

益生菌发酵中草药的研究进展

张晓玲^{1,2}, 苗琴^{1,2}, 潘成学^{1,2}, 尹佳³, 王乐莅³, 屈凌波^{2,4}, 印遇龙^{5*}, 魏勇军^{1,2,6*}

¹ 郑州大学药学院、药物关键制备技术（郑州大学）教育部重点实验室

² 郑州大学合成生物学实验室、中原食品实验室

³ 湖南师范大学生命科学学院、湖南省动物肠道功能与调控重点实验室

⁴ 郑州大学化学学院

⁵ 中国科学院亚热带农业生态研究所

⁶ 江苏省中药资源产业化过程协同创新中心



Zhang, Xiaoling, Qin Miao, Chengxue Pan, Jia Yin, Leli Wang, Lingbo Qu, Yulong Yin*, Yongjun Wei*. Research advances in probiotics fermentation of Chinese herbal medicine. *iMeta* (2023): e93. <https://doi.org/10.1002/imt2.93>

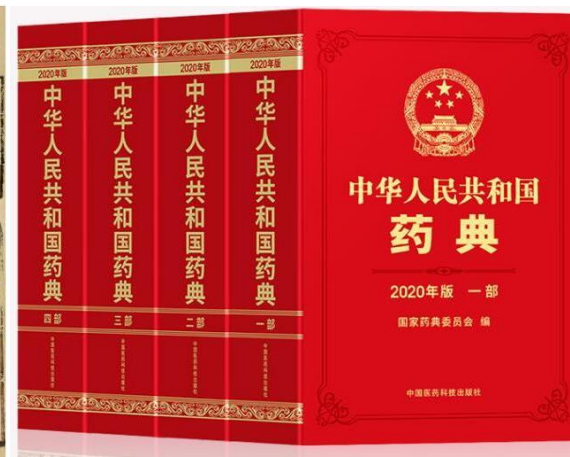
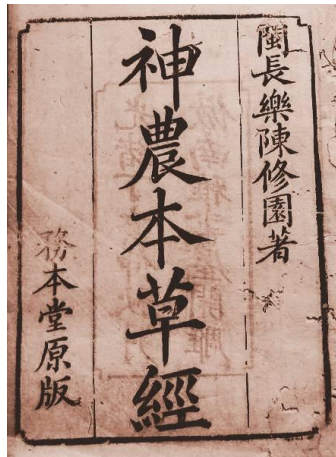
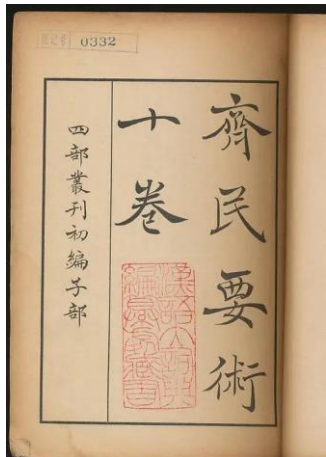
介绍



- 中药指天然药物及其加工产物，主要由植物药（包括植物的根、茎、叶和果实）和矿物药组成。因植物药占中药的大多数，所以中药也称中草药。
- 在中国和其他亚洲国家，中草药用于治疗人类疾病已有数千年的历史。

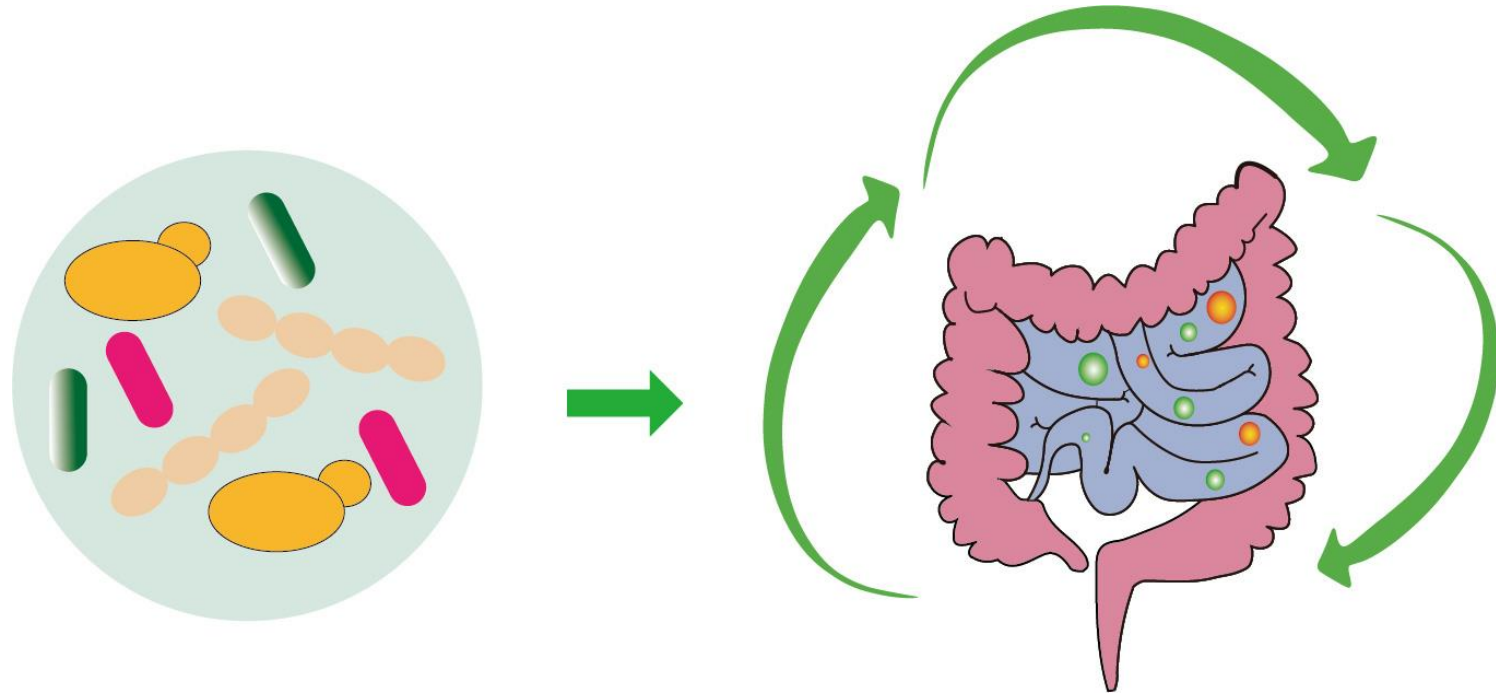
介绍

- 大多数中草药生物活性成分的含量较低，且一些中草药成分对人类和动物是有毒的。
- 微生物发酵是传统中草药加工技术之一，中草药发酵具有提高药效、降低毒性等效果。



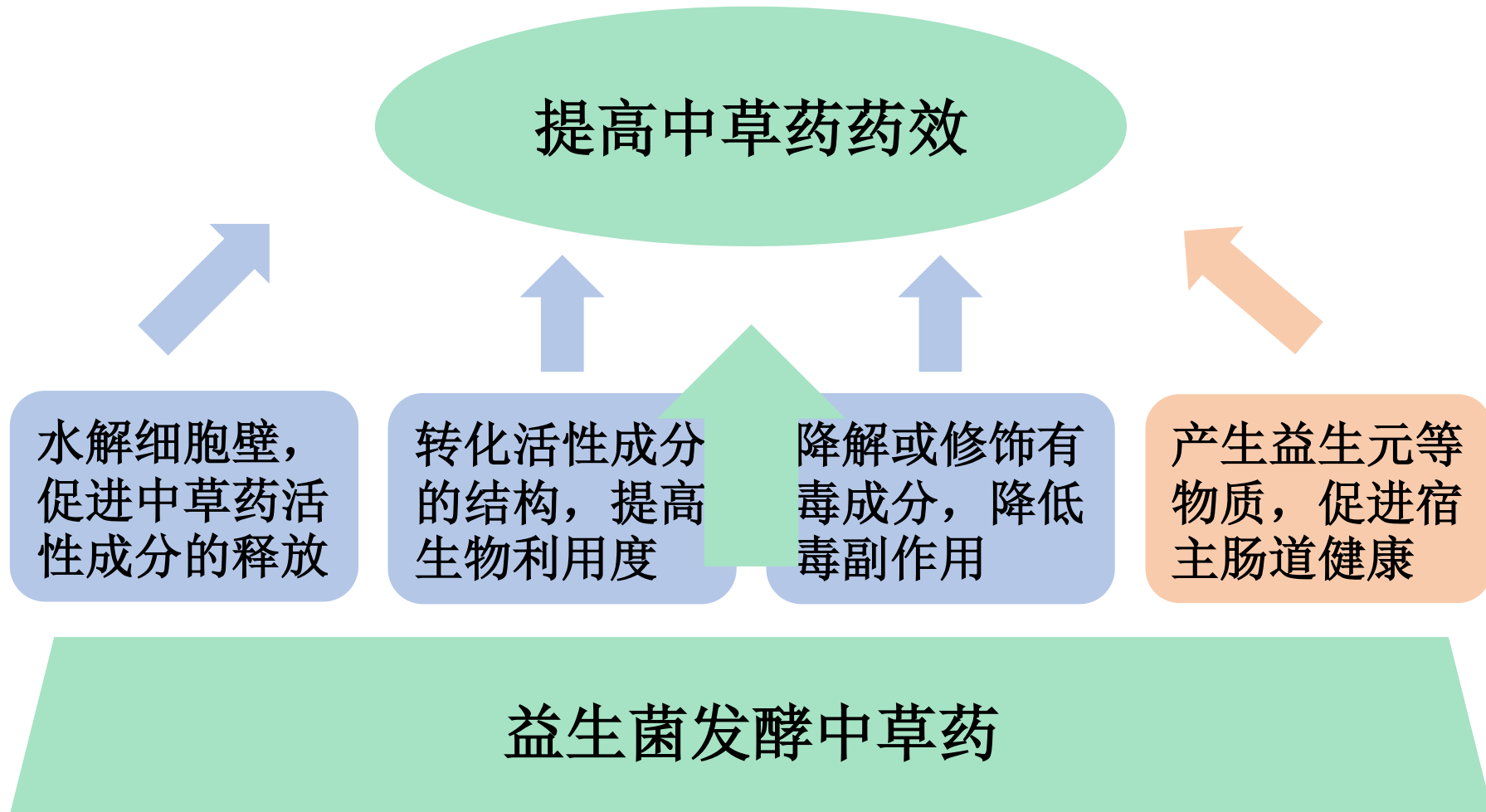
经典的中草药发酵产品有半夏曲、神曲、建神曲、采云曲、沉香曲、淡豆豉、百药煎和片仔癀等。

介绍



- 益生菌是对人类健康有益的活微生物。
- 益生菌有益于人体肠道微生物、肠上皮屏障和免疫系统的健康，用益生菌发酵中草药引起了研究者的极大兴趣。

益生菌发酵中草药的机制



益生菌发酵中草药的协同效应能够提高中草药的有效性。

木质纤维素酶在黄精、人参等中草药发酵中的作用

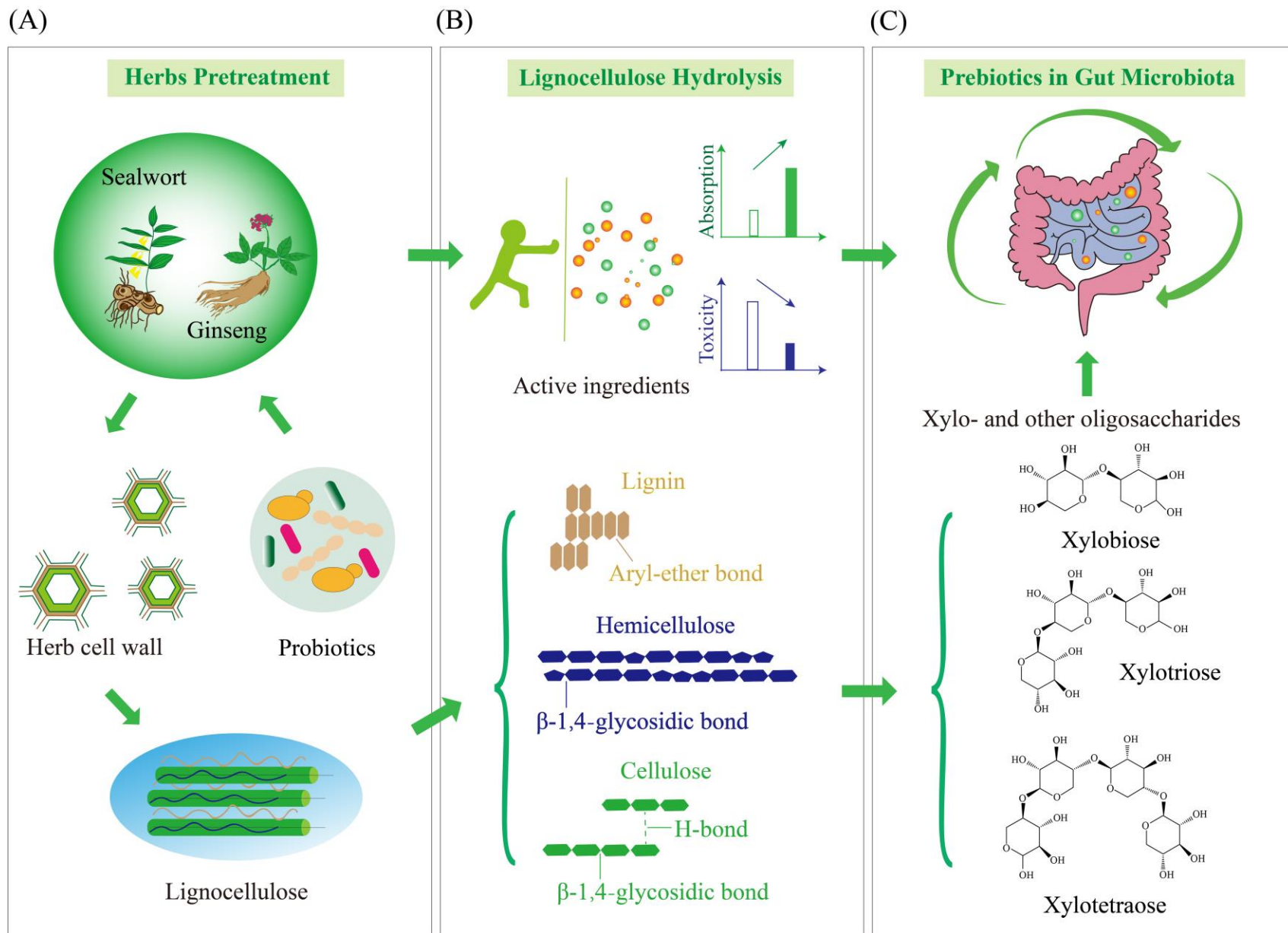


图1. 木质纤维素酶在黄精、人参等中草药发酵中的作用

(A) 富含木质纤维素的细胞壁会阻止中草药活性成分的释放，益生菌或其他微生物来源的木质纤维素酶可降解中草药木质纤维素。(B) 木质纤维素酶水解作用可促进中草药生物活性成分的释放，并产生低聚糖益生元。(C) 产生的生物活性成分和低聚糖益生元有益于人和动物肠道菌群的健康。

微生物发酵增加中草药活性成分含量，并改变药理效果

表 1. 微生物发酵后中草药活性成分含量的增加和药理效果的改变

中草药/中草药复方	微生物种类	含量增加的活性天然产物	药理效果
黄连解毒汤	弯曲乳杆菌	黄芩苷	卵巢切除诱导的骨质疏松↓
轮叶党参	长双歧杆菌、嗜酸乳杆菌、肠膜明串珠菌	没食子酸和香草酸	神经保护作用↑ 认知增强活性↑
魁蒿	植物乳杆菌	儿茶酚和断短舌匹菊内酯 C	抗炎活性↑
三七	瑞士乳杆菌、鼠李糖乳杆菌、嗜酸乳杆菌	人参皂苷 Rg3 和 Rh1	抗肝癌活性↑
黄芪	粪肠球菌、植物乳杆菌	黄芪多糖、总皂苷和黄酮	未检测
虎杖	黑曲霉、酵母	白藜芦醇	未检测
黄芪	米曲霉	3,4-二（4'-对羟基苯基）异丁酸	抗氧化活性↑
红参（蒸制人参）	裂蹄木层孔菌	人参皂苷 Rg3、Rg5、Rk1、化合物 K、Rh1、F2 和 Rg2	皮肤渗透性↑
	短乳杆菌	人参皂苷 Rg3、Rg5、Rk1、化合物 K、Rh1、F2、Rg2 和黄酮类化合物	抗皱效果↑ 皮肤敏感性↓
	植物乳杆菌	人参皂苷 Rd 和总酚类化合物	抗氧化活性↑
	副干酪乳杆菌、长双歧杆菌	人参皂苷 Rg3、F2、Rh1、Rh2 和 Rg2	卵清蛋白引起的炎症↓
人参	灵芝菌丝体	多糖类	免疫学活性↑
	发酵乳杆菌	稀有人参皂苷（Rg2, Rg3, Rh1, Rh2, F2 和 Ro）	高脂血症↓ 肝脏损伤↓
铁皮石斛	芽孢杆菌 DU-106	含甘露糖比例高的多糖	免疫调节活性↑

用高效酶或益生菌将人参中的主要人参皂苷转化为稀有人参皂苷

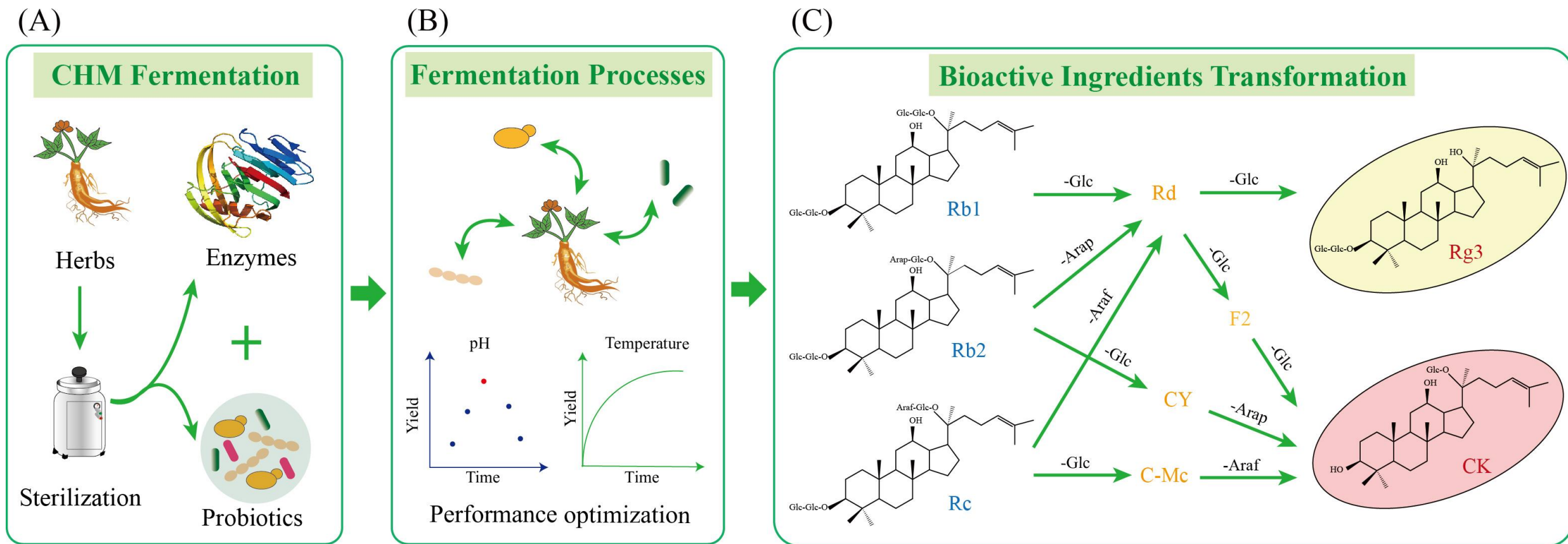


图2. 用高效酶或益生菌将人参中的主要人参皂苷转化为稀有人参皂苷

(A) 酶和益生菌是中草药发酵的主要驱动力。(B) 优化益生菌发酵人参的条件可以提高生物活性成分的产量。(C) 在中草药人参发酵过程中，主要人参皂苷可以转化为高生物活性的稀有人参皂苷。

用于中草药发酵的益生菌、药用真菌和部分工业真菌

表 2. 用于中草药发酵的益生菌、药用真菌和少数工业真菌列表

分类	属	种	发酵的中草药/中草药复方
细菌	乳酸菌属	植物乳杆菌	红参， 健胃消食片， 小柴胡汤， 白术
		嗜酸乳杆菌	台湾金线连， 滋阴降火汤
		干酪乳杆菌	台湾金线连， 黄连解毒汤
		副干酪乳杆菌	红参
		戊糖乳杆菌	铁扫帚
		鼠李糖乳杆菌	人参， 丹参
		格氏乳杆菌	人参子
		发酵乳杆菌	人参
	双歧杆菌属	短双歧杆菌	葛根
		长双歧杆菌	湾金线连， 红参
		乳酸双歧杆菌	人参
		动物双歧杆菌乳酸亚种	红参
	芽孢杆菌属	枯草芽孢杆菌	丹参， 人参子， 鹿茸， 白参根
		地衣芽孢杆菌	白术
		皮氏产碱杆菌	红景天， 金银花
	乳球菌属	乳酸乳球菌	人参
	链球菌属	嗜热链球菌	蜜树茶
	明串珠菌属	肠膜明串珠菌	黄连
	片球菌属	戊糖片球菌	人参子

真菌	酵母菌属	酿酒酵母	甘草； 葛根芩连汤
		布拉氏酵母	山药
	克鲁维酵母菌属	马克斯克鲁维酵母	大黄
	木霉属	里氏木霉	白参根
	灵芝属	灵芝	巴豆； 雷公藤； 茵陈叶
	栓菌属	槐栓菌	板蓝根
	树花菌属	灰树花菌	天麻
	鬼伞属	毛头鬼伞（鸡腿蘑）	苦参

益生菌发酵中草药的不同策略及其优缺点

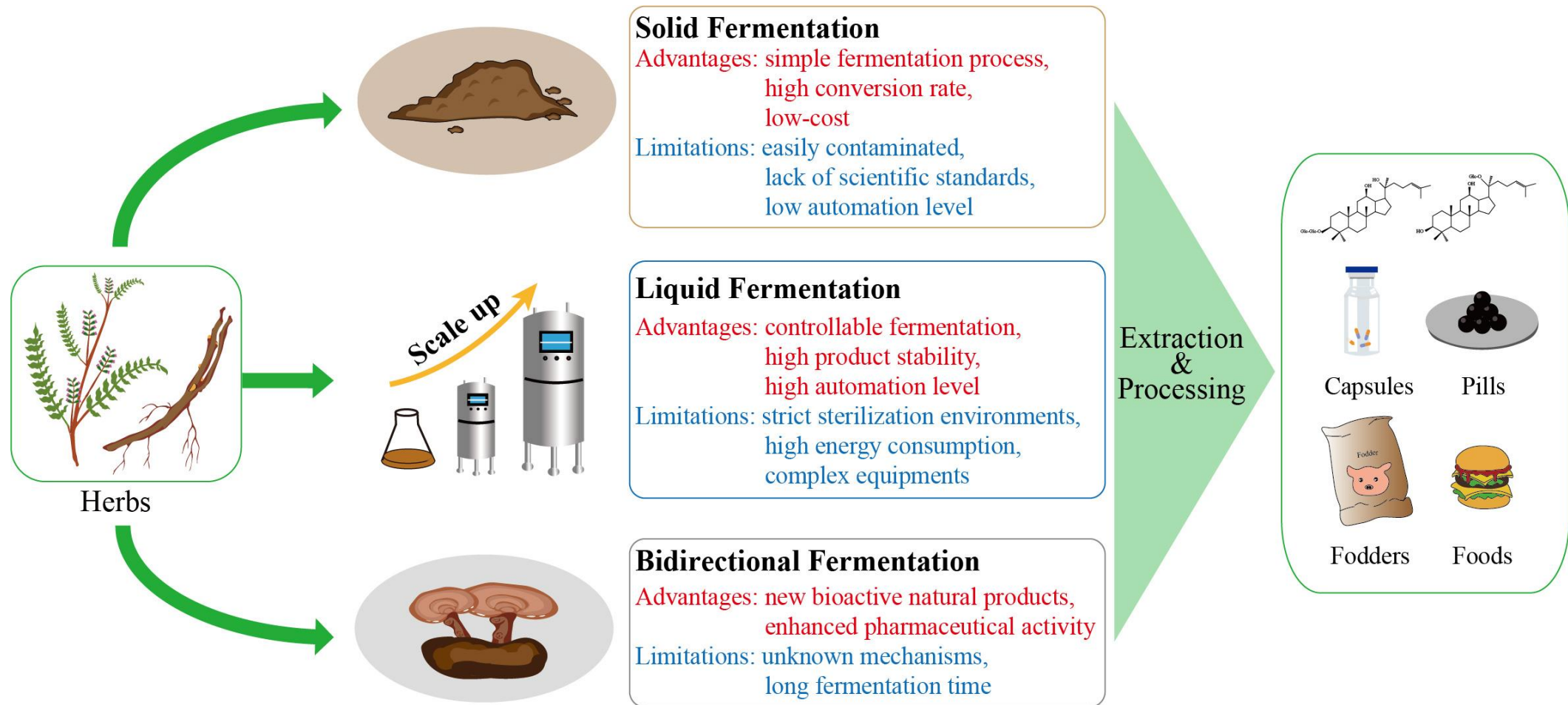


图3. 益生菌发酵中草药的不同策略及其优缺点

液体、固体和双向发酵技术已用于中草药发酵。中草药发酵的最终产物经提取和加工后可用于生产药物、饲料和食品等。

微生物组学和合成生物学策略在高效益生菌发酵中草药中的应用

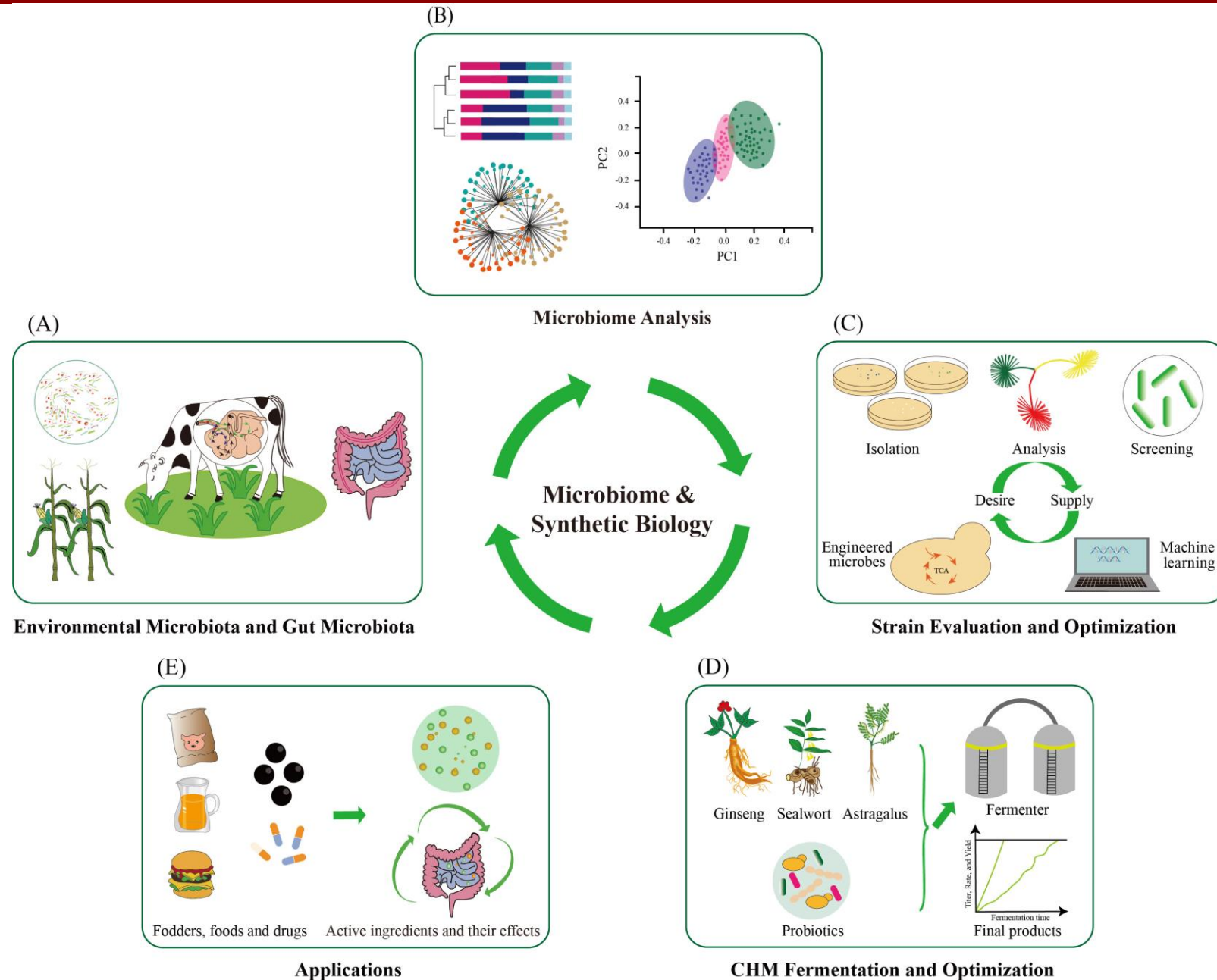
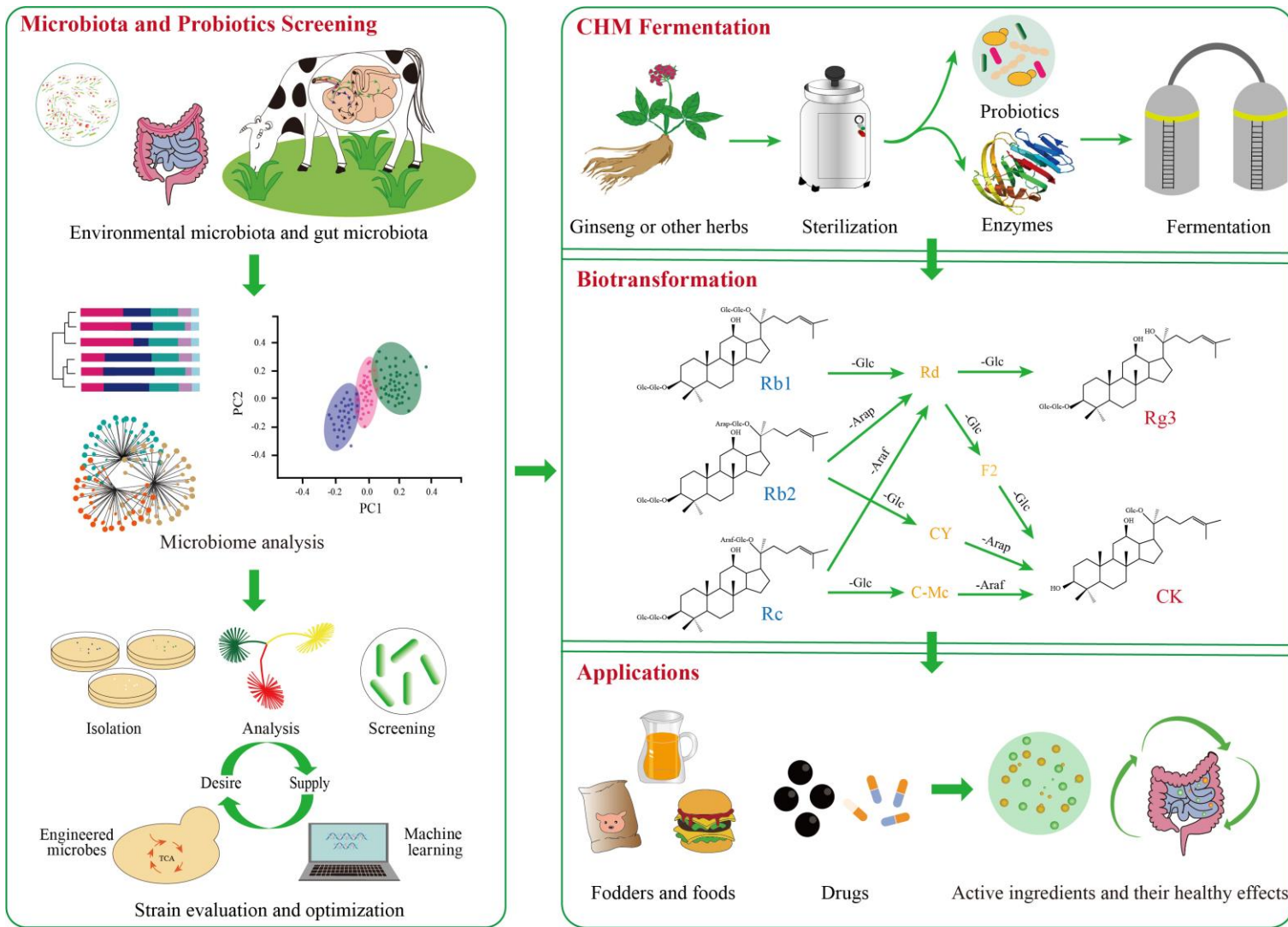


图4. 微生物组学和合成生物学策略在高效益生菌发酵中草药中的应用

(A) 环境微生物以及人和动物肠道菌群是发酵中草药微生物的潜在来源。(B) 通过微生物组学技术分析环境微生物和肠道菌群，并筛选益生菌。(C) 实验分离、分析和筛选用于中草药发酵的高效益生菌。经过机器学习和代谢工程技术的改造，可为中草药发酵提供更高效率的酶或微生物。(D) 优化发酵过程，以达到生物活性成分的高产率。(E) 获得的中草药发酵产物可用于动物饲料、食品、药品等多种行业。

总结

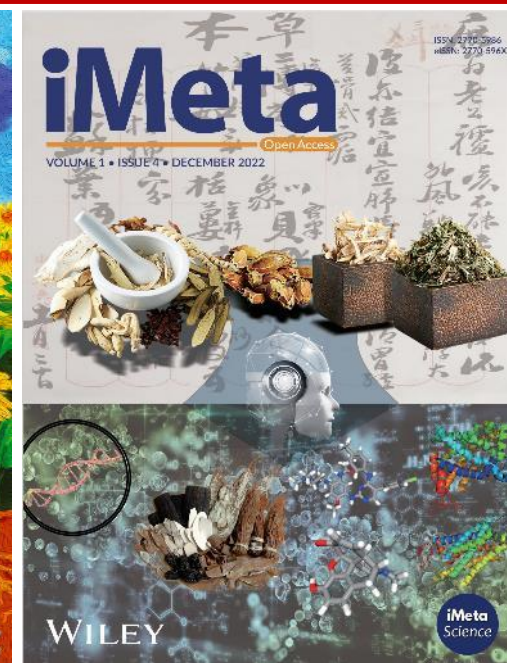


亮点:

1. 使用益生菌发酵中草药能够产生易于吸收的生物活性物质并降低毒性。
2. 描述并讨论了中草药的益生菌发酵技术。
3. 微生物组学、合成生物学和其他先进生物学技术可促进中草药益生菌发酵的发展。

图文摘要

Zhang, Xiaoling, Qin Miao, Chengxue Pan, Jia Yin, Leli Wang, Lingbo Qu, Yulong Yin*, Yongjun Wei*. Research advances in probiotics fermentation of Chinese herbal medicine. *iMeta* (2023): e93. <https://doi.org/10.1002/imt2.93>



“**iMeta**”由威立、肠菌分会和华人科学家出版的开放获取期刊，主编由中科院微生物所刘双江和荷兰格罗宁根大学傅静远教授共同担任。目的是发表原创研究、方法和综述以促进宏基因组学、微生物组和生物信息学发展。目标是发表前10%(IF > 15)的高影响力论文。期刊特色包括视频投稿、可重复分析、图片打磨、青年编委、前3年免出版费、50万用户的社交媒体宣传等。2022年的**三月**、**六月**、**九月**和**十二月**期已正式在线出版发行，相继被**Google Scholar**、**PubMed(部分)**、**DOAJ**、**Scopus**等数据库收录！



主页: <http://www.imeta.science>

出版社: <https://wileyonlinelibrary.com/journal/imeta>



投稿: <https://mc.manuscriptcentral.com/imeta>



office@imeta.science



宣传片



iMeta

