

DOI:10.13652/j.issn.1003-5788.2020.09.016

方便米饭安全生产关键监管数据标准化方法的研究

Study on the standardized method of key supervision data for safe production of instant rice

吴晓娟^{1,2} 许东^{1,2} 董界^{1,2} 吴伟^{1,2}

WU Xiao-juan^{1,2} XU Dong^{1,2} DONG Jie^{1,2} WU Wei^{1,2}

(1. 中南林业科技大学食品科学与工程学院, 湖南长沙 410004;

2. 稻谷及副产物深加工国家工程实验室, 湖南长沙 410004)

(1. College of Food Science and Engineering, Central South University of Forestry and Technology, Changsha, Hunan 410004, China; 2. National Engineering Laboratory for Rice and By-product Deep Processing, Changsha, Hunan 410004, China)

摘要:通过对方便米饭全产业链(包括稻谷种植、稻谷仓储、大米加工、方便米饭加工、方便米饭储存和销售等环节)进行分析,找出主要环节和关键控制节点,并确定了重要环节和关键控制节点的检测对象、主要指标和主要危害因子(污染物、真菌毒素、食品添加剂、微生物指标等),逐步形成了较为完善的方便米饭安全生产关键监管数据库结构。方便米饭安全生产关键监管数据库包含了法规集、方法集和数据集等,由此建立的安全生产关键监管数据标准化方法及知识库,有利于方便米饭全产业链的质量安全管理。

关键词:方便米饭;关键监管数据;标准化方法;食品安全

Abstract: The entire industrial chain of instant rice production, including paddy planting, paddy storage, rice processing, instant rice processing, instant rice storage and sales, etc., was analyzed to select the main links and critical control points. The detection objects, main indicators and main hazard factors, such as pollutants, mycotoxins, food additives, microbiological indicators, etc., of important links and critical control points were determined. A relatively complete key supervision database structure for the safe production of instant rice has been gradually formed. The key supervision database for the safe production of instant rice included regulation sets, method sets and data sets. The standardized methods and knowledge base for key supervision

data for safe production of instant rice were established, which could be conducive to the quality and safety management of the entire industrial chain of instant rice.

Keywords: instant rice; key supervision data; standardized method; food safety

方便米饭是一种以大米为原料,经过浸泡、蒸煮、干燥、包装等一系列先进工艺制备而成的易于保存的即食性食品^[1-2]。近年来,国内外学者通过研究大米原料(稻谷品种、大米配比)、加工工艺(预处理方式、蒸煮方式、干燥方式等)、食品添加剂(乳化剂、食用胶、酶制剂等)对方便米饭品质的影响,在改善方便米饭产品品质方面取得了显著成效^[3]。同时,中国相关企业通过转型升级,对产品、品类、渠道等进行革新,使得方便米饭工业化生产水平不断提升^[4]。但目前“镉大米”“菌落总数超标”“防腐剂超标”等食品安全事件时有发生,方便食品的安全生产面临严峻考验^[5-6]。因而,大多数食品生产企业采用危害分析与关键控制点(Hazard Analysis Critical Control Point, HACCP)体系、ISO 22000 食品安全管理体系、6S(包括整理、整顿、清洁、清扫、安全、素养)管理方法等,对生产经营全过程进行管控,以确保食品在准备、加工、食用等过程中免受可能发生的生物、化学和物理因素的危害^[7-9]。但随着食品安全大数据时代的到来,仅针对生产过程的风险控制已不能满足企业运营决策和产业转型升级的客观需求,涉及从原料种植、原料预处理、食品生产、储存、运输、销售、消费等整个产业链的过程监控、样本分析、数据采集和标准化管理,才有利于企业可持续发展^[10-12]。

研究拟对方便米饭生产全链条(包括稻谷种植、稻谷

基金项目:国家重点研发计划项目(编号:2018YFC1604001)

作者简介:吴晓娟,女,中南林业科技大学工程师,硕士。

通信作者:吴伟(1981—),男,中南林业科技大学教授,博士。

E-mail: foodwuwei@126.com

收稿日期:2020-08-03

收储、大米加工、方便米饭加工、方便米饭储存和销售等环节)进行分析,找出关键控制节点和主要危害因子,确定检测对象、指标体系,建立适用于方便米饭安全生产关键监管数据的标准化方法,以期为方便米饭全产业链的质量安全管理提供理论参考。

1 方便米饭全产业链主要环节的记录信息及控制条件

方便米饭全产业链的主要环节包括:稻谷种植、稻谷收储、大米加工、方便米饭加工、方便米饭储存和销售,每个环节又包含数个关键节点。方便米饭全链条产业主要环节和关键节点需要记录的具体信息详见表 1。以方便米饭加工环节为例,包含清洗、浸泡、蒸煮、冷却、离散、干燥、包装等多个节点,企业有必要记录大米原料及各种加

工助剂、食品添加剂、包装材料等相关产品的名称、规格、数量、供货者名称及联系方式、进货日期等内容;生产/操作/包装车间人员卫生、健康情况,仓库卫生情况;各工序的工艺参数,产品储存情况及产品的检验批号、检验日期、检验人员、检验方法、检验结果等信息。这些信息不仅有助于方便米饭加工的过程控制,还有助于问题产品的溯源和管理体系的改进。

方便米饭全产业链的重要环节和关键节点都有对应的法律法规或标准规范进行条件约束和过程控制(详见表 1)。

(1) 稻谷种植环节。水稻产地环境条件及其管理应当符合 NY/T 847《水稻产地环境技术条件》,通过对土壤、灌溉水的农药、污染物等指标进行管控,就可以从源

表 1 方便米饭全产业链主要环节的记录信息及控制条件

Table 1 The record information and control conditions of the main links of instant rice industry chain

主要环节	关键节点	记录信息	控制条件
稻谷种植	品种	品种(以品种审定名为准),厂家,采购日期,生产日期,保质期	
	产地环境	土壤条件,环境质量(空气、灌溉水、土壤),生态环境保护(农药、污染物等)	NY/T 847
	栽培和田间管理	栽培技术(土壤墒情、株行距、种植深度、底肥施用规则、水肥管理规则、农药管理规则、病虫害防治等),水肥管理(灌溉要点、施肥种类、比例、施肥量、施肥时期等),农药管理	LS/T 1218
稻谷收储	收获	收获时间、收获方式	
	运输	运输方式、运输工具、车次/批次编号、运输路径	
	干燥	晾晒或烘干(包括烘干方式、参数)	GB/T 21015
大米加工	储存	储存量,储存地址,储存方式(常温、低温、准低温等),储存条件(温度、湿度、卫生情况),储存过程中的虫霉防控记录和样品抽检记录	GB/T 29890
	清理		
	碾米	稻谷原料及各种加工助剂、包装材料等相关产品的名称、规格、数量、供货者名称及联系方式、进货日期等内容;生产/操作/包装车间人员卫生、健康情况(内包装操作人员需健康证),仓库卫生情况;各工序的工艺参数,产品储存情况及产品的检验批号、检验日期、检验人员、检验方法、检验结果等	GB 1350、GB/T 17891、LS/T 3108、GB/T 26630、LS/T 1218、GB/T 1354、LS/T 3247
方便米饭加工	抛光		
	成品米		
	清洗		
方便米饭加工	浸泡		
	蒸煮	大米原料及各种加工助剂、食品添加剂、包装材料等相关产品的名称、规格、数量、供货者名称及联系方式、进货日期等内容;生产/操作/包装车间人员卫生、健康情况(内包装操作人员需健康证),仓库卫生情况;各工序的工艺参数	GB 14881、LS/T 1218、GB 9685、GB 4806.1
	冷却		
方便米饭加工	离散		
	干燥		
	包装		
方便米饭加工	成品	产品储存情况及产品检验批号、检验日期、检验人员、检验方法、检验结果等	GB/T 31323
	储存	储存量,储存地址,储存方式(常温、低温、准低温等),储存条件(温度、湿度、卫生情况),储存过程中的样品抽检记录	GB/T 191
	运输	运输方式(铁路或公路,常温或冷链);环境条件(温度、湿度、卫生情况)	GB/T 6543
方便米饭销售和召回	销售	出厂产品的名称、规格、数量、生产日期、生产批号,购货者名称及联系方式、检验合格单、销售日期等内容	GB 7718、GB 28050
	召回	发生召回的产品名称、批次、规格、数量,发生召回的原因及后续整改方案等内容	GB 14881

头上阻遏“镉大米”原料流向方便米饭生产企业;栽培和田间管理如果符合 LS/T 1218《中国好粮油 生产质量控制规范》,就可以生产更多优质的稻谷,从而有利于方便米饭的品质提升和品牌创新^[13-14]。

(2) 稻谷收储环节。干燥过程质量管理应符合 GB/T 21015《稻谷干燥技术规范》;储藏过程质量管理应符合 GB/T 29890《粮油储藏技术规范》。

(3) 大米加工环节。稻谷原料质量指标应符合 GB 1350《稻谷》、GB/T 17891《优质稻谷》和 LS/T 3108《中国好粮油 稻谷》;生产过程应符合 GB/T 26630《大米加工企业良好操作技术规范》和 LS/T 1218《中国好粮油 生产质量控制规范》;成品大米应符合 GB/T 1354《大米》或 LS/T 3247《中国好粮油 大米》。

(4) 方便米饭加工环节。加工过程符合 GB 14881《食品安全国家标准 食品生产通用卫生规范》和 LS/T 1218《中国好粮油 生产质量控制规范》;包装和接触材料符合 GB 9685《食品安全国家标准 食品接触材料及制品用添加剂使用标准》、GB 4806.1《食品安全国家标准 食

品接触材料及制品通用安全要求》等;成品方便米饭符合 GB/T 31323《方便米饭》。

(5) 方便米饭储存和销售环节。包装储运标志符合 GB/T 191《包装储运图示标志》的规定;运输包装如使用瓦楞纸箱,符合 GB/T 6543《运输包装用单瓦楞纸箱和双瓦楞纸箱》的规定;销售包装标识标签符合 GB 7718《食品安全国家标准 预包装食品标签通则》和 GB 28050《食品安全国家标准 预包装食品营养标签通则》;产品召回管理应按照 GB 14881《食品安全国家标准 食品生产通用卫生规范》的相关规定执行。

2 方便米饭全产业链重要环节的检测对象、主要指标和采集周期

除了必要的信息记录和标准规范汇总,生产环境、原辅材料与产品样本的抽样检测以及这些检测数据的记录、整理和分析,对于方便米饭安全生产关键监管数据库的建立也是必不可少的。方便米饭全产业链重要环节的检测对象和主要指标如表2所示,土壤、灌溉水是稻谷种

表2 方便米饭全产业链重要环节的检测对象及主要指标

Table 2 The detection objects and main indicators of important links in the entire industry chain of instant rice

关键节点	检测对象	主要指标	检测方法	采集周期
稻谷种植	土壤	镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、六六六总量、滴滴涕总量、苯并[a]芘	GB/T 17136 等	1 次/年
	灌溉水	生化需氧量(BOD ₅)、悬浮物、凯氏氮、水温、氯化物、总汞、总砷、总铅、总锌、苯、丙烯醛、化学需氧量、阴离子表面活性剂、总磷、pH 值、硫化物、总镉、铬(六价)、总铜、总硒、三氯乙醚、硼	GB 7494 等	1 次/年
稻谷收储	收购原粮	杂质含量、不完善粒含量、黄粒米含量、整精米率、出糙率、垩白度、水分含量、毒素(如黄曲霉毒素)、污染物(如镉)、农残(如丁草胺)	GB 2761、GB 2762、GB2 763 等	每批
	储备粮	粮温、相对湿度、水分含量、害虫密度、杂质含量、不完善粒含量、黄粒米含量、一致性、整精米率、出糙率、垩白度、毒素	GB 2761、GB 2762、GB 2763 等	按 GB/T 29890 执行
大米加工	原粮	杂质含量、不完善粒含量、黄粒米含量、一致性、整精米率、出糙率、垩白度、水分含量、毒素	GB 2761、GB 2762、GB 2763 等	每批
	净谷	杂质总量、砂石粒数、含稗粒数	LS/T 1218	每批
	砻谷	脱壳率、稻壳含量	LS/T 1218	每批
	净糙	谷含糙、净糙含杂	LS/T 1218	每批
	碾米	加工精度、色泽、大米升温、增碎率、糙白不均率、含糖率	LS/T 1218	每批
	成品米	杂质含量、不完善粒含量、黄粒米含量、互混、水分含量、碎米总量、垩白度、毒素、污染物、农残	LS/T 1218	每批(型式检验为每半年1次)
方便米饭加工	原料大米	杂质含量、不完善粒含量、黄粒米含量、互混、水分含量、碎米总量、垩白度、毒素、污染物、农残	LS/T 1218	每批(型式检验为每半年1次)
	蒸煮	α 化度	GB/T 31323	每批
	干燥	水分	GB 5009.3	每批
	成品方便米饭	外观结构、滋味和气味、适口性、杂质、水分、 α 化度、复水性、黑头米粒、小碎米、毒素、污染物、微生物(如菌落总数)、食品添加剂(如抗坏血酸棕榈酸酯)	GB/T 31323 等	每批(型式检验为每半年1次)

植这一节点必不可少的检测对象;杂质含量、不完善粒含量、黄粒米含量等质量品质指标是收储原粮必不可少的检测指标;除质量品质指标外,粮温、相对湿度、害虫密度等粮情检测是储备粮必不可少的监测指标^[15];感官要求(外观结构、滋味和气味、适口性、杂质)、理化指标(水分、 α 化度、复水性、黑头米粒、小碎米)以及毒素(如黄曲霉毒素)、污染物(如镉)、微生物(如菌落总数)、食品添加剂(如抗坏血酸棕榈酸酯)都是确保方便米饭质量和安全的主要指标^[4, 16]。

根据各节点的特点、潜在风险以及相关的法律法规、标准规范,确定这些指标的检测方法和采集周期(详见表 2)。稻谷种植过程中,土壤、灌溉水的采集周期通常为每年 1 次。稻谷收储过程中,原粮收购要求每批必检,而原粮储藏的采集周期则根据 GB/T 29890《粮油储藏技术规范》有关规定执行,例如杂质含量、不完善粒含量、黄粒米含量等品质质量指标要求储藏过夏的粮食在进仓后出仓前每年春、秋季各检测 1 次,不储藏过夏的粮食仅需进仓后出仓前各检测 1 次。从表 2 还可以看出,大米加工和方便米饭加工过程中的各个环节都规定了相应的检测指标,这些指标通常都是每批必检,并且针对成品米或成品方便米饭产品质量进行全面考核的型式检验至少每半年 1 次。

3 方便米饭安全生产的主要危害因子及风险评估

3.1 方便米饭安全生产的主要危害因子

通过调研稻谷、大米和方便米饭相关企业的实际生产情况,并对原料和产品质量检测数据进行分析发现,原料稻谷的危害因子主要有 6 种污染物、2 种真菌毒素和 19 种农药残留;成品大米的危害因子主要有 6 种污染物、2 种真菌毒素和 17 种农药残留;方便米饭的主要危害因子有 6 种污染物、2 种真菌毒素、4 种食品添加剂和 5 项微生物指标(图 1 和表 3)。成品方便米饭的危害因子与其

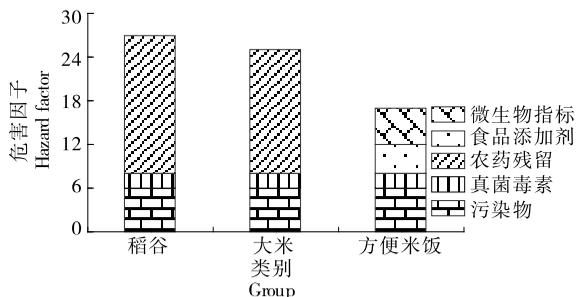


图 1 稻谷、大米和方便米饭主要危害因子比较

Figure 1 Comparison of the main hazard factors of paddy, rice and instant rice

表 3 方便米饭安全生产的主要危害因子

Table 3 The main hazard factors for the safe production of instant rice

危害因子	限量(≤)	危害特征描述	严重性分值	检测方法	
污染物	汞(以 Hg 计)	0.02 mg/kg	导致死亡或遗患终身 ^[17]	0.95	GB 5009.17
	无机砷(以 As 计)	0.2 mg/kg	导致代谢障碍,致癌作用,中枢神经系统麻痹等 ^[17]	0.90	GB 5009.11
	铅(以 Pb 计)	0.2 mg/kg	破坏神经系统、消化系统,造成脑组织损伤等 ^[18]	0.90	GB 5009.12
	铬(以 Cr 计)	1.0 mg/kg	引起肾脏、肝脏、神经系统和血液病变,导致死亡 ^[18]	0.90	GB 5009.123
	镉(以 Cd 计)	0.2 mg/kg	损害肾小管和肾小球,导致软骨病 ^[18]	0.90	GB 5009.15
	苯并[a]芘	5.0 μg/kg	具有致癌、致畸、致突变性 ^[19]	0.95	GB 5009.27
真菌毒素	赭曲霉毒素 A	5.0 μg/kg	致畸、致癌、致突变和免疫抑制作用 ^[20]	0.95	GB 5009.96
	黄曲霉毒素 B ₁	10 μg/kg	损害肝脏,致癌作用 ^[21]	0.95	GB 5009.22
食品添加剂	茶多酚	0.4 g/kg	对人毒性低 ^[22]	0.30	GB/T 8313
	抗坏血酸棕榈酸酯	0.2 g/kg	对人毒性低 ^[22]	0.30	GB 1886.230
	三氯蔗糖	0.7 g/kg	对人毒性低 ^[22]	0.30	GB 22255
	β-环状糊精	1.0 g/kg	对人毒性低 ^[22]	0.30	GB 1886.180
微生物指标	菌落总数	1 000 CFU/g(米饭) 50 000 CFU/g(米饭和料包)	菌落总数超标通常意味着致病菌超标的机会增大 ^[23]	0.80	GB/T 4789.2
	大肠菌群	30 MPN/100 g(米饭) 150 MPN/100 g(米饭和料包)	具有引发食物中毒的风险 ^[23]	0.80	GB/T 4789.3
	沙门氏菌	不得检出	可引起食物中毒,导致胃肠炎、伤寒和副伤寒等疾病 ^[23]	0.90	GB/T 4789.4
	志贺氏菌	不得检出	可导致细菌性痢疾 ^[23]	0.90	GB/T 4789.5
	金黄色葡萄球菌	不得检出	可导致化脓感染 ^[23]	0.90	GB/T 4789.10

原料并不完全一致,其中一部分危害因子来源于原料代入,一部分受产品加工工艺和营养特性影响,还有一部分来源于食品添加剂的使用^[24-25]。为了进一步对这些危害因子进行风险评估,有必要根据有害物质对人体健康产生的危害进行评分。严重性分值(1分制)分为高、中、低3档:导致一般性疾病、重大疾病、死亡、灾难性的或者严重性的后果, ≥ 0.9 ;导致较轻微的疾病或健康隐患,或者导致产品召回或顾客投诉, $0.7 \sim 0.9$;微不足道的最小的影响, ≤ 0.7 。如表3所示,方便米饭安全生产过程中,相比于食品添加剂,来源于原料稻谷的污染物和真菌毒素主要对人体危害性更大。

3.2 方便米饭安全生产风险评估

参考宋韶芳等^[26]和段夏菲等^[27]的方法对方便米饭生产过程进行风险评估,采用单因子污染指数(P_{ji})评估方便米饭17种主要危害因子的相对风险值,计算公式为

$$P_{ji} = C_{ji} / S_{ji}, \quad (1)$$

式中:

P_{ji} ——第 j 个节点第 i 危害因子的相对风险值;

C_{ji} ——危害因子实测值;

S_{ji} ——危害因子限量值。

P_{ji} 值越大,说明风险程度越大。另外,采用最大风险值法确定节点风险指数 P_j 和综合风险指数 P ,即: $P_j = [P_{ji}]_{\max}$, $P = [P_j]_{\max}$ 。再采用三维评价法,综合考虑风险指数、发生频率和严重性分值计算风险得分,计算公式为:

$$R = aP + bF + cS, \quad (2)$$

式中:

R ——风险得分;

P ——风险指数;

F ——发生频率;

S ——严重性分值;

a, b, c ——响应的权重系数,分别为 $0.4, 0.2, 0.4$ ^[28]。

根据以上公式计算得到的风险得分可用于关键节点或成品的风险评估,风险等级划分详见表4。方便米饭生产企业可以针对主要危害因子,参考以上步骤对各重要

表4 方便米饭安全生产风险等级描述[†]

Table 4 Description of the risk levels for the safe production of instant rice

风险等级	风险描述	风险得分(R)	其他条件
4级	低风险	< 0.70	$P < 0.8$
3级	中等风险	$0.70 \sim 0.79$	$P < 0.9$
2级	高风险	$0.80 \sim 0.89$	$P \geq 0.9, F \geq 1$
1级	极高风险	≥ 0.90	$P \geq 1$, 或 $F \geq 2$, 或 $R \geq 0.8$ 且 $S \geq 0.9$

[†] 事件发生频率 F :已知会发生或经常发生, ≥ 1 ;可能发生或曾经报道过, $0.6 \sim 1.0$;几乎不可能发生, ≤ 0.6 。

环节或关键节点进行风险分级,以便按照风险等级极高、高、中、低的顺序开展各环节的监管工作,这样可以有效降低监管成本,提高监管效能和生产效率^[29]。

4 方便米饭安全生产关键监管数据库结构和组成

在射频识别、区块链、物联网等技术支持下,食品安全风险预测和智慧监管能力显著提升,基于大数据相关理论的食品安全风险控制是食品行业发展的必然趋势^[10, 30]。信息技术领域的专家学者虽然擅于开发高效便捷的数据管理系统,但仍然需要食品领域的生产者来建立关键监管数据的采集、检测、记录等一系列标准方法,真正做到结合食品安全的大数据特征进行风险管控。在方便米饭安全生产过程中,根据企业实际情况确定全产业链主要环节和关键节点,依据适用于各环节和关键节点的法律法规、标准规范,形成适用于企业的生产质量管理体系,并且采集各关键节点的基本信息和检验数据(包括但不限于节点名称、检测对象、主要指标、检测周期、检测方法、采集周期、检测结果等),并且重点分析安全生产的主要危害因子(包括但不限于污染物、真菌毒素、食品添加剂、微生物指标等),可以逐步形成较为完善的方便米饭安全生产关键监管数据库(结构和组成详见图2)。方便米饭安全生

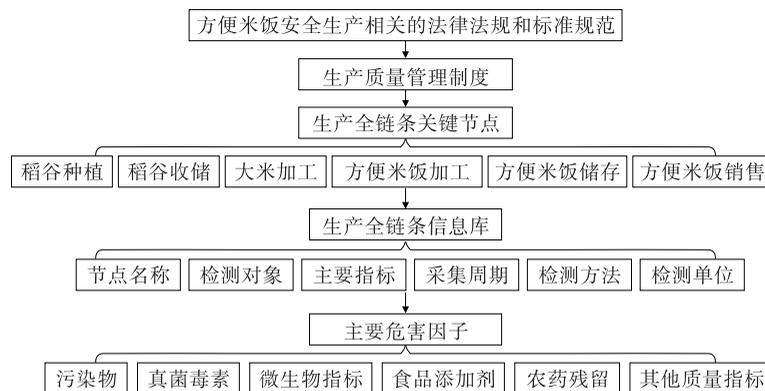


图2 方便米饭安全生产关键监管数据库的结构和组成

Figure 2 The structure and composition of the key supervision database for the safe production of instant rice

产关键监管数据库包含了法规集、方法集和数据集等,由此建立的方便米饭安全生产关键监管数据标准化方法,有利于企业对产品安全生产全链条关键节点的风险管控。

5 结论

通过对方便米饭全产业链进行分析,找出主要环节和关键控制节点,针对重要环节和关键节点查找相关的法律法规和标准规范进行条件约束和过程控制,并确定了方便米饭全链条关键节点的检测对象、主要指标和主要危害因子,逐步形成了较为完善的方便米饭安全生产关键监管数据库结构,有利于企业对产品安全生产全链条关键节点进行风险管控。方便米饭安全生产关键监管数据标准化方法的建立,将推动粮、油产品安全监管大数据体系和知识库的构建,提升粮油食品生产企业的生产效率、产品合格率和社会经济效益。但是,食品安全生产关键监管数据标准化方法的建立只是构建食品安全大数据体系的基础环节,有必要进一步开发高效的数据采集分析系统和智能化的食品安全预警系统,推进食品安全大数据共享和应用,才能真正有利于食品安全的社会共治。

参考文献

- [1] 龙杰, 吴凤凤, 金征宇, 等. 预处理和干燥方式对方便米饭品质的影响[J]. 中国粮油学报, 2018, 33(9): 1-6, 12.
- [2] BRUCE R M, ATUNGULU G G, SADAKA S. Physico-chemical and functional properties of medium-sized broken rice kernels and their potential in instant rice production[J]. Cereal Chemistry, 2020, 97(3): 681-692.
- [3] 王龙, 罗非君. 方便米饭工艺的优化及其品质的影响[J]. 粮食与油脂, 2018, 31(12): 16-18.
- [4] 罗霜霜, 康建平, 张星灿, 等. 方便米饭品质改良研究进展[J]. 粮油食品科技, 2020, 28(3): 78-84.
- [5] 杨慧萍, 曹玉华, 宋伟. HACCP 在方便食品生产中的应用[J]. 食品科学, 2003, 24(8): 75-77.
- [6] MENG Q H, ZHANG S W, YAN S, et al. Establishment of comprehensive quality evaluation model of fresh instant rice[J]. Food and Nutrition Research, 2019, 63: 1 420.
- [7] AL-BUSAIDI M A, JUKES D J, BOSE S. Hazard analysis and critical control point (HACCP) in seafood processing: An analysis of its application and use in regulation in the Sultanate of Oman[J]. Food Control, 2017, 73(B): 900-915.
- [8] CHEN Hsin-jung, CHEN Yi-juan, LIU Shi-hlun, et al. Establishment the critical control point methodologies of seven major food processes in the catering industry to meet the core concepts of ISO 22000:2018 based on the Taiwanese experience[J]. Journal of Food Safety, 2019, 39(6): e12691.
- [9] 黄秋婷, 尹玮路, 宋安华. 基于 HACCP 和 6S 管理方法的食品检验检测机构质量控制研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(11): 3 678-3 682.
- [10] 韦银. 大数据下计算机信息技术在食品企业食品安全管理中的应用[J]. 食品与机械, 2016, 32(2): 226-228.
- [11] 吕秀珠, 宋铮. 食品安全标准化管理的重要性分析[J]. 科技资讯, 2020(11): 195-196.
- [12] 李佳洁, 任雅楠, 王艳君, 等. 中国食品安全追溯制度的构建探讨[J]. 食品科学, 2018, 39(5): 278-283.
- [13] 刘常金, 谢艳辉, 李静, 等. 不同产地稻米的食味品质与化学组成的比较研究[J]. 食品科学, 2013, 34(22): 165-169.
- [14] 杨冰, 王莉, 王韧, 等. 方便米饭品质特性与原料适应性的研究[J]. 食品工业科技, 2012, 33(16): 165-170.
- [15] 吴晓娟, 吴伟, 高崇明, 等. 压盖导流通风降温技术对储藏稻谷品质的影响[J]. 食品与机械, 2015, 32(6): 132-135.
- [16] 赵萌, 张磊, 朱洁, 等. 预制条件及干燥方式对自热米饭品质的影响[J]. 食品工业科技, 2020, 41(3): 16-21.
- [17] LI Li-bing, FENG Hua-shuai, WEI Jun-xiao. Toxic element (As and Hg) content and health risk assessment of commercially available rice for residents in Beijing based on their dietary consumption[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2020, 27(12): 13 205-13 214.
- [18] SHARMA S, NAGPAL A K, KAUR I. Heavy metal contamination in soil, food crops and associated health risks for residents of Ropar wetland, Punjab, India and its environs[J]. Food Chemistry, 2018, 255: 15-22.
- [19] CHEN Kai-ge, KANG Run-run, SUN Qian, et al. Resveratrol ameliorates disorders of mitochondrial biogenesis and mitophagy in rats continuously exposed to benzo(a)pyrene from embryonic development through adolescence[J]. Toxicology, 2020, 442: 152532.
- [20] CEBRIÁN E, RODRÍGUEZ M, PEROMINGO B, et al. Efficacy of the combined protective cultures of penicillium chrysogenum and debaryomyces hansenii for the control of ochratoxin A hazards in dry-cured ham[J]. Toxins, 2019, 11(12): 710.
- [21] TAGHIZADEH S F, REZAEI R, DAVARYNEJAD G, et al. Risk assessment of exposure to aflatoxin B1 and ochratoxin A through consumption of different Pistachio (*Pistacia vera* L.) cultivars collected from four geographical regions of Iran[J]. Environmental Toxicology and Pharmacology, 2018, 61: 61-66.
- [22] 刘晓毅. 食品生产加工过程风险控制标准分析[J]. 食品工业科技, 2014, 35(6): 49-51, 62.
- [23] 张东来, 董庆利. 食源性致病微生物风险管理与控制[J]. 食品科学, 2016, 37(17): 281-288.
- [24] WU Feng-feng, YANG Na, CHEN Hai-ying, et al. Effect of germination on flavor volatiles of cooked brown rice[J]. Cereal Chemistry, 2011, 88(5): 497-503.
- [25] 曲丽丽, 刘英, 徐群英, 等. 品质改良剂抑制模拟米制食品回生效果探讨[J]. 食品科技, 2013, 38(5): 174-178.

(下转第 107 页)

- 2020, 53(1): 142-149.
- [5] 班海琴. 区块链和 RFID 技术在商品溯源防伪中的应用研究[J]. 电脑知识与技术, 2019, 15(23): 237-239.
- [6] WANT R. An introduction to RFID technology[J]. IEEE Pervasive Computing, 2006(1): 25-33.
- [7] 禹忠, 郭畅, 谢永斌, 等. 基于区块链的医药防伪溯源系统研究[J]. 计算机工程与应用, 2020, 56(3): 35-41.
- [8] 刘尧. 基于 RFID 物联网的猪肉信息跟踪追溯系统开发[D]. 南京: 南京农业大学, 2012: 3-4.
- [9] 肖程琳, 李妹萱, 胡敏思, 等. 区块链技术在食品信息溯源中的应用研究[J]. 物流工程与管理, 2018, 40(8): 77-79.
- [10] 陈腾. 浅谈区块链防伪溯源[J]. 互联网经济, 2018(12): 26-31.
- [11] 王红梅, 于跃成. 基于区块链的食品安全溯源技术研究[J]. 电子设计工程, 2019, 27(13): 16-20, 25.
- [12] 蔡维德, 郁莲, 王荣, 等. 基于区块链的应用系统开发方法研究[J]. 软件学报, 2017, 28(6): 1 474-1 487.
- [13] 曾小青, 彭越, 王琪. 物联网加区块链的食品安全追溯系统研究[J]. 食品与机械, 2018, 34(9): 100-105.
- [14] XIAO Yang, SHEN Xue-min, SUN Bo, et al. Security and privacy in RFID and applications in telemedicine[J]. IEEE Communications Magazine, 2006, 44(4): 64-72.
- [15] 张亮, 张翰林, 孔凡玉, 等. 基于 Ethereum 的房地产供应链系统设计与实现[J]. 计算机工程与应用, 2020, 56(3): 214-223.
- [16] 吴远. 基于区块链技术的食品安全追溯方法研究[D]. 上海: 上海应用技术大学, 2019: 10-11.
- [17] 周博轩, 满毅, 刘宁宁, 等. 基于 Hyperledger Fabric 的生物数据安全治理[J]. 网络空间安全, 2019, 10(4): 55-60.
- [18] 田承东. 同态加密在物联网区块链数据安全中的应用[J]. 网络安全技术与应用, 2018(3): 34-36.
- [19] DANNEN C. Introducing ethereum and solidity[M]. Berkeley: Apress, 2017: 2-3.
- [20] 刘宗妹. “区块链+”智慧监狱应用研究[J]. 通信技术, 2019, 52(9): 2 271-2 277.
- [21] 李丹. 基于区块链技术在社会公益领域的应用初探[J]. 信息技术, 2019(10): 149-153.
- [22] 李明佳, 汪登, 曾小珊, 等. 基于区块链的食品安全溯源体系设计[J]. 食品科学, 2019, 40(3): 279-285.
- [23] 张旭凤, 宛如星, 郑忠义. 基于区块链技术的农产品物流信息系统模式[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(15): 263-268.
- [24] 侯宝佳. 基于智能手机和 RFID 技术的农产品物流信息系统[D]. 北京: 中国地质大学, 2010: 1-2.
- [25] 仵冀颖, 杜聪, 马志远, 等. 应用于食品追溯体系的区块链架构设计[J]. 计算机应用与软件, 2019, 36(12): 46-50, 86.

(上接第 86 页)

- [9] 吴锁连, 康怀彬, 李冬姣, 等. 动物食品中磺胺类药物残留的分析方法[J]. 农产品加工(下半月), 2017(20): 64-67, 73.
- [10] 蒋文晓. 动物性食品中喹诺酮类药物代谢物和磺胺类-喹诺酮类药物多残留免疫分析方法研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2014: 143.
- [11] 杨璐齐, 李蓉, 高永清, 等. UPLC-Q-Orbitrap HRMS 同时检测水产品中磺胺和喹诺酮类药物残留[J]. 食品与机械, 2017, 33(8): 38-43.
- [12] 李杏翠, 李宝明, 田亚平. UPLC-MS/MS 法测定动物源性食品中 3 种磺胺类药物残留[J]. 中国药师, 2015(18): 38-41.
- [13] 张宁. 高效液相色谱法测定鸡肉中磺胺类药物研究[J]. 天津农学院学报, 2017(1): 34-37.
- [14] 刘洪斌, 姚喜梅, 蔡英华, 等. UPLC-MS/MS 检测鸡蛋中 16 种磺胺类药物残留[J]. 分析实验室, 2015(10): 1 141-1 144.
- [15] 李仪, 张炎, 张雅婷, 等. 微萃取超高效液相色谱检测磺胺类药物的研究[J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 2019(2): 156-163.
- [16] 刘桂英, 宋广军, 王召会, 等. 固相萃取-超高效液相色谱串联质谱法测定水产品中磺胺类药物残留[J]. 食品安全质量检测学报, 2019(8): 2 240-2 246.
- [17] 刘思思, 杜鹃, 陈景文, 等. 加速溶剂萃取-高效液相色谱-串联质谱联用测定莱州湾海水养殖区野生鱼肌肉中 19 种抗生素及 2 种磺胺代谢产物残留[J]. 色谱, 2014(12): 1 320-1 325.
- [18] 王露, 汪怡, 杭学宇, 等. 磁性固相萃取-高效液相色谱法测定牛奶中 4 种磺胺类药物[J]. 理化检验(化学分册), 2017(5): 562-565.
- [19] 孙红祥, 许英雷. 抗菌药物与甲氧苄啶联合抗菌作用的测定[J]. 中国兽药杂志, 2001, 35(4): 25-27.
- [20] 楼立峰, 章学东, 张成先, 等. 商品乌鸡饲养管理技术要点[J]. 杭州农业与科技, 2013(3): 36-38.

(上接第 96 页)

- [26] 宋韶芳, 陈坤才, 刘于飞, 等. 广州市市售大米镉污染及健康风险评估[J]. 预防医学, 2020, 32(7): 723-725.
- [27] 段夏菲, 曾雅, 李映霞, 等. 食品安全指数法评估广州市海珠区果品中有机磷类农药残留的风险[J]. 中国卫生检验杂志, 2020, 30(1): 87-90.
- [28] 金征宇, 胥传来, 谢正军. 食品安全导论[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 255-257.
- [29] 生吉萍, 宿文凡, 罗云波. 食品流通领域风险分析与风险控制[J]. 食品工业科技. (2020-05-11). [2020-08-03]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1759.TS.20200511.1212.008.html>.
- [30] 刘宗妹. “区块链+射频识别技术”赋能食品溯源平台研究[J]. 食品与机械. (2020-06-02). [2020-08-03]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/43.1183.TS.20200602.1350.008.html>.