

刺梨多酚类物质研究进展

Research progress on polyphenols in chestnut rose fruit

尹艳艳 张健 陆伦维 黎露露 张德芹

YIN Yanyan ZHANG Jian LU Lunwei LI Lulu ZHANG Deqin

(贵州习酒股份有限公司, 贵州 遵义 564622)

(Guizhou Xijiu Co., Ltd., Zunyi, Guizhou 564622, China)

摘要:刺梨有“三王水果”之称,是一种药食两用型水果。多酚类化合物是刺梨中第二大主要功能成分,具有抗氧化、调节糖脂代谢、抗炎抑菌、解酒护肝等药理和保健功能,具有极大的食品开发潜质。研究对近年来关于刺梨多酚类化合物的分类、提取、定性定量分析以及生物活性等方面的研究进行了综述,并对其未来发展方向进行了展望。

关键词:刺梨;多酚;提取;定性定量分析;生物活性

Abstract: Chestnut rose fruit, known as "Three King fruits", has high edible value and medicinal value. Polyphenols are the second major functional component of chestnut rose fruit with pharmacological and health functions such as antioxidant, regulation of glucose and lipid metabolism, anti-inflammatory and bacteriostatic, antialcoholism and liver protection, and have great potential for food development. This review summarized the research progress of the classification, extraction, qualitative and quantitative analysis, and bioactivity of chestnut rose fruit polyphenols in recent years and prospected the future development direction.

Keywords: chestnut rose fruit; polyphenols; extraction; qualitative quantitative analysis; biological activities

刺梨(chestnut rose fruit)属蔷薇科多年生落叶灌木植物^[1],因其维生素 C、维生素 P 以及超氧化物歧化酶含量是现有水果中最高的,被誉为“三王水果”^[2],主要分布在中国的西南、西北和中南地区,其中贵州是中国刺梨分布最广、产量最大的省份^[3]。

刺梨作为一种药食两用型水果,具有维生素 C、超氧

化物歧化酶、多酚和多糖等多种活性成分^[4]。其中,刺梨多酚类化合物是刺梨中除维生素 C 外第二大功能成分^[3],具有抗氧化^[5]、调节糖脂代谢^[6-7]、抗炎抑菌^[8]、解酒护肝^[9]等药理和保健功能,在食品和保健品领域具有广阔的开发利用价值^[10]。近年来关于刺梨多酚类的研究有一定报道,因此文章拟就刺梨多酚类物质的分类、提取、定性定量分析以及生物活性等方面的研究进行系统梳理和总结,旨在将刺梨多酚类化合物的研究成果加以推广应用,并为刺梨多酚类物质的深入研究及开发利用提供依据。

1 刺梨中多酚类物质概述

多酚类化合物是一类广泛存在于植物中的酚羟基化合物,具有抗氧化、抑菌抗炎、降血脂、降血压等功能。多酚类化合物是刺梨中除维生素 C 外第二大功能成分,刺梨中已有多种多酚类化合物被检出^[11-12]。多酚类化合物分类有多种方式,具体分类方式及代表成分见表 1。

2 刺梨中多酚类物质的提取

提取工艺的不同会对多酚的组成和结构造成影响^[15],因此选择合适的提取方法是提高多酚提取率及维持多酚生物活性的关键。常见的提取方法有溶剂提取法、超声辅助提取法、微波辅助提取法、酶辅助提取法等^[16]。

2.1 溶剂提取法

溶剂提取法采用乙醇、甲醇、水等极性溶剂作为提取溶剂,使用加热回流或冷浸法提取,过滤蒸发、冷冻干燥得到粗提物。李光等^[17]以乙醇为提取溶剂,运用响应面曲线分析方法优选了无籽刺梨多酚的提取工艺,多酚实际提取率与理论预测值之间相对误差 $<5\%$ 。刘丹等^[18]以乙醇为提取溶剂,运用响应面曲线分析方法优选了刺梨果多酚的提取条件,其最优提取时间为 47 min,耗时较长。由于传统的溶剂提取法提取率较低、耗时较长,目前常应用酶辅助、超声波微波辅助溶剂提取^[19]。

基金项目:贵州省基本建设(非涉农)投资专项(编号:[2019]303号);贵州省工业和信息化发展专项资金(编号:[2021]165号);黔质量发展项目(编号:[2022]8号)

作者简介:尹艳艳,女,贵州习酒股份有限公司工程师,硕士。

通信作者:张德芹(1973—),男,贵州习酒股份有限公司高级工程师,硕士。E-mail: xjjszx149@sina.com

收稿日期:2023-05-26

改回日期:2023-10-25

表 1 刺梨中多酚类化合物的主要类别

Table 1 The main class of polyphenolic compounds in chestnut rose fruit

分类依据	分类	代表成分
化学骨架 ^[13]	类黄酮类	山奈酚、槲皮素、异鼠李素、木犀草素、大豆苷元、儿茶素、表儿茶素、原花青素等
	非类黄酮类	原儿茶酸、没食子酸、鞣花酸、对羟基苯甲酸等
化学结构 ^[3]	酚酸类	咖啡酸、绿原酸、鞣芦酸、鞣花酸、原儿茶酸、没食子酸、对羟基苯甲酸、5-对香豆酰奎宁酸、香草醛酸己糖苷、原儿茶酸己糖苷(异构体)等
	类黄酮类	芦丁、儿茶素、槲皮素、槲皮甙、异槲皮素、木犀草素、黄酮醇(杨梅黄酮、槲皮素和山奈酚)、黄酮-3-醇(儿茶素、表儿茶素及其衍生物)等
	单宁	儿茶素三聚体、花青素 B、原花青素 B ₁ 、B ₂ 、B ₃ 等
结构单元 ^[14]	多酚单体	黄酮类化合物、绿原酸类、没食子酸和鞣花酸等
	低聚、多聚多酚	缩合型单宁(花色素原)、加水分解型单宁(鞣花单宁、没食子单宁)等

2.2 超声波辅助提取法

超声波辅助提取法是利用机械能以及电能产生高频振动产生超声波从而破坏植物细胞壁,其独有的空化效应和机械效应能增强提取溶剂与目标物的融合,有助于提高提取率和提取效率。王慧竹等^[20]对比分析了乙醇回流提取法、超声辅助法、微波辅助法对刺梨中多酚提取率的影响,其中超声辅助法的提取率最高。乙醇体积分数、料液比、浸提温度、浸提时间等是影响超声波辅助提取效率的关键因素。罗其琪等^[21]通过单因素试验优化了超声辅助提取刺梨果渣中多酚的工艺参数,并研究了不同提取溶剂对刺梨多酚提取物体外抗氧化能力的影响。孙红艳等^[8]通过正交试验确定了超声波辅助法提取刺梨果实中多酚的关键影响因素,在最佳提取工艺条件下对刺梨多酚进行了细菌抑菌活性研究,发现刺梨多酚对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌的生长具有抑制作用。王绪英等^[22]采用表面活性剂十二烷基硫酸钠作为辅助提取剂,通过超声提取方式,对比分析了十二烷基硫酸钠水提取、醇提取和十二烷基硫酸钠醇提取刺梨果渣中黄酮类物质的提取效率,其中十二烷基硫酸钠水的提取效率最高,且最优试验条件下的萃取率与模型预测值的相对误差为1.72%。相较于传统的有机溶剂提取法,超声波辅助提取法具有设备简单、耗时短、易操作、成本低且提取效率更高等显著优势^[23]。

2.3 微波辅助提取法

微波辅助提取方法是用微波将细胞壁以及细胞膜破碎从而使目标物加快溶出,提高目标物的提取率,常用于辅助溶剂提取^[24]。王振伟等^[25]采用单因素试验法优化了微波辅助提取刺梨果实中总黄酮的工艺参数,在最佳工艺参数下总黄酮提取率为1.39%。可转换溶剂是一类具有可转换相行为的新兴溶剂,已被用于植物材料中的成分提取。潘泓伊^[26]采用羧基功能化的多壁碳纳米管结合非共价修饰的二氧化碳响应型可转换极性表面活性剂

提取刺梨果实中多酚等化合物,对比分析了浸渍法、负压空化提取法、微波辅助提取法和超声提取法对提取率的影响,发现超声微波协同辅助的提取效率最高。

2.4 酶辅助提取法

酶解法是在溶剂提取中加入活性酶,通过酶解反应使细胞膜和细胞壁的通透性增强,进而使细胞内的目标成分更易浸出^[27]。相比于传统上破坏细胞壁的机械过程,此法更绿色、安全,缩短提取时间的同时能提高得率,且反应条件温和,在提取过程中,各种酶的参与只破坏了细胞壁与细胞间质中的部分物质,不会对目标产物的结构及生物活性产生不利影响,但此法也存在成本相对较高的劣势。杨笙等^[5]使用纤维素酶辅助提取刺梨全果中的多酚,并进一步运用大孔树脂对多酚提取物进行纯化,纯化后的刺梨多酚的抗氧化活性优于纯化前的。程杏安等^[28]采用正交试验分别优化了乙醇提取法和纤维素酶提取法提取刺梨果肉中多酚类物质的工艺参数,并以1,1-二苯基-2-三硝基苯肼自由基(DPPH)和2,2'-联氮-双-3-乙基苯并噻唑啉-6-磺酸自由基(ABTS)清除率为指标,评价了两种提取方法对其抗氧化活性的影响。汪瑞敏等^[12]对比分析了酸水解、碱水解、酶水解3种方式对刺梨渣中结合酚提取效率及抗氧化活性的影响,其中碱水解的提取效率最高,所得酚类含量、抗氧化活性均优于其他两种提取方式。

3 刺梨中多酚类物质定性和定量分析

常用的多酚化合物检测方法有分光光度法、高效液相色谱法、液相色谱-质谱联用法等^[29]。分光光度法用于总酚含量分析,高效液相色谱法、液相色谱-质谱联用法可以实现单体多酚化合物的定性定量分析。

3.1 分光光度法

分光光度法是依据被测物在特定波长或一定波长范围内光的吸光度或发光强度,对被测物实现定性定量分

析的方法^[30]。该方法操作简单、成本较低,适合于批量样品的检测,是目前多酚类化合物检测最常用的方法。刘丹等^[31]以没食子酸为指标成分,采用分光光度计建立了刺梨果中总酚含量的测定方法,并探讨了不同干燥方式对刺梨果中总多酚含量的影响,发现没食子酸在 2.5~5.4 mg/L 质量浓度范围内线性关系良好,且减压干燥法和冷冻干燥法对刺梨果中多酚类物质的破坏较小。丁小艳^[32]运用紫外分光光度法测定了不同生产基地的刺梨果、刺梨叶中总酚含量,发现不同基地间刺梨果、刺梨叶中总酚含量无显著性差异,其中不同基地的刺梨果中总多酚含量为 1 615.84~2 571.00 mg/100 g,但该方法只能测定总酚含量,每种成分的具体含量无法确定,且显色反应的试验干扰因素较多,影响测定结果的准确度。

3.2 高效液相色谱法

高效液相色谱法是通过色谱柱对多酚类化合物进行分离,结合标准品实现对单体多酚化合物的定性定量分析,具有灵敏度高、分析速度快、线性范围宽等优点^[33]。王振伟等^[34]通过超声辅助提取刺梨中黄酮,采用高效液相色谱法建立了刺梨提取物中芦丁、槲皮素的检测方法。樊卫国等^[35]采用高效液相色谱法从刺梨叶、花瓣和果实中检测到 10 种酚酸、13 种类黄酮和 4 种三萜类物质,并分析了其含量的差异性。试验结果表明,刺梨叶、花瓣和果实中的多酚类化合物在种类上无差异,但其总量及不同组分的含量存在显著性差异,其中刺梨叶中绿原酸是含量最高的酚酸组分,花瓣中香草酸和咖啡酸含量丰富,而果实中的单宁酸含量高达 2 624.98 mg/100 g,是含量最高的酚酸组分,但该方法无法同时检测多种化合物,需要多种梯度洗脱才能完成分析,总分析时间约为 2 h,耗时较长。相比分光光度法,高效液相色谱法虽能够对多酚化合物实现定性定量分析,但分析时间较长,无法满足多酚化合物的高通量快速分析。

3.3 液相色谱—质谱联用法

液相色谱—质谱联用技术集成了液相色谱高效快速的分离效果和质谱准确灵敏的定性定量分析能力,具有灵敏度高、选择性好和适用范围广等优点,已成为被广泛应用的现代分析技术之一^[36]。液相色谱质谱联用技术按照质谱分辨率通常分为低分辨质谱技术和高分辨质谱技术。液相色谱—三重四极杆串联质谱作为一种常用的低分辨质谱联用技术,其质谱端由多个四级杆质量分析器串联组成,第 1 个四级杆质量分析器对选定的母离子进行预分离,第 2 个四级杆通过设置合适的能量,引入碰撞气体将母离子打碎,第 3 个四级杆用于分析产生的碎片离子,通过多反应监测模式,可在复杂基质中监测特定待测物,在定量检测方面具有灵敏度高、重现性好的优势。潘泓伊^[26]运用超高效液相色谱—三重四级杆—串联质谱

仪建立了儿茶素、山奈酚、坡模酮酸、槲皮素、芦丁、表儿茶素、刺梨酸和刺梨苷 8 种化合物的定性定量方法,检出限为 0.10~0.21 $\mu\text{L/L}$,定量限为 0.36~0.76 $\mu\text{L/L}$,分析时间为 7 min,该方法具有灵敏度高、检测效率高等优点。液相色谱—静电场轨道阱高分辨质谱作为一种常用的高分辨质谱联用技术,是依据离子在特定静电场中运动频率的不同对阱内离子进行质量分析,通过提供高质量分辨率和高精度全扫描谱图来实现对未知化合物的筛查和确证,在定性方面具有明显的优势。徐浩然等^[11]运用超高效液相色谱—四极杆—静电场轨道阱质谱仪,采用全扫描/数据依赖二级(Full MS/dd-MS²)扫描方式,通过化合物一级质谱准分子离子峰及二级质谱特征碎片离子鉴定出苗族药刺梨叶中多酚类、黄酮类、氨基酸类、有机酸类等化学成分 51 种。

4 刺梨多酚类生物活性功能

4.1 抗氧化

刺梨中多酚类化合物作为抗氧化剂可以将自由基还原,达到清除自由基的目的^[10]。关于刺梨多酚抗氧化的研究更多倾向于体外抗氧化活性的评价,ABTS 法、DPPH 法被广泛应用于测定多酚体外抗氧化活性。罗其琪等^[21]以 DPPH 自由基清除能力作为抗氧化活性评价指标,发现刺梨果渣中多酚提取物浓度与 DPPH 自由基清除活性存在正相关关系。杨笙等^[5]通过体外试验以 DPPH 自由基、ABTS 自由基清除能力证实了纯化后的刺梨果多酚提取物的抗氧化活性优于纯化前的。此外,通过建立 D-gal 致衰老小鼠模型研究了刺梨多酚类物质对衰老小鼠抗氧化应激的效果及发挥抗氧化作用的机制。安玉红等^[7]研究了刺梨渣多酚对高脂膳食小鼠机体脂代谢的干预效果,发现刺梨渣多酚可以通过调节机体胆固醇和脂肪酸的合成与分解,提高机体抗氧化能力,减少因长期高脂膳食引起的机体肝脏脂肪囤积及氧化应激损伤。

4.2 调节糖脂代谢

糖尿病是由于胰岛 B 细胞受损,胰岛素分泌不足或胰岛素抵抗所引起的糖代谢紊乱疾病。陈超^[37]通过建立 2 型糖尿病小鼠模型,研究了刺梨多酚黄酮类、多糖类等提取物对 2 型糖尿病小鼠糖脂代谢的影响。试验结果表明,刺梨多酚、黄酮提取物对糖脂代谢紊乱、氧化应激的改善效果优于多糖类提取物。周艺^[38]以 75%乙醇作为提取溶剂提取刺梨花中的多酚、黄酮等物质,研究了提取物对糖尿病小鼠的降血糖作用。试验结果表明,多酚、黄酮类提取物能够降低小鼠的空腹血糖值,改善糖尿病小鼠多饮、体重减轻症状。且刺梨中多酚、黄酮类物质具有良好的降血糖活性,能够明显改善 2 型糖尿病模型的糖脂代谢紊乱、氧化应激、胰岛素抵抗等症状。陈小敏^[39]以

刺梨原汁为原料,苦荞汁、苦瓜汁作为辅料,通过小鼠体内降血糖试验,研发了一款具有良好降血糖功效的刺梨口服液,有望用于糖尿病的辅助治疗。

4.3 抗炎抑菌

刺梨多酚类物质具有抗炎抑菌作用,对多种细菌、真菌、酵母菌具有抑制作用。刺梨多酚类物质的抗炎抑菌活性主要通过体外试验和体内试验进行研究。孙红艳等^[40]通过体外抑菌活性测定考察了刺梨黄酮提取液对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌活性的影响。研究表明,不同干燥方式、贮藏时间影响刺梨果中黄酮活性。然而,体外试验研究存在无法从体外试验的结果外推到完整生物体的局限性,而体内试验是经过某种途径进入活体动物,对动物进行干预后,再取相应组织进行指标检测,具有较高的试验精准度。袁梦等^[41]研究了刺梨多糖和黄酮对葡聚糖硫酸钠诱导溃疡性结肠炎小鼠缓解效果及其相关机理。试验结果表明,刺梨多糖和黄酮通过减少结肠炎小鼠炎症浸润现象和肠道屏障受损途径,发挥缓解结肠炎的功效。梁勇^[42]研究了刺梨根、茎中三萜及其苷类化合物、多酚化合物等天然成分对脂多糖诱导小鼠单核巨噬细胞体外抗炎活性的影响,以抗炎药地塞米松为阳性对照,通过对炎症因子一氧化氮(NO)的释放作为检测指标,发现了7个化合物具有较好抗炎活性。

4.4 护肝解酒

中国的酒文化源远流长,少量喝酒能加速血液循环,促进睡眠,但过量饮酒容易引起酒精性中毒,伤害肝脏,因此护肝解酒的药物及保健食品受到医药及食品行业重视^[43-44]。周宏炫等^[9]通过大鼠急性酒精中毒模型研究,发现刺梨多酚可增强乙醇代谢酶活性,通过抑制氧化应激和脂质过氧化而改善肝损伤,具有解酒和护肝的作用。刺梨中多酚类化合物因具有解酒护肝功能,在解酒产品开发领域具有潜在的应用价值^[45-46]。黄颖^[47]以刺梨为主要原料,辣木籽和蜂蜜为复配原料,采用混料设计理论开发了一款刺梨解酒口服液,并进一步通过小鼠动物试验研究了刺梨口服液的解酒护肝功效。张立强等^[48]以玉米低聚肽与刺梨为主要原料,开发了一款解酒功能饮料,玉米低聚肽与刺梨协同增效,促进了酒精在体内的代谢和排出,减少了胃肠道和肝脏损伤。

5 结论与展望

刺梨作为多酚物质含量丰富的一种水果,其营养价值和商用价值也得到了人们的认可,作为加工原料在食品、保健行业具有较大的发展潜力^[49-50]。关于刺梨多酚的研究虽在诸多方面已取得了显著成效,但未来仍有许多问题有待解决:①在工业化生产过程中如何提高刺梨多酚类物质提取率及活性保存,使刺梨中的多酚物质达到最大使用效率,从而避免资源浪费是目前面临的主要

问题;②刺梨多酚类物质具有多种保健功能,在产品开发方面针对不同人群、不同领域多元化、功能化产品开发仍是未来发展的方向。

参考文献

- [1] 李喙,任廷远.刺梨功能活性成分及生理作用的研究进展[J]. 贵州农业科学, 2022, 50(11): 84-92.
- [2] 张怀山,王梦柳,谭晶晶,等.刺梨的医疗保健价值研究进展[J]. 农业开发与装备, 2022(11): 137-139.
- [3] 李东,张小勤,蒋思峡,等.刺梨功能成分及其功能性食品研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2022, 13(17): 5 730-5 738.
- [4] 付阳洋,刘佳敏,卢小鸾,等.刺梨主要活性成分及药理作用研究进展[J]. 食品工业科技, 2020, 41(13): 328-335.
- [5] 杨笙,谭书明,陈超,等.刺梨多酚的纯化工艺及体外抗氧化研究[J]. 食品与发酵科技, 2022, 58(1): 7-14.
- [6] 徐青,谭书明,俞露,等.刺梨多酚对NG-硝基-L-精氨酸甲酯诱导小鼠高血压的影响及机制[J]. 食品科学, 2023, 44(17): 94-100.
- [7] 安玉红,朱德星,胡文森,等.刺梨渣多酚对高脂膳食小鼠脂代谢及其诱发的氧化应激的影响[J]. 食品研究与开发, 2022, 43(10): 77-84.
- [8] 孙红艳,胡凯中,郭志龙,等.超声波法提取刺梨多酚的工艺优化及体外抑菌活性研究[J]. 中国食品添加剂, 2016(2): 57-61.
- [9] LI B, REN T Y. Research progress of functional active components and physiological effects of *Rosa roxburghii* Tratt [J]. Guizhou Agricultural Science, 2022, 50(11): 84-92.
- [10] ZHANG H S, WANG M L, TAN J J, et al. Research progress of medical care value of *Rosa roxburghii* Tratt [J]. Agricultural Development and Equipment, 2022(11): 137-139.
- [11] LI D, ZHANG X Q, JIANG S X, et al. Research progress on functional components and functional foods of *Rosa roxburghii* Tratt[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2022, 13(17): 5 730-5 738.
- [12] FU Y Y, LIU J M, LU X L, et al. Research progress on main active components and pharmacological effects of *Rosa roxburghii* Tratt[J]. Science and Technology of Food Industry, 2020, 41(13): 328-335.
- [13] YANG S, TAN S M, CHEN C, et al. Study on purification technology and in vitro antioxidant activity of *Rosa roxburghii* polyphenols[J]. Food and Fermentation Science & Technology, 2022, 58(1): 7-14.
- [14] XU Q, TAN S M, YU L, et al. Effect of *Rosa roxburghii* polyphenols on hypertension induced by NG-nitro-L-arginine methyl ester in mice and its mechanism[J]. Food Science, 2023, 44(17): 94-100.
- [15] AN Y H, ZHU D X, HU W S, et al. Effect of polyphenol in *Rosa roxburghii* residue on the lipid metabolism and oxidative stress in high-fat diet mice[J]. Food Research and Development, 2022, 43(10): 77-84.
- [16] SUN H Y, HU K Z, GUO Z L, et al. Study on the extraction

- technology and antibacterial activity of polyphenols from fruits of *Rosa roxburghii* Tratt by ultrasonic assistance [J]. *China Food Additives*, 2016(2): 57-61.
- [9] 周宏炫, 黄颖, 谭书明, 等. 刺梨多酚对急性酒精中毒大鼠的解酒和护肝作用[J]. *食品科学*, 2021, 42(17): 163-169.
- ZHOU H X, HUANG Y, TAN S M, et al. Anti-alcoholic and hepatoprotective effects of polyphenols from the fruit of *Rosa roxburghii* Tratt. in rats with acute alcoholism [J]. *Food Science*, 2021, 42(17): 163-169.
- [10] XU J W, VIDYARTHI S K, BAI W B, et al. Nutritional constituents, health benefits and processing of *Rosa roxburghii*: A review[J]. *Journal of Functional Foods*, 2019, 60: 103456.
- [11] 徐浩然, 乔溪莹, 张童画, 等. 基于 UPLC-Q-Exactive-Orbitrap-MS 技术的苗族药刺梨叶化学成分分析[J]. *中国现代中药*, 2022, 24(10): 1 850-1 860.
- XU H R, QIAO X Y, ZHANG T H, et al. Analysis of chemical components of miao medicine *Rosae roxburghii* Folium based on UPLC-Q-Exactive-Orbitrap-MS[J]. *Mod Chin Med*, 2022, 24(10): 1 850-1 860.
- [12] 汪瑞敏, 吴箫, 刘丹丹, 等. 不同水解方法对刺梨渣多酚含量及活性的影响[J]. *中国酿造*, 2022, 41(1): 155-160.
- WANG R M, WU X, LIU D D, et al. Effects of different hydrolysis methods on the contents and activity of polyphenol in *Rosa roxburghii* Tratt pomace[J]. *China Brewing*, 2022, 41(1): 155-160.
- [13] 李静, 综述, 赵海峰, 等. 多酚类化合物的主要食物来源[J]. *卫生研究*, 2017, 46(1): 169-173.
- LI J, ZONG S, ZHAO H F, et al. The main food source of polyphenols[J]. *Journal of Health Research*, 2017, 46(1): 169-173.
- [14] 凌家庭. 有“第七类营养素”之称的多酚类物质[J]. *中国食品添加剂*, 2000(1): 27-37.
- LING G T. Polyphenols are called as the "seventh nutrients"[J]. *China Food Additives*, 2000(1): 27-37.
- [15] 田富林, 黄文晶, 王展, 等. 植物多酚提取研究进展[J]. *食品与机械*, 2020, 36(9): 211-216.
- TIAN F L, HUANG W J, WANG Z, et al. Research progress on the extraction of plant polyphenols[J]. *Food & Machinery*, 2020, 36(9): 211-216.
- [16] 王振宇, 孔子浩, 孔令华, 等. 天然多酚提取、分离及鉴定方法的研究进展[J]. *保鲜与加工*, 2017, 17(4): 113-120.
- WANG Z Y, KONG Z H, KONG L H, et al. Research progress in extraction, purification and identification of natural polyphenols[J]. *Storage and Process*, 2017, 17(4): 113-120.
- [17] 李光, 余霜, 杨筱珊, 等. 响应曲面法优化无籽刺梨多酚提取工艺研究[J]. *安顺学院学报*, 2017, 19(2): 134-136.
- LI G, YU S, YANG X S, et al. Optimization of extraction phenolic compounds from *Rosa kweichowensis* by response surface methodology[J]. *Journal of Anshun University*, 2017, 19(2): 134-136.
- [18] 刘丹, 江帆, 赵丽, 等. 响应面法优化刺梨果总多酚提取工艺[J]. *食品安全导刊*, 2022(25): 152-156.
- LIU D, JIANG F, ZHAO L, et al. Optimization of extraction technology of total polyphenols from *Rosa roxburghii* fruit by response surface methodology[J]. *China Food Safety Magazine*, 2022(25): 152-156.
- [19] 刘松, 徐鹏, 刘柳. 植物多酚提取工艺研究进展[J/OL]. *分子植物育种*. (2021-09-23) [2023-02-15]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.S.20210922.1947.009.html>.
- LIU S, XU P, LIU L. Extraction methods and its research progress of plant polyphenols[J]. *Molecular Plant Breeding*. (2021-09-23) [2023-02-15]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.S.20210922.1947.009.html>.
- [20] 王慧竹. 刺梨有效成分分析及其体外生物活性研究[D]. 长春: 吉林大学, 2018: 53-73.
- WANG H Z. Analysis of effective composition in *Rosa roxburghii* Tratt. and its bioactivity in vitro[D]. Changchun: Jilin University, 2018: 53-73.
- [21] 罗其琪, 唐洪涛, 李咏富. 响应面法优化刺梨多酚的超声提取工艺及其抗氧化性研究[J]. *中国食物与营养*, 2022, 28(9): 27-34.
- LUO Q Q, TANG H T, LI Y F. Optimization of ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from *Rosa roxburghii* by response surface methodology and its antioxidant activity[J]. *Food and Nutrition in China*, 2022, 28(9): 27-34.
- [22] 王绪英, 赵文, 杨洪, 等. SDS-超声辅助提取刺梨果渣黄酮工艺研究[J]. *化学试剂*, 2021, 43(3): 383-389.
- WANG X Y, ZHAO W, YANG H, et al. Extraction technology of flavonoids from pomace of *Rosa roxburghii* Tratt. by SDS-ultrasound-assisted methodology[J]. *Chemical Reagents*, 2021, 43(3): 383-389.
- [23] 于聪聪, 耿雪营, 姚玉阳, 等. 超声辅助在植物单宁类物质提取分离中的应用[J]. *食品安全质量检测学报*, 2022, 13(13): 4 319-4 327.
- YU C C, GENG X Y, YAO Y Y, et al. Application of ultrasonic assisted extraction and separation of plant tannin[J]. *Journal of Food Safety and Quality*, 2022, 13(13): 4 319-4 327.
- [24] 江华明. 微波辅助提取植物多酚技术的研究进展[J]. *现代食品*, 2022, 28(8): 33-36.
- JIANG H M. Research progress of microwave-assisted extraction of plant polyphenols[J]. *Modern Food*, 2022, 28(8): 33-36.
- [25] 王振伟, 胡晓冰, 王恺. 微波辅助提取刺梨中总黄酮的工艺参数优化[J]. *光谱实验室*, 2012, 29(3): 1 527-1 530.
- WANG Z W, H X B, WANG K. Optimization of microwave-assisted extraction process parameters of total flavonoids from *Rosa roxburghii* Tratt [J]. *Chinese Journal of Spectroscopy Laboratory*, 2012, 29(3): 1 527-1 530.
- [26] 潘泓伊. 刺梨果实中主要成分的提取分离及提取机制研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2021: 20-39.
- PAN H Y. Enhanced extraction and separation process of main

- phytochemicals from *Rosa roxburghii* Tratt and extraction mechanism [D]. Haerbin: Northeast Forestry University, 2021: 20-39.
- [27] 程贤, 毕良武, 赵振东, 等. 酶辅助提取技术在天然产物提取中的应用研究进展[J]. 生物质化学工程, 2016, 50(3): 71-76.
CHENG X, BI L W, ZHAO Z D, et al. Advances of enzymeassisted technology in extraction of natural products[J]. Biomass Chemical Engineering, 2016, 50(3): 71-76.
- [28] 程杏安, 刘欣, 张汉辉, 等. 毕节市刺梨多酚提取工艺优化及其含量分析[J]. 安徽农业科学, 2022, 50(19): 155-161.
CHENG X A, LIU X, ZHANG H H, et al. Optimization of polyphenol extraction process and content analysis of *Rosa roxburghii* Tratt in Bijie city[J]. J Anhui Agric Sci, 2022, 50(19): 155-161.
- [29] 马雪, 赵丹, 张瑞, 等. 多酚类化合物检测分析方法研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(11): 4 575-4 582.
MA X, ZHAO D, ZHANG R, et al. Research progress on detection and analysis methods of polyphenols[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2021, 12(11): 4 575-4 582.
- [30] 翟晓霏. 紫外可见分光光度法在食品检测中的应用研究进展[J]. 山东化工, 2021, 50(7): 76-78.
ZHAI X F. Research progress on application of ultraviolet and visible spectrophotometry in food detection[J]. Shandong Chemical Industry, 2021, 50(7): 76-78.
- [31] 刘丹, 江帆, 丁小艳, 等. 黔产刺梨果中总多酚的含量测定及其干燥方式考察[J]. 中国实验方剂学杂志, 2016, 22(23): 20-23.
LIU D, JIANG F, DING X Y, et al. Determination of total polyphenols from *Rosa roxburghii* fruit in Guizhou and investigation its drying methods [J]. Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae, 2016, 22(23): 20-23.
- [32] 丁小艳. 贵州不同基地刺梨果及叶质量对比分析及抗氧化活性研究[D]. 贵阳: 贵州师范大学, 2015: 13-29.
DING X Y. Study on quality analysis and antioxidant activities of *Rosa roxburghii* Tratt fruits and leaves from different planting bases in Guizhou Province [D]. Guiyang: Guizhou Normal University, 2015: 13-29.
- [33] 梁莉芳. 黄酮类化合物和抗生素类药物的高效液相色谱检测技术研究[D]. 重庆: 西南大学, 2008: 2-4.
LIANG L F. Studies of detecting antibiotics and flavones with HPLC[D]. Chongqing: Southwest University, 2008: 2-4.
- [34] 王振伟, 申森, 胡晓冰. 刺梨中黄酮的超声提取及 HPLC 测定[J]. 湖北农业科学, 2014, 53(19): 4 684-4 687.
WANG Z W, SHEN S, HU X B. Extracting total flavonoids from *Rosa roxburghii* Tratt. with ultrasonic wave and determination by HPLC[J]. Hubei Agricultural Sciences, 2014, 53(19): 4 684-4 687.
- [35] 樊卫国, 周禹佳. 刺梨叶、花瓣和果实的多酚及三萜组分、含量及其提取物的抗氧化特性[J]. 贵州大学学报(自然科学版), 2022, 39(5): 13-21.
- FAN W G, ZHOU Y J. The components, contents of polyphenols, triterpenoids in leaf, petal, fruit of *Rosa roxburghii* and the antioxidant properties of their extracts [J]. Journal of Guizhou University (Natural Sciences), 2022, 39(5): 13-21.
- [36] 褚莹倩, 陈溪, 崔妍, 等. 色谱质谱分析技术在快速筛查检测领域的研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(24): 6 355-6 361.
CHU Y Q, CHEN X, CUI Y, et al. Research progress of chromatographic mass spectrometry in the field of rapid screening and detection[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2018, 9(24): 6 355-6 361.
- [37] 陈超. 刺梨多酚黄酮类物质分离纯化、降血糖活性及机理研究[D]. 贵阳: 贵州大学, 2022: 10-22.
CHEN C. Purification, hypoglycemic activity and mechanism of polyphenol and flavonoids from *Rosa roxburghii* Tratt. [D]. Guiyang: Guizhou University, 2022: 10-22.
- [38] 周艺. 刺梨茶对实验小鼠降血糖、血脂及抗氧化作用研究[D]. 贵阳: 贵州大学, 2017: 34-43.
ZHOU Y. The study on the hypoglycemic and hypolipidemic and antioxidant activity effect from the tea of *Rosa roxburghii* Tratt [D]. Guiyang: Guizhou University, 2017: 34-43.
- [39] 陈小敏. 刺梨降血糖口服液研发及功能性评价[D]. 贵阳: 贵州大学, 2020: 38-48.
CHEN X M. Development and functional evaluation of *Roxburgh rose* hypoglycemic oral solution[D]. Guiyang: Guizhou University, 2020: 38-48.
- [40] 孙红艳, 戚晓阳, 王国辉, 等. 不同处理对刺梨黄酮含量及其抑菌活性的影响[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(5): 1-4.
SUN H Y, QI X Y, WANG G H, et al. Influence of different treatment on the total flavonoid content and its antibacterial activity in the fruits of *Rosa roxburghii* Tratt [J]. Food Research and Development, 2016, 37(5): 1-4.
- [41] 袁梦, 谭书明, 任廷远, 等. 刺梨多糖、刺梨黄酮对溃疡性结肠炎小鼠的缓解作用[J]. 食品与发酵工业, 2022, 48(24): 172-180.
YUAN M, TAN S M, REN T Y, et al. Alleviating effects of *Rosa roxburghii* Tratt polysaccharides and flavonoids on mice with ulcerative colitis[J]. Food and Fermentation Industries, 2022, 48(24): 172-180.
- [42] 梁勇. 刺梨根茎化学成分及抗炎活性研究[D]. 贵阳: 贵州医科大学, 2021: 27-37.
LIANG Y. Study on chemical constituents and anti-inflammatory activity of *Rosa roxburghii* Tratt rhizomes[D]. Guiyang: Guizhou Medical University, 2021: 27-37.
- [43] 孙禹, 杜娟, 李安琪, 等. 中药解酒实验研究文献梳理与分析[J]. 中国当代医药, 2019, 26(16): 16-19.
SUN Y, DU J, LI A Q, et al. Carding and analysis of experimental literature on traditional Chinese medicine hangover [J]. China Modern Medicine, 2019, 26(16): 16-19.
- [44] 张鸿志, 李璐, 刘永明, 等. 解酒制品研究进展[J]. 酿酒科技,

- 2021(9): 65-73.
- ZHANG H Z, LI L, YONG M Y, et al. Research progress in antihangover products[J]. Liquor-Making Science & Technology, 2021(9): 65-73.
- [45] 邝铭晴, 李词周, 张辉, 等. 原榨刺梨汁的成分分析及精制刺梨液解酒益肝功能探究[J]. 饮料工业, 2023, 26(2): 8-14.
- KUANG M Q, LI C Z, ZHANG H, et al. Components analysis of raw *Rosa roxburghii* Tratt fruit juice and hepatoprotective effect evaluation of refined *Rosa roxburghii* Tratt fruit juice[J]. Beverage Industry, 2023, 26(2): 8-14.
- [46] 文永岚, 王瑜, 万科, 等. 刺梨酵素化果醋对小鼠急性酒精性肝损伤的改善作用[J]. 现代食品科技, 2023, 39(4): 26-32.
- WEN Y L, WANG Y, WANG K, et al. Ameliorative effect of fermented vinegar of *Rosa roxburghii* Tratt on acute alcoholic liver injury in mice[J]. Modern Food Science and Technology, 2023, 39(4): 26-32.
- [47] 黄颖. 刺梨解酒口服液研发及功能性评价[D]. 贵阳: 贵州大学, 2020: 21-31.
- HUANG Y. Development and functional evaluation of *Rosa roxburghii* Tratt anti-alcoholic oral liquid[D]. Guiyang: Guizhou University, 2020: 21-31.
- [48] 张立强, 吴海霞, 刘慧慧, 等. 一种醒酒护肝组合物、具有醒酒护肝功效的饮料及其制备方法: CN114767826A[P]. 2022-07-22.
- ZHANG L Q, WU H X, LIU H H, et al. The invention relates to composition of hangover and liver protection, beverage with hangover and liver protection effect and preparation method thereof: CN114767826A[P]. 2022-07-22.
- [49] 罗鹏, 龚小川, 谭丽春, 等. 刺梨的化学组成和药理作用研究进展[J]. 山东化工, 2022, 51(21): 90-94.
- LUO P, GONG X C, TAN L C, et al. Advances in researches of chemical components and pharmacological effect from *Rosa roxburghii* Tratt[J]. Shandong Chemical Industry, 2022, 51(21): 90-94.
- [50] 张怀山, 王梦柳, 谭晶晶, 等. 刺梨的医疗保健价值研究进展[J]. 农业开发与装备, 2022(11): 137-139.
- ZHANG H S, WANG M L, TAN J J, et al. Advances in research on the health care value of *Rosa roxburghii* Tratt[J]. Agricultural Development & Equipments, 2022(11): 137-139.
- (上接第 211 页)
- [52] 常慧敏, 田少君, 丁芳芳. 米糠蛋白的超声改性及在亚麻籽油微胶囊中的应用研究[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2020, 41(1): 19-25.
- CHANG H M, TIAN S J, DING F F. Study on ultrasonic modification of rice bran protein and its application in flaxseed oil microcapsules[J]. Journal of Henan University of Technology of China (Natural Science Edition), 2020, 41(1): 19-25.
- [53] 朱珈庆, 李帅斐, 于雷, 等. 米糠蛋白碱法提取联合微波与酶法改性工艺的优化[J]. 粮食与油脂, 2017, 30(7): 60-64.
- ZHU J Q, LI S F, YU L, et al. Optimization of alkaline extraction of rice bran protein combined with microwave and enzyme modification process[J]. Cereals & Oils, 2017, 30(7): 60-64.
- [54] 刘加艳, 任宇鹏. 米糠蛋白的静高压联合酶法改性工艺优化及其特性研究[J]. 中国油脂, 2021, 46(7): 75-79, 91.
- LIU J Y, REN Y P. Optimization of static high pressure combined enzymatic modification of rice bran protein and its characteristics [J]. China Oils and Fats, 2021, 46(7): 75-79, 91.
- [55] 于殿宇, 李丹, 李婷婷, 等. 一种通过电解及糖醇化合物改性米糠蛋白功能性质的方法: CN201910869564.1[P]. 2019-11-19.
- YU D Y, LI D, LI T T, et al. A method for modifying the functional properties of rice bran protein through electrolysis and sugar alcohol compounds: CN201910869564.1[P]. 2019-11-19.

信息窗

希腊拟制订啤酒和啤酒饮料法规

2024 年 1 月 16 日, 希腊发布 2024/0020/GR 号公告, 拟制订啤酒和啤酒饮料法规, 意见反馈期截至 2024 年 4 月 17 日。主要内容:

(1) 定义。

(2) 使用的原料、添加剂、酶和调味剂等。允许使用: 大麦或其他谷物的麦芽、淀粉类物质或其提取物、含糖物质、啤酒花及其提取物、酿造酵母和细菌培养物; (EC)1333/2008 法规附件 II 规定添加剂。

(3) 啤酒厂及特种啤酒生产许可证签发规定; 啤酒

生产企业的义务和权利等。

(4) 生产和进口啤酒的官方控制要求。现场定期和临时检查(生产条件、可追溯性、卫生和安全等)、抽样检测等。

(5) 过渡期规定。该规定自生效之日起给予相关企业 6 个月的过渡期; 过渡期内生产的啤酒及饮料可以继续销售, 直至保质期销售完毕。

(来源: <http://news.foodmate.net>)