

· 专论 ·

药食同源中药资源产业现状及其开发利用策略与研究实践

郭盛, 王园园, 张芳, 魏丹丹, 朱悦, 段金廛

(南京中医药大学中药资源产业化与方剂创新药物国家地方联合工程研究中心/江苏省中药资源产业化过程协同创新中心/国家中医药管理局中药资源循环利用重点实验室, 江苏 南京 210023)



段金廛

二级教授, 博士研究生导师, 国际欧亚科学院院士。全国中医药杰出贡献奖获得者, 全国优秀科技工作者, 入选全国首届“岐黄学者”中医药领军人才工程, 带领团队入选“全国高校黄大年式教师团队”。现任中药资源产业化与方剂创新药物国家地方联合工程中心主任、国家中医药管理局中药资源循环利用重点实验室主任、江苏省中药资源产业化过程协同创新中心主任, 兼任中国自然资源学会中药及天然药物资源研究专业委员会主任委员、中国药协中药资源循环利用专业委员会主任委员等。作为第一授奖人荣获国家科技进步二等奖 2 项、省部级科技一等奖 6 项、江苏省教学成果二等奖 1 项。

摘要:药食同源中药是人类在长期生产和生活实践中逐渐发现的一类兼具药食两用特点的中药资源, 是健康中国建设和大健康产业发展的重要物质基础。归纳分析近年来药食同源中药资源研究现状及产业发展过程中存在问题, 通过前期研究实践探索性地提出基于药用、食用差异化发展的药食同源中药资源生产布局策略、基于现代多组学技术的药食同源中药功效表征策略、基于本草典籍记载及民间应用习惯的药食同源新品种及新部位开发策略、基于益生菌发酵技术和现代营养学理论的药食同源产品开发策略, 以期为促进药食同源中药资源的高值化开发利用提供科技支撑, 为新时代健康中国建设助力。

关键词:药食同源; 开发利用策略; 健康中国; 大健康产业

中图分类号:R282 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-0482(2023)09-0801-08

DOI:10.14148/j.issn.1672-0482.2023.0801

引文格式:郭盛, 王园园, 张芳, 等. 药食同源中药资源产业现状及其开发利用策略与研究实践[J]. 南京中医药大学学报, 2023, 39(9): 801-808.

Industry Status, Development and Utilization Strategies and Research Practices of Medicine and Food Homologous Traditional Chinese Medicine

GUO Sheng, WANG Yuan-yuan, ZHANG Fang, WEI Dan-dan, ZHU Yue, DUAN Jin-ao

(National and Local Collaborative Engineering Center of Chinese Medicinal Resources Industrialization and Formulae Innovative Medicine, Jiangsu Collaborative Innovation Center of Chinese Medicinal Resources Industrialization, and National Administration of Traditional Chinese Medicine Key Laboratory for Chinese Medicine Resources Recycling Utilization, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023, China)

ABSTRACT: Medicine and food homologous traditional Chinese medicine (MFHTCM) is a type of Chinese medicinal material resource that has been gradually discovered by humans in long-term production and life practice, which combines the characteristics of both medicine and food. It is an important material foundation for the construction of a healthy China and the development of the big

收稿日期: 2023-08-11

基金项目: 宁夏重点研发计划重点项目(2022BBF02004, 2022BFH02008, 2021BEF01003, 2021BEF02009); 国家自然科学基金区域创新发展联合基金重点项目(U21A20408); 国家中医药管理局中医药创新团队及人才支持计划项目(ZYCYXTD-D-202005); 中央本级重大增减支项目(2060302)

第一作者: 郭盛, 男, 教授, E-mail: guosheng@njucm.edu.cn

通信作者: 段金廛, 男, 教授, 博士生导师, 主要从事中药资源化学与方剂功效物质基础研究, E-mail: djia@njucm.edu.cn

health industry. On the basis of summarizing and analyzing the current research status and existing problems in the industrial development process of MFHTCM in recent years, this article proposes a production layout strategy for MFHTCM based on differentiated development of medicinal and edible characteristics, a characterization strategy for MFHTCM efficacy based on modern multi-omics technology, a development strategy for new varieties and new parts of MFHTCM based on the records of Chinese herbal classics and folk application habits, and a MFHTCM development strategy of medicine and food homologous products based on probiotic fermentation technology and modern nutrition theory. All the above aim to provide technological support for promoting the high-value development and utilization of MFHTCM, and to assist in the construction of a healthy China in the new era.

KEYWORDS: medicine and food homology; development and utilization strategies; healthy China; big health industry

药食同源中药是人类在长期生产和生活实践中逐渐发现的一类既能果腹,又能调节机体状态、预防疾病的中药资源,其兼具药食两用的特点^[1-2]。肖培根院士将“药食同源”诠释为“药食同理”“药食同用”“药食两用”等更为丰富的内涵^[3]。当今世界,亚健康及人口老龄化带来的老年性疾病逐渐成为威胁世界各国人民身体健康的重大问题,医疗卫生服务亟需“重心前移”。《“健康中国 2030”规划纲要》明确提出“坚持预防为主”“实施中医治未病健康工程”,我国的医学模式亟需从“治已病”转向“治未病”。药食同源中药资源作为我国中医药和饮食康养的重要组成部分,是独具特色的健康资源,也是健康中国建设和大健康产业发展的重要物质基础。《国民营养计划 2017—2030》《健康中国行动(2019—2030 年)》《“十四五”中医药发展规划》等一系列政策文件均明确提出以保健食品、特殊医学用途配方食品、功能性化妆品、日化产品为重点,研发中医药健康产品^[4]。在此战略背景下,药食同源中药资源受到了前所未有的关注,成为近年来中医药及食品健康领域的热点研究对象。

本文在归纳分析近年来药食同源中药资源研究现状及产业发展过程中存在问题的基础上,基于前期研究实践探索性地提出了药食同源中药资源部分研究开发的策略,以期为促进药食同源中药资源的高值化开发与利用提供科技支撑,为新时代健康中国建设助力。

1 药食同源中药资源产业现状及发展趋势

1.1 药食同源中药资源产业现状分析

1.1.1 药食同源中药资源产业发展呈现快速增长态势 自 1987 年,由原卫生部颁布《禁止食品加药卫生管理办法》的附表中公布第一批《既是食品又是药品的品种名单》以来,经多次增补,至目前国家共发布 110 种按照传统既是食品又是中药材物质品种。随着我国推动“健康中国”战略,中医药大健康产业正迎来“新风口”,药食同源产业迎来前所未有的发展机遇。中国社会科学院研究显示,药食同源食疗产品的安全有效使人们逐步由依赖药物转向食

疗。2018—2022 年中国保健品市场,包括药食同源产品产值的市场规模呈现逐年上升的趋势,据艾媒咨询发布的《2023—2024 年中国保健品行业研究及消费者洞察报告》显示,2022 年中国保健食品市场规模为 2 989 亿元,2023 有望达到 3 282 亿元,2027 年有望达到 4 237 亿元^[5]。近 10 年药食同源品种贡献了中药材需求增长的 80.06%,我国药食同源品种消费需求总量持续上涨,远高于非药食同源品种,药食同源产业规模尚有广阔增长空间。

1.1.2 药食同源中药资源开发利用途径呈现多元化趋势 目前药食同源中药资源的主要利用途径已由传统的民间药膳食用向预包装食品、保健食品、食品添加剂及其他功能产品延伸。

“以食疗病”和“以药入膳”是治病和养生的重要方式,药食同源中药在民间作为药膳广为食用,且常依据其特性予以相应的加工处理,如以酒浸渍,酒性和药性互助,既方便保存又便于食用。此外,预包装食品也是目前药食同源中药在食品领域应用的主要产品形式。其常见的预包装形式主要有:以药食同源中药饮片或原粉的形式进行销售,如枸杞子、莲子、葛根粉、茯苓粉等;将药食同源中药作为原料或添加物制成食品,如山楂糕、山药面条等;将多种药食同源中药配合使用,形成代茶饮或冲调类食品,如凉茶、药食同源米稀、红豆薏米粉等;也有产品将药食同源中药制成压片糖果或凝胶糖果等形式食用^[6]。

保健食品在大健康产业中一直占有较大的市场份额。近 10 年来我国获得批准的保健食品中,中药类保健食品(包括纯中药、含中药或含中药提取物)占比近 50%^[7]。此外,药食同源中药中提取的功效成分也大量应用于保健食品开发中,如枸杞子、甘草、枳椇子、葛根、姜黄、黄精等的提取物广泛用于对化学性肝损伤有辅助保护作用的产品中;紫苏油、薏苡仁油、姜黄素等在增强免疫力产品中多有应用^[8]。

以天然香辛料、天然色素、天然甜味剂等为代表的天然食品添加剂成为近年来药食同源中药资源开

发利用的重要方向。如小茴香、丁香、当归、肉桂、胡椒等可直接用作香辛料,同时其提取物,如精油、浸膏等也被允许添加在食品中。药食同源中药资源中的栀子、沙棘、黑芝麻、桑椹、枸杞子、紫苏等均可用于提取天然食用色素。如从栀子中提取的黄色素用于豆腐染色,黄色素经发酵处理后得到蓝色素,同样也可用作食品着色剂。从药食同源中药资源中提取的甘草酸、罗汉果苷、紫苏醛等是目前较受欢迎的天然非糖甜味剂,具有甜度高、持续时间长、热量低、可与其他甜味剂混合使用、改善食品风味等特点,成为取代传统糖类的潜在替代品^[9]。

药食同源中药资源也常用于开发功能性日化产品,如具有酪氨酸酶抑制活性的槐花、当归提取物常用于美白化妆品开发;具有滋养毛发作用的生姜、当归、桔梗常用于生发养发产品开发;具有芳香气味的肉桂、丁香、小茴香等制备精油用于日化品的调香;玫瑰、薄荷等精油也常用于芳香疗法、身体舒缓等。

1.2 药食同源中药资源开发利用过程中存在的问题

1.2.1 中医药特色与优势彰显不足 目前我国发布的24种保健食品可明确使用的保健功能,均为基于西方现代医学和营养学角度提出,缺乏传统中医药“治未病”的特色,难以体现药食同源产品定位的精准化与多样化。如同样是改善睡眠的保健产品,应当分清是适宜于热扰心神之失眠还是心血不足之失眠,否则难以有效呈现其保健功效。再如,药食同源中药补益作用可细分为益气、补血、滋阴、助阳等,本应通过合理的配伍组方而实现其不同的补益功效,但在现行规定下只能统归为“增强免疫”,无法准确表达药食同源中药全面多样的养生功能。此外,“按照传统既是食品又是中药材的物品”目录中部分品种限定了其使用范围,如当归具有补血活血、调经止痛、润肠通便的功效,而在“按照传统既是食品又是中药材的物品”目录中,规定其仅可作为香辛料使用,未能将中药功能和其食用范畴有效衔接,限制了其作为药食同源中药传统食疗功效的有效发挥。

1.2.2 支撑药食同源中药开发利用的相关基础研究有待深入 药食同源中药因其食疗保健特性主要定位于治未病和调节机体状态。但目前有关“亚健康”的判定与划分仍缺乏客观标准和指标,具体体现在药食同源中药的食疗保健效应按照现代药理学的

等基本问题长期以来没有得到有效解决。此外,药食同源中药现有研究多聚焦于相关保健产品开发,关注焦点多为其保健作用评价及工艺开发,但支撑其食疗保健作用发挥的物质基础尚欠明确,其作用机制研究尚显薄弱,直接导致现有获批药食同源产品科技含量普遍偏低、适宜人群欠精准。上述相关基础问题未得到有效阐明,已成为制约药食同源中药创新和高质量发展的主要瓶颈。

1.2.3 产品同质化现象严重,药食同源中药品种目录有待拓展 数据显示,在药食同源中药研发的产品中普遍存在着原料重复、功效重复和剂型重复等低水平开发利用的问题。原料选择主要是一些常见的或广为报道的资源,如枸杞子、西洋参、黄芪、人参等。截至2023年8月,我国审批注册的国产保健食品中有1717种保健食品中含有枸杞子,1302种含有西洋参,1095种含黄芪,976种含人参。近年来开发的产品,主要保健功能也多聚焦于增强免疫力、缓解体力疲劳和辅助降“三高”等方面。自2020年以来,我国共审批注册国产保健食品1367种,其中声称具有增强免疫力功能的保健产品最多,达到810种,占获批保健食品的59.25%;其次为缓解体力疲劳类,为189种;再次为辅助降血脂类,共105种。

此外,目前已公布的药食同源中药品种仅有110种,与我国丰富的药食同源资源极不相称,束缚了对药食两用物品宝库的开发利用,导致人民群众的多元化健康需求与有效供给之间产生重大矛盾。

2 药食同源中药资源开发利用策略及研究实践

2.1 基于药用、食用差异化发展策略的药食同源中药资源生产布局及研究实践

药食虽同源,但也有界限,药食同源中药资源因药用和食用利用途径不同,其所关注的重点有所区别。唐代孙思邈于《备急千金要方》记述“安身之本,必资于食;救疾之速,必凭于药”,明确了食物用于提供营养,药物则主要用于治病。因而食物的“治疗”作用主要体现在“食养”和“食疗”两方面。清代医家吴钢于《类经证治本草》中说“药优于伐病而不优于养生,食优于养生而不优于伐病”。近代医家张锡纯在《医学衷中参西录》指出药食同源类中药的优势在于“病人服之,不但疗病,并可充饥,不但充饥,更可适口,用之对症,病自渐愈,即不对症,亦无他患”^[10]。由此可见,药食同源中药资源当以食用为主要开发途径时更为关注其安全性、适口

性,而以药用为主要开发途径时则更为关注其疗效。药食同源中药资源因其种质资源、生长环境及采收加工过程不同,常表现出不同的品质,具体表现为化学组成差异及药用和食用功能取向差异。因此,药食同源中药资源在生产布局时即应依据其开发利用途径选择适宜的种质及产区。

以常用药食同源中药枸杞子为例,其基原植物宁夏枸杞 *Lycium barbarum* L. 原产于我国北部,内蒙古、甘肃、宁夏和新疆等地有野生。随着市场对枸杞子需求量的增加,宁夏枸杞栽培区域逐渐扩大,由本草记载之传统栽培区甘州、灵州、九原等地扩展为宁夏全省、甘肃中部和西北部、内蒙古西部、青海西部和新疆西北部六大主产区。本课题组前期研究显示,不同产区所产枸杞子其多类型化学组分存在显著差异^[11-12],在此基础上依据各类型成分其药用、食用功能取向差异,厘清了不同产区枸杞子的质量特征,结合环境生态因子,构建形成了药用及食用枸杞子生产区划体系,为实现枸杞子资源价值的最大化和产业合理布局提供了参考依据^[13]。枣 *Ziziphus jujuba* Mill. 在我国北方地区广为栽培,课题组研究显示,产自新疆产区的大枣其单、寡糖类等营养组分含量显著高于黄河流域传统大枣产区,且产量高、适口性好,应为食用大枣产业发展的优选产地^[14];而本草记载的优良大枣产区青、晋二州(现山东、山西相关区域)所产大枣其多糖类、三萜类成分含量相对较高,作为药用更为适宜^[15-16]。此外,种质基因也为影响药食同源中药药用及食用功能取向差异的重要影响因素。如研究显示,目前我国姜 *Zingiber officinale* Roscoe 的两个主要栽培品系大种姜和小种姜,其代表性功能组分姜酚类成分以小种姜含量较高^[17],适宜作为药用生姜及干姜的优异种质进行开发利用。

2.2 基于现代多组学技术的药食同源中药功效表征策略及研究实践

古人以性味强弱和厚薄不同作为食药区分的重要依据之一,食物性质平和,药物则性味相对厚重猛烈。《备急千金要方》云“夫为医者,当须先洞晓病源,知其所犯,以食治之,食乃不愈,然后命药。药性刚烈,犹若御兵,兵之猛暴,岂容妄发?发用乖宜,损伤处众,药之投疾,殃滥亦然”,强调了药物性味猛烈,食物性味平缓,这种性质的差异也体现了古人认为食物对人体的调节功能和药物不同,药物性质强烈,而食物平和,常具有补益作用,主要体现在“食

养”和“治未病”方面。现代研究也显示,药食同源之品作用多平缓,支撑其功效发挥的多为多成分、多靶点共同作用的结果,其调控机制也多为通过多系统、多层次、多途径的方式实现。因此,以传统药理学的单指标或单靶点评价方法难以客观表征药食同源中药的功效及其物质基础与作用机制。而以代谢组、肠道微生物组为代表的多组学技术,通过整合不同类型的组学数据(如肠道微生物组、代谢组及免疫组学等),对生物体进行系统、全面的分析,整合众多微量指标变化信息,揭示药食同源中药发挥保健功效的物质基础及分子机制,更能体现中医药的“整体观”思想,应是药食同源中药功效物质基础及生物机制揭示的重要手段。

本团队前期以大枣^[18]补脾益胃、酸枣仁^[19]养心安神、枸杞叶^[20]糖脂调节的物质基础及生物学机制研究为例,整合代谢组学与肠道微生物组学技术,从肠道菌群结构及宿主代谢组二者相互关联角度,建立了药食同源中药传统功效评价及潜在作用机制发现研究策略,并系统解析了以大枣、酸枣仁、枸杞叶为代表的药食同源中药通过稳定肠道菌群结构、平衡宿主代谢网络而达到调节机体免疫及糖脂代谢的生物学机制及其物质基础,为药食同源中药资源价值发现及临床应用提供了支撑,也为同类研究提供了方法参考与研究示范。

2.3 基于本草典籍记载及民间应用习惯的药食同源新品种及新部位的开发策略及研究实践

2.3.1 基于本草典籍记载及民间应用习惯的新食用品种的开发策略

古代本草典籍对“药食同源”品种多有记述,并随着认识的深入所载品种逐渐增多,为现代研究及新药食同源品种的发现提供了源泉。以《本草纲目》草部为例,《药食同源目录》收录的110个药食同源品种中,《本草纲目》草部记载了该目录中的25种。另外,《本草纲目》草部还收录126种药食同源药用植物,《中华人民共和国药典》记载56种,未记载70种,这些未被收录在《药食同源目录》的品种,可作为重要研究对象进行新食品原料的研究。

以菊科植物艾 *Artemisia argyi* Levl. et Vant. 为例,《本草纲目》称其“得米粉少许,可捣为末,入服食药用。春月采嫩艾作菜食,或和面作馄饨如弹子,吞三五枚,以饭压之,治一切鬼恶气,长服止冷痢。又以嫩艾作干饼子,用生姜煎服,止泻痢及产后泻血,甚妙。近世有单服艾者,或用蒸木瓜和丸,或作

汤空腹饮,甚补虚羸”,详细记载了艾草的服食方法和功效,表明其当时在民间广泛应用。目前,艾草尚未进入《药食同源目录》与《可用于保健食品的物品名单》。我国多地广泛食用艾草,并以艾草茶、艾草汁、艾草酒等形式传承至今。尤其是在长江以南区域,以艾叶为主要食材制作的青团、糕点、粥汤丸等常见于餐桌,增强了人体对疾病的抵抗力。因此,可利用现代研究方法加大艾草作为药食同源资源的开发与应用^[21]。

随着第四次全国中药资源普查工作的结束,大量民间应用的药食同源药用植物被记录在册,可结合古代本草文献,利用现代科学技术,研究其药食两用价值,选择民间常用、保健功效确切、安全性高的品种逐步纳入《药食同源目录》中,实现药食同源资源的持续性发展。毛建草 *Dracocephalum rupestre* Hance, 亦称岩青兰,为唇形科青兰属植物,其嫩叶在山西北部宁武县及周边区域有百年以上的制茶饮用历史,俗称“毛尖茶”。据此,有研究按照国家对新食品原料的相关规定,在对其系统开展安全性评估后,获批地方习用新食品原料(DBS14/003-2022),并推荐健康成人食用量为 $\leq 5 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$ ^[22]。

2.3.2 基于本草典籍记载及民间应用习惯的新食用部位的开发策略 古代强调以食材之味,取药材之性,对药食资源没有严格的区分,如《本草纲目》《食疗本草》中所列的药食同源药用植物,普遍存在多个部位入食、入药的现象,其同一植物的不同部位,既有药性、药效相近或相同的情况,也有部位不同、功效相异的情况^[21]。现代人受传统用药习惯的影响,大部分药食同源药用植物和常用中药材仍存在仅限于单一部位入食或入药的情况,对整体植株的利用率不高,造成资源的巨大浪费。因此,应深入挖掘古代本草所记载的药食同源信息,不仅可为传统非药用部位的开发利用提供本草学依据,也可为药食同源品种资源综合利用提供方向。

枸杞子作为药食同源品种已有两千余年的应用历史,最早见于《神农本草经》,但并未明确区分药用部位。《名医别录》记载枸杞“冬采根,春夏采叶,秋采茎实”,其后历代本草多记载其子、叶多部位入药。至《本草纲目》首次赋予枸杞叶“天精草”名称,将其功效概括为“去上焦心肺客热”。值得注意的是,枸杞叶不仅被本草著作收载,还作为荒年救急的蔬菜或美食在历代农书与食谱著作中频繁出现。如西晋《毛诗草木鸟兽虫鱼疏》即载其“春生作羹茹”,

明代高濂养生名著《遵生八笺》也收载了以枸杞叶煮粥的食法。目前在其主产区宁夏及周边地区也有将其制茶饮用或作鲜蔬食用的习惯。本课题组研究显示,枸杞叶含有丰富的黄酮类、酚酸类、氨基酸类等功能组分^[23-24],并证实其具有调节血糖、血脂等作用^[20],现已获批为地方习用新食品原料,并开发为叶茶、芽茶、发酵茶等多种预包装茶饮,为提高枸杞产业的综合效益提供了重要支撑。此外,山西省依托药食同源资源优势,在充分挖掘本草记载药食同源中药非药用部位食用历史的基础上,大力发展药茶产业,至2021年已形成沙棘叶茶、山楂叶茶、连翘叶茶等26个系列,绿茶、红茶和黑茶3个类别500余款产品,年产值超3亿元^[25]。

2.4 基于益生菌发酵技术的药食同源产品开发策略

我国采用微生物发酵中药应用于临床已有几千年的历史,最早出现的发酵中药为曲类中药,包括红曲、六神曲、建曲、半夏曲等。近年来,基于益生菌发酵中药进而开发保健产品成为研究热点。利用益生菌发酵药食同源中药,其产生的蛋白酶、纤维素酶、果胶酶、淀粉酶等酶系可将植物细胞壁降解或水解,将药食同源类中药中的有效成分暴露或者释放出来,同时将植物原料中的蛋白质、纤维素、淀粉等大分子物质降解成小分子物质,使其更容易被人体吸收,从而提高保健功效^[26]。有研究采用短乳杆菌 YM 1301 (*Lactobacillus brevis* YM 1301) 发酵黄精,发酵后的黄精有显著的降糖作用,对 C57BL/6 糖尿病小鼠的高血糖、高血脂表型有明显的缓解作用,其作用优于未发酵的黄精^[27]。采用布拉氏酵母 (*Saccharomyces boulardii*) 发酵制备山药多糖,与未发酵的山药多糖相比,发酵后的山药多糖分子量显著降低,体外抗氧化活性显著提高,同时在细胞水平上表现出良好的辐射保护作用,在体外模拟胃肠消化时具有较好的生物活性稳定性,说明经过发酵得到的山药多糖具有良好的稳定性和易消化性^[28]。

部分药食同源中药具有一定的毒性或刺激性,经过发酵后其毒性或刺激性成分被微生物分解转化,使其毒性降低,刺激性减弱,从而达到减少不良反应的效果。白果为银杏 *Ginkgo biloba* L. 的成熟种子,含有黄酮类、萜类内酯和银杏酸等多种生物活性物质,其中银杏酸是白果中主要的毒性成分和致敏物质。有研究利用嗜酸乳杆菌 (*Lactobacillus acidophilus*)、植物乳杆菌 (*L. plantarum*) 和干酪乳杆菌 (*L. casei*) 分别发酵白果汁,在发酵 48 h 后均能降

解白果汁中 70% 以上的银杏酸,使得最终产物中银杏酸总含量 $< 1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ^[29]。

近年来,中药经益生菌发酵已从单一菌种发酵向多菌种混合发酵延伸,并形成发酵酸奶、饮料、果醋、保健酒,以及果冻、果酱、化妆品等多类型产品。益生菌发酵为药食同源中药资源产业开辟了新的发展领域,具有十分广阔的前景,随着科学技术的发展,益生菌发酵药食同源中药必将在疾病防治、食品开发等方面做出重大贡献。

2.5 基于现代营养学理论的药食同源产品开发策略与研究实践

现代营养学理论强调营养和膳食因素在满足人体需要、维持人体健康和正常生理功能中的作用。合理摄入营养素不仅有助于疾病预防,还在疾病的干预控制、改善治疗效果、提高生存预后方面有重要价值。其中,微量营养素对维持生命和获得最佳的生理功能方面具有至关重要的作用。虽然人体所需微量营养素的量非常小,但是其缺乏可能会对健康产生严重的负面影响。一种微量营养素摄入/状态分布从缺乏到过剩对于生理作用具有不同的影响。最常见的营养素缺乏症是维生素 A、叶酸、铁、碘和锌^[30]。传统中医营养学提出“荣养”的概念,是在中医理论的指导下,应用“辨证施膳”,研究食物的性味、功能,并正确应用食物来保健身体、治疗疾病、防老抗衰,如应用富含维生素 A 的羊肝食疗防治雀目,应用富含碘元素的海藻、昆布治疗瘰疬等。由此可见,传统中医临床在应用药食同源物品时已体现了微量营养素在预防保健中的重要作用。因此,基于现代营养学研究成果,在传统药食同源中药组方应用的基础上,依据不同人群营养需求补充必要的微量营养素将是未来药食同源产品开发的重要方向。

有研究显示,血液中同型半胱氨酸浓度升高被认为是冠心病、中风和痴呆的重要危险因素。我国约 2.45 亿高血压患者中约 75% 伴有血同型半胱氨酸水平升高,该人群被定义为 H 型高血压,是我国脑卒中高发和持续发展的重要因素。导致我国 H 型高发的主要原因为我国人群体内叶酸水平不足及特有的基因背景,而补充叶酸是降低同型半胱氨酸的最安全、有效的措施之一^[30]。因此,在开发辅助降血压的药食同源产品时可选择性复配叶酸,以有效降低脑卒中的发生风险。

肠道菌群可显著影响宿主表型和疾病的进展以

及治疗手段的疗效。利用膳食补充剂和菌群移植等方式改善个体的肠道菌群组成也是精准营养常用的干预手段。膳食补充剂中的益生菌、益生元等物质可以帮助改善人体的肠道菌群构成,提高人体的健康水平^[31]。微生物组学分析发现炎症性肠病患者肠道中柔嫩梭菌等产丁酸细菌丰度降低,梭状芽胞杆菌和拟杆菌属等在多数炎症性肠病患者中丰度降低,而补充富含双歧杆菌和乳酸菌的益生菌可明显降低其复发率,多种益生菌联合应用效果更加明显^[32]。微生态干预还通过调节免疫达到预防癌症的效果,如乳酸杆菌可通过 IL-12 调控 DC 细胞生长和成熟刺激 NK 细胞的抗肿瘤活性^[33]。因此,在开发具有调理胃肠功能的药食同源产品时可选择性添加益生菌及益生元,通过改善肠道菌群结构达到防病治病的作用。

2.6 基于循环经济理论的药食同源中药资源循环利用产业链构建

“十四五”以来,国务院及相关部委先后发布系列文件,要求建立健全绿色低碳循环发展的经济体系,确保实现碳达峰、碳中和目标,推动我国绿色发展迈上新台阶^[34]。药食同源中药资源作为我国中药资源的重要组成部分,是重要的国家战略资源,也是我国健康服务业发展的物质基础和根本保障。近年来,随着我国药食同源中药产业的快速发展,资源利用效率低下的问题更加突出,药食同源中药生产加工过程中产生的非药用部位、碎屑尾料、提取后药渣、醇沉沉淀等大量废弃,造成的资源浪费和环境污染已成为行业发展面临的重大问题,引起业内的广泛关注。

鉴于此,本课题组在中药资源化学与循环经济理论指引下,基于资源多宜性基本原理及循环经济减量化 (Reduce)、再利用 (Reuse)、资源化 (Recycle) 的核心原则,围绕黄芪茎叶、菊茎叶及根、酸枣果肉及核壳、山茱萸种子、栝楼果瓢、枸杞子及甘草提取后药渣等 10 余种药食同源中药资源非药用部位及加工下脚料开展资源价值发现及循环利用研究,形成了饲用化、轻工原料化、肥料化等资源化利用模式^[35-38],为药食同源中药资源绿色循环经济产业链构建提供了指引。

以饲用化利用为例,近年来,随着我国畜禽饲用产品禁用抗生素政策的颁布实施,基于天然植物资源开发可有效替代抗生素 (替抗) 的饲用产品已成为目前畜牧行业的研究热点。部分药食同源中药资

源,其生产过程中产生的非药用部位含有丰富的营养物质,以其为主要原料研制具有一定保健功能的饲用产品具有较好的发展前景^[39]。研究显示,酸枣仁生产加工过程中产生的果肉中含有超过50%的葡萄糖、果糖、蔗糖等单/寡糖营养组分,近5%的多糖类组分,以及少量具有抗菌消炎、增强免疫作用的三萜酸类组分,且酸枣果肉中含有丰富的小分子有机酸类成分,是天然酸化剂,具有助消化、促生长等作用^[40],以其为原料与益生菌发酵可制成营养丰富、适口性好,且具有肠道菌群调节及免疫增强作用的功能性饲料,不仅可有效减少因酸枣果肉无序排放造成的资源浪费与环境污染,同时可减少畜禽养殖过程中的抗生素使用,提升养殖效益。

3 结语与展望

在经济社会高速发展的今天,我国人民群众生活和精神压力逐年增大,加之老龄化程度快速深化,我国亚健康及慢性病患者人群逐年增多,推动基于药食同源中药资源的养生大健康产业快速发展,呈现出前所未有的发展前景。但现有药食同源中药的相关研究及应用与社会需求尚存在契合度不高的现象,在今后的发展进程中应加强对药食同源中药资源的基础研究以激发产业科技动力,建立适宜于药食同源中药保健功效呈现特点的评价方法与技术体系,构建基于药用、食用不同利用途径的药食同源中药资源产业差异化发展路径,同时在中医药理论的指导下积极借鉴现代营养学研究成果,从产业发展的角度提升药食同源产品的保健功效及质量,为药食同源中药产业高质量发展奠定坚实的基础,助力“健康中国”建设。

参考文献:

- [1] 黄璐琦,何春年,马培,等.我国药食两用物品产业发展战略思考[J].中国工程科学,2022,24(6):81-87.
HUANG LQ, HE CN, MA P, et al. Strategic thinking on the development of food-medicine industry[J]. Strateg Study CAE, 2022, 24(6): 81-87.
- [2] CHEN JS. Essential role of medicine and food homology in health and wellness[J]. Chin Herb Med, 2023, 15(3): 347-348.
- [3] 刘勇,肖伟,秦振娟,等.“药食同源”的诠释及其现实意义[J].中国现代中药,2015,17(12):1250-1252,1279.
LIU Y, XIAO W, QIN ZX, et al. Annotation of Drug and Food are the same origin and its realistic significance[J]. Mod Chin Med, 2015, 17(12): 1250-1252, 1279.
- [4] 刘超群,任越,张燕玲.药食同源食品质量控制的研究现状及策略[J].中国中药杂志,2022,47(14):3963-3967.
LIU CQ, REN Y, ZHANG YL. Research status and strategy of quality control of medicinal and edible food[J]. China J Chin Mater Med, 2022, 47(14): 3963-3967.
- [5] 朱美乔.释放消费潜力 保健品行业迎发展蓝海[N].中国食品报,2023-05-24(6).
ZHU MQ. Release consumption potential health products industry to meet the development of blue ocean[N]. China Food Newspaper, 2023-05-24(6).
- [6] 杨光,苏芳芳,陈敏.药食同源起源与展望[J].中国现代中药,2021,23(11):1851-1856.
YANG G, SU FF, CHEN M. Origin and prospect of homology medicine and food[J]. Mod Chin Med, 2021, 23(11): 1851-1856.
- [7] 黄红,吕静薇,陈颖,等.我国中药健康产品管理及市场概况[J].中草药,2021,52(3):902-908.
HUANG H, LYU JW, CHEN Y, et al. Management and market general situation of Chinese medicine health products[J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2021, 52(3): 902-908.
- [8] 唐雪阳,谢果珍,周融融,等.药食同源的发展与应用概况[J].中国现代中药,2020,22(9):1428-1433.
TANG XY, XIE GZ, ZHOU RR, et al. Development and application of “one root of medicine and food”[J]. Mod Chin Med, 2020, 22(9): 1428-1433.
- [9] 胡思,王超,孙贵香,等.大健康产业背景下药食同源资源开发的现状与对策研究[J].湖南中医药大学学报,2021,41(5):815-820.
HU S, WANG C, SUN GX, et al. Research on the development status and countermeasures of medicine and food homologous resources under the background of big health industry[J]. J Hunan Univ Chin Med, 2021, 41(5): 815-820.
- [10] 谢果珍,唐雪阳,梁雪娟,等.药食同源的源流内涵及定义[J].中国现代中药,2020,22(9):1423-1427,1462.
XIE GZ, TANG XY, LIANG XJ, et al. The origination, connotation, and definition of “one root of medicine and food”[J]. Mod Chin Med, 2020, 22(9): 1423-1427, 1462.
- [11] LU YY, GUO S, ZHANG F, et al. Nutritional components characterization of Goji berries from different regions in China[J]. J Pharm Biomed Anal, 2021, 195: 113859.
- [12] LU YY, GUO S, ZHANG F, et al. Comparison of functional components and antioxidant activity of *Lycium barbarum* L. fruits from different regions in China[J]. Molecules, 2019, 24(12): 2228.
- [13] 卢有媛,郭盛,严辉,等.生态因子与化学成分相关联的药用和食用枸杞子适宜生产区划研究[J].药学报,2020,55(10):2466-2477.
LU YY, GUO S, YAN H, et al. Regionalization of production of medicinal and edible fruit of *Lycium barbarum* associated with ecological factors and chemical constituents[J]. Acta Pharm Sin, 2020, 55(10): 2466-2477.
- [14] 张颖,郭盛,严辉,等.不同产地不同品种大枣中可溶性糖类成分的分析[J].食品工业,2016,37(8):265-270.
ZHANG Y, GUO S, YAN H, et al. Analysis of soluble carbohydrate in different cultivars of jujube fruits collected from different producing areas[J]. Food Ind, 2016, 37(8): 265-270.
- [15] GUO S, DUAN JN, TANG YP, et al. Characterization of triterpenic acids in fruits of ziziphus species by HPLC-ELSD-MS[J]. J Agric Food Chem, 2010, 58(10): 6285-6289.
- [16] GUO S, DUAN JN, TANG YP, et al. High-performance liquid chromatography: Two wavelength detection of triterpenoid acids from the fruits of *Ziziphus jujuba* containing various cultivars in different regions and classification using chemometric analysis[J]. J Pharm Biomed Anal, 2009, 49(5): 1296-1302.
- [17] YU DX, ZHANG X, GUO S, et al. Headspace GC/MS and fast GC e-nose combined with chemometric analysis to identify the varieties and geographical origins of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe)[J]. Food Chem, 2022, 396: 133672.
- [18] YI YL, LI Y, GUO S, et al. Elucidation of the reinforcing spleen effect of jujube fruits based on metabolomics and intestinal flora analysis[J]. Front Cell Infect Microbiol, 2022, 12: 847828.
- [19] HUA Y, GUO S, XIE H, et al. *Ziziphus jujuba* mill. var. *spinosa* (bunge) hu ex H. F. Chou seed ameliorates insomnia in rats by regulating metabolomics and intestinal flora composition[J]. Front Pharmacol, 2021, 12: 653767.
- [20] ZHAO XQ, GUO S, LU YY, et al. *Lycium barbarum* L. leaves ameliorate type 2 diabetes in rats by modulating metabolic profiles and gut microbiota composition[J]. Biomed Pharmacother, 2020,

- 121; 109559.
- [21] 贾春伶, 王锦燕, 赵奎君, 等. 《本草纲目》草部药食同源药用植物的记载及启示[J]. 中国现代中药, 2020, 22(11): 1769-1777.
JIA CL, WANG JY, ZHAO KJ, et al. Records of medicinal and edible plants in the herb section of compendium of materia Medica and their revelation[J]. Mod Chin Med, 2020, 22(11): 1769-1777.
- [22] 梁宝爱, 张素娟, 汤国朝, 等. 毛建草作为新食品原料的研究[J]. 食品工程, 2022(2): 45-48.
LIANG BA, ZHANG SJ, TANG GC, et al. Study on *Dracocephalum rupestre* Hance as a new food ingredients[J]. Food Eng, 2022(2): 45-48.
- [23] ZHAO XQ, GUO S, YAN H, et al. Analysis of phenolic acids and flavonoids in leaves of *Lycium barbarum* from different habitats by ultra-high-performance liquid chromatography coupled with triple quadrupole tandem mass spectrometry[J]. Biomed Chromatogr, 2019, 33(8): e4552.
- [24] 赵雪琴, 郭盛, 卢有媛, 等. 宁夏枸杞叶水溶性营养成分分析及产地差异研究[J]. 中国中药杂志, 2021, 46(8): 2084-2093.
ZHAO XQ, GUO S, LU YY, et al. Analysis of water-soluble nutrients in *Lycium barbarum* leaves and differences between different producing areas[J]. China J Chin Mater Med, 2021, 46(8): 2084-2093.
- [25] 肖波. 山西药茶产业发展状况分析及建议[J]. 农产品加工, 2021(16): 69-71, 74.
XIAO B. Analysis and suggestions on the development of Shanxi herbal tea industry[J]. Farm Prod Process, 2021(16): 69-71, 74.
- [26] 蔡常宇, 杜李宇, 王临好, 等. 微生物发酵药食同源食物及其功能变化[J]. 食品与发酵科技, 2023, 59(2): 103-109.
CAI CY, DU LY, WANG LH, et al. Microbial fermentation of medicine and food homology foods and its functional changes[J]. Food Ferment Sci Technol, 2023, 59(2): 103-109.
- [27] LI CY, LI JX, SHANG YX, et al. Hypoglycemic and hypolipidemic activity of *Polygonatum sibiricum* fermented with *Lactobacillus brevis* YM 1301 in diabetic C57BL/6 mice[J]. J Med Food, 2021, 24(7): 720-731.
- [28] SHAO YW, KANG QZ, ZHU JQ, et al. Antioxidant properties and digestion behaviors of polysaccharides from Chinese yam fermented by *Saccharomyces boulardii* [J]. LWT, 2022, 154: 112752.
- [29] WANG YC, TAO Y, ZHANG XY, et al. Metabolic profile of ginkgo kernel juice fermented with lactic acid bacteria; A potential way to degrade ginkgolic acids and enrich terpene lactones and phenolics[J]. Process Biochem, 2019, 76: 25-33.
- [30] 李萍, 李建平, 崔一民, 等. 药物与精准营养在重大疾病人群防治中重要地位[J]. 中国临床药理学杂志, 2021, 37(24): 3367-3370.
LI P, LI JP, CUI YM, et al. Drugs and precision nutrition play an important role in the prevention and treatment of major diseases[J]. Chin J Clin Pharmacol, 2021, 37(24): 3367-3370.
- [31] 郭英男, 郭倩颖, 柳鹏, 等. 精准营养的实践与挑战[J]. 中国慢性病预防与控制, 2021, 29(11): 874-878.
GUO YN, GUO QY, LIU P, et al. Practice and challenge of precision nutrition[J]. Chin J Prev Contr Chronic Dis, 2021, 29(11): 874-878.
- [32] SHADNOUSH M, SHAKER HOSSEINI R, MEHRABI Y, et al. Probiotic yogurt affects pro- and anti-inflammatory factors in patients with inflammatory bowel disease[J]. Iran J Pharm Res, 2013, 12(4): 929-936.
- [33] RAMAN M, AMBALAM P, KONDEPUDI KK, et al. Potential of probiotics, prebiotics and synbiotics for management of colorectal cancer[J]. Gut Microbes, 2013, 4(3): 181-192.
- [34] 段金廛, 宿树兰, 郭盛, 等. 面向“双碳”目标的中药资源全产业链废弃物及副产物循环利用与循环经济产业发展策略[J/OL]. 中国中药杂志, 2023. <https://doi.org/10.19540/j.cnki.cjmm.20230511.102>.
- [35] 段金廛, 郭盛, 唐志书, 等. 中药资源循环利用模式构建及产业化示范[J]. 江苏中医药, 2019, 51(3): 1-5.
DUAN JA, GUO S, TANG ZS, et al. The construction and industrialization demonstration of recycling model of Chinese medicinal resources[J]. Jiangsu J Tradit Chin Med, 2019, 51(3): 1-5.
- [36] LI Y, GUO S, ZHU Y, et al. Comparative analysis of twenty-five compounds in different parts of *Astragalus membranaceus* var. *mongolicus* and *Astragalus membranaceus* by UPLC-MS/MS[J]. J Pharm Anal, 2019, 9(6): 392-399.
- [37] 张浩宽, 郭盛, 尚尔鑫, 等. 山茱萸药材加工过程废弃物制备木醋液的化学成分分析及抑菌活性评价[J]. 中草药, 2022, 53(5): 1372-1381.
ZHANG HK, GUO S, SHANG EX, et al. Chemical constituent analysis and antibacterial activity evaluation of wood vinegar prepared from waste produced in the processing of Corni Fructus[J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2022, 53(5): 1372-1381.
- [38] 卢有媛, 郭盛, 张芳, 等. 枸杞属药用植物资源系统利用与产业化开发[J]. 中国现代中药, 2019, 21(1): 29-36.
LU YY, GUO S, ZHANG F, et al. Systematic utilization and industrialization development of medicinal plant resources of *Lycium* genus[J]. Mod Chin Med, 2019, 21(1): 29-36.
- [39] 郭盛, 段金廛, 赵明, 等. 基于药材生产与深加工过程非药用部位及副产物开发替代抗生素饲用产品的可行性分析与研究实践[J]. 中草药, 2020, 51(11): 2857-2862.
GUO S, DUAN JA, ZHAO M, et al. Feasibility analysis and research practice for development of alternative antibiotic feeding products based on non-medicinal parts and by-products in processing of Chinese medicinal materials[J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2020, 51(11): 2857-2862.
- [40] 郭盛, 严辉, 钱大玮, 等. 枣属药用植物资源产业化过程副产物及废弃物的资源价值发现与循环利用策略构建[J]. 南京中医药大学学报, 2019, 35(5): 579-584.
GUO S, YAN H, QIAN DW, et al. Resource value discovery and recycling strategy construction of by-products and wastes in industrialization of medicinal plant resources of *Ziziphus* genus[J]. J Nanjing Univ Tradit Chin Med, 2019, 35(5): 579-584.

(编辑:董宇)