

2020年绵阳市米粉质量与安全分析

阳曦¹, 刘玮¹, 陈慧斐¹, 向世杰^{2*}

(1. 绵阳市食品药品检验所, 绵阳 621000; 2. 四川省农产品质量安全中心, 成都 610000)

摘要: **目的** 分析绵阳米粉的质量安全。**方法** 对绵阳市生产流通环节米粉中重金属元素、食品添加剂、真菌毒素、品质指标等16个项目进行检测, 对检测数据进行质量安全状况分析。**结果** 蛋白质是影响绵阳米粉品质的主要因素, 水分和铬是影响绵阳米粉品质及质量的次要因素, 3个指标产品不合格率分别为37.5%、2.5%、2.5%。其他重金属元素、食品添加剂、真菌毒素指标均合格。**结论** 品质指标及重金属元素是当前影响绵阳米粉质量及安全的关键风险点, 监管部门应加强对该方面检测指标的重视。

关键词: 绵阳米粉; 质量安全; 品质指标; 重金属元素; 食品添加剂; 真菌毒素

Analysis of the quality and safety status of Mianyang rice noodles in 2020

YANG Xi¹, LIU Wei¹, CHEN Hui-Fei¹, XIANG Shi-Jie^{2*}

(1. Mianyang Institute for Food and Drug Control, Mianyang 621000, China;
2. Sichuan Agricultural Product Quality and Safety Center, Chengdu 610000, China)

ABSTRACT: Objective To analyze the quality and safety of Mianyang rice noodles. **Methods** Totally 16 items including heavy metal elements, food additives, mycotoxins, and quality indicators in rice noodles in the production and circulation of Mianyang were tested, and the quality and safety status of the test data were analyzed. **Results** Protein was the main factor affecting the quality of Mianyang rice noodles, moisture and chromium were the secondary factors, and the unqualified rates of the three indexes were 37.5%, 2.5% and 2.5%, respectively. Other heavy metal elements, food additives and mycotoxins were qualified. **Conclusion** Quality index and heavy metal elements are the key risk points affecting the quality and safety of Mianyang rice noodles, so the supervision department should pay more attention to the detection index in these aspects.

KEY WORDS: Mianyang rice noodles; quality and safety; index of quality; heavy metal elements; food additives; mycotoxin

0 引言

绵阳米粉作为绵阳最具特色的大众饮食, 有着1800多年历史。“绵阳米粉”已经成为绵阳的一张名片, 不仅是本地人热衷的早餐, 更是外来游客追捧的美食。绵阳米粉与群众的生活息息相关, 其质量安全关系到米粉这一传统美食的食用安全及群众的生活质量。目前, 还没有出台相关的国家标准, 而绵阳市相关标准已经作废多年, 监

督部门难以根据相关的标准对米粉的质量进行有效的、规范的监督管理, 绵阳米粉由于缺少质量标准判定依据, 因此在常规的监督抽检中检测指标仅限于极个别有国家标准可依据的项目, 涉及检测参数范围狭窄, 无法对米粉质量安全进行较为前面的评价, 因此建立适用的质量标准势在必行。

绵阳米粉是指以大米为原料, 食用淀粉为辅料, 经选料、清洗、浸泡、磨粉、熟化成型、老化等生产工艺加工

*通信作者: 向世杰, 硕士, 高级农艺师, 主要研究方向为农产品质量安全检测。E-mail: 191741623@qq.com

*Corresponding author: XIANG Shi-Jie, Master, Senior Agronomist, Sichuan Agricultural Product Quality and Safety Center, Chengdu 610000, China. E-mail: 191741623@qq.com

的产品。现有的文献报道多为对米粉生产工艺及品质特性的研究^[1-4],对米粉的质量安全研究较少。鉴于此,本研究对生产流通领域绵阳米粉的品质及安全指标进行针对性分析,发现风险点,为绵阳米粉食品安全地方标准的建立提供科学依据,从而规范企业生产,让监管做到有法可依。

1 材料与方 法

1.1 材料与仪器

铅、镉、铬、砷、汞、铝标准溶液(浓度均为 1000 $\mu\text{g/mL}$,批号分别为 J2-PB03071、M2-CD659870、P2-CR678501、P2-AS678498、N2-HG669550AA、J2-AL04144R,美国 Inorganic Ventures 公司);苯甲酸、山梨酸标准物质(纯度分别为 99.5%、99.9%,批号分别 G139784、G132278,德国 Dr.Ehrenstorfer GmbH 公司);脱氢乙酸标准物质(纯度为 99.9%,批号为 C0008887,北京曼哈格生物科技有限公司);黄曲霉毒素 B₁ 试剂盒(批号为: M051701A,北京华安麦科生物技术有限公司);甲醇(色谱纯,美国 Fisher 公司);硝酸(优级纯,德国 CNW Technologies GmbH 公司);乙酸铵、亚铁氰化钾、乙酸锌、硫酸锌、氢氧化钠、盐酸、乙酸铅、可溶性淀粉、碘、碘化钾(分析纯,成都市科隆化学有限公司)。

iCAP Q 电感耦合等离子体质谱仪、UltiMate3000 高效液相色谱仪(美国 ThermoFisher 公司);K1100F 全自动凯氏定氮仪(山东海能科学仪器有限公司);STEHD-106-1RW 智能一体化蒸馏仪(济南盛泰电子科技有限公司);ME204T/02 电子天平(瑞士梅特勒-托利多有限公司);iMark 酶标仪(美国 BIO-RAD 公司);Milli-Q 超纯水仪(美国 Millipore 公司);游标卡尺(广州奇亦克尺业有限公司)。

样品:绵阳市涪城区、游仙区、安州区生产流通环节米粉样品共 40 批。

1.2 方 法

对米粉中重金属元素、食品添加剂、真菌毒素、品质指标等 16 个项目进行检测。目前米粉类产品暂时没有相关国家标准,检测指标结果判定可依据风险监测评估要求,参照相关国家标准 GB 2762—2017《食品安全国家标准 食品中污染物限量》^[5]、GB 2760—2014《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》^[6]及地方标准 DBS 45/050—2018《食品安全地方标准 鲜湿类米粉》^[7]、DBS 45/051—2018《食品安全地方标准 干制米粉》^[8]、DBS 44/012—2019《湿米粉》^[9]、DBS 45/036—2016《食品安全地方标准 糙米干米粉》^[10]进行判定分析。具体检测方法 & 判定依据见表 1。

表 1 各指标的检测方法及判定依据
Table 1 Test method and judgment basis of each item

| 检测指标 | 检验方法 | 判定依据 |
|---------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 水分 | GB 5009.3—2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》 ^[11] | DBS 45/036—2016《食品安全地方标准 糙米干米粉》 |
| 灰分 | GB 5009.4—2016《食品安全国家标准 食品中灰分的测定》 ^[12] | DBS 45/036—2016《食品安全地方标准 糙米干米粉》 |
| 蛋白质 | GB 5009.5—2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》 ^[13] | DBS 44/012—2019《湿米粉》 |
| 酸度 | GB 5009.239—2016《食品安全国家标准 食品酸度的测定》 ^[14] | DBS 44/012—2019《湿米粉》 |
| 苯甲酸 | 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》 ^[15] | GB 2760—2014《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》 |
| 山梨酸 | 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》 | GB 2760—2014《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》 |
| 脱氢乙酸 | GB 5009.121—2016《食品安全国家标准 食品中脱氢乙酸的测定》 ^[16] | GB 2760—2014《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》 |
| 二氧化硫残留量 | GB 5009.34—2016《食品安全国家标准 食品中二氧化硫的测定》 ^[17] | GB 2760—2014《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》 |
| 明矾 | GB 5009.268—2016《食品安全国家标准 食品中多元素的测定》 ^[18] | GB 2760—2014《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》 |
| 铅 | GB 5009.268—2016《食品安全国家标准 食品中多元素的测定》 | GB 2762—2017《食品安全国家标准 食品中污染物限量》 |

表 1(续)

| 检测指标 | 检验方法 | 判定依据 |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 镉 | GB 5009.268—2016《食品安全国家标准 食品中多元素的测定》 | GB 2762—2017《食品安全国家标准 食品中污染物限量》 |
| 铬 | GB 5009.268—2016《食品安全国家标准 食品中多元素的测定》 | GB 2762—2017《食品安全国家标准 食品中污染物限量》 |
| 总汞 | GB 5009.268—2016《食品安全国家标准 食品中多元素的测定》 | GB 2762—2017《食品安全国家标准 食品中污染物限量》 |
| 总砷 | GB 5009.268—2016《食品安全国家标准 食品中多元素的测定》 | GB 2762—2017《食品安全国家标准 食品中污染物限量》 |
| 黄曲霉毒素 B ₁ | GB 5009.22—2016《食品安全国家标准 食品中黄曲霉毒素 B 族和 G 族的测定》 ^[19] | DBS 45/050—2018《食品安全地方标准 鲜湿类米粉》 |
| 直径 | 从试样中随机抽取 20 根米粉丝截成 5 段, 每段 10 cm 长, 用精度为 0.02 mm 的游标卡尺, 分别测其断面, 取所有点的平均值作为单根丝径。 | / |

1.3 数据统计与分析

采用 SPSS 20.0 软件对各检测指标结果数据进行分析。

2 结果与分析

2.1 米粉的品质指标分析

对米粉的水分、灰分、蛋白质、酸度、直径进行测定, 水分结果按干米粉 ≤ 15.0 g/100 g、鲜湿米粉 ≤ 45.0 g/100 g 为合格进行判定^[10], 检出不合格样品 1 批, 不合格率 2.5%。灰分结果为 0.10~0.30 g/100 g, 均合格。蛋白质(以干基计)结果为 4.32~8.67 g/100 g, 按蛋白质(以干基计) ≥ 6.0 g/100 g 为合格判定^[9], 检出不合格样品 15 批, 不合格率 37.5%。酸度测定结果均为 0 °T, 表明所检样品不存在酸败现象, 所用原料及米粉成品新鲜度较好。直径在 0.76~1.34 mm, 其中 19 批样品直径小于 1.0 mm。具体数据结果分析见表 2。从表 2 可以看出, 直径的变异系数最小, 为 13.04%, 其他指标都具有较大的变异系数, 变异系数从大到小依次为水分、灰分、蛋白质。从变异

系数来看, 水分、灰分及蛋白质在不同样品间有较大的差异, 受影响较大, 这可能是因为大米的品种及米粉的工艺等差异导致的^[20]。

相关研究表明^[21], 水分含量对米粉的感官品质及蒸煮特性影响较大。水分含量越高, 蒸煮损失率及断条率越大。根据绵阳地区米粉生产工艺, 干米粉水分含量一般在 15%以下, 鲜湿米粉一般不超过 45%。蛋白质含量是决定大米营养品质的重要指标, 同时也与米粉制品的口感、咀嚼性、弹性等呈显著相关^[22]。常见大米的蛋白质质量分数(干基)一般为 6%~8%, 而淀粉中的蛋白质含量非常低, GB/T 8885—2017《食用玉米淀粉》中规定蛋白质(干基) $\leq 0.45\%$, GB/T 8883—2017《食用小麦淀粉》中规定占小麦淀粉质量 70%以上的小麦 A 淀粉, 其蛋白质(干基) $\leq 0.5\%$, 即在原料配比中淀粉所占比例越大, 则生产出的米粉蛋白质的百分含量越低。为了保证米粉的品质质量, 应控制淀粉的使用。有研究报道^[23], 当蛋白质质量分数低于 6%时, 可以判定米粉中添加了淀粉。因此, 蛋白质的测定对米粉原料配比的控制具有重要作用。

表 2 品质指标数据分析
Table 2 Quality index data analysis

| 指标 | 最小值 | 最大值 | 平均值 | 标准偏差 | 变异系数/% |
|---------------|------|------|-------|------|--------|
| 水分/(g/100 g) | 14.6 | 44.3 | 30.78 | 9.83 | 31.94 |
| 灰分/(g/100 g) | 0.10 | 0.30 | 0.22 | 0.05 | 22.73 |
| 蛋白质/(g/100 g) | 4.32 | 8.67 | 6.41 | 1.37 | 21.37 |
| 直径/mm | 0.76 | 1.34 | 0.92 | 0.12 | 13.04 |

2.2 重金属元素污染情况

米粉制品重金属污染主要来源于原辅料及生产用水中的铅、镉、汞、砷、铬等元素的污染。多为使用含有重金属的农药、化肥,造成土壤、水源中重金属含量增多而导致农作物、生产生活用水遭受重金属污染所致^[24]。我国南方地区耕地土壤重金属污染问题较为严重,而水稻对重金属也有较强的富集能力^[25-28]。人体遭受重金属污染,会使健康受到损害,阻碍神经系统及各脏器正常功能,会有致畸形、致癌的风险^[29-31]。

本研究对米粉样品中 Pb、Cd、Cr、As、Hg 进行测定,结果见表 3。Pb 的检出率为 100%,标准偏差为 0.0513,说明样品中 Pb 含量结果分布较为集中,中位值小于平均值,说明 Pb 含量大多属于较低水平。2 批样品 Pb 含量为 0.20 mg/kg,为临界值,具有较高风险隐患。Cd 的检出率为 100%,标准偏差为 0.2071,测定结果数据分布集中,平均值与中位值相同,且远低于 GB 2762—2017 规定的不合格限量值 0.2 mg/kg,说明 Cd 污染处于一个较低水平。Cr 的检出率为 33.3%,标准偏差为 0.3069,说明样品中 Cr 含量结果分布较为集中,中位值小于平均值,说明 Cr 含量大多属于较低水平,检出不合格样品 1 批,不合格率 2.5%,含量为 1.43 mg/kg,超出限量值的 43.0%,存在个别样品 Cr 污染情况。As、Hg 测定结果均小于检出限,说明样品不存在 As、Hg 污染的情况。

表 3 各重金属元素含量测定结果
Table 3 Determination results of heavy metal elements

| 元素 | 含量范围 (mg/kg) | 平均值 | 中位值 | 标准偏差 | 检出率 /% | 不合格率 /% |
|----|-----------------|-------|------|--------|-----------|------------|
| Pb | 0.040~0.20 | 0.12 | 0.11 | 0.0513 | 100 | 0 |
| Cd | 0.068~0.15 | 0.10 | 0.10 | 0.0271 | 100 | 0 |
| Cr | N.D.~1.43 | 0.095 | 0 | 0.3069 | 33.3 | 2.5 |
| As | N.D. | / | / | / | 0 | 0 |
| Hg | N.D. | / | / | / | 0 | 0 |

注:“N.D.”表示测量结果小于检出限,即未检出。

2.3 食品添加剂指标分析

对米粉中苯甲酸、山梨酸、脱氢乙酸、二氧化硫残留量、明矾进行测定。结果苯甲酸、山梨酸、脱氢乙酸、二氧化硫均未检出,2 批样品检出明矾,测定结果以 Al 计(以干基计)为 13.5、9.69 mg/kg,均小于市场监管总局发布的 2019 年版食品安全风险监测参考值 25 mg/kg。

苯甲酸、山梨酸、脱氢乙酸作为防腐剂使用广泛,能有效的抑制微生物的生长。根据 GB 2760—2014 规定,上述 3 种防腐剂均不能用于粮食制品中。绵阳米粉从出厂到

消费食用一般为 1~2 d,食用周期短,特别是在炎热的夏天,米粉腐败变质程度加快,个别不良商家可能会违规使用防腐剂来延长米粉的货架期,因此,应重视对防腐剂使用情况的监督检测。二氧化硫残留主要来源于亚硫酸钠等亚硫酸盐类,具有漂白、护色、防腐等作用,明矾具有增强粉丝的硬度、咀嚼性、膨润度等作用,但二氧化硫和明矾中的 Al 会对人体健康造成严重损害^[32-34]。本次所有样品均未检出二氧化硫,明矾测定结果小于风险监测值,表明生产企业没有违规使用上述 2 种添加剂。

2.4 真菌毒素结果分析

对米粉中黄曲霉毒素 B₁ 进行测定,结果所有样品均未检出黄曲霉毒素 B₁。黄曲霉毒素被世卫组织划定为 I 类致癌物,对人体具有很强的致癌、致突变作用^[35-36]。本次样品均未检出黄曲霉毒素 B₁,表明生产企业对大米原料及工艺控制较好。

3 结论与讨论

本研究检测结果显示,绵阳米粉主要不合格项目为蛋白质,蛋白质的含量对于固化绵阳米粉口感,传承工艺,保证米粉品质有重要意义,建议作为绵阳米粉质量与安全检测的重要指标。个别样品水分、铬不合格,主要因为生产企业产品工艺缺陷及原料选用不当。建议生产企业规范生产工艺、提高原料及成品品质要求、建立健全危害分析安全控制点,推动绵阳米粉行业健康有力发展。

本研究中镉的不合格率为 0%,但检出率达 100%,存在普遍污染现象。个别地方标准规定 Cd 的限量值为 0.1 mg/kg^[7],本次检测结果统计,Cd 值大于 0.1 mg/kg 的样品占 38.1%,表明存在一定的风险。有研究显示^[37],绵阳及周边地区土壤镉污染严重,水稻镉超标面积占研究面积的 73.47%,直接影响产区大米镉的质量安全,部分产区大米镉超标率达 86.36%。因此,应保持对绵阳米粉中镉的监督检测,继续加强对大米原料中镉的质量安全控制,建议绵阳米粉生产企业选用优质产区大米,控制镉污染水平。

参考文献

- [1] 白芸,王子颖,蓝伟杰,等. 鲜湿米粉生产过程微生物污染调查及控制[J]. 食品研究与开发, 2020, 41(24): 193-199, 224.
BAI Y, WANG ZY, LAN WJ, et al. Investigation and control of microbial contamination in the production of fresh and wet rice flour [J]. Food Res Dev, 2020, 41(24): 193-199, 224.
- [2] 雷婉莹,吴卫国,廖卢艳,等. 鲜湿米粉品质评价及原料选择[J]. 食品科学, 2020, 41(1): 74-79.
LEI WY, WU WG, LIAO LY, et al. Quality evaluation of and raw material selection for wet rice noodles [J]. Food Sci, 2020, 41(1): 74-79.
- [3] 窦红霞,杨特武,赵思明,等. 不同品种籼米化学成分、凝胶和糊化特性及米粉加工品质比较[J]. 中国粮油学报, 2014, 29(3): 1-6.
DOU HX, YANG TW, ZHAO SM, et al. Comparison on main chemical

- components, gelatinization, pasting properties and processing adaptability for rice noodle of different Indica rice varieties [J]. *J Chin Cereals Oils Ass*, 2014, 29(3): 1–6.
- [4] 卫攀杰, 陈洁, 许飞, 等. 籼米品种对鲜湿米粉品质影响的研究[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2020, 41(5): 38–43, 49.
WEI PJ, CHEN J, XU F, *et al*. Effects of indica rice varieties on the quality of instant fresh rice noodles [J]. *J Henan Univ Technol (Nat Sci Ed)*, 2020, 41(5): 38–43, 49.
- [5] GB 2762—2017 食品安全国家标准 食品中污染物限量[S].
GB 2762—2017 National food safety standard-Limits of pollutants in food [S].
- [6] 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 the use of food additives [S].
- [7] DBS 45/050—2018 食品安全地方标准 鲜湿类米粉[S].
DBS 45/050—2018 Local food safety standards-Fresh wet rice noodles [S].
- [8] DBS 45/051—2018 食品安全地方标准 干制米粉[S].
DBS 45/051—2018 Local food safety standards-Dry rice noodles [S].
- [9] DBS 44/012—2019 湿米粉 [S].
DBS 44/012—2019 wet rice noodles [S].
- [10] DBS 45/036—2016 食品安全地方标准 糙米干米粉[S].
DBS 45/036—2016 Local food safety standards-Dry brown rice noodles [S].
- [11] GB 5009. 3—2016 食品安全国家标准 食品中水分的测定[S].
GB 5009. 3—2016 National food safety standard-Determination of moisture in food [S].
- [12] GB 5009. 4—2016 食品安全国家标准 食品中灰分的测定[S].
GB 5009. 4—2016 National food safety standard-Determination of ash in food [S].
- [13] GB 5009. 5—2016 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定[S].
GB 5009. 5—2016 National food safety standard-Determination of protein in food [S].
- [14] GB 5009. 239—2016 食品安全国家标准 食品酸度的测定[S].
GB 5009. 239—2016 National food safety standard-Determination of food acidity [S].
- [15] 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[S].
GB 5009. 28—2016 National food safety standard-Determination of benzoic acid, sorbic acid and saccharin sodium in food [S].
- [16] GB 5009. 121—2016 食品安全国家标准 食品中脱氢乙酸的测定[S].
GB 5009. 121—2016 National food safety standard-Determination of dehydroacetic acid in food [S].
- [17] GB 5009. 34—2016 食品安全国家标准 食品中二氧化硫的测定[S].
GB 5009. 34—2016 National food safety standard-Determination of sulfur dioxide in food [S].
- [18] GB 5009. 268—2016 食品安全国家标准 食品中多元素的测定[S].
GB 5009. 268—2016 National food safety standard-Determination of multi elements in food [S].
- [19] GB 5009. 22—2016 食品安全国家标准 食品中黄曲霉毒素 B 族和 G 族的测定[S].
GB 5009. 22—2016 National food safety standard-Determination of aflatoxins B and G in food [S].
- [20] 李苏红, 宋媛媛, 董墨思, 等. 大米理化特性与食味品质的相关性分析 [J]. 食品研究与开发, 2017, 38(23): 26–31.
LI SH, SONG YY, DONG MS, *et al*. Analysis of correlations between physicochemical properties and eating quality of rice [J]. *Food Res Dev*, 2017, 38(23): 26–31.
- [21] 陈志瑜, 周文化, 宋显良, 等. 水分含量对鲜湿米粉品质影响[J]. 粮食与油脂, 2012, 25(7): 23–26.
CHEN ZY, ZHOU WH, SONG XL, *et al*. Effect of moisture content on quality of fresh rice noodle [J]. *J Cere Oils*, 2012, 25(7): 23–26.
- [22] 张慧杰, 王步军. 影响米粉品质的稻米质量指标分析[J]. 农产品质量与安全, 2020, (3): 78–81.
ZHANG HJ, WANG BJ. Analysis on quality indicators influencing rice noodle quality [J]. *Qual Saf Agro-Prod*, 2020, (3): 78–81.
- [23] 黄晓赞, 黄冬. 掺假鲜湿米粉的辨别方法[J]. 粮食与饲料工业, 2018, (6): 7–9.
HUANG XZ, HUANG D. How to identify adulteration in fresh-wet rice flour [J]. *Cere Feed Ind*, 2018, (6): 7–9.
- [24] 楚浩, 申磊, 符春花. 大米中 5 种重金属的危害及其检测方法概述[J]. 现代食品, 2020, (6): 65–67.
CHU H, SHEN L, FU CH. The harm of five heavy metal in rice and its detection methods [J]. *Mod Food*, 2020, (6): 65–67.
- [25] ZHAO D, LIU RY, XIANG P, *et al*. Applying cadmium relative bioavailability to assess dietary intake from rice to predict cadmium urinary excretion in nonsmokers [J]. *Environ Sci Technol*, 2017, 51(12): 6756–6764.
- [26] CHANEY RL, REEVES PG, RYAN JA, *et al*. An improved understanding of soil Cd risk to humans and low cost methods to phytoextract Cd from contaminated soils to prevent soil Cd risks [J]. *Biometals*, 2004, 17(5): 549–553.
- [27] 国土资源部. 环境保护部和国土资源部发布全国土壤污染状况调查公报[J]. 资源与人居环境, 2014, (4): 26–27.
Ministry of land and resources. Ministry of environmental protection and Ministry of land and resources issued the bulletin of national soil pollution survey [J]. *Res Hab Env*, 2014, (4): 26–27.
- [28] 吴霄霄. 典型酸性水稻土镉污染钝化修复效果评估体系建立[D]. 北京: 中国农业科学院, 2019.
WU XX. Establishment of an evaluation system to evaluate the passivation remediation effect of cadmium pollution in typical acid paddy soils [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2019.
- [29] 石学香, 李丹丹, 肖楠, 等. 2011—2016 年青岛市居民主要膳食镉暴露水平评估[J]. 预防医学论坛, 2018, 24(3): 181–183, 187.
SHI XX, LI DD, XIAO N, *et al*. Assessment of dietary cadmium exposure among residents in Qingdao from 2011 to 2016 [J]. *Prev Med Trib*, 2018, 24(3): 181–183, 187.
- [30] 骆和东, 吴雨然, 姜艳芳. 我国食品中铬污染现状及健康风险[J]. 中国食品卫生杂志, 2015, (6): 717–721.
LUO HD, WU YR, JIANG YF. The contamination situation of chromium in food and risk assessment in China [J]. *Chin J Food Hyg*, 2015, (6): 717–721.
- [31] ADONAYLO VN, OTEIZA PI. Lead intoxication: Antioxidant defenses and oxidative damage in rat brain [J]. *Toxicology*, 1999, 135(2-3): 77–85.
- [32] 刘好, 张杨, 张睿. 食品中二氧化硫残留量检测结果分析[J]. 农业科技与信息, 2014, (2): 41–42.

- LIU Y, ZHANG Y, ZHANG R. Analysis of detection results of sulfur dioxide residue in food [J]. *Agric Sci Technol Inf*, 2014, (2): 41–42.
- [33] 唐欢欢, 范子玮, 邓利玲, 等. 明矾和魔芋葡甘聚糖对红薯粉丝品质的影响及相互作用机理[J]. *食品与发酵工业*, 2019, 45(9): 233–241.
- TANG HH, FAN ZW, DENG LL, *et al.* Effects of alum and konjac glucomannan on the quality of sweet potato noodles and their interaction mechanisms [J]. *Food Ferment Ind*, 2019, 45(9): 233–241.
- [34] 黎东. 南充市米粉中重金属污染物及违法添加剂的调查及分析[D]. 南充: 西华师范大学, 2020.
- LI D. Investigation and analysis of heavy metal pollutants and illegal additives in rice noodles in Nanchong city [D]. Nanchong: China West Normal University, 2020.
- [35] 李昆, 姚婷, 宁雪雪, 等. 黄曲霉毒素的研究进展[J]. *农产品加工*, 2017, (12): 61–63, 66.
- LI K, YAO T, NING XX, *et al.* The research progress of aflatoxin [J]. *Farm Prod Process*, 2017, (12): 61–63, 66.
- [36] 张维蔚, 何洁仪, 李迎月, 等. 2009—2013 年广州市市售粮油食品黄曲霉毒素 B₁ 调查[J]. *中国食品卫生杂志*, 2015, 27(3): 291–294.
- ZHANG WW, HE JYi, LI YY, *et al.* Investigation on aflatoxin B₁ in cereals, Oils and foodstuffs sold in Guangzhou from 2009 to 2013 [J]. *Chin J Food Hyg*, 2015, 27(3): 291–294.
- [37] 金立新, 侯青叶, 包雨函, 等. 德阳镉污染农田区生态安全性及居民健康风险评价[J]. *现代地质*, 2008, 22(6): 984–989.
- JIN LX, HOU QY, BAO YH, *et al.* Ecological security and residents health risk assessment on polluted farmland by cadmium in Deyang region [J]. *Geo Sci*, 2008, 22(6): 984–989.

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介



阳 曦, 高级工程师, 主要研究方向为食品安全质量检测。
E-mail: 381830470@qq.com



向世杰, 硕士, 高级农艺师, 主要研究方向为农产品质量安全检测。
E-mail: 191741623@qq.com