

## 澳洲坚果加工与产业副产物综合利用研究进展

杨艳芬,段敏仙,张碧蓉,闫素云,史文斌,杨帆,潘黎,周先艳

(云南省农业科学院热带亚热带经济作物研究所,云南 瑞丽 678600)

**摘要:**我国是世界澳洲坚果种植大国,但我国澳洲坚果还处在初加工阶段,加工副产物也未被充分利用,为促进我国澳洲坚果的精深加工利用,综述了澳洲坚果的营养成分、加工产品、产业副产物的综合利用现状,并对澳洲坚果的综合加工利用前景进行了展望。澳洲坚果富含脂肪、蛋白质、矿质元素等营养成分,其主要加工产品有坚果油和开口坚果;澳洲坚果产业副产物包括饼粕、青皮、果壳、叶、花,在提取蛋白质,制作堆肥、燃料、茶叶、花茶等方面有应用价值。未来我国应重视澳洲坚果精深加工,充分利用澳洲坚果副产物,提升澳洲坚果产品的附加值。

**关键词:**澳洲坚果;营养;活性成分;加工;综合利用

**中图分类号:**TS229;TS222+.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-7969(2024)12-0100-05

### Research progresses on the processing and comprehensive utilization of industrial by-products of *Macadamia integrifolia*

YANG Yanfen, DUAN Minxian, ZHANG Birong, YAN Suyun,  
SHI Wenbin, YANG Fan, PAN Li, ZHOU Xianyan

(Institute of Tropical and Subtropical Cash Crops, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Ruili 678600, Yunnan, China)

**Abstract:** China is a major *Macadamia integrifolia* planting country in the world, but the *Macadamia integrifolia* in China is still in the initial processing stage, and the by-products of processing are not fully utilized. In order to promote the in-depth processing and utilization of *Macadamia integrifolia* in China, the nutritional components, processed products, and the comprehensive utilization status of *Macadamia integrifolia* industrial by-products were summarized. The prospects of comprehensive processing and utilization of *Macadamia integrifolia* were also prospected. Nutrients like fat, protein, and minerals are abundant in *Macadamia integrifolia*. Their primary processed products are nut oil and open nuts. *Macadamia integrifolia* industrial by-products include cake and meal, green husk, fruit shell, leaves, flowers, and they have application value in the extraction of protein, compost, fuel, tea, flower tea and so on. In the future, China should pay attention to the in-depth processing of *Macadamia integrifolia*, make full use of *Macadamia integrifolia* by-products, and enhance the added value of *Macadamia integrifolia* products.

**Key words:** *Macadamia integrifolia*; nutrition; active substances; processing; comprehensive utilization

收稿日期:2023-03-21;修回日期:2024-08-05

基金项目:科技人才与平台计划(202105AD160049);德宏州英才兴边计划(2022RC010,2022RC015)

作者简介:杨艳芬(1995),女,硕士研究生,研究方向为采后保鲜与加工(E-mail)319330994@qq.com。

通信作者:周先艳,副研究员,博士(E-mail)lyfzhouxianyan@163.com。

澳洲坚果(*Macadamia integrifolia*),又称夏威夷果、昆士兰栗、澳洲胡桃等,是热带、亚热带的常绿果树,属于山龙眼目山龙眼科,原产于澳大利亚<sup>[1]</sup>。2000年后,澳洲坚果的生产、种植在全球范围内发展迅速。中国农业农村部农垦局、国际坚果与干果理事会(INC)相关数据显示,截至2023年,全球澳洲坚果种植面积达542 938 hm<sup>2</sup>,我国澳洲坚果种植

面积达336 568 hm<sup>2</sup>,占全球种植面积的61.99%,已成为世界第一大澳洲坚果种植国。我国澳洲坚果主栽区有云南、广西和贵州,在广东、海南、福建、浙江、四川等省也有种植<sup>[2]</sup>。近年来,云南省的澳洲坚果产业飞速发展,中国农业农村部农垦局、INC 相关数据显示,截至2023年,云南省澳洲坚果种植面积达275 871 hm<sup>2</sup>,占全国种植面积的81.97%,种植区域主要在临沧、德宏、西双版纳、保山、普洱等地,目前云南省已成为中国及世界上最大的澳洲坚果种植基地<sup>[3-4]</sup>。

作为休闲食品,澳洲坚果不仅有良好的口感,而且营养成分丰富,主要有脂肪、蛋白质、碳水化合物、矿物质元素等,还含有酚类、黄酮类等活性成分,具有降低血脂、抗癌等功效<sup>[5-8]</sup>。随着人们生活水平的提高,对澳洲坚果及其加工产品的消费需求也逐渐增加。澳洲坚果除了果仁外,其果皮、果壳均有一定的使用价值。目前我国澳洲坚果产品的种类相对单一,主要以壳果和果仁的初级加工产品为主<sup>[2]</sup>。

为促进我国澳洲坚果产业的长足发展,提高澳洲坚果总体加工技术和综合利用水平,本文系统综述了澳洲坚果的营养成分及其加工产品,以及澳洲坚果加工副产物的综合利用情况,以期为澳洲坚果的精深加工利用提供理论依据。

## 1 澳洲坚果的营养成分及其加工产品

### 1.1 果仁的主要营养成分

澳洲坚果仁含有多种营养成分及矿物质元素<sup>[9]</sup>。澳洲坚果仁的主要营养成分是脂肪、蛋白质,还含有可溶性总糖、淀粉等其他成分<sup>[10-11]</sup>。在不同的生长期,澳洲坚果仁的营养成分种类及含量存在差异。宋海云等<sup>[12]</sup>检测了广西壮族自治区3个澳洲坚果主栽品种在不同生长期果仁的脂肪酸含量,发现其果仁含有18种脂肪酸,生长过程中,其脂肪酸种类不改变,但脂肪酸含量有明显的变化。魏长宾等<sup>[13]</sup>采用气相色谱-质谱联用技术对澳洲坚果油中的脂肪酸组成进行分析,发现澳洲坚果油含有10种脂肪酸,主要有棕榈油酸、油酸和11-二十碳烯酸等不饱和脂肪酸以及月桂酸、肉豆蔻酸、棕榈酸、硬脂酸、花生酸等饱和脂肪酸。苏宏伟等<sup>[14]</sup>测定了从广西6个区县筛选的18个澳洲坚果优树果实样品的脂肪酸组成及含量,共鉴定出9种脂肪酸,且各样品的脂肪酸组成差异不大。澳洲坚果仁中还富含人体所必需的微量元素,如构成血液重要组成部分的铁和参与人体80多种酶的合成与代谢反应的锌等<sup>[6]</sup>。

### 1.2 加工产品

#### 1.2.1 坚果油

澳洲坚果油是以澳洲坚果仁为原料加工而成,其生产工艺主要有压榨法、溶剂萃取法、超声波辅助提取法、超临界二氧化碳萃取法、水剂法等<sup>[15-16]</sup>,其中压榨法采用液压压榨机、螺旋压榨机等对澳洲坚果仁进行压榨,该方法操作简单,适于大规模推广使用<sup>[17-18]</sup>。澳洲坚果油中不饱和脂肪酸含量高达69.03%,主要有棕榈油酸、油酸、11-二十碳烯酸、异油酸,饱和脂肪酸主要有棕榈酸、硬脂酸、花生酸等<sup>[8,12,19]</sup>。适宜加工条件下制取的澳洲坚果油清香透亮,不仅具有很高的食用价值,而且具有较好的保健功效,如调节血糖、血脂,预防肿瘤和风湿性关节炎,抗衰老等<sup>[20-21]</sup>。澳洲坚果油还可用于化妆品中,如保湿面膜、面霜<sup>[22]</sup>、手工皂、按摩油、护发精油、护手霜等<sup>[16,23]</sup>。

#### 1.2.2 开口坚果

澳洲坚果主要加工产品是开口坚果,其加工工序一般为果筛选分级、水洗、沥干、开口、浸泡、淋洗、干燥、烘烤、冷却、调味、成品、包装(真空)、检验<sup>[24]</sup>,其中较重要的是烘烤和包装环节。邹建云等<sup>[25]</sup>研究了澳洲坚果加工工序及参数,结果表明,澳洲坚果带壳鲜果的最佳加工条件为在40℃下干燥96 h,在135℃下焙炒10 min,产品选择充氮包装,该条件下加工的澳洲坚果色泽淡黄、香味浓郁、酥脆可口。邹建云等<sup>[26]</sup>进一步研究发现,2次真空加脱氧剂包装的澳洲坚果产品储存品质更好,可直接应用于规模化生产。不同品种的澳洲坚果加工条件有所差异,如赵丹等<sup>[27]</sup>对3个品种澳洲坚果初加工过程中的干燥、开口、破壳取仁3个工艺步骤进行了研究,发现脱青皮后,不同品种澳洲坚果的干燥时间不同,混合果干燥后水分差异较大,对后续加工工艺有较大的影响。

澳洲坚果在添加调味剂后可加工成各种口味的开口坚果,如原味、奶油味、奶油蜂蜜味、芥末味、咸蛋黄味。开口坚果也是我国澳洲坚果产业主要加工产品,主产区云南的开口坚果产品约占全国的90%<sup>[7]</sup>,已经有“临沧优品”“云垦”“种在山上临沧坚果”等众多品牌,省外的知名品牌有“三只松鼠”“百草味”等。

## 2 澳洲坚果产业副产物的综合利用现状

### 2.1 饼粕

饼粕是提取澳洲坚果油后的副产物,一般作为废弃物被丢弃,也有少部分用作饲料<sup>[28]</sup>,整体利用率不高。但澳洲坚果饼粕富含蛋白质、碳水化合物

等营养成分<sup>[29]</sup>。郭刚军等<sup>[28]</sup>对澳洲坚果低温压榨饼的营养成分进行了测定,发现澳洲坚果低温压榨饼含有17.22%脂肪、24.90%蛋白质、24.78%碳水化合物。目前,已有许多研究表明澳洲坚果饼粕可用于制备蛋白质和多肽,如:向媛嫒等<sup>[30]</sup>从澳洲坚果低温压榨脱脂饼中分离纯化得到澳洲坚果糖肽;黄宗兰<sup>[31]</sup>分别采用碱溶酸沉法、盐溶法、Tris-HCl法提取澳洲坚果粕中的蛋白质,发现采用碱溶酸沉法时得率和蛋白质含量均最高。在食品制作方面,郭刚军等<sup>[32]</sup>以澳洲坚果粕粉为主要原料制作的饼干香味浓郁、口感酥脆;黄雪松<sup>[33]</sup>以澳洲坚果粕为主要原料制作了澳洲坚果咀嚼片保健食品。

## 2.2 青皮

澳洲坚果的果皮呈青绿色,是果实的最外层部分,一般称作青皮,又称果荚。大部分澳洲坚果青皮直接作为废弃物被丢弃,不仅造成资源浪费,还会污染环境<sup>[34]</sup>。目前,我国对澳洲坚果青皮的主要利用方式是直接堆肥利用。研究表明,与其他肥料配合使用能提高澳洲坚果青皮的价值,如尚怀国等<sup>[35]</sup>以澳洲坚果青皮为原料发酵堆肥,再以不同化肥量配合澳洲坚果青皮发酵肥施用到茶园中,发现其能改良茶园土壤营养状况,提升茶叶产量和品质。我国茶叶种植历史悠久,茶叶产量稳居世界第一,同时也是世界第二大茶叶出口国<sup>[36]</sup>,将澳洲坚果青皮应用到改善茶叶的品质中,将在一定程度上提高澳洲坚果的综合利用率,同时可以减少化肥的使用。此外,澳洲坚果青皮提取物还可以作为杀虫剂、除草剂及抗氧化剂的成分之一,如:李彪等<sup>[37]</sup>对以水、乙醇及石油醚为溶剂提取的澳洲坚果青皮提取物的杀虫活性进行研究,结果发现,澳洲坚果青皮提取物对3龄和4龄思茅松毛虫均具有一定的杀虫活性,且浓度越高,杀虫活性越强;张明等<sup>[38]</sup>研究发现,从新鲜澳洲坚果青皮中提取的多酚具有很强的抗氧化能力,可用于制备天然抗氧化剂。另外,澳洲坚果青皮提取物还可与其他物质,如松针粉、合欢皮粉、远志粉按一定比例混合,制成澳洲坚果青皮舒眠药枕<sup>[39]</sup>,具有促进睡眠、养心安神的作用。澳洲坚果青皮还可以被制作成绿茶,其口感清新,香甜可口<sup>[40]</sup>。

## 2.3 果壳

澳洲坚果果壳约占壳果质量的三分之二,其作为澳洲坚果加工过程中的副产物多被直接丢弃或焚烧,造成资源浪费和环境污染<sup>[41]</sup>。澳洲坚果果壳坚硬、表面致密、含碳量高<sup>[42]</sup>,可用于制作生物活性炭<sup>[43-44]</sup>、吸附剂<sup>[45]</sup>,以其为原料制作的吸附剂具有比表面积大、化学稳定性好、机械强度高、易再生的

优点<sup>[46-47]</sup>。澳洲坚果果壳在其他行业也有重要的应用价值,如:以澳洲坚果果壳为辅料可以制作露酒<sup>[48]</sup>;澳洲坚果果壳中含有棕色素,与其他物质按一定比例混合可以制成天然的染发剂,该染发剂对头发具有柔顺滋养的作用<sup>[49]</sup>;澳洲坚果果壳含有大量的纤维素和木质素,可以制成天然摩擦剂,再以其为原料制作牙膏,与其他摩擦剂相比更能减少对牙齿的损伤<sup>[50]</sup>。据云南省林业和草原局统计,目前我国已经研发的澳洲坚果果壳产品有有机花盆、果盘、室内摆件小商品、刹车片等。因此,澳洲坚果果壳的应用范围广阔,可进一步提高澳洲坚果的商业价值。

## 2.4 叶

澳洲坚果叶中含有矿质元素和大量挥发性成分,可以制成茶叶。韩树全等<sup>[51]</sup>用澳洲坚果叶制作的茶叶外形匀整饱满,有特殊香气,口感较好,且咖啡碱含量很低,饮用后对神经刺激较小。澳洲坚果叶也可用于提取精油。何凤平等<sup>[52]</sup>采用水蒸气蒸馏法提取澳洲坚果叶精油,发现在料液比1:5、NaCl质量浓度2.5 g/100 mL、蒸馏时间3 h时提取效果最佳。

## 2.5 花

澳洲坚果花中含有丰富的挥发性成分,可用来制作花茶。张燕等<sup>[53]</sup>采用多种干燥工艺相结合的方式对澳洲坚果花进行干燥处理,制成的澳洲坚果花茶色、香、味、形及营养俱全。澳洲坚果花因含有苯甲醛和苯乙醛等物质,在工业香精和制药方面也具有广阔的开发利用前景<sup>[54]</sup>。

## 3 总结与展望

目前我国已成为世界上最大的澳洲坚果种植基地,而澳洲坚果也因其独特的口感和丰富的营养成分,受到国内外广大消费者的喜爱。国内外研究人员在澳洲坚果的加工、营养成分提取和产业副产物利用方面也做了大量基础研究,为澳洲坚果加工及其产业副产物有效利用提供了理论依据与技术支持。但是,受技术和设备的影响,目前我国澳洲坚果还处于初加工阶段,主要以壳果加工为主,对于副产物的加工利用还相对较少。针对澳洲坚果综合加工利用的现状,今后的澳洲坚果综合加工利用应着重解决以下问题:优化澳洲坚果烘烤条件,重视新产品的开发;重视澳洲坚果副产物的开发利用,变废为宝,形成工厂化生产,提高利用效率,解决因澳洲坚果产业副产物被大量丢弃而造成环境污染的问题,提高经济效益。

## 参考文献:

- [1] 张金云, 吴世军, 张煜林, 等. 热带果树澳洲坚果[J]. 新农业, 2021(2): 80.

- [2] 全伟, 严娟, 芮丹萍, 等. 云南澳洲坚果产业发展现状分析与对策[J]. 云南科技管理, 2022, 35(3): 32-37.
- [3] 刘黔英. 我国澳洲坚果研究现状[J]. 热带农业科学, 2018, 38(3): 75-80.
- [4] 高波, 骆瑞麟, 杨斌, 等. 云南高原特色澳洲坚果新兴产业发展分析与对策[J]. 云南科技管理, 2018, 31(2): 4-9.
- [5] 杨申明, 王振吉, 韦薇, 等. 微波辅助提取澳洲坚果壳总黄酮的工艺优化及其抗氧化活性[J]. 粮食与油脂, 2016, 29(8): 80-84.
- [6] 刘秋月, 叶丽君, 黄文焯, 等. 高效液相色谱法测定澳洲坚果青皮中的4种酚类物质[J]. 热带农业科学, 2016, 36(7): 106-111.
- [7] 贺熙勇, 聂艳丽, 吴霞, 等. 云南澳洲坚果产业高质量发展的建议[J]. 中国南方果树, 2022, 51(4): 205-210.
- [8] 赵静, 唐君海, 王文林, 等. 澳洲坚果营养成分分析[J]. 农业研究与应用, 2013(4): 24-25.
- [9] 谭秋锦, 韦媛荣, 黄锡云, 等. 10份澳洲坚果种质果实性状与营养成分分析[J]. 果树学报, 2021, 38(5): 672-680.
- [10] MOODLEY R, KINDNESS A, JONNALAGADDA S B. Elemental composition and chemical characteristics of five edible nuts (almond, Brazil, pecan, macadamia and walnut) consumed in Southern Africa[J]. J Environ Sci Health B, 2007, 42(5): 585-591.
- [11] MOODLEY R, KINDNESS A, JONNALAGADDA S B. Chemical composition of edible *Macadamia* nuts (*Macadamia integrifolia*) and impact of soil quality[J]. J Environ Sci Health A, 2007, 42(14): 2097-2104.
- [12] 宋海云, 张涛, 王文林, 等. 澳洲坚果果仁脂肪酸分析及评价[J]. 食品研究与开发, 2021, 42(21): 128-136.
- [13] 魏长宾, 刘胜辉, 臧小平, 等. 澳洲坚果油脂肪酸组成分析[J]. 中国油脂, 2008, 33(9): 75-76.
- [14] 苏宏伟, 杨漓, 曾永明, 等. 广西不同产地澳洲坚果营养成分研究[J]. 热带农业科学, 2021, 41(5): 41-44.
- [15] 杜丽清, 帅希祥, 涂行浩, 等. 水剂法提取澳洲坚果油的化学成分及其抗氧化活性研究[J]. 食品与机械, 2016, 32(10): 140-144.
- [16] 帅希祥, 杜丽清, 张明, 等. 提取方法对澳洲坚果油的化学成分及其抗氧化活性影响研究[J]. 食品工业科技, 2017, 38(15): 1-5, 10.
- [17] 梁燕理, 杨湘良, 周晓, 等. 一种澳洲坚果油的制备方法: CN110951537A [P]. 2020-04-03.
- [18] 徐斌, 施蕊, 万举河, 等. 一种澳洲坚果油的制备方法及其应用: CN110776993A [P]. 2020-02-11.
- [19] KASEKE T, FAWOLE O A, OPARA U L. Chemistry and functionality of cold-pressed *Macadamia* nut oil[J/OL]. Processes, 2021, 10(1): 56 [2023-03-21]. <https://doi.org/10.3390/pr10010056>.
- [20] 朱冰清. 澳洲坚果油提取及其纳米乳口服液的研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2013.
- [21] SHUAI X, DAI T, CHEN M, et al. Comparative study of chemical compositions and antioxidant capacities of oils obtained from 15 *Macadamia* (*Macadamia integrifolia*) cultivars in China[J/OL]. Foods, 2021, 10(5): 1031 [2023-03-21]. <https://doi.org/10.3390/foods10051031>.
- [22] HANUM T I, LIA L, SUMAIYAH S, et al. *Macadamia* nuts oil in nanocream and conventional cream as skin anti-aging: A comparative study[J]. Open Access Maced J Med Sci, 2019, 7(22): 3917-3920.
- [23] 李之典. 一种油包水型多重功效美白面霜: CN112451400A [P]. 2021-03-09.
- [24] 彭日欣, 唐清苗, 吴子佳, 等. 夏威夷果的营养价值及加工制品研究现状[J]. 农产品加工: 下半月, 2019(10): 77-79, 82.
- [25] 邹建云, 郭刚军. 澳洲坚果果仁加工工艺条件研究[J]. 热带作物学报, 2013, 34(11): 2295-2300.
- [26] 邹建云, 郭刚军, 徐荣. 不同包装方式开口带壳澳洲坚果储存过程中品质变化研究[J]. 食品工业, 2014, 35(8): 152-155.
- [27] 赵丹, 姜家泰, 刘云飞, 等. 澳洲坚果分品种加工工艺的研究[J]. 江西农业学报, 2021, 33(4): 86-90, 97.
- [28] 郭刚军, 邹建云, 徐荣, 等. 澳洲坚果粕营养成分测定与氨基酸组成评价[J]. 食品工业科技, 2012, 33(9): 421-423.
- [29] 张翔. 澳洲坚果油粕多糖与糖蛋白的分离纯化与特性研究[D]. 广州: 暨南大学, 2019.
- [30] 向媛嫒, 王文林, 宋海云, 等. 去糖基化对水溶澳洲坚果糖肽结构和抗氧化性的影响[J]. 食品与发酵工业, 2021, 47(11): 98-103.
- [31] 黄宗兰. 澳洲坚果油和蛋白的提取、性质分析及蛋白的初步纯化探索[D]. 南昌: 南昌大学, 2015.
- [32] 郭刚军, 胡小静, 邹建云, 等. 澳洲坚果饼干加工技术研究[J]. 食品科技, 2012, 37(8): 162-165.
- [33] 黄雪松. 一种澳洲坚果咀嚼片及其制备方法与应用: CN105394684B [P]. 2019-07-19.
- [34] 张明楷, 杨为海, 曾辉, 等. 澳洲坚果果皮中主要功能性成分分析[J]. 热带农业科学, 2011, 31(5): 73-75.
- [35] 尚怀国, 周泽宇, 施蕊, 等. 澳洲坚果青皮发酵肥对茶园土壤养分和茶叶品质的影响[J]. 南方农业学报, 2021, 52(7): 1877-1886.
- [36] 王刻铭. 中国茶叶产业国际竞争力提升路径研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2020.
- [37] 李彪, 熊智, 王金华, 等. 澳洲坚果青皮提取物对思茅松毛虫的杀虫活性研究[J]. 中国农学通报, 2011, 27

- (31): 264 – 268.
- [38] 张明, 帅希祥, 杜丽清, 等. 澳洲坚果青皮多酚提取工艺优化及其抗氧化活性[J]. 食品工业科技, 2017, 38(22): 195 – 199.
- [39] 徐斌, 万举河, 卢森. 一种澳洲坚果青皮舒眠药枕及其制备方法: CN106539946A[P]. 2017 – 03 – 29.
- [40] 覃振师, 罗莲凤, 王文林, 等. 一种澳洲坚果皮绿茶及其制备方法: CN109845851B[P]. 2022 – 01 – 18.
- [41] 石柳, 王金华, 熊智, 等. 澳洲坚果壳中纤维素和木质素成分分析[J]. 湖北农业科学, 2009, 48(11): 2846 – 2848.
- [42] SCHÜLER P, SPECK T, BÜHRIG – POLACZEK A, et al. Structure – function relationships in *Macadamia integrifolia* seed coats: Fundamentals of the hierarchical microstructure [J/OL]. PLoS One, 2014, 9(8): e102913 [2023 – 03 – 21]. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102913>.
- [43] 耿建建, 陶亮, 岳海, 等. 澳洲坚果果壳综合利用研究综述[J]. 热带农业科技, 2021, 44(2): 41 – 47.
- [44] 巫丹, 范方宇, 王昌命, 等. 温度对澳洲坚果壳生物炭特性影响[J]. 应用化工, 2021, 50(5): 1282 – 1286, 1291.
- [45] NEKHAVHAMBE H H, MUDZIELWANA R, GITARI M W, et al. Fluoride bio – sorption efficiency and antimicrobial potency of *Macadamia* nut shells [J/OL]. Materials, 2022, 15(3): 1065 [2023 – 03 – 21]. <https://doi.org/10.3390/ma15031065>.
- [46] 冯骞, 杨雯, 薛朝霞, 等. 一种硝化还原改性澳洲坚果壳吸附剂的制备方法: CN104258820B[P]. 2016 – 04 – 27.
- [47] 杨雯, 冯骞, 操家顺, 等. 新型多羟基澳洲坚果壳吸附处理印染废水[J]. 净水技术, 2016, 35(1): 77 – 82.
- [48] 王文林, 陈海生, 赵静, 等. 一种澳洲坚果壳泡酒酿造方法: CN108441374A[P]. 2018 – 08 – 24.
- [49] 徐斌. 一种澳洲坚果壳天然染发剂及其制备方法: CN106491421B[P]. 2019 – 11 – 15.
- [50] 徐斌. 一种利用澳洲坚果壳制备天然摩擦剂的方法: CN106309259A[P]. 2017 – 01 – 11.
- [51] 韩树全, 罗立娜, 范建新, 等. 澳洲坚果叶茶的品质特征及挥发性成分分析[J]. 热带作物学报, 2019, 40(8): 1645 – 1652.
- [52] 何凤平, 雷朝云, 范建新, 等. 水蒸气蒸馏法提取澳洲坚果叶精油工艺[J]. 食品工业, 2020, 41(1): 176 – 180.
- [53] 张燕, 范建新, 龚德勇, 等. 一种澳洲坚果花花茶的制备方法: CN109845861B[P]. 2022 – 03 – 11.
- [54] 欧华, 杨为海, 邹明宏, 等. 澳洲坚果花的挥发性成分分析[J]. 热带农业科学, 2011, 31(6): 58 – 60.
- 
- (上接第 12 页)
- [13] 杨清山, 翟彦伟, 栗星, 等. 花椒及其提取物中花椒麻素的 HPLC 测定方法[J]. 食品工业, 2019, 40(8): 328 – 332.
- [14] QI D, MA C, WANG W, et al. Gas chromatography – mass spectrometry analysis reveals the differences in volatile components of royal jelly from different honeybee stocks [J/OL]. LWT – Food Sci Technol, 2020, 124: 109143 [2023 – 08 – 31]. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109143>.
- [15] LIU Y, LI Q, YANG W, et al. Characterization of the potent odorants in *Zanthoxylum armatum* DC Prodr. pericarp oil by application of gas chromatography – mass spectrometry – olfactometry and odor activity value [J/OL]. Food Chem, 2020, 319: 126564 [2023 – 08 – 31]. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126564>.
- [16] SUN J, SUN B, REN F, et al. Characterization of key odorants in Hanyuan and Hancheng fried pepper (*Zanthoxylum bungeanum*) oil [J]. J Agric Food Chem, 2020, 68(23): 6403 – 6411.
- [17] 李金林, 王维亚, 李鑫, 等. 基于雷达图与紫外 – 可见分光光度法建立鱼汤挥发性风味评价方法及其应用[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(8): 2103 – 2110.
- [18] 徐艳. 柄果花椒酰胺及其衍生物的设计、合成及活性评价[D]. 辽宁 大连: 大连理工大学, 2014.
- [19] 潘姝璇, 蒲彪, 付本宁, 等. 花椒麻味物质感官分级及其检测研究进展[J]. 食品工业科技, 2017, 38(18): 347 – 351.
- [20] 艾莉, 张萌萌, 赵容, 等. 星点设计 – 响应面法优化花椒中主要酰胺类成分提取工艺研究[J]. 中药与临床, 2020, 11(6): 13 – 17.
- [21] 朱凯, 郑飞洋, 郭丽平, 等. 模糊综合评价结合响应面法优化鹰爪虾滑加工工艺[J]. 中国食品学报, 2022, 22(2): 224 – 232.
- [22] 江燕竹. 花椒麻味物质的分离纯化以及抗氧化性能研究[D]. 成都: 西华大学, 2016.
- [23] 彭彰智, 彭超, 潘军辉, 等. 响应面法优化棕榈油基花椒调味油的生产工艺及其贮藏稳定性研究[J]. 中国调味品, 2021, 46(9): 58 – 64.
- [24] 程小雪, 袁永俊, 胡丽丽, 等. 贮藏条件对花椒调味油中柠檬烯和芳樟醇含量的影响[J]. 食品科学, 2014, 35(18): 258 – 261.
- [25] 倪瑞洁. 花椒调味油特征香气物质解析及其呈香属性效应机制研究[D]. 西安: 陕西师范大学, 2022.