

学校食堂在用密胺和不锈钢餐具检测及风险分析

罗美芬*, 邝明浩

(广东产品质量监督检验研究院, 佛山 528300)

摘要: 目的 分析学校食堂在用密胺和不锈钢餐具风险状况。**方法** 通过检测密胺餐具中甲醛迁移量、三聚氰胺迁移量, 不锈钢餐具中铅迁移量、砷迁移量、镉迁移量和镍迁移量 6 项指标, 对食堂抽取的 100 批次密胺在用餐具和 100 批次不锈钢在用餐具样品进行风险分析。**结果** 在用问题餐具共 72 批次, 占比 36.0%。其中在用问题密胺餐具 55 批次, 占密胺餐具总量的 55.0%; 问题不锈钢餐具 17 批次, 占不锈钢餐具总量的 17.0%。密胺餐具不合格项目主要为甲醛和三聚氰胺(4%乙酸, 水)的迁移量超标, 不锈钢餐具不合格项目主要为铅、镉元素的迁移量超标。**结论** 食堂应制定密胺餐具相应的使用管理规范, 设定密胺餐具的使用年限为 1 年以内, 同时规范餐具的消毒、清洗等操作, 从而有效地降低甲醛和三聚氰胺的迁移风险。另外我们应该加强不锈钢餐具原料供应链管理, 从源头降低风险。

关键词: 密胺餐具; 不锈钢餐具; 有害物质迁移量; 风险

Detection and risk analysis of melamine and stainless steel tableware in school canteen

LUO Mei-Fen*, LI Ming-Hao

(Guangdong Testing Institute of Product Quality Supervision, Foshan 528300, China)

ABSTRACT: Objective To analyze the risk status of melamine and stainless steel tableware used in school canteen. **Methods** Through the detection of formaldehyde migration, melamine migration in melamine tableware, lead migration, arsenic migration, cadmium migration and nickel migration in stainless steel tableware (6 kinds of indicators), the risk analysis of 100 batches of melamine tableware and 100 batches of stainless steel tableware samples were carried out. **Results** A total of 72 batches (36.0%) of problem tableware in use were found in this study. Among them, 55 batches of melamine tableware were in use, accounting for 55.0% of the total melamine tableware, and 17 batches of stainless steel tableware were in use, accounting for 17.0% of the total stainless steel tableware. The unqualified items of melamine tableware were mainly formaldehyde and melamine (4% acetic acid, water) migration exceeding the standard, and the unqualified items of stainless steel tableware were mainly lead and cadmium migration exceeding the standard. **Conclusion** The canteen should formulate the corresponding use and management specifications of melamine tableware, set the service life of melamine tableware within one year, and standardize the disinfection, cleaning and other operations of tableware, so as to effectively reduce the migration risk of formaldehyde and melamine. In addition, we should strengthen the supply chain management of stainless steel tableware raw materials to reduce the risk from the source.

KEY WORDS: melamine tableware; stainless steel tableware; migration of harmful substances; risk

*通信作者: 罗美芬, 工程师, 主要研究方向为食品及食品相关产品安全检测。E-mail: 282852912@qq.com

*Corresponding author: LUO Mei-Fen, Engineer, Guangdong Testing Institute of Product Quality Supervision, No.1, Desheng East Road, Shunde District, Foshan 528300, China. E-mail: 282852912@qq.com

0 引言

食品安全是关乎人身体健康的重要前提,是关乎社会大众切身利益的民生问题。高校食堂的卫生状况与广大师生的健康直接相关,学校食品安全已成为全社会关注的热点问题^[1]。在我国食品接触材料出口贸易中,不时有不合格餐具被通报;经长期对欧盟 TBT 信息监测发现,密胺餐具被通报的主要原因是三聚氰胺和甲醛迁移量超标,不锈钢餐具被通报的原因是重金属迁移量超标。

密胺餐具是以密胺树脂为原料生产的餐饮具,其无毒无味、耐高温、耐低温、抗冲击力强、不易破碎、表面光滑、质地细腻,色泽鲜艳,花色多样,被广大消费者所青睐,广泛应用于快餐业、职工食堂及儿童饮食业等领域^[2]。据新思界产业研究中心统计,目前我国密胺制品的需求每年以 6% 左右的增长率上升,国外的需求增长率达到 10% 左右。有研究显示,密胺餐具的主要风险来源是树脂的分解而产生风险物质。当密胺餐具使用温度低于 70 °C 时相对安全,高于 70 °C 密胺树脂出现分解而逐渐释放三聚氰胺及甲醛。随着温度越高,接触时间越长,三聚氰胺及甲醛的释放量就越大^[3]。

不锈钢餐具因其耐蚀、美观、抗摔、便于清洗等优势,在日常生活中的应用极其广泛^[4]。不锈钢餐具虽然有良好的抗腐蚀性能,但是在日常使用过程中仍然可能出现锈蚀的情况^[5]。如果使用者缺乏有关方面的使用知识,使用不当,不锈钢中微量金属元素同样会危害人体健康^[6]。目前

市场上有些不锈钢生产企业为了降低生产成本,对原材料没有严格控制,使用了杂质含量多的原材料,可能带入有害重金属污染^[7-8]。据智研咨询统计,目前全球不锈钢餐具的需求每年以 10% 以上的增长率上升,市场规模已超过 100 亿美元。

国内外密胺餐具标准情况详见表 1。

目前,欧盟有关食品接触材料的法规和指令分 3 个层次,其中《食品接触材料和制品有限制的塑料物质》系列标准规定了塑料向食品中总迁移量、三聚氰胺单体迁移量、甲醛单体迁移量 3 个项目的限量值、迁移实验条件和方法的选择。美国法规没有对脲醛树脂用在食品接触材料中禁用^[8]。

国内外不锈钢餐具标准情况详见表 2。

本研究通过对学校食堂在用密胺和不锈钢餐具进行检测分析,并参照相关国际标准与国家标准对检测结果进行分析,以评估学校食堂在用密胺和不锈钢餐具的风险状况,为建立风险防范措施及优化现行标准提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 样本来源

采集 70 家食堂的 200 批次餐具,选择对学校食堂中在用密胺和不锈钢餐具质量状况进行检测。检测内容包括:对在用密胺餐具的甲醛和三聚氰胺迁移量进行检测分析;对在用不锈钢餐具铅、砷、镉和镍迁移量进行检测分析。具体检测项目、检测方法、前处理条件和限量值详见表 3。

表 1 国内外密胺餐具标准情况
Table 1 Standard situation of melamine tableware at home and abroad

餐具材质	国家/地区	法规/标准	限量值	评价
密胺	中国	GB 4806.6—2016 ^[9]	甲醛: ≤15 mg/kg	国标与欧盟标准限量一致;美国标准测试项目不一样;
	欧盟	284/2011/EC	三聚氰胺: ≤2.5 mg/kg	
	美国	CFR 177.1460	氯仿可溶萃取物: ≤77.5 mg/kg	

表 2 国内外不锈钢餐具标准情况
Table 2 Standard of stainless steel tableware at home and abroad

餐具材质	国家/地区	法规/标准	限量值	评价
不锈钢	中国	GB 4806.9—2016 ^[10] (马氏体型不锈钢不检测铬)	铅: ≤0.05 mg/kg 镉: ≤0.02 mg/kg 镍: ≤0.5 mg/kg 铬: ≤2.0 mg/kg 砷: ≤0.04 mg/kg	国标限量项目少于德国标准,但相同元素限量值稍严;美国标准测试项目不一样;
	德国	LFGB 35B 80.03-1/2	铅: ≤0.01 mg/dm ² 镉: ≤0.005 mg/dm ² 镍: ≤0.1 mg/dm ² 铬: ≤0.4 mg/dm ² 铜: ≤0.5 mg/dm ² 铝: ≤0.2 mg/dm ² 钴、锑: 不得检出	
	美国	EPA 3050B	铬含量: ≤10.5%	

注: 单位换算参照欧盟指令 2002/72/EC 中规定 1 mg/kg=6 mg/dm²。

1.2 仪器与设备

LC-20A 高效液相色谱仪、UV-1900i 紫外分光光度计(日本岛津公司); ICP-MS 电感耦合等离子体质谱仪(美国 Perkin Elmer 公司)。

1.3 实验方法

甲醛迁移量根据 GB 31604.48—2016《食品安全国家标准 食品接触材料及制品 甲醛迁移量的测定》^[11]进行测定;三聚氰胺迁移量依据 GB 31604.15—2016《食品安全国家标准 食品接触材料及制品 2,4,6-三氨基-1,3,5-三嗪(三聚氰胺)迁移量的测定》^[12]进行测定;铅迁移量、砷迁移量、镉迁移量、镍迁移量依据 GB 31604.49—2016《食品安全国家标准 食品接触材料及制品 砷、镉、铬、铅的测定和砷、镉、铬、镍、铅、锑、锌迁移量的测定》^[13]进行测定。密胺餐具选用 4%乙酸(体积分数)、玉米油和水作为模拟物,100 °C,浸泡 1 h 的第 3 次迁移结果作为分析数据;不锈钢餐具按照标准要求选用 4%乙酸(体积分数),煮沸 30 min,室温放置 24 h 的第 3 次迁移结果作为分析数据。

2 结果与分析

本次共采集到 70 家食堂的 200 批次餐具,密胺和不锈钢餐具各 100 批次。发现在用问题餐具共 72 批次,占比 36.0%。其中在用问题密胺餐具 55 批次,占密胺餐具总量

的 55.0%;问题不锈钢餐具 17 批次,占不锈钢餐具总量的 17.0%。密胺餐具不合格项目主要为甲醛和三聚氰胺(4%乙酸,水)的迁移量超标,不锈钢餐具不合格项目主要为铅、镉元素的迁移量超标。

2.1 密胺餐具的检测结果

本次模拟餐具实际可能接触食品的 3 种类型(酸性、水性、油脂性),对抽取的 100 批次样品的三聚氰胺和甲醛迁移量进行检测,结果见表 4。结果显示,在玉米油模拟液条件下,甲醛和三聚氰胺迁移量均低于限量值;在水模拟液条件下,有 14 批次样品迁移量超过限量值(8 批次甲醛、6 批次三聚氰胺),问题发现率为 14.0%;在 4%乙酸(体积分数)模拟液条件下,有 41 批次样品迁移量超过限量值(26 批次甲醛、15 批次三聚氰胺),问题发现率为 41.0%。在 4%乙酸中,甲醛最高迁移量达到 34.21 mg/kg,是限量值的 2.3 倍;三聚氰胺最高迁移量达到 12 mg/kg,是限量值的 4.8 倍。

甲醛及三聚氰胺均为水溶性物质,本次监测结果与此相符,4%乙酸浸泡条件下检出值 > 水模拟液浸泡条件下检出值 > 玉米油模拟液浸泡条件下检出值。由此可见,水模拟液浸泡下,三聚氰胺迁移较小,而用 4%乙酸模拟液浸泡,密胺餐具中三聚氰胺迁移量较高,这是由于三聚氰胺的自身性质决定的,该化合物在弱碱和中性条件下较稳定,而在酸性条件下加热会导致其内部化学键断裂,从而致使迁移量变大^[7]。

表 3 密胺和不锈钢餐具风险项目与限量值

Table 3 Risk items and limits of melamine and stainless steel tableware

餐具类型	检测项目	浸泡条件	限量值/(mg/kg)	检测方法
密胺	甲醛	玉米油/水/4%乙酸(体积分数), 100 °C, 浸泡 1 h	≤ 15	GB 31604.48—2016 ^[11]
	三聚氰胺		≤ 2.5	GB 31604.15—2016 ^[12]
	铅(Pb)		≤ 0.05	
不锈钢	砷(As)	4%乙酸(体积分数), 煮沸 30 min, 室温放置 24 h	≤ 0.04	GB 31604.49—2016 ^[13]
	镉(Cd)		≤ 0.02	
	镍(Ni)		≤ 0.5	

注:考虑不锈钢餐具制品无法核实具体材质类型(奥氏体型、马氏体型、铁素体型、奥氏体·铁素体型不锈钢),铬(Cr)不列入本次检测范围。

表 4 在用密胺餐具风险监测结果统计

Table 4 Statistics of risk monitoring results of melamine tableware in use

序号	检测项目	批次	模拟液	问题批次	比例/%	限量值/(mg/kg)
1			玉米油	0	0	
2	甲醛	100	水	8	8.0	≤ 15
3			4%乙酸	26	26.0	
4			玉米油	0	0	
5	三聚氰胺	100	水	6	6.0	≤ 2.5
6			4%乙酸	15	15.0	

2.2 不锈钢餐具的检测结果

本研究共对 100 批次样品的铅、砷、镉和镍迁移量进行检测, 结果见表 5, 发现 17 批次样品检测结果高于限量值, 问题发现率为 17.0%。其中, 14 个问题样品的铅迁移量均超过限量值, 最高达到 0.268 mg/kg, 是限量值的 5.4 倍; 镉、镍、砷迁移量均在限量范围内。问题餐具的类型主要是筷子和勺子(筷子和勺子各 7 批次, 碟 3 批次)。

表 5 在用不锈钢餐具风险监测结果统计

Table 5 Statistics of risk monitoring results of stainless steel tableware in use

序号	检测项目	批次	问题批次	比例/%	限量值/(mg/kg)
1	铅迁移量	100	14	14.0	≤0.05
2	镉迁移量	100	3	3.0	≤0.02
3	砷迁移量	100	0	0	≤0.04
4	镍迁移量	100	0	0	≤0.5

2.3 密胺餐具风险问题和原因分析

表 6 统计结果显示, 存在问题的密胺餐具使用时间均在 1 年以上, 说明使用时间越长, 运输、储存、使用、清洗和消毒等环节会加速密胺餐具磨损和老化分解, 从而增大了甲醛和三聚氰胺的迁移风险^[14]。

对密胺餐具的使用方法和注意事项不了解, 由于不正确使用而引发的安全风险。如某些餐具标识为不能微波炉加热, 若使用中不注意, 放入微波炉中使用, 则

导致有害物质如甲醛等迁出^[15]。综上所述, 学校在用密胺餐具存在甲醛和三聚氰胺迁移风险的主要原因在于餐具长时间使用不当导致表面破损。2016 年《中国质量万里行》报道了仿瓷餐具中在反复使用尤其是用钢丝球反复擦拭 10 次, 或者留下划痕, 甲醛迁移量会升高 2 倍左右^[7]。因此, 学校应制定密胺餐具相应的使用管理规范, 设定密胺餐具的使用年限为 1 年以内, 同时规范餐具的消毒、清洗等操作, 从而有效地降低甲醛和三聚氰胺的迁移风险。

2.4 不锈钢餐具风险问题和原因分析

2.4.1 使用时间分析

在 A 幼儿园抽检的 9 批次使用了 3 年以上的不锈钢餐具中, 只有筷子和勺子的铅迁移量超过限量值, 盘、碗、碟均无问题。在 B 幼儿园抽检的 5 批次使用 1~2 年的不锈钢餐具中, 只有勺子的铅迁移量超过限量值, 盘和碗均无问题。在 C 幼儿园抽检的使用 1 年以内的不锈钢盘、碗和勺中, 虽然铅的迁移量均未超过限量值, 但勺子的铅迁移量达到了限量值的 88.2%, 远高于盘(21.8%)和碗(16.4%)。根据以上结果, 无法得出使用时间与铅迁移存在必然的联系。

2.4.2 餐具材质分析

表 7 统计结果显示, 不锈钢问题餐具集中为筷子和勺子, 问题发现率均高达 50.0%。本次检测的 4 种元素, 除了镍之外, 铅、镉、砷均不是不锈钢主要成分, 而是原料或生产过程中引入的杂质。100 批次样品中, 检出铅、镉和砷的分别有 42、20 和 4 批次。检出砷的 4 批次(筷子和勺子各 2 批次), 铅均超过限量; 检出镉的 20 批次中(12 批次筷子和 8 批次勺子均检出), 有 10 批次铅超过限量。即所有 14 批次铅超限量的餐具, 均存在检出砷、镉的情况, 这 3 种有害成分并非孤立存在。

表 6 密胺餐具使用时间与问题餐具的关系

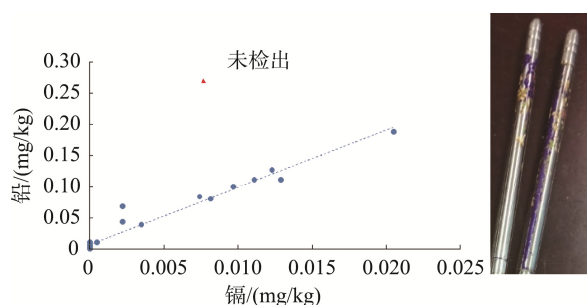
Table 6 Relationship between the use time of melamine tableware and the problem tableware

使用时长	总批次	问题批次	比例/%
1 年以内	6	0	0
1~2 年	16	6	37.5
2~3 年	18	9	50.0
不确定(1 年以上)	60	33	55.0
合计	100	48	48.0

表7 不锈钢餐具种类与问题餐具的关系
Table 7 Relationship between types of stainless steel tableware and problem tableware

种类	总批次	问题批次	比例/%
餐盘	40	0	0
碗	18	0	0
碟子	14	3	21.4
筷子	14	7	50.0
勺子	14	7	50.0

图1给出了100批次样品铅和镉的迁移量对应关系,可明显看出铅和镉存在线性关系,即材质中铅和镉含量存在线性关系,进一步可以推断铅和镉杂质引入的途径可能是相同的,即源于原料的可能性更大(三角框偏离拟合直线是因为该批次筷子表面存在彩绘,铅含量更高的原因可能其彩绘涂层造成,具体原因有待研究)。



注: A. 铅和镉迁移存在线性关系; B. 筷子表面彩绘。

图1 不锈钢餐具铅和镉迁移的关系

Fig.1 Relationship between lead and cadmium migration in stainless steel tableware

3 结论

综上所述,长时间使用与不锈钢餐具铅迁移无必然联系,学校在用不锈钢餐具(特别是筷子和勺子)存在铅和镉迁移风险的原因在于制备餐具的原料铅和镉杂质含量存在异常。因此,应该加强不锈钢餐具原料供应链管理,可以从源头降低此风险。

参考文献

- [1] 雷金萍. 高校食堂食品安全监管工作现状与管理对策[J]. 饮食科学, 2017, (6): 58.
LEI JP. Current situation and management countermeasures of Food safety supervision in college canteens [J]. Diet Sci, 2017, (6): 58.
- [2] 杨志军. 密胺餐具安全使用概述[J]. 大众标准化, 2020, (13): 25-26.

YANG ZJ. Safety of melamine tableware [J]. Mass Stand, 2020, (13): 25-26.

- [3] Release of melamine and formaldehyde from dishes and kitchen utensils BFR opinion Nr.012/2011,09 March 2011 [Z].
- [4] 李慧青. 不锈钢餐具潜在的安全隐患及购买使用时的注意事项[J]. 大众标准化, 2019, (9): 54-56.
LI HQ. Potential safety hazard of stainless steel tableware and precautions when purchasing and using [J]. Mass Stand, 2019, (9): 54-56.
- [5] 魏敏生. 304 不锈钢餐具的腐蚀方式[J]. 中国科技信息, 2018, (7): 68.
WEI MS. Corrosion mode of stainless steel tableware [J]. Chin Sci Technol Inform, 2018, (7): 68.
- [6] 斑马. 你会用不锈钢餐具吗[J]. 健康天地, 2008, (7): 82.
BAN M. Can you use stainless steel cutlery [J]. Health World, 2008, (7): 82.
- [7] 邓金伟, 郭培春, 叶凌聪, 等. 不锈钢餐具有害元素迁移规律的研究[J]. 食品安全导刊, 2016, (21): 127-128.
DENG JW, GUO PC, YE LC, et al. Study on the migration law of harmful elements in stainless steel tableware [J]. Chin Food Saf Magaz, 2016, (21): 127-128.
- [8] 沈荣静, 高兴凯, 王强. 密胺餐具中质量问题及解决方案[J]. 中国标准化, 2020, (7): 238-240.
SHEN RJ, GAO XK, WANG Q. Melamine tableware quality problems and solutions [J]. Chin Stand, 2020, (7): 238-240.
- [9] SHEN RJ, GAO XK, WANG Q. Melamine tableware quality problems and solutions [J]. Chin Stand, 2020, (7): 238-240. GB 4806.6—2016 食品安全国家标准 食品接触用塑料树脂[S].
GB 4806.6—2016 National food safety standard-Plastic resin for food contact [S].
- [10] GB 4806.9—2016 食品安全国家标准 食品接触用金属材料及制品[S].
GB 4806.9—2016 National food safety standard-Metallic materials and products for food contact [S].
- [11] GB 31604.48—2016 食品安全国家标准 食品接触材料及制品 甲醛迁移量的测定[S].
GB 31604.48—2016 National food safety standard-Food contact materials and products-Determination of formaldehyde migration [S].
- [12] GB 31604.15—2016 食品安全国家标准 食品接触材料及制品 2,4,6-三氨基-1,3,5-三嗪(三聚氰胺)迁移量的测定[S].
GB 31604.15—2016 National food safety standard-Food contact materials

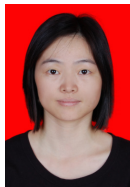
- and products-Determination of migration of 2,4,6-triamino-1,3,5-triazine (melamine) [S].
- [13] GB 31604.49—2016 食品安全国家标准 食品接触材料及制品 砷、镉、铬、铅的测定和砷、镉、铬、镍、铅、锑、锌迁移量的测定[S].
GB 31604.49—2016 National food safety standard-Food contact materials and products-Determination of arsenic, cadmium, chromium and lead-Determination of arsenic, cadmium, chromium, nickel, lead, antimony and zinc migration [S].
- [14] 陈剑鹏, 蔡忠厚, 刘贵深. 塑料密胺餐具产业质量现状分析[J]. 塑料包装, 2020, 30(3): 24-26.
CHEN JP, CAI ZH, LIU GS. Analysis on quality status of melamine tableware industry [J]. Plastic Packag, 2020, 30(3): 24-26.
- [15] 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.* Migration and risk analysis of formaldehyde and heavy metals in melamine tableware [J]. Pack Eng, 2019, 40(13): 86-90.

(责任编辑: 于梦娇)

作者简介



罗美芬, 工程师, 主要研究方向为食品及食品相关产品安全检测。
E-mail: 282852912@qq.com