

不同类型食品铝含量比较及风险评估

王 琳¹, 赵亚荣², 彭广怀³, 陈 阳¹, 王丛霞¹, 陈亚阁¹, 杨亚瑞¹, 李俊超^{1*}

(1. 河南华测检测技术有限公司, 郑州 450000; 2. 广东省农业科学院农产品公共监测中心, 广州 510640;
3. 河南省新县畜牧局, 信阳 464000)

摘 要: **目的** 了解不同类型食品中的铝残留状况, 评估人体铝的暴露风险。 **方法** 采集市售不同类型食品, 采用电感耦合等离子体质谱法测定其中的铝含量。 **结果** 452 份样品铝检出率为 95.1%, 超标率为 6.2%, 以淀粉制品和油炸面制品超标率最高, 分别达到了 18.1% 和 7.1%, 其次为面制品(4.4%)和糕点(1.8%), 豆制品未出现超标现象; 不同样品中的铝最高含量的超标倍数由高到低依次为油炸面制品(油条)11.93>淀粉制品(红薯粉条)11.3>面制品 5.96>糕点 3.61; 淀粉制品的超标率为马铃薯淀粉制品(77.8%)>红薯淀粉制品(13.7%)。以面粉为原料的食品中, 油炸面制品中的油条超标率最高达到了 18.8%, 其次为蒸制面食(馒头、花卷等)、生鲜面食、糕点, 超标率分别为 5.4%、3.2%、1.8%。红薯淀粉制品、油条样品的铝含量个体差异较大, 淀粉制品铝安全风险较高。 **结论** 不同类型食品铝含量超标情况严重, 相关部门应加强监管。

关键词: 铝; 淀粉制品; 面制品; 食品安全

Comparison and risk assessment on aluminum content of different types of food

WANG Lin¹, ZHAO Ya-Rong², PENG Guang-Huai³, CHEN Yang¹, WANG Cong-Xia¹,
CHEN Ya-Ge¹, YANG Ya-Rui¹, LI Jun-Chao^{1*}

(1. Centre Testing International Technology (Henan) Co., Ltd., Zhengzhou 450000, China; 2. Public Monitoring Center for Agro-product of Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640, China;
3. Xinxian Animal Husbandry Bureau of Henan Province, Xinyang 464000, China)

ABSTRACT: Objective To understand aluminum residues in different varieties of food and evaluate the exposure risk of aluminium for human. **Methods** Different types of food sold in market were collected and their aluminum content was determined by inductively coupled plasma mass spectrometry. **Results** The detection rate of aluminum in 452 samples was 95.1%, and the exceeding rate was 6.2%, with starch products and fried noodle products having the highest exceeding rate, reaching 18.1% and 7.1%, respectively, followed by noodle products (4.4%) and cakes (1.8 %), and soy products did not exceed the standard. The over-standard multiples of the highest aluminum content in different samples from high to low were fried noodle products (fried dough sticks) 11.93> starch products (sweet potato noodles) 11.3> noodle products 5.96> pastry 3.61. The exceeding rate of starch products was potato starch products (77.8%)> sweet potato starch products (13.7%). Among the flour-based foods, the fried bread stick in fried noodle products had the highest rate of exceeding the standard, reaching 18.8%, followed by steamed pasta (steamed buns, rolls, etc.), fresh pasta, and pastries, and the exceeding rates were 5.4% and 3.2%, 1.8%, respectively. The individual content of aluminum in sweet potato starch products and fritters varied greatly, and the risk of aluminum

*通讯作者: 李俊超, 高级工程师, 主要研究方向为食品质量检测与安全。E-mail: lijunchao@cti-cert.com

*Corresponding author: LI Jun-Chao, Senior Engineer, Centre Testing International Technology (Henan) Co., Ltd, Zhengzhou 450000, China. E-mail: lijunchao@cti-cert.com

safety in starch products was high. **Conclusion** The aluminium content of different types of food exceeds the standard seriously, so the relevant departments should strengthen supervision.

KEY WORDS: aluminum; starch products; flour products; food safety

1 引 言

铝元素广泛地存在于食物中^[1]。近年来的许多调查研究表明,不同地区不同类型的食物中都存在不同程度的铝污染。王敏群等^[2]对 2016 年甘肃省售的面制品中的铝的含量进行调查发现面制品的合格率为 67.1%,尹玉云等^[3]调查 2019 年河南省淀粉及淀粉制品中铝合格率仅为 13%。霍玉发等^[4]对吉林四市的面制品、淀粉制品等类型样品中的铝含量的测定结果表明,铝在这些样品中存在不同程度的污染,油条样品中铝的超标率达到了 66%。铝元素是人体非必需元素,如果被人体大量摄入,会对人体神经系统^[5]、生殖系统^[6]、造血系统^[7]等产生不同程度的损害。1989 年,联合国粮农组织/世界卫生组织专家委员会(Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA)正式将铝作为食品污染物进行管理控制^[8],而食品中铝主要来源于食品添加剂^[9],GB 2760-2014《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》^[10]中明确规定了含铝添加剂钾明矾、铵明矾在豆类制品、油炸面制品、焙烤食品等不同类型食品中的最大用量为 100 mg/kg,国家卫生计生委办公厅关于实施 GB 2760-2014《食品添加剂使用标准》问题的复函增加的公告中,在《关于批准 β -半乳糖苷酶为食品添加剂新品种等的公告》中增加了粉丝、粉条中允许含铝添加剂的最大使用量为 200 mg/kg^[10]。目前关于食品中铝含量的调查研究,多集中在比较典型的淀粉制品,如粉丝、粉条、面制品、焙烤食品、馒头、花卷、面包、蛋糕等生活中常食用的食品。郑州市地处中原腹地,是小麦生产大省,面制品是该地区最主要的食物来源之一,豆制品及淀粉制品也同样在居民生活中占据重要地位,目前,关于该地区不同食品中铝含量的比较研究较少。本研究针对此情况,开展不同类型食品中铝的残留量的调查工作,为该地区铝残留暴露风险评估提供一定的科学依据。

2 材料与方法

2.1 样品与试剂

2018 年 11 月份在大型超市、农贸市场、早点摊位、餐馆等进行随机购买采样,共采集样品 464 份,包括淀粉制品(粉丝、粉条等)94 份、豆制品(豆腐、腐竹等)66 份、面粉 12 份、糕点(面包、蛋糕等)113 份、一般面制品(馒头、生鲜面条等)137 份、油炸面制品(油条、菜角等)42 份。

硝酸(优级纯,美国 Genius 高纯化学有限公司);实验用水为一级水。

2.2 设 备

CEM-MARS 6 微波消解仪(美国 Pynn 公司);VB24 UP 石墨消解仪(北京莱伯泰科仪器股份有限公司);NexION 350X 电感耦合等离子体质谱仪(美国 PerkinElmer 公司)。

2.3 方 法

2.3.1 检测方法

按照 GB 5009.182-2017《食品安全国家标准 食品中铝的测定》^[11]第二法,使用微波消解仪对样品进行消解后,用电感耦合等离子体质谱仪对此次 464 份样品中的铝含量进行测定。

2.3.2 评价方法

按照 GB 2760-2014《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》中对面制品、豆制品、油炸面制品中的铝含量进行判定,限值为 100 mg/kg,按照《关于批准 β -半乳糖苷酶为食品添加剂新品种》^[10]对粉丝、粉条样品中的铝含量进行判定,限值为 200 mg/kg,面粉属于食品制作的原料,仅测定铝含量而不做卫生学评价,本次样品样本数量以 452 计。测试结果均以干样品计。

2.3.3 数据处理方法

使用 WPS 表格 2016 对测定数据进行基本处理,对样品中的铝含量范围、平均含量、中位值、超标份数与超标率等进行统计。

2.3.4 风险评估方法

2007 年, JECFA 通过第 67 次会议发表的报告将食品中铝的每周可耐受摄入量(provisional tolerable weekly intake, PTWI)修改为 1 mg/(kg·bw)^[12]。按照成年人的平均体重约 60 kg 计算,则铝的每日可耐受摄入量(acceptable daily intake, ADI)为 8.57 mg,按照其每天摄入淀粉制品、豆制品、糕点、油炸面制品各 50 g、面制品 100 g 来计算铝的每日摄入量,并用每日摄入量与可耐受摄入量相比来计算不同类型食品铝的安全边界比值(margins of safety, MOS)^[13], $MOS \geq 1$, 铝的摄入量超过了可以接受的限度,暴露风险高, $MOS < 1$, 铝的摄入量在可接受范围内。

3 结果与分析

3.1 样品铝含量的总体分析

由表 1 可知,此次采集的 452 份不同类型食品铝含量

差异较大, 铝的含量范围由高到低依次为淀粉制品、油炸面制品、面制品、糕点、豆制品, 平均含量由高到低依次为淀粉制品、油炸面制品、豆制品、面制品、糕点, 其中淀粉制品的平均含量达到了限值 200 mg/kg 的 1.33 倍, 表明此类样品铝污染较为严重。这 5 种类型食品中铝的检出率均达到了 90%以上, 其中, 豆制品的铝虽然全部有检出, 但未发现有超标现象。样品总超标率为 6.2%, 28 个不合格样品中以淀粉制品最多, 达到了 17 个, 占此类型样品总数的 18.1%。不同类型食品铝的最高含量超标倍数, 以油炸面制品最高, 达到了 11.93 倍, 淀粉制品次之, 为 11.3 倍, 面制品和糕点分别为 5.96、3.61。

3.2 同一类型样品中不同原料或不同制作工艺样品铝含量比较

3.2.1 不同原料淀粉制品中铝含量

此次采集的淀粉制品中, 按照制作原料不同对样品进行分类, 见表 2。以大米、蕨根为原料制作的淀粉制品因数量太少(各 1 份)且铝含量均在限值范围内, 在这里不做分析。

根据表 2 的结果, 此次采集的 94 份淀粉制品的铝污染程度, 马铃薯淀粉制品>红薯淀粉制品>绿豆淀粉制品。马铃薯淀粉制品的检出率达到了 100%, 超标率达到了 77.8%, 两项均为 3 种制品中最高, 表明此类淀粉制品, 存

在严重的铝暴露风险, 而绿豆淀粉制品的铝检出率与超标率为三者中最低。就铝含量范围而言, 红薯淀粉制品最高, 达到了 2251 mg/kg, 也是此次采集样品铝含量最高的样品, 绿豆淀粉制品铝含量在方法定量限上下, 其平均含量表明该类样品中铝风险较低。红薯淀粉制品与马铃薯淀粉制品铝平均含量分别为限值的 1.18 倍、4.17 倍, 中位值与平均值比较表明红薯淀粉制品铝含量个体差异较大, 马铃薯淀粉制品的个体差异较小, 铝污染最为严重。

3.2.2 不同工艺豆制品中铝含量

按照制作工艺不同, 将此次采集的豆制品分为豆腐、腐竹和调味豆制品。

由表 3 的统计结果可知, 此次采集的豆制品铝检出率为 100%, 但未出现不合格样品, 豆腐样品铝含量达到了最高, 98.7 mg/kg, 铝含量个体差异较大。由 3 种不同工艺豆制品铝含量均值可知, 豆制品中铝含量较淀粉制品低, 污染较小。

3.2.3 面粉及面制品中铝含量

(1)面粉中铝含量

此次采集了 12 个面粉样品测试其中的铝含量, 测试结果分别为 8.26、4.41、5.82、8.03、6.07、2.48、8.33、3.70、5.15、3.28、6.14 mg/kg, 平均含量为 5.47 mg/kg, 此测试结果表明, 作为面制品原料的面粉, 铝元素含量较低。

表 1 全部样品铝含量测试结果
Table 1 Results of aluminum content of all samples

	淀粉制品	豆制品	糕点	面制品	油炸面制品	合计
样本数量	94	66	113	137	42	452
含量范围/(mg/kg)	ND ~ 2251	1.26 ~ 98.7	ND ~ 361	ND ~ 596	ND ~ 1193	ND ~ 2251
平均含量/(mg/kg)	266	24.3	8.8	16.7	54.5	71.1
检出率/%	93.6	100.0	92.0	95.6	97.6	95.1
不合格样品份数	17	0	2	6	3	28
不合格率/%	18.1	0.0	1.8	4.4	7.1	6.2

注: ND-含量小于检出限, 未检出。

表 2 淀粉制品铝含量
Table 2 Aluminum content of starch products

原料来源	红薯	马铃薯	绿豆	共计
样本数量	73	9	10	94
含量范围/(mg/kg)	ND ~ 2251	184 ~ 1173	ND ~ 7.53	ND ~ 2251
检出率/%	97.3	100.0	60.0	93.6
超标率/%	13.7	77.8	0.0	18.1
平均含量/(mg/kg)	236	834	2.88	266
中位值/(mg/kg)	134	881	2.94	131

注: ND-含量小于检出限, 未检出。

(2)面制品中铝含量

此次采集的面制品详细分类及数量见表 4。

由表 4 的分析结果可知, 面制品的铝检出率为 94.5%, 除生鲜面条外, 其余面制品的铝检出率均在 90%以上, 烤制面食、麻花和含馅油炸制品中的铝全部检出, 但均未出现超标现象。面制品的整体不合格率为 3.8%, 不同类型面制品的不合格率以油条最高, 达到了 18.8%, 其余依次为蒸制面食、生鲜面食、焙烤制品。铝含量最高的样品由高向低依次为生鲜面食、糕点、蒸制面制品、含馅制品、烤制面食、麻花。油条、生鲜面食、糕点、蒸制面食铝最高含量分别为规定限值的 11.93 倍、5.96 倍、3.61 倍、2.19 倍, 油条样品的铝平均含量为规定限值的 1.31 倍, 表明此类样品铝污染程度较其他类型样品高, 平均值与中位值差异较大, 表明该类样品中铝的含量差异较大, 只有个别样品的铝超标严重。其余几种类型样品铝含量均值均在限值范围内且含量较低, 铝污染程度较小。

3.3 样品铝含量区间分布

如图 1 所示, 除不合格样品外, 糕点样品的铝含量全部在未检出 ~ 25 mg/kg 以内, 其他 4 类样品中的铝含量落在此区间, 由大到小顺序依次为一般面制品 94.9%>油炸面制品 83.3%>豆制品 66.7%>淀粉制品 30.9%, 此结果表

明除淀粉制品外, 其余样品中的铝含量均较低。10.6%的淀粉制品、33.3%的豆制品、9.5%的油炸面制品和 0.7%的一般面制品的铝含量在 25~100 mg/kg 之间, 但此区间内的淀粉制品铝平均含量高于豆制品高于油炸面制品。40.4%的淀粉制品铝含量在 100~200 mg/kg 之间, 其中有 13 份粉条样品铝含量达到了规定限制临界值(>180 mg/kg)。

3.4 食品中铝的风险评估

由表 5 可知, 豆制品、糕点、面制品、油炸面制品 MOS 值均大于 1, 表明人体通过这 4 类食品摄入的铝在可接受范围内。淀粉制品 MOS 值为 0.64, 表明人体通过淀粉制品摄入的铝超过了可接受的限度, 人体铝暴露风险较大。

4 结论与讨论

饮食是人体摄入铝的主要途径, 天然食物中铝的本底含量都较小^[14], 粮食、谷类中的铝含量一般在 10 mg/kg 以内^[15], 此次采集的面粉样品中铝的含量为 5.47 mg/kg, 分析结果与之吻合, 表明面粉并不是面制品中铝的主要来源。我国居民膳食中的铝主要来源于含铝的食品添加剂^[14], 如泡打粉、食用淀粉、小苏打、明矾等。陈红等^[16]对无铝膨松剂和含铝膨松剂的铝含量分别进行了测定, 结果分别

表 3 豆制品铝含量
Table 3 Aluminum content of bean products

	豆腐	腐竹	调味豆制品	共计
样本数量	34	23	9	66
含量范围/(mg/kg)	2.06 ~ 98.7	1.23 ~ 18.6	4.13 ~ 43.1	2.06 ~ 98.7
检出率/%	100.0	100.0	100.0	100.0
合格数量	34	23	9	66
平均含量/(mg/kg)	37.9	7.54	15.7	24.3

表 4 面制品中铝含量
Table 4 Aluminum content of flour products

	焙烤制品		一般面制品			油炸制品		共计
	糕点	蒸制	烤制	生鲜面食	油条	麻花	含馅	
样本数量	113	92	14	31	16	6	20	292
含量范围/(mg/kg)	ND ~ 361	ND ~ 219	ND ~ 24.2	ND ~ 596	ND ~ 1193	2.28 ~ 7.52	0.88 ~ 74.0	ND ~ 1193
检出率/%	92.0	98.9	100.0	83.9	93.8	100.0	100.0	94.5
超标率/%	1.8	5.4	0.0	3.2	18.8	0.0	0.0	3.8
平均含量/(mg/kg)	8.78	16.0	8.16	22.8	131	4.85	14.7	19.1
中位值/(mg/kg)	3.91	4.10	5.45	2.96	6.94	4.58	6.29	4.21

注: ND-含量小于检出限, 未检出。

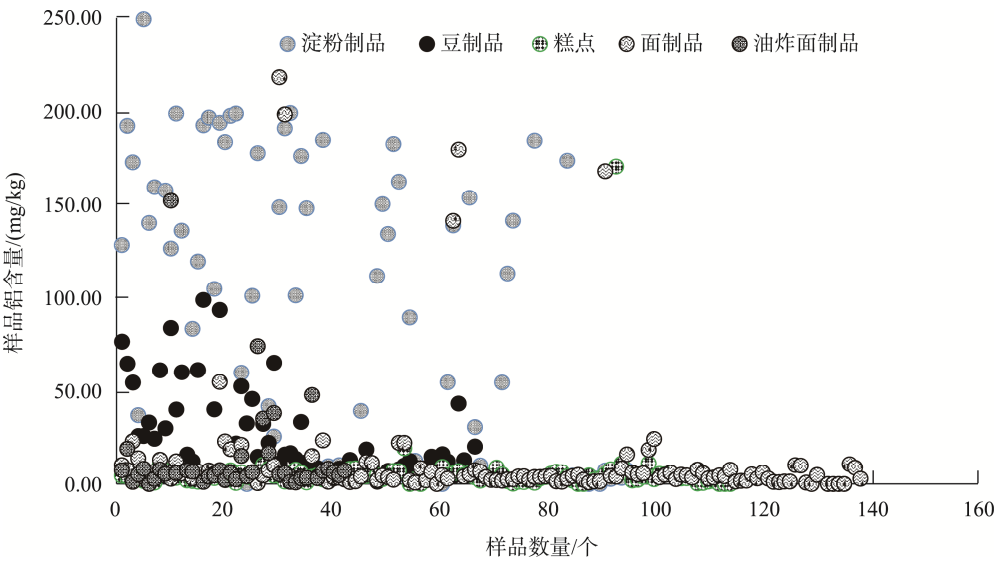


图 1 样品铝含量分布图
Fig.1 Distribution diagram of aluminum content of samples

表 5 人体铝暴露量
Table 5 Aluminum exposure of human body

食品类型	淀粉制品	豆制品	糕点	面制品	油炸面制品
每天摄入量/g	50	50	50	100	50
每周摄入量/g	350	350	350	700	350
每周铝摄入量/mg	93.1	8.51	3.08	11.69	19.08
MOS 值	0.64	7.05	19.48	5.13	3.15

为 201 mg/kg、54 g/kg, 若使用无铝膨松剂一般不会造成食物中的铝含量超标, 若使用含铝添加剂, 很容易造成超标现象。此次绝大多数的糕点样品、面制品、豆制品样品中的铝含量范围都较低, 表明这些样品在生产过程中未添加过量的含铝添加剂, 其中的铝主要来源于生产原料的本底铝。部分油炸面制品出现了铝含量过高现象, 特别是油条中的铝含量较高, 且平均含量水平已经超过规定限值, 这是因为油条在制作过程中加入了含铝添加剂使之蓬松, 如明矾, 但因为对加入量的把握不当致使油条中铝含量超标, 长期摄入铝含量超标的油条会对身体产生不利影响。油条中铝超标现象在多地区均有发生, 王伟等^[17-19]的调查结果均表明油条存在不同程度的铝污染。

根据孙峰等^[20]的调查, 淀粉中铝的本底含量在 0.63~14.52 mg/kg 之间, 其研究结果亦表明淀粉亦不是粉条、粉丝等淀粉制品中铝含量超标的首要原因, 而是含铝添加剂的使用。此次采集的 94 份淀粉制品中, 以马铃薯为原料的土豆粉铝污染状况最为严重且含量水平较高, 以绿豆淀粉制作的龙口粉丝未出现铝超标现象, 以红薯为原料的粉丝、粉条中的铝含量分布参差不齐, 采集的样品中

一部分来源于个体商贩且无包装标识因此无法进行溯源。目前关于豆制品中铝的超标现象报道较少, 祝晓燕等^[21]对宜宾地区所售卖豆制品中铝的含量进行测试分析发现未出现不合格现象, 含量范围同此次的调查结果比较接近。

此次不同样品中的调查结果, 无论是用 GB 2760-2014《食品安全国家标准食品添加剂使用标准》^[10]对样品中的铝含量进行卫生学评价还是使用 PTWI, 都表明目前市面上的食品中铝含量偏高, 特别是淀粉制品。人群存在较高的铝暴露风险, 如何减少铝的摄入量, 降低此风险, 是目前需解决的最主要的问题。

从消费者的角度而言, 加强食品相关法律法规宣传、灌输铝与人体健康关系的相关知识, 使消费者从思想上认识到此事与自身的健康息息相关, 并指导消费者选择健康、安全的食品。对生产部门, 加大正确使用含铝添加剂的宣传力度与培训力度, 使用无铝添加剂及其替代品, 改进生产工艺做到零添加更是一个保障食品安全的好办法。相关监管部门应加大监管力度, 增加抽检频次和范围, 规范管理生产者与经营者, 严格把控产品质量, 杜绝超标产品进入市场, 以此保障居民的食品安全。

参考文献

- [1] 刘凤贞, 于德奎, 吕严, 等. 国人铝日允许摄入量的初步研究[J]. 环境与健康杂志, 1991, (2): 49-54.
- Liu FZ, Yu DK, Lv Y, *et al.* Preliminary study on the daily allowable intake of aluminum for Chinese people [J]. J Environ Health, 1991, (2): 49-54.
- [2] 王敏群, 刘清, 孙丽枫. 甘肃省市售面粉制品中铝含量的对比分析[J]. 甘肃医药, 2016, 35(8): 614-616.
- Wang MQ, Liu Q, Sun LF. Comparative analysis of aluminum content in flour products sold in Gansu province [J]. Gansu Med J, 2016, 35(8): 614-616.
- [3] 尹玉云, 郭旭光, 王潇. 河南省淀粉及淀粉制品抽检监测情况及问题分析[J]. 现代食品, 2019, (12): 192-196.
- Yin YY, Guo XG, Wang X. Inspection and monitoring of starch and starch products and analysis of problems in Henan province [J]. Mod Food, 2019, (12): 192-196.
- [4] 霍玉发, 周丽娟, 孙宁. 2014 年 150 份面粉制品和淀粉类食品中铝元素残留量调查[J]. 中国卫生产业, 2015, 12(20): 107-109.
- Huo YF, Liu Q, Sun LF. Investigation on residues of aluminium in 150 flour products and starch foods in 2014 [J]. China Health Ind, 2015, 12(20): 107-109.
- [5] 吴廷琚. 铝对神经系统的毒性及防治[J]. 药物流行病学杂志, 1994, (3): 141-142.
- Wu TC. Toxicity of aluminum to nervous system and aluminum's prevention [J]. Chin J Pharmacopidemiol, 1994, (3): 141-142.
- [6] 王毓美, 贾敬芬. 铝电解车间粉尘有机提取物及其组分遗传毒性的研究[J]. 环境与健康杂志, 1996, (5): 7-9.
- Wang YM, Jia JF. Study on the genotoxicity of organic extracts and their components from dust in aluminum electrolysis workshop [J]. J Environ Health, 1996, (5): 7-9.
- [7] 朱莲珍. 人和动物的微量元素营养[M]. 青岛: 青岛出版社, 1994.
- Zhu LZ. Microelement nutrition of human and animal [M]. Qingdao: Qingdao Publisher, 1994.
- [8] FAO/WHO. Evaluation of certain food additives and contaminants: Thirty-third report of the joint FAO/WHO expert committee on food additives [R]. WHO Technical Report Series, 1989: 776.
- [9] 蒋琦, 黄琼, 张永慧. 膳食铝暴露评估研究现状[J]. 中国食品卫生杂志, 2013, 25(1): 102-106.
- Jiang Q, Huang Q, Zhang YH. The research status of exposure assessment of aluminium in food [J]. Chin J Food Hyg, 2013, 25(1): 102-106.
- [10] GB 2760-2014 食品安全国家标准 食品添加剂使用标准[S].
- GB 2760-2014 National food safety standard-Standard for use of food additives[S].
- [11] GB 5009.182-2017 食品安全国家标准 食品中铝的测定[S].
- GB 5009.182-2017 National food safety standard-Determination of aluminum in food [S].
- [12] JECFA. WHO technical report series 940: Evaluation of certain food additives and contaminants, sixty-seventh report of the joint fao who expert committee on food additives [R]. Geneva: WHO, 2007.
- [13] 王绪卿, 吴永宁, 陈君石. 食品污染监测低水平数据处理问题[J]. 中华预防医学杂志, 2002, (4): 63-64.
- Wang XQ, Wu YN, Chen JS. Matters on low-level data of monitoring food pollution [J]. Chin J Prev Med, 2002, (4): 63-64.
- [14] 国家食品安全风险评估专家委员会. 中国居民膳食暴露风险评估[Z]. 2012.
- National food safety risk assessment expert committee. Risk assessment of dietary tourism in China [Z]. 2012.
- [15] 陈建军, 杨双喜, 杨庆荣, 等. 铝对人类健康的影响及相关食品安全问题研究进展[J]. 中国卫生检验杂志, 2007, (7): 1326-1329.
- Chen JJ, Yang SX, Yang QR, *et al.* The influence of aluminum on human health and the research progress of food safety [J]. Chin J Health Lab Technol, 2007, (7): 1326-1329.
- [16] 陈红, 朱蓉, 谯斌宗. 2013 年 325 份面粉制品和淀粉制品中铝残留的风险监测研究[J]. 中国卫生检验杂志, 2015, 25(2): 255-257.
- Chen H, Zhu R, Qiao BZ. Surveillance and research on aluminum residues in 325 samples of flour and starch food in 2013 [J]. Chin J Health Lab Technol, 2015, 25(2): 255-257.
- [17] 王伟, 周昌, 黄培林, 等. 贵阳市售油条中铝含量检测[J]. 微量元素与健康研究, 2005, (2): 41-42.
- Wang W, Zhou C, Huang PL, *et al.* Detection of aluminum content in oil sticks sold in Guiyang [J]. Stud Trace Elements Health, 2005, (2): 41-42.
- [18] 方亚敏, 邱欲磊, 路刚. 上海市食品中铝污染情况分析[J]. 广东微量元素科学, 2006, (3): 62-64.
- Fang YM, Qiu XL, Lu G. Analysis on aluminum pollution in the foods in Shanghai [J]. Guangdong Trace Elements Sci, 2006, (3): 62-64.
- [19] 何福德, 陆鹏, 姚创飞, 等. 市售面粉中铝残留量的调查[J]. 中国卫生检验杂志, 2006, (9): 1113-1114.
- He DF, Lu P, Yao CF, *et al.* Investigation of aluminum residue in commercial pastry [J]. Chin J Health Lab Technol, 2006, (9): 1113-1114.
- [20] 孙峰, 葛冬梅, 王震, 等. 淀粉及其制品中铝残留水平的潜在风险评估[J]. 食品科技, 2013, 38(8): 298-300.
- Sun F, Ge DM, Wang Z, *et al.* Risk evaluation of potential level of aluminum in starch products [J]. Food Sci Technol, 2013, 38(8): 298-300.
- [21] 祝晓艳, 余江燕, 刘涵. 宜宾地区市售 58 份非发酵豆制品中铝含量测定及结果分析[J]. 食品安全导刊, 2019, (18): 60-62.
- Zhu XY, Yu JY, Liu H. Determination and analysis of aluminum content in 58 non fermented soybean products sold in Yibin [J]. China Food Saf Magaz, 2019, (18): 60-62.

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介



王 琳, 硕士, 助理工程师, 主要研究方向为食品质量与安全。

E-mail: wanlin201526@163.com



李俊超, 高级工程师, 主要研究方向为食品质量检测与安全。

E-mail: lijunchao@cti-cert.com