

益生菌发酵中草药及其在化妆品中的应用

巩小草^{1,2}, 张文依^{1,2}, 秦上尚¹, 屈凌波^{2,3}, 魏勇军^{1,2,3,*}

(1. 郑州大学药学院, 河南郑州, 450001;

2. 郑州大学合成生物学实验室, 河南郑州, 450001;

3. 中原美谷—河南省科学院(洛阳)成果转化基地, 河南洛阳, 471002)

摘 要: 中草药具有天然绿色、安全性高、药理活性广等多种特点, 在药品、食品和化妆品等行业广泛应用。随着绿色护肤理念的普及, 中草药在化妆品领域的需求显著增长。微生物发酵是炮制中草药的重要方法之一; 其中, 益生菌发酵技术具有提升中草药活性成分的含量、产生新的活性成分等多种作用。同时, 益生菌可为皮肤提供益生元, 改善皮肤菌群, 是开发中草药活性成分和构建微生态护肤体系的重要基础。文章聚焦益生菌发酵中草药及其在化妆品中的应用, 为开发基于益生菌发酵中草药的功能化妆品提供参考。

关 键 词: 益生菌; 发酵技术; 中草药; 化妆品

第一作者简介: 巩小草, 郑州大学药学院本科生。

通讯作者简介: 魏勇军, 博士, 郑州大学药学院副教授, 博士生导师, 研究方向: 中草药活性分子的生物转化和合成。E-mail: yongjunwei@zzu.edu.cn。



巩小草



魏勇军

中草药已具有数千年的应用历史; 人参补气、黄芪扶正、当归活血等功效已被广泛认可。中草药核心活性成分(如皂苷、多糖、黄酮类化合物)具有抗炎、抗氧化和调节免疫等多种作用^[1]。随着“天然成分”需求的增长, 中草药在现代化妆品中的地位日益凸显^[1]。环黄芪醇通过激活端粒酶活性具有抗衰老功能^[2]; 茯苓多糖等多种食用菌多糖具有强效保湿能力^[3]。这些中草药天然活性成分不仅契合消费者对安全性和功效性的双重追求, 还为化妆品开发提供了丰富的原料库, 推动了“中草药护肤”市场的蓬勃发展。

微生物发酵是炮制中草药的重要方法之一。益生菌发酵中草药将现代微生物发酵技术与中草药结合, 能够利用益生菌对中草药天然产物进行转化^[4]。发酵过程在常温下进行, 不仅能充分利用中草药资源, 还具有能耗低和环境友好等优势。益生菌发酵中草药具有提高活性成分、增强药理活性等作用^[4,5], 在化妆品领域具有多种应用潜力。随着“微生态护肤”概念的兴起, 兼具功效性、安全性和天然属性的益生菌发酵中草药产品, 有望引领化妆品天然原料的技术革新^[6]。

1. 益生菌发酵中草药技术的原理

1.1 益生菌的种类与发酵中草药特性

益生菌种类多样, 具有多种代谢特性^[7]。干酪乳杆菌、植物乳杆菌、鼠李糖乳杆菌、发酵乳杆菌和保加利亚乳杆菌等乳酸菌属微生物能够产生多种抑菌物质, 能够抑

制大肠杆菌等多种肠道病原菌^[8]。布拉氏酵母和酿酒酵母等酵母菌具有抗菌等特性; 其中, 布拉氏酵母能够缓解抗生素相关性腹泻^[9]。芽孢杆菌具有耐高温、耐胃酸等特性, 是食品发酵的重要菌种, 也是多种中草药发酵的潜在优势菌种^[10]。

益生菌发酵具有提升中草药功效或降低毒性的作用。植物乳杆菌通过降解人参皂苷 Rb2 为人参皂苷 Rb3, 提高了人参的抗氧化作用^[11]。马克斯克鲁维酵母能够在 大黄 发酵中平衡蒽醌类化合物的活性与毒性^[12]。利用枯草芽孢杆菌发酵甘草, 能够显著增加甘草酸的生物转化, 使甘草酸含量增加了 154.31%^[13]。保加利亚乳杆菌能够转化云南文山铁皮石斛中酚类、黄酮类天然产物, 显著增加了部分天然产物的含量^[14]。

1.2 益生菌发酵中草药机制

益生菌发酵中草药的活性成分变化是一个多维度协同的复杂过程^[15]。益生菌通过分泌纤维素酶、果胶酶和其他木质纤维素酶等糖基水解酶破坏中草药细胞壁的致密结构, 释放原本被包裹的活性成分。植物乳杆菌能够水解人参木质纤维素成分, 提高人参皂苷的释放, 将部分低活性的人参总皂苷转为高活性的稀有人参皂苷 Rd, 使人参总皂苷含量提高了 32%^[16]。益生菌可以合成有机酸、短链脂肪酸及抗氧化物质, 能够与中草药成分协同增效; 同时, 益生菌还能通过氧化、还原或水解反应对原有天然产物成分进行结构修饰。此外, 部分中草药成分可以为益生菌提供营养, 促进益生菌的生长。益生菌发酵使部分中草药活性成分由结合态转化为游离态, 显著提升了中草药活性成分的



生物利用度。目前,合成生物学技术已用于构建工程菌株定向转化淫羊藿苷等中草药活性成分^[17],而代谢组学与宏基因组学等多组学整合分析能够揭示发酵过程中菌群-成分-活性的动态互作网络,为益生菌发酵中草药提供新的理论和应用体系。

2. 益生菌发酵的研究进展

2.1 益生菌发酵及其影响因素

益生菌发酵技术主要包括固体发酵、液体发酵及双向发酵^[18]。固体发酵以中草药为基质,在开放体系中添加益生菌进行,工艺简便且成本较低。液体发酵则将中草药与培养基混合,灭菌后接入益生菌,具有速度快、条件可控、产物易分离及适合大规模生产等优势。双向发酵利用中草药替代微生物培养基,促进微生物生长和转化,分为固体和液体两种形式^[19];其中双向液态发酵能更好的提高中草药活性成分含量、降低毒副作用并产生新的中草药活性成分。

菌种类型、接种量、发酵温度、发酵时间、pH和培养基等均会影响益生菌发酵中草药效果。单因素实验可以逐一考察温度、pH值、时间和菌种等关键因素对发酵的影响,但工作量巨大且难以确定最佳发酵条件。响应面法可以兼顾各因素之间可能存在的交互作用,能够解析发酵条件对中草药活性成分的具体影响。通过响应面法的精确优化,益生菌发酵黄芪后的总多糖得率较水提醇沉工艺提升了57.31%^[20]。

2.2 益生菌发酵产物的功能研究

益生菌发酵能够提高黄酮类、多糖等一系列小分子活性物质含量,并增强其生物功能。玫瑰纯露经过发酵后,其发酵液中的植物总酚含量和黄酮类化合物含量显著增加;发酵液对1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH)、羟自由基以及超氧阴离子等的清除能力也得到了显著提升,从而赋予了中草药发酵产物更高的抗氧化和抗衰老活性^[21]。发酵过程中产生的有机酸(如乳酸、乙酸)及抗菌肽等活性成分,能够有效抑制病原菌的生长。决明子提取液经过发酵后,提高了蒽醌含量,运用斑马鱼脱水模型评估后,发现其具有一定的保湿功效^[22]。

2.3 安全性评价

严格的安全性评价是益生菌发酵中草药在化妆品产业应用的前提。筛选非产毒素和非携带抗性基因的益生菌菌株(如乳酸杆菌、双歧杆菌),并控制发酵条件能够保证益生菌发酵中草药产品的基本安全。结合微生物限度检查

与成分分析,可以评估发酵产物在不同条件下的稳定性,确保其在化妆品中的长期有效性。采用鸡胚绒毛尿囊膜实验^[23]、多次皮肤刺激性/腐蚀性动物安全测试^[24]、人体封闭式斑贴试验、红细胞溶血试验^[25]等可以评价护肤品刺激性;牛津杯扩散实验等可以评价护肤品抑菌能力^[26];通过斑马鱼胚胎中性粒细胞聚集抑制试验、斑马鱼胚胎尾鳍修护促进试验等能够评价护肤品舒缓和修复效果^[24]。通过急性皮肤刺激检测添加提取物面霜的生物安全性^[26],亚慢性毒性测试可进一步验证化妆品的安全性。此外,通过中性红和阿尔玛蓝可以检测细胞毒性^[27]。特别是针对未在《已使用化妆品原料目录》中的益生菌发酵中草药原料,需根据《化妆品监督管理条例》进行严格的安全性评价,保障化妆品原料的质量安全。

3. 益生菌发酵成分在化妆品中的应用

消费者对“天然成分”和“功效性”的需求日益增长,而益生菌发酵具有绿色天然和多效合一的特点。传统活性成分(如多糖、黄酮、皂苷等)常因分子量过大或结构复杂导致生物利用度低,而益生菌发酵可通过生物转化显著提升活性成分的生物利用度、稳定性和药理活性,同时降低潜在毒性,符合全球化妆品行业对安全性和可持续性的要求。微生物发酵能够转化苷类中药成分,提高苷类成分的生物利用度^[28];乳酸菌发酵植物成分后,能够明显提高酚类、黄酮类、单宁等天然成分含量,增强其生物活性^[29]。部分菌种发酵后,具有促进中草药活性物质吸收(如分解大分子物质)、增强皮肤屏障等作用,如酵母菌等发酵能够增加植物多酚和黄酮类活性成分含量,提高其美白、抗氧化等效果^[30-35],表明益生菌发酵技术在提升有效成分生物利用率与多维度改善肤质方面具有多重作用(表1)。益生菌发酵中草药活性成分为开发天然、安全、高效的化妆品成分提供了理想选择,为抗衰老、美白、保湿等功效型产品的研发提供了新的方向。

益生菌发酵已展现了显著的市场潜力与创新活力。部分企业通过微生物发酵化妆品原料成分实现了水油合一的质地,兼具养肤与清爽感,赢得了市场好评。化妆品天然原材料供应商也利用益生菌发酵中草药技术开发了部分天然美白淡斑活性成分,可抑制黑色素生成,同时截断色沉表达,让皮肤恢复光泽、改善暗沉。益生菌发酵化妆品以其天然、温和、有效、可降解的特点,满足了消费者对高品质护肤品的需求,市场表现亮眼,未来发展前景广阔。

表1 部分益生菌发酵技术的应用

益生菌菌种	中草药	作用效果	功能	文献
乳酸菌、毕赤酵母、酿酒酵母	铁皮石斛花	提高黄酮类和总酚等天然产物含量	抗氧化、美白	[30]
乳酸菌、酿酒酵母	冬凌草	提高了总糖、黄酮、多肽等活性物质的含量	抗氧化、细胞炎症修复	[31]
酿酒酵母、植物乳杆菌	金线莲	多酚含量显著提高	抗氧化、美白	[32]
布拉氏酵母、鼠李糖乳杆菌	枸杞、葡萄籽	提高总酚、总黄酮、有机酸等活性物质含量	抗氧化、抑菌	[33]
植物乳杆菌	南五味子	增加五味子多糖的释放	抗氧化	[34]
保加利亚乳杆菌	人参	稀有皂苷含量增加,总酚、黄酮含量提高,总糖含量减少	抗氧化	[35]

4. 益生菌发酵化妆品的优势

益生菌发酵中草药近年来在化妆品市场中崭露头角，不仅在成分优化层面发挥作用，更与微生态护肤理念高度契合^[36]。发酵产物中的益生菌及其代谢物（后生元）能够协同调节皮肤微生态平衡，抑制有害菌增殖并促进有益菌定植，从而修复皮肤屏障功能、缓解皮肤敏感问题^[37]。传统中草药的天然属性与现代发酵技术相结合，既符合消费者对“纯净美容”和“环境友好”的追求，也为中医药资源在化妆品领域的创新应用开辟了新方向。

现代生物技术推动了中草药活性成分的高效生产。通过合成生物学技术，研究人员能够构建具有中草药活性成分代谢途径的工程菌株，实现多种中草药活性成分的高效合成。通过重编程代谢网络并导入外源基因，研究人员在工程酵母中异源合成了美迪紫檀素等黄酮类天然产物^[38]和人参皂苷等萜类天然产物^[39]，表明合成生物学在中草药活性成分生产方面具有巨大潜力。通过综合运用现代生物技术，优化发酵条件，未来可以更有效地挖掘和利用中草药资源，为中医药产业的现代化和国际化注入新的活力。

5. 基于益生菌发酵中草药的化妆品配方开发新策略

古代护肤复方以传统中医理论体系为核心，融合阴阳五行学说与脏腑功能理论^[40]，结合“取类比象”的思维模式（如“以白增白”的直观逻辑），以“君臣佐使”的复

方配伍体系构建化妆品复方^[41]（图1）。代表性方剂包括以美白功效著称的三白汤、玉容散及玉屏风散。其中，玉屏风散以黄芪为君药发挥补气固表作用，白术为臣药健脾燥湿，佐以防风调和药性，从而达到补气益血，提亮肤色的效果^[42]。古代配方既改善肤质又维持皮肤平衡，反映了传统经验积累与哲学思辨的深度结合。

现代护肤复方则以皮肤微生态研究为基础，聚焦成分互补性与功能协同效应，结合氧化还原平衡调控机制与生物技术创新开发化妆品（图1）。现代护肤品成分中，维生素C（VC，抗氧化）、维生素E（VE，屏障修护）等活性成分搭配烟酰胺等形成多维度功效网络，从而提高抗氧化能力^[43]；技术手段上，现代护肤品采用脂质体包裹技术等新剂型，提升护肤品活性成分的透皮吸收率^[40]；同时，借助微生物组学解析皮肤菌群动态，打造基于皮肤菌群的个性化精准护肤体系^[44]。现代复方通过分子层面的机制解析与临床验证，实现了从经验驱动到科学驱动的跨越，能够精准调控皮肤微环境，提升护肤效率。

护肤复方从古代传统到现代科学的演变体现了理论与实践的双重突破：古代以整体观与自然哲学为指导，能够通过经验总结构建新型复方体系；现代通过科学解析与技术创新，推动活性成分的高效化与功能的精细化（图1）。两者虽方法论迥异，但均以追求皮肤健康平衡为目标，共同推动了护肤领域从经验传承到科技驱动的跨越式发展。

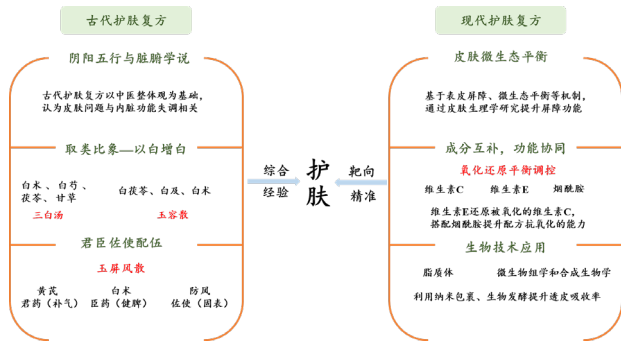


图1 古代和现代护肤方的开发

我们提出了结合人工智能（Artificial Intelligence, AI）的益生菌发酵中草药化妆品配方开发模式（图2）。中草药和AI在化妆品配方开发中的结合，体现了传统智慧与现代科技的深度融合。整合现代中草药的功能解析数据（如活性成分、作用靶点）及传统本草古方的经验知识，解析不同年龄、性别人群的皮肤菌群，建立多来源多模态的融合数据库；输入具体的护肤需求（如抗衰老、屏障修护）后，AI能够运用融合数据库设计益生菌发酵中草药组合及发酵条件。通过AI算法分析海量数据，可以挖掘多品类中草药成分的协同效应，并基于“君臣佐使”的配伍逻辑和目标

用户菌群数据生成初步配方，适配益生菌进行发酵后，获取益生菌发酵中草药原料。

益生菌发酵中草药配方在经历严格的实验验证后，投入目标人群使用，并进行迭代优化（图2）。若初步设计未达到预期效果，系统将自动回溯至数据层补充中草药特性，并调整配伍比例和益生菌种类；通过体外模型或临床测试验证功效，进一步开展功能表征，明确其抗氧化、保湿、美白等分子机制，并完成毒理学评估及皮肤刺激性测试等安全性评价，确保安全性符合标准，将全链路验证的益生菌发酵中草药产品投入市场。

中草药+益生菌+AI模式的核心在于“数据驱动”与“文化传承”的平衡：AI不仅加速了配方筛选与优化的效率，还通过解析古籍中的丰富知识，赋予传统中草药新的科学阐释；益生菌发酵则赋予中草药更多更好的功能分子。实验验证与安全性评价确保了创新配方的可靠性与合规性。AI和机器学习技术可以实时监测益生菌发酵中草药过程中的温度、pH值等参数，并进行动态调整，优化发酵条件；高通量发酵平台结合代谢流和空间多组学分析等技术，则能缩短开发周期并提升产物一致性。AI辅助开发的益生菌发酵中草药化妆品不仅有望具备高效精准靶向的护肤功效，还可承载中医药文化的当代价值，成为“科技赋能中草药”的典范。

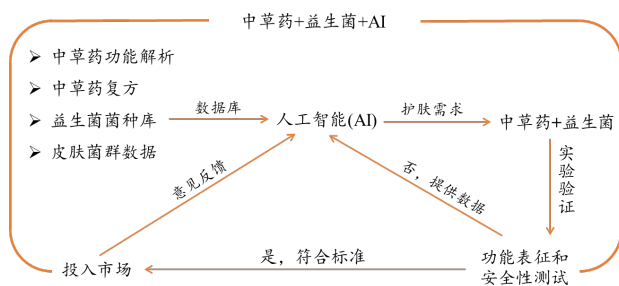


图2 中草药与人工智能在化妆品配方开发中的结合

6. 总结与展望

益生菌发酵技术为化妆品行业提供了天然、高效且可持续的创新方向，在化妆品领域应用前景广阔。筛选益生菌菌株并精准适配中草药发酵是高效应用的前提，其发酵产物中的益生元与后生元可调节皮肤菌群。发酵产物的作用机制探究与安全性评价体系的完善有利于益生菌发酵中草药产品的应用，临床验证方法的规范化将增强数据可信度。然而，工艺标准化难题、成分稳定性问题及法规滞后仍是产业化瓶颈。未来需通过跨学科合作推动技术创新，建立从实验室到生产的全链条益生菌发酵中草药评价体

系，以实现“绿色科技”与“精准护肤”的深度融合。益生菌发酵中草药将为功效性化妆品领域开辟新路径，为绿色健康美容产品的发展注入持续动力。

参考文献

- [1]陈川,王贵弘.中国特色中草药护肤品研发思路[J].日用化学科学,2020,43(7):1-6.
- [2]袁瑛姿,钟泓卉,杨雨潼,等.酵母合成环黄芩醇的研究进展[J].北京化工大学学报(自然科学版),2023,50(3):14-26.
- [3]杨璐敏,熊永生,廖灵芝.食用菌多糖保湿功能的应用现状[J].中国食用菌,2024,43(1):6-13.
- [4]Zhang X, Miao Q, Pan C, et al. Research advances in probiotic fermentation of Chinese herbal medicines[J]. iMeta, 2023, 2(2): e93.
- [5]Lin J, Li T, Yin Y, et al. Selected fungal fermentation of *Astragali Radix* (Huangqi) alters its bioactive compound profile[J]. Food Bioscience, 2025, 63: 105781.
- [6]袁超.微生态护肤改善皮肤状态的临床价值专家共识(2024)[J].中国皮肤性病杂志,2024,38(6):591-596.
- [7]Yuan Y, Yang Y, Xiao L, et al. Advancing Insights into Probiotics during Vegetable Fermentation[J]. Foods, 2023, 12(20): 3789.
- [8]Darvishi N, Fard N A, Sadrnia M. Genomic and proteomic comparisons of bacteriocins in probiotic species *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* and inhibitory ability of *Escherichia coli* MG 1655[J]. Biotechnology Reports, 2021, 31: e00654.
- [9]董运海,张海波,陈智仙,等.布拉氏酵母对抗生素相关腹泻作用的研究进展[J].国外医药(抗生素分册),2019,40(1):50-55.
- [10]Li Z, Zheng M, Zheng J, et al. *Bacillus* species in food fermentations: an underappreciated group of organisms for safe use in food fermentations[J]. Current Opinion in Food Science, 2023, 50: 101007.
- [11]Jung J, Jang H J, Eom S J, et al. Fermentation of red ginseng extract by the probiotic *Lactobacillus plantarum* KCCM 11613P: ginsenoside conversion and antioxidant effects[J]. Journal of Ginseng Research, 2019, 43(1): 20-26.
- [12]马超,胡珊,李学如,等.酵母转化大黄结合型蒽醌研究[J].世界科学技术-中医药现代化,2013,15(6):1333-1337.
- [13]樊梅娜,王丽荣,张国珍,等.益生菌发酵甘草对甘草酸含量及其抑菌活性的影响[J].中国畜牧杂志,2022,58(10):282-286.
- [14]蒋丙婷,李如蕊,方越,等.乳酸菌发酵对铁皮石斛抗氧化活性和酚类化合物的影响[J].农业工程学报,2025:1-10.
- [15]Zhang X, Tang B, Wen S, et al. Advancements in the Biotransformation and Biosynthesis of the Primary Active Flavonoids Derived from *Epimedium*[J]. Molecules, 2023, 28(20): 7173.
- [16]陈旸,王义,孙亮,等.植物乳杆菌发酵转化人参皂苷的研究[J].中国中药杂志,2014,39(8):1435-1440.
- [17]Zhang X, Wang Y, Zhang T, et al. Efficient Biotransformation of Icaritin to Baohuoside I Using Two Novel GH1 β -Glucosidases[J]. Molecules, 2024, 29(22): 5280.
- [18]王光强,杨忠达,吴倩,等.益生菌发酵中草药的研究进展[J].上海理工大学学报,2024,46(4):357-363.
- [19]左锦辉,薛燕,杜一杰,等.中药双向发酵技术在化妆品中的应用[J].日用化学工业,2017,47(10):583-587,597.
- [20]郭云霞,吴国江,魏萌,等.响应面法优选N-14菌株发酵黄芪总多糖的工艺条件[J].中国实验方剂学杂志,2015,21(5):38-41.
- [21]高飞,尹思雨,皮汨源,等.大马士革玫瑰纯露发酵液制备工艺及功效评价[J].广东化工,2024,51(16):49-51,27.

- [22]谢昊晖,李荷.优化微生物发酵决明子工艺及其保湿功效研究[J].广东药科大学学报,2024,40(4):59-64.
- [23]闫雅倩,张玉芝,付豪,等.黄花草发酵液的化妆品功效评价[J].精细化工,2023,40(5):1073-1081.
- [24]牛文霞,何先喆.桦褐孔菌发酵液的安全性及舒缓、修护功效探究[J].香料香精化妆品,2023(6):116-121.
- [25]王冬冬,孙倩茹,王子文,等.葡萄籽发酵液抗衰老及美白功效研究[J].日用化学工业,2022,52(5):545-552.
- [26]高亚惠,吴夏玲,杨丹敏,等.芽孢杆菌ZYCHH-01发酵液提取物的抗菌抗氧化性能评价及应用[J].精细化工,2023,40(11):2445-2453.
- [27]Ziemlewska A, Nizioł-Łukaszewska Z, Zagórska-Dziok M, et al. Assessment of cosmetic and dermatological properties and safety of use of model skin tonics with kombucha-fermented red berry extracts[J]. International journal of molecular sciences, 2022, 23(23): 14675.
- [28]马宗敏,段绪红,秦梦,等.微生物发酵技术在中药苷类生物转化中的应用进展[J].世界科学技术-中医药现代化,2017,19(5):858-864.
- [29]Gadhouri H, Hayouni E L A, Martinez-Rojas E, et al. Biochemical composition, antimicrobial and antifungal activities assessment of the fermented medicinal plants extract using lactic acid bacteria[J]. Archives of Microbiology, 2022, 204(7): 374.
- [30]江林,黄立森,付姗姗,等.发酵铁皮石斛花醇提物的抗氧化和美白活性研究[J].食品与发酵科技,2023,59(6):72-76.
- [31]原勤轩,袁铭璐,由士权,等.冬凌草发酵液的皮肤抗氧化能力和细胞炎症修复作用[J].精细化工,2025:1-11.
- [32]陈来成,陈冬杰,邹洁,等.金线莲发酵液的抗氧化和美白功效研究[J].日用化学工业(中英文),2024,54(6):656-662.
- [33]刘迎雪,陆信曜,宗红,等.布拉氏酵母和鼠李糖乳杆菌发酵对葡萄籽和枸杞功能性的影响[J].食品与发酵工业,2023,49(5):134-142.
- [34]Wang Q, Hao L, Zhang A, et al. Extraction and characterization of polysaccharides from schisandra sphenanthera fruit by *lactobacillus plantarum* CICC 23121-assisted fermentation[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2024, 259: 129135.
- [35]台雪月,卢忠魁,刘超,等.保加利亚乳杆菌发酵转化人参皂苷工艺研究[J].食品安全质量检测学报,2024,15(6):1-9.
- [36]鞠强,郑志忠,温海.皮肤微生态与皮肤健康专家共识(第3部分:皮肤微生态与科学护肤)[J].临床皮肤科杂志,2024,53(2):114-117.
- [37]Yang Y, Qu L, Mijakovic I, et al. Advances in the human skin microbiota and its roles in cutaneous diseases[J]. Microbial Cell Factories, 2022, 21(1): 176.
- [38]Niu W, Zhang J, Qu L, et al. Advances in synthesizing plant-derived isoflavones and their precursors with multiple pharmacological activities using engineered yeasts[J]. Microbial Cell Factories, 2025, 24(1): 75.
- [39]Wei Y. Yeast Synthetic Biology for the Production of Terpenoids Derived from Traditional Chinese Medicinal Plants[M]//DARVISHI HARZEVI F. Synthetic Biology of Yeasts: Tools and Applications. Cham: Springer International Publishing, 2022: 181-205.
- [40]董银卯,邓小锋.化妆品植物原料现状、应用与发展趋势[J].轻工学报,2016,31(4):30-38.
- [41]陈汉坤,陈雁,吴丹茹,等.基于“君臣佐使”理论的功效化妆品配方设计[J].宜春学院学报,2023,45(12):65-67.
- [42]耿利娜,薛征.玉屏风散临床应用及药理研究进展[J].山东中医杂志,2020,39(12):1369-1374.
- [43]江涛,王祥斌,钟惠青,等.多效紧致抗皱霜的配方设计及功效评价[J].中国化妆品,2025(1):90-97.
- [44]陈珮珊,王绍靖,姜婧姿,等.草本化妆品对面部皮肤生理状态及微生态的影响分析[J].中国中西医结合皮肤性病学杂志,2025,24(1):26-32.

Probiotic Fermentation of Chinese Herbal Medicine and Its Application in Cosmetics

Gong Xiao-cao^{1,2}, Zhang Wen-yi^{1,2}, Qin Shang-shang¹, Qu Ling-bo^{2,3}, Wei Yong-jun^{1,2,3*}

(1.School of Pharmaceutical Sciences, Zhengzhou University, Zhengzhou, Henan, 450001

2.Synthetic Biology Laboratory, Zhengzhou University, Zhengzhou, Henan, 450001

3.Central Plains Beauty Valley—Henan Academy of Sciences (Luoyang) Achievement Transfer and Transformation Base, Chanhe District, Luoyang, Henan, 471002)

Abstract : Traditional Chinese herbal medicine are characterized by their natural and green origin, high safety, and broad pharmacological activities, and are widely used in the pharmaceutical, food, and cosmetics industries. With the increasing popularity of green skincare concepts, the demand for traditional Chinese herbal medicine in the cosmetics field has increased significantly. Microbial fermentation is one of the important methods for processing traditional Chinese herbal medicine. In particular, probiotics fermentation technology has multiple functions, such as increasing the content of active ingredients in traditional Chinese herbal medicine and generating new active ingredients. Moreover, probiotics can provide prebiotics for the skin and modulate skin microbiota, which is the theory basis for developing active ingredients from traditional Chinese herbal medicine and constructing a micro-ecological skincare system. This paper focuses on probiotics fermentation of traditional Chinese herbal medicine and their applications in cosmetics, with the hope of providing references for the development of functional cosmetics based on probiotics fermentation of traditional Chinese herbal medicine.

Keywords : probiotics; fermentation technology; Chinese herbal medicine; cosmetic