

## 菊资源国内外专利布局现状与开发利用策略

韦诗冰<sup>1</sup>, 常相伟<sup>1,2,3,4,5\*</sup>, 吴德玲<sup>1,2\*</sup>, 宿树兰<sup>6</sup>, 严辉<sup>6</sup>, 魏丹丹<sup>6</sup>, 彭代银<sup>1,2</sup>

1. 安徽中医药大学药学院, 安徽 合肥 230012
2. 省部共建安徽道地中药材品质提升协同创新中心, 安徽 合肥 230012
3. 安徽省中医药科学院药物制剂研究所, 安徽 合肥 230012
4. 药物制剂技术与应用安徽省重点实验室, 安徽 合肥 230012
5. 现代药物制剂安徽省工程技术研究中心, 安徽 合肥 230012
6. 南京中医药大学 江苏省中药资源产业化过程协同创新中心, 江苏 南京 210023

**摘要:** 我国菊资源丰富, 花序为其主要药用部位, 其种植、采收过程的茎叶及根等非药用部位常被废弃。菊非药用部位同样含有丰富的资源性化学成分, 具有多种药理作用, 开发利用前景广阔。以国家知识产权局专利数据库和 Patsnap 专利数据库为数据源, 对菊资源国内外专利进行系统整理分析, 从发展趋势、全球分布、申请人构成、技术领域、技术生命曲线、技术生长率及专利质量等多个角度阐述菊资源当前专利的活动特征, 揭示菊资源产业发展态势及资源化利用现状。在此基础上, 进一步系统梳理菊花及菊非药用部位资源性化学成分特点及其潜在资源价值, 并基于循环经济发展理念提出精细高值化、转化增效、粗放低值化及文旅融合特色化的菊资源多元化开发利用策略与途径, 为提升菊资源利用效率, 延伸菊资源经济产业链, 推动碳达峰、碳中和目标实现提供研究思路和理论依据。

**关键词:** 菊; 菊花; 资源; 专利布局; 非药用部位; 开发利用策略

**中图分类号:** R282 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2024)08-2800-12

**DOI:** 10.7501/j.issn.0253-2670.2024.08.029

## Current status of domestic and foreign patent layout of *Chrysanthemum morifolium* resources and their development and utilization strategies

WEI Shibing<sup>1</sup>, CHANG Xiangwei<sup>1,2,3,4,5</sup>, WU Deling<sup>1,2</sup>, SU Shulan<sup>6</sup>, YAN Hui<sup>6</sup>, WEI Dandan<sup>6</sup>, PENG Daiyin<sup>1,2</sup>

1. College of Pharmacy, Anhui University of Chinese Medicine, Hefei 230012, China
2. MOE-Anhui Joint Collaborative Innovation Center for Quality Improvement of Anhui Genuine Chinese Medicinal Materials, Hefei 230012, China
3. Institute of Pharmaceutics, Anhui Academy of Chinese Medicine, Hefei 230012, China
4. Anhui Province Key Laboratory of Pharmaceutical Preparation Technology and Application, Hefei 230012, China
5. Anhui Province Engineering Technology Research Center of Modernized Pharmaceutics, Hefei 230012, China
6. Jiangsu Collaborative Innovation Center of Chinese Medicinal Resources Industrialization Process, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023, China

**Abstract:** *Chrysanthemum morifolium* resources are abundant in China, and the inflorescences are the main medicinal part of the plant. Non-medicinal parts such as stems, leaves and roots are usually discarded in the process of cultivation and harvesting of *Chrysanthemum morifolium*. The non-medicinal parts of *Chrysanthemum morifolium* also contain plentiful resource chemical components and pharmacological effects, with broad prospects for development and utilization. A systematic analysis of domestic and

**收稿日期:** 2023-11-01

**基金项目:** 国家自然科学基金资助项目 (82104701); 国家自然科学基金资助项目 (81973485); 安徽省高校优秀青年科研项目 (2022AH030064); 药物制剂技术与应用安徽省重点实验室开放基金项目 (2021KFKT10); 中央本级重大增减支项目 (2060302); 国家中医药多学科交叉创新团队 (道地药材生态化与资源可持续利用) 支持计划项目 (2021); 国家现代农业产业技术体系建设专项资金资助 (CARS-21)

**作者简介:** 韦诗冰, 女, 硕士研究生, 研究方向为中药资源循环利用。E-mail: weishibing2022@163.com

**\*通信作者:** 常相伟, 研究员, 从事中药资源化学与资源循环利用研究。E-mail: chxwing@163.com

吴德玲, 教授, 从事天然药物化学及中药物质基础研究。E-mail: dlwu7373@ahctm.edu.cn

foreign patents for *Chrysanthemum morifolium* resources was carried out based on the patent database of China National Intellectual Property Administration and Patsnap. Then the current patent activity features and development trend and current utilization status of *Chrysanthemum morifolium* resources were explored from the perspective of development trend, global layout, composition of applicants, technology field, technical life curve, technology growth rate and patent quality. On this basis, the chemical composition characteristic and potential resource value of Juhua (*Chrysanthemi Flos*) and its non-medicinal parts were further systematically sorted out in this study. The strategies and approaches of multi-dimensional development and utilization of *Chrysanthemum morifolium* resources were put forward based on the concept of circular economic development, including fine high value, conversion efficiency, extensive low and culture-tourism integration. It would provide the research ideas and theoretical basis for improving the utilization efficiency of *Chrysanthemum morifolium* resources, extending the economy industry chain of *Chrysanthemum morifolium* resources, and promoting the realization of carbon peak and carbon neutrality goals.

**Key words:** *Chrysanthemum morifolium* Ramat.; *Chrysanthemi Flos*; resources; patent layout; non-medicinal parts; strategy of development and utilization

菊花始载于《神农本草经》，为菊科植物菊 *Chrysanthemum morifolium* Ramat. 的干燥头状花序，具有疏散风热、平肝明目、解毒消肿的功效<sup>[1]</sup>。现代研究表明，菊花含有丰富的黄酮类、酚酸类、挥发油类、多糖类、核苷类及氨基酸类等多类型资源性化学成分<sup>[2-5]</sup>，具有抗氧化、抗炎、抑菌、降血糖、保肝、调节机体免疫力、保护心血管系统、调节肠道微生态等多种生物活性<sup>[6-7]</sup>。随着菊资源产业链的拓展延伸，菊花已广泛用于医药、食品、保健品及化工等多个领域<sup>[8-9]</sup>。中药专利是中药产业科技发展、技术创新及成果转化的重要指示器，可客观反映中药产业的发展水平和发展趋势<sup>[10-11]</sup>。目前，多围绕化学成分和药理作用 2 方面对菊资源开展研究<sup>[12]</sup>，对于菊资源产业的整体布局及发展趋势尚缺乏系统、全面的规划。因此，从专利角度探讨菊资源产业发展态势及开发利用现状，将有效推动菊资源产业提质增效及高质量布局。

实现碳达峰、碳中和“双碳”目标是我国实现高质量发展的内在要求，也是推进经济社会发展全面绿色转型的必然选择<sup>[13]</sup>。提升中药资源废弃物及副产物的利用效率及经济效益，是促进中药产业降碳减排，推动“双碳”目标实现的重要途径<sup>[14]</sup>。我国每年产干菊花药材约  $3.5 \times 10^4$  t，而采摘花序后产生的 4~6 倍花序生物量的茎叶及根等非药用部位被废弃，造成巨大的资源浪费和环境污染<sup>[15]</sup>。研究表明，菊非药用部位同样含有丰富的资源性化学成分和药理作用<sup>[16-17]</sup>。历代本草对菊茎叶及根等非药用部位的应用也有记载，如东晋时期《肘后备急方》<sup>[18]</sup>记载治疗肿垂死方：“菊叶一握，捣绞汁一升，入口即活，此神验。冬用其根”。清代《本草纲目拾遗》<sup>[19]</sup>引《本草正》称菊根：“善利水，捣汁和酒服

之，大治癰闭”。明代《本草纲目》<sup>[20]</sup>记载：“（菊）叶可啜、花可饵、根实可药，自本至末，罔不有功”。而目前对菊非药用部位的化学物质和生物活性尚缺少系统性研究，其资源价值未被充分挖掘和释放，资源化利用策略与途径还有待进一步研究。

因此，本文利用国家知识产权局专利数据库及 Patsnap 专利数据库提供的专利信息，从发展趋势、全球分布、申请人构成、技术领域、技术生命曲线、技术生长率及专利质量等多个维度分析菊资源国内外专利布局现状，厘清菊资源产业发展脉络，揭示菊资源开发利用现状。在此基础上，对菊花及菊非药用部位的资源性化学成分、生物活性及潜在应用价值进行归纳总结，并基于中药资源循环经济发展理念构建精细高值化、转化增效、粗放低值化及文旅融合特色化的菊资源多层次、多途径资源化利用策略，为推动菊资源产业绿色高质量可持续发展及碳达峰、碳中和目标实现提供理论支撑。

## 1 菊资源专利数据来源及统计分析方法

### 1.1 专利数据分析平台

以国家知识产权局专利数据库和 Patsnap 专利数据库为主要数据来源收集菊资源专利，国家知识产权局专利数据库共收集 105 个国家、地区和组织的专利数据及引文、同族、法律状态等数据信息，在提供常规检索、高级检索、导航检索和专利分析等功能的同时还支持中文、英文、日语、法语等 9 种语言版本查询，检索简便且结果较为可靠。Patsnap 专利数据库共收录超 1.7 亿条全球专利数据，覆盖 164 个国家和地区，可提供精准、多维度、可视化的专利分析，其更新速度及时，检索结果比较全面。

### 1.2 专利数据检索及处理方法

检索关键词：菊花、毫菊、滁菊、贡菊、怀菊、

杭菊、福白菊、祁菊、嘉菊、川菊、*Chrysanthemum morifolium*、*Dendranthema morifolium*、*Chrysanthemi Flos*；检索途径：专利名称或摘要；检索时间：1670 年 6 月—2023 年 11 月；检索范围：世界各国已授权的专利；数据处理：逐一阅读初检结果中的每项专利，去除不相关的专利。

### 1.3 专利数据统计及分析方法

采用“1.2”项下专利数据检索方法共获得菊资源专利 3 439 件，其中菊花专利 3 411 件（国内专利 3 362 件、国外专利 49 件），占总专利数量的 99.19%；菊茎叶及根等菊非药用部位专利 28 件，占总专利数量的 0.81%，均为国内专利。采用 Excel、Origin 软件对菊资源专利进行统计分析及可视化图表展示。

## 2 菊资源专利布局现状分析

### 2.1 专利申请时间维度分析

菊花专利申请最早始于 1989 年，参考专利分析相关文献<sup>[10,21-22]</sup>中专利发展过程的分类方式，根据菊花专利申请数量随时间的变化，将菊花专利发展过程按照时间轴分为以下 6 个阶段（图 1-A）：（1）技术萌芽期（1989—1992 年）：菊花专利申请数量每年均未超过 10 件，累计专利申请仅有 15 项，总体申请数量较少且无突破；（2）技术开创期（1993—2000 年）：自 1993 年开始，历年菊花专利申请数量在 20 件以上，菊花专利申请数量呈现缓慢增长趋势；（3）快速发展期（2001—2005 年）：该阶段菊花专利申请数量快速增长，在 2005 年菊花专利申请数量为 156 件，达到菊花专利申请的第 1 个高峰；（4）技术调整期（2006—2008 年）：该时期菊花专利申请数量逐渐稳定，除 2008 年专利申请数量为 127 件，其他年份专利申请数量均为 118 件；（5）高速发展期（2009—2013 年）：菊花专利申请数量呈现井喷式快速增长，于 2013 年达到菊花专利申请数量的最高峰，该年菊花专利申请数量高达 525 件；（6）技术回落期（2014—2023 年）：2014 年至今，菊花专利申请数量逐年下降，表明近年来菊花产业化开发动力严重不足。与菊花相比，对菊茎叶及根等菊非药用部位知识产权的重视严重不足，菊非药用部位专利的申请起步较晚，申请数量始终较少，截至 2023 年申请总量还不足 30 件（图 1-B）。在 2011 年之前菊非药用部位专利仅有 2 件，从 2012 年开始呈现发展势头，2013 年专利申请数量最多，达 9 件，而从 2014 年起专利申请数量又呈逐步下

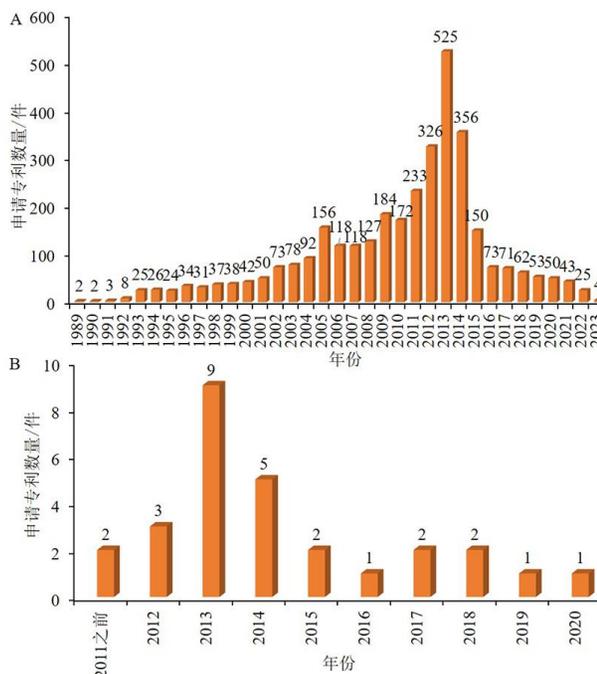


图 1 菊花 (A) 和菊非药用部位 (B) 的专利申请时间维度分析

Fig. 1 Time dimension analysis of patent application for *Chrysanthemi Flos* (A) and non-medicinal parts of *C. morifolium* (B)

降趋势。

### 2.2 专利全球分布情况分析

中药专利申请数量可在一定程度上反映其市场潜力。通过对菊花专利的全球分布进行分析（图 2），结果显示，我国菊花专利申请数量占全球菊花专利申请总量的 98.56%，位居全球之首，其次是韩国（0.82%）、日本（0.26%）和美国（0.18%）。与菊花相比，菊茎叶及根等非药用部位在全球的专利申请数量较少，且全部分布在中国。从我国菊资源专利申请数量在全球中的高占比可看出，我国对菊资源的关注度明显高于其他国家，是全球菊资源最主要的专利布局地。

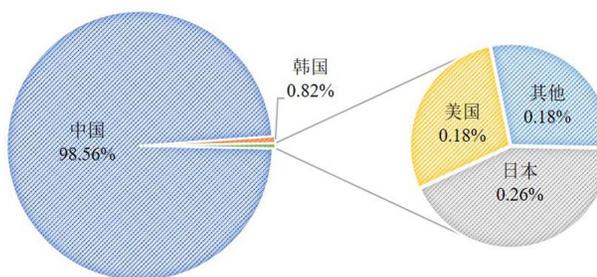


图 2 全球菊花专利分布

Fig. 2 Patent distribution of *Chrysanthemi Flos* in global

### 2.3 中国各省市菊资源专利数量排名及趋势分析

**2.3.1 中国各省市菊花专利申请数量排名及申请趋势分析** 对菊花专利在我国各省市的申请数量进行分析(图 3-A),结果显示,我国多省市都涉及菊花专利申请,其中山东、安徽、广东、北京和河南菊花专利申请数量排名前 5,专利申请数量均在 200 件以上。进一步对我国各省市的菊花专利申请趋势进行分析(图 3-B),结果显示,我国各省市的菊花

专利申请趋势具有较高的相似性,其中山东和安徽的专利申请数量变化幅度较大。我国各省市的菊花专利均呈现先增加后减少的变化趋势,专利申请数量在 2013 年达到峰值后逐年减缓,表明近年来菊花产业研发活力逐渐减弱。

**2.3.2 中国各省市菊非药用部位专利申请数量排名及申请趋势分析** 对菊非药用部位专利在我国各省市的申请数量进行分析(图 4-A),结果显示,目前

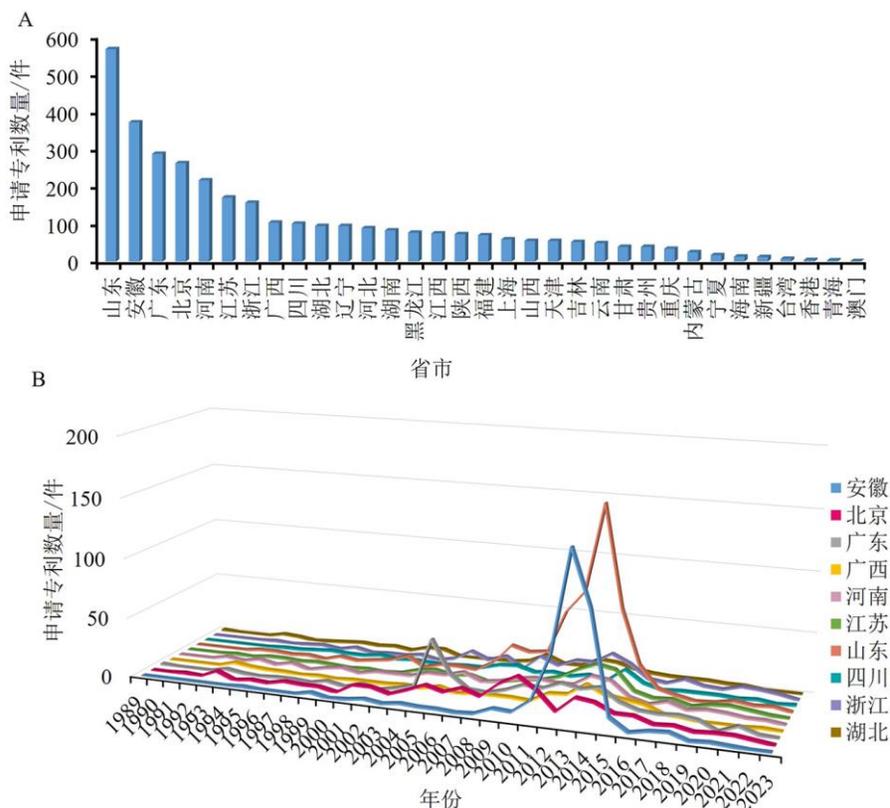


图 3 中国各省市菊花专利申请数量排名 (A) 及申请趋势 (B)

Fig. 3 Application quantities ranking (A) and filing trends (B) of *Chrysanthemi Flos* patents in provinces and cities of China

我国各省市对菊茎叶及根等非药用部位开发利用及知识产权保护的重视程度不足,各省市菊非药用部位专利申请数量均较少,国内只有 8 个省市涉及菊非药用部位专利申请。其中安徽和山东的菊非药用部位专利申请数量排名靠前,专利申请数量分别为 11 件和 5 件。进一步研究发现,我国各省市菊非药用部位专利申请数量尚未呈现明显的变化规律(图 4-B)。

### 2.4 专利申请人构成分析

在菊花专利申请人构成中,个人和企业占比相对较高,分别高达 53.88%和 31.66%,而高校、科研机构及医院占比较少(图 5-A)。对菊非药用部位专利申请人构成进行分析,结果显示,企业、个人和高校申请的菊非药用部位专利最多,申请数量分别

占总量的 42.86%、28.57%和 25.00%(图 5-B)。进一步研究发现,高校与科研机构申请的专利中菊花及菊非药用部位功效物质、药理作用的基础性研究占比分别为 46.03%和 37.59%,个人与企业申请的专利中菊花及菊非药用部位产品开发及产业化应用占比分别为 69.04%和 73.89%。表明在国家科研经费支持下,大部分高校与科研机构的专利申请更倾向于菊花及菊非药用部位化学成分、药理活性的基础性研究,而个人与企业的专利申请则主要聚焦于菊花及菊非药用部位的商业价值与产业化应用,因此推测当前菊资源产业的发展主要以市场应用为主。

对菊花专利申请人进行统计分析,排名前 10 的主要申请人见图 6。结果显示,菊花研究机构较为

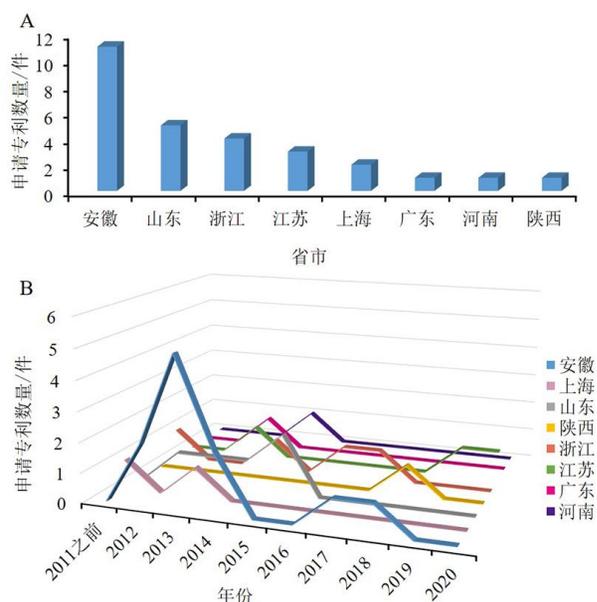


图 4 中国各省市菊非药用部位专利申请数量排名 (A) 及申请趋势 (B)

Fig. 4 Application quantities ranking (A) and filing trends (B) of non-medical part patents of *C. morifolium* in provinces and cities of China

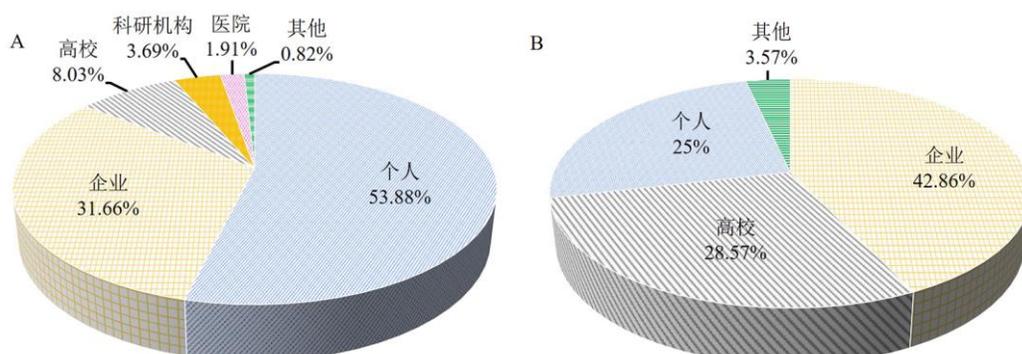


图 5 菊花 (A) 和菊非药用部位 (B) 专利申请人的构成

Fig. 5 Composition of patent applicants of *Chrysanthemi Flos* (A) and non-medical parts of *C. morifolium* (B)

位专利所属 IPC 的分布来看 (图 7), 菊花及菊非药用部位专利涉及的技术主要集中在医药领域 (A61) 和食品领域 (A23), 二者分别占菊花及菊非药用部位专利申请总量的 89.77% 和 64.29%。进一步研究发现, 医药和食品是菊资源产业化开发的主要技术领域, 而其在保健品、化工等领域的技术研发及资源性产品开发的投入较为薄弱。

## 2.6 专利技术生命曲线及技术生长率分析

**2.6.1 菊花专利技术生命曲线及技术生长率分析**  
在专利技术发展过程中, 专利申请数量与专利申请人数量间会呈现周期性变化规律, 称为专利技术生命周期<sup>[23]</sup>, 其可分为萌芽期、发展期、成熟期、衰

分散, 机构类型不唯一。排名前 10 的申请人中, 企业占 70%, 而个人、科研机构 and 高校各占 10%, 可见企业对菊花相关技术的研究及其知识产权保护较为重视。进一步研究发现, 这 10 位申请人共申请专利 167 件, 申请专利数量占总申请量的 4.89%, 其中颜怀伟、泰一和浦 (北京) 中医药研究院有限公司、广州王老吉药业股份有限公司和安徽科技学院的专利申请数量较高。在所申请专利的保护内容上, 大多数申请人则主要关注菊花的功能性产品开发, 如颜怀伟主要以菊花为原料研发防治眼部疾病的药物或保健品, 泰一和浦 (北京) 中医药研究院有限公司则以菊花提取物为主要或次要活性成分开发中药组合物以用于防治多种疾病 (如肝炎、胃溃疡等)。

## 2.5 专利技术领域分析

专利技术领域分布可反映产业的关注焦点和技术发展方向。《国际专利分类表》(International Patent Classification, IPC) 是根据 1971 年签订的《国际专利分类斯特拉斯堡协定》编制的, 是目前国际通用的专利文献分类和检索工具。从菊花及菊非药用部

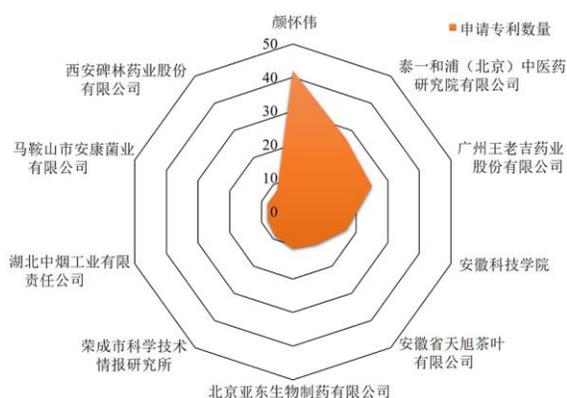


图 6 菊花专利申请数量排名前 10 的申请人  
Fig. 6 Top 10 applicants of *Chrysanthemi Flos* patent application quantities

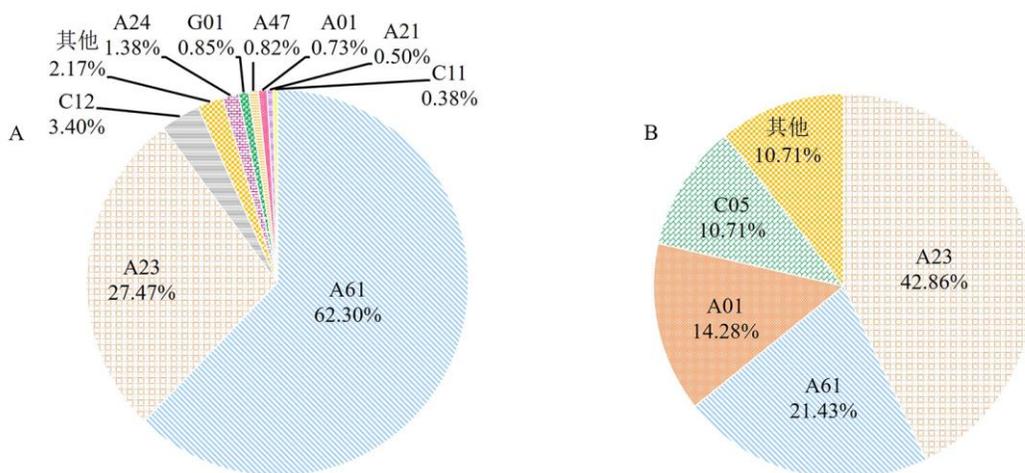


图7 菊花 (A) 和菊非药用部位 (B) 专利主要技术领域分布

Fig. 7 Major technical fields distribution for patents of *Chrysanthemi Flos* (A) and non-medical parts of *C. morifolium* (B)

退期和复苏期。菊花的专利技术生命曲线见图 8-A。由图 8-A 可知，经过快速发展期后，菊花专利申请人数达到 411 位，专利申请数量达到 525 件，标志着菊花专利技术进入成熟期。而自 2014 年以来，菊花专利申请人数与专利申请数量均逐步下降，其生命周期进入衰退期。

专利技术增长率是本年度专利申请数量与过去 5 年内专利申请总量的比值，是专利技术创新的重要衡量指标<sup>[24]</sup>。如图 8-B 所示，菊花的专利技术增长率在 0.02~0.65，整体波动幅度较大，呈现降低-稳定增长-降低的变化趋势。1994—1999 年，菊花专利技术增长率首次呈现下降趋势，该时期的技术仍处于初级开发阶段，菊花资源性产品较少。2000—2013 年，菊花专利技术增长率为 0.26~0.50，该时期菊花的专利技术增长率稳定增长，发展势头良好。2014 年至今，菊花专利技术增长率出现新一轮的下降，到 2023 年菊花专利技术增长率仅为 0.02，表明当前菊花专利技术处于衰退期，仅有少数优势技术领域继续存在。

**2.6.2 菊非药用部位专利技术生命曲线及技术增长率分析** 由图 9-A 可知，菊非药用部位的专利技术先经快速发展期进入成熟期，菊非药用部位专利申请人数量达到 9 位，专利申请数量达到 9 件。随后，菊非药用部位专利申请人数量与专利申请数量快速下降，菊非药用部位专利技术进入衰退期。2017 年至今，菊非药用部位专利申请人数量与专利申请数量呈现新一轮的稳步增长，其生命周期进入复苏期。如图 9-B 所示，菊非药用部位的专利技术增长率在 0~1.8，整体波动幅度较大，呈现先降低后增长的变化趋势。

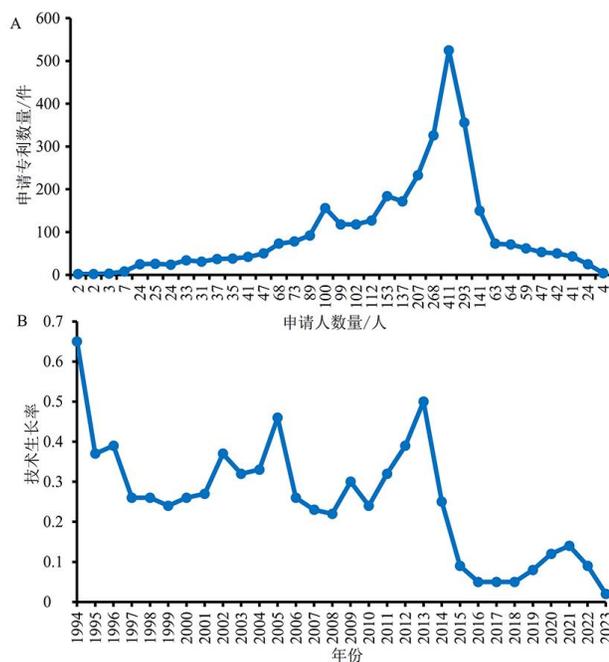


图8 菊花专利的技术生命曲线 (A) 和技术增长率 (B)

Fig. 8 Technical life curve (A) and technology growth rate (B) of *Chrysanthemi Flos* patents

2013—2015 年，菊非药用部位专利技术增长率呈现下降趋势，表明该时期菊非药用部位的技术研发进程缓慢。2016 年至今，菊非药用部位的专利技术增长率持续稳步增长，表明菊非药用部位的资源价值逐步被发现，产业化开发活力进一步被激活。

### 2.7 专利质量分析

专利质量是专利有效利用的基础，是支撑产业创新发展的关键。以专利要求项数、专利被引频次和同族专利数为评价指标对我国及世界其他国家、地区和组织的菊花专利质量进行比较分析，结果显

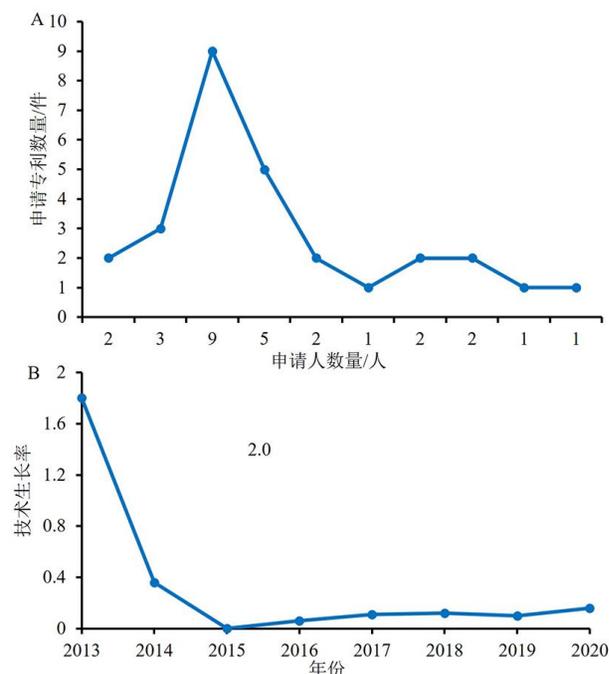


图 9 菊非药用部位专利的技术生命曲线 (A) 和技术生长率 (B)

Fig. 9 Technical life curve (A) and technology growth rate (B) of non-medicinal part patents of *C. morifolium*

示, 我国菊花专利在平均同族专利数和平均专利要求项数上均低于世界其他国家、地区和组织, 表明我国在菊花专利维护方面重视不足, 且申请专利的保护范围较窄。而我国菊花专利在平均专利被引频次上高于世界其他国家、地区和组织, 表明我国在菊花专利相关技术领域方面具有显著优势 (图 10)。

以上菊资源专利分析结果表明, 全球菊资源专利数量庞大, 我国在全球菊资源专利中占据主导地位, 是最主要的菊资源专利布局地及技术来源地。近年来菊资源专利申请数量逐渐下降, 菊资源的研究开发进入技术回落期, 菊花及菊非药用部位资源性产品开发、产业化进程缓慢, 菊资源综合利用效率较低。

### 3 菊资源的开发利用策略

对菊花及菊非药用部位的资源性化学成分及潜在资源价值进行系统整理, 并基于中药资源循环经济发展理念构建菊资源多元化开发利用策略与途径, 以促进菊资源产业绿色高质量发展, 为推动我国“双碳”战略目标实现提供科学依据与技术支撑。

#### 3.1 菊花的开发利用策略

**3.1.1 精细高值化开发利用策略** 菊花中含有丰富的黄酮类资源性化学成分。研究表明, 菊花总黄酮

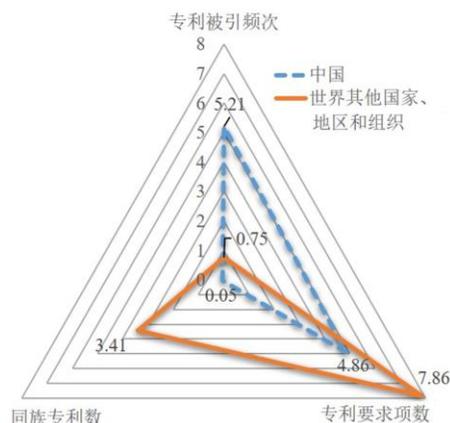


图 10 中国与世界其他国家、地区和组织组织的菊花专利质量比较

Fig. 10 Quality comparison of *Chrysanthemi Flos* patents between China and other countries, regions and organizations in world

含药血浆可促进 B 淋巴细胞瘤-2 (B-cell lymphoma-2, *Bcl-2*) mRNA 的表达, 抑制 *Bcl-2* 相关 X 蛋白 mRNA 的表达, 进而抑制泪腺上皮细胞凋亡, 具有开发为防治干眼症疾病药物或保健品的潜力<sup>[25]</sup>。菊花中黄酮类成分还可用于治疗高血压、高血糖、高血脂, 提示可以菊花为主要原料, 开展具有降血压、降血糖、调血脂等功能的医药产品及保健品开发<sup>[26-28]</sup>。菊花中黄酮类物质能够抑制磷脂酶 A2, 调节甘油磷脂和鞘脂代谢途径, 延缓急性肝损伤的病理过程, 表明该类物质具有研发为保肝药物或保健品的潜力<sup>[29]</sup>。以异绿原酸 A 为代表的酚酸类成分能够调节肌肉合成, 降解相关的蛋白质表达, 减轻肌肉减少症并恢复肌肉功能, 可用于制备治疗或改善肌肉减少症的药物或保健品<sup>[30]</sup>。此外, 菊花中黄酮类和酚酸类组分还具有良好的保护心血管和保护神经系统活性, 提示其在生物药品和保健食品领域具有开发前景<sup>[31-34]</sup>。

研究表明, 杭白菊精油具有较好的解热、抗病毒活性, 表明该类成分具有研发为解热、抗病毒药物及保健品的潜力<sup>[35]</sup>。菊花挥发油具有较强的抑菌作用, 可考虑以挥发油为原料制备能够延长果蔬腐烂变质时间, 维持果蔬鲜度的复合保鲜膜<sup>[36]</sup>。菊花挥发油类和黄酮类物质还具有良好的抗炎、镇静助眠作用, 可开发具有特色优势的抗炎、镇静助眠药物或保健品<sup>[37-39]</sup>。菊花还含有大量的多糖类资源性化学成分, 其具有降血糖、防治结肠炎等生物活性, 可用于药物制剂及保健产品开发<sup>[40-41]</sup>。菊花多糖可

调节大鼠肉瘤、人肝型脂肪酸结合蛋白和氨基酸转运载体溶质载体家族1成员5蛋白的表达,减轻肠道病变,增强肠道稳态,增加氨基酸摄取,促进肠道蠕动,缓解便秘,提示菊花多糖可开发为调节肠道微生态的药物或保健品<sup>[42]</sup>。进一步研究发现,菊花中丰富的多糖类和酚酸类成分具有抗氧化、调节免疫等功能,可作为日化产品及中兽药的原料加以利用<sup>[4,43-45]</sup>。菊花中多糖类和黄酮类成分还具有显著的抗肿瘤作用,被认为是优质的抗肿瘤药物或保健品原料<sup>[46-47]</sup>。三萜类成分也是菊花的重要活性成分,其中绞股蓝皂苷 XXVII 的相对含量高达 3.80%,该类成分具有抗肿瘤、调血脂及保护神经系统作用,可用于制备治疗相关疾病的药物<sup>[48]</sup>。此外,菊花中核苷类及氨基酸类成分的总含量高达 27.43 mg/g,具有丰富的营养价值,可考虑开发为具有抗疲劳作用的功能性饮料和营养补充剂<sup>[49]</sup>。

**3.1.2 转化增效开发利用策略** 菊花中黄酮类成分主要是以黄酮糖苷的形式存在,可通过发酵转化技术利用乳酸菌发酵去糖基化将不易被人体吸收的黄酮糖苷转化成较易吸收的黄酮苷元,提高黄酮类化合物的生物利用率<sup>[50]</sup>。菊花中含有丰富的多糖类成分,可作为微生物的营养来源,在代谢过程中分泌果胶酶、纤维素酶等多种胞外酶,促使组织细胞破裂,从而利于资源性化学成分的溶出,提高资源性成分的利用率<sup>[51]</sup>。获取挥发油类、黄酮类及酚酸类等资源性成分后,可采用生物转化技术对菊花药渣进行发酵,使其转化为木糖醇、乳酸、生物乙醇,显著提高菊资源的经济效益。同时,可继续利用生物质热解技术将菊花药渣降解形成生物质焦油、生物质醋液和生物质燃气等资源性产品,也可以菊花药渣为原料发酵转化为纤维素酶、热解炭化为生物炭及复合炭基生物肥等系列产品,以实现源于农田、归于农田的菊资源循环利用模式。菊花药渣成分复杂多样,其中仍含有天然抑菌物质,可通过固化成型物理转化方法将菊花药渣制备成具有抑菌作用的纤维板、木塑板、功能性纸张等资源性产品,不仅能够减少木材的砍伐及化学防腐剂的使用,还能解决菊花废弃物的利用与处置问题<sup>[52]</sup>。经生物机械处理后可将菊花药渣开发成一种低成本、可再生、可用于产品包装的全植物纤维发泡缓冲材料。以菊花药渣中的木质素为原料与大豆蛋白/氧化蔗糖交联成膜制备出可降解缓解地膜,有利于调节地温,改善土壤结构,提高作物产量。

**3.1.3 粗放低值化开发利用策略** 粗放低值化是指药渣等废弃物不经加工处理或仅简单加工,直接用于肥料、饲料等的简单利用方式<sup>[53]</sup>。经提取纯化后的菊花药渣仍具有一定的抗菌、抗病毒、提高免疫力作用,可开发成畜牧饲料或饲料添加剂用于家禽、家畜及水产养殖中,在提高动物免疫力、减少动物患病风险的同时,还能使动物快速增肥、提高效益。菊花药渣材质轻,通气性好且含有一定的铁、磷、钾等有机元素,可作为田间肥料加以开发。菊花药渣亦可作为燃料或热量直接燃烧,从而减少煤炭的使用。此外,以菊花药渣为原料制备的栽培基质,不仅能为蔬菜、水果提供营养,还能避免使用传统化肥带来的副作用及土壤中重金属的污染,大大提高菊花废弃物的利用率。

**3.1.4 文旅融合特色化开发利用策略** 2018年9月中共中央、国务院发布了《乡村振兴战略规划(2018—2022年)》<sup>[54]</sup>,提出“产业兴旺是乡村振兴的重点,依托农村特色产业而建设起来的农业特色小镇符合乡村振兴战略的总要求”。特色小镇的建设与乡村振兴理念相契合,有利于吸引城市资源向农村流动,推动乡村地区经济发展。除了作为药用外,作为我国十大传统名花,菊花还具有极高的观赏和食用价值。由于地理环境和加工方法的不同,形成了亳菊、滁菊、贡菊、怀菊和杭菊等各具特色的菊花道地药材。如安徽亳州是全国最大的亳菊种植、加工基地,以古井贡酒、高炉家酒为代表的亳州白酒品牌在全国也享有很高知名度,可以亳菊为主要原料开发具有亳州特色的亳菊酒及亳菊宴,进一步打造亳菊特色文化小镇。滁州旅游资源丰富,可将滁菊文化与旅游资源相融合,在琅琊山醉翁亭、吴敬梓纪念馆等著名旅游点增设园林式菊花茶楼,举办集滁菊采摘、滁菊药膳品尝制作为一体的滁菊文化节活动,实现滁州菊花产业与旅游业高质量发展。桐乡市是杭白菊原产地,被誉为“中国杭白菊之乡”。从南宋至今,桐乡市每年都会举办菊花灯会,开展观菊、赏菊、游览水乡古镇乌镇、参观名人故居等系列活动,可在此基础上修建以杭菊为主题的民宿,逐步打造杭菊特色小镇<sup>[55]</sup>。综上,结合菊花产区特色的文化、旅游产业,打造集菊花采摘、菊花美食品尝和旅游观光为一体的菊花文旅特色小镇,助力乡村产业振兴发展。

## 3.2 菊非药用部位开发利用策略

**3.2.1 精细高值化开发利用策略** 菊茎叶及根等非药用部位中同样含有丰富的资源性化学成分,菊茎

叶中总黄酮、总酚和总多糖含量分别高达 37.89、17.12、70.84 mg/g<sup>[6]</sup>。此外,从菊叶中检测到 4 种核苷类化合物,从菊茎和菊根中均检测到 2 种核苷类化合物,从菊茎、叶、根中均检测到 13 种氨基酸类化合物<sup>[56]</sup>。以上研究表明,菊非药用部位与花序有着相似的化学成分,可有针对性的对菊非药用部位进行精细高值化产品开发,推动菊资源产业高质量发展。

研究发现,菊茎叶提取物可从多个途径改善脂多糖引起的食草动物肠道功能紊乱,可用于制备调节肠道微生态的功能性饲料添加剂、药物或保健品<sup>[57]</sup>。菊茎叶提取物可调节白细胞介素-1 $\beta$  (interleukin-1 $\beta$ , IL-1 $\beta$ )、IL-8 和基质金属蛋白酶 9 的表达,显著改善斑马鱼炎症性肠病,提示可以菊茎叶提取物为原料开发防治炎症性肠病的药物或保健品<sup>[58]</sup>。菊茎叶提取物对急性虹膜睫状体炎及自发性高血压急、慢性眼部疾病也具有较好的防治作用,提示菊茎叶具有研发为防治眼部疾病药物或保健品的潜力<sup>[59]</sup>。菊叶提取物还可改善 D-氨基半乳糖所致化学性肝损伤及对乙酰氨基酚所致药源性肝损伤,显著降低血清中转氨酶水平和脂质过氧化损伤,增加机体谷胱甘肽含量,具有较好的肝损伤保护作用,可进一步研发成保肝药物或保健品<sup>[60]</sup>。由菊叶多糖类、酚酸类及黄酮类成分复配而成的菊叶提取物具有良好的解热、镇痛、镇咳、祛痰、抗炎作用,能够用于防治感冒引起的发热、咳嗽、生痰及炎症反应,在药品和保健产品开发方面具有广阔的应用前景<sup>[61]</sup>。研究表明,菊叶总黄酮具有显著的抗氧化、抗肿瘤、抑菌、调血脂等多种药理活性,有望开发为治疗相关疾病的药物或保健品<sup>[62-64]</sup>。菊茎叶精油具有较强的抑菌和抗炎作用,可考虑开发成抗炎药物、抑菌剂、日化产品、食品调料剂或新型保健食品添加剂<sup>[65]</sup>。菊非药用部位多糖具有较好的改善结肠炎、调节免疫及抗肿瘤作用,提示其在生物药品和保健品领域具有开发前景<sup>[66]</sup>。此外,菊非药用部位中尚含有核苷类及氨基酸类成分,这些成分可作为食品添加剂、抗疲劳功能性饮料及营养补充剂的原料加以应用<sup>[56]</sup>。

**3.2.2 转化增效开发利用策略** 菊茎叶及根中均富含纤维素类资源性物质,可经酶解转化为易吸收利用的糖类成分,并可进一步利用微生物发酵技术或固定化技术将菊非药用部位中半纤维素转化为木糖醇,实现物尽其用、变废为宝,提升菊资源利用效

率及效益<sup>[67]</sup>。经酸预水解,可充分分离菊茎叶及根中的半纤维素与纤维素,得到由纤维素和木质素组成的固体物质,经发酵可获得乳酸或生物乙醇。借助生物质热解技术对菊茎叶及根进行降解处理,使其转化为生物质焦油、生物质醋液和生物质燃气,可有效避免菊废弃物燃烧处置时释放 CO<sub>2</sub> 及粉尘、集中堆放掩埋处置时占用土地资源等环境问题<sup>[68]</sup>。菊茎叶及根经发酵酶转化可生产高品质纤维素酶,二次残渣可经热解炭化获得生物炭,进一步开发为含纤维素酶炭基复合肥产品,还田施用可有效改善土壤物化特性和连作障碍。通过压缩技术可将菊茎叶及根压缩成型,制备成纤维板、木塑板、功能性纸张等产品,提高菊非药用部位的经济价值。此外,以富含纤维素的菊茎叶及根为原料,可制备出具有一定阻隔性、疏水性和抗菌作用的可降解果蔬保鲜材料。经生物机械处理后添加环保型助剂可将菊茎叶及根开发成多功能型预制菜纸浆模型包装,该包装具有较好的抗热油渗透性,可提高食品的保质期。

**3.2.3 粗放低值化开发利用策略** 菊茎叶及根中含有糖类、蛋白质类、核苷类、氨基酸类、维生素类及粗纤维等营养成分,可开发为牲畜、家禽、渔业饲料或饲料添加剂。菊茎叶及根还含有氮、磷、钾等微量元素,可开发为具有适宜孔隙度、基质容重及 pH 值的田间肥料,可较好满足农作物生长所需营养,且不会引起土质退化、土壤板结等问题。菊茎叶及根也可作为燃料或热量直接燃烧,在提供热能和电能的同时,有效缓解菊废弃物的处理压力。此外,为增加土壤肥力、改善土壤通透性、避免土壤重金属污染,可对菊茎叶及根进行腐熟处理,开发为相应的栽培基质以用于蔬菜或果苗的无土栽培。

通过对菊花、茎叶、根中多类型资源性化学物质进行归纳分析,探讨菊花及菊非药用部位资源化利用途径和系统利用策略,以期实现菊资源多层次、多途径、精细化利用与产业化开发。菊资源分级分类多元化利用策略与途径如图 11 所示。

## 4 结语与展望

本研究首先从专利视角探讨菊资源国内外专利布局及开发利用现状,明晰菊资源产业发展趋势。分析结果表明,我国是全球菊资源最主要的专利布局地及技术来源地,占据全球菊资源专利的主导地位。2009—2013 年是全球菊资源专利申请的高速发

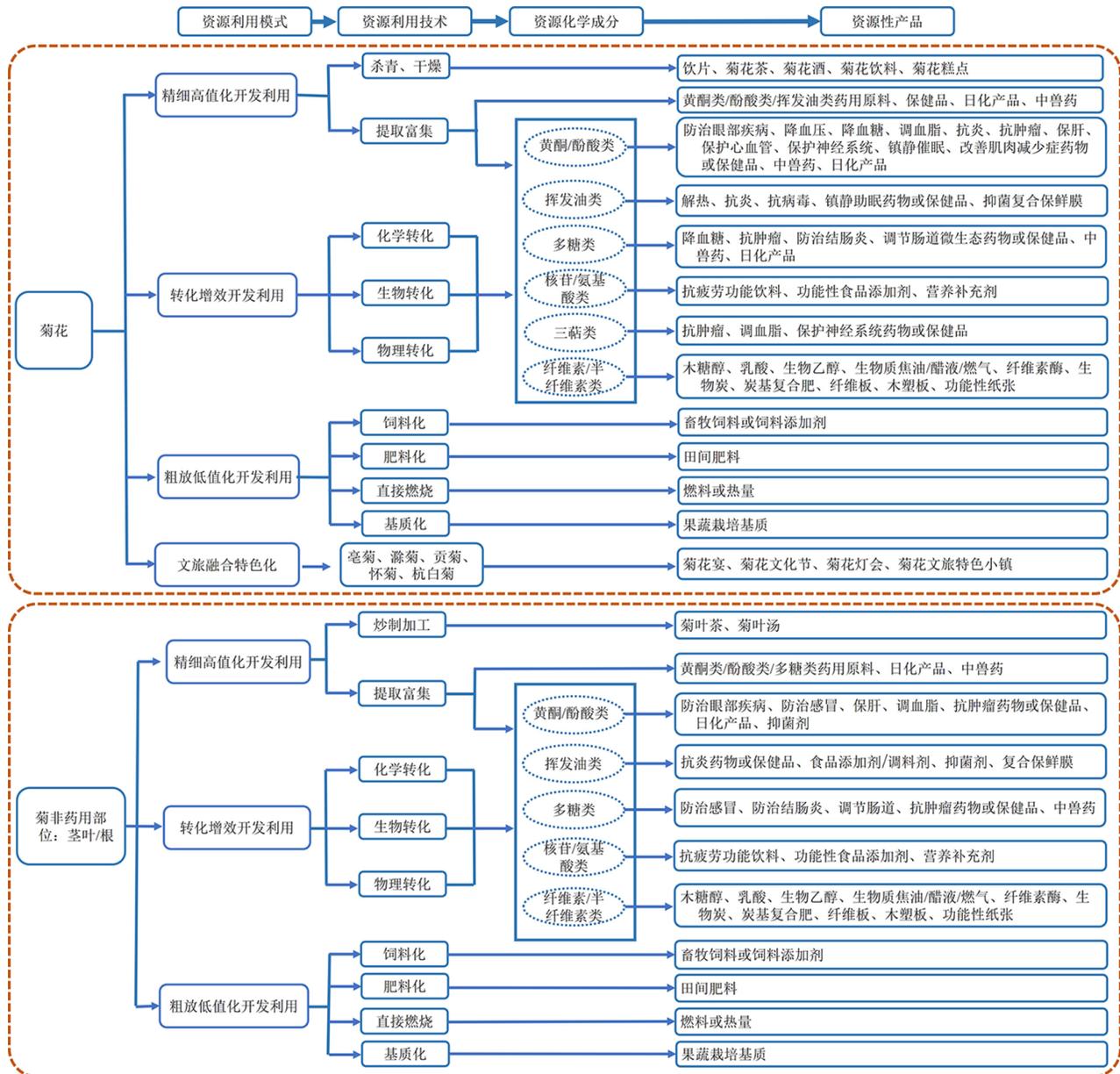


图 11 菊资源分级分类多元化利用策略与途径

Fig. 11 Multi-dimensional utilization strategies and approaches of *C. morifolium* resources based on hierarchical classification

展期，而近年来菊资源专利申请数量呈下降趋势，菊资源研究开发处于技术回落期。医药和食品是菊花及菊非药用部位进行产业化开发的主要技术领域，当前菊资源产业仍面临精深加工及高附加值产品较少、综合利用程度不高、资源价值未得到充分挖掘等问题。基于此，本研究对菊花及菊非药用部位的可利用资源性化学物质及其潜在资源价值进行系统整理与分析，提出并构建精细高值化、转化增效、粗放低值化及文旅融合特色化的菊资源多元化开发利用策略与途径。在中药资源循环经济发展理念指导下，将上述资源化利用策略与现代科学技术

相结合，可有效挖掘菊资源的潜在应用价值，提升菊资源的开发利用效率，延伸菊资源经济产业链，助力我国“双碳”战略目标实现。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] 中国药典 [S]. 一部. 2020: 323-324.  
 [2] Yang M X, Tian X, Zhang M T, et al. A holistic comparison of flavor signature and chemical profile in different harvesting periods of *Chrysanthemum morifolium* Ramat. based on metabolomics combined with bioinformatics and molecular docking strategy [J]. *RSC Adv*, 2022, 12(54): 34971-34989.

- [3] 李君彦, 范氏英, 孙中宣, 等. 福白菊化学成分 LC-MS<sup>n</sup> 定性分析及 HPLC-UV 法多成分含量测定 [J]. 中国药科大学学报, 2019, 50(5): 565-571.
- [4] Wang Y, Chen X T, Zhao P, *et al.* Physicochemical characteristics and immunoregulatory activities of polysaccharides from five cultivars of *Chrysanthemi Flos* [J]. *Food Sci Nutr*, 2022, 10(5): 1391-1400.
- [5] Chang X W, Wei D D, Su S L, *et al.* An integrated strategy for rapid discovery and prediction of nucleobases, nucleosides and amino acids as quality markers in different flowering stages of *Flos Chrysanthemi* using UPLC-MS/MS and FT-NIR coupled with multivariate statistical analysis [J]. *Microchem J*, 2020, 153: 104500.
- [6] Hao D C, Song Y J, Xiao P G, *et al.* The genus *Chrysanthemum*: Phylogeny, biodiversity, phytometabolites, and chemodiversity [J]. *Front Plant Sci*, 2022, 13: 973197.
- [7] Yuan H W, Jiang S, Liu Y K, *et al.* The flower head of *Chrysanthemum morifolium* Ramat. (Juhua): A paradigm of flowers serving as Chinese dietary herbal medicine [J]. *J Ethnopharmacol*, 2020, 261: 113043.
- [8] 魏丹丹, 常相伟, 郭盛, 等. 菊花及菊资源开发利用及资源价值发现策略 [J]. 中国现代中药, 2019, 21(1): 37-44.
- [9] 常相伟, 魏丹丹, 陈栋杰, 等. 药用与茶用菊花资源形成源流与发展变化 [J]. 中国现代中药, 2019, 21(1): 116-123.
- [10] 王彦峰, 宸铁梅, 刘海波. 黄芩专利格局分析 [J]. 中草药, 2019, 50(20): 5117-5124.
- [11] 张芳, 郭盛, 钱大玮, 等. 基于国内外专利分析的枸杞多糖资源产业化途径及策略 [J]. 中国中药杂志, 2016, 41(23): 4285-4291.
- [12] 周衡朴, 任敏霞, 管家齐, 等. 菊花化学成分、药理作用的研究进展及质量标志物预测分析 [J]. 中草药, 2019, 50(19): 4785-4795.
- [13] 慈志敏, 余强, 马鸿雁, 等. 双碳背景下中药制药企业碳足迹产生环节与核算模型 [J]. 中草药, 2022, 53(24): 7980-7988.
- [14] 程海波, 张磊, 付勇, 等. 2023 年度中医药重大科学问题、工程技术难题和产业技术问题 [J]. 中医杂志, 2023, 64(14): 1405-1421.
- [15] 黄振, 柳志勇, 王顺利, 等. 我国药用菊花品种资源调查与产业现状分析 [J]. 中药材, 2020, 43(6): 1325-1329.
- [16] 常相伟, 魏丹丹, 宿树兰, 等. 9 个不同产地菊茎叶中多类型资源性化学成分的分析与评价 [J]. 中国现代中药, 2020, 22(4): 564-572.
- [17] 刘夏进, 李懿, 宿树兰, 等. 药用菊非药用部位的资源化利用现状与展望 [J]. 中草药, 2020, 51(15): 4075-4081.
- [18] 唐慎微. 重修政和经史证类备用本草 [M]. 影印本. 北京: 人民卫生出版社, 1982: 145.
- [19] 赵学敏. 本草纲目拾遗 [M]. 闫志安, 肖培新校注. 2 版. 北京: 中国中医药出版社, 2007: 247.
- [20] 李时珍. 本草纲目 [M]. 点校本. 北京: 人民卫生出版社, 1985: 929.
- [21] 晏宇杭, 周兰玉, 周永峰, 等. 基于 incoPat 专利数据库的白芷专利格局分析 [J]. 中草药, 2021, 52(24): 7728-7738.
- [22] 曾洁, 施晴, 臧振中, 等. 基于全球专利分析的中药制药装备产业技术发展趋势研究 [J]. 中草药, 2020, 51(17): 4373-4382.
- [23] 陈燕, 黄迎燕, 方建国, 等. 专利信息采集与分析 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2006: 244-248.
- [24] 李春燕. 基于专利信息分析的技术生命周期判断方法 [J]. 现代情报, 2012, 32(2): 98-101.
- [25] 田歌, 沈慧, 黄刚, 等. 菊花总黄酮含药血浆对干眼症细胞模型 *Bax* mRNA 及 *Bcl-2* mRNA 表达的影响 [J]. 现代中西医结合杂志, 2019, 28(12): 1269-1272.
- [26] 周秀, 刘静, 李家富. 槲皮素对自发性高血压大鼠血压、肠道菌群及心室重构的影响及机制研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2020, 32(9): 1449-1455.
- [27] 朱良荣, 殷红, 陶锋. 杭白菊总黄酮对糖尿病小鼠血糖及抗氧化能力影响的实验研究 [J]. 中国中医药科技, 2016, 23(2): 163-165.
- [28] Sun J H, Wang Z D, Chen L, *et al.* Hypolipidemic effects and preliminary mechanism of *Chrysanthemum flavonoids*, its main components luteolin and luteoloside in hyperlipidemia rats [J]. *Antioxidants*, 2021, 10(8): 1309.
- [29] Yang M X, Sun S L, Jia X M, *et al.* Study on mechanism of hepatoprotective effect of *Chrysanthemum morifolium* Ramat. based on metabolomics with network analysis and network pharmacology [J]. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci*, 2023, 1222: 123711.
- [30] Kwon D, Kim C, Woo Y K, *et al.* Inhibitory effects of *Chrysanthemum (Chrysanthemum morifolium* Ramat.) extract and its active compound isochlorogenic acid A on sarcopenia [J]. *Prev Nutr Food Sci*, 2021, 26(4): 408-416.
- [31] 年士恒, 陈浩, 俞浩. 滁菊总黄酮对异丙肾上腺素致大鼠急性心肌缺血的影响 [J]. 安徽医学, 2019, 40(12): 1306-1309.
- [32] Zhang L, Lu R R, Xu R H, *et al.* Naringenin and apigenin ameliorates corticosterone-induced depressive behaviors [J]. *Heliyon*, 2023, 9(5): e15618.
- [33] 徐瑞豪, 樊慧, 张莉, 等. 怀菊花中咖啡酰基奎宁酸类化合物通过调节 ERK/MAPK 信号通路改善 LPS 诱导的 HUVEC 血管内皮细胞损伤 [J]. 药学学报, 2019, 54(7): 1207-1213.
- [34] Yang P F, Feng Z M, Yang Y N, *et al.* Neuroprotective caffeoylquinic acid derivatives from the flowers of *Chrysanthemum morifolium* [J]. *J Nat Prod*, 2017, 80(4): 1028-1033.
- [35] 王兆丹, 孙霁寒, 潘天齐, 等. 杭白菊精油对内毒素致新西兰兔发热模型解热作用及机制研究 [J]. 时珍国医国药, 2018, 29(9): 2053-2056.
- [36] Kuang C L, Lv D, Shen G H, *et al.* Chemical composition and antimicrobial activities of volatile oil extracted from

- Chrysanthemum morifolium* Ramat [J]. *J Food Sci Technol*, 2018, 55(7): 2786-2794.
- [37] Kim M, Kim Y, Lee H W, et al. *Chrysanthemum morifolium* and its bioactive substance enhanced the sleep quality in rodent models via Cl<sup>-</sup> channel activation [J]. *Nutrients*, 2023, 15(6): 1309.
- [38] Linck V M, da Silva A L, Figueiró M, et al. Inhaled linalool-induced sedation in mice [J]. *Phytomedicine*, 2009, 16(4): 303-307.
- [39] 张蓓蓓, 陈岩, 贲培玲, 等. 滁菊总黄酮的抗炎作用及部分机制研究 [J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2015, 36(17): 2497-2499.
- [40] 赵凯迪, 王秋丹, 林长青. 菊花多糖对 2 型糖尿病大鼠的降血糖作用 [J]. 食品与机械, 2022, 38(1): 168-174.
- [41] Tao J H, Duan J A, Jiang S, et al. Polysaccharides from *Chrysanthemum morifolium* Ramat ameliorate colitis rats by modulating the intestinal microbiota community [J]. *Oncotarget*, 2017, 8(46): 80790-80803.
- [42] Wang J M, Liang Q X, Zhao Q C, et al. The effect of microbial composition and proteomic on improvement of functional constipation by *Chrysanthemum morifolium* polysaccharide [J]. *Food Chem Toxicol*, 2021, 153: 112305.
- [43] 马力, 唐凤敏, 曾天舒, 等. 菊花多糖和绿原酸免疫调节作用的研究 [J]. 医药导报, 2008, 27(10): 1168-1170.
- [44] 王蔚新, 张俊, 占剑峰, 等. 福白菊胎菊与朵菊粗多糖体外抗氧化活性分析 [J]. 黄冈师范学院学报, 2020, 40(6): 9-13.
- [45] Peng A, Lin L Z, Zhao M M, et al. Classification of edible chrysanthemums based on phenolic profiles and mechanisms underlying the protective effects of characteristic phenolics on oxidatively damaged erythrocyte [J]. *Food Res Int*, 2019, 123: 64-74.
- [46] Liu Y H, Mou X, Zhou D Y, et al. Extraction of flavonoids from *Chrysanthemum morifolium* and antitumor activity *in vitro* [J]. *Exp Ther Med*, 2018, 15(2): 1203-1210.
- [47] 范灵婧, 倪鑫炎, 吴纯洁, 等. 菊花多糖的结构特征及其对 NF- $\kappa$ B 和肿瘤细胞的活性研究 [J]. 中草药, 2013, 44(17): 2364-2371.
- [48] 徐晓俞, 李程勋, 郑开斌, 等. 杭白菊花水提物的 UHPLC-ESI-Orbitrap 质谱联用分析 [J]. 热带亚热带植物学报, 2021, 29(1): 96-104.
- [49] Chang X W, Zhang Z Y, Yan H, et al. Discovery of quality markers of nucleobases, nucleosides, nucleotides and amino acids for *Chrysanthemi Flos* from different geographical origins using UPLC-MS/MS combined with multivariate statistical analysis [J]. *Front Chem*, 2021, 9: 689254.
- [50] 魏朝治, 辛雪, 陈蕾蕾, 等. 乳酸菌在黄酮类化合物生物转化中的应用 [J]. 中国酿造, 2016, 35(10): 13-17.
- [51] 顾俊菲, 宿树兰, 彭珂毓, 等. 丹参地上部分资源价值发现与开发利用策略 [J]. 中国现代中药, 2017, 19(12): 1659-1664.
- [52] 严辉, 张森, 陈佩东, 等. 基于木塑产品开发的中药固体废弃物资源化利用研究 [J]. 中国现代中药, 2017, 19(12): 1677-1682.
- [53] 邹冬倩, 严辉, 周桂生, 等. 姜资源的国内专利和产业化发展趋势分析 [J]. 食品工业科技, 2022, 43(15): 418-427.
- [54] 《乡村振兴战略规划 (2018—2022 年)》主要内容 [J]. 农技服务, 2018, 35(4): 1-10.
- [55] 林雅琦, 诸晓薇, 夏梦娇, 等. 乡村振兴背景下杭白菊产业链延伸策略研究——以白马塘村为例 [J]. 湖北农机化, 2020(09): 39-40.
- [56] 朱琳, 郭建明, 杨念云, 等. 菊非药用部位化学成分分布及其动态积累研究 [J]. 中草药, 2014, 45(3): 425-431.
- [57] 魏丹丹, 段金廛, 宿树兰, 等. 菊茎叶提取物改善肠功能失调的代谢组学研究 [J]. 中草药, 2019, 50(13): 3084-3093.
- [58] Li Y, Liu X J, Su S L, et al. Evaluation of anti-inflammatory and antioxidant effects of *Chrysanthemum* stem and leaf extract on zebrafish inflammatory bowel disease model [J]. *Molecules*, 2022, 27(7): 2114.
- [59] 魏丹丹, 段金廛, 郭盛, 等. 具有防治眼部疾病的菊茎叶活性提取物及其制备方法与应用: 中国, CN 110101731 B [P]. 2021-09-14.
- [60] 魏丹丹, 段金廛, 郭盛, 等. 具有防治肝损伤的菊叶提取物及其应用: 中国, CN 110123859 B [P]. 2022-03-11.
- [61] 魏丹丹, 段金廛, 宿树兰, 等. 具有防治感冒的菊叶活性提取物及其制备方法与应用: 中国, CN 110201020 A [P]. 2019-09-06.
- [62] 刘东顺, 陈春林, 车晓航, 等. 菊花、叶、茎抗氧化活性比较 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2016, 22(18): 40-44.
- [63] 卫强, 徐飞, 邱镇, 等. 菊叶总黄酮抗肿瘤作用初步研究 [J]. 赤峰学院学报: 自然科学版, 2014, 30(20): 72-74.
- [64] Shon J C, Kim W C, Ryu R, et al. Plasma lipidomics reveals insights into anti-obesity effect of *Chrysanthemum morifolium* Ramat leaves and its constituent luteolin in high-fat diet-induced dyslipidemic mice [J]. *Nutrients*, 2020, 12(10): 2973.
- [65] 刘夏进, 李懿, 宿树兰, 等. 菊茎叶精油微乳凝胶剂制备工艺优化及其有效成分测定、抑菌作用评价 [J]. 中成药, 2023, 45(06): 1766-1773.
- [66] Tao J H, Duan J A, Zhang W, et al. Polysaccharides from *Chrysanthemum morifolium* Ramat ameliorate colitis rats via regulation of the metabolic profiling and NF- $\kappa$ B/TLR4 and IL-6/JAK2/STAT3 signaling pathways [J]. *Front Pharmacol*, 2018, 9: 746.
- [67] 张黄琴, 刘培, 董玲, 等. 桔楼植物不同部位资源化利用策略与途径 [J]. 中国现代中药, 2019, 21(1): 45-53.
- [68] 郭盛, 段金廛, 鲁学军, 等. 中药固体废弃物的热解炭化利用策略与研究实践 [J]. 中国现代中药, 2017, 19(12): 1665-1671.