

枸杞子药食产品研究现状及开发策略分析

童丽梅, 姜胤秀, 郭盛, 张芳, 段金廛

(南京中医药大学药学院, 江苏省中药资源产业化过程协同创新中心, 江苏 南京 210023)



张 芳

副教授, 硕士研究生导师。长期关注药食同源资源中大分子活性物质基础、质量控制及活性评价研究, 先后主持国家自然科学基金 2 项, 厅局级及校级项目 2 项, 重点参与国家级及省部级研究项目多项。以第一作者或通讯作者发表学术论文 20 余篇, 并担任 Elsevier 和 Wiley 学术期刊审稿人。

摘要: 枸杞子是我国最早批准的药食同源中药材品种之一, 具有益精明目, 滋补肝肾的功效与多样化的保健功能, 市场需求旺盛, 应用前景广阔。从含有枸杞子或其提取物的中成药品种数量、功效归属及功能分析、常用配伍药材、炮制方法及剂型分析, 以及以枸杞子为主要原料的保健食品注册保健功能及常见剂型分析等多角度出发, 分类总结并系统分析了目前枸杞子药食产品的研究现状。在此基础上, 对枸杞子药食产品开发研究面临的突出问题进行梳理和探讨, 并提出后续研究的应对性开发策略, 为我国枸杞子药食产品开发、价值体现和产业提质增效提供参考。

关键词: 枸杞子; 药食产品; 现状; 开发策略

中图分类号: R281.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-0482(2023)09-0943-11

DOI: 10.14148/j.issn.1672-0482.2023.0943

引文格式: 童丽梅, 姜胤秀, 郭盛, 等. 枸杞子药食产品研究现状及开发策略分析[J]. 南京中医药大学学报, 2023, 39(9): 943-953.

Research Status and Development Strategy Analysis of Lycii fructus Medicinal and Edible Products

TONG Li-mei, JIANG Yin-xiu, GUO Sheng, ZHANG Fang, DUAN Jin-ao

(School of Pharmacy, Nanjing University of Chinese Medicine, Jiangsu Collaborative Innovation Center of Chinese Medicinal Resources Industrialization, Nanjing 210023, China)

ABSTRACT: Lycii fructus is one of the officially approved medicinal materials with homologous medicinal and food sources. With the effects of nourishing the essence and eyesight, nourishing the liver and kidneys and diverse health functions, Lycii fructus has strong market demand and broad application prospects. This article summarized and systematically analyzed the current research status of medicinal and edible homologous products of Lycii fructus from the aspect of type quantity, efficacy attribution and functional analysis, commonly used compatible medicinal materials, processing methods, and dosage form of Chinese patent drug, as well as the health functions and common dosage forms of registered health foods. Furthermore, prominent issues in the research and development were sorted and explored, and reactive development strategies for subsequent research were proposed to provide references for new product development, value realization, quality and performance improvement.

KEYWORDS: Lycii fructus; medicinal and food products; current situation; development strategy

收稿日期: 2023-08-20

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(U21A20408, 81773837); 国家中医药管理局中医药创新团队及人才支持计划项目(ZYYCXTDD-202005); 宁夏重点研发计划重点项目(2021BEF01003, 2021BEF02009, 2022BFH02008); 中央本级重大增减支项目(2060302); 宁夏自然科学基金项目(2022AAC03215)

第一作者: 童丽梅, 女, 硕士研究生, E-mail: 20210857@njucm.edu.cn

通信作者: 张芳, 女, 副教授, 主要从事中药生物技术研究, E-mail: fangzhang@njucm.edu.cn;

段金廛, 男, 教授, 博士生导师, 主要从事中药资源化学与资源循环利用研究, E-mail: dja@njucm.edu.cn

枸杞子 (*Lycii fructus*) 是茄科枸杞属多年生多分枝落叶灌木宁夏枸杞 *Lycium barbarum* L. 的成熟果实,可鲜食或干燥后使用,是传统药食同源功能型特色中药材和常用大宗药材,药食兼优,是固本扶正、强身健体的滋补佳品,在我国有近 4 000 年的食用和药用历史。枸杞子其食甘美、营养丰富,具有较高的食用价值,食用方法灵活多样,可鲜食、泡茶、做菜、煲汤、烘焙及制作药膳,也可以加工后制成酒饮、日常食物或保健食品用于保健康养,在我国乃至世界范围内广受信赖和喜爱。枸杞子的药用价值始载于《神农本草经》,列属上品,称其“久服,坚筋骨,轻身不老,耐寒暑。”其后历代本草典籍对枸杞子多有记载,如《本草汇言》载:“枸杞能使气可充,血可补,阳可生,阴可长,火可降,风湿可去,有十全之妙用焉”。《药性论》中称枸杞子可“补精气诸不足……,明目安神,令人长寿。”

枸杞子是最早载入《中华人民共和国药典》(以下称《中国药典》)的中药品种之一,也是首批“既是食品又是药品的中药名单”收录品种。在“健康中国”战略背景下,枸杞子因其兼具食品和中药双重属性而受到了更多关注,市场需求旺盛。枸杞子抗肿瘤、抗衰老、抗氧化、保肝护眼、免疫调节、调节肠道微生态等多种药理活性和保健功效逐渐被发现或证实,其药用和食用价值发挥的物质基础和作用机制研究不断深入^[1-5]。基于枸杞子或其活性成分的市场终端产品研发越来越受到重视,其加工和使用也在不断向更深层次和更广泛的领域拓展,形成了针对不同应用场景,包括中成药、保健食品等多种产品形态在内的多元开发应用体系,成为枸杞子在大健康战略下的重要落脚点。枸杞子药食产品在临床实践和养生保健等领域发挥出重要作用,其中蕴含着较高的经济和社会价值,开发前景广阔。本文对近年来枸杞子在中成药和保健食品领域的研发应用现状进行分类总结和系统分析,同时对现有产品存在的若干限制性因素进行梳理,并探讨可实施的应对性开发策略,以期对枸杞子精细化、高值化药食产品的开发研究提供研究参考,服务于枸杞子资源的价值体现、产业提质增效和高质量发展的整体布局。

1 含枸杞子的中成药概况

《本草纲目》中有“枸杞子甘平而润,性滋而补,……,此乃平补之药”的描述。枸杞子味甘,性平,归肝、肾经,作用广泛而温和,平补阴阳,“滋阴

而不致阴衰,兴阳常使阳举”,有滋补肝肾、生精补髓、益气安神、强身固本、延年益寿等功效,是许多中药组方的重要组成部分。历代中医典籍中记载含有枸杞子的方剂颇多,在多种临床疾病的预防、治疗和康复方面发挥着重要作用。如《摄生众妙方》中记载五子衍宗丸能添补肾精,益肾助阳;枸杞膏可生精,补元气,延年益寿,主诸虚百损;而杞菊地黄丸以枸杞子配伍菊花、熟地等,共奏滋肾养肝明目之功。1963 年版《中国药典》首次收载枸杞子,此后历版均有收载。2020 版《中国药典》收录说明枸杞子具有益精明目,滋补肝肾等功效,其药材及成方制剂在虚劳精亏,腰膝酸痛,眩晕耳鸣,内热消渴,血虚萎黄,目昏不明等病症的治疗中多有应用^[6]。

为获得含枸杞子或其活性成分的中成药产品概况,以“枸杞子”为关键词在《中国药典》、国家药品监督管理局数据查询平台 (<http://www.nmpa.gov.cn/datasearch/>) 和中医药百科全书数据库 (<http://www.tcmip.cn/etcm/>) 进行检索,共查询获得经国家药品监督管理局审批的以枸杞子、枸杞子炮制品或其活性成分入药的中成药品种 321 种,其中国家中药保护品种 98 种,药典收录 86 种(统计数据截至 2023 年 7 月 15 日)。

在进行下述功效归属、性味归经和配伍规律等分类分析时,参考《中国药典》(2020 版,一部)或《中药学》^[7]进行规范化处理,如“微寒”“微温”分别记作“寒”“温”;炮制品和提取物按照生药名统计,如“酒枸杞子”“枸杞子提取物”记作“枸杞子”;省略配方中的药用辅料,如羧甲基纤维素钠等。

1.1 含枸杞子的中成药中枸杞子用量分析

在所有 321 种含有枸杞子或其提取物的中成药品种中,有 62 种公开了成方中各中药材用量,对其枸杞子的含量进行统计分析,结果见图 1。在可统计的所有成方中,枸杞子含量>50%仅有 2 个品种(枸杞益肾胶囊、安神宝颗粒),其中枸杞益肾胶囊单用枸杞子一味行滋补肝肾之效,未以其他药材辅助。安神宝颗粒方中重用枸杞子,其药量居方中之首,伍入酸枣仁、合欢花,可补肾益精,补血养心安神。枸杞子在成方中质量占比较高的另有五子衍宗丸、心脑欣胶囊、心脑欣丸 3 个品种。除此之外,大多数中成药中枸杞子含量均在 30%以下,以臣药或佐使药身份发挥加强或调和作用,体现出祖国传统方剂主次分明、细致严谨的组方特点。

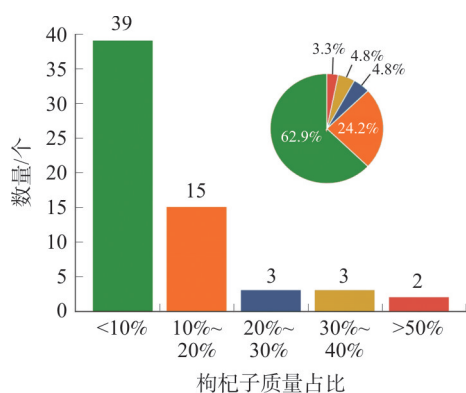


图1 枸杞子在中成药中的质量占比分布概况

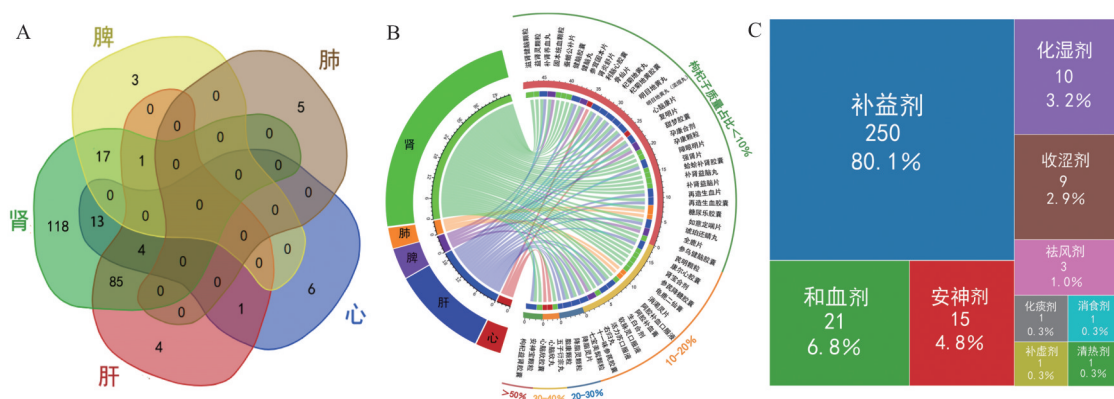
Fig. 1 Overview of the mass proportion distribution of *Lycii fructus* in Chinese patent medicines

图2 含有枸杞子的中成药归经定位分析 (A、B) 及功能分析 (C)

Fig. 2 Meridian tropism positioning analysis (A, B) and functional analysis (C) of Chinese patent medicines containing *Lycii fructus*

含枸杞子的中成药按照主要功能分类后以补益剂最多(250种,占80.1%),其次为和血剂(21种,6.8%)和安神剂(15种,4.8%),另外尚有少部分中成药品种属于化湿剂、收涩剂、祛风剂等(图2C)。在功能主治中,以滋肾养肝、补肾益精、补益气血、温肾健脾、养血明目、养心安神等为主,与枸杞子“滋补肝肾,益精明目”的功效相吻合。同时,在公布配方的中成药品种中,除枸杞益肾胶囊为单味制剂外,其余中成药均由多味药组成。这些成药以全局的眼光遣药组方,在分析各中药材特性规律的基础上,遵循性味归经、药对配伍、君臣佐使、七情配伍等规律,使枸杞子及配伍各药朝向特定目标,充分体现了祖国传统医学的组方配伍智慧。

1.3 枸杞子常见配伍中药材分析

根据关联规则挖掘方法,对含有枸杞子的中成药品种的配方组成进行分析。在筛选出枸杞子常用40种配伍药材后,按照四气不同进行量化统计(图3)。结果显示,与枸杞子配伍品种最多的是温性药

1.2 含枸杞子的中成药功效归属及功能分析

通过查阅上述含有枸杞子或其活性成分的各种中成药品种的主要功效,对各药品种功效进行归经定位,以分析枸杞子成方的药物作用规律。在所有可定位的257个中成药品种中,归肾经者凡238种,归肝经者95种,其中86种同归肝、肾经,其余品种可分别归为心、脾、肺经(图2A)。在可查询到枸杞子质量占比的中成药品种中,归肾经者46种,归肝经者19种(图2B)。

(21种,共出现1296次,占52.8%),其次是平性药(9种,644次,占26.2%)、寒性药(9种,478次,占19.5%)。再次是凉性药(仅有女贞子1味,配伍频率为38次,占1.5%),没有热性药。

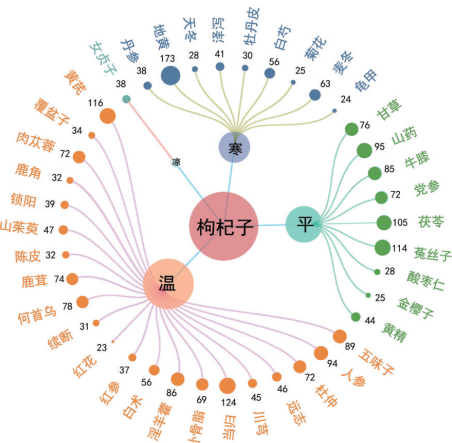


图3 中成药中枸杞子常用配伍中药材

Fig. 3 Common compatibility of Chinese medicinal materials with *Lycii fructus* in Chinese patent medicines

在所有配伍药材中,出现频率最高的是地黄,在 173 个中成药配方中出现,其中又以熟地黄为主。枸杞子长于滋补肾阴,益肾填精,熟地功专力宏,善于补血滋阴,益精填髓。二者相须为用,可增强滋补肾阴,益精填髓的功效。在温性药中,当归和黄芪均是与枸杞子配伍使用的常见药材。枸杞既补肝肾之阴,又有养血之功,而当归味甘气轻,养血补肝,二者相合,有补益肝肾、精血互生之妙。枸杞子与“补气之要药”黄芪配伍,中和阴阳,互补不足,使补气、抗疲劳等效果翻倍,有益气补肾、养肝、抗衰老等作用。而同为平性药的菟丝子,补肾益阴,固精缩尿,与枸杞子两药配伍,可增强填精益髓,补肾固精的作用。又如枸杞子与菊花相使配伍,枸杞子滋肾养肝,菊花疏风平肝,双管齐下,肾精肝阴充足。同时菊花籍其升散之功,引枸杞子上滋于目,目则得养,益肝肾明目之功益彰。作为常用配伍药材中唯一的凉性药,女贞子甘苦凉,滋肾养肝,乌须明目,但药力平和,缓慢取效,与枸杞子相须伍用,善补肾益精,养肝明目。

1.4 含枸杞子的中成药中枸杞子炮制方法分析

在含有枸杞子的中成药中,枸杞子的炮制方法较为集中。在枸杞子含量较高的成药中,多取枸杞子生品以细粉入药,配伍其他中药材以达到滋补肝肾,填精益髓的功效。全鹿丸中将枸杞子盐炒后入方,引药下行,“走肾脏仍仗软坚”,增强其补肾强筋骨作用。七宝美髯颗粒采用酒蒸枸杞子,以酒宣行药势,借升提之力引药上行,增强其温补肝肾的作用。除此之外的多数成药采用以水煎煮或浸渍法,这与枸杞子对湿、热稳定的特性相吻合,也利于充分提取其中水溶性多糖、生物碱、精胺或亚精胺等活性成分。不同中成药中使用枸杞子不同炮制品,调整药性,发挥定向功能引导药力直达病所,功效侧重亦有灵活变化,是“一药数法”炮制技术在枸杞子中的具体应用,也是通过适宜的炮制方法促使中药材“一药多效”得以充分发挥的典型实例。

1.5 含枸杞子的中成药剂型分析

含枸杞子的中成药剂剂类型较为丰富。除正骨膏和退障眼膏两个外用局部给药品种外,其余 319 个品种均为口服制剂,涉及包括丸剂、胶囊剂、片剂、酒剂等在内的 12 种不同剂型,其中以丸剂为主(79 个,占比 25.3%)。枸杞子是传统补益药物,中医常称其需“久服”。而“丸者,缓也,……,不能速效,舒缓而治之”,丸剂作用缓慢而持久,与枸杞子用于补益长期服用的实际应用相符。胶囊剂能够掩盖内

容物不良气味,利于提高药物稳定性和生物利用度,也是含枸杞子的中成药使用较多的剂型(53 种,占比 17.0%)。其他使用较为普遍的剂型还有片剂、酒剂、口服液和颗粒剂,可见目前含枸杞子的中成药仍以传统剂型为主。见图 4。

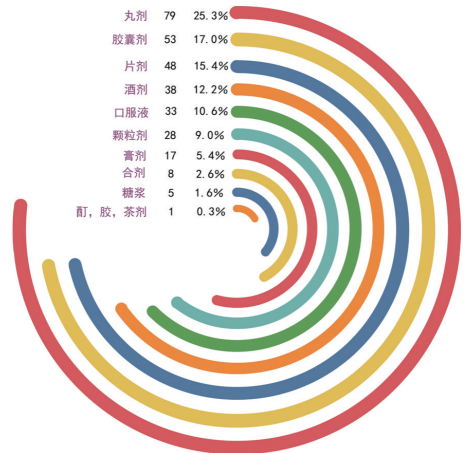


图 4 含有枸杞子的中成药剂型分布情况

Fig. 4 Distribution of Chinese patent medicine dosage forms containing Lycii fructus

2 含枸杞子的保健食品概况

枸杞子在我国民间的采食历史可追溯到远古农耕时代。早在两千多年前,《诗经》中《小雅·南山有台》就有“南山有杞,北山有李。乐只君子,民之父母”的记载,体现了枸杞子作为吉祥上品的独特地位。随着“食养”“食疗”“食补”理论的逐步形成和发展,我国古代先民不断挖掘枸杞子的日常食用和养生保健价值,在长期的生活实践中积累了丰富的枸杞子烹饪和食用经验,并将其与延年益寿、长生不老甚至羽化登仙的美好愿望联系起来。“雪霁茅堂钟磬清,晨斋枸杞一杯羹”(南宋·陆游,《玉笈斋书事》)、“上品功能甘露味,还知一勺可延龄”(唐·刘禹锡,《楚州开元寺北院枸杞临井繁茂可观群贤赋诗因以继和》)、“吾方以杞为粮,……,还庶几乎西河、南阳之寿”(北宋·苏轼,《后杞菊赋》),都是枸杞子在我国传统饮食养生保健文化中的生动记述。

枸杞子性平,于寒、凉、温、热四性之外,安全性高,适合一年四季长期食用,并可提供维生素、矿物质、可溶性糖、膳食纤维、必需脂肪酸以及抗氧化剂等多种营养成分。近年来,枸杞子的应用逐渐拓展到保健食品领域,以枸杞子单用或配伍其他药食同源中药材为主要原料的保健食品,兼具食品营养和中药保健功能,成为枸杞子资源最重要的研发方向

之一。枸杞子的保健食品产品类型灵活丰富,保健功能广泛,在满足人民群众多层次、多样化的健康需求方面发挥了巨大作用,在大健康产业中占有较大的市场份额,并逐渐成为枸杞产业的重要经济增长点。

与药品不同,保健食品不以治疗疾病为目的,适用于特定人群长期食用,对于降低潜在致病风险、预防慢性病和亚健康状态具有显著价值,特别强调在调节人体平衡和健康状态等方面的潜能,符合祖国医学“未病先防”的核心思想^[8]。根据食品安全法的规定,目前我国将保健食品纳入特殊食品范畴进行监督管理。为了解含枸杞子或其活性成分的保健食品生产审批概况,以“枸杞”为关键词,在国家市场监督管理总局特殊食品信息查询平台(<http://ypzxs.gsxt.gov.cn/specialfood/#/food>)进行查询,并排除枸杞叶、枸杞芽等非果实的检索结果,共检索到1791种以枸杞子或其提取物为主要原料的保健食品获得产品注册批件,其中以“杞”命名的保健食品423种(统计数据截至2023年7月15日)。

2.1 保健食品常用药食两用中药材分析

近年来,在中医药传承创新发展的时代背景下,保健食品的原料体现出较多的中医药特色,许多药食同源中药材成为保健食品原料,在调理身体机能、养生保健等方面发挥出独特优势和巨大作用^[9-10]。对含有药食同源中药材原料的保健食品注册情况进行检索统计后发现,在我国保健食品中最常应用的药食同源中药材有枸杞子、西洋参、黄芪、人参、茯苓、葛根等,其具体品类及产品数详见图5。相比之下,其他品种中药材的保健食品数量均远低于含有枸杞子的保健食品数量,充分说明枸杞子较高的市场认知度和认可度。

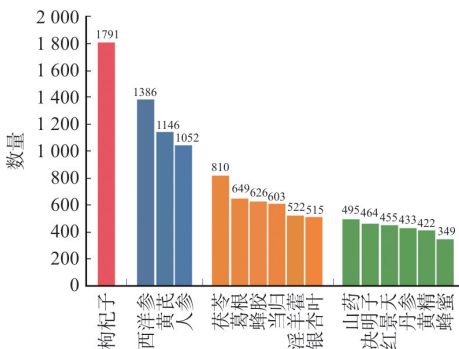


图5 以药食两用中药材为原料的保健食品注册数量情况

Fig. 5 The number of registered health food using Chinese medicinal materials for both medicinal and edible purposes as raw materials

2.2 以枸杞子为原料的保健食品保健功能分析

与枸杞子“有十全之妙用”的传统描述相呼应,含枸杞子的保健食品声称的保健功能呈现高度多样化的特点,涵盖了《允许保健食品声称的保健功能非营养补充剂(2022年版)》中的所有24种功能。图6展示了目前以枸杞子为原料的保健食品注册保健功能情况,并以内嵌扇形的形式表示2020年至今注册数量在历年注册的该功能保健食品中的占比。可以发现,“有助于增强免疫力”和“缓解体力疲劳”功能在所有枸杞子为原料的保健食品中出现频率最高且品种繁多,共有858种(占比47.7%)声称有助于增强免疫力,444种(占比24.87%)声称可缓解体力疲劳。其次,“对化学性肝损伤有辅助保护作用”(79种)、“有助于维持血脂(胆固醇/甘油三酯)健康水平”(67种)、“有助于维持血糖健康水平”(73种)、“改善缺铁性贫血”(53种)、“有助于改善黄褐斑”(52种)和“缓解视觉疲劳”(48种)也是出现频率较高的保健功能。

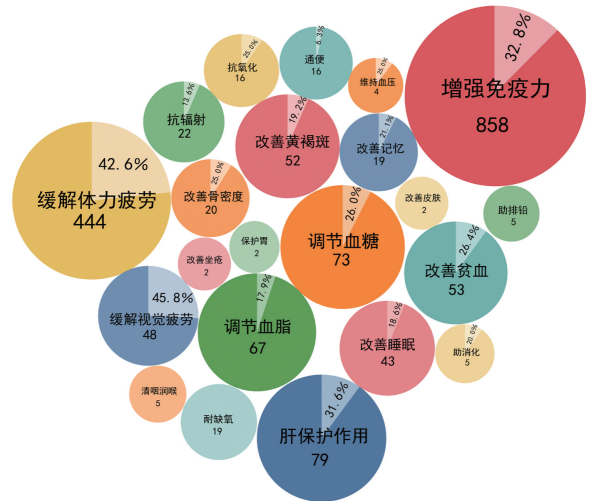


图6 以枸杞子为原料的保健食品注册保健功能分布情况
Fig. 6 Distribution of registered health functions of health food using Lycium fructus as raw material

进一步分析发现,近3年时间内,枸杞子保健食品注册的数量达到599种,占有注册总数的33.4%,充分说明在大健康产业蓬勃发展的时代背景下,枸杞子作为传统药食两用物品得到进一步开发利用,表现出旺盛的市场需求。特别值得注意的是,近3年开发具有“缓解体力疲劳”和“缓解视力疲劳”两项功能的产品数量占注册总数的四分之一左右。此外,“有助于提高免疫力”和“对化学性肝损伤有辅助保护作用”也是近年注册的主要保健功能,反映出以市场需求为导向的保健食品开发趋势。

2.3 以枸杞子为原料的保健食品常用剂型分析

以枸杞子或提取物为原料的保健食品剂型呈现多元化特点,便利剂型成为主流,其中以胶囊剂最为常见(711种,占比39.7%)。胶囊剂除了可以掩盖不良气味,还具有制备简单、携带方便、防潮性强、无需注重口感等优点,是保健食品最常使用的制剂形式。口服液(348种,19.4%)和酒剂(289种,16.1%)也是较常见的剂型,体现出以枸杞子为原料的保健食品的食品属性。以枸杞子为原料所制枸杞酒类保健食品,可借酒之辛甘行散寒活血之效,促进药性分散,同时散发特殊酒香和药香,具有较好的市场开发潜力。相比之下,片剂、颗粒剂、茶剂、冲剂、膏剂、丸剂、粉剂的数量较少。除传统制剂形式外,鸡精、糕、乳、醋、汤等多样化、生活化的产品形式也出现在含有枸杞子的保健食品剂型中,进一步体现出枸杞子药食同源的双重属性特点。见图7。

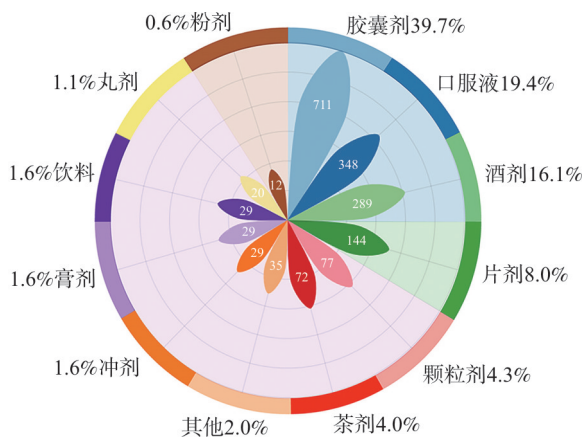


图7 以枸杞子为原料的保健食品剂型分布情况

Fig. 7 Distribution of health food dosage forms using *Lycii fructus* as raw material

3 目前枸杞子药食产品的主要存在问题及限制因素

3.1 产品同质化程度高,重复开发利用现象普遍

在目前已上市的含枸杞子中成药中,补益类药物占80%以上。在含枸杞子的保健食品中,70%以上的保健功能集中在“有助于增强免疫力”和“缓解体力疲劳”上,而其他功能药食产品品种较少,在一定程度上反映出目前枸杞子药食产品功能的结构性失衡现象。虽然从数量上看,枸杞子的药食产品处于增长状态,但重复开发、低水平仿制较为普遍,产品同质化现象较为突出,枸杞子药食同源资源价值挖掘还非常不全面。在产品剂型上,不但中成药以常见的胶囊剂、片剂为主,保健食品中胶囊剂、片剂、颗粒剂等传统药物剂型也占据很大比例。尤其是胶

囊剂,含枸杞子的保健食品中近40%产品以胶囊剂形式出现。剂型研究和应用少有突破,仍保持强烈的“药罐子”形象,与保健食品用于养生保健的产品定位有一定偏差,使用场景也较为局限。因此,枸杞子药食产品整体竞争力不强,高端市场份额较低,产业链的附加值也比较低,未能将我国枸杞子的天然资源优势转化为枸杞子药食产业优势。

目前市场已经出现了许多新的趋势和特点,但我国药品和保健食品研发和申报过程在传统严格的监管审查制度管理下,研制和申报周期较长,导致药品和保健食品无法像普通食品一样对市场终端需求做出快速响应^[11]。如在目前的大健康时代背景下,人们的健康意识大幅度提高,更加注重健康饮食以及食疗调养,药食同源滋补产品的消费需求也在快速增长,巨大的养生热潮催生了强烈的保健食品消费热情和更新的养生需求,大量年轻人涌入养生大军,“懒系养生”“朋克养生”应运而生,“释放压力”“美容养颜”“助眠放松”等需求成为养生保健新追求^[12]。近年融合了中医食疗保健养生理念和现代化加工提取成型技术的养生膏滋、固体饮料、保健茶、养生丸等,服用方便、功效定位准确,并且因其独特的剂型和浓郁的口感带来强烈的“养生心理暗示”,在食品市场上很受欢迎。又如由枸杞子鲜果萃取加工而成的枸杞原浆,保持枸杞子鲜果营养成分,携带方便,开袋即饮,以年轻化、零食化特点契合年轻消费群体的消费需求,但这些产品形式在药品和保健食品研发领域还非常罕见。同时,枸杞子原料质量的把控对药食产品安全性和功能性的体现至关重要,但产地、加工、运输、储存等环节容易导致枸杞子原料的质量偏差问题,市场原料准入标准、品质评价和安全性监管还存在一定困难,对枸杞子原料中农残检测标准亟须加强,以明确枸杞子原料质量监管的关键指标,保证枸杞子药食产品的安全风险可控。复杂而漫长的研制审批过程也极大地增加了产品研发费用和时间成本,影响产品迭代和创新,导致新产品开发的热情衰减。因此,目前以枸杞子或其提取物为原料的中成药或保健食品领域研发活力不足,产品市场竞争能力尤其是国际市场竞争能力还有较大提升空间。

3.2 枸杞子活性成分开发步履缓慢

枸杞多糖是枸杞子中最受关注和认可的活性物质,与枸杞子传统功效发挥密切相关。此外,枸杞子中还含有高丰量的黄酮、多酚、甜菜碱、精胺(亚精

胺)类物质,在抗氧化、抗衰老、神经营养和神经修复等多方面发挥着重要作用。以这些活性成分,或含有活性成分的提取物形式作为医药工业或保健食品原料,可以减少服用剂量,同时也省去了药品和保健食品加工过程中的提取纯化环节,便于直接成型。

大健康背景下,高附加值的枸杞子药食产品市场需求对基于枸杞子活性成分的医药工业和保健食品原料开发提出了更高的要求。但是,枸杞子活性成分药食产品原料产业化研发较为滞后,大量的研究处于实验室探索阶段,应用性开发较少,造成理论研究和实际生产之间的断层。以枸杞多糖为例,枸杞多糖是枸杞子保肝明目、抗衰老、抗氧化、抗疲劳等多元功效发挥的主要活性成分,近年来发现枸杞多糖具有多种肠道相关生物活性,在医药领域可开发为肠道菌群调节剂、肠黏膜修复剂、肠道免疫增强剂等,在食品领域可开发为膳食补充剂、肠道相关功能性食品、益生元产品等,我国保健(功能)食品通用标准规定多糖类成分可以作为保健食品的功效成分^[13-19]。但是,目前还没有以枸杞多糖为主要活性成分的药品面市,保健食品中以枸杞多糖为原料的品种仅有2种,分别是中研牌格里格胶囊(主要功效:对辐射危害有辅助保护功能)和广夏牌枸杞多糖口服液(主要功效:调节血脂)。另有264种保健食品原料中标示含有“枸杞提取物”或“枸杞子提取物”,虽然不能获得提取方式的具体描述,但根据枸杞多糖作为枸杞子主要活性成分来判断,提取物中很可能以枸杞多糖成分为主。

总体来看,枸杞多糖相关保健食品研发明显不足,未能体现枸杞多糖作为枸杞子主要功效成分的优势,枸杞多糖及其潜在功效在保健食品领域的应用有待继续开发。究其原因,多糖类物质结构复杂,提取纯化工艺对药理活性起决定性作用,且其生物活性高度依赖于纯度、化学结构组成等多种因素。目前尚未有公认合理有效的枸杞多糖医药工业原料生产工艺标准和解决方案,现有提取纯化技术还不能满足医药工业原料结构一致性和药理活性稳定性的要求。同时,目前我国尚无枸杞多糖原料药及其制剂质量标准,质量控制指标和标准还缺乏准确性和专属性,产品有效性和安全性监督留有隐患,也增加了枸杞多糖医药原料生产和质量控制的复杂性^[20]。此外,作为食品中监管最为严格的一类,目前我国保健食品的监管法规制定思路与药品的监管法规靠近,在研制和生产方面均有较高要求。如按

照现行规定,药食同源类中药材作为食品原料生产使用时,需按照传统生产工艺或饮食习惯进行物理加工,不允许使用化学提取方法,这在很大程度上限制了枸杞子活性成分及提取物的应用。因此,还需要对提取工艺及技术要求、质量标准进行更多更深入的研究,保障枸杞多糖等活性成分在保健食品中使用的安全性,以支持保健食品适合长期食用,安全无毒的要求。

3.3 中医药理论应用不足 产品中医药特色体现不明显

我国的药食同源理论具有原料丰富、理论基础深厚、经过长期实践验证的特点和优势。近年来,在中医药传承创新发展的时代背景下,依托具有中医药特色的选方配伍理论,从传统中医古方或药方中选择适宜的药食两用中药材,通过与枸杞子的组方配伍,实现枸杞子保健功能的多样化和最大化,形成了许多具有中医药特色的保健食品,使含有枸杞子的保健食品体现出越来越鲜明的中医药特色^[21]。此外,还有一些产品采用“中西合璧”策略,在枸杞子等药食同源中药材原料基础上,添加具有特定保健功能的非中药成分,或添加外来保健食品原料。如在一款缓解视疲劳功能的保健食品中,除枸杞子、菟丝子等外,还添加了 β -胡萝卜素、牛磺酸、乳酸锌等。又如在一款保健酒中,除枸杞子、黄芪、黄精、麦冬、西洋参等,还添加了玛咖粉,用于增强免疫力和缓解体力疲劳^[22]。

但是也应该注意到,以传统中医药理论为指导,以中医药选方配伍为基础的保健食品种类不多,在枸杞子药食产品中占比较少,从中医养生古方中挖掘的保健食品创新品种更少,关于枸杞子的药食同源理论特色和优势利用不明显。另一方面,有些产品在开发设计上缺乏中医药的“整体系统”思想,有些复方产品只是多个中药品种的简单组合甚至堆砌,没有根据中医理论理法方药、君臣佐使配伍原理进行遣方用药,其性味、归经等药性理论不明,也未遵循相须、相使、相畏的配伍原则,其组方配伍的理论依据不足。此外,与其他类型原材料的组合使用,包括非中药类原材料和外来原料,其配伍的合理性还有待进一步明确,长期食用的安全性还需要更多更深入的科学研究验证。

4 枸杞子药食产品研发策略分析

药食同源物质的药食产品开发已成为国家大健康战略和新一轮产业发展的重要增长点。伴随着人

们健康饮食和营养保健意识的提高,枸杞子作为传统药食同源功能型滋补类中药材的认可度不断上升,补益扶正、养血安神、保肝明目等传统功效深入人心,强劲的药食产品市场需求加速带动了我国枸杞子药食产业的快速发展,不但形成了丰富多样的药食产品类型和形式,还形成了巨大的无形资产。在政策和需求的双轮驱动下,枸杞子产业和药食产品研发面临着全新的战略机遇。针对枸杞子药食产业发展现状和存在的主要问题,从我国枸杞子资源的传统利用和现代研究开发角度,本文提出枸杞子药食产品研发的应对型策略,为我国枸杞子及枸杞资源的高质量发展提供参考。

4.1 顺应时代市场需求,创新产品形式形态

随着大健康意识的不断升温,保健养生已成为各类人群的共同追求。老年人的滋补养生理念渗透率高,有枸杞子的长期消费习惯和硬性需求,并有持续而强烈的升级欲望。年轻人逐渐成为推动健康消费市场的主力军和行业发展的新动能,并赋予大健康产业以旺盛的发展活力和动力。与此同时,随着“健康中国”战略的实施和推动,不同消费人群的自我要求和健康素养不断提高,促进了大健康市场不断推出新概念、新理念、新方式。消费者需求也在原有“有病治病、无病强身”的核心需求基础上不断拓展,延伸出瘦身塑形、缓解焦虑、美容养颜、助眠放松、护发防脱等更加多元化、扩大化的关联需求。

在功能方面,与上述不断变化的消费需求相呼应,枸杞子具有“十全之妙用”,古籍记载枸杞子“明耳目,安神,耐寒暑”“久服,坚筋骨,轻身不老,耐寒暑”“易颜色,变白”“添精固髓,健骨强筋”等,与当下多元化的消费需求不谋而合,可以靶向更精准的人群需求。在使用形式上,枸杞子可单用,或与其他中药材、其他类型原料配伍使用,或经提取纯化后取其功能成分(群)、组分(群)使用,具有较强的可组合性和可变化性,能够提供更加多元的产品类型^[23]。在药品领域,我国历代古籍中记载、大量的传统名方、经方、验方中含有枸杞子的方剂众多,其中仅有很少的一部分开发为成药制剂,大多数仍等待深入挖掘和开发。此外,枸杞子中主要的活性成分尤其是枸杞多糖也具有开发成药品的潜力和可能。在保健食品领域,枸杞子的使用方式更加灵活多样,既适宜于开发为普适性、大众化的产品,也适于形成更为精准科学的产品配方,服务于多元化和个性化的特殊诉求,形成丰富的产品矩阵。

在产品形态方面,含有枸杞子或其有效成分的中成药制剂在漫长的发展过程中已逐渐形成了有中医药特色的制剂类型,同时也在不断突破传统,探索更适合中医药现代发展规律的新型制剂。软胶囊、滴丸等具有较强药物适用性的新剂型在含有枸杞子的中成药中已有探索性应用。微囊、微球、脂质体等新剂型能够针对癌症或重度感染性疾病的发病特点,实现对药物的智能管控与智能释药,在枸杞子抗肿瘤活性药品研发中可能会发挥重要作用。在保健食品领域,顺应经济水平的快速发展,以多样性的保健需求为导向,提供更明确的可评价功能、更个性化的服务方案、更食品化的产品形态是以枸杞子为原料的保健食品的发展趋势。现有枸杞子保健食品仍以胶囊剂、片剂、颗粒剂等传统药物剂型为主,一些创新性的新兴产品形态如饼干、糕、醋等也有少量比例,但还有很大挖掘空间。后续开发中,针对养生保健需求的多样性,除可参考目前市场热度较高的养生类普通食品形态如养生膏滋、养生丸、养生膏、药膳养生汤料、养生粉、滋补营养糖及养生茶等之外,还应根据不同场景、不同人群、不同需求创新产品形态,不拘泥于传统剂型。如根据老年人身体状况和服用习惯,采用营养干预手段,量身定做用药方便、可长期补充、易于吸收的新剂型,便于体现“治未病”的核心思想。针对年轻人“随时养生、功能细分、0负担”的养生追求,和对保健食品“好看、好吃、好用”原则,采用即食/即饮型的咀嚼片、糕点、泡腾片、压片糖果、凝胶糖果、饮品、多元营养套餐等剂型,凸显方便、快捷、新颖的轻养生特点和产品日常化的食品属性,以契合年轻人的消费需求。

4.2 强化活性成分药食价值开发,应对产品高端化需求

以枸杞子中活性成分为原料的药食产品,可减小起效摄入量,便于进行剂型设计,同时也是通过精细工艺提升产品性能,引导产品向价值链顶端攀升,以应对市场对枸杞子药食产品高端化需求的重要路径。药食同源植物来源的多糖类物质因其在药物开发和临床实践中的天然优势和重要地位而受到越来越多的关注。目前,我国已有香菇多糖、人参多糖、茯苓多糖、黄芪多糖等多个来源于药食同源中药材的多糖类药品批准上市,用于恶性肿瘤、免疫性疾病、血液疾病及心血管疾病的防治与辅助治疗,在提高病人免疫能力和生活质量方面发挥了巨大作用,也创造了较高的经济价值。相比之下,枸杞多糖的

药品尚未以成熟药品形式面市,但已有一项枸杞多糖产品进行了临床试验的预注册。现已发现枸杞多糖具有抗肿瘤、调节免疫、抗衰老、抗氧化、调节血压血糖血脂、神经营养和神经修复、调节肠道稳态、促进成骨等系统效应,具备较大的药物开发潜力^[24]。枸杞多糖不但能以粗多糖、均一多糖形式开发成药品,还可以用生物法或化学法进行结构修饰或改造,从而激发出新的或更强的活性。除可直接作为药物使用外,枸杞多糖由于其具有内在的免疫调节能力、较高的生物相容性和生物降解性等特点,还可作为佐剂用于制备纳米疫苗和纳米药物,具备较高的开发价值^[25]。

枸杞多糖是枸杞子补益扶正,延缓衰老的主要功效物质,也是枸杞子食品属性的重要功能因子,是赋予枸杞子特定生理功能的指标性成分之一,很适合开发成保健食品,用于日常养生保健或作为调理型保健食品辅助临床治疗。根据分子结构差异,枸杞多糖的水溶性呈现较大差别。水溶性枸杞多糖可直接加工成酒饮、口服液等,水不溶性枸杞多糖多具有良好的乳化特性,在保健食品中既可作为原料发挥生物活性,也可用于改善食品感官和营养保健价值,还可与其他药食同源来源多糖类或其他类物质复配以提供强化、多样化的功能,以多种身份参与枸杞子药食产品开发^[26]。

如前所述,枸杞多糖作为原料进行药食产品开发还受到提取纯化技术限制、质量标准不完善等多重因素制约^[27]。因此,在现有基础上,通过现代提取分离、纯化技术,实现成分明确、含量确定、结构清晰的枸杞多糖成分发现及制备,并加强活性评价和活性作用机制等基础研究,通过技术更新解除枸杞多糖在研究和应用上的诸多局限,助力产品的提档升级,是枸杞多糖药食产品研究不可回避的重要任务。

除枸杞多糖外,枸杞子中还富含以枸杞精胺、亚精胺、枸杞黄酮、甜菜碱、枸杞色素、枸杞籽油等为代表的多种小分子化学成分,也是枸杞子发挥其“十全之妙用”的重要物质基础^[28]。如枸杞亚精胺对年龄相关性神经退行性病变有很好的调理和治疗作用,酰胺类生物碱成分具有显著的 α -葡萄糖苷酶抑制活性/DPPIV抑制活性和PPAR- γ 激动活性等多靶点特性,可开发为抗糖尿病药物^[29]。在保健食品领域,这些小分子活性物质也有广泛的应用前景。如枸杞色素可同时作为天然抗氧化剂和优质的天然

色素,赋予产品保健功能和饱满的色泽,枸杞籽油属于油酸-亚油酸类型,营养价值极高,是开发保健食品的重要资源型物质。但目前对于枸杞子中小分子活性成分的研究还处在初级阶段,作为有效部位的深加工和开发利用极少。从技术角度分析,枸杞子中小分子物质的分布部位、理化性质与大分子的枸杞多糖有较大差异,便于利用技术集成实现小分子活性成分和枸杞多糖成分的连续性分离,具备独特的产品集群优势,符合面向“双碳”目标的枸杞资源精细化利用和绿色发展要求,是未来枸杞子药食产品开发的重要发展方向。

4.3 依托中医药理论,凸显中医药特色

《中医药发展战略规划纲要(2016—2030年)》提出:“要继承和发展中医药的绿色健康理念……,大力发展中医养生保健服务,开展药膳食疗、加强保健食品开发”,为枸杞子药食产品的创新发展指明了方向。

枸杞子本身是药食同源大宗药材,在目前已批准的所有含有枸杞子的中成药品种中,除枸杞益肾胶囊一个品种只有枸杞子一味药材外,其余品种均来自古籍成方,在组方配伍方面具有严谨的理论基础和长期的临床实践,并且在获批前按照新药审批办法经过严格的临床前和临床试验检验和验证。分析含有枸杞子的保健食品原料可以发现,在中医药传承创新发展的时代背景下,枸杞子保健食品逐渐摆脱早期以原料简单提取加工为主的粗放式开发,一些产品体现出浓郁的中医药特色,在原料中黄芪、西洋参、红景天、灵芝、淫羊藿等药食同源中药材均有较高出现频率,与枸杞子配伍,为后续研究提供了宝贵的开发思路。

枸杞子是闻名遐迩的补益扶正类中药材,在研发过程中,应从“治未病”的核心思想出发,依托祖国传统医学“扶正祛邪”理念对于防病养生的深刻理解,以经典食疗、药膳、膏方著作为基础,将枸杞子扶养正气的功能贯穿其配方产生和完善的全过程^[30]。同时,以枸杞子为原料的中医药特色保健食品配方不能只是简单的多个药食同源中药材的组合,针对新形势下不断精细化、多元化的养生保健需求,更应重视中医药“辨证论治”和“辨体论治”在枸杞子保健食品开发中的体现,在遵循性味、归经等基础理论的前提下,强调治未病总体原则之下的个体差异,通过君臣佐使、增效纠偏等配伍原则进行合理配伍,调整含有枸杞子的保健食品功能分布,通过针

对性和差异化的产品实现“辨证保健”,提高养生保健效果^[31]。

5 结语

宁夏枸杞是我国最具药食两用价值的特种经济植物之一,资源丰富,品质优良,自古享有盛名,枸杞子药食产品开发和产业发展具有得天独厚的资源优势。除了本文着重讨论的中成药和保健食品领域外,枸杞子的应用也广泛覆盖了大健康产业的其他相关领域。枸杞子是备受喜爱的营养滋补佳品,在民间的应用形式灵活多样,直接食用、药膳、药酒、保健汤羹、膏方等不胜枚举,枸杞鲜果原浆、功能性饮品、特膳食品等也很受市场青睐。枸杞子及其工业生产废弃物具有益生元特性,已作为天然绿色饲料添加剂探索性地应用于农牧生产和水产养殖。在轻工日化领域,枸杞多糖具有显著的保护机体皮肤细胞免受光损害的能力,同时具有较强的保湿和吸附能力,枸杞色素色彩鲜艳自然,着色力强,已在多种高端功能型化妆品中得到应用。在环境治理领域,枸杞多糖对重金属有良好的吸附能力,可应用于污水处理,代表着枸杞子及其成分的未来开发方向。

枸杞子药食俱佳,其药理和保健功效高度契合人民群众的健康需求。同时,枸杞子形象被赋予了深刻的寓意和丰富的情感,承载了丰厚的历史文化内涵。枸杞子有“仙地果”“却老子”的美誉,常作为吉祥幸福的礼物用于馈赠亲朋、拜谒尊长,寄托着对美好生活的愿望和祝福,具有不可忽视的精神怡养价值。此外,枸杞树扎根于我国相对瘠薄干旱的西北地区却生机盎然、一年三发,所产枸杞子外形优美,红润饱满,呈现最具民族情感的“中国红”,与中华民族生生不息的力量传承和不屈不挠的奋斗精神有着难以分割的内在联系,是民族精神文化传承事业的重要载体。

健康中国的时代背景为枸杞子药食产品研制开发创造了前所未有的机遇,随着健康理念的不断提升,消费人群和消费能力也不断扩容,基于枸杞子及其活性成分的药食产品在市场上可能占据更大份额。目前我国枸杞子药食产品种类丰富,功能覆盖面广,但也存在一些问题和限制性因素值得深入探讨和解决。针对这些问题,本文提出了“顺应时代市场需求,创新产品形式形态”“强化活性成分药食价值开发,应对产品高端化需求”“依托中医药理论,凸显中医药特色”等后续研究开发策略,构建枸杞子多元化药食产品矩阵,延伸枸杞子资源创新链

和产业链,以期为我国枸杞子药食产品的高值化发展提供参考,服务于枸杞子资源合理开发利用及大健康产品的高质量发展。

参考文献:

- [1] 张芳, 吴昌健, 张霞, 等. 基于 Web of Science 文献计量分析的宁夏枸杞研究现状和发展态势[J]. 中草药, 2022, 53(16): 5128-5141.
ZHANG F, WU CJ, ZHANG X, et al. Research status and development trend of *Lycium barbarum* based on bibliometric analysis of Web of Science[J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2022, 53(16): 5128-5141.
- [2] MA RH, ZHANG XX, NI ZJ, et al. *Lycium barbarum* (Goji) as functional food: A review of its nutrition, phytochemical structure, biological features, and food industry prospects[J]. Crit Rev Food Sci Nutr, 2022; 1-12.
- [3] APARECIDA PLASTINA CARDOSO M, WINDSON ISIDORO HAMINIUK C, PEDRO AC, et al. Biological effects of goji berry and the association with new industrial applications: A review[J]. Food Rev Int, 2023, 39(5): 2990-3007.
- [4] ZHANG F, ZHANG X, LIANG XF, et al. Defensing against oxidative stress in *Caenorhabditis elegans* of a polysaccharide LFP-05S from lycii fructus[J]. Carbohydr Polym, 2022, 289: 119433.
- [5] ZHANG F, ZHANG X, GUO S, et al. An acidic heteropolysaccharide from lycii fructus: Purification, characterization, neurotrophic and neuroprotective activities *in vitro*[J]. Carbohydr Polym, 2020, 249: 116894.
- [6] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[S]. 北京:中国医药科技出版社, 2020.
National Pharmacopoeia Commission. Pharmacopoeia of the People's Republic of China; I[S]. Beijing: China medical science and technology press, 2020.
- [7] 钟赣生, 杨柏灿. 中药学[M]. 北京:中国中医药科技出版社, 2021.
ZHONG GS, YANG BC. Traditional Chinese Medicine[M]. Beijing: China traditional Chinese medicine science and technology press, 2021.
- [8] 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.
- [9] 苏国辉. 面向人民健康重大需求, 建立脑疾病早期防治和后续康复体系[J]. 科技导报, 2022, 40(19): 1.
SU GH. Focusing on the brain health strive to benefit People's lives and health[J]. Sci Technol Rev, 2022, 40(19): 1.
- [10] 王智民, 刘晓谦, 高慧敏, 等. 发展大健康产业过程中的药食两用中药研发[J]. 中国药学杂志, 2017, 52(5): 333-336.
WANG ZM, LIU XQ, GAO HM, et al. Brief introduction of dietary Chinese medicines[J]. Chin Pharm J, 2017, 52(5): 333-336.
- [11] 吕朝耕, 康传志, 杨健, 等. 食药物质类中药材发展面临的问题与分化发展思路分析[J]. 中国中药杂志, 2022, 47(24): 6810-6816.
LYU CG, KANG CZ, YANG J, et al. Problems and strategy of further development of Chinese medicinal materials with edible values[J]. China J Chin Mater Med, 2022, 47(24): 6810-6816.
- [12] 胡婷婷, 陆艳, 粟月萍, 等. 基于专利视角的全国药食同源品种研发分析[J]. 中国科技信息, 2022(1): 13-16.
HU TT, LU Y, SU YP, et al. Research and development of national medicinal and edible homologous varieties based on patent perspective[J]. China Sci Technol Inf, 2022(1): 13-16.
- [13] XIAO ZY, DENG Q, ZHOU WX, et al. Immune activities of polysaccharides isolated from *Lycium barbarum* L. What do we know so far? [J]. Pharmacol Ther, 2022, 229: 107921.
- [14] LIANG JJ, LI XH, LEI WZ, et al. Serum metabolomics combined with 16S rRNA sequencing to reveal the effects of *Lycium barbarum* polysaccharide on host metabolism and gut microbiota[J]. Food Res Int, 2023, 165: 112563.
- [15] ZHOU WT, YANG TT, XU WQ, et al. The polysaccharides from the fruits of *Lycium barbarum* L. confer anti-diabetic effect by reg-

- ulating gut microbiota and intestinal barrier[J]. Carbohydr Polym, 2022, 291: 119626.
- [16] LAI WJ, WANG CY, LAI RF, et al. *Lycium barbarum* polysaccharide modulates gut microbiota to alleviate rheumatoid arthritis in a rat model[J]. NPJ Sci Food, 2022, 6(1): 34.
- [17] LIU JF, LI YC, PU QS, et al. A polysaccharide from *Lycium barbarum* L.: Structure and protective effects against oxidative stress and high-glucose-induced apoptosis in ARPE-19 cells[J]. Int J Biol Macromol, 2022, 201: 111-120.
- [18] SUN CX, CHEN X, YANG SP, et al. LBP1C-2 from *Lycium barbarum* alleviated age-related bone loss by targeting BMPRIA/BMPRII/Noggin[J]. Carbohydr Polym, 2023, 310: 120725.
- [19] ZHENG HL, LIANG XF, ZHOU HL, et al. Integrated gut microbiota and fecal metabolome analyses of the effect of *Lycium barbarum* polysaccharide on D-galactose-induced premature ovarian insufficiency[J]. Food Funct, 2023, 14(15): 7209-7221.
- [20] 段晨晨, 赵文晓, 吕琴, 等. 药食同源类中药多糖在功能性保健食品方面的药理作用研究进展[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2022, 24(10): 3844-3850.
- DUAN CC, ZHAO WX, LYU Q, et al. Research progress on pharmacological effects of medicinal and edible polysaccharides in functional health foods[J]. Mod Tradit Chin Med Mater Med World Sci Technol, 2022, 24(10): 3844-3850.
- [21] 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.
- [22] 王宇, 任雪阳, 李留洋, 等. 基于数据挖掘和复杂网络的枸杞子提取物保健食品组方规律及质量控制分析[J]. 食品与发酵工业, 2023, 1-11.
- WANG Y, REN XY, LI LY, et al. Analysis on formula regularity and quality control of health food containing *Lycium barbarum* extract based on data mining and complex network[J]. Food and Fermentation Industries, 2023, 1-11.
- [23] 钟叶, 裴志斐, 王博龙. 抗疲劳药食类产品基本分析及其中药使用规律研究[J]. 中成药, 2023, 45(7): 2447-2450.
- ZHONG Y, PEI ZF, WANG BL. Basic analysis of anti-fatigue medicine and food products and study on the law of traditional Chinese medicine use[J]. Chin Tradit Pat Med, 2023, 45(7): 2447-2450.
- [24] 华玥, 刘建书, 袁立霞, 等. 基于中医辨证理论对中药保健食品功能的探讨[J]. 中华中医药杂志, 2022, 37(9): 5005-5008.
- HUA Y, LIU JS, YUAN LX, et al. Discussion on health care functions of domestic health food formulated with traditional Chinese medicine based on Chinese medicine theory[J]. China J Tradit Chin Med Pharm, 2022, 37(9): 5005-5008.
- [25] MIKKELSEN MB, OYVIND H, TOR M, et al. Cost-effectiveness of 20-valent pneumococcal conjugate vaccine compared with 23-valent pneumococcal polysaccharide vaccine among adults in a Norwegian setting[J]. Cost Eff Resour Alloc, 2023, 21(1): 52.
- [26] 张芳, 郭盛, 钱大玮, 等. 枸杞多糖的提取纯化与分子结构研究进展及产业化开发现状与前景分析[J]. 中草药, 2017, 48(3): 424-432.
- ZHANG F, GUO S, QIAN DW, et al. Research progress on extraction, purification, and molecular structural elucidation of active polysaccharide from *Lycium Fructus* and analysis on its industrial development status and prospect[J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2017, 48(3): 424-432.
- [27] HE ZD, MA TY, ZHANG WW, et al. Heat-induced gel formation by whey protein isolate-*Lycium barbarum* polysaccharides at varying pHs[J]. Food Hydrocoll, 2021, 115: 106607.
- [28] HU JX, LIU JF, HUANG XY, et al. Efficient extraction of polysaccharides from *Lycium barbarum* L. by aqueous two-phase system combined with tissue-smashing extraction[J]. Ind Crops Prod, 2022, 184: 115036.
- [29] CHEN DJ, GUO S, ZHOU JF, et al. Chemical constituents from *Lycium barbarum* (Solanaceae) and their chemophenetic significance[J]. Biochem Syst Ecol, 2021, 97: 104292.
- [30] CHEN H, ZHANG WJ, KONG JB, et al. Structurally diverse phenolic amides from the fruits of *Lycium barbarum* with potent α -glucosidase, dipeptidyl peptidase-4 inhibitory, and PPAR- γ agonistic activities[J]. J Agric Food Chem, 2023, 71(29): 11080-11093.
- [31] 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.

(编辑:董宇)