

贺思桥, 张国泰, 芦润青, 等. 基于文献计量的料酒研究现状分析 [J]. 食品工业科技, 2024, 45(3): 378–387. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2023030163

HE Siqiao, ZHANG Guotai, LU Runqing, et al. Analysis of the Research Status of Cooking Wine Based on Bibliometrics[J]. Science and Technology of Food Industry, 2024, 45(3): 378–387. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2023030163

· 专题综述 ·

基于文献计量的料酒研究现状分析

贺思桥, 张国泰, 芦润青, 唐菁雯, 向 琴, 耿敬章*, 田洪磊

(陕西理工大学生物科学与工程学院, 陕西省资源生物重点实验室, 陕南秦巴山区生物资源综合开发
协同创新中心, 秦巴生物资源与生态环境重点实验室, 陕西汉中 723000)

摘 要:料酒是我国传统的调味品之一, 具有日常性高、调味效果显著等特点。掌握料酒的研究现状及未来发展趋势为后续料酒研究开发提供新思路及理论依据。以文献计量(文献源: CNKI、Web of science 等)及关键词分析为方法, 对料酒年代发文量、国内核心期刊、主要作者、发文机构、专利量、研究现状等进行分析。共检索 1982–2022 年关于料酒研究的中英文文献 130 篇, 专利 468 项。分析发现国内发文量显著高于国外; 国内料酒研究发展速度缓慢; 研究对象为“调味酒”、“工艺”、“风味”等呈多元化趋势, 研究内容从简单理化指标的测定向功能活性机制等逐步深入。料酒研究目前处于发展阶段, 基于产业升级及营养健康消费观念的改变, 料酒研究应兼顾产品营养、风味与功能, 本研究可为料酒产业发展提供参考。

关键词:料酒, 文献, 研究现状, 计量分析

中图分类号: TS262

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2024)03-0378-10

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2023030163

本文网刊:



Analysis of the Research Status of Cooking Wine Based on Bibliometrics

HE Siqiao, ZHANG Guotai, LU Runqing, TANG Jingwen, XIANG Qin, GENG Jingzhang*, TIAN Honglei

(College of Bioscience and Bioengineering, Shaanxi University of Technology, Shaanxi Province Key Laboratory of Bio-resources, QinLing-Bashan Mountains Bioresources Comprehensive Development C.I.C, Qinba State Key Laboratory of Biological Resources and Ecological Environment, Hanzhong 723000, China)

Abstract: Cooking wine is one of the traditional seasonings in China, characterized by high daily demand and significant seasoning effects. Mastering the current research status and future development trends of cooking wine provides new ideas and theoretical basis for subsequent research and development of cooking wine. The bibliometric (literature sources: CNKI, Web of science, etc.) and keyword analysis are used as methods to analyse the number of articles published in the material wine era, domestic core journals, main authors, publishing institutions, patents, and the current status of research. A total of 130 Chinese and English literature on cooking wine research from 1982 to 2022 is searched, and 468 patents are patented. The analysis finds that the volume of domestic publications is significantly higher than that of foreign countries. The research and development of domestic cooking wine is slow. The research objects are "seasoning wine", "technology", "flavor", etc., showing a diversified trend, and the research content is gradually deepening from the determination of simple physical and chemical indicators to functional activity mechanisms. Based on industrial upgrading and changes in the concept of nutrition and healthy consumption, cooking wine research should take into account product nutrition, flavor and function, and this study could provide reference for the development of cooking wine industry.

Key words: cooking wine; document; research status; quantitative analysis

收稿日期: 2023-03-16

基金项目: 秦巴生物资源与生态环境国家重点实验室(培育)“市校共建”专项(SXC-2106); 陕西省秦创原“科学家+工程师”队伍建设项目(2023KXJ-203); 陕西理工大学秦巴食品资源开发利用科技创新团队科研专项; 陕西理工大学研究生创新基金(SLGYCX2317)。

作者简介: 贺思桥(2001–), 女, 硕士研究生, 研究方向: 食品营养与健康, E-mail: 785081772@qq.com。

* 通信作者: 耿敬章(1980–), 男, 硕士, 教授, 研究方向: 食品质量控制与资源开发利用, E-mail: gengjingzhang@163.com。

料酒作为一种传统调味品,在烹饪过程中不仅具有调味的功能,而且可以达到增香、去腥、改善色泽等效果^[1]。调味料酒根据生产工艺可分为三类:第一类是以酿造黄酒为基酒,辅以食用盐和香辛料等调配而成的原酿料酒,因此具有更高的营养和风味品质;第二类是以一定比例的酿造黄酒和食用酒精为基酒,辅以调味料调配而成;第三类则完全以食用酒精与水为基酒,添加食用盐、香辛料等调配而成的勾兑料酒,营养价值较低^[2];目前市场上售卖的料酒主要是勾兑料酒和原酿料酒。随着人们消费观念的改变,调味品行业已成为食品行业中新的经济增长点。其中,料酒是近几年中国调味品中增长最快的品类之一。但目前我国料酒企业正面临产业分散、产品同质、低端等问题^[3]。料酒行业亟需向兼顾营养与风味方向发展以满足消费者日益增长的营养健康需求,而相关的科学研究是影响行业发展的重要因素。因此,总结前人的研究成果,展望后续发展对料酒的产业发展十分必要。

文献计量是一种整理和量化文献的方法,能够展示某一领域的发展现状,进而达到预测未来发展趋势的目的^[4]。随着现代食品工业的不断进步,发酵调味品为我国餐饮行业带来了无限商机。同时伴随着消费者观念的改变,更加多样化、营养化、高档化的调味品成了调味料行业的发展方向。为了更好地了解料酒的研究现状,本文采用文献计量方法,以 CNKI 数据库及 Web of Science 等为基础,利用 Excel、Endnote 及 Vosviewer 等工具,对 1982~2022 年(截止日期为 12 月 31 日)内的料酒相关中英文文献进行定量分析。以“料酒”、“cooking wine”为篇名,对料酒年代发文量、国内核心期刊、主要作者、发文机构、专利量、研究现状等进行分析,从而系统性地整理、综述料酒的研究现状,预测其未来发展趋势,为后续料酒研发提供思路借鉴。

1 文献检索方法

文献检索方法如表 1 所示。以 CNKI 数据库为主体,结合人工逐一检查,除去重复文献和关联性低的文献,检索到以“料酒”、“cooking wine”为篇名的研究性论文和综述论文共计 130 篇,其中中文文献 123 篇,英文文献 7 篇。以“料酒”为篇名的国内外专利申请量为 468 项。以上文献及专利反映出我国在 40 年内关于料酒研究所取得的成果及进展。通过计算:年平均文献量为 3.25 篇,年平均专利申请量为 11.7 项。

表 1 文献检索方法

Table 1 Literature search methods

检索策略	数据收集
文献来源	CNKI数据库、WOS核心合集
检索策略	以“料酒”、“cooking wine”为篇名
文献索引日期	1982年1月1日~2022年12月31日
文献类型	研究性论文(articles)、综述(reviews)、专利(patents)

2 文献统计与分析

2.1 料酒发文量年代分布分析

1982~2022 年料酒的发文量随年份分布趋势如图 1 所示,中文文献量显著高于英文文献量。就宏观视角而言,中文文献量随年份分布整体呈现上升态势,而英文文献量随年份分布的态势发展稍有起伏,仅 2007 年发表 2 篇,其余年份均低于 1 篇;就微观视角而言,1982~2008 年,料酒文献量的变动起伏不大,可能与其基酒黄酒成本较高,产量较低,产业投入不足等因素有关^[5-7],此阶段虽对料酒存在一定研究,但仍未引起学界的高度重视,导致相关研究文献仍旧较为匮乏。2008~2022 年,发文量显著升高,占总发文量的 71.54%。此阶段料酒的相关研究剧增的主要原因可能与当时国内黄酒品质、技术、产业的提升有很大的关系^[8]。同时延伸出了一系列与黄酒相关的调味产业,表明料酒在当时已经引起了一定的重视^[9]。整体来看,我国料酒的相关研究还处于发展阶段,并逐渐受到关注。随着我国防疫政策的逐步优化,经济必然回暖,同时伴随消费者营养健康消费观念的改变,料酒所属的调味品行业必然有更进一步的空间,预计今后几年在料酒的研究方面会更为系统和深入,文献量将可能持续呈上升趋势。

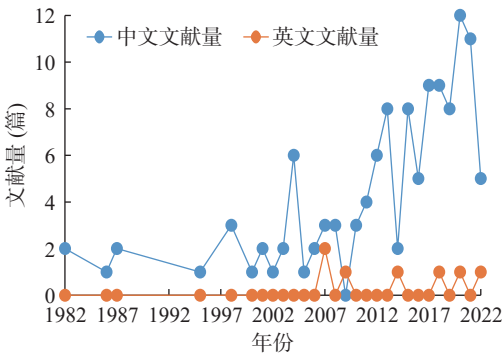


图 1 料酒的发文量年份分布图

Fig.1 Chronological distribution of the number of articles published of cooking wine

2.2 国内料酒研究力量分析

2.2.1 料酒研究核心期刊分析 对料酒核心期刊的研究进行分析,可有效帮助相关科研工作者针对性地进行投稿,同时侧面反映料酒研究所涉及的领域。根据 CNKI 数据库总结出国内料酒研究领域核心期刊载文量,见表 2。分析发现料酒研究主要集中在调味、酿造、发酵等领域,这些领域的前 10 种核心期刊共计发文量 57 篇,占国内总文献量的 46.34%。其中《中国调味品》《中国食品》《中国酿造》为主要刊载料酒研究的核心期刊,载文数量共计 35 篇,占总文献量的 28.46%。这些期刊是该领域高质量文章的核心聚集地,在一定程度上代表了我国料酒领域的研究重点和前沿问题,相关学者应给予重点关注。

2.2.2 主要作者分析 发文量是作者在某一研究领域所做贡献的重要指标之一,也是判定核心作者的重

表 2 国内料酒研究领域文献发表量 top10 核心期刊

Table 2 Top 10 core journals in the field of domestic cooking wine research literature

序号	期刊	文献数量(篇)	占总文献量比例(%)
1	中国调味品	22	17.89
2	中国食品	7	5.69
3	中国酿造	6	4.88
4	酿酒科技	4	3.25
5	食品与发酵工业	4	3.25
6	中国酒	3	2.44
7	浙江农林大学	3	2.44
8	福建轻纺	3	2.44
9	消费指南	3	2.44
10	食品工业科技	2	1.63
总计		57	46.34

要依据。以 CNKI 数据库为基础,对 123 篇料酒文献进行计量统计,得到关于作者产文量的表格,截取前 10 位作者列表分析,得到表 3 所示结果。该表清楚反映了作者在料酒研究领域的发文情况,能够有效识别料酒研究领域的重要科研力量。其中,发文量位列前 3 的分别为合肥工业大学的孙汉巨、安徽海神黄酒集团有限公司的杨柳和徐尚英,三者发文量均为 4 篇,共计占国内文献总量的 9.76%。其中国内料酒研究领域发文量前 10 的作者中有 6 位来自高等院校,共计发文量 19 篇,占国内文献总量的 15.45%。这说明高等院校相对重视料酒的学术研究,是该领域中的中坚力量,推动料酒学术研究的进展。

表 3 国内料酒研究领域发文量 top10 产出作者

Table 3 Top 10 authors in the field of domestic cooking wine research publications

序号	主要作者	来源	文献数量(篇)	占文献总数比例(%)
1	孙汉巨	合肥工业大学	4	3.25
2	杨柳	安徽海神黄酒集团有限公司	4	3.25
3	徐尚英	安徽海神黄酒集团有限公司	4	3.25
4	郭明	浙江农林大学	3	2.44
5	陈丽	江苏省海洋资源开发研究院	3	2.44
6	何述栋	合肥工业大学	3	2.44
7	刘姗	合肥工业大学	3	2.44
8	李茜云	浙江农林大学	3	2.44
9	姚升飞	安徽海神黄酒集团有限公司	3	2.44
10	马鹏程	浙江农林大学	3	2.44
总计			33	26.83

2.2.3 料酒研究机构发文量分析 发文机构是对某一学科或领域进行统计分析的综合性研究组织,为研究者提供清晰的脉络,帮助其明确把握研究重点,而产文量是研究机构科研能力的一个侧面表现。对 CNKI 数据库中国内料酒研究机构发文量进行分析,如表 4 所示。表 4 清楚地反映了前 10 位高产发文机构中有 7 个高等院校,共计发文量 21 篇,占国内总文献量 17.07%。高等院校以浙江农林大学为首,

其发文量达 6 篇,占国内总文献量 4.88%。同时还可发现国内料酒前 10 的发文机构均以南方为主,这主要是由于黄酒的主要生产和消费区域均在南方,且其生产、销售主要集中在江浙一带,其产业发展显著优于其他地区。

表 4 国内料酒研究领域文献发表量 top10 发文机构

Table 4 Top 10 publication institutions in the field of cooking wine research in China

序号	来源	文献数量(篇)	占总文献量比例(%)
1	浙江农林大学	6	4.88
2	安徽海神黄酒集团有限公司	4	3.25
3	合肥工业大学	4	3.25
4	淮海工学院	3	2.44
5	江苏省海洋资源开发研究院	3	2.44
6	江南大学	2	1.63
7	湖北工业大学	2	1.63
8	浙江省绍兴市质量技术监督检测院	2	1.63
9	南昌大学	2	1.63
10	南昌航空大学	2	1.63
总计		30	24.39

2.3 料酒专利年代分布分析

以 CNKI 数据库为基础,对料酒国内外专利发文量进行检索,整理并制作 1982~2022 年关于料酒相关专利申请的年代分布如图 2 所示,其中国内专利申请量共 416 项,国外专利申请量共 52 项,国内专利量断层式高于国外。就微观视角而言,国内专利申请量总体可分为两个阶段。第一阶段为 1982~2009 年,此时期为发展阶段,专利申请量增长缓慢,专利申请总量为 47 项,仅占专利总量的 11.3%;此时期料酒的专利主题多与瓶贴^[10]、标贴^[11]等有关。这可能与当时国内大环境下酿造领域发展水平、科研水平有限以及专利制度尚未成熟有关^[12]。第二阶段为 2009 年以后的快速上升期,此时期内专利申请数量增长迅速,达到 369 篇,占专利总量的 88.7%。此时期料酒的专利主题多以制备方法为主,该阶段由于国内酿造原料种类丰富,技术水平逐渐完善等因素,

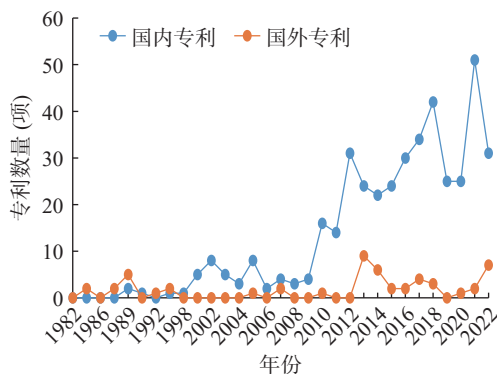


图 2 料酒专利申请量年份分布

Fig.2 Chronological distribution of patent applications of cooking wine

消费市场对于料酒的风味口感、功能效果的需求不断提高,逐步推动料酒的生产工艺向高营养、高品质转变^[13-14]。在此期间,料酒相关学术论文发文量同样增长迅速,这也是此间料酒专利数量得以快速增长的重要原因。料酒专利量的提升及研究层次的深入化一定程度上带动了我国料酒产业的发展,也为今后调味品行业提供新的思考。

3 料酒研究趋势及热点

3.1 料酒研究趋势

以“料酒”为篇名,搜索 CNKI 数据库 1982~2022 年中英文期刊,并以 Endnote 的格式导入 Vosviewer,对关键词进行聚类分析,得到关于“料酒”相关文献中关键词可视图如图 3。关键词结点颜色越深代表聚类程度越强,出现频次越高。由图 3 可知,文献中与料酒相关的高频关键词有调味料酒、黄酒、氨基酸态氮等,而挥发性物质、抗氧化活性颜色较淡,说明关于料酒中风味物质和抗氧化活性的研究较少。且由于料酒本身具有调味的特性,先前对于料酒的研究可能偏重于其生产和调配工艺、营养成分分析等方面,研究层级尚处于初级阶段,其主体部分为酿造黄酒,风味成分相对复杂,但对料酒调味效果影响显著的可能仅为其中几种关键风味化合物,如何对此类风味化合物进行有效识别,对后续料酒调味效果的控制具有重要意义。

3.2 料酒研究热点

3.2.1 料酒产品开发 料酒是重要的调味品之一,由于原酿料酒品质优于勾兑料酒^[15],且原酿料酒在保健营养和调味功效上尚有提升的空间,故开发兼具营养

价值和调味功效的新型料酒是产业发展方向^[16-18]。

李茜云^[19]将 8 种食用菌通过共同后发酵的方法,制备新型食用菌功能料酒,促进了食用菌料酒的风味物质产生,增加口感,改善其营养品质,使料酒的风格多样化。但对发酵期间的理化指标和风味物质的含量变化未进行检测研究。黄和升等^[20]以糯米和猴头菇为原料制备料酒,提高了料酒的抗氧化活性和营养保健功效,符合现代人的健康养生理念,为功能型料酒开发提供参考。通过添加食用菌的新型料酒可以有效地提高料酒中氨基酸态氮含量,改善料酒滋味,这主要是由于食用菌中富含氨基酸、核苷酸等,对料酒整体风味有重要贡献。苏蓝田等^[21]通过在料酒中添加生姜提取物,具有去腥增香、促进消化、抗氧化、提高贮藏稳定性等功能,为新型调味料酒的开发提供参考。梅璐等^[22]研究发现在料酒的发酵醪液中添加接菌浸泡的米浆水,可以提高酒液的稳定性和色泽,同时解决了米浆水的污染问题,提高酿造速率。新型功能料酒的开发证实了料酒行业大有前途,在传统料酒的基础上寻求保健功能的突破更是一大方向,具有广阔的应用前景。

这些研究均在一定程度上良好地反映出料酒的理化指标变化趋势,为后续料酒产品开发的研究提供数据支持,但是关于此类料酒的风味物质变化研究甚少,还需通过风味来判别料酒产品的品质。当前研究中多以药食同源物品为原料进行料酒开发,旨在保证料酒调味属性的同时提升其营养价值。由于药食同源植物本身具有一定的生物活性物质,以此为原料所制料酒当具有相似的活性功能,但之前的研究多集中于工艺及配方优化,鲜有涉及功能验证等方面。因此

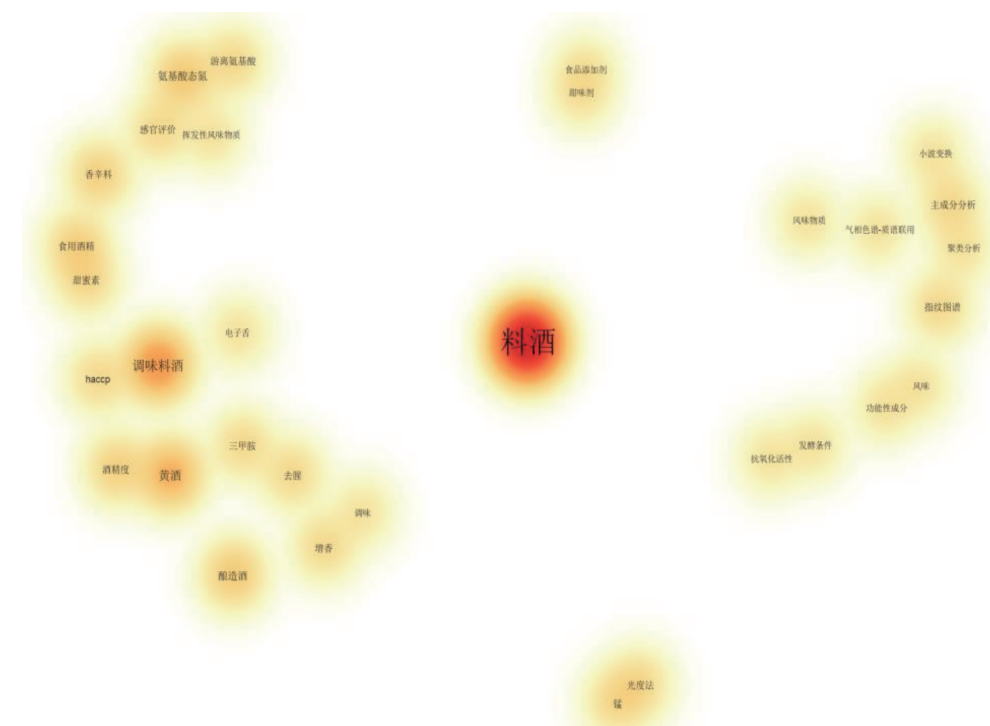


图 3 料酒相关文献关键词密度可视化聚类图谱

Fig.3 Clustering atlas of key words in related literatures of cooking wine

还需更多研究对此类料酒的功能活性进行支撑,否则难以完成料酒的高端化生产。

3.2.2 料酒品质研究

3.2.2.1 理化品质研究 a.酒精度:酒精度是目前料酒产品标准中的重要理化指标。料酒由于其酒精含量较低,在烹调时不易使肉类中蛋白质和脂类物质受到破坏,同时还能达到去腥的目的。当酒精度过高时,不仅会对食物的营养品质造成一定程度的破坏,还会留下酒精异味,影响其原有的风味口感,无法达到去腥的目的^[23]。

有研究显示^[24],料酒中酒精度含量越高,其去腥能力越差。因此研究料酒中酒精度含量显得尤为重要。目前传统酒精度的测量多采用密度瓶法或酒精计法,但检测过程相对复杂^[25]。胡徽祥^[26]通过近红外光谱技术对料酒的酒精度进行检测并与传统的酒精计法进行对比,结果偏差均小于0.1%,为测定料酒中的酒精含量提供技术支持。此外有研究表明^[27-29]采用气相色谱法对料酒中的乙醇进行测定,操作方法简易,干扰组分少,灵敏度高,为料酒、黄酒、葡萄酒等发酵酒提供有效参考。但是在技术的支持下如何将料酒中酒精度进行控制及其与风味化合物之间的联系和作用研究尚浅,还需进一步深入探究。

b.氨基酸氮:氨基酸氮含量能有效反映料酒中营养蛋白质水平的高低^[30]。酿造时,氨基酸与糖类反应产生的类黑精物质是影响酒体色泽及风味的重要因素^[31-32]。料酒中氨基酸主要来源于^[33]原料、配料中的蛋白质在酶的作用下分解形成和微生物自溶产生^[34]。可通过酿造时添加酶来提高蛋白质类物质的分解率,从而达到提高酒中氨基酸态氮含量的目的^[35]。目前常用的检测氨基酸态氮的方法有电子舌^[36]、甲醛法^[37]、比色法^[38]、高效液相色谱法^[39]、红外光谱技术^[40]等。

郭辉等^[41]通过添加UMAMI型酵母抽提物后得到的料酒,游离氨基酸组分更加丰富,对风味和鲜味都有很大的提升。由于常规的氨基酸态氮检测方法操作时间较长^[37-38],测定步骤繁琐,高向阳等^[42]建立了一种快速检测料酒中氨基酸态氮的方法,测定结果与GB 5009.235-2016检测结果一致,该方法无需标准溶液进行电位滴定,操作简单,适用性广,为料酒快速检测提供有益参考。目前有关料酒中氨基酸态氮的研究已有一些,但氨基酸态氮的含量与料酒质量的相关性研究尚浅,同时为迎合广大消费者的需求,还需进一步探究氨基酸态氮与料酒滋味之间的联系,为料酒产业提供新思路。

c.酸:酸是料酒基酒产香的重要前体物质^[43],其主要来源于原料和发酵时微生物的代谢产物,能有效增强酒体浓厚感,降低甜度,并且具有缓冲、协助其他香味成分的作用^[44]。例如基酒中的挥发性酸,由于分子量小、刺激性强,对酒体风味影响较大;非挥发性酸则能增加酒的清爽、利口和回味性。酸含量较

低,酒味短且单调,酸含量过高,则酒味酸、刺舌,当酸含量适当时,酒体风味协调才能感到清爽利口,醇滑绵柔^[45]。目前常用的检测有机酸的方法有离子排斥色谱法^[46]、离子色谱/电导检测法^[47]、高效液相色谱法^[48]等。

李英等^[49]通过高效液相色谱法对市售31个品牌的调味料酒中的有机酸进行研究,发现料酒的酸味、涩味与总酸含量呈极显著正相关。料酒中的主要有机酸是乳酸和乙酸,且均为料酒发酵过程中产生所得。汤海青等^[50]采用电子舌和理化检测手段对54份料酒样品建立定性和定量分析模型对总酸、氨基酸态氮和食盐等指标进行准确的定标和预测,为料酒品质检测提供理论和实践基础。目前,已有众多关于料酒品质方面的研究,但是关于料酒基酒在发酵过程中,前发酵和后发酵之间的作用联系以及发酵时酵母的用量、温度等环境因素的把控研究尚浅,还需做进一步的探究。

3.2.2.2 料酒风味品质研究 风味化合物,尤其是挥发性香气成分,是料酒风格和质量的主要决定因素^[51]。料酒中风味物质十分丰富,根据化学性质的不同,可分为醇类、醛类、酸类、酯类、酚类、氨基酸类,以及其他化合物。Li等^[52]建立指纹图谱分析29个典型品牌料酒得出有醇类6种,酯类10种,脂肪酸2种,醛类2种,酰胺3种,酚类物质2种,酮类物质1种,杂烷物质2种,萜类物质1种。这与黄酒挥发性风味物质中酯类物质种类最多,而醇类物质含量最高一致。料酒主要挥发性风味成分是基酒在发酵时有机酸与醇类物质作用生成的酯类物质和醛类物质。棕榈酸是由于酿造时氨基酸产酸生成的细胞膜脂肪酸或是料酒中添加的香辛料的成分。料酒中检测到的单萜烯物质除龙脑、 α -松油醇外,还有桉叶油素、 γ -萜品醇等。

邢俊超等^[53]利用气质联用仪(GC-MS)结合雷达图在料酒中共检测出28种挥发性物质,其中醇类和酯类是料酒的主要挥发性物质,对料酒的生产品控及创新有很大的参考价值。康波等^[54]还发现不同地区的调味料酒其风味物质和含量也不尽相同,这可能与料酒原料和生产工艺有很大关系。采用不同的包装,同样对料酒的风味产生一定的影响,纪秋平等^[55]采用固相微萃取和气相色谱-质谱联用技术分析不同包装材料对料酒风味物质的影响得出PE黑白膜包装材料比玻璃瓶装料酒的风味物质更少。

国内外学者对传统酿造酒研究主要集中在:原料选择、酒曲微生物种类、功能活性、风味品质等。然而,料酒发酵的本质是微生物的代谢过程,包括决定风味物质种类和强度的水解反应。目前,与料酒风味品质相关的风味功能微生物的代谢机制研究尚浅,微生物菌群与风味物质之间的联系还需进一步的加深,料酒酿造生香的科学本质亟待进一步探究。

3.2.2.3 料酒功能活性研究 调味功能是赋予料酒

的主要功能。鱼类、肉类中均含有一种具有腥臭味的挥发性胺——三甲胺。在烹饪时加入料酒,由于其乙醇良好的渗透性,能够克服细胞表面张力,通过细胞空隙进入内部,使三甲胺通过解吸作用溶解于乙醇中,随着加热温度的升高,挥发性胺和乙醇一起挥发,从而达到去腥的目的^[56]。肉类脂肪中的甘油三酯在烹饪过程中部分水解为甘油和脂肪酸,乙醇能与其中的脂肪酸生成酯类物质,增添食物的风味。此外,乙醇与烹饪时加入的食醋反应生成的乙酸乙酯也是主要的呈香物质^[57]。Fu 等^[58]通过单因素测试和响应面测试优化料酒的制备工艺,得出料酒的去腥能力高达 80.2%~88.9%,比市售料酒提高了 60% 以上,为料酒的去腥能力研究提供了理论依据。伍文驰等^[59]制备了一种新型酿造调味料酒,通过改善料酒中香辛料的浓度,鱼肉中的三甲胺含量明显降低,对比市售料酒去腥效果显著增强。

料酒除具有调味功能外,因其富含酯类、醇类、酸类、烯类、吡嗪类等多种风味物质以及多酚、多糖、黄酮类、萜类、吡嗪类等功能因子,为料酒产品强化功能性提供了产品基础。多酚物质具有较强的抗炎、抗氧化等生理活性,可以阻止和抑制肝癌、皮肤癌、鼻咽癌等癌症的发病,同时对心肌损伤也有一定的缓解作用^[60]。料酒的基酒中的酚类物质可能来自于大米、麦曲等原料或微生物的代谢产物^[61]。料酒中的多酚物质主要来源于基酒和植物香料。黄酮类物质分布于植物和植物来源的食物中,具有抗氧化、抗炎、抗癌和保肝活性等多种生化特性^[62]。多糖广泛存在于植物体中,具有抗氧化、降血脂、增强机体免疫、调节肠道微生态环境等多种活性功能^[63-65]。料酒基酒中的多糖是由 10 个以上的单糖通过糖苷键连接而成的生物大分子,主要来自于原料和微生物^[66]。董颖娜^[67]为提取料酒分级标准的特征指标,测定市售 43 种料酒得出料酒的羟自由基的平均抗氧化率在 70.38% 左右,很好地反映出料酒基酒含量与香辛料添加量的整体水平,能够较好地表征料酒品质。据研究显示,吡嗪类物质具有抗癌保健作用。Deng 等^[68]研究发现吡嗪类化合物对 HCT-116 细胞表现出很强的抑制作用,可以破坏其细胞微管的动态平衡,同时诱导 HCT-116 细胞周期停滞和凋亡,抑制 HCT-116 细胞迁移从而达到抗癌的作用。

随着生活水平的提高,消费者对功能性食品越来越重视,开发具有保健功能的调味料酒逐渐具有一定意义。然而,与其他调味品不同的是,料酒更多的不是从正面去提升菜式应用效果,而是消除、降低或掩盖食材本身的负面特点,来体现出食材的美味。目前,对调味料酒的去腥能力的相关研究较少,仅限于感官评价和三甲胺含量变化的测定。因此关于料酒对其它腥味物质的去腥能力的评判还需进一步探究。

3.2.3 料酒微生物群落结构研究 料酒由于其基酒是由黄酒酿造而成,因此料酒的酿造过程也是开放式

发酵,环境中的微生物会与主要酿造微生物一起参与发酵过程,从而影响料酒风味物质的形成^[69]。Liu 等^[70]通过焦磷酸测序方法研究黄酒发酵过程中细菌演替规律,发现发酵过程中有多个优势细菌属,包括芽孢杆菌属、亮菌属、乳球菌属、魏斯氏属、嗜热放线菌属、假单胞菌属、糖多胞菌属、葡萄球菌属、肠杆菌属和乳杆菌属,其中芽孢杆菌属和乳酸菌属在酒类发酵细菌中起主导作用。乳酸菌^[71]是改善发酵食品风味和质量的关键因素之一。然而,黄酒对乳酸菌的研究仍处于起步阶段,乳酸菌的绝对含量演替特征及其对风味成分的贡献机制在黄酒中仍不清楚。与料酒相关的微生物菌群变化的相关研究甚少,现阶段只能从料酒的基酒中进行分析,但在后续的发酵和调配过程中,其微生物的群落演替对料酒品质的影响亟待进一步探究,应当引起学界重视。

3.2.4 质量控制

3.2.4.1 有害物质 影响料酒内在质量的因素包括基酒和香辛料浸提液等,其中基酒才是料酒品质的主要贡献者。有学者指出基酒酿造发酵过程中会产生氨基甲酸乙酯、生物胺、腐败菌^[72-73]、金属离子^[74-75]等危害人体健康。有研究表明,生物胺广泛存在于发酵食品中,浓度高时会容易引起头晕、呕吐等不良反应,刘彩霞等^[76]通过生物强化技术筛出优势乳杆菌属微生物,在浸米时有效控制生物胺的积累,同时还缩短了浸米时间。与料酒有关的有害物质的研究和控制已有一定的研究,但是仍没有明确出生物胺、腐败菌等有害物质的限量,还需对料酒质量控制进行更深层次的探究。

3.2.4.2 挥发性化合物 氨基酸含量过高,细菌过度产酸使酒体浑浊,不利于发酵的进行,同时也会产生不良气味^[77]。通过长期的实践探索发现,料酒中氨基酸含量并非越高越好,如酵母自溶后产生的氨基酸具有涩味和苦味,反而破坏酒体风味的协调与平衡,因此需控制发酵酒中氨基酸的含量^[78]。陈回军等^[79]发现氨基酸态氮含量在 0.50~0.60 g/L 时压榨来终止发酵,可以有效地减少酵母的自溶,酒体风味最佳。

3.2.4.3 酒体稳定性 料酒在酿造过程中,易受到外界光照、温度、氧气等的影响,从而出现絮凝、混浊等现象,严重影响料酒的澄清度及感官品质。马鹏程^[80]指出料酒出现混浊沉淀,可能与腐败菌、蛋白质沉淀、金属离子等有关,通过离子交换树脂来澄清料酒,有效地解决了料酒的沉淀问题,保证料酒的营养价值,提高了料酒的稳定性。总体上看,料酒在质量控制方面虽已有一些研究,但仍存在一些问题亟待解决。如料酒研发过程中,如何有效利用功能微生物提升料酒功能活性,引入药食同源食品在不影响酒质的前提下,是否能提升料酒产品质量和风味稳定性等问题还需继续深入。

4 结论与展望

通过对 CNKI 收录的 1982~2022 年篇名为“料

酒”的研究文献进行检索发现,中英文文献量总体上呈现上升的趋势,并且料酒研究领域的中文文献量显著高于英文文献量,国内专利申请量也显著多于海外专利量,说明我国在料酒研发领域具有很明显的优势。《中国调味品》的料酒发文章量显著高于其他核心期刊,为主要刊载料酒研究的核心期刊,在一定程度上代表了我国料酒领域的研究重点和前沿问题。发文机构则以浙江农林大学发文量最多。但整体上来说与料酒相关的文献研究仍旧偏少,应当在一定程度上引起学界的重视。

目前研究重点仍集中在较为初级的料酒工艺优化上,未涉及更深层次的风味品质与营养保健功能验证,料酒的调味功能与风味调控之间的联系有待揭示。目前调味料去腥能力的研究仅在感官评价及三甲胺含量变化的测定上,关于其他的腥味物质的去腥能力的测定和功效上的提升研究甚少,料酒品种的开发及功能的提高还需更多技术和理论支持,让消费者获得满意的使用效果。调味料酒的研究开发,品质评价已得到较为系统的研究,但其活性成分在调味料酒的发酵和生产环节中的变化还有待进一步的研究。同时,如何通过生物技术及生产工艺控制其在发酵过程中可能产生的有害物质,也是未来料酒研发的热点方向。料酒产业未来发展,应兼顾风味调控与营养强化,通过“内寻引外”强化料酒的风味因子及功能因子,实现产品差异化、高端化,满足人民群众日益增长的营养健康需求。

参考文献

- [1] 张金晖,赵钜阳,李华烨,等.预腌制配料对大麻哈鱼肉品质的影响[J].*中国调味品*,2019,44(3):26-30. [ZHANG Jinhui, ZHAO Juyang, LI Huaye, et al. Effect of pre-cured ingredients on the quality of hemp salmon meat[J]. *Chinese Condiment*, 2019, 44(3): 26-30.]
- [2] 刘思奇.浅谈调味料酒的安全[J].*中国调味品*,2015,40(5):133-135. [LIU Siqi. Safety of seasoned wine[J]. *China Condiment*, 2015, 40(5): 133-135.]
- [3] 胡杨.料酒的工业化生产与质量控制[J].*江苏调味副食品*,2017,34(3):12-14. [HU Yang. Industrial production and quality control of cooking wine[J]. *Jiangsu Seasoning and Secondary Foods*, 2017, 34(3): 12-14.]
- [4] XING D, ZHAO Y, DONG S, et al. Global research trends in stem cells for osteoarthritis: A bibliometric and visualized study[J]. *International Journal of Rheumatic Diseases*, 2018, 21(7): 1372-1384.
- [5] 狄宏.浅析山西黄酒发展趋势[J].*山西食品工业*,1994(2):6-7. [DI Hong. Analysis on the development trend of rice wine in Shanxi[J]. *Shanxi Food Industry*, 1994(2): 6-7.]
- [6] 任伯群.宁波黄酒工业现状分析与对策初探[J].*宁波师院学报(社会科学版)*,1993(2):64-68. [REN Boqun. Analysis of the current situation of rice wine industry in Ningbo and preliminary study on development countermeasures[J]. *Journal of Ningbo Normal University (Social Science Edition)*, 1993(2): 64-68.]
- [7] 潘兴祥.漫谈料酒[J].*上海调味品*,2000(3):13. [PAN Xingxiang. Talking about cooking wine[J]. *Shanghai Condiment*, 2000(3): 13.]
- [8] 胡普信.中国黄酒的科研现状及发展[J].*中国酿造*,2008,27(3):4-6,13. [HU Puxin. Current status and development of rice wine in China[J]. *China Brewing*, 2008, 27(3): 4-6, 13.]
- [9] 傅勤峰.我看黄酒如何突破[J].*中国酒*,2008(7):16. [FU Qinfeng. I see how rice wine breaks through[J]. *China Wine*, 2008(7): 16.]
- [10] 吴允谷.瓶贴(料酒):中国, CN3680077[P]. 2007-08-15. [WU Yungu. Bottle sticker (cooking wine): China, CN3680077[P]. 2007-08-15.]
- [11] 马彦军,李巍.标贴(烹调料酒):中国, CN3468796[P]. 2005-08-17. [MA Yanjun, LI Wei. Sticker (cooking wine): China, CN3468796[P]. 2005-08-17.]
- [12] 料酒更新及专利技术运用[J].*黑龙江科技信息*,2001(10):45-46. [Cooking wine renewal and patent technology application[J]. *Heilongjiang Science and Technology Information*, 2001(10): 45-46.]
- [13] 焦新萍,曾金红,王灵芝,等.料酒品质评价检测技术的研究进展[J].*食品安全导刊*,2020(27):176-177,179. [JIAO Xinping, ZENG Jinhong, WANG Lingzhi, et al. Research progress of quality evaluation and testing technology of cooking wine[J]. *Food Safety Guide*, 2020(27): 176-177, 179.]
- [14] 陆健,付春艳,吴殿辉.一种具有高效去腥能力的料酒及其制备方法:中国, CN112111355A[P]. 2020-12-22. [LU Jian, FU Chunyan, WU Dianhui. A cooking wine with efficient fishy removal ability and preparation method thereof: China, CN112111355A[P]. 2020-12-22.]
- [15] 王向龙.料酒,酿造与配制之争[J].*消费指南*,2013(4):26-27. [WANG Xianglong. Cooking wine, brewing and preparation dispute[J]. *Consumer Guide*, 2013(4): 26-27.]
- [16] 刘珊,杨柳,何述栋,等.酶解虾皮用于料酒生产的研究[J].*中国调味品*,2018,43(8):67-71,75. [LIU Shan, YANG Liu, HE Shudong, et al. Study on enzymatic hydrolysis of shrimp skin for cooking wine production[J]. *China Condiment*, 2018, 43(8): 67-71, 75.]
- [17] 李欣,付彩霞,李军鹏,等.基于柑橘的多酵母协同发酵料酒的制备[J].*食品工业科技*,2018,39(6):114-121. [LI Xin, FU Caixia, LI Junpeng, et al. Preparation of citrus-based multi-yeast synergistic fermentation cooking wine[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2018, 39(6): 114-121.]
- [18] 刘红.基于苦荞与糯米发酵开发调味料酒关键技术研究[D].成都:西华大学,2020. [LIU Hong. Research on key technologies for the development of seasoning wine based on buckwheat and glutinous rice fermentation[D]. Chengdu: Xihua University, 2020.]
- [19] 李茜云.新型食用菌料酒的制备及功能性成分的研究[D].杭州:浙江农林大学,2018. [LI Xiyun. Study on preparation and functional components of new edible fungus cooking wine[D]. Hangzhou: Zhejiang A&F University, 2018.]
- [20] 黄和升,王海平,陶书中,等.猴头菇料酒的发酵工艺优化及抗氧化活性研究[J].*食品科技*,2021,46(7):260-264. [HUANG Hesheng, WANG Haiping, TAO Shuzhong, et al. Study on fermentation process optimization and antioxidant activity of *Hericium erinaceus* cooking wine[J]. *Food Science and Technology*, 2021, 46(7): 260-264.]
- [21] 苏蓝田,毛健,周志磊.生姜调味料酒沉淀分析及控制研究[J].*食品与生物技术学报*,2017,36(10):1054-1058. [SU Lantian, MAO Jian, ZHOU Zhilei. Study on precipitation analysis and control of ginger seasoning cooking wine[J]. *Journal of Food Science and Biotechnology*, 2017, 36(10): 1054-1058.]

- [22] 梅璐,陈新,周悦,等. 米浆水对黑米料酒发酵的影响[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版), 2022, 45(9): 1257-1263. [MEI Lu, CHEN Xin, ZHOU Yue, et al. Effect of rice milk water on fermentation of black rice cooking wine[J]. *Journal of Hefei University of Technology (Natural Science Edition)*, 2022, 45(9): 1257-1263.]
- [23] 大河. 烹调时别用白酒代替料酒[J]. 百姓生活, 2018(3): 79 [DA He. Don't use white wine instead of cooking wine when cooking[J]. *People's Life*, 2018(3): 79.]
- [24] 侯玉瑞. 别用白酒代替料酒[J]. 农产品加工, 2014(11): 68-69. [HOU Yurui. Don't use liquor instead of cooking wine[J]. *Agricultural Products Processing*, 2014(11): 68-69.]
- [25] 黄志清,冯江朵,张婷,等. 一种简便快速测定黄酒酒精度的方法[J]. 中国食品学报, 2016, 16(10): 228-233. [HUANG Zhiqing, FENG Jiangduo, ZHANG Ting, et al. A simple and rapid method for determining the alcohol content of rice wine[J]. *Chinese Journal of Food Science*, 2016, 16(10): 228-233.]
- [26] 胡徽祥. 近红外光谱法快速测定调味料酒中的酒精度[J]. 现代食品, 2019(8): 138-143. [HU Huixiang. Rapid determination of alcohol content in seasoned wine by near-infrared spectroscopy[J]. *Modern Food*, 2019(8): 138-143.]
- [27] 胡小邦,吕进,刘辉军,等. 基于近红外透射光谱的黄酒酒精度、酸度检测模型研究[J]. 光电工程, 2010, 37(10): 122-127. [HU Xiaobang, LÜ Jin, LIU Huijun, et al. Study on alcohol content and acidity detection model of rice wine based on near-infrared transmission spectroscopy[J]. *Opto-Electronic Engineering*, 2010, 37(10): 122-127.]
- [28] 孟庆顺,马金慧,汤琅琅. 气相色谱法快速测量黄酒和调味料酒中酒精度含量[J]. 中国食品添加剂, 2020, 31(7): 110-114. [MENG Qingshun, MA Jinhui, TANG Langlang. Rapid measurement of alcohol content in rice wine and seasoned wine by gas chromatography[J]. *China Food Additives*, 2020, 31(7): 110-114.]
- [29] 苏建国,孟庆顺. 190612-3 气相色谱顶空内标法快速测定料酒中乙醇含量[J]. 中国食品添加剂, 2019, 30(8): 163-165. [SU Jianguo, MENG Qingshun. 190612-3 Rapid determination of ethanol content in cooking wine by gas chromatography headspace internal standard method[J]. *China Food Additives*, 2019, 30(8): 163-165.]
- [30] LIU X, QIAN M, SHEN Y, et al. An high-throughput sequencing approach to the preliminary analysis of bacterial communities associated with changes in amino acid nitrogen, organic acid and reducing sugar contents during soy sauce fermentation[J]. *Food Chemistry*, 2021, 349: 129131.
- [31] CHEN G M, HUANG Z R, WU L, et al. Microbial diversity and flavor of Chinese rice wine (Huangjiu): An overview of current research and future prospects[J]. *Current Opinion in Food Science*, 2021, 42(3): 37-50.
- [32] PENG Q, MENG K, ZHENG H, et al. Metabolites comparison in post-fermentation stage of manual (mechanized) Chinese Huangjiu (yellow rice wine) based on GC-MS metabolomics[J]. *Food Chemistry:X*, 2022, 14: 100324.
- [33] MAO Q. Dynamic changes of physical and chemical processes in the fermentation process of automatic brewing Chinese rice wine[J]. *Liquor Making*, 2017, 44(5): 86-90.
- [34] SARTOR S, BURIN V M, CALIARI V, et al. Profiling of free amino acids in sparkling wines during over-lees aging and evaluation of sensory properties[J]. *LWT*, 2021, 140: 110847.
- [35] 黄玉平,夏梅芳,谷海先. 提高清爽型黄酒氨基酸态氮含量的研究[J]. 酿酒科技, 2015, 3(3): 51-52, 57. [HUANG Yuping, XIA Meifang, GU Haixian. Study on improving amino acid nitrogen content in refreshing rice wine[J]. *Journal of Brewing Science and Technology*, 2015, 3(3): 51-52, 57.]
- [36] 于海燕,张燕,许春华,等. 基于氨基酸组成的黄酒酒龄电子舌鉴别[J]. 农业工程学报, 2017, 33(2): 297-301. [YU Haiyan, ZHANG Yan, XU Chunhua, et al. Identification of electronic tongue of rice wine age based on amino acid composition[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2017, 33(2): 297-301.]
- [37] 梁寒峭,陈建国,刘伟,等. 酿造酱油中特征氨基酸含量检测及对氨基酸态氮贡献的分析[J]. 食品与发酵工业, 2018, 44(4): 198-203. [LIANG Hanqiao, CHEN Jianguo, LIU Wei, et al. Detection of characteristic amino acid content in brewed soy sauce and analysis of its contribution to amino acid nitrogen[J]. *Food and Fermentation Industry*, 2018, 44(4): 198-203.]
- [38] 章银珠,杨广,李冬梅,等. 比色法测定酱油中氨基酸态氮的探讨[J]. 中国调味品, 2018, 43(6): 146-149. [ZHANG Yinzhu, YANG Guang, LI Dongmei, et al. Determination of amino acid nitrogen in soy sauce by colorimetric method[J]. *China Condiment*, 2018, 43(6): 146-149.]
- [39] 芮鸿飞,张晓瑜,刘兴泉,等. PIBC 柱前衍生-反相高效液相色谱法测定黄酒中游离氨基酸和生物胺[J]. 食品科学, 2016, 37(8): 159-163. [RUI Hongfei, ZHANG Xiaoyu, LIU Xingquan, et al. Determination of free amino acids and biogenic amines in rice wine by PIBC precolumn derivatization-reversed-phase high performance liquid chromatography[J]. *Food Science*, 2016, 37(8): 159-163.]
- [40] 魏明,徐传杰,韩松,等. 红外光谱测试酱油中氨基酸的研究[J]. 电子技术与软件工程, 2018(15): 67. [WEI Ming, XU Chuanjie, HAN Song, et al. Study on infrared spectroscopy for amino acids in soy sauce[J]. *Electronic Technology and Software Engineering*, 2018(15): 67.]
- [41] 郭辉,陈能用,陈建,等. UMAMI 型酵母抽提物对料酒的风味品质提升效果研究[J]. 中国调味品, 2017, 42(6): 67-71. [GUO Hui, CHEN Nengyong, CHEN Jian, et al. Study on the effect of UMAMI yeast extract on flavor quality improvement of cooking wine[J]. *China Condiment*, 2017, 42(6): 67-71.]
- [42] 高向阳,王彦花,郭楠楠. 谷物酿造料酒氨基酸态氮含量和级别的快速检测[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(18): 7293-7297. [GAO Xiangyang, WANG Yanhua, GUO Nannan. Rapid detection of amino acid nitrogen content and grade in grain brewing cooking wine[J]. *Journal of Food Safety and Quality Detection*, 2021, 12(18): 7293-7297.]
- [43] LIANG Z, LIN X, HE Z, et al. Dynamic changes of total acid and bacterial communities during the traditional fermentation of Hong Qu glutinous rice wine[J]. *Electronic Journal of Biotechnology*, 2020, 43: 23-31.
- [44] WU Z W, SUN J Y, WU D H, et al. Preliminary study on organic acid and acid-producing bacterial during Chinese rice wine fermentation[J]. *Food and Fermentation Industries*, 2016, 42(5): 12-18.
- [45] 晋湘宜,朱正军,万端极,等. 房县传统型、浓汁型、清爽型黄酒中有机酸的分析研究[J]. 酿酒, 2018, 45(2): 64-67. [JIN Xi-angyi, ZHU Zhengjun, WAN Duanji, et al. Analysis of organic acids in Fangxian traditional, juicy and refreshing rice wine[J]. *Journal of Winemaking*, 2018, 45(2): 64-67.]
- [46] 林晓婕,魏巍,何志刚,等. 离子排斥色谱法测定黄酒中的 13 种有机酸[J]. 色谱, 2014, 32(3): 304-308. [LIN Xiaojie, WEI Wei, HE Zhigang, et al. Determination of 13 organic acids in rice

- wine by ion repulsion chromatography[J]. *Chromatography*, 2014, 32(3): 304–308.]
- [47] SUN Y Y, SHUAI Y U, LUAN L Y, et al. Simultaneous determination of formic acid, acetic acid, propionic acid and n-butyric acid in environmental samples by ion chromatography[J]. *Shandong Science*, 2017, 30(4): 92–98.
- [48] 王琳, 陈双, 徐岩. 固相萃取-超高效液相色谱法测定黄酒中的有机酸[J]. *食品与发酵工业*, 2016, 42(10): 142–148. [WANG Lin, CHEN Shuang, XU Yan. Determination of organic acids in rice wine by solid phase extraction-ultra performance liquid chromatography[J]. *Food and Fermentation Industry*, 2016, 42(10): 142–148.]
- [49] 李英, 吴梦, 郭壮, 等. 市售调味料酒产品品质的评价[J]. *中国调味品*, 2017, 42(5): 128–132. [LI Ying, WU Meng, GUO Zhuang, et al. Evaluation of the quality of commercially available seasoning wine[J]. *China Condiment*, 2017, 42(5): 128–132.]
- [50] 汤海青, 顾晓俊, 陈祖满, 等. 基于电子舌的料酒味觉特征辨识与定量分析[J]. *核农学报*, 2020, 34(5): 1054–1060. [TANG Haiqing, GU Xiaojun, CHEN Zuman, et al. Identification and quantitative analysis of taste characteristics of cooking wine based on electronic tongue[J]. *Journal of Nuclear Agricultural Sciences*, 2020, 34(5): 1054–1060.]
- [51] CHEN S, CHENG W C, QIAN M C, et al. Characterization of the key aroma compounds in aged Chinese rice wine by comparative aroma extract dilution analysis, quantitative measurements, aroma recombination, and omission studies[J]. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 2019, 67(17): 4876–4884.
- [52] LI X Y, GUO M, DONG Y N, et al. GC/MS fingerprint analysis of flavor substances and its principle component analysis, cluster analysis with typical brand cooking wine[J]. *Journal of Analytical Science*, 2019, 35(2): 175–181.
- [53] 邢俊超, 王鹏, 韩颖, 等. 基于智能感官和气质联用分析年份料酒[J]. *中国调味品*, 2022, 47(2): 160–164, 168. [XING Junchao, WANG Peng, HAN Ying, et al. Analysis of vintage cooking wine based on intelligent sensory and temperament chromatography[J]. *China Condiment*, 2022, 47(2): 160–164, 168.]
- [54] 康波, 段鑫锐, 张小龙, 等. 不同地区调味料酒的挥发性风味物质研究[J]. *中国调味品*, 2022, 47(9): 135–143. [KANG Bo, DUAN Xinrui, ZHANG Xiaolong, et al. Study on volatile flavor compounds of seasoned cooking wine in different regions[J]. *China Condiment*, 2022, 47(9): 135–143.]
- [55] 纪秋平, 孙彬青, 张喆, 等. 不同包装材料下料酒风味物质的分析研究[J]. *包装世界*, 2016(6): 27–28. [JI Qiuping, SUN Binqing, ZHANG Zhe, et al. Analysis of flavor substances of cooking wine under different packaging materials[J]. *Packaging World*, 2016(6): 27–28.]
- [56] 王妍. 料酒的调味增香机理[J]. *中国调味品*, 2005, 30(7): 32–34. [WANG Yan. Flavoring and flavoring mechanism of cooking wine[J]. *China Condiment*, 2005, 30(7): 32–34.]
- [57] 李海涛, 姚开, 贾冬英. 料酒祛羊肉膻味和增香的机理分析[J]. *农业技术与装备*, 2010(24): 9–11. [LI Haitao, YAO Kai, JIA Dongying. Mechanism analysis of cooking wine to remove mutton taste and flavor[J]. *Agricultural Technology and Equipment*, 2010(24): 9–11.]
- [58] FU C, WU D, JIN Z, et al. Development of a novel cooking wine with high-efficiency deodorizing capability via a rapid fermentation strategy[J]. *LWT*, 2022, 153: 112431.
- [59] 伍文驰, 张楷正, 李琼, 等. 一种酿造料酒的制备及其去腥效果研究[J]. *中国调味品*, 2020, 45(1): 118–121, 125. [WU Wenchí, ZHANG Kaizheng, LI Qiong, et al. Preparation of a brewed cooking wine and its fishy removal effect[J]. *China Condiment*, 2020, 45(1): 118–121, 125.]
- [60] LIN H, ZHANG J, NI T J, et al. Yellow wine polyphenolic compounds prevents Doxorubicin-induced cardiotoxicity through activation of the Nrf2 signalling pathway[J]. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*, 2019, 23(9): 6034–6047.
- [61] 韩珍, 冯爱军, 赵文红, 等. 黄酒中多酚类物质检测方法研究进展[J]. *中国酿造*, 2011, 30(8): 5–8. [HAN Zhen, FENG Aijun, ZHAO Wenhong, et al. Research progress on detection methods of polyphenols in rice wine[J]. *China Brewing*, 2011, 30(8): 5–8.]
- [62] CHEN X, YANG Y, YANG X, et al. Investigation of flavonoid components and their associated antioxidant capacity in different pigmented rice varieties[J]. *Food Research International*, 2022, 161: 111726.
- [63] YANG L C, LU T J, HSIEH C C, et al. Characterization and immunomodulatory activity of polysaccharides derived from *Dendrobium tosaense*[J]. *Carbohydrate Polymers*, 2014, 111: 856–863.
- [64] LIN B, HUANG G. An important polysaccharide from fermentum[J]. *Food Chemistry:X*, 2022, 15: 100388.
- [65] GUO Y, CHEN X, GONG P, et al. Advances in the mechanisms of polysaccharides in alleviating depression and its complications[J]. *Phytomedicine*, 2023, 109: 154566.
- [66] 李琴, 赵一丁, 叶林林, 等. 黄酒中多糖稳定性研究[J]. *酿酒科技*, 2017, 6(6): 65–70. [LI Qin, ZHAO Yiding, YE Linlin, et al. Study on the stability of polysaccharides in rice wine[J]. *Journal of Brewing Science and Technology*, 2017, 6(6): 65–70.]
- [67] 董颖娜. 基于模式识别的料酒品质研究及其指纹图谱建立[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2018. [DONG Yingna. Research on cooking wine quality based on pattern recognition and its fingerprint establishment[D]. Hangzhou: Zhejiang A&F University, 2018.]
- [68] DENG B, SUN Z, WANG Y, et al. Design, synthesis, and bioevaluation of imidazo[1,2-a] pyrazine derivatives as tubulin polymerization inhibitors with potent anticancer activities[J]. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 2022, 76: 117098.
- [69] CHEN C, LIU Y, TIAN H X, et al. Metagenomic analysis reveals the impact of Jiuyao microbial diversity on fermentation and the volatile profile of Shaoxing-jiu[J]. *Food Microbiology*, 2020, 86: 103–326.
- [70] LIU S P, MAO J, LIU Y Y, et al. Bacterial succession and the dynamics of volatile compounds during the fermentation of Chinese rice wine from Shao-xing region[J]. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 2015, 31(12): 1907–1921.
- [71] PENG Q, ZHENG H, MENG K, et al. Quantitative study on core bacteria producing flavor substances in Huangjiu (Chinese yellow rice wine)[J]. *LWT*, 2022, 168: 113900.
- [72] ZHOU W, FANG R, CHEN Q. Effect of gallic and protocatechuic acids on the metabolism of ethyl carbamate in Chinese yellow rice wine brewing[J]. *Food Chemistry*, 2017, 233: 174–81.
- [73] XIA X, YI L, ZHANG Q, et al. Mixed starter culture regulate biogenic amines formation via decarboxylation and transamination during Chinese rice wine fermentation[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2018, 66(25): 6348–6356.
- [74] 赵霞, 孙涵, 刘柳, 等. 电感耦合等离子体质谱法直接测定料酒中的7种微量元素[J]. *中国调味品*, 2016, 41(7): 134–137. [ZHAO Xia, SUN Han, LIU Liu, et al. Direct determination of seven trace elements in cooking wine by inductively coupled plasma

mass spectrometry[J]. *China Condiment*, 2016, 41(7): 134–137.]

[75] CHEN A H, CHEN S L, WU Y H, et al. Direct and sequential determination of six metal elements in cooking wine by HR-CS GFAAS[J]. *Advanced Materials Research*, 2014, 3514(1033): 658–662.

[76] 刘彩霞, 刘双平, 徐岳正, 等. 乳酸菌强化技术降低黄酒浸米过程生物胺的积累 [J]. *中国食品学报*, 2021, 21(5): 166–173.

[LIU Caixia, LIU Shuangping, XU Yuezheng, et al. Lactic acid bacteria enhancement technology to reduce the accumulation of biogenic amines in rice immersion process of rice wine[J]. *Chinese Journal of Food Science*, 2021, 21(5): 166–173.]

[77] 潘慧青, 曹钰, 石慧媛, 等. 黄酒酿造后酵工艺对氨基酸态氮生成的影响 [J]. *食品与生物技术学报*, 2016, 35(2): 144–150.

[PAN Huiqing, CAO Yu, SHI Huiyuan, et al. Effect of fermenta-

tion process on amino acid nitrogen formation after rice wine[J]. *Journal of Food and Biotechnology*, 2016, 35(2): 144–150.]

[78] ZHU W, HE Q, GAO H, et al. Bioconversion of yellow wine wastes into microbial protein via mixed yeast-fungus cultures[J]. *Bioresource Technology*, 2020, 299: 122565.

[79] 陈回军, 高轶岚. 绍兴黄酒酿造过程中氨基酸态氮量变化及控制研究 [J]. *食品安全导刊*, 2020(18): 116–118. [CHEN Huijun, GAO Yilan. Study on the change and control of amino acid nitrogen in the brewing process of Shaoxing rice wine[J]. *Food Safety Guide*, 2020(18): 116–118.]

[80] 马鹏程. 离子交换树脂澄清料酒新工艺的研究 [D]. 杭州: 浙江农林大学, 2021. [MA Pengcheng. Research on new process of clarifying cooking wine with ion exchange resin[D]. Hangzhou: Zhejiang A&F University, 2021.]