

香菇酱研究进展

Research progress of mushroom sauce

陈 静

唐浩国

王嘉康

杨同香

马丽苹

CHEN Jing TANG Hao-guo WANG Jia-kang YANG Tong-xiang MA Li-ping

(河南科技大学食品与生物工程学院, 河南 洛阳 471003)

(College of Food & Bioengineering, Henan University of Science & Technology, Luoyang, Henan 471003, China)

摘要:从原辅材料选择、配方及工艺研究、分析检测、存在的问题等方面对近年来有关香菇酱的研究成果进行综述,并对原材料质量、营养安全检测方面进行展望。

关键词:香菇酱;加工工艺;分析检测

Abstract: This review summarized the research achievements of mushroom sauce in recent years, from the aspects of raw and auxiliary materials selection, formula, and process research, analysis and testing, existing problems, and prospected the raw material quality and nutrition safety detection.

Keywords: mushroom sauce; processing technology; analysis and detection

研究表明,食用菌富含硒^[1]、多糖^[2]、碳水化合物^[3]、维生素^[4]、蛋白质^[5]和膳食纤维^[6]等营养物质。此外,食用菌也是多种生物活性物质^[7]的重要来源,常被作为保健品^[8]或膳食补充剂使用,具有良好的产业发展前景。

近年来,中国的调味酱产品逐渐呈现出产品多元化、系列化、营养保健化的发展趋势。香菇酱主要是以香菇为原料,配以豆酱、食用油等配料,再经高温烹制而成的一种即食调味品。其具有菇香浓郁、口味协调、健康营养等特点,深受消费者的喜爱。近年来,香菇酱的配方、工艺研究、安全研究^[9-10]受到国内外学者的关注,已有较多文献报道。研究拟对近年来香菇酱原材料选择、配方工艺、安全检测进行综述,对香菇酱的原材料质量及安全性研究进行展望,以期为香菇酱的制作和开发提供参考。

1 原辅材料

传统香菇酱主要以香菇为原料,配以食用油和香辛料制作而成。单一的配料无法满足人们对口感和营养方

面的需求,通过添加多种辅料,可以提高产品的口感和营养。

1.1 原料

目前,在香菇酱原料选择过程中,将畜产品和水产品加入到香菇酱中,可以提高产品中蛋白质、氨基酸等营养成分。成希祥^[11]研制了以香菇和鸡肉为主要原料,辅以多种香辛料的复合保健肉酱,产品菇香浓郁、色泽鲜艳、营养丰富,滋味鲜美。崔东波^[12]研制出一种香菇黑木耳保健牛肉酱。香菇和黑木耳能增强人体免疫力,有降低血脂的功能,配合低热量的牛肉,不仅滋味鲜美,营养价值也更高。崔东波^[13]还以新鲜鲑鱼、金针菇和香菇为主要原料,研制了鲑鱼食用菌复合保健风味酱。金针菇中含有丰富的膳食纤维,鲑鱼含有丰富的矿物质,二者的加入使得产品具有更好的保健作用。将蔬菜复配添加到香菇酱中,不仅能改善产品的口感,增加其鲜味,并提高其营养价值。刘义等^[14]在传统香菇酱的基础上,添加了营养丰富的剑河海鲜菇,还有云贵地区富有特色的糟辣椒,制作而成的产品因鲜香开胃,风味独特,营养价值丰富等特点受到当地消费者的喜爱。范露等^[15]开发出一种紫菜香菇复合调味酱,紫菜含有丰富的蛋白质、碘质等,清热利水,补肾养心。该产品风味浓郁,口感独特。王彦平等^[16]制作了一种以香菇和紫山药为主要原料的酱制品,紫山药含有大量花青素,抗氧化效果明显,且口感香醇,营养价值较高。与香菇配合增加独特口感,使整体产品口感协调,组织状态均匀,酱香浓郁醇厚。

在香菇酱加工过程中加入畜产品和水产品,如鸡肉、牛肉、鱼^[17]等,可有效提高产品营养价值,具有较好的保健作用,使产品风味独特、营养均衡,可以丰富产品种类、提升产品口感。

1.2 辅料

辅料对产品风味也存在很大影响,不同地区对产品风味要求不一致,因各地有不同特色。王莹钰等^[18]将有独特

作者简介:陈静,女,河南科技大学在读硕士研究生。

通信作者:唐浩国(1968—),男,河南科技大学教授,博士。

E-mail: tanghaoguo@126.com

收稿日期:2021-11-30 改回日期:2022-05-18

风味的花椒、辣椒加入香菇酱中,不仅改善了原味香菇酱暗沉的棕褐色色泽,呈现出鲜亮的红褐色色泽,还使其增加了花椒和辣椒所独特的麻辣鲜风味和口感。聂相珍等^[19]将辣椒、牛肉和干豆豉加入香菇酱中,与香菇一起加工,开发一种新产品营养豆豉辣椒香菇酱,这种酱制品口感丰富,营养价值较高,适合各个阶段的人群食用,且豆豉具有的独特口感,使得产品具有独特风味。然而,目前市面上的香菇酱种类还较为单一,大多数创新型香菇酱类产品仅仅停留在试验阶段,未进入市场进行大批量生产销售,希望专家可向企业共享研发的新配方产品,弥补市场空缺。

在产品中加入与香菇配合能够提鲜的木耳、辣椒、大葱、八角等香辛调味料,或加入能够与其互补的食材,这些新的配方研究不仅提高了产品的口感和营养价值,还填补了市场空缺,为后续新产品开发提供了参考依据。然而,不是所有材料都能作为食用菌酱的原辅材料,如有些含水量较高的绿叶类蔬菜,经过加热,会出现变色、甚至发苦的现象,被作为原料加入,会使得产品出现感官上的不适,且色泽和口感都无法得到保障。所以在原料的选择过程中,不能只注重产品的营养价值,产品的口感、风味、滋味、气味、色泽等也是必须要考量的。

2 配方

传统香菇酱的配方工艺参数不严谨,大多凭借经验进行加工,原辅材料没有准确的配比,制作加工过程中没有可靠的参考指标,仅凭风味测评来判断产品的优劣,无法制作出真正安全可靠的产品。为此,学者们对香菇酱的配方工艺(见表 1)进行优化。

感官评定在原辅料配比选择上起到很重要的作用,为其确定提供了手段。曾维丽等^[25]研究食用菌酱罐头的制作工艺,并采用模糊数学法对产品中植物油使用量进行感官评定,结果表明,当植物油脂添加量为 25%时,产品色泽鲜亮,酱香味醇厚,口感浓郁鲜香。张洪亚等^[26]采

用线性标度感官评定方法来评定食用菌酱的品质,研究结果表明,利用线性标度感官评定方法来确定食用菌酱的配比是可行的。

3 工艺

研究人员在制作香菇酱过程中,对原料进行前处理,如控制干燥方式、油炸时间、油炸温度等,这些前处理操作对香菇酱的硬度、弹性等影响较大,提高香菇粒的口感,使香菇更有嚼劲。王莹钰等^[27]对香菇进行前处理操作,以质构和感官为评价指标,选出最优香菇前处理操作参数,以此参数加工的香菇口感丰富,咀嚼性较好,硬度适中。香菇酱的防腐工艺也是其制作过程中的关键工艺之一。张圣江等^[28]在香菇酱的防腐工艺中,在丁香和肉桂中制备出天然防腐提取物,将该提取物用于香菇酱的防腐研究中,发现丁香和肉桂提取物对香菇酱中的有害菌有明显的抑制作用。吴芳英等^[29]研究发现香辛料添加于香菇肉酱中,除了能够改善风味,还具有很强的防腐效果。香辛料中花椒、茴香含量越高,抑菌作用就越强;芥子、肉豆蔻也能显著抑制微生物生长。翟众贵^[30]为提高产品的保藏期,对其进行防腐保鲜措施,在产品中加入防腐剂,结果表明,加入防腐剂的产品不仅延长了保藏期,还保持了产品的风味。以上研究表明,天然防腐剂取代化学防腐剂在食品安全中的应用已成为趋势,而且复合防腐剂的使用研究已成为食品工业的热点。

香菇酱在加工过程中使用到的配料种类较多,工艺较为复杂繁琐,如果不采用科学的工艺配比和工艺参数,就无法保证其产品质量。科研人员对加工工艺进行优化研究,为香菇酱的加工提供了科学依据,不仅解决了香菇酱的保藏问题,同时提高了经济效益。

4 分析检测

近几年,香菇酱的消费份额占比日益增高,成为大众饭桌上必备的调味品之一。但食品安全问题也得到更多

表 1 香菇酱的配方工艺优化

Table 1 Formula and process optimization of mushroom sauce

题目	配方工艺	感官评价	文献
风味麻辣香菇酱工艺的研制	黄豆酱 70.0%、辣椒粉 12.0%、花椒粉 1.6%、食盐 1.0%、白砂糖 5.0%、小茴香粉 1.0%、呈味核苷酸钠(I+G)0.010%	组织状态良好,口感醇厚,滋味鲜香	[20]
响应面法优化鲜辣香菇酱加工工艺	黄豆酱 56 g、辣椒添加量 6 g、陈皮添加量 3 g、电磁炉功率设置为 1 200 W、炒制 3.6 min	产品风味独特,酱体色泽红亮,味道鲜美	[21]
香辣香菇酱主要工艺和配方的优化	香菇 100 g、豆酱 70 g、葵花籽油 35 g、四川灯笼椒(干品)8 g、白砂糖 5 g、食盐 1 g、辛香料 1 g、I+G 0.1 g、谷氨酸钠 0.1 g	产品质感鲜香爽口,组织均匀、有独特的风味,营养价值也更高	[22-23]
香菇风味酱加工工艺配方研究	香菇 63.13%、植物油 21%、味精 0.09%、花椒粉 0.06%、白砂糖 0.3%、辣椒面 0.9%、白芝麻 0.30%、十三香 0.12%、豆瓣酱和黄豆酱($m_{\text{豆瓣酱}}:m_{\text{黄豆酱}}=1:2$)总量 12%、豆豉 2.1%	有油润光泽,菇香浓郁,酱香味协调,口感醇厚	[24]

人的关注,香菇酱中的主要原料就是香菇,然而香菇总是出现农药残留超标^[31-32]等安全问题,使得消费者无法放心购买香菇酱制品,造成很多不必要的困扰。虽然国家制定了相关农药残留的标准,但在原材料的选择过程中,

还是无法断绝生产者滥用、超标使用农药的情况。因此,研究者对产品中的有毒物质^[33]、农药残留超标^[33-34]、添加剂使用过量等现象^[35]进行了相关研究,表2为香菇酱的几种分析检测方法比较。

表 2 香菇酱的分析检测方法比较

Table 2 Comparison of the analysis and detection method of mushroom sauce

方法	优点	适用范围	文献
QuEChERS-三重四级杆气质法	方法简单易操作,试剂用量较少且灵敏度较高,检测结果更准确	香菇酱中农药残留的检测	[36]
高效液相色谱法	操作简单,稳定性强,检测结果准确	香菇酱中甲醛的测定	[37]
QuEChERS结合质谱法	操作简单,检测灵敏度较高、稳定性好且回收率、线性关系等相关指标均达到国家标准相关要求	测定食用菌中13种农药残留	[38]
气相色谱—串联质谱法	操作便捷、灵敏度高、回收率良好、精密度可靠	测定食用菌中16种农药残留	[39]
顶空气相色谱法	简单高效、准确可靠	适用于基层实验室对鲜食用菌中二硫代氨基甲酸盐类农残的检测	[40]

5 存在的问题

5.1 原料质量不稳定

香菇酱的原材料种类较多,如食用菌、辣椒、芝麻和香辛料等作为香菇酱的主要原料,其产品质量有好有坏。由于农户技术知识欠缺,或农药的滥用等,导致收购的原材料品种、质量规格无法统一,品质存在巨大差异,无法保证原料的安全可靠。在原材料无法保障的情况下,香菇酱的产品质量也无法得到保障。因此原材料的选择成为一大难点,可作为未来关注的重点。

5.2 工业化生产程度不高

香菇酱的加工企业很多,洛阳本地有几家香菇酱加工企业,但受到地域、原材料价格等的影响,香菇酱的加工无法达到规模化、标准化,精深加工企业较少^[41]。工业化生产过程中,很多加工条件无法掌控,以至于产品质量参差不齐。企业工作人员由于没有足够的专业知识和管理理念,导致很多工厂没有合理的功能分区划分,生产加工缺乏标准化,卫生标准无法得到保障。

5.3 营养和安全检测研究较少

目前,大多数研究人员的研究重点仍然放在原料选择、加工工艺上,对于香菇酱的营养成分,安全检测的研究较少,仅有少量参考文献对香菇酱的安全做了检测研究。香菇酱的质量安全是新产品开发过程中的关键一步,但是研究者们对这方面的研究少之又少,使得香菇酱的质量无法得到保障。因此,在未来,可以把香菇酱的安全检测划为重点研究方向。

6 市场调查

香菇酱凭借健康味美,快速占领市场,随着香菇酱销量日益增高,香菇酱市场也随之增大,市场竞争也变得更加激烈,市面上常见的香菇酱品牌有:仲景食品、吉香居、

云山半、李子柒、海天、辣妹子、欣和、饭扫光、川南、菇滋菇滋、厨邦、金菜地、英潮、红山河、统一、老干妈等。目前市场占比较高的香菇酱为:原味香菇酱、牛肉香菇酱、香菇冬笋牛肉酱、香菇鸡肉酱、香菇辣椒酱等^[42]。

香菇酱包装形式很多,主要分为以下几类:

(1) 袋装:袋装香菇酱在生活中为常见,因其方便,包装成本较低,受到制造商的青睐。但对于消费者来说,袋装香菇酱食用时不够方便,拆封后也不利于存放,而且该包装耐热性较差,容易老化,货架期较短。

(2) 瓶装:瓶装香菇酱较袋装来说,是更为方便且显高端的一种包装形式,玻璃透明的特性,能更清楚地呈现内容物形态,避免了袋装的弊端,延长了货架期,而且更受消费者喜爱。

(3) 复合包装:复合包装一般是指铝塑复合包装,该包装形式密封性比较好,可最大限度地延长香菇酱保藏期,而且外包装美观、容量不大,适合日常生活食用,也更方便环保,受到不少消费者的喜爱。

7 结论与展望

近年来,关于香菇酱的报道研究较多,对其原辅材料的选择、配方及工艺、安全检测的研究已有大量的文献报道,也取得了较多成果。然而,对于其原材料质量、营养安全检测方面鲜有报道,研究较为欠缺,可以将其作为未来研究重点。此外,由于香菇酱生产加工无法规模化、标准化,还需要采取有效措施对其进行规范。香菇酱加工过程中,对原料进行酶解等工艺处理,可适当提高其营养,使得香菇酱风味更加浓郁,开发出营养价值更高的产品,可作为进一步研究的方向。

参考文献

[1] 李妍. 食用菌食品的营养价值及其保健功能[J]. 现代食品,

- 2020, 12(23): 153-155.
- LI Y. Nutritional value and prominent health function of edible fungus food[J]. Modern Food, 2020, 12(23): 153-155.
- [2] 兰天康, 顾浩峰, 王燕. 食用菌中主要营养素与硒元素含量的相关性分析[J]. 陕西农业学, 2017, 63(1): 42-46.
- LAN T K, GU H F, WANG Y. Correlation analysis between main nutrients and selenium content in edible fungi[J]. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences, 2017, 63(1): 42-46.
- [3] 李丽. 食用菌的营养成分和活性研究进展[J]. 食品研究与开发, 2015(12): 139-142.
- LI L. Development of effective component and activity of edible mushroom[J]. Food Research and Development, 2015(12): 139-142.
- [4] YAN J M, ZHU L, QU Y H, et al. Analyses of active antioxidant polysaccharides from four edible mushrooms[J]. Biological Macromolecules, 2018, 123: 945-956.
- [5] ELHUSSEINY S M, EL-MAHDY T S, AWAD M F, et al. Proteome analysis and in vitro antiviral, anticancer and antioxidant capacities of the aqueous extracts of *lentinula edodes* and *pleurotus ostreatus* edible mushrooms[J]. Molecules, 2021, 26(15): 4 623.
- [6] 张建锋. 食用菌的营养成分和保健功能分析[J]. 中国食用菌, 2020, 39(7): 185-187.
- ZHANG J F. Analysis of nutritional components and health care function of edible fungi[J]. Edible Fungi of China, 2020, 39(7): 185-187.
- [7] QUINTERO CABELLO K P, PALAFOX RIVERA P, LUGO FLORES M A, et al. Contribution of bioactive compounds to the antioxidant capacity of the edible mushroom *neolentinus lepideus* [J]. Chemistry & Biodiversity, 2021, 18(7): 2100085.
- [8] 罗丽平, 李冰晶, 赵景芳, 等. 三种食用菌提取物体外抗氧化与降血糖活性研究[J]. 食品工业科技, 2020, 41(20): 324-329.
- LUO L P, LI B J, ZHAO J F, et al. Analysis of nutritional components and health care function of edible fungi[J]. Science and Technology of Food Industry, 2020, 41(20): 324-329.
- [9] MURIUKI S W, RENGAN M S, BUDAMBULA N L M. Prokaryotic diversity and potentially pathogenic bacteria in vended foods and environmental samples[J]. Annals of Microbiology, 2021, 71(1): 1-14.
- [10] KOUTSOUMANIS K, TSALLOUMI S, ASPRIDOU Z, et al. Application of quantitative microbiological risk assessment (QMRA) to food spoilage: Principles and methodology[J]. Trends in Food Science & Technology, 2021, 114: 189-197.
- [11] 成希祥. 香菇鸡肉酱加工工艺研究[J]. 中国调味品, 2016, 41(10): 93-96.
- CHENG X X. Study on the processing technology of mushroom and chicken paste[J]. China Condiment, 2016, 41(10): 93-96.
- [12] 崔东波. 香菇黑木耳保健牛肉酱的研制[J]. 中国调味品, 2013, 38(11): 33-35.
- CUI D B. The development of healthy beef sauce with *Lentinus edodes* and *auricularia auricular* [J]. China Condiment, 2013, 38(11): 33-35.
- [13] 崔东波. 鲑鱼食用菌复合保健风味酱的研制[J]. 辽宁农业职业技术学院学报, 2018(10): 7-9.
- CUI D B. The development of healthy flavor sauce with spanish mackerel and edible fungi [J]. Journal of Liaoning Agricultural Technical College, 2018, 20(6): 7-9.
- [14] 刘义, 韦云路, 胡文森, 等. 糟辣食用菌酱的研制[J]. 中国调味品, 2021, 46(5): 119-123, 132.
- LIU Y, WEI Y L, HU W S, et al. Preparation offermented chili edible fungi sauce[J]. China Condiment, 2021, 46(5): 119-123, 132.
- [15] 范露, 施星杰. 紫菜香菇复合调味酱的工艺研究[J]. 中国调味品, 2015, 40(7): 88-91, 95.
- FAN L, SHI X J. Research on the technology of compound seasoning with porphyra and *Lentinus edodes* [J]. China Condiment, 2015, 40(7): 88-91, 95.
- [16] 王彦平, 刘晓丽, 钱志伟, 等. 紫山药香菇营养酱的开发研制[J]. 中国调味品, 2017, 42(8): 95-98.
- WANG Y P, LIU X L, QIAN Z W, et al. Development and preparation of nutritionai paste with purple yam and mushroom [J]. China Condiment, 2017, 42(8): 95-98.
- [17] 孙丰婷, 孙风光, 胡乔迁, 等. 杏鲍菇香辣牛肉酱的研发[J]. 中国调味品, 2017, 42(12): 98-100.
- SUN F T, SUN F G, HU Q Q, et al. Development of spicy beef with *pleurotus eryngii* [J]. China Condiment, 2017, 42(12): 98-100.
- [18] 王莹钰, 王雨生, 陈海华, 等. 麻辣香菇酱制作工艺和配方的研究[J]. 青岛农业大学学报(自然科学版), 2013, 30(1): 46-52, 59.
- WANG Y Y, WANG Y S, CHEN H H, et al. Research on processing technology and formula of spicy mushroom sauce[J]. Journal of Qingdao Agricultural Univeity (Natural Science), 2013, 30(1): 46-52, 59.
- [19] 聂相珍, 申丽媛, 皇甫秋霞. 营养豇豇牛肉香菇辣椒酱制作工艺[J]. 中国调味品, 2016, 41(9): 119-123, 132.
- NIE X Z, SHEN L Y, HUANGPU Q X, et al. The production process of nutritious chili sauce with fermented black bean, beef and *Lentinus edodes* [J]. China Condiment, 2016, 41(9): 119-123, 132.
- [20] 张郁松. 风味麻辣香菇酱工艺的研制[J]. 中国调味品, 2019, 44(9): 138-140.
- ZHANG Y S. Development of technology of flavor spicy *Lentinus edodes* sauce[J]. China Condiment, 2019, 44(9): 138-140.
- [21] 刘馥源, 黄占旺, 覃财华, 等. 响应面法优化鲜辣香菇酱加工工艺[J]. 中国调味品, 2021, 46(2): 13-18.
- LIU F Y, HUANG Z W, QIN C H, et al. Optimization of processing technology of fresh and spicy mushroom sauce by response surface methodology [J]. China Condiment, 2021, 46(2): 13-18.
- [22] 王新悦, 贾曼伟, 王丹丹, 等. 香辣香菇酱主要工艺和配方的优化[J]. 吉林农业, 2017(3): 100-101.
- WANG X Y, JIA M W, WANG D D, et al. Optimization of main technology and formula of spicy *Lentinus edodes* sauce [J]. Jilin Agriculture, 2017(3): 100-101.
- [23] HOU H, LIU C, LU X S, et al. Characterization of flavor frame in

- shiitake mushrooms (*Lentinula edodes*) detected by HS-GC-IMS coupled with electronic tongue and sensory analysis: Influence of drying techniques [J]. LWT-Food Science & Technology, 2021, 146: 111402.
- [24] 曹晶晶, 何容, 罗晓莉, 等. 香菇风味酱加工工艺配方研究[J]. 贮藏加工, 2020, 42(3): 61-64.
- CAO J J, HE R, LUO X L, et al. Study on processing technology and formula of mushroom flavor sauce[J]. Edible Fungi, 2020, 42(3): 61-64.
- [25] 曾维丽, 刘中华, 张臻. 模糊数学法在香菇酱罐头感官评价中的应用[J]. 中国调味品, 2014(8): 51-53.
- ZENG W L, LIU Z H, ZHANG Z. Application of fuzzy mathematica in sensory assessment of *Lentinus edodes* sauce can [J]. China Condiment, 2014(8): 51-53.
- [26] 张洪亚, 张雯, 周亚男, 等. 线性标度法在香菇豆酱感官评定中的应用[J]. 食品工业, 2016, 37(5): 192-194.
- ZHANG H Y, ZHANG W, ZHOU Y N, et al. Application of linear scale method in sensory evaluation of *Lentinus edodes* bean paste[J]. The Food Industry, 2016, 37(5): 192-194.
- [27] 王莹钰, 王雨生, 陈海华, 等. 预处理工艺对香菇酱制作中香菇丁质构参数和感官评价的影响[J]. 中国食品学报, 2014, 14(4): 145-155.
- WANG Y Y, WANG Y S, CHEN H H, et al. Effect of pretreatment on texture parameters and sensory evaluation of mushroom stem prepared for mushroom sauce[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2014, 14(4): 145-155.
- [28] 张圣江, 张魁, 刘亚萍. 丁香/肉桂提取物的制备及其在香菇酱防腐中的应用[J]. 食品与生物技术学报, 2014, 33(8): 865-869.
- ZHANG S J, ZHANG M, LIU Y P. Study on the extracts of clove/ cinnamon and its antiseptic for the *Lentinus edode* sauce [J]. Journal of Food Science and Biotechnology, 2014, 33(8): 865-869.
- [29] 吴芳英, 王东明. 香辛料对香菇肉酱品质的影响[J]. 现代食品, 2017(7): 122-125.
- WU F Y, WANG D M. The effect of spices on the quality of mushroom meat sauce[J]. Modern Food, 2017, 4(7): 122-125.
- [30] 翟众贵. 不同风味香菇酱加工技术的研究[D]. 西安: 陕西科技大学, 2014: 17-43.
- ZHAI Z G. Processing technology of different flavor *Lentinus edodes* root sauces [D]. Xi'an: Shaanxi University of Science & Technology, 2014: 17-43.
- [31] 李永波, 张伟, 何丰瑞, 等. 陕西产食用菌农药残留检测分析[J]. 中国食用菌, 2021, 40(8): 76-83.
- LI Y B, ZHANG W, HE F R, et al. Detection of pesticide residues in edible fungi in Shaanxi province[J]. Edible Fungi of China, 2021, 40(8): 76-83.
- [32] 刘烨潼, 张强, 张伟, 等. 天津市食用菌质量安全风险监测调查与分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(7): 2 328-2 333.
- LIU Y T, ZHANG Q, ZHANG W, et al. Investigation and analysis on the quality and safety risk monitoring of edible fungi in Tianjin[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2020, 11(7): 2 328-2 333.
- [33] SARIKURKCU C, POPOVIC-DJORDJEVIC J, SOLAK M H. Wild edible mushrooms from Mediterranean region: Metal concentrations and health risk assessment[J]. Ecotoxicology and Environmental Safety, 2020, 190: 110058.
- [34] SARIKURKCU C, AKATA I, TEPE B. Metal concentration and health risk assessment of eight *Russula* mushrooms collected from Kizilcahamam-Ankara, Turkey[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2020, 28(13): 15 743-15 754.
- [35] ZHANG J, BARALKIEWICZ D, WANG Y, et al. Arsenic and arsenic speciation in mushrooms from China: A review[J]. Chemosphere, 2019, 246: 125685.
- [36] 景赞, 刘超, 胡丹, 等. QuEChERS-三重四级杆气质法测定香菇酱中农药残留[J]. 中国调味品, 2019, 44(7): 141-143.
- JING Z, LIU C, HU D, et al. Determination of pesticide residues in *Lentinus edodes* paste by QuEChERS-triple quadrupole gas chromatography-mass spectrometry[J]. China Condiment, 2019, 44(7): 141-143.
- [37] 赵云鹏, 徐晓飞, 杨继国. 柱前衍生法检测香菇酱中甲醛[J]. 中国调味品, 2021, 46(7): 144-146, 156.
- ZHAO Y P, XU X F, YANG J G. Determination of formaldehyde in *Lentinus edodes* sauce by pre-column derivatization method[J]. China Condiment, 2021, 46(7): 144-146, 156.
- [38] 雷艳宜, 韩文节, 欧志鹏, 等. QuEChERS结合质谱法测定食用菌中13种农药残留[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(16): 6 544-6 551.
- LEI Y Y, HAN W J, OU Z P, et al. Determination of 13 kinds of pesticide residues in edible fungi by QuEChERS combined with mass spectrometry[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2021, 12(16): 6 544-6 551.
- [39] 文飞, 李志, 赵敏, 等. 气相色谱—串联质谱法测定鲜猴头菇中16种农药残留[J]. 中国酿造, 2020, 39(3): 177-180.
- WEN F, LI Z, ZHAO M, et al. Determination of 16 pesticide residues in fresh *Hericium erinaceus* by GC-MS/MS [J]. China Brewing, 2020, 39(3): 177-180.
- [40] 梁晓涵, 魏静, 汤祝华, 等. 顶空气相法测定鲜食用菌中二硫代氨基甲酸盐类农残[J]. 海南师范大学学报(自然科学版), 2018, 31(3): 257-263.
- LIANG X H, WEI J, TANG Z H, et al. Determination of dithiocarbamate residues in fresh edible mushroom by headspace-gas chromatography[J]. Journal of Hainan Normal University (Natural Science), 2018, 31(3): 257-263.
- [41] 郭玲玲, 王艳华. 香菇加工技术研究现状及应用展望[J]. 微生物学杂志, 2019, 39(2): 117-119.
- GUO L L, WANG Y H. Research status quo of xianggu mushroom processing technique and the application outlook[J]. Journal of Microbiology, 2019, 39(2): 117-119.
- [42] 重庆部下科技有限公司. 2022年香菇酱品牌排行榜[EB/OL]. (2022-08-10) [2022-09-21]. <https://www.paizi.com/p962.html>.
- Chongqing Buxia Technology Company Co., Ltd. 2022 Shiitake Sauce brand list[EB/OL]. (2022-08-10) [2022-09-21]. <https://www.paizi.com/p962.html>.