

筷子中有害物质分析及检测方法研究进展

方正杰, 石丽珠, 吴路明*

(徐州市质量技术监督综合检验检测中心, 徐州 221000)

摘要: 筷子作为一种食品接触类产品, 其产品质量对老百姓的生命健康具有十分重要的意义。为了有效保障老百姓的生活质量, 质量监督检测部门必须时刻关注筷子产品及其生产工艺的更新换代, 从而不断完善筷子产品中有害物质的监测范围, 进而完善筷子产品的质量标准。本文尽可能全面总结筷子材质本身和生产工艺过程中可能存在的有害物质, 并对这些有害物质进行分类, 分析各类有害物质对人体健康的影响, 总结了筷子中不同有害物质的检测方法, 比较其优点和缺点, 为该类产品的质量监测工作及检测方法选择提供帮助。

关键词: 筷子; 有害物质; 检测

Research progress on the analysis and detection of harmful substances in chopsticks

FANG Zheng-Jie, SHI Li-Zhu, WU Lu-Ming*

(Xuzhou Comprehensive Center for Inspection and Testing of Quality and Technical Supervision, Xuzhou 221000, China)

ABSTRACT: As a kind of food contact products, the quality of chopsticks is of great significance to people's life and health. In order to effectively guarantee the quality of life of ordinary people, the quality supervision and inspection department must always pay attention to the upgrading of chopsticks products and their production processes, so as to continuously improve the monitoring scope of harmful substances in chopsticks products, and then improve the quality standards of chopsticks products. This article summarized as much as possible the harmful substances contained in the chopsticks material and the production process, and classified these harmful substances, analyzed the impact of various harmful substances on human health, summarized the detection methods of different harmful substances in chopsticks, and compared their advantages and disadvantages, so as to provide help for the quality monitoring of such products and the selection of detection methods.

KEY WORDS: chopsticks; harmful substances; detection

1 引言

筷子的使用起源于中国, 是中餐餐具的典型代表, 也是中华饮食文化的一种标志, 与中国老百姓的生活息息相关。作为一种食品接触类产品, 筷子的产品质量对老百姓的生命健康具有十分重要的意义。因此, 为了有效保障老

百姓的生活质量, 质量监督检测部门必须时刻关注筷子产品及产品生产工艺的更新换代, 从而可以不断完善筷子产品中有害物质的监测范围, 提高筷子产品的质量标准, 同时加大市面上筷子产品的监测力度。本文从筷子的材质和筷子的生产工艺两个方面出发, 尽可能全面总结筷子产品中可能存在的有害物质, 并对这些有害物质进行分类, 分

基金项目: 江苏省质量技术监督局科技项目(KJ168376)

Fund: Supported by Science and Technology Project of Jiangsu Bureau of Quality and Technical Supervision(KJ168376)

***通讯作者:** 吴路明, 高级工程师, 主要研究方向为食品相关产品、轻工类产品检验检测方法和技术。E-mail: 752976642@qq.com

***Corresponding author:** WU Lu-Ming, Senior Engineer, Xuzhou Comprehensive Center for Inspection and Testing of Quality and Technical Supervision, Xuzhou 221000, China. E-mail: 752976642@qq.com

析各类有害物质对人体健康的影响,同时对不同有害物质的检测方法进行比较和总结,为筷子产品的风险评估工作以及建立更完善的筷子产品质量标准体系提供参考,也为该类产品的质量监测工作提供帮助。

2 筷子中可能存在的有害物质分析

2.1 不同材质筷子可能存在的有害物质分析

按照筷子材质不同,市面上常见的筷子可以分为竹木筷,金属筷和聚合物筷,其中,金属筷有不锈钢筷、银筷、铜筷、钛合金筷等,聚合物筷主要为密胺合金筷。竹筷和木筷以竹子或树木为主要原材料,材质天然,是最常见的筷子之一。虽然竹筷和木筷取材健康环保,但是材质本身容易滋生有害微生物,可能含有大肠菌群、致病菌、霉菌等^[1]。曾阳俊等^[2]对乐山地区待销售的一次性竹筷样品进行霉菌的污染状况调查,发现样本总体污染率为 22.0%,超标率为 3.9%。

金属筷原材料选用不合格,可能会含有铅、镉、铬、砷、汞等有害重金属,长期使用可能会导致这些有害重金属在人体的蓄积,引发各种人体健康问题^[3]。

聚合物筷的原材料为高分子聚合物。由于生产工艺的原因,高分子原材料中会含有一些游离的未反应的单体,这些单体可能会在使用过程中迁移出,对人体产生危害^[4]。市面上主要销售的聚合物筷为密胺合金筷,其原材料为密胺塑料,密胺塑料是以三聚氰胺和甲醛聚合而成的树脂为基材,加入纤维素填料和各种助剂制得^[5],其中可能会含有游离的甲醛、三聚氰胺和三聚氰酸等有害物质。同时,市场上还大量存在用低成本的脲醛树脂冒充密胺树脂生产的产品,而脲醛树脂更易析出甲醛,耐用性和安全性更低^[6]。不同材质筷子中可能含有的有害物质情况如表 1^[1-6]。

表 1 不同材质筷子可能存在的有害物质
Table 1 Harmful substances that may exist in different materials of chopsticks

筷子材质	有害物质
竹木筷	细菌,包括大肠菌群,沙门氏菌,志贺氏菌,金黄色葡萄球菌,溶血性链球菌 霉菌,包括曲霉、青霉、镰刀霉等 酵母菌
金属筷	有害重金属,包括铅、镉、铬、砷、汞等
塑料筷	未反应完全的聚合物单体,包括甲醛,三聚氰胺、三聚氰酸等

2.2 不同筷子生产工艺可能引入的有害物质分析

筷子的生产包含多个步骤,其中漂白杀菌、打磨抛光、上漆、着色等生产加工环节最可能引发食品安全问题。

在漂白杀菌的生产环节中,如果采用非食品级的双氧水或硫磺来对筷子进行漂白,漂白后不清除或清除的不彻底,会导致产品中残留的双氧水及二氧化硫超标^[7],同时非食品级的添加剂如硫磺会引入硫、汞、铅、砷等重金属,导致重金属含量超标。如果采用邻苯基苯酚、苯并咪唑、二苯基联苯、抑霉唑、五氯苯酚等不可食用的有毒防腐剂对产品进行防腐,则生产出的产品对人体健康会产生极大的影响。在打磨抛光环节中,部分生产厂家会使用工业石蜡或者滑石粉,除了其本身具有食品安全隐患外,工业石蜡或滑石粉还可能含有重金属等有害物质^[8,9]。在上漆环节中,因为目前我国还没有出台漆饰筷子相关的检测标准,也没有明确规定使用何种油漆,所以如果涂饰材料选用不合格可能会带进重金属、毒性有机化合物如苯等有害物质^[3]。同样,在着色环节中,一些企业选用价格低廉的无机涂料,造成产品中铅、镉等重金属含量超标。据报道,重金属项目不合格的产品,多带有彩色图案^[10]。筷子不同生产工艺可能引入的有害物质如表 2^[7-10]。

表 2 不同筷子生产工艺中可能引入的有害物质
Table 2 Hazardous substances that may be introduced by different chopstick production processes

生产工艺	有害物质
漂白杀菌	双氧水、二氧化硫、有害重金属、有毒防腐剂
打磨抛光	工业石蜡、滑石粉、有害重金属
上漆	有害重金属、苯系物
着色	有害重金属、苯系物

2.3 筷子中可能存在的有害物质对人体健康的影响

2.3.1 生物危害

生物危害主要指细菌、霉菌等微生物,由表 1 可知该类物质主要存在于竹木筷中。这些微生物随着食物进入到胃肠道后,可粘附在胃肠道黏膜表面生长繁殖,产生的毒素会引起呕吐、腹泻等胃肠道反应^[11]。更有甚者,如果这些毒素通过胃肠道黏膜屏障进入到血液中侵入到其他部位,可能会造成神经毒性,肝、肾损伤,重者引起休克或死亡^[3,11]。

2.3.2 化学危害

化学危害主要是指有害重金属、双氧水、二氧化硫、有毒防腐剂、滑石粉、石蜡、游离的聚合物单体、苯系物等。

由表 1 和表 2 可以看出,有害重金属在各类筷子中都有可能存在,不锈钢筷的材质,竹木筷的漂白、上漆工艺,聚合物筷的着色工艺都可能引入有害重金属。常需检验的有害重金属包括铅、汞、镉、铬、砷等。铅蓄积会导致人体贫血、神经系统损伤、肝肾损伤、免疫力低下,癌变,并可导致儿童智力发育低下和行为异常^[12]。汞蓄积主要表现在神经系统和肾脏方面的损伤^[13]。镉蓄积主要影响人体

呼吸系统和消化系统,可诱导肾脏损坏,还可引起骨痛病和贫血等症状^[14]。砷蓄积主要会导致皮肤色素代谢异常,最终发展为皮肤癌,并伴有膀胱、肾和肝脏等多种内脏癌高发,还会导致神经病变,糖尿病等^[15]。铬蓄积会对人体呼吸道、胃肠道和皮肤等产生损伤^[16]。

由表 2 可以看出,双氧水和二氧化硫主要是由漂白工艺引入,因此大多存在于需要漂白的竹木筷中。双氧水通过消耗体内抗氧化物质,使人体抵抗力低下,加速人体衰老进程,并引发器官癌变。双氧水与老年痴呆症,特别是早老性痴呆症的发生密切相关^[17,18]。由于双氧水的强氧化性,会通过食品中的淀粉形成环氧化物而导致消化道癌的风险,严重危害人体健康^[19]。二氧化硫对人体的呼吸黏膜影响较大,易损害呼吸系统^[7],并且可能会有致畸的危害。钟佳耘等^[20]观察市售某合格品牌一次性竹筷浸出液对斑马鱼胚胎发育的毒性效应,发现高浓度浸出液中孵化的斑马鱼出现胚胎发育明显延迟,孵出的斑马鱼仔鱼出现高度畸形,仔鱼死亡率的增加呈现剂量依赖性,可能是一次性竹筷中含有的残留二氧化硫所致。

由于竹木筷本身容易滋生细菌,需要防腐,因此是有毒防腐剂的重点监测对象。有毒防腐剂如邻苯基苯酚、苯并咪唑、二苯基联苯、抑霉唑、五氯苯酚等有强烈的致癌作用^[21-23]。

竹木筷在经过简单的切削后,需要经过打磨抛光环

节去消除边缘的毛刺,因此工业滑石粉、石蜡这种非法添加的打磨辅料也大多存在于竹木筷中。滑石粉在人体中慢慢积累,可能会患上结石疾病,其中含有的石棉组分是强烈的致癌物质^[24]。石蜡是石油冶炼过程中的低端产物,含有多环芳烃组分,经常食用可导致记忆力和免疫力低下,还可能出现贫血,甚至致癌^[25]。

游离的聚合物单体如甲醛、三聚氰胺、三聚氰酸等主要存在于聚合物筷中。甲醛单体迁移量不合格会导致甲醛通过食物进入人体,引起眼、鼻、咽、喉的刺激症状,长期接触可损害人的肝功能和神经系统,并致癌致突变^[26]。三聚氰胺和三聚氰酸都会造成肾组织损伤,进入人体容易引起膀胱结石和肾结石,继而导致肾衰竭^[27]。

由表 2 可以看出,苯系物主要是由筷子的上漆、着色环节引入,涂漆的筷子,色彩鲜艳的筷子均要监测此类物质。苯系物中如邻苯二甲酸酯,初级芳香胺等具有致癌、致畸等危害^[28]。

3 不同有害物质的检测方法

细菌、霉菌的检测指标包括菌落总数,菌落种类等。具体检测方法见表 3。

重金属的检测指标包括重金属的含量及种类。检测前需要对样品进行前处理,常见的有湿法消解、微波消解和萃取等^[39]。常见的检测方法见表 4。

表 3 细菌、霉菌的检测
Table 3 Detection of bacteria and moulds

原理	检测方法	优点	缺点
用培养基对微生物进行培养、分离、纯化、鉴别	平板培养法	方法传统,技术成熟	操作复杂,耗时时间长,灵敏度不高,特异性差,可检出的菌落种类有限,容易被污染和漏检 ^[29]
微生物代谢繁殖过程中会改变培养基中电阻的大小,根据电性变化进行检测	生物电阻抗	检测速度快,主要检测菌落总数 ^[30]	—
通过有效放大 DNA 片段,将生物体外特征进行复制,从而判断生物特征进行检测	聚合酶链反应技术(PCR 技术)	检测灵敏度高、特异性强、检测速度快、准确性高 ^[31]	设备昂贵,成本高
利用细菌或霉菌的特异性结合反应进行检测	基因探测技术	检测成本低,速度快,灵敏度高,特异性强,准确度高 ^[30,32,33]	—
	乳胶凝聚法		
	酶联免疫吸附技术		
	免疫层析技术		
利用细菌或霉菌的特异性结合反应,将反应后的信号进行转换和放大,然后用相关仪器检测	生物芯片技术	检测方便,速度快,准确性与科学性高,可以批量测定 ^[34-36]	检测成本高,技术尚不成熟,应用范围有局限 ^[37,38]
	生物传感技术		

表 4 重金属的检测
Table 4 Detection of heavy metals

原理	检测方法	优点	缺点
以物质相关的电化学性质, 包括体系中的电位、电流或电量作为指标进行测定	离子选择性电极法		
	电位溶出分析法	设备简单, 便于携带, 操作方便, 测速快 ^[40]	无法同时进行多组分测定 ^[40]
	溶出伏安法		
以物质对光的吸收、发射、散射光谱中谱线的波长和强度为指标进行测定	极谱分析法		
	原子吸收光谱法		
	原子荧光光谱法	灵敏度高, 检出率高, 抗干扰能力强, 专属性好 ^[41]	需要大型仪器设备, 成本高, 操作复杂
	原子发射光谱法		
	X 射线荧光光谱法		
重金属与显色剂形成有色基团后用分光光度计或目测比色进行测定	紫外—可见分光光度法		
	试纸法	设备简单, 成本低, 操作方便, 测速快 ^[42,43]	准确度不高 ^[42]
	比色法		
以生物技术为基础, 结合纳米技术、光电技术、传感技术进行测定	酶分析法		
	免疫分析法	设备小便于携带, 操作简单, 检测速度快, 成本低 ^[41]	样品前处理复杂, 稳定性和重现性较差, 检测易受干扰 ^[41]
	生物传感技术		
先将混合物分离, 再用检测器分别检测	高效液相色谱法	可同时测定多组分, 检测限低, 灵敏度高, 受干扰小 ^[44]	可检测的种类有限 ^[44]
以电感耦合等离子体为基础进行测定	质谱法	检测限低, 灵敏度高, 选择性好, 分析速度快 ^[43]	需要大型仪器设备, 成本高, 操作复杂

漂白剂的检测包括过氧化氢和二氧化硫的检测, 主要检测指标是其残留浓度。其中二氧化硫检测前需要经过蒸馏吸收过程, 蒸馏装置有玻璃蒸馏, 二氧化硫测定仪, 凯氏定氮仪等^[45,46], 吸收液有过氧化氢吸收液, 乙酸铅吸收液、甲醛-乙二胺四乙酸二钠混合吸收液、硼砂吸收液、四氯汞钠等^[45,46]。还有文献报道用顶空薄膜微萃取法进行样品前处理, 以提高检测效率^[47]。具体方法见表 5。目前, 二氧化硫以及双氧水的检测瓶颈主要在于所有的检测方法

都只能检测二氧化硫和双氧水的残留量, 但无法鉴别所用的二氧化硫和双氧水是不是食品级。因此迫切需要改进检测方法来区分二氧化硫和双氧水的级别。

防腐剂的检测包括邻苯基苯酚、苯并咪唑、二苯基联苯、抑霉唑、五氯苯酚等有毒防腐剂, 主要检测指标为残留量。具体检测方法见表 6。

打磨剂的检测主要包括滑石粉和工业石蜡的检测。具体检测方法见表 7。

表 5 漂白剂的检测
Table 5 Testing for bleach

种类	原理	检测方法	优点	缺点
过氧化氢	过氧化氢与特定试剂反应形成有色基团, 用分光光度计或目测比色法测定	试纸法	成本低, 便携, 操作简单, 耗时短 ^[48]	部分试纸灵敏度低, 稳定性差 ^[49]
		紫外—可见分光光度法	检测限低, 灵敏度高, 稳定性好 ^[50]	样品前处理复杂
	过氧化氢与金属离子发生氧化还原反应产生电流响应进行测定	电化学法	简单、快速、稳定、灵敏、抗干扰能力强 ^[51]	电极制备复杂, 不易保存, 技术尚不成熟 ^[50]
	过氧化氢与特定试剂反应, 改变试剂的荧光强度	荧光光度法	灵敏度高、选择性好、操作简便、快速检测、成本低 ^[52]	—
	待测物通过色谱柱分离, 之后用检测器进行检测	高效液相色谱法	检测限低, 灵敏度高, 专属性好 ^[53]	需要大型仪器设备, 不方便现场测定

续表 5

种类	原理	检测方法	优点	缺点
二氧化硫	过氧化氢与标准试剂发生氧化还原反应, 可通过指示剂变化确定反应终点, 从而测定含量	滴定法	方法传统, 技术成熟 ^[54]	操作步骤复杂, 检测速度慢 ^[50]
	在催化剂的作用下, 过氧化氢与特定试剂形成化学发光体系进行测定	化学发光法	灵敏度高、动态范围宽、易于实现自动化 ^[55]	—
	二氧化硫与特定试剂反应产生颜色变化进行测定	比色法	—	准确度低 ^[56]
	利用二氧化硫的酸性属性进行含量测定	酸碱滴定法	方法传统, 成本低	样品前处理时间长 ^[57]
	利用二氧化硫的还原属性进行含量测定	碘量法	方法传统, 成本低	样品前处理时间长, 易受干扰, 重现性差 ^[58]
	光谱分析技术二氧化硫与特定试剂反应后具有一定的荧光强度, 可通过测定荧光强度进行含量测定	表面增强拉曼光谱法 荧光光谱法	简单、高效、灵敏 ^[47] 灵敏度高, 专属性好, 准确度高 ^[59]	— —
利用色谱柱将待测组分分离, 之后进入检测器进行检测	离子色谱法	灵敏度高, 专属性强, 重现性好, 适用于大批量测定 ^[60]	需要大型仪器设备, 无法现场测定, 成本较高	

表 6 防腐剂的检测
Table 6 Detection of preservatives

原理	检测方法	优点	缺点
被测物本身具有紫外吸收, 可直接用紫外分光光度法测定	紫外分光光度法	检测简便、快速、准确 ^[61]	不能进行多组分同时测定
部分防腐剂本身具有荧光, 可直接用荧光分光光度法测定	荧光分光光度法	专属性好, 检测简便、快速、准确 ^[62]	不能进行多组分同时测定
部分防腐剂可与特定的标准液发生反应, 通过判断滴定终点确定防腐剂的含量	滴定法	操作简单, 成本低	灵敏度和准确度较差 ^[64]
色谱分析技术	薄层色谱法	检测成本低, 效率高 ^[63]	仅可用于定性或半定量分析
	高效液相色谱法		
	气相色谱法		
	质谱法	检测限低, 灵敏度高, 专属性好, 可同时进行多组分测定 ^[64-66]	仪器操作复杂, 成本高
利用色谱柱将组分分离, 之后后进入检测器进行检测	毛细管电泳法 离子色谱法		

表 7 打磨剂的检测
Table 7 Testing of brasures

种类	原理	检测方法	优点	缺点
滑石粉	通过原子吸收分光光度计测定滑石粉中 Mg^{2+} 的浓度来测定滑石粉的含量	火焰原子吸收法	灵敏度高, 专属性好 ^[67]	需要大型仪器, 成本高
	滑石粉中含有 Mg^{2+} , 用 EDTA 滴定可测定含量	滴定法	无需特殊设备, 成本低	样品前处理复杂, 检测时间长, 假阳性率高 ^[68]

续表 7

种类	原理	检测方法	优点	缺点
工业石蜡	利用待测物的特殊分子吸收频率来测定	红外光谱法	检测限低, 抗干扰能力强, 准确度高 ^[69,70]	需要大型仪器, 现场测定不方便
		太赫兹光谱法 电感耦合等离子发射光谱法		
	利用 X 射线在待测物中的衍射效应进行分析测定	X 射线衍射分析	快速、直接、准确 ^[71]	需要高温灼烧, 无法现场检测, 成本高 ^[68]
	矿物油不能皂化, 在沸水中不能溶解, 如果溶液中出现浑浊, 则说明其中含有矿物油。	皂化法	方法简单, 可进行快速测定 ^[72]	仅能用于定性测定 ^[72]
	色谱分析技术	薄层色谱法	无需特殊设备, 成本低, 操作简单, 检测速度快 ^[72]	稳定性较差, 仅可用于定性分析 ^[72]
	利用色谱柱将组分分离, 之后后进入检测器进行测定	气相色谱法 高效液相色谱法	灵敏度高, 专属性好, 准确度高 ^[73,74]	需要大型仪器, 现场测定不方便
利用待测物的特殊分子吸收频率来测定	红外光谱法	检测限低, 抗干扰能力强, 准确度高 ^[75]	需要大型仪器, 现场测定不方便	

甲醛、三聚氰胺、三聚氰酸以及苯类化合物等有机物的检测常用的包括色谱法, 如高效液相色谱法、气相色谱法、毛细管电泳法等等^[76-78]; 以及光谱法, 如红外光谱法、表面增强拉曼光谱法、紫外-可见吸收光谱法、荧光光谱法及催化动力学光谱法^[79,80]。其他快速检测方法包括酶联免疫吸附测定法、电化学传感器法、生物传感器法等基于信号转导策略的方法^[81]。

4 总 结

不同材质的筷子以及不同的筷子生产工艺可能会产生很多不同的有害物质, 而且随着筷子材料的变化和生产工艺的改进, 还有可能会产生新的有害物质。因此为了提高筷子产品质量, 要制定严格的筷子产品生产质量标准, 加大对筷子产品质量的监督检验力度, 改进筷子产品质量检验方法, 通过提高检测方法标准来督促筷子产品生产标准的提高。

参考文献

- [1] 鲍敏振, 陈玉和, 李能, 等. 竹材防腐技术的研究现状及发展趋势[J]. 西北林学院学报, 2019, 34(6): 197-201, 239.
- [2] Bao MZ, Chen YH, Li N, *et al.* Review on the antimould research and development trend of bamboo wood [J]. J Northwest Forestry Univ, 2019, 34(6): 197-201, 239.
- [3] 曾阳俊, 凌莉, 周玲旭, 等. 乐山地区 51 份一次性筷子样品中霉菌污染状况调查[J]. 现代预防医学, 2016, 43(12): 2271-2274, 2279.
- [4] Zeng YJ, Ling L, Zhou LX, *et al.* Investigation in the mold contamination status on disposable chopsticks in Leshan region [J]. Mod Prev Med, 2016, 43(12): 2271-2274, 2279.
- [5] 禄春强, 孙衍, 沈霞. 筷子安全危害源分析[J]. 食品安全质量检测学

报, 2019, 10(12): 3679-3682.

Lu CQ, Sun K, Shen X. Hazards analysis for safety of chopsticks [J]. J Food Saf Qual, 2019, 10(12): 3679-3682.

- [4] 郁强, 李颖, 仲召昊, 等. 密胺餐具产品质量分析[J]. 现代食品, 2017, (23): 78-81.

Yu Q, Li Y, Zhong ZH, *et al.* Quality analysis of melamine tableware products [J]. Mod Food, 2017, (23): 78-81.

- [5] 王蓉佳, 张芳芳, 刘小慧. 密胺餐具的鉴别及其三聚氰胺和甲醛迁移风险调查[J]. 中国食品卫生杂志, 2017, 29(5): 584-587.

Wang RJ, Zhang FF, Liu XH. Melamine identification and investigation of the migration risk of 2, 4, 6-triamino-1, 3, 5-triazine and formaldehyde from melamine food container [J]. Chin J Food Hyg, 2017, 29(5): 584-587.

- [6] 黎群娣, 杨雪娇, 黄伟. 脲醛树脂餐具与密胺树脂餐具中甲醛迁移行为的研究[J]. 工程塑料应用, 2015, 43(4): 87-91.

Li QD, Yang XJ, Huang W. Study of migration rule of formaldehyde in urea-formaldehyde resin tableware and melamine-formaldehyde resin tableware [J]. Eng Plast Appl, 2015, 43(4): 87-91.

- [7] 潘争光, 陈丰云, 贺磊, 等. 一次性竹木筷产品质量安全风险分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(24): 6390-6394.

Pan ZG, Chen FY, He L, *et al.* Quality and safety risk analysis of disposable bamboo chopsticks [J]. J Food Saf Qual, 2018, 9(24): 6390-6394.

- [8] 刘芳, 王良才, 陈淑娟. GC 法测定打蜡苹果中非法添加物质工业石蜡指标性成分的含量[J]. 广东化工, 2019, 46(18): 153-154.

Liu F, Wang LC, Chen SJ. Determination of industrialparaffin's index componentsillegally added into apples by gas chromatography [J]. Guangdong Chem Ind, 2019, 46(18): 153-154.

- [9] 邓佳岷, 王伟, 赵昕, 等. 面粉中非法添加滑石粉的近红外多光谱检测[J]. 现代食品科技, 2019, 35(11): 270-276.

Deng JM, Wang W, Zhao X, *et al.* Near infrared multispectral detection of talc content in flour [J]. Mod Food Sci Technol, 2019, 35(11): 270-276.

- [10] 刘淑君, 杨丽, 平庆杰. 密胺餐具中毒害物质迁移研究现状[J]. 塑料科技, 2012, 40(9): 75-79.
Liu SJ, Yang L, Ping QJ. Research progress on migration of toxic and harmful substances in melamine tableware [J]. *Plast Sci Technol*, 2012, 40(9): 75-79.
- [11] 颜妍, 周紫玉, 荆芳. 关于一次性筷子有害微生物的调查[J]. 现代食品, 2018, (22): 193-196.
Yan Y, Zhou ZY, Jing F. Investigation on harmful microorganisms in disposable chopsticks [J]. *Mod Food*, 2018, (22): 193-196.
- [12] Wani AL, Ara A, Usmani JA. Lead toxicity: A review [J]. *Interdiscip Toxicol*, 2015, 8(2): 55-64.
- [13] Reichstädter M, Divis P, Abdulbur-Alfakhoury E, et al. Simultaneous determination of mercury, cadmium and lead in fish sauce using diffusive gradients in thin-films technique [J]. *Talanta*, 2020, 217. DOI: 10.1016/j.talanta.2020.121059.
- [14] Danijela ĐĆ, Katarina B, Dragana J, et al. An overview of molecular mechanisms in cadmium toxicity [J]. *Curr Opin Toxicol*, 2019, 19: 56-62.
- [15] 康家琦. 砷对健康危害的研究进展[J]. 卫生研究, 2004, (3): 372-376.
Kang JQ. Study progress of adverse effects of arsenic on health [J]. *J Hyg Res*, 2004, (3): 372-376.
- [16] 刘道银. 中国食品中重金属危害现状及检测技术研究[J]. 中国农学通报, 2016, 32(19): 194-198.
Liu DY. Current status and detection technology of heavy metals in food in China [J]. *Chin Agric Sci Bull*, 2016, 32(19): 194-198.
- [17] 李梦瑶, 翟晨, 何景, 等. 食品中过氧化氢快速定量检测的研究及应用[J]. 现代食品, 2019, (12): 158-163.
Li MY, Zhai C, He J, et al. Preparation and application of a fast test paper for hydrogen peroxide in food [J]. *Mod Food*, 2019, (2): 158-163.
- [18] 丁宇, 杨磊, 王晨光, 等. 食品级过氧化氢在细胞水平的毒理学研究[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(23): 198-201.
Ding Y, Yang L, Wang CG, et al. Toxicological studies on food grade hydrogen peroxide at cell level [J]. *Food Res Dev*, 2017, 38(23): 198-201.
- [19] 杨思华, 石君连, 白洋, 等. 水发水产品的危害及鉴别[J]. 广西轻工业, 2010, 26(3): 13-14.
Yang SH, Shi JL, Bai Y, et al. Harm and identification of aquatic products [J]. *Guangxi J Light Ind*, 2010, 26(3): 13-14.
- [20] 钟佳耘, 严洁, 王娅, 等. 一次性竹筷浸出液对斑马鱼(Danio rerio)胚胎发育的影响[J]. 食品安全质量检测学报, 2015, 6(6): 2391-2398.
Zhong JY, Yan J, Wang Y, et al. Effects of disposable chopsticks leachate on zebrafish embryo development [J]. *J Food Saf Qual*, 2015, 6(6): 2391-2398.
- [21] 余健铭, 胡伟杰, 欧阳国基, 等. 气相色谱法测定木家具中五氯苯酚的含量[J]. 广东化工, 2016, 43(8): 181-182, 169.
Yu JM, Hu WJ, Ouyang GJ, et al. Quantitative determination of pentachlorophenol in wood-based furniture by gas chromatography [J]. *Guangdong Chem Ind*, 2016, 43(8): 181-182, 169.
- [22] 李建庆, 姜丽萍, 刘晓芳, 等. 邻苯基苯酚对 HepG2 细胞的遗传毒性及氧化应激机制的研究[J]. 毒理学杂志, 2011, 25(5): 353-356.
Li JQ, Jiang LP, Liu XF, et al. Possible cytotoxic and genotoxic effects and its mechanism of oxidative stress induced by ortho-phenylphenol(OPP) in human HepG2 cells [J]. *J Toxicol*, 2011, 25(5): 353-356.
- [23] 于功昌, 王筱芬. 苯并咪唑杀菌剂的雌性生殖毒性作用机制研究进展[J]. 职业与健康, 2014, 30(18): 2661-2663, 2669.
Yu GC, Wang XF. Research progress on the mechanisms of male reproductive toxicity induced by benzimidazole [J]. *Occup Health*, 2014, 30(18): 2661-2663, 2669.
- [24] 付秀华, 李闻达, 夏磊, 等. 小麦粉中掺杂滑石粉的太赫兹光谱检测[J]. 中国粮油学报, 2013, 28(3): 110-112, 122.
Fu XH, Li WD, Xia Y, et al. The detection of talc in wheat powder based on terahertz time-domain spectroscopy [J]. *J Chin Cere Oils Ass*, 2013, 28(3): 110-112, 122.
- [25] 王蒙, 姜楠, 韦迪哲, 等. 水果打蜡的非法添加物检测技术研究进展[J]. 食品工业, 2015, 36(11): 262-266.
Wang M, Jiang N, Wei DZ. The detection of talc in wheat powder based on terahertz time-domain spectroscopy [J]. *Food Ind*, 2015, 36(11): 262-266.
- [26] 严欣, 冉文生, 李漫江, 等. 密胺餐具中甲醛、重金属的迁移量研究及风险分析[J]. 包装工程, 2019, 40(13): 86-90.
Yan X, Ran WS, Li MJ, et al. Formaldehyde and heavy metal migration of melamine tableware and its risk analysis [J]. *Packag Eng*, 2019, 40(13): 86-90.
- [27] 王心竹, 尹荣焕, 何剑斌, 等. 三聚氰胺及其与三聚氰酸联合毒性的研究进展[J]. 中国畜牧兽医, 2012, 39(12): 88-92.
Wang XZ, Yin RH, He JB, et al. Research progress on toxicity of melamine and melamine together with cyanuric acid [J]. *Chin Anim Husb Vet Med*, 2012, 39(12): 88-92.
- [28] 胡晓云, 王磊, 甘蓓, 等. 食品接触材料及制品中芳香胺毒性与检测方法研究进展[J]. 包装与食品机械, 2018, 36(3): 54-58.
Hu XY, Wang L, Gan B, et al. Advances in researches on toxicity and detection methods of aromatic amines in food contact materials and products [J]. *Packag Food Mach*, 2018, 36(3): 54-58.
- [29] 崔强, 赵治国, 李菁雯, 等. 微生物检验技术研究进展[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(21): 211-215.
Cui Q, Zhao ZG, Li JW, et al. Research progress of microbiological inspection technology [J]. *Food Res Dev*, 2018, 39(21): 211-215.
- [30] 肖日春. 食品微生物检测技术及其质量控制的重要性[J]. 现代食品, 2020, (8): 63-64.
Xiao RC. On the importance of food microorganism detection technology and its quality control [J]. *Mod Food*, 2020, (8): 63-64.
- [31] 阮雁春. 多重 PCR 检测技术在食品微生物检测中的应用价值分析[J]. 现代食品, 2019, (20): 127-128.
Ruan YC. Application value analysis of multiplex polymerase chain reaction in food microorganism detection [J]. *Mod Food*, 2019, (20): 127-128.
- [32] Wang W, Liu L, Song S, et al. A highly sensitive ELISA and immunochromatographic strip for the detection of *Salmonella typhimurium* in milk samples [J]. *Sensors*, 2015, 15(3): 5281-5292.
- [33] Yonekita T, Fujimura T, Morishita N, et al. Simple, rapid, and reliable detection of *Escherichia coli* O26 using immunochromatography [J]. *J Food Prot*, 2013, 76(5): 748-754.
- [34] Suaifan G, Alhogail S, Zourob M. Rapid and low-cost biosensor for the detection of *Staphylococcus aureus* [J]. *Biosens Bioelectron*, 2017, 90: 230-237.
- [35] Ercole C, Del-Gallo M, Mosiello L, et al. *Escherichia coli* detection in vegetable food by a potentiometric biosensor [J]. *Sensors Actuat B-Chem*, 2003, 91(1/3): 163-168.
- [36] 史春悦. 食源性致病菌检测技术的应用与研究进展[J]. 现代食品,

- 2020, (4): 49–52.
- Shi CY. Application and research progress of detection technology of foodborne pathogens [J]. *Mod Food*, 2020, (4): 49–52.
- [37] 姚松坪, 燕荣, 杨少华, 等. 食品中微生物快速检测技术发展概况[J]. *食品研究与开发*, 2017, 38(4): 194–197.
- Yao SP, Yan R, Yang SH, *et al.* Development situation on rapid detection of food microorganism [J]. *Food Res Dev*, 2017, 38(4): 194–197.
- [38] 徐广伟. 微生物检测技术在食品检验中的应用分析[J]. *现代食品*, 2019, (23): 40–42, 55.
- Xu GW. Analysis of the application of microbial detection technology in food inspections [J]. *Mod Food*, 2019, (23): 40–42, 55.
- [39] 袁嫣昊, 胡曙光, 苏祖俭, 等. 食品中重金属检测快速前处理技术研究进展[J]. *食品安全质量检测学报*, 2019, 10(14): 4483–4491.
- Yuan YH, Hu SG, Su ZJ, *et al.* Research progress on rapid pretreatment of heavy metals detection in food [J]. *J Food Saf Qual*, 2019, 10(14): 4483–4491.
- [40] 张梦娇, 冯朝岭, 刘小标, 等. 重金属离子检测方法研究进展[J]. *科学技术与工程*, 2020, 20(9): 3404–3413.
- Zhang MJ, Feng CL, Liu XB, *et al.* Research process on detection method for heavy metal ions [J]. *Sci Technol Eng*, 2020, 20(9): 3404–3413.
- [41] 蒙华毅. 化妆品中重金属元素检测方法的研究进展[J]. *山东化工*, 2020, 49(8): 98–101.
- Meng HY. Research progress in the detection of heavy metals in cosmetics [J]. *Shandong Chem Ind*, 2020, 49(8): 98–101.
- [42] 聂鹏宇. 食品中重金属检测技术发展[J]. *化工设计通讯*, 2020, 46(2): 133–134.
- Nie PY. Development of heavy metal detection technology in food [J]. *Chem Eng Design Commun*, 2020, 46(2): 133–134.
- [43] 刘晔. 食品中重金属污染危害及其检测方法[J]. *云南化工*, 2020, 47(2): 64–65.
- Liu Y. Study on the harm of heavy metal pollution in food and its detection method [J]. *Yunnan Chem Technol*, 2020, 47(2): 64–65.
- [44] 赵凯, 杨大进. 高效液相色谱原子荧光分光光度联用法测定海产品中的甲基汞含量[J]. *中国食品卫生杂志*, 2011, 23(6): 534–539.
- Zhao K, Yang DJ. Determination of methylmercury in seafood by HPLC coupled with hydride generation and AFS [J]. *Chin J Food Hyg*, 2011, 23(6): 534–539.
- [45] 赵兴蕊, 刘常逊, 柴连周, 等. 常用中药饮片二氧化硫残留量调查分析[J]. *云南化工*, 2019, 46(9): 12–14.
- Zhao XR, Liu CX, Chai LZ, *et al.* Investigation and analysis of commonly used traditional Chinese medicine decoction pieces [J]. *Yunnan Chem Technol*, 2019, 46(9): 12–14.
- [46] 李鹏玲, 朱金美, 左国涛, 等. 凯氏蒸馏-滴定法测定蔬菜干制品中的二氧化硫残留量[J]. *食品安全质量检测学报*, 2019, 10(19): 6552–6555.
- Li PL, Zhu JM, Zuo GT, *et al.* Determination of sulfur dioxide residue in dried vegetable products by Kjeldahl distillation-titration method [J]. *J Food Saf Qual*, 2019, 10(19): 6552–6555.
- [47] 王翔如, 董静, 赵子铭, 等. 顶空薄膜微萃取-表面增强拉曼光谱法快速检测枸杞子中的二氧化硫残留量[J]. *药物分析杂志*, 2019, 39(5): 904–910.
- Wang YR, Dong J, Zhao ZM, *et al.* Quick determination of residual sulfur dioxide in *Lycii fructus* using headspace thin-film microextraction coupled with surface-enhanced Raman spectroscopy [J]. *Chin J Pharm Anal*, 2019, 39(5): 904–910.
- [48] 程楠, 董凯, 何景, 等. 食品中过氧化氢残留快速检测试纸的研制与应用[J]. *农业生物技术学报*, 2013, 21(12): 1403–1412.
- Cheng N, Dong K, He J, *et al.* Preparation and application of a fast test paper for hydrogen peroxide in food [J]. *J Agric Biotechnol*, 2013, 21(12): 1403–1412.
- [49] 王志琴, 王军, 薛正芬, 等. 牛奶掺过氧化氢快速检测试纸研制[J]. *草食家畜*, 2010, (3): 26–28.
- Wang ZQ, Wang J, Xue ZF, *et al.* Preparation of a fast test paper for hydrogen peroxide in milk [J]. *Herbivorous Livestock*, 2010, (3): 26–28.
- [50] 金露, 汪倩, 虞选柯, 等. 固体试剂比色法测定食品中过氧化氢的研究[J]. *食品研究与开发*, 2014, 35(4): 75–78.
- Jin L, Wang Q, Yu XK, *et al.* Determination of hydrogen peroxide in food by spectrophotometric method with solid reagents [J]. *Food Res Dev*, 2014, 35(4): 75–78.
- [51] 韩莉, 陶茜, 张义明, 等. 两种过氧化氢检测方法的对比研究[J]. *现代化工*, 2014, 34(4): 165–167.
- Han L, Tao H, Zhang YM, *et al.* Comparative study of two methods on determination of hydrogen peroxide [J]. *Mod Chem Ind*, 2014, 34(4): 165–167.
- [52] 方馨, 吴秀明, 王光丽. 基于石墨相氮化碳的荧光法检测过氧化氢[J]. *分析试验室*, 2016, 35(4): 402–405.
- Fang X, Wu XM, Wang GL. A novel fluorosensor for rapid, highly sensitive detection of hydrogen peroxide based on graphite carbon nitride nanosheets [J]. *Chin J Anal Lab*, 2016, 35(4): 402–405.
- [53] Tarvin M, Mccord B, Mount K, *et al.* Analysis of hydrogen peroxide field samples by HPLC/FD and HPLC/ED in DC mode [J]. *Forensic Sci Int*, 2011, 209(1): 166–172.
- [54] 柯燕娜, 葛宇, 赵琴. 鸡爪中过氧化氢残留量的影响因素研究和检测方法比较[J]. *食品安全质量检测学报*, 2018, 9(11): 2821–2824.
- Ke YN, Ge Y, Zhao Q. Influencing factors of hydrogen peroxide residues in chicken feet and comparison of detection methods [J]. *J Food Saf Qual*, 2018, 9(11): 2821–2824.
- [55] 董森, 董文飞, 黄玉明, 等. 金属有机框架 NH₂-MIL-88 增强过氧化氢氧化鲁米诺化学发光法检测过氧化氢[J]. *西南大学学报(自然科学版)*, 2017, 39(3): 134–136.
- Dong M, Dong WF, Huang YM, *et al.* Enhanced chemiluminescence of luminol-H₂O₂ Induced by NH₂-MIL-88 metal-organic frameworks and its application to H₂O₂ detection [J]. *J Southwest Univ (Nat Sci Ed)*, 2017, 39(3): 134–136.
- [56] 杨娜, 李辉. 盐酸副玫瑰苯胺比色法测定红枣中亚硫酸盐含量方法及注意事项[J]. *食品安全导刊*, 2015, (27): 166.
- Yang N, Li H. Method and note for determination of sulfate in central Asia of jujube [J]. *China Food Saf Magaz*, 2015, (27): 166.
- [57] 杨志学, 尹霞芬. 改进香菇中二氧化硫残留量检测方法的实验分析[J]. *现代食品*, 2020, (1): 214–217.
- Yang ZX, Yin XF. Experimental analysis of improved detection method for sulfur dioxide residues in shiitake mushrooms [J]. *Mod Food*, 2020, (1): 214–217.
- [58] 盘正华, 黄海霞, 黄妍, 等. 不同方法测定香菇中二氧化硫含量[J]. *安徽农业科学*, 2019, 47(23): 210–212.
- Pan ZH, Huang HX, Huang Y, *et al.* Determination of sulfur dioxide in mushrooms by different methods [J]. *J Anhui Agric Sci*, 2019, 47(23):

- 210–212.
- [59] 远俊洋, 李端, 侯嘉, 等. 响应面分析优化荧光衍生法测定硫熏党参及其饮片二氧化硫残留量的研究[J]. 食品工业科技, 2020, 41(9): 210–218, 231.
- Yuan JY, Li D, Hou J, *et al.* Optimization of fluorescence derivative method for determination of sulfur dioxide residues in sulfur-fumigated dangshen and its decoction pieces by response surface analysis [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2020, 41(9): 210–218, 231.
- [60] 陶松, 刘静, 刘玲. 26 种中药材中二氧化硫残留量的检测方法学研究[J]. 抗感染药理学, 2020, 17(5): 627–631.
- Tao S, Liu J, Liu L. Study on determination methodology of sulfur dioxide residues in 26 kinds of traditional Chinese medicinal materials by IC method [J]. *Anti-Infect Pharm*, 2020, 17(5): 627–631.
- [61] 周玉虎, 常硕, 赵慧芬. 超声萃取-紫外分光光度法测定酸奶中的纳他霉素[J]. 国外电子测量技术, 2009, 28(7): 78–79.
- Zhou YH, Chang S, Zhao HF. Determination of natamycin in yoghurt by ultrasonic extraction and UV spectrophotometry [J]. *Foreign Electron Measur Technol*, 2009, 28(7): 78–79.
- [62] 谢跃生, 马建强, 陈宪福, 等. 食品防腐剂苯甲酸含量的荧光光谱分析[J]. 广西师范学院学报(自然科学版), 2003, (1): 54–57.
- Xie YS, Ma JQ, Chen XF, *et al.* The quantity contained benzoic acid in food was determined by fluorescence spectrometry [J]. *J Nanning Teach Ed Univ (Nat Sci Ed)*, 2003, (1): 54–57.
- [63] 陆益民, 贺铁山. 测定苯甲酸钠含量的新方法[J]. 华西药理学杂志, 2005, (4): 318–320.
- Lu YM, He TS. The new method for determination of sodium benzoate [J]. *West China J Pharm Sci*, 2005, (4): 318–320.
- [64] 肖丽珊. 食品防腐剂测定方法研究综述[J]. 广东化工, 2019, 46(9): 151, 127.
- Xiao LS. Summarize of methods of detection of food preservatives [J]. *Guangdong Chem Ind*, 2019, 46(9): 151, 127.
- [65] 方志宇, 张嘉荟, 越小雨. 食品防腐剂检测研究进展[J]. 现代食品, 2017, (18): 67–68.
- Fang ZY, Zhang JH, Yue XY. Research progress on preservative testing [J]. *Mod Food*, 2017, (18): 67–68.
- [66] 兰红军, 吴雪梅, 冯耀基, 等. 旋涡辅助-柱前衍生-气相色谱-串联质谱法测定木砧板及木筷子中的五氯酚[J]. 中国食品卫生杂志, 2019, 31(3): 231–236.
- Lan HJ, Wu XM, Feng YJ, *et al.* Determination of pentachlorophenol in wooden chopping boards and wooden chopsticks by vortex-assisted pre-column derivatization gas chromatography-tandem mass spectrometry [J]. *Chin J Food Hyg*, 2019, 31(3): 231–236.
- [67] 崔艳霞. 火焰原子吸收法间接测定面粉中的滑石粉[J]. 科学技术与工程, 2008, (5): 1300–1301, 1318.
- Cui YX. Indirect determination of talcum powder in flour by flame atomic absorption spectrometry [J]. *Sci Technol Eng*, 2008, (5): 1300–1301, 1318.
- [68] 金凤, 王冬, 许志强, 等. 面粉中滑石粉的现场快速检测方法及装置研究[J]. 食品与发酵工业, 2008, (3): 160–163.
- Jin F, Wang D, Xu ZQ, *et al.* Rapid detection method of tal powder in flour [J]. *Food Ferment Ind*, 2008, (3): 160–163.
- [69] 邓佳岷, 王伟, 赵昕, 等. 面粉中非法添加滑石粉的近红外多光谱检测[J]. 现代食品科技, 2019, 35(11): 270–276.
- Deng JM, Wang W, Zhao X, *et al.* Near infrared multispectral detection of talc content in flour [J]. *Mod Food Sci Technol*, 2019, 35(11): 270–276.
- [70] 付秀华, 李闻达, 夏隼, 等. 小麦粉中掺杂滑石粉的特赫兹光谱检测[J]. 中国粮油学报, 2013, 28(3): 110–112, 122.
- Fu XH, Li WD, Xia Y, *et al.* The detection of talc in wheat powder based on terahertz time-domain spectroscopy [J]. *J Chin Cere Oils Associat*, 2013, 28(3): 110–112, 122.
- [71] 王承明, 潘峰, 高滢, 等. 面粉中滑石粉的 X 射线衍射分析[J]. 分析科学学报, 2006, (6): 651–654.
- Wang CM, Pan F, Gao Y, *et al.* X-Ray diffraction analysis of talc powder in flour [J]. *J Anal Sci*, 2006, (6): 651–654.
- [72] 毕艳兰, 范璐, 孙尚德, 等. 掺矿物油大米的定性分析方法研究[J]. 粮食与饲料工业, 2005, (4): 3–4.
- Bi YL, Fan L, Sun SD, *et al.* On qualitative analysis method of rice mixed with mineral oil [J]. *Cere Feed Ind*, 2005, (4): 3–4.
- [73] 刘飞. 食用菌中石蜡的气相色谱/质谱联用法测定[J]. 食品研究与开发, 2010, 31(12): 133–135.
- Liu F. Determination of the paraffin in edible fungus by GC/MS [J]. *Food Res Dev*, 2010, 31(12): 133–135.
- [74] 盛旋, 胡艳云, 张蕾, 等. 正相液相色谱-蒸发光散射法测定食品中的石蜡[J]. 分析化学, 2009, 37(12): 1765–1770.
- Sheng X, Hu YY, Zhang L, *et al.* Application of normal phase liquid chromatography-evaporative light-scattering detection for determination of paraffin wax in food [J]. *Anal Chem*, 2009, 37(12): 1765–1770.
- [75] 袁鹏, 崔蔓, 庄一迪, 等. 用红外光谱技术研究打蜡梨的红外光谱特性[J]. 红外, 2014, 35(1): 42–44.
- Yuan P, Cui M, Zhuang YD, *et al.* Study of infrared spectral characteristics of waxed pear using infrared spectroscopy [J]. *Infrared*, 2014, 35(1): 42–44.
- [76] 张瑞艳, 王莹, 索也兵. 木家具中甲醛及挥发性有机物检测方法分析[J]. 家具, 2019, 40(6): 108–111.
- Zhang RY, Wang Y, Suo YB. Analysis of the detection methods of formaldehyde and volatile organic compounds from wood furniture [J]. *Furniture*, 2019, 40(6): 108–111.
- [77] 满正印, 王全林, 李和生, 等. 超高效液相色谱-串联质谱法测定具色塑料餐具中 33 种初级芳香胺的残留量和迁移量[J]. 理化检验(化学分册), 2016, 52(10): 1142–1149.
- Man ZY, Wang QL, Li HS, *et al.* Determination of residual and migration amounts of 33 primary aromatic amines in colored plastic tablewares by UHPLC-MS/MS [J]. *Phys Test Chem Anal (Part B: Chem Anal)*, 2016, 52(10): 1142–1149.
- [78] 王珊珊, 王佳祥. 密胺餐具中三聚氰胺迁移量影响因素分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(24): 6406–6409.
- Wang SS, Wang JX. Analysis of factors affecting migration of melamine in melamine tableware [J]. *J Food Saf Qual*, 2018, 9(24): 6406–6409.
- [79] 杨雪娇, 黎群娣, 黄伟, 等. 傅里叶红外光谱法分析密胺餐具、脲醛餐具及其表面涂层[J]. 化学分析计量, 2015, 24(4): 26–28.
- Yang XJ, Li QD, Huang W, *et al.* Analysis of melamine-formaldehyde ware, urea-formaldehyde ware and covering coat of ware by FTIR spectrometry [J]. *Chem Anal Meter*, 2015, 24(4): 26–28.
- [80] 胡朋举, 相海恩, 张学晶, 等. 酚试剂分光光度法测定空气中甲醛含量影响因素的研究[J]. 煤炭与化工, 2020, 43(4): 140–142.
- Hu PJ, Xiang HE, Zhang XJ, *et al.* Influence factors of determination of formaldehyde in air by phenolic reagent spectrophotometry [J]. *Chem Ind*

Eng Prog, 2020, 43(4): 140-142.

[81] 齐玉杰, 生威, 王俊平, 等. 乳制品中三聚氰胺的免疫亲和凝胶柱检测方法[J]. 中国乳品工业, 2017, 45(8): 47-50.

Qi YJ, Sheng W, Wang JP, *et al.* Gel-based immunoaffinity test column method for the detection of melamine in dairy products [J]. China Dairy Ind, 2017, 45(8): 47-50.

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介



方正杰, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品相关类产品、轻工类产品检验检测方法和技术。

E-mail: 425047769@qq.com



吴路明, 高级工程师, 主要研究方向为食品相关类产品、轻工类产品检验检测方法和技术。

E-mail: 752976642@qq.com