批次酱腌菜产品中，共检出不合格样品10批次，不合格率为0.18%，说明整体情况较好。从食品添加剂检测情况来看，酱腌菜中共检出10种食品添加剂，检出率为0~73.49%，超标率为0~1.86%，其中着色剂柠檬黄存在不合理使用，超标率为1.86%；其次为二氧化硫残留量，超标率为1.02%；从污染物残留情况来看，虽然岳阳酱腌菜中污染物残留情况的检出率较高，但未发现超标情况。[**结果**]岳阳酱腌菜食品添加剂使用普遍，存在个别不规范使用食品添加剂的情况，而污染物残留情况整体安全性较好。[**结论**]建议监管部门对酱腌菜产品建立食品添加剂质量防控体系，规范企业和个体户生产行为，进而促进酱腌菜产业的健康发展，才能保障酱腌菜消费安全。

关键词：酱腌菜；食品添加剂；污染物残留；检测情况分析；质量控制措施

Analysis of food additives and contaminant residues in Yueyang pickled vegetables and recommendations for quality control measures

LI Ge[1,2] *YU Linyu*[1,2] *ZHANG Lumiao*[3,4] *LI Huimin*[1,2] *ZHU Li*[1,2] *ZHOU Hu*[1,2]

（1. *Yueyang Inspection and Testing Center*, *Yueyang*, *Hunan* 410042, *China*; 2. *Hunan Province Pickled Vegetable Product Quality Supervision and Inspection Center*, *Yueyang*, *Hunan* 410042, *China*; 3. *Hunan Provincial Institute of Product and Goods Quality Inspection*, *Changsha*, *Hunan* 410007, *China*; 4. *Hunan Provincial Key Laboratory of Food Safety Monitoring and Early Warning*, *Changsha*, *Hunan* 410111, *China*）

Abstract: [**Objective**] To analyze the detection of food additives and contaminants in Yueyang pickled vegetable products and propose quality control measures. [**Methods**] In 2024, a survey was conducted to test food additives and contaminants in pickled vegetable products from 10 districts in Yueyang. A total of 5 712 batches of pickled vegetables were sampled. Specifically, 10 batches are found to be non-compliant, resulting in a non-compliance rate of 0.18%, indicating overall good quality. Regarding food additives, 10 types are detected in the products, with detection rates ranging from 0% to 73.49% and an excess rate from 0% to 1.86%. The most commonly misused additive is the colorant lemon yellow, which had an excess rate of 1.86%, followed by sulfur dioxide residue, with an excess rate of 1.02%. In terms of contaminant residues, while the detection rate for contaminants in Yueyang pickled vegetables is relatively high, no instances of exceeding the safety limits are found. [**Results**] Food additives are commonly used in Yueyang pickled vegetables, and there are isolated instances of non-compliant use of these additives, but overall the residue levels of contaminants are safe. [**Conclusion**] It is recommended

基金项目：湖南省市场监督管理局科技计划项目（编号：2023KJJH36）；湖南省自然科学基金科技项目（编号：2023JJ60552）

通信作者：李慧敏（1980—），女，岳阳市检验检测中心主任药师，硕士。E-mail：55917320@qq.com

收稿日期：2025-02-15 **改回日期：**2025-06-03

引用格式：李格，余林宇，张露苗，等. 岳阳酱腌菜食品添加剂和污染物残留情况分析及质量控制措施建议[J]. 食品与机械，2025，41（6）：57-62.

Citation: LI Ge, YU Linyu, ZHANG Lumiao, et al. Analysis of food additives and contaminant residues in Yueyang pickled vegetables and recommendations for quality control measures[J]. Food & Machinery, 2025, 41(6): 57-62.

that regulatory authorities establish a quality control system for food additives in pickled vegetable products, standardize production practices for both businesses and individual vendors, and promote the healthy development of the pickled vegetable industry to ensure consumer safety.

Keywords: pickled vegetable; food additive; contaminant residue; detection analysis; quality control measure

酱腌菜作为岳阳传统特色食品，是以新鲜蔬菜为原料经腌渍加工制成的蔬菜制品[1]。酱腌菜不仅承载着悠久的饮食文化，在食品工业体系中更占据重要地位，其品类丰富、产业规模持续扩大，在中外食品发展史上具有特殊地位[2−3]。该产品因兼具营养特性、风味独特及易贮藏优势，已成为现代饮食中不可或缺的佐餐食品。

科学规范使用防腐剂、着色剂、甜味剂等食品添加剂对提升酱腌菜感官品质和延长货架期具有积极作用[4]。然而违规超量添加将引发多重健康风险：防腐剂（苯甲酸、山梨酸等）超标会干扰人体正常代谢，造成肝脏损伤甚至致癌风险[5]；着色剂（柠檬黄、日落黄等）过量可诱发过敏反应、消化系统疾病，并具有潜在器官毒性和遗传毒性[6]；甜味剂（甜蜜素、安赛蜜、糖精钠等）过量摄入可能引发代谢紊乱、肥胖症及肾功能损伤[7]。值得注意的是，酱腌菜中重金属（铅、镉、砷）及亚硝酸盐的污染更具隐蔽性。这些污染物通过富集效应在人体内渐进累积，长期暴露可引发氧化应激损伤，其中亚硝酸盐与胺类物质的硝化反应产物已被证实具有强致癌性[8]。目前酱腌菜行业中，部分传统生产企业暴露出食品添加剂滥用和污染物残留不合格等突出问题，严重偏离国家食品安全法规要求[4,9−10]。2022 年央视“3·15”晚会曝光的岳阳酸菜产业乱象极具典型性：原料收购环节露天堆放、腌制过程卫生管控缺失等违规操作，致使多家龙头企业陷入重大信任危机[11]。针对行业痛点，监管部门迅速启动全链条专项整治行动，重点围绕三方面推进改革：① 建立腌制原料标准化种植基地，运用区块链技术构建从农田到车间的溯源系统；② 强制推行清洁化生产改造，通过互联网监控实现腌制池温湿度、微生物指标的动态管理；③ 实施“一品一码”质量认证体系，依托大数据分析强化市售产品的风险预警能力。此类系统性治理措施不仅推动传统工艺与现代食品工程技术的融合，更通过透明化监管重塑消费信心，最终实现传统特色酱腌菜产业升级与质量安全双提升的良性发展格局。

然而，有关岳阳酱腌菜检测情况分析报道较少。研究拟从食品添加剂使用情况和污染物残留情况两方面对 2024 年岳阳 5 712 批次酱腌菜进行检测分析，并提出针对性质量控制措施建议。有助于全面掌握岳阳酱腌菜质量安全情况，为企业构建完善的质量防控体系和监管部门建立风险预警机制、完善标准体系提供数据支持，以期为岳阳酱腌菜产业的创新升级和可持续发展提供科学参考。

1 材料与方法

1.1 样品来源

2024 年对岳阳 10 个区县酱腌菜在食品生产与流通领域展开专项采样检测，共计采集酱腌菜样本 5 712 批次。

1.2 试验方法

酱腌菜各项检测方法和检出限见表 1。

1.3 超标判定标准

食品添加剂超标情况按照 GB 2760—2014《食品安全国家标准　食品添加剂使用标准》进行判定，污染物超标情况按照 GB 2762—2022《食品安全国家标准　食品中污染物限量》进行判定。

1.4 数据统计与分析

使用 Excel 和 SciDAVis 2.9.2 软件进行数据处理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 岳阳酱腌菜中食品添加剂检测结果分析

在现代化酱腌菜生产中，科学合理地使用食品添加剂对提升产品品质具有重要作用。根据 GB 2760—2024《食品安全国家标准　食品添加剂使用标准》规定，目前允许用于酱腌菜的食品添加剂达 100 余种，主要包括防腐剂、着色剂、抗氧化剂和甜味剂等类别[12]。这些添加剂在实际生产中发挥着关键作用：防腐剂（如苯甲酸、山梨酸、脱氢乙酸和二氧化硫等）能有效延长产品保质期[13]；甜味剂既可满足消费者对甜味的口感需求，又能降低产品热量[14]；而着色剂则能弥补因快速发酵和缩短生产周期导致的色泽损失。然而，过量摄入添加剂可能对人体新陈代谢造成干扰，甚至导致肝功能损伤及增加致癌风险[15]。

（1）防腐剂检测情况与分析：由表 2 可知，酱腌菜中防腐剂苯甲酸及其钠盐、山梨酸及其钾盐、脱氢乙酸及其钠盐和二氧化硫残留量检出率分别为 59.25%，73.49%，59.66%，34.01%。其中二氧化硫残留量出现超标情况，超标数为 7 批次。总体来看，岳阳酱腌菜的防腐剂使用情况较为规范，但仍存在个别不合理现象，仍需加强对个别企业的监管，确保防腐剂的使用符合国家标准。彭玲等[16]也发现，湖南酱腌菜中二氧化硫残留现象较为严重。原因可能是部分酱腌菜企业为了追求利益，过量使用二氧化硫加工腐烂变质的酱腌菜原材料[17−19]。

（2）甜味剂检测情况与分析：由表 2 可知，酱腌菜中甜味剂安赛蜜、阿斯巴甜、糖精钠和甜蜜素检出率分别为 18.01%，0，2.23%，19.87%，未发现超标情况，说明岳阳酱

表1　酱腌菜各项检测方法和检出限

Table 1　Various detection methods and detection limits of pickled vegetables

添加剂/污染物	检测方法	检出限
安赛蜜	GB 5009.140—2023《食品安全国家标准　食品中乙酰磺胺酸钾的测定》	0.002 g/kg
阿斯巴甜	GB 5009.263—2016《食品安全国家标准　食品中阿斯巴甜和阿力甜的测定》	0.015 g/kg
苯甲酸及其钠盐(以苯甲酸计)、山梨酸及其钾盐(以山梨酸计)、糖精钠(以糖精计)	GB 5009.28—2016《食品安全国家标准　食品中苯甲酸、山梨酸和糖精钠的测定》(第一法　液相色谱法)	0.01 g/kg
柠檬黄	GB 5009.35—2023《食品安全国家标准　食品中合成着色剂的测定》	0.001 5 g/kg
日落黄		
甜蜜素(以环己基氨基磺酸计)	GB 5009.97—2023《食品安全国家标准　食品中环己基氨基磺酸盐的测定》(第一法　气相色谱法)	0.03 g/kg
脱氢乙酸及其钠盐(以脱氢乙酸计)	GB 5009.121—2016《食品安全国家标准　食品中脱氢乙酸的测定》(第一法　气相色谱法)	0.005 g/kg
二氧化硫残留量	GB 5009.34—2022《食品安全国家标准　食品中二氧化硫的测定》(第一法　酸碱滴定法)	0.01 g/kg
铅(以Pb计)	GB 5009.12—2017《食品安全国家标准　食品中铅的测定》(第二法　电感耦合等离子体质谱法)和GB 5009.12—2023《食品安全国家标准　食品中铅的测定》(第二法　电感耦合等离子体质谱法)	0.05 mg/kg
亚硝酸盐(以$NaNO_2$计)	GB 5009.33—2016《食品安全国家标准　食品中亚硝酸盐与硝酸盐的测定》(第二法　分光光度法)	1.0 mg/kg
大肠菌群	GB 4789.3—2016《食品安全国家标准　食品微生物学检验　大肠菌群计数》(第二法　大肠菌群平板计数法)	/

腌菜中甜味剂的使用整体情况较好。罗钰珊等[4]对广东省售酱腌菜抽检也发现甜味剂中甜蜜素检出率高于糖精钠,说明甜蜜素在酱腌菜中作为甜味剂使用率更高,与厉晨皓等[13]的结论一致,可能是因为甜蜜素甜味较好,且后苦味比糖精钠低,其带来的风味更佳[18],也可能是因为市面上很多酱腌菜厂家为了节省成本,在腌制过程中,用甜蜜素取代蔗糖以增加酱腌菜甜味。

(3)着色剂检测情况与分析:由表2可知,酱腌菜中着色剂柠檬黄检出率为54.03%,未检出日落黄;而柠檬黄出现超标情况,超标率为1.86%。结果表明,岳阳酱腌菜中着色剂的使用情况总体可控,但柠檬黄超标问题仍需进一步关注和解决。吴洋桢等[12]也发现,四川酱腌菜着色剂主要添加柠檬黄,超标率高达1.91%。这可能是因为柠檬黄具有成本低廉、着色能力强、抗氧化和抗酸碱性好、性质稳定等优势[20−21],从而在酱腌菜加工工艺中广泛使用。

表2　酱腌菜中添加剂检测结果

Table 2　Test results of additives in pickled vegetables

添加剂	用途	检测数	检出率/%	超标情况		检出样品中添加剂含量范围/($g\cdot kg^{-1}$)	标准最大允许使用量/($g\cdot kg^{-1}$)
				超标数	超标率/%		
安赛蜜	甜味剂	161	18.01	0	0	0.030~0.269	0.3
阿斯巴甜	甜味剂	17	0	0	0	0	0.3
苯甲酸及其钠盐(以苯甲酸计)	防腐剂	822	59.25	0	0	0.016~0.993	1.0
柠檬黄	着色剂	161	54.03	3	1.86	0.002~0.181	0.1
日落黄	着色剂	156	0	0	0	0	不得使用
山梨酸及其钾盐(以山梨酸计)	防腐剂	826	73.49	0	0	0.012~0.863	1.0
糖精钠(以糖精计)	甜味剂、增味剂	537	2.23	0	0	0.016~0.137	0.15
甜蜜素(以环己基氨基磺酸计)	甜味剂	307	19.87	0	0	0.059~0.956	1.0
脱氢乙酸及其钠盐(以脱氢乙酸计)	防腐剂	704	59.66	0	0	0.006~0.894	1.0
二氧化硫残留量	漂白剂、防腐剂、抗氧化剂	688	34.01	7	1.02	0.010~0.455	0.1

2.2　岳阳酱腌菜中污染物的检测结果分析

酱腌菜作为传统发酵食品，其生产过程中可能受到多种污染物的影响，主要包括以下三类风险：① 重金属污染。原料蔬菜在种植过程中可能通过土壤或水源吸收铅、镉、砷等重金属元素，这些重金属会在植物体内富集，最终导致终产品中重金属含量超标[22−23]。② 亚硝酸盐残留。新鲜蔬菜本身含有较高浓度的硝酸盐，在传统腌制过程中，由于微生物还原酶的作用，硝酸盐易被转化为亚硝酸盐[24]，从而导致亚硝酸盐残留量超出安全标准，带来食品安全隐患。③ 微生物污染。作为发酵食品，酱腌菜生产过程中的卫生条件控制尤为重要，微生物超标不仅影响产品品质，更可能对消费者健康造成直接威胁[25]。鉴于上述污染物可能对产品质量和消费者健康造成的多重影响，开展酱腌菜中污染物的检测与分析工作具有重要的现实意义。由表 3 的检测数据显示，酱腌菜中重金属铅、亚硝酸盐和大肠菌群的检出率分别为 34.18%，14.80%，100.00%，且均未发现超标情况，表明整体安全状况良好。重金属铅的检出可能与以下因素有关：① 部分企业原料质量控制不严格，使用了受空气、土壤或水体污染的蔬菜；② 生产加工过程中设备可能带来铅迁移。亚硝酸盐残留量较低，可能是企业对原料筛选和生产工艺进行了有效管控。然而，大肠菌群的普遍检出表明生产过程仍存在微生物污染隐患，可能是因为原料初始微生物超标、生产环境卫生管理不到位、杀菌工艺不充分、包装材料污染，以及储运过程中温湿度控制不当等[26]。

2.3　岳阳酱腌菜不合格样品分析

对 10 批次不合格酱腌菜样品的类别分析结果显示（图 1），酸辣椒和酸豆角分别占不合格样品总量的 40% 和 20%，表明这两类产品是酱腌菜质量安全的主要风险点，其中酸辣椒问题尤为显著。这一现象可能与以下因素有关：① 辣椒原料本身可能具有较高的初始微生物负载；② 在生产过程中添加的焦亚硫酸钠、亚硫酸钠等添加剂虽能起到护色、杀菌和防腐的作用，但过量使用也可能导致产品二氧化硫残留量不合格。

2.4　提升岳阳酱腌菜产品质量防控措施建议

为了提高岳阳酱腌菜产品品质，针对不合格项提出以下几点质量控制措施：

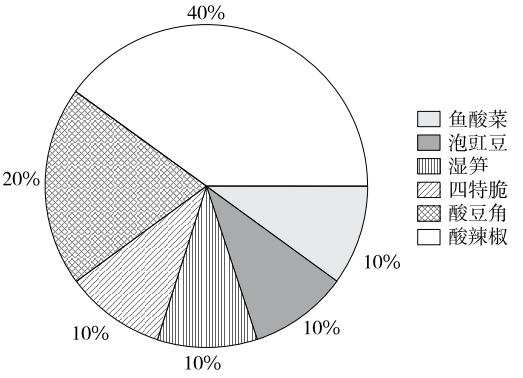

图 1　酱腌菜不合格项样品类别所占比例

Figure 1　Proportion of non-conforming items of pickled vegetables

（1）企业生产优化与自我管理：① 建立精准的添加剂投料系统，确保柠檬黄和二氧化硫的使用量符合 GB 2760—2024 标准（如柠檬黄≤0.1 g/kg，二氧化硫残留≤0.1 g/kg）；② 企业可以增设后续二氧化硫脱除技术（如运用碱法、清水法和超声波法进行二氧化硫脱除）或添加二氧化硫清除剂，来确保二氧化硫残留量符合国家标准[18]；③ 优化配方，利用天然替代品（如红曲黄、β-胡萝卜素替代柠檬黄；乳酸菌发酵护色替代硫熏）。

（2）监管体系强化与政策支持：① 监管部门需加大对不合格项目的监督力度，如加大执法检查和随机抽检的频率，从而降低潜在的安全隐患[27−28]；② 针对酱腌菜制定《柠檬黄和二氧化硫使用操作指南》，明确原料预处理、添加剂投加流程等细节[29]；③ 推动天然添加剂替代的行业补贴政策（如对采用超声波脱硫设备的企业减免税费）；④ 建立区域风险地图，对历史超标企业实施驻厂监督[30]。

（3）消费者选购与健康建议：① 警惕散装酱腌菜，优先购买正规厂家预包装产品；② 提升鉴别能力并主动监督；③ 控制摄入量，避免长期大量食用酱腌菜（亚硝酸盐与硫残留存在协同健康风险）。

表 3　酱腌菜中污染物检测情况†

Table 3　Detection of contaminants in pickled vegetables

污染物	检测数	检出率/%	超标情况		标准最大允许限
			超标数	超标率/%	
铅（以 Pb 计）	316	34.18	0	0	0.5 mg/kg
亚硝酸盐（以 $NaNO_2$ 计）	547	14.80	0	0	20 mg/kg
大肠菌群	377	100.00	0	0	n=5，c=2，m=10 CFU/g，M=1 000 CFU/g

†　n. 同一批次产品应采集的样品件数；c. 最大可允许超出 m 值的样品数；m. 微生物指标可接受水平限量值（三级采样方案）或最高安全限量值（二级采样方案）；M. 微生物指标的最高安全限量值。

3　结论

从食品添加剂使用情况和污染物残留情况两方面对2024年岳阳5 712批次酱腌菜产品进行检测分析,并提出针对性质量控制措施。检测数据显示,在食品添加剂方面,共检出10种添加剂,总体检出率为0~73.49%,其中柠檬黄和二氧化硫残留量超标问题较为突出,超标率分别为1.86%和1.02%。在污染物残留方面,虽然多种污染物被检出,但均未超过国家规定的安全限量标准。基于上述研究结果,为提升岳阳酱腌菜产品质量安全水平,建议采取以下措施:生产企业应建立健全添加剂使用管理制度,严格控制柠檬黄和二氧化硫等高风险添加剂的使用量;同时完善生产过程中的污染物防控体系。监管部门则需要加强对重点添加剂项目的监督抽查,建立风险预警机制。在后续研究中,将结合企业生产记录,深入分析柠檬黄和二氧化硫的具体来源及其在加工过程中的迁移规律,重点考察原料采购、生产环境和添加剂使用等关键环节。此外,还将探索快速检测技术、智能监控系统等新型质控手段的应用潜力,这些技术可以帮助企业实时监控质量,减少人为错误。另外,通过引入区块链溯源技术提升产品透明度,构建更加完善的酱腌菜质量安全保障体系。

参考文献

[1] 相光明, 张媛媛, 王蕾, 等. 酱腌菜企业生产加工过程质量安全控制[J]. 现代农业科技, 2022(11): 175-178, 181.
XIANG G M, ZHANG Y Y, WANG L, et al. Quality and safety control during production and processing of pickled vegetables [J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2022(11): 175-178, 181.

[2] 陈伟萍, 倪铭炯. 酱腌菜存在的质量安全问题及质量控制建议[J]. 现代食品, 2021(14): 122-123, 126.
CHEN W P, NI M J. Quality and safety problems of pickled vegetables and quality control suggestions[J]. Modern Food, 2021(14): 122-123, 126.

[3] SEN N P, SEAMAN S W, BADDOO P A, et al. Formation of *N*-nitroso-*N*-methylurea in various samples of smoked/dried fish, fish sauce, seafoods, and ethnic fermented/pickled vegetables following incubation with nitrite under acidic conditions[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2001, 49(4): 2 096-2 103.

[4] 罗钰珊, 乐丽华, 宋美英, 等. 酱腌菜常用添加剂的调查分析[J]. 食品与发酵科技, 2019, 55(5): 51-54.
LUO Y S, LE L H, SONG M Y, et al. Investigation and analysis of common additives for pickles[J]. Food and Fermentation Sciences & Technology, 2019, 55(5): 51-54.

[5] LIN D Y, TSAI C H, HUANG Y, et al. Novel strategy for food safety risk management and communication: risk identification for benzoic acid residues in pickled vegetables[J]. Food Science & Nutrition, 2020, 8(10): 5 419-5 425.

[6] AMCHOVA P, KOTOLOVA H, RUDA-KUCEROVA J. Health safety issues of synthetic food colorants[J]. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 2015, 73(3): 914-922.

[7] KHAN S A. Artificial sweeteners: safe or unsafe? [J]. The Journal of the Pakistan Medical Association, 2015, 65(2): 225-227.

[8] 张也, 马亮, 李亚蕾, 等. 基于泡沫镍载纳米材料的电化学传感器检测肉制品中亚硝酸盐[J]. 食品与生物技术学报, 2023, 42(9): 90-98.
ZHANG Y, MA L, LI Y L, et al. Electrochemical sensor based on nickel-foamed nanocomposites for detecting nitrite in meat products[J] Journal of Food Science and Biotechnology, 2023, 42(9): 90-98.

[9] 吴逸华, 叶洁, 王碧波, 等. 12家生产企业的酱腌菜防腐剂、甜味剂、亚硝酸盐检测结果分析[J]. 现代食品, 2019(19): 186-188.
WU Y H, YE J, WANG B B , et al. Analysis of detection results of preservatives, sweeteners and nitrites of pickles in 12 production enterprises[J]. Modern Food, 2019(19): 186-188.

[10] 尤妍. 市售酱腌菜中常用添加剂检测与分析[J]. 中国食物与营养, 2018, 24(4): 26-28.
YOU Y. Detection and analysis of common additives in pickles [J]. Food and Nutrition in China, 2018, 24(4): 26-28.

[11] 郭芳榕. 基于"土坑酸菜"事件浅议我国食品安全法律规制[J]. 中国食品, 2022(13): 59-61.
GUO F R. A brief discussion on the legal regulation of food safety in China based on the "pickled cabbage in the dirt pit" incident[J]. China Food, 2022(13): 59-61.

[12] 吴洋桢, 陈宗祥, 李光满, 等. 四川酱腌菜14种添加剂检测与分析[J]. 食品与发酵工业, 2022, 48(19): 257-263.
WU Y Z, CHEN Z X, LI G M, et al. The analysis of 14 additives in pickles from Sichuan province[J]. Food and Fermentation Industries, 2022, 48(19): 257-263.

[13] 厉晨皓, 陆春燕, 朱吕, 等. 平湖市市售酱腌菜添加剂检测结果分析[J]. 现代食品, 2021(2): 216-218, 222.
LI C H, LU C Y, ZHU L, et al. Analysis of testing results of additives for pickled vegetables in Pinghu city[J]. Food Safety, 2021(2): 216-218, 222.

[14] 王思睿, 仝涛. 甜味剂与人体健康的研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2024, 50(17): 371-379.
WANG S R, TONG T. Research progress of sweeteners and human health[J]. Food and Fermentation Industry, 2024, 50 (17): 371-379.

[15] 李彤, 乌日娜, 张其圣, 等. 酱腌菜中微生物及与产品风味品质关系研究进展[J]. 食品工业科技, 2022, 43(14): 475-483.
LI T, WU R N, ZHANG Q S, et al. Research progress of microorganisms in pickles and their relationship with flavor and quality of products[J]. Science and Technology of Food

Industry, 2022, 43(14): 475-483.

[16] 彭玲, 刘向荣 . 2011~2013 年湖南省部分食品中二氧化硫残留状况分析[J]. 食品与机械, 2014, 30(6): 79-81.
PENG L, LIU X R. Analysis of sulfur dioxide residues in certain food in Hunan provincefrom 2011 to 2013[J]. Food & Machinery, 2014, 30(6): 79-81.

[17] 黄国平 . 食品中二氧化硫脱除方法研究进展[J]. 食品科技, 2007(12): 19-22.
HUANG G P. Advances in the study of removing sulfur dioxide from food[J]. Food Science and Technology, 2007(12): 19-22.

[18] 黄苇, 付光亮, 李爱军, 等 . 超声波强化硫藏橄榄脱硫效果及工艺参数优化[J]. 食品科学, 2009, 30(12): 43-47.
HUANG W, FU G L, LI A J, et al. Ultrasonic-assisted desulfurization of sulfited Chinese olive[J]. Food Science, 2009, 30(12): 43-47.

[19] 汪艳群, 陈芳, 孙志健, 等 . 脆梅加工中脱硫工艺的研究[J]. 食品与发酵工业, 2005(8): 144-147.
WANG Y Q, CHEN F, SUN Z J, et al. Study of desulphurization technique of cancied cisp plum[J]. Food and Fermentation Industries, 2005(8): 144-147.

[20] 莫玲宾, 洪泽雄 . 低盐酱腌菜工艺技术的研究进展[J]. 轻工科技, 2021, 37(3): 32-33.
MO L B, HONG Z X. Research progress of low salt sauce pickle technology[J]. Light Industry Science and Technology, 2021, 37(3): 32-33.

[21] PRABOWO C P S, EUN H, YANG D, et al. Production of natural colorants by metabolically engineered microorganisms [J]. Trends in Chemistry, 2022, 4(7): 608-626.

[22] 彭慧莉, 李成康, 代作用, 等 . 中国市售酱腌菜中铅污染状况及分析[J]. 食品与发酵科技, 2020, 56(2): 117-120.
PENG H L, LI C K, DAI Z Y, et al. Analysis of lead contamination of Chinese commercial pickled vegetables[J]. Food and Fermentation Sciences & Technology, 2020, 56(2): 117-120.

[23] ZHONG T Y, XUE D W, ZHAO L M, et al. Concentration of heavy metals in vegetables and potential health risk assessment in China[J]. Environmental Geochemistry and Health, 2018, 40 (1): 313-322.

[24] 燕平梅, 王炫月, 赵文婧 . 泡菜中亚硝酸盐形成、还原相关微生物的研究[J]. 中国调味品, 2020, 45(9): 77-80, 94.
YAN P M, WANG X Y, ZHAO W Q. Study on microorganisms related to nitrite formation and reduction in pickles[J]. Chana Condiment, 2020, 45(9): 77-80, 94.

[25] 彭鑫, 李冰鑫, 马芳, 等 . 湘味卤豆干中腐败微生物的分离鉴定及控制[J]. 食品与机械, 2024, 40(4): 172-178.
PENG X, LI B X, MA F, et al. Isolation, identification and control of spoilage microorganisms in Xiangwei stewed bean [J]. Food & Machinery, 2024, 40(4): 172-178.

[26] 黄程, 王侃, 李文娟, 等 . 2018—2020 年全国蔬菜制品监督抽检情况分析[J]. 现代食品, 2022, 28(3): 216-219, 224.
HUANG C, WANG K, LI W J, et al. Analysis on the results of national supervision and sampling inspection of vegetable products in China from 2018 to 2020[J]. Modern Food, 2022, 28(3): 216-219, 224.

[27] ZHANG J B, ZHANG H, WANG H L, et al. Risk analysis of sulfites used as food additives in China[J]. Biomedical and Environmental Sciences, 2014, 27(2): 147-154.

[28] WU L, ZHANG C H, LONG Y X, et al. Food additives: From functions to analytical methods[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2022, 62(30): 8 497-8 517.

[29] 文孟杰 . 我国食品安全标准现状及完善措施[J]. 中国食品, 2019(1): 176.
WEN M J. Current situation and improvement measures of food safety standards in China[J]. China Food, 2019(1): 176.

[30] GUO Z D, BAI L, GONG S L. Government regulations and voluntary certifications in food safety in China: a review[J]. Trends in Food Science & Technology, 2019, 90: 160-165.