

药食同源产品研发中提取技术的 创新应用及研究进展

吴思羽¹, 韩梦茹¹, 潘盈颖¹, 王宇艳¹, 付静静¹, 陈蓓蓓²

¹江苏食品药品职业技术学院健康医学院, 江苏 淮安

²淮安济元堂餐饮服务有限公司, 江苏 淮安

收稿日期: 2026年3月25日; 录用日期: 2026年4月29日; 发布日期: 2026年5月12日

摘要

药食同源是我国传统中医药文化与饮食文化深度融合的结晶既具有药用价值可调理机体机能, 是大健康产业的核心研发载体, 而提取技术作为产品开发的关键环节, 直接决定有效成分得率、纯度及产品品质。本文系统梳理了药食同源产品提取技术的发展历程, 同时, 针对当前提取技术存在的工业化转化不足、成分协同保留欠佳、绿色环保性待提升、成本管控难度大等现存问题, 结合行业发展趋势对未来提取技术的研发方向进行展望, 旨在为药食同源产品的高效开发、品质升级及产业化落地提供理论参考与技术支撑, 推动药食同源产业朝着绿色化、智能化、精准化方向持续发展。

关键词

药食同源产品, 提取技术, 创新应用

Innovative Applications and Research Progress of Extraction Techniques in the Development of Food-Medicine Homologous Products

Siyu Wu¹, Mengru Han¹, Yingying Pan¹, Yuyan Wang¹, Jingjing Fu¹, Beibei Chen²

¹Health and Medical College, Jiangsu Food & Pharmaceutical Science College, Huai'an Jiangsu

²Huai'an Jiyuantang Catering Service Co., Ltd., Huai'an Jiangsu

Received: March 25, 2026; accepted: April 29, 2026; published: May 12, 2026

Abstract

The concept of "food-medicine homologous" is the crystallization of the deep integration of traditional

文章引用: 吴思羽, 韩梦茹, 潘盈颖, 王宇艳, 付静静, 陈蓓蓓. 药食同源产品研发中提取技术的创新应用及研究进展[J]. 食品与营养科学, 2026, 15(3): 245-252. DOI: 10.12677/hjfn.2026.153028

Chinese medicine culture and dietary culture in China. It not only possesses medicinal value and can regulate bodily functions but also serves as the core research and development carrier of the big health industry. Extraction technology, as a key link in product development, directly determines the yield, purity, and product quality of effective components. This article systematically reviews the development history of extraction technology for food-medicine homologous products. At the same time, in view of the existing problems of insufficient industrialization transformation, poor synergistic retention of components, need for improvement in green environmental protection, and difficulty in cost control in current extraction technology, it combines industry development trends to anticipate the research and development directions of future extraction technology. The aim is to provide theoretical reference and technical support for the efficient development, quality upgrading, and industrialization implementation of food-medicine homologous products, promoting the continuous development of the food-medicine homologous industry towards green, intelligent, and precise directions.

Keywords

Food-Medicine Homologous Products, Extraction Technology, Innovative Application

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着“健康中国 2030”规划纲要的深入推进，国家卫生健康委与市场监管总局持续扩大药食同源物质目录，截至 2024 年底已公布 4 批次共 106 种物质，为行业发展提供了坚实的原料基础[1]。同时，消费升级驱动下，消费者对药食同源产品的需求从传统初级加工品向高效化、精细化、绿色化的功能性产品转变，2024 年我国药食同源市场规模达 234 亿元，同比增长 22.3%，产业发展潜力巨大[2]。

提取技术作为药食同源产品研发的核心环节，直接决定活性成分的提取率、纯度、活性保留度及产品安全性，其技术水平直接影响产业的转型升级与高质量发展。我国药食同源提取技术的发展历经漫长迭代，从传统的经验型萃取、研磨工艺，逐步向现代智能化、绿色化、精准化技术演进，这一过程既传承了传统中医药的养生理念，又融合了现代分离科学、生物工程等多学科技术成果[3]。当前，虽然超临界流体萃取、超声辅助萃取、酶解萃取等现代技术已广泛应用，但行业仍面临提取效率与活性保留难以兼顾、技术成本较高、规模化应用受限、质量标准不完善等问题，制约了药食同源资源的深度开发与高值化利用[4]。

基于此，本文参考国家及地方相关政策文件[1][2]，系统梳理药食同源产品提取技术从传统到现代的发展创新过程，分析不同阶段提取技术的原理、应用特点及优劣，探讨当前提取技术应用中的不足，并展望未来发展趋势，为药食同源产品研发中提取技术的优化升级、创新应用提供理论参考与实践支撑[5]。

2. 传统提取技术

中医药作为中华优秀传统文化的瑰宝，历经数千年传承积淀，形成了独具特色的诊疗体系与药材加工技艺，其中中草药提取技术作为中药炮制、制剂的核心环节，承载着古人对药材药性、成分转化的深刻认知，其相关记载散见于历代各类中药古籍之中，从东汉的医方专著到明清的本草巨著，从急症救治的单方要诀到系统的炮制规范，每一段记载都凝聚着古人反复实践的智慧结晶，勾勒出传统中药提取技术的发展脉络与核心精髓。传统中药提取技术的诞生与发展，始终围绕“增效、减毒、保性”的核心目

标, 依托当时的生产条件与认知水平, 以自然溶剂为载体、以物理作用为核心, 逐步形成了煎煮、浸渍、蒸取、绞汁、水飞、烧灰淋汁等一系列成熟的提取方法。

2.1. 煎煮法

传统中药提取技术中最核心、最常用的方法, 其历史悠久、传承深远。早在东汉时期著名医家张仲景《伤寒论》《金匱要略》中, 对煎煮法的加水量、火候、时间、操作步骤均有明确规范, 如桂枝汤中“上五味, 㕮咀, 以水七升, 微火煮取三升, 去滓, 适寒温, 服一升”, 既明确了药材加工需切碎、七升的加水量, 也规定了微火火候与三升煎取量, 强调“火候失度则药亦无功”。明代李时珍《本草纲目》进一步补充了煎煮法的注意事项, 提出“凡服汤药, 虽品物专精, 修治如法, 而煎药者鲁莽造次, 水火不良, 火候失度, 则药亦无功”发挥了煎煮过程中细节把控对药效的重要性。此外, 历代医家还根据药材特性, 优化煎煮工艺, 如对质地坚硬、有效成分难以溶出的药材, 采用先煎的方式; 对热敏性、挥发性成分的药材, 采用后下的方式, 形成了“辨证煎煮”的用药理念, 这一理念也一直传承至今。煎煮法的操作步骤大致为: 煎药前需将药材浸泡 20 至 30 分钟, 助力有效成分析出; 加水量以煎煮前漫过药材表面 3~5 厘米为宜, 其中第一煎水量可适当多放, 第二、三煎仅需水刚漫过药材表面即可。煎药时一般先用武火煮沸, 再转文火续煎, 同时依药材性味调整, 解表与泻下类方剂宜用急火短煎, 补益类方剂宜用慢火久煎。每剂汤药通常煎煮 2 次, 遵医嘱最多可煎 3 次, 且每次煎煮完毕后, 滤出的汤剂量最好控制在 100~150 毫升[6]。随着现代中药工业的发展, 煎煮法在保留核心原理的基础上, 进行了全方位的优化升级以实现工业化、标准化操作, 采用自动化煎煮罐替代手工锅具, 可精准控制加水量、煎煮温度、煎煮时间、搅拌速度等关键参数, 有效解决了传统煎煮效率低、批次差异大、有效成分溶出不充分的问题。现代自动煎药机可以做到高温高压高效灭菌, 封闭煎煮包装能减少污染, 药液保存久、携带便捷, 参数可控且无需全程看管, 还能改善煎药环境, 但也存在无法灵活切换文火武火, 不能中途搅拌, 难以完成另煎兑服、烩化等特殊操作, 且管道残留药液会影响出液量及后续煎煮效果等缺陷[7]。

2.2. 浸渍法

按提取温度和浸渍次数可分为冷浸渍法、热浸渍法、重浸渍法, 冷浸渍法在室温操作, 可制得药酒、酊剂等, 经浓缩还能制备流浸膏等制剂; 热浸渍法在 40℃~60℃ 水浴或蒸汽加热浸渍, 缩短浸提时间, 制备药酒时可用, 浸出液冷却后需除去沉淀, 其余操作同冷浸渍法; 重浸渍法即多次浸渍, 能减少药物成分损失。该方法适用于粘性、无组织结构、新鲜易膨胀及价廉的芳香性药材, 不适用于贵重、毒性药材和高浓度制剂, 其溶剂用量大且呈静止状态, 利用率低、有效成分浸出不完全, 也无法直接制得高浓度制剂, 还存在所需时间较长的问题, 通常以不同浓度乙醇或白酒为溶剂, 浸渍时需密闭以防溶剂挥发, 不宜用水作溶剂。浸渍法[8]作为传统药食同源物质提取的经典方法, 在历代古籍中均有详实记载: 汉代《神农本草经》首次明确将“酒渍者即浸渍法”列为药物炮制提取的核心方法, 载有“药性有宜丸者, 宜散者, 宜水煮者, 宜酒渍者”; 东汉张仲景《金匱要略》在鳖甲煎丸方中记载酒浸辅料结合煎煮的用法, 载“取煅灶下灰一斗, 清酒一斛五斗, 浸灰, 候酒尽一半, 着鳖甲于中, 煮令泛烂如胶漆”, 拓展了浸渍法应用场景; 东晋葛洪《肘后备急方》收录桃仁酒、金牙酒等多款以浸渍法制备的药酒方, 推动其民间普及; 南北朝雷敫《雷公炮炙论》将浸渍法用于药材炮制减毒, 载甘遂“用生甘草汤、小芥苳自然汁二味, 搅浸三日, 其水如墨汁, 更漉出, 用东流水淘六、七次, 令水清为度”, 细化了水浸操作细节; 梁代陶弘景《本草经集注》系统规范药酒冷浸法工艺, 载“凡渍药酒, 皆须细切, 生绢袋盛之, 乃入酒密封, 随寒暑日数, 视其浓烈, 便可出, 不必待至酒尽也。滓可暴燥微捣, 更渍饮之, 亦可散服”; 北魏贾思勰《齐民要术》记载胡椒酒的热浸制法, 突破冷浸局限, 成为浸渍法的重要变体; 唐代孙思邈《备急千

金要方》记载水浸、酒浸多种浸渍形式，载有“凡药，须咬咀。咬咀者，如麻豆大也；以绢裹，浸一宿，滤汁服之”“先以酒渍独活再宿”等内容，明确了原料处理与浸渍时间要求；明代李时珍《本草纲目》系统总结历代浸渍法经验，收录女贞皮酒、天门冬酒等数十种药酒方，沿用冷浸，热浸等工艺并加以完善，使浸渍法成为明清时期药酒制备的主流方法。

3. 现代提取技术阶段

初级现代提取阶段以技术赋能为核心导向，核心特征为引入超声辅助提取、微波辅助提取、普通酶解提取如纤维素酶、果胶酶辅助等技术，借助物理外场能量或生物催化作用强化提取体系传质过程，打破传统提取活性成分溶出慢、传质效率低的瓶颈，实现提取效率与活性成分得率双重提升，完成传统提取向现代提取的技术过渡。该阶段技术设备投入适中、操作易把控，无需复杂工艺配套，广泛应用于实验室小试研发及中小型生产企业规模化初加工，为后续精准化、绿色化的现代提取技术发展奠定了工艺与应用基础。

3.1. 微波辅助提取(MAE)

微波辅助提取(Microwave-Assisted Extraction, MAE)是初级现代提取阶段的核心技术之一，依托微波的热效应与非热效应协同作用，打破了传统提取技术传质效率低的瓶颈，成为药食同源药材及天然植物活性成分提取中兼具效率与实用性的主流技术，广泛应用于实验室小试研发与中小型企业规模化初加工，是传统提取技术向现代精准提取技术过渡的典型代表。微波辅助提取的操作流程为精密称取定量中草药原料，加入定量提取溶剂后对体系称重；采用微波辅助提取工艺并提取设定时长，提取完成后擦干容器外壁再次称重，以乙醇补充提取过程中溶剂损失的质量；将提取液离心处理，取定量离心后的上清液，参照标准曲线法进行检测，最终依据提取率公式计算得出目标活性成分的提取率[9]。我国植物精油生产主流采用水蒸气蒸馏法，其原理是植物细胞中的精油分子与水分子接触，混合蒸气总压等于各组分分压之和时，精油分压降低实现挥发；而超声辅助蒸馏技术依托超声波空化作用破碎植物细胞，同时借助机械振动等次效应，加速细胞内精油成分的释放、扩散与溶解，能让精油组分和水分子接触更充分，相比水蒸气蒸馏法，可显著提高精油蒸馏速度与提取率[10]。

微波辅助提取(MAE)是依托微波作用从植物材料中提取可溶性物质的新型提取方法，其通过电磁波引发细胞结构变化，借助离子传导与偶极旋转直接作用于分子，使极性分子吸收能量进而破坏植物细胞结构，实现活性成分的高效溶出。与传统提取方法相比，MAE兼具提取时间短、溶剂消耗少、提取率高、提取反应产物CO₂水平低的技术特点，且能在较低操作温度下完成提取，不仅能耗更低，还可良好保留植物多酚的生物活性，是符合美国环保局制定标准的绿色提取技术[11]。

现在的高科技提取方法，主要是“环保安全、精准提取、保持活性”。它结合了多个领域的知识，实现了一次性提取和纯净，大大提高了有效成分的获取量和纯度。这种技术特别适合用来生产大规模、高品质的药食同源食品，是现在行业里最先进的技术方向。

3.2. 超高压提取

超高压提取(UHP)技术，也可以叫做高静压(HHP)技术，是指将原料放入超高压容器中，以水或其他流体作为压力传递介质，在一定压力(100~1000 MPa)和一定温度下加工[12]。

通过研究光皮木瓜多酚超高压提取工艺及抗氧化特性研究实验结果可知[13]，随着压强的递增，光皮木瓜多酚得率呈现出先升高后降低的态势。当压强达到400 MPa时，得率达到最高值，为12.35%；而当压强超过400 MPa时，得率开始出现下降。这是由于在超高压作用下，光皮木瓜的细胞发生形变与破坏，

使光皮木瓜多酚溶出,使最终的光皮木瓜多酚得率降低。然而,当压强超过 400 MPa 后,细胞已完全破裂,过高的压强致使细胞内其他杂质溶出。

3.3. 超临界 CO₂ 萃取

超临界 CO₂ 萃取技术用超临界萃取方法生产天然产品时一般用作为萃取剂这是因为,是惰性气体安全无毒无污染制取费用低用其作萃取溶媒。操作条件较温和,制取的产品纯度高[14]。

相较于压榨法、有机溶剂浸提法、乙醇提取法等传统花椒油树脂制备工艺,超临界 CO₂ 萃取技术具备显著的工艺与产品品质优势,核心优势可以总结为以下几点。该技术依托低温、惰性的 CO₂ 萃取环境,从根本上规避了高温加工带来的负面影响,能够有效保留花椒中热敏性麻味物质,防止其在提取过程中出现损失、氧化劣变等问题,同时最大限度留存易挥发性香味成分,避免香气成分逸散散失,彻底解决了传统工艺中高温压榨、后续浓缩环节导致的风味物质流失难题。与有机溶剂法、乙醇提取法相比,超临界 CO₂ 萃取技术无有机溶剂残留隐患,不会产生苦味、涩味、草药味等溶剂残留异味,也规避了热油浸提法易引发的油脂氧化、产品风味稳定性差等缺陷,最终制得的花椒油树脂风味纯正,兼具浓郁纯正的麻感与温和自然的原生香气,完整保留了花椒核心风味特征,整体产品品质远优于传统提取工艺制备的花椒油树脂[15]。

3.4. 膜分离耦合提取

膜分离技术是指在分子水平上不同粒径分子的混合物在通过半透膜时,用半透膜作为选择障碍层,然后利用膜的选择性,以膜的两侧存在的能量差作为动力,允许某些组分透过而保留混合物中的其他组分,从而达到分离、提纯或者浓缩的技术[16]。

茶籽油具备十分可观的市场价值,然而国内存在茶籽油质量与产量无法满足全球需求的状况。李猷的实验运用生物法与膜技术,从茶籽中制取茶籽油。生物法制油技术借助酶技术打破油料细胞中油脂与其他物质的关联,促使油脂游离。传统制油采用的机械压榨法出油率较低,且原料需经过蒸炒或烘烤等热处理,会导致蛋白质等营养成分发生变性;而溶剂浸提法提取茶籽油,存在脱溶能耗高以及油脂中溶剂残留的问题。生物法制取茶籽油技术规避了上述两种方法的弊端[17]。

4. 新型提取技术创新阶段

前沿创新提取技术的核心特征体现为:以“协同增效、精准调控、低碳可持续”作为核心要素,整合生物工程、人工智能、纳米技术等前沿领域的理论与方法,突破既往技术的局限,实现“高效提取、活性保护、成本优化”的三重目标。

4.1. 多技术协同提取

多技术协同提取指的是在同一处理流程中,对两种及以上基于不同原理的提取技术予以组合并使其协同发挥作用,从而突破单一技术的局限,达成“1+1>2”的成效。其核心在于实现优势互补与产生增效作用。

超高压协同乳酸菌发酵辅助提取山药多糖,充分体现了多技术协同提取在天然活性成分制备中的突出优势。该方法将超高压物理破壁与乳酸菌生物发酵有机结合,一方面利用超高压的强穿透力快速破坏植物细胞壁结构,降低胞内多糖的传质阻力,显著提升提取效率与得率;另一方面借助乳酸菌发酵产生的酶系温和降解细胞壁组分,减少对多糖结构与活性的破坏,实现高效提取与活性保护的统一。相较于单一提取方式,多技术协同提取可在更温和条件下大幅缩短提取周期、降低溶剂消耗,同时通过多因素正交优化实现工艺参数精准调控,在本研究中使山药多糖得率达到 9.23%。体外活性验证进一步表明,该

协同提取工艺获得的山药多糖对 α -淀粉酶和胰脂肪酶具有显著的浓度依赖性抑制作用, IC₅₀ 值分别为 7.48 mg·mL⁻¹ 和 7.07 mg·mL⁻¹, 证明多技术协同提取不仅能明显提高提取效率, 还能最大程度保留目标成分的生物活性, 为药食同源植物中功能性多糖的高效、绿色、高活性制备提供了可靠技术路径[18]。

4.2. 微生物定向发酵提取

微生物发酵技术是应用于植物活性成分提取是借助微生物在发酵过程中产生的酶, 对植物细胞壁进行破坏, 促使植物活性成分的释放, 或者通过微生物酶的代谢作用, 提高目标成分的含量, 进而提高提取效率。

微生物定向发酵提取技术具备绿色高效、适配大规模工业化生产、提升目标成分得率、降低产物毒性、拓展原料应用范畴等多重优势, 现已在植物活性成分提取领域实现广泛应用。该技术主要分为单种菌种发酵与复合微生物发酵两类, 其中单种菌种发酵工艺参数易于调控, 过程管控简便, 是目前业内应用最广泛、相关研究占比最高的常规方法; 复合微生物发酵虽具备更强的生物转化能力, 处理效果更具优势, 但受限于可混合发酵菌株筛选难度大, 不同菌株间配比、相互作用及适宜生长条件尚未明确, 最优工艺条件难以确定, 现阶段实际应用相对较少, 但其优异的应用效果仍推动相关研究者持续开展深入探究[19]。

4.3. 纳米级微萃取

纳米颗粒作为探针从生物样品中提取生物分子的应用, 相较于传统吸附剂, 纳米颗粒展现出诸多优势, 其高比表面积、简便的合成方法其中无机纳米颗粒尤为突出、易于衍生化的特性以及良好的生物相容性, 使其成为极具潜力的替代材料。

金纳米颗粒的典型合成方法为: 水相体系中, 加热并剧烈搅拌下, 用柠檬酸钠还原四氯金酸(III), 得到柠檬酸钠包覆的金纳米颗粒, 其粒径由试剂的化学计量比决定。金纳米颗粒的粒径可通过紫外-可见光谱直接测定, 因为其最大吸收波长与粒径相关; 所得纳米颗粒在水中易团聚沉降, 需加入表面活性剂等化学改性剂, 提高其在溶液中的稳定性[20]。

5. 药食同源产品提取技术的不足与展望

5.1. 存在的不足

尽管我国药食同源产品提取技术已实现从传统到现代的跨越式发展, 现代提取技术与耦合技术的应用逐步广泛, 但结合学术研究与产业实践, 目前仍存在诸多不足, 制约了药食同源产业的高质量发展。

一是技术应用不均衡, 现代提取设备投资成本高、操作要求高, 主要应用于大型企业与高端产品研发, 中小型企业仍以传统提取技术或简单的超声、微波提取技术为主, 技术水平较低, 导致产品质量参差不齐, 资源利用率低[21]; 二是提取工艺标准化程度低, 不同企业、不同研究机构的提取工艺参数差异较大, 缺乏统一的行业标准与国家标准, 尤其是活性成分提取率、纯度、活性保留度等关键指标的评价标准不统一, 影响产品的质量稳定性与市场竞争力[22]; 三是技术创新能力不足, 多数企业仍处于技术引进与模仿阶段, 对新型提取技术的研发投入不足, 核心技术与核心设备依赖进口, 自主创新能力薄弱, 难以实现技术的突破与升级[23]; 四是活性成分提取与后续纯化、制备技术的衔接不够紧密, 提取后的产物杂质较多, 后续纯化技术滞后, 导致产品纯度不高, 影响产品的功效与安全性[22]; 五是绿色提取技术的应用范围有限, 绿色溶剂的成本较高, 规模化应用难度大, 且部分绿色提取技术的工艺仍不够成熟, 难以满足产业发展需求[3]; 六是生产过程缺乏动态监控, 存在明显的“黑盒效应”, 难以实现提取过程的精细化、可控化管理, 影响产品质量的稳定性[21]。

此外, 国家及地方相关政策对药食同源提取技术的扶持力度仍需加强, 质量标准体系仍需完善, 目前虽已制定部分药食同源原料的国家标准, 但针对提取技术的工艺标准、质量控制标准仍较为匮乏[2] [22], 同时专业复合型人才短缺, 难以满足技术研发与产业升级的需求。

5.2. 发展展望

结合“健康中国 2030”规划纲要的要求、消费升级的需求及学术研究的发展趋势, 未来药食同源产品提取技术将朝着绿色化、高效化、精准化、智能化、标准化的方向发展, 重点围绕技术创新、工艺优化、标准完善、人才培养等方面实现突破, 推动药食同源产业高质量发展。

现阶段药食同源提取技术仍存在诸多短板: 传统提取工艺能耗高、溶剂残留风险大、活性成分损耗率偏高, 新型绿色提取技术多停留在实验室阶段, 产业化放大适配性不足、设备成本居高不下; 部分技术缺乏针对性, 对多糖、多酚、皂苷等复杂活性成分的分离提纯精度不够, 量效关系与作用机理研究滞后, 难以支撑高端功能食品研发; 同时行业缺乏统一的提取工艺标准、质量评价体系和安全管控规范, 产学研协同创新机制不完善, 复合型技术人才缺口较大, 制约了产业规模化、规范化升级。

未来需聚焦痛点精准发力: 绿色化层面加快超临界萃取、酶解、超声微波辅助等低耗无残技术的产业化转化, 摒弃高污染传统工艺; 高效化层面优化工艺参数、强化原料综合利用, 提升提取率与成分保留度; 精准化层面依托分子修饰、定向分离技术, 实现功效成分的靶向获取; 智能化层面融合大数据、人工智能建模, 实现提取过程实时监控与动态调控; 标准化层面健全工艺规范、质量溯源与功效评价体系, 打通产学研转化链条。通过技术迭代、标准完善与人才培育双向赋能, 破解研发与生产壁垒, 让药食同源提取技术更贴合大健康产业需求, 助力传统食养智慧与现代科技深度融合, 筑牢产业高质量发展根基。

基金项目

2025 年江苏食品药品职业技术学院校级课题“九种体质人群食养膏的研究”(课题编号: JSSP2025293)。

参考文献

- [1] https://www.samr.gov.cn/xw/sj/art/2024/art_e7fe6775e09d45d78069961cc328d0a2.html, 2024-08-26.
- [2] <https://www.chinairm.com/news/20241208/155229233.shtml>, 2024-12-08.
- [3] 张粹原, 夏平, 鲍智娟. 我国药食同源物质活性成分提取及应用[J]. 食品科学, 2025, 46(24): 312-320.
- [4] 袁语晗. 药食同源技术革新深度盘点: 配方、剂型、工艺创新“组合拳”出击[J]. 未来食品, 2025, 8(4): 18-25.
- [5] 范乐洋, 许利嘉, 刘海波, 等. 药食同源领域政策法规发展历程回顾与展望[J/OL]. 中国现代中药, 1-8. <https://link.cnki.net/doi/10.13313/j.issn.1673-4890.20250820008>, 2026-04-20.
- [6] 罗春燕, 许钧西, 张宽. 浅谈中药传统煎药与自动煎药机煎药的比较[J]. 中国民族民间医药, 2021, 30(15): 15-17.
- [7] 李宁. 掌握中药煎煮法, 别让嘴巴“白吃苦” [J]. 中医健康养生, 2025, 11(1): 71-73.
- [8] 仲锡铜, 冯崇华, 张薇. 中药提取方法的特点与应用[J]. 山东医药工业, 2002(6): 23-26.
- [9] 童声, 范杰平, 徐薇, 等. 江西道地药材车前草中总黄酮超声辅助提取研究[J]. 时珍国医国药, 2012, 23(3): 553-555.
- [10] 陈杰连, 凌凯豪, 詹金婵, 等. 超声辅助提取阴香叶片精油工艺优化[J]. 广林业科学, 2023, 52(3): 379-383.
- [11] 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.
- [12] 王菁, 乔勇进, 柳洪入, 等. 超高压在植物活性物质提取中的应用研究进展[J]. 农业工程学报, 2024, 40(18): 272-282.
- [13] 张芳. 光皮木瓜多酚超高压提取工艺及抗氧化特性研究[J]. 现代农业科技, 2025(8): 125-127, 131.
- [14] 张晨, 刘志伟, 梁世中. 超临界 CO₂ 萃取技术在天然产物提取中的应用[J]. 四川食品与发酵, 1999(2): 29-31, 24-

28.

- [15] 武佳, 刘小琳, 滕飞, 等. 超临界 CO₂ 萃取工艺优化及不同提取方法对花椒油树脂品质的影响分析[J/OL]. 食品工业科技: 1-16. <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2025050190>, 2026-03-14.
- [16] 陈余. 膜分离技术在中药提取分离中的应用[J]. 化学工程与装备, 2013(2): 126-128.
- [17] 李猷. 生物法耦合膜技术提取茶籽油的研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 湖北工业大学, 2008.
- [18] 周丽珊, 肖诚熠, 张瑞芬, 等. 山药多糖超高压协同乳酸菌发酵辅助提取工艺优化及其控酶活性[J/OL]. <https://link.cnki.net/doi/10.13982/j.mfst.1673-9078.2026.6.0468>, 2025-12-03.
- [19] 赵炳楠, 李向, 杨东杰, 等. 微生物发酵技术在植物活性成分提取中的应用研究进展[J]. 药学研究, 2025, 44(7): 696-702.
- [20] 王云政. 基于纳米纤维固相萃取的食品中黄曲霉毒素检测研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京林业大学, 2024.
- [21] 王浩, 李娟. 中国药食同源产品深加工技术与价值提升策略研究[J]. 中国食品学报, 2026, 26(3): 289-300.
- [22] 周海波, 李慧君, 邹忠梅. 药食同源中药全过程质量控制关键技术研究进展[J]. 中国中药杂志, 2025, 50(24): 5987-5995.
- [23] 魏金超, 王一涛, 陈迪. 药食同源植物质量评价与安全控制的样品前处理技术: 概述、进展、应用及未来展望[J]. 食品科学与营养评论, 2025, 14(6): 456-478.