

Research on Technological Innovation of Agricultural Product Deep Processing and Practical Path of Traditional Food Industrialization

Haoyu Wang *

Institute of Agricultural Product Processing, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou, Henan, 45003

【Abstract】 To address problems such as high loss rate, rapid quality deterioration, and low cold chain efficiency in China's food storage, this study focuses on four core areas: food preservation technology, storage quality control, cold chain logistics optimization, and packaging technology innovation. Through literature analysis and enterprise case research, it sorts out current technological innovation directions and industrial bottlenecks. The research identifies respective issues in each field: short preservation period for single technologies, insufficient real-time monitoring, high risk of cold chain breaks, and low precision of intelligent packaging monitoring. Accordingly, a solution of „multi-technology integrated preservation - dynamic quality monitoring - intelligent cold chain optimization - green intelligent packaging“ is proposed: constructing a composite preservation system, developing a multi-index real-time monitoring system, building an intelligent scheduling platform, and researching integrated environment-friendly packaging materials. Practice in enterprises like Shandong Jiajia Yue Group and Shanghai Fisheries Group shows that food storage loss rate decreases by 25%-40%, and cold chain efficiency increases by 30%-50%, providing reference for technological upgrading and industrial transformation in relevant fields.

【Keywords】 agricultural product deep processing; food engineering; fermented food; unit operation optimization; functional food; traditional food industrialization

农产品深加工技术创新与传统食品工业化实践路径研究

王浩宇 *

河南省农业科学院农产品加工研究所, 河南郑州 450003

【摘要】 为破解我国农产品深加工率低、传统食品工业化程度不足的问题, 本文聚焦粮油、果蔬、肉蛋奶、水产品等领域深加工技术, 结合发酵食品工程等方向, 通过文献分析与企业案例调研, 梳理技术创新方向及实践瓶颈。研究发现, 农产品深加工存在技术同质化、传统与现代技术适配难、功能性成分保留率低问题; 传统食品工业化面临风味标准化难、生产效率低、品质稳定性差挑战。据此提出“技术融合创新 - 工艺标准化 - 装备智能化”方案: 粮油加工优化挤压膨化技术, 果蔬加工采用冻干联合生物酶解技术, 发酵食品运用微生物菌群调控技术, 传统食品构建“工艺参数数字化 - 生产装备智能化 - 品质评价体系化”路径。该方案在山东鲁花、河南好想你等企业实践中, 使农产品深加工附加值提升 35%-52%, 传统食品生产效率提高 40%-65%, 为食品工程技术升级与产业转型提供参考。

【关键词】 农产品深加工; 食品工程; 发酵食品; 单元操作优化; 功能性食品; 传统食品工业化

1 问题提出：我国农产品加工与传统食品工业化的现实需求

2023年《“十四五”全国农产品加工业发展规划》明确提出“到2025年，农产品加工业营业收入达到32万亿元，农产品深加工率超过60%”，但当前我国农产品加工仍存在“初加工占比高、深加工附加值低”的突出问题。粮油加工领域，深加工率仅为45%，远低于发达国家70%的水平，副产物（如米糠、麸皮）综合利用率不足30%；果蔬加工领域，损耗率高达25%，深加工产品以罐头、果干等低附加值产品为主，功能性成分保留技术薄弱；水产品加工领域，冷冻初级产品占比超60%，发酵、即食等深加工产品开发不足。

传统食品工业化同样面临瓶颈：我国拥有粽子、月饼、腐乳等丰富的传统食品品类，但工业化率不足30%，多数产品仍依赖“小作坊式”生产，存在“风味不稳定”“生产效率低”“安全控制难”等问题。例如，传统腐乳发酵依赖自然接种，发酵周期长达3-6个月，且不同批次风味差异显著；手工粽子生产效率仅为15-20个/人小时，远低于工业化生产线100-150个/人小时的水平。

与此同时，消费者对“功能性、便捷化、高品质”食品的需求持续增长，2024年我国功能性食品市场规模突破6000亿元，年增长率达18%，但功能性食品加工仍存在“活性成分损失率高”“功效评价不规范”等技术短板。基于此，本研究立足食品工程领域技术创新与产业实践，探索农产品深加工技术突破路径与传统食品工业化解决方案，为食品产业高质量发展提供支撑。

2 农产品深加工技术创新方向与实践瓶颈

2.1 主要农产品深加工技术创新进展

2.1.1 粮油深加工：从“单一加工”到“全价值链利用”

粮油加工已突破“榨油、制粉”等单一工艺，向“副产物高值化、产品功能化”方向发展。在副产物利用方面，通过“提取-纯化-改性”技术，将米糠转化为米糠油、米糠蛋白、阿魏酸等产品，山东鲁花集团开发的“米糠综合利用技术”，使米糠附加值提升20倍以上，年处理米糠能力达50万

吨；在功能化产品开发方面，采用挤压膨化技术生产“高纤维谷物棒”“低GI面条”，江南大学研发的“双螺杆挤压调控技术”，可精准控制产品淀粉糊化度与膳食纤维含量，使低GI面条GI值稳定在55以下，满足糖尿病患者需求。

2.1.2 果蔬深加工：从“保鲜贮藏”到“功能性成分高效保留”

果蔬加工技术聚焦“减少损耗、保留营养”，冻干技术与生物酶解技术的融合应用成为核心方向。河南好想你健康食品股份有限公司开发的“冻干枣片联合生物酶解技术”，通过-50℃真空冻干保留红枣90%以上的维生素C，再采用果胶酶酶解改善口感，开发出“即食冻干枣粉”“枣汁饮料”等产品，产品保质期延长至12个月，且功能性成分保留率较传统热风干燥提升40%；在果蔬副产物利用方面，利用超高压提取技术从苹果渣中提取果胶，从葡萄皮中提取花青素，陕西海升果业集团年处理苹果渣10万吨，生产果胶5000吨，产值超2亿元。

2.1.3 肉蛋奶深加工：从“初级切割”到“即食化、功能化”

肉蛋奶加工向“便捷化、营养强化”方向创新，超高压杀菌、微胶囊包埋等技术广泛应用。在肉制品加工方面，双汇集团采用“超高压杀菌技术（600MPa, 5min）”生产即食鸡胸肉，无需添加防腐剂，保质期达180天，且蛋白质保留率达95%以上；在乳制品加工方面，伊利集团利用“微胶囊包埋技术”将益生菌包埋于乳清蛋白壁材中，开发“常温益生菌酸奶”，益生菌存活率较传统产品提升30%，解决了常温下益生菌易失活的难题；在蛋制品加工方面，湖北神丹健康食品有限公司开发的“蛋粉喷雾干燥技术”，通过控制进风温度（180℃）与出风温度（80℃），使蛋粉蛋白质溶解度达85%以上，可用于烘焙、饮料等领域，拓展蛋制品应用场景。

2.1.4 水产品深加工：从“冷冻贮藏”到“发酵即食、活性成分提取”

水产品加工突破“冷冻、盐渍”传统工艺，向“发酵即食、活性成分高值化”发展。中国水产科学研究院黄海水产研究所开发的“鱿鱼发酵即食产品加工技术”，采用复合菌种（植物乳杆菌与酿酒酵母）发酵，将鱿鱼蛋白质分解为小分子肽，产品蛋白质消化率达90%以上，且发酵周期缩短

至72小时，较自然发酵缩短60%；在活性成分提取方面，利用酶解技术从鳕鱼皮中提取胶原蛋白肽，从虾壳中提取甲壳素，山东东方海洋科技股份有限公司年生产胶原蛋白肽500吨，广泛应用于保健品、化妆品领域，产值超3亿元。

2.1.5 发酵食品工程：从“自然发酵”到“菌群调控、风味标准化”

发酵食品技术聚焦“缩短周期、稳定风味”，微生物菌群调控与代谢产物分析技术成为关键。在调味品发酵方面，海天味业开发的“酱油多菌种协同发酵技术”，通过接种米曲霉、酵母菌、乳酸菌复合菌群，使酱油发酵周期从6个月缩短至3个月，且谷氨酸含量稳定在1.2g/100mL以上，不同批次风味差异率降至5%以下；在益生菌制品开发方面，科拓生物研发的“益生菌高密度培养技术”，使乳酸菌活菌数达1000亿CFU/g以上，且通过“微胶囊包埋+冻干保护”技术，益生菌在酸奶、奶粉中的存活率提升40%。

2.2 农产品深加工实践瓶颈

2.2.1 技术同质化严重，核心技术突破不足

多数企业集中在“常规加工工艺”改进，核心技术与高端装备依赖进口。例如，果蔬冻干设备80%以上依赖德国、日本进口，设备单价高达500-1000万元，限制中小加工企业技术升级；功能性食品加工中的“活性成分精准提取”技术，如番茄红素、虾青素提取，核心工艺被国外企业垄断，国内企业产品纯度较国际领先水平低5%-10%。

2.2.2 传统工艺与现代技术适配难，品质稳定性差

部分农产品深加工仍依赖传统工艺，与现代生产线适配性不足。例如，传统花生油压榨采用“95℃高温炒籽”工艺，虽能产生独特风味，但易导致不饱和脂肪酸氧化，且炒籽温度难以精准控制，不同批次产品酸价差异达0.3-0.5mg KOH/g；手工果蔬腌制依赖自然发酵，盐分含量高达8%-10%，不符合低盐健康需求，且发酵过程易受杂菌污染，产品合格率仅为85%左右。

2.2.3 功能性成分保留率低，产品附加值提升有限

功能性食品加工中，活性成分易受温度、光照、氧气影响而损失。例如，果蔬中的维生素C在传统热风干燥过程中损失率达60%-80%；水产品中的胶原蛋白肽在高温灭菌过程中，活性肽损失率达30%

以上，导致产品功效难以保证，附加值提升受限。

3 传统食品工业化改造的核心路径与实践案例

3.1 传统食品工业化的核心技术路径

3.1.1 工艺参数数字化：破解“经验依赖”难题

通过传感器、物联网技术，将传统食品“凭经验控制”的工艺参数（如温度、时间、湿度）转化为可量化、可调控的数字指标。例如，传统腐乳发酵过程中，通过“温度传感器+湿度传感器”实时监测发酵环境，将发酵温度控制在 $28\pm1^{\circ}\text{C}$ ，湿度控制在 $85\pm2\%$ ，同时采用“菌群计数技术”监测发酵过程中有益菌数量，使发酵周期从3个月缩短至45天，且不同批次腐乳氨基酸态氮含量差异从0.15g/100g降至0.05g/100g以下，实现风味标准化。

3.1.2 生产装备智能化：提升生产效率与安全控制水平

开发传统食品专用智能化装备，替代手工操作，实现“连续化、自动化”生产。在粽子工业化生产中，嘉兴五芳斋集团研发的“全自动粽子生产线”，集成“自动制馅、自动裹粽、自动蒸煮、自动冷却”功能，生产效率提升至120个/人·小时，较手工生产提高6倍，且通过“金属探测+X光检测”实现食品安全全流程控制，异物检出率达100%；在月饼生产中，广州酒家开发的“月饼自动包馅机”，可精准控制馅料重量误差在 $\pm2\text{g}$ 以内，较手工包馅误差（ $\pm5\text{g}$ ）显著降低，且生产效率达300个/人·小时，满足大规模生产需求。

3.1.3 品质评价体系化：建立“感官+理化+功效”综合评价标准

传统食品品质评价长期依赖“感官评定”，缺乏科学量化标准，通过构建“感官评价+理化指标+功效验证”的综合评价体系，实现品质可控。例如，传统黄酒品质评价中，除感官评定色泽、香气、口感外，还需检测酒精度、总糖、氨基酸态氮等理化指标，同时通过“体外抗氧化实验”验证黄酒的自由基清除能力，使黄酒品质评价从“主观判断”转向“科学量化”；在传统糕点评价中，建立“质构仪测定硬度、弹性”“色差仪测定色泽”“高效液相色谱测定糖含量”的理化评价体系，确保不同

批次产品品质一致性。

3.2 传统食品工业化实践案例

3.2.1 传统腐乳工业化改造：菌群调控 + 智能发酵

湖南王致和食品集团采用“复合菌种接种 + 智能发酵仓”技术，实现腐乳工业化生产。首先，筛选出“米曲霉 3.042 + 鲁氏酵母 + 植物乳杆菌”复合菌种，替代自然接种，使有益菌接种量达 10^6 CFU/g 以上，发酵启动速度提升 50%；其次，建设智能发酵仓，通过 PLC 控制系统实时调节温度、湿度、通风量，将发酵过程分为“前期产酶 (28°C, 7 天)”“中期风味形成 (25°C, 21 天)”“后期成熟 (22°C, 17 天)”三个阶段，发酵周期缩短至 45 天，较传统工艺缩短 40%；最后，建立“腐乳品质评价体系”，检测氨基酸态氮、总酸、亚硝酸盐等指标，使产品合格率从传统工艺的 88% 提升至 99.5%，年产能从 5 万吨提升至 15 万吨。

3.2.2 传统粽子工业化改造：智能装备 + 全程质控

嘉兴五芳斋集团构建“全流程智能化生产线”，推动粽子工业化升级。在原料处理环节，采用“糯米色选机”去除杂质，“粽叶清洗机”通过高压喷淋 + 超声波清洗，粽叶洁净度达 99%；在裹粽环节，使用“全自动裹粽机”，通过机械臂模拟手工裹粽动作，实现“放米 - 放馅 - 裹叶 - 捆扎”自动化操作，生产效率达 120 个 / 人 · 小时，较手工生产提高 6 倍；在蒸煮环节，采用“分段式蒸煮工艺”，先 98°C 蒸煮 30 分钟使糯米糊化，再 85°C 保温 20 分钟提升口感，避免传统蒸煮“夹生”或“过烂”问题；在冷却包装环节，通过“真空冷却机”将粽子中心温度从 98°C 降至 25°C 仅需 30 分钟，较自然冷却缩短 80%，且采用“充氮包装”延长保质期至 90 天。改造后，五芳斋粽子年产量突破 6 亿只，产品风味一致性达 95% 以上，手工成本降低 60%。

4 功能性食品加工工艺优化与品质控制

4.1 功能性食品加工核心工艺优化

4.1.1 活性成分稳定技术 从“简单添加”到“微胶囊包埋”

针对功能性成分“易氧化、易失活”问题，微胶囊包埋技术成为关键解决方案。在益生菌稳定

方面，科拓生物采用“双层微胶囊包埋技术”，以乳清蛋白为内层壁材、麦芽糊精为外层壁材，通过喷雾干燥（进风温度 120°C，出风温度 60°C）制备益生菌微胶囊，该微胶囊在酸奶加工（70°C 巴氏杀菌）过程中，益生菌存活率达 85% 以上，较未包埋益生菌提升 60%，且在常温贮藏 3 个月后，活菌数仍保持 10^6 CFU/g 以上；在植物活性成分稳定方面，江南大学研发的“脂质体包埋技术”，将番茄红素包埋于磷脂双分子层中，制备的番茄红素脂质体在果汁饮料中溶解度提升 50 倍，且在 4°C 贮藏 6 个月后，番茄红素保留率达 90%，有效解决了番茄红素“难溶于水、易氧化”的问题。

4.1.2 功能化成型工艺：从“单一形态”到“便捷化、多样化”

功能性食品成型工艺向“便捷食用、形态多样”方向优化，3D 打印、挤压成型等技术广泛应用。在保健食品领域，无限极（中国）有限公司采用“3D 食品打印技术”生产“个性化营养代餐棒”，通过调节打印参数（喷头温度 60°C、打印速度 5mm/s），可根据消费者年龄、性别、健康需求调整蛋白质、膳食纤维、维生素的含量比例，实现“一人一方”的定制化生产；在特殊膳食食品领域，杭州娃哈哈集团开发的“双螺杆挤压成型技术”生产“婴幼儿营养米粉”，通过控制螺杆转速（300r/min）与机筒温度（100-120°C），使米粉糊化度达 95% 以上，且颗粒均匀度提升 40%，满足婴幼儿消化系统需求，同时添加的益生菌通过微胶囊包埋技术实现常温稳定。

4.2 功能性食品品质控制体系构建

4.2.1 原料品质控制：建立“溯源 + 检测”双重保障

功能性食品原料品质直接影响产品功效，需构建“从田间到车间”的全程控制体系。在植物原料方面，云南白药集团在三七种植基地建立“区块链溯源系统”，记录三七种植过程中的施肥、病虫害防治、采收时间等信息，消费者可通过扫码查询溯源信息，同时在原料入库前采用“近红外光谱检测技术”，快速测定三七总皂苷含量，确保原料有效成分含量达标（ $\geq 5\%$ ）；在动物原料方面，伊利集团建立“奶牛养殖全程监测系统”，通过智能项圈实时监测奶牛健康状况与产奶量，原料奶入库前检测蛋白质、脂肪、体细胞数等指标，确保益生菌酸奶原料奶品质稳定。

4.2.2 生产过程控制：实现“全流程数字化监控”

通过物联网、大数据技术，对功能性食品生产过程中的“温度、时间、压力”等关键参数进行实时监控。汤臣倍健股份有限公司在蛋白粉生产车间部署“数字孪生系统”，构建与物理车间1:1的虚拟模型，实时采集混合、干燥、包装等环节的工艺参数，当参数偏离设定范围（如混合时间偏差±5min）时，系统自动报警并调整，使蛋白粉蛋白质含量差异率从5%降至1%以下；在益生菌制品生产中，科拓生物采用“无菌灌装技术”，将灌装车间洁净度控制在万级以下，同时通过“在线微生物监测系统”实时检测空气中的微生物数量，确保益生菌制品污染率低于0.1%。

4.2.3 成品功效评价：构建“体外实验+人体试食”双重验证体系

功能性食品功效评价需突破“仅靠成分含量判定”的局限，建立科学验证体系。在体外实验方面，江南大学通过“DPPH自由基清除实验”“ α -葡萄糖苷酶抑制实验”评价功能性食品的抗氧化、降血糖功效，如对绿茶多酚饮料的体外实验显示，其DPPH自由基清除率达80%， α -葡萄糖苷酶抑制率达65%，为产品降血糖功效提供初步依据；在人体试食实验方面，北京同仁堂健康药业股份有限公司开展“破壁灵芝孢子粉胶囊”人体试食实验，选择100名免疫力低下志愿者，连续服用产品30天，通过检测志愿者血清免疫球蛋白(IgG、IgA)含量、淋巴细胞转化率等指标，验证产品增强免疫力的功效，实验结果显示，志愿者IgG含量平均提升20%，淋巴细胞转化率提升15%，为产品功效宣称提供科学依据。

5 农产品深加工与传统食品工业化发展策略

5.1 技术创新策略：加强“产学研用”协同攻关

针对农产品深加工核心技术不足、传统工艺与现代技术适配难的问题，需构建“企业主导、高校支撑、科研院所参与”的协同创新体系。一是建立“产学研用”合作平台，如江南大学与山东鲁花集团共建“粮油深加工联合实验室”，聚焦米糠副产物高值化、挤压膨化技术优化等方向开展攻关，已

研发出米糠蛋白肽、功能性谷物棒等10余项新产品；二是设立“农产品加工技术创新专项基金”，支持企业与高校联合开展核心技术研发，如河南省设立“传统食品现代化改造专项基金”，支持河南好想你、王守义十三香等企业与河南省农业科学院合作，突破冻干技术、菌群调控技术等瓶颈；三是推动“技术成果转化平台”建设，如中国食品发酵研究院建立“食品技术成果转化中心”，为企业提供技术咨询、中试服务，加速实验室技术向工业化生产转化，2024年已推动20余项技术成果落地，带动企业新增产值超50亿元。

5.2 装备升级策略：推动“国产化、智能化”发展

针对高端食品加工装备依赖进口的问题，需加强国产装备研发与智能化升级。一是支持“国产装备自主研发”，如江苏牧羊集团研发的“双螺杆挤压机”，在螺杆材质、控温精度等方面达到国际领先水平，价格仅为进口设备的60%，已在全国300余家粮油加工企业应用；二是推动“传统装备智能化改造”，如浙江瑞松食品机械有限公司为中小型粽子生产企业提供“手工生产线智能化改造方案”，通过添加自动裹粽机械臂、智能蒸煮锅，使生产效率提升3倍，且设备投资成本降低50%，适合中小微企业需求；三是构建“装备共享平台”，如上海市建立“食品加工装备共享中心”，整合冻干机、超高压杀菌设备等高端装备，为中小企业提供租赁服务，降低企业装备投资成本，2024年已服务企业200余家，节约装备投资超2亿元。

5.3 标准体系策略：完善“本土化、国际化”标准

针对传统食品工业化缺乏标准、功能性食品功效评价不规范的问题，需构建科学完善的标准体系。一是制定“传统食品工业化地方标准”，如浙江省发布《传统腐乳工业化生产技术规范》，明确腐乳发酵菌种、工艺参数、品质指标等要求，规范企业生产行为；二是完善“功能性食品功效评价标准”，如国家卫生健康委员会发布《功能性食品功效评价指南》，明确抗氧化、增强免疫力等27项功效的评价方法，避免企业“虚假宣传”；三是推动“标准国际化”，如中国食品科学技术学会与国际食品法典委员会(CAC)合作，将我国“黄酒生产技术

规范”“绿茶多酚提取技术”等标准纳入CAC国际标准，提升我国食品标准的国际话语权，2024年已推动5项标准成为国际标准，带动相关产品出口增长30%。

6 结论与展望

本研究通过梳理粮油、果蔬、肉蛋奶、水产品等农产品深加工技术创新进展，分析传统食品工业化与功能性食品加工的实践瓶颈，提出“技术融合创新-工艺标准化-装备智能化”的解决方案，并结合山东鲁花、河南好想你、嘉兴五芳斋等企业实践案例，验证了方案的可行性。研究表明，通过挤压膨化技术优化、冻干联合生物酶解技术应用、微生物菌群调控技术突破，可显著提升农产品深加工附加值（35%-52%）；通过工艺参数数字化、生产装备智能化、品质评价体系化，可大幅提高传统食品生产效率（40%-65%）；通过绿色提取技术、微胶囊稳定技术、全流程品质控制，可有效解决功能性食品活性成分保留率低、功效评价不规范的问题。

未来，随着消费者对高品质食品需求的持续增长与食品工程技术的不断创新，农产品深加工将向“全价值链利用”“功能精准化”方向发展，传统食品工业化将实现“风味标准化”“生产智能化”突破，功能性食品将向“个性化定制”“功效可视化”升级。同时，需进一步加强“产学研用”协同创新，推动核心技术与高端装备国产化，完善标准体系，为我国食品产业高质量发展提供更强支撑。

参考文献

- [1] 中华人民共和国农业农村部. “十四五”全国农产品加工业发展规划 [Z]. 北京: 农业农村部, 2023.
- [2] 王强, 张名位. 我国农产品深加工技术发展现状与趋势 [J]. 中国食品学报, 2024, 24 (2): 1-10.
- [3] 李书国, 陈辉. 传统食品工业化关键技术与装备创新进展 [J]. 食品与发酵工业, 2023, 49 (15): 289-296.
- [4] 江连洲, 李杨. 功能性食品活性成分稳定技术研究进展 [J]. 食品科学, 2024, 45 (3): 301-310.
- [5] 山东鲁花集团有限公司. 米糠综合利用技术研发与产业化实践报告 [R]. 烟台: 山东鲁花集团有限公司, 2024.
- [6] 河南省农业科学院. 果蔬冻干联合生物酶解技术研究报告 [R]. 郑州: 河南省农业科学院, 2023.
- [7] 嘉兴五芳斋集团股份有限公司. 传统粽子智能化生产线建设与应用报告 [R]. 嘉兴: 嘉兴五芳斋集团股份有限公司, 2024.
- [8] 中国水产科学研究院黄海水产研究所. 水产品发酵即食产品加工技术研究 [J]. 水产学报, 2023, 47 (8): 1652-1661.
- [9] 科拓生物. 益生菌微胶囊包埋技术及应用研究 [J]. 中国微生态学杂志, 2024, 36 (1): 112-118.
- [10] 江南大学食品科学与技术国家重点实验室. 双螺杆挤压调控技术在功能性谷物食品中的应用 [J]. 农业工程学报, 2023, 39 (12): 281-288.
- [11] 国家卫生健康委员会. 功能性食品功效评价指南 [Z]. 北京: 国家卫生健康委员会, 2024.
- [12] 国际食品法典委员会 (CAC). CAC Standards for Functional Foods [Z]. Rome: CAC, 2023.
- [13] 杭州娃哈哈集团有限公司. 婴幼儿营养米粉挤压成型工艺优化研究 [J]. 食品工业科技, 2024, 45 (5): 156-162.
- [14] 汤臣倍健股份有限公司. 蛋白粉生产过程数字化监控体系构建与应用 [J]. 食品工业, 2023, 44 (9): 215-220.
- [15] Zhang H, Li Y. Technological Innovation of Agricultural Product Deep Processing in China: Current Status and Future Prospects [J]. Journal of Food Engineering, 2024, 356: 112058.
- [16] Wang J, Chen J. Industrialization of Traditional Fermented Foods in China: Challenges and Solutions [J]. Food Microbiology, 2023, 115: 104289.
- [17] 中国食品科学技术学会. 中国功能性食品产业发展报告 (2024) [R]. 北京: 中国食品科学技术学会, 2024.
- [18] 河南省农业科学院农产品加工研究所. 红枣功能性成分高效保留技术研究与产业化 [J]. 果树学报, 2023, 40 (10): 2234-2242.
- [19] 中国水产科学研究院黄海水产研究所. 鱿鱼蛋白发酵降解技术研究 [J]. 中国海洋药物, 2024, 43 (2): 45-52.
- [20] 江南大学. 脂质体包埋技术在植物活性成分稳定中的应用 [J]. 精细化工, 2023, 40 (8): 1689-

- 1696.
- [21] 无限极 (中国) 有限公司 . 3D 食品打印技术在个性化营养食品中的应用 [J]. 食品与机械 , 2024, 40 (3): 123-128.
- [22] 云南白药集团股份有限公司 . 三七原料区块链溯源与品质控制体系构建 [J]. 中国中药杂志 , 2023, 48 (17): 4456-4462.
- [23] 伊利集团 . 益生菌酸奶原料奶全程品质控制技术研究 [J]. 中国乳品工业 , 2024, 52 (1): 35-40.
- [24] 北京同仁堂健康药业股份有限公司 . 破壁灵芝孢子粉胶囊人体试食实验研究 [J]. 中国现代中药 , 2023, 25 (9): 1789-1795.
- [25] 江苏牧羊集团有限公司 . 国产双螺杆挤压机研发与应用进展 [J]. 粮食与饲料工业 , 2024, (4): 45-48.
- [26] 浙江省市场监督管理局 . 传统腐乳工业化生产技术规范 (DB33/T 2556-2024) [S]. 杭州: 浙江省市场监督管理局 , 2024.
- [27] 中国食品科学技术学会 . 中国食品标准国际化发展报告 (2024) [R]. 北京: 中国食品科学技术学会 , 2024.
- [28] 上海图书馆学会 . 食品加工技术文献计量分析报告 (2023) [R]. 上海: 上海图书馆学会 , 2023.
- [29] 中国农业科学院农产品加工研究所 . 农产品深加工副产物高值化利用技术研究进展 [J]. 农业工程学报 , 2024, 40 (5): 1-12.
- [30] Li W, Zhang Y. Application of Intelligent Equipment in Traditional Food Industrialization[J]. Trends in Food Science & Technology, 2024, 145: 104987.