

全球视域下的甘草科研知识图谱构建及可视化分析

何微微¹, 张亚龙², 席少阳², 黄璐琦^{3*}, 晋玲^{2, 4, 5, 6*}

1. 海南科技职业大学, 海南 海口 571137
2. 甘肃中医药大学, 甘肃 兰州 730000
3. 中国中医科学院 中药资源中心, 北京 100700
4. 西北中藏药协同创新中心, 甘肃 兰州 730000
5. 陇药产业创新研究院, 甘肃 兰州 730000
6. 甘肃省珍稀中药资源评价与保护利用工程研究中心, 甘肃 兰州 730000

摘要: 目的 明确甘草研究现状, 把握研究热点和前沿动态, 为经济新常态下的甘草科研创新及甘草产业发展提供科学参考和理论依据。方法 在国内外核心学术期刊数据平台检索 2000 年 1 月 1 日—2021 年 12 月 31 日有关甘草的文献, 运用 Coocaton (COOC) 软件进行数据处理和筛选, 采用 VOSviewer 可视化技术从国家、机构、作者、关键词及期刊等方面对甘草的研究热点、前沿动态及研究主题的时序与地域分布进行梳理和总结。结果 2000—2021 年, 甘草相关研究发文量总体呈多元增长趋势。中国是甘草研究的核心国家, 国内医药院校是甘草科研的主体机构。国际科研环境中对甘草的定位主要是“天然药物甘草”, 研究主题集中于甘草的有效成分、药理活性、作用机制和生长特性; 国内则多以“中药甘草”为研究对象, 在甘草及复方的临床疗效及用药经验总结方面积累了大量科研成果。结论 甘草研究已进入多元、深入的稳定发展阶段, 未来的研究主要是对现有研究成果的补充和拓展; 用药经验的数据挖掘与传统用药规律分析是现阶段甘草的热门研究主题。

关键词: 甘草; 可视化分析; 共现分析; 时空特征; 知识图谱

中图分类号: R282.71 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2024)07-2351-15

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2024.07.021

Construction and visual analysis of scientific knowledge graph of *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma* from global perspective

HE Weiwei¹, ZHANG Yalong², XI Shaoyang², HUANG Luqi³, JIN Ling^{2, 4, 5, 6}

1. Hainan Vocational University of Science and Technology, Haikou 571137, China
2. Gansu University of Chinese Medicine, Lanzhou 730000, China
3. National Resource Center for Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China
4. Northwest Chinese-Tibetan Medicine Collaborative Innovation Center, Lanzhou 730000, China
5. Long-yao Industry Innovation Research Institute, Lanzhou 730000, China
6. Gansu Engineering Research Center for Evaluation, Protection and Utilization of Rare Traditional Chinese Medicine Resources, Lanzhou 730000, China

Abstract: Objective To clarify the current situation of Gancao (*Glycyrrhizae Radix et Rhizoma*) research, to grasp the research hotspots and frontier dynamics, and to provide scientific reference and theoretical basis for the scientific research and innovation of *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma* and the development of the *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma* industry under the new economic normal.

Methods Literature on *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma* was searched from January 1, 2000 to December 31, 2021 on the data platform of core academic journals in and out of China, Coocaton (COOC) software was used for data processing and screening, and VOSviewer visualization technology was used to sort out and summarize the research hotspots, frontier dynamics, and temporal and geographic distributions of the research topics of *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma* in terms of countries, institutions, authors, keywords, and journals.

收稿日期: 2023-10-11

基金项目: 中国工程院战略研究与咨询项目 (GS2021ZDA06); 道地药材生态种植及质量保障项目 (国中医药科技[2020]153 号); 财政部和农业农村部: 国家现代农业产业技术体系项目 (CARS-21); 甘肃省珍稀中药资源评价与保护利用工程研究中心开放基金项目 (GSZXZY202203); 中医药产业创新联合体项目“道地陇药产业化核心技术攻关及质量提升”(23ZDFA013-1)

作者简介: 何微微, 硕士, 助教, 研究方向为药用植物资源开发利用与保护。E-mail: gszydxhww@163.com

***通信作者:** 黄璐琦, 中国工程院院士, 研究方向为中药资源与分子生药学。E-mail: huangluqi@126.com

晋玲, 博士, 教授, 研究方向为中(藏)药资源评价、保护及可持续利用。E-mail: zyxyl@163.com

Results Between 2000 and 2021, the overall trend of *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma* research publications showed a multifaceted growth. China is the core country of *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma* research, and domestic medical colleges and universities are the main institutions of *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma* research. In the international scientific research environment, *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma* is mainly positioned as “natural medicine *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma*”, and the research theme focuses on the active ingredients, pharmacological activity, mechanism of action, and growth characteristics of *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma*; In China, most of the research focuses on “Chinese medicine *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma*”, and a large number of scientific research results have been accumulated in terms of clinical efficacy of *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma* and compound prescription and summarization of medication experience. **Conclusion** Licorice research has entered a diversified, in-depth, and stable development stage, and future research will mainly complement and expand the existing research results. Data mining of medication experience and analysis of traditional medication patterns are popular research topics in *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma* at this stage.

Key words: *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma*; visualization analysis; co-occurrence analysis; spatial and temporal characteristics; knowledge graph

甘草为中医临床常用中药，具有补脾益气、清热解毒、祛痰止咳、缓急止痛、调和诸药的功效^[1]，因其在临床上使用频次高，素有“十方九草”之说。现代研究表明，甘草中含有 400 多个化合物，包括黄酮类（甘草苷、异甘草苷、甘草素、异甘草素）、三萜类（甘草酸、甘草次酸）、二苯乙烯类、香豆素类等多类成分，具有抗肿瘤、抗炎、抗病毒、抗抑郁、抗心律失常、抗氧化、保肝、神经保护以及免疫调节等药理作用^[2-6]。甘草也是药食同源食品，其衍生食品、饮料、甜味剂、抗氧化剂等都在食品行业广受青睐^[7-8]。此外，甘草提取物和部分次生代谢产物具有抗菌消炎、美白祛斑、舒缓抗敏和抗氧化等功效，被广泛添加于各种美容护肤产品中^[9-10]。目前，甘草已从一种传统中药衍生为一类多效益产品，其多维应用和广阔市场依托于海量的科学研究。自 21 世纪以来，一大批科研人员投身“甘草研究”，相关科研成果持续产出，甘草的生长特性、化学成分、药理活性、作用机制等被逐渐阐明，甘草类药品、食品、化妆品等应运而生。截至目前，“甘草科研”热度依旧，但其研究内容繁复零散，研究热点与前沿并不十分清晰，科研热点与行业发展重点也存在偏差。鉴于此，本研究

采用情报学多源数据融合与驱动可视化技术，分析 2000—2021 年甘草研究领域的文献资料，构建作者、发文机构、国家、关键词等甘草科研知识图谱，以期探明甘草的研究现状，明确研究热点和前沿动态，为经济新常态下的甘草科研创新及甘草产业发展提供科学参考和理论依据。

1 资料与方法

1.1 数据来源

本研究以国内外核心论文数据库收录的甘草相关研究文献为基础数据，应用新型文献计量软件 Coocaction (COOC)，通过对数据的综合抽取和清洗进行数据的预处理^[11-12]，具体见表 1。采用主题词检索方式，对 2000—2021 年有关文本数据进行检索与导出，采用 COOC 12.8 软件分别对中、英文文献数据进行提取、去重、合并同义词等标准化处理，最后得到英文文献 383 篇、中文文献 41 819 篇，共计 42 202 篇文献作为本研究的原始数据。

1.2 研究方法

采用 COOC 文献计量分析软件对检索数据进行标准化处理，得到原始数据；再采用 COOC 软件及 VOSviewer 软件对原始数据进行可视化分析和多

表 1 甘草研究的数据来源
Table 1 Data sources for *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma* research

检索设定项目	检索设定内容及结果	
	国际研究数据	国内研究数据
数据库	Web of Sciences (WOS) 核心合集	中国知网、维普、万方数据库
检索主题词	“Gancao” “ <i>Radix Glycyrrhizae</i> ” “ <i>Glycyrrhiza inflata</i> Bat.” “ <i>Glycyrrhiza uralensis</i> Fisch.” “ <i>Glycyrrhiza glabra</i> L.”	“甘草”
文献类型	期刊、论文	期刊、论文
时间跨度	2000 年 1 月 1 日—2021 年 12 月 31 日	2000 年 1 月 1 日—2021 年 12 月 31 日
筛选后的结果	英文文献 429 篇	中文文献 79 880 篇
清洗后的结果	英文文献 383 篇	中文文献 41 819 篇

维关系构建,包括(1)分析发文量、发文期刊、高被引文献,了解甘草科研态势和前沿方向;(2)构建甘草科研网络图谱,明晰甘草研究领域国家、机构、作者间的合作关系;(3)构建关键词共现图谱并进行聚类分析,明确不同时段、地域(国家/省份)间研究热点与前沿动态的分布特征、演化趋势。

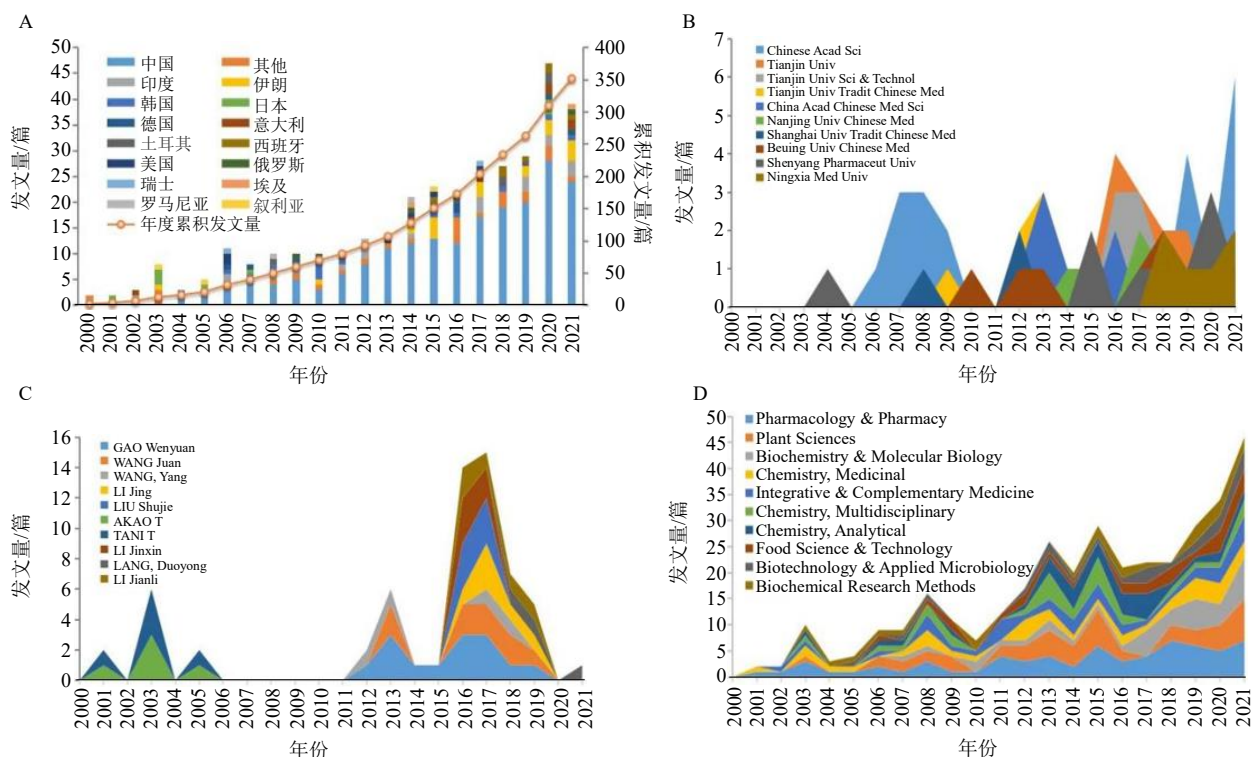
2 结果与分析

2.1 发文量

不同年度发文量的变化能在一定程度上揭示某

一领域学术研究的发展速度和发展趋势,是衡量科研概况的重要指标^[13-14]。以“1.1”项所得文献资料为原始数据,对甘草研究领域高贡献度的国家/省份、机构、作者、学科类别进行年度发文量分析,分别得到甘草研究国际和国内发文量情况(图 1、2)。

由图 1 显示,2000—2021 年,国际社会对甘草的研究热度持续走高,共有 383 篇甘草研究文献被发表(专指收录于 Web of Sciences 核心合集),有 60 个国家、526 个机构、1 879 个作者参与了相关研



A-高产国家年度发文量; B-高产机构年度发文量; C-高产作者年度发文量; D-高频学科类别年度发文量。

A-annual publications volume of high-producing countries; B-annual publications volume of high-producing institutions; C-annual publications volume of high-producing authors; D-annual publications volume of high frequency discipline categories.

图 1 甘草研究国际发文量概况

Fig. 1 Overview of international publications on *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma* research

究。发文量最高的国家(图 1-A)是中国,其次是印度、伊朗、韩国、日本、德国等,中国的发文量自 2004 年起就稳居年度第 1,且年度发文总量远高于其他国家;甘草的国际研究机构中发文量前 10 的机构(图 1-B)均隶属于中国,中国科学院发文最多,其次是中国中医科学院、北京中医药大学、沈阳药科大学、宁夏医科大学等医药类高校和机构;2006 年前,外国学者 AKAO T、TANI T 是甘草科研论文的主要高产作者(图 1-C);2010 年后,中国学者 GAO Wenyuan、WANG Juan、WANG Yang、LI Jing、LIU Shujie 等的发文量持续增加,成为了甘

草研究的中坚力量;据 Web of Science 的学科研究类别,国际学术环境中与“甘草”研究相关的高频学科主要是药理学与药剂学、植物科学、生物化学与分子生物学、化学、医学、综合与补充医学以及食品科学与技术(图 1-D)。由图 2 显示,2000—2021 年,国内甘草研究领域发文量呈现先增后趋于稳定的态势,发文总量可观,共计产出中文文献 41 819 篇,有 34 个省级行政区,22 955 所机构,79 437 名科研人员参与了相关研究。从地域来看(图 2-A),北京和天津是国内甘草研究的核心科研阵地,江苏、山东、广东、湖北、甘肃、浙江、上海

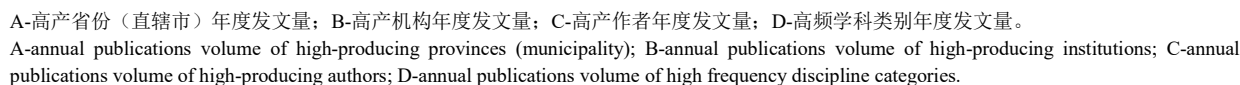
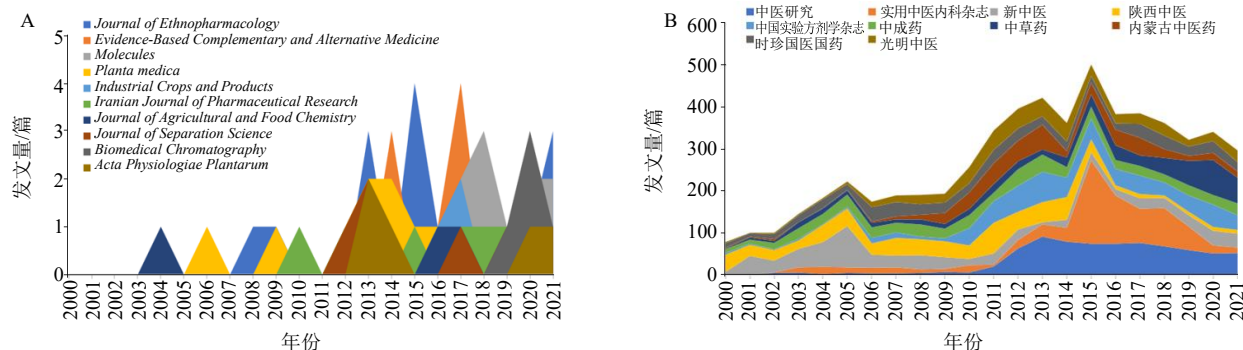


Fig. 2 Overview of publications on *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma* research in China

期刊是学术论文和科学报告最重要的来源和

指标,通过对期刊载文量分布的分析,可确定某一领域的核心方向和研究价值。运用 COOC 12.8 软件对甘草科研论文的发文期刊进行整理分析,并统计载文量前 10 的国际、国内期刊情况,见图 3-A、B。数据分析显示,2000—2021 年,有 208 本国际期刊刊载了甘草研究相关论文,其中载文量前 10 的国际期刊如图 3-A 所示, *Journal of Ethnopharmacology*、*Evidence Based Complementary and Alternative Medicine*、*Molecules*、*Planta Medica* 等期刊收录的论文较多。分析高载文量国际期刊的收稿要求可知,化学成分、药理作用、中药配伍、中医临床应用、临床用药规律分析、分子生物学研究、细胞及基因表达等是甘草国际研究的热门领域。由图 3-B 可知,中医药类专业期刊是国内发表甘草研究论文的主要刊物,其中《中医研究》《实用中医内科杂志》《新中医》3 本期刊的载文量依次排名前 3,各自的载文总量均超过 700 篇。分析高载文量中文期刊的收稿要求可知,中药临床用药规律、化学成分及药理活性是国内甘草研究的热点关注内容。



A-国际研究高载文期刊分布; B-国内研究高载文期刊分布。

A-distribution of journals with high volume of international research articles; B-distribution of journals with high volume of research articles in China.

图 3 甘草研究的高产期刊发文量

Fig. 3 Publications volume of high-yield journals on *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma* research

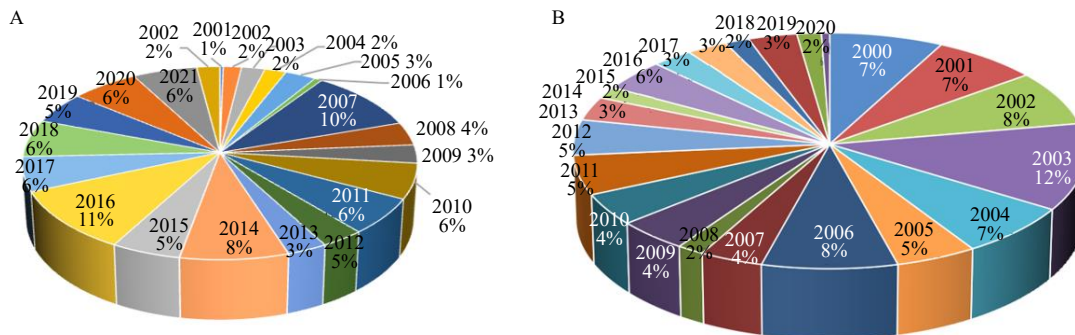
2.3 高被引论文

高被引论文可间接反映该领域科学研究的影响力和热点方向。运用 COOC 12.8 筛选甘草研究领域的高被引文献并进行统计分析, 分别得到甘草研究国际、国内高被引文献年度分布情况, 如图 4-A、B 所示。统计分析显示, 国际研究层面, 甘草研究的高载文期刊与高被引论文间存在一定程度的正相关关系; 2000—2021 年, 共有 43 篇文献的被引频次超过 30 次, 合计被引频次达 5 028 次。从高被引文献年度分布情况 (图 4-A) 来看, 研究时段内甘草的科研热度不断提升并趋于稳定, 发表的高质量论文量较多, 2014 年后, 高被引论文的数量基本都能超过全年发文量的 5%。其中“查耳酮异构酶基因过表达与诱导处理相结合提高甘草毛状根培养物中黄酮类化合物的产生”^[15]一文被引频次最多, 合计 100 多次。国内研究层面, 有 86 篇甘草研究的中文文献被引频次超过 80 次, 合计被引频次达 12 447 次。由图 4-B 显示, 研究时段内高被引文献数量的年度

占比呈现先增后降, 最后趋于稳定的趋势。值得注意的是, 国内甘草研究的大多数高被引文献集中发表于 2000—2006 年, 高被引文献快速积累, 表明“甘草”已逐渐成为一个热门话题, 相关研究也取得了快速的发展。国内发文中引用最高的是兰州大学李明等^[16]发表的“干旱胁迫对甘草幼苗保护酶活性及脂质过氧化作用的影响”。综合来看, 2007 年是“甘草”科研产出的分水岭。2006—2007 年, 国际、国内科研领域均发表了一批数量可观、质量尚佳的甘草研究性论文; 2007 年前, 国内甘草研究论文迅速积累, 奠定了“甘草”科研热的基础; 2007 年开始, 甘草研究在国际科研领域持续走热并稳定产出。

2.4 科研合作

2.4.1 甘草研究领域的全球合作分析 运用 VOSviewer 软件对甘草国际研究数据进行跨地域合作态势可视化分析, 并构建国家合作网络共现图, 见图 5。分析结果显示, 全球有 30 个国家参与了甘草研究, 其中中国的科研产出量最多, 国际发文共



A-国际高被引论文年度分布; B-中国高被引论文年度分布。

A-annual distribution of highly cited articles in international research; B-annual distribution of highly cited articles in China.

图 4 甘草研究的高被引论文年度分布

Fig. 4 Annual distribution of highly cited articles on *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma* research

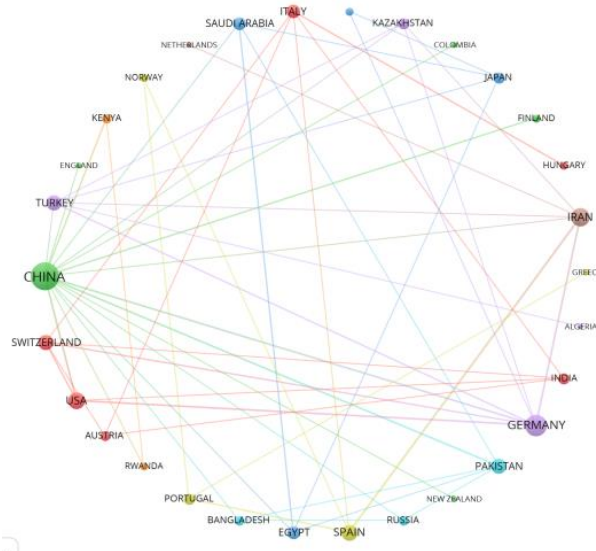
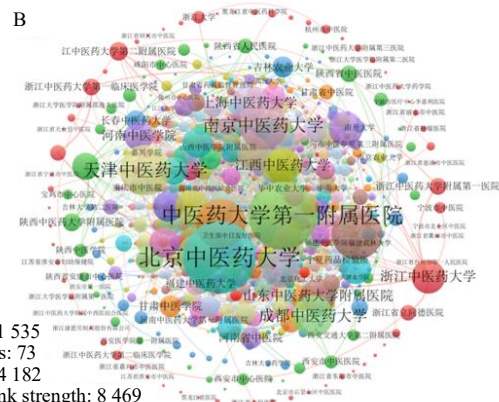
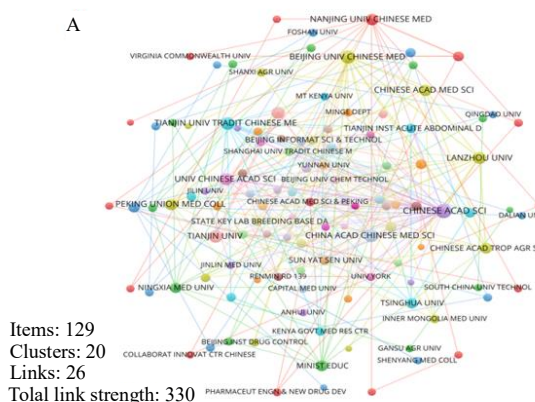


图 5 甘草研究的国家合作网络共现图

Fig. 5 Co-occurrence map of national cooperation on *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma* research

231 篇, 远高于伊朗 (第 2, 31 篇) 和印度 (第 3, 25 篇)。从国际合作来看, 参与甘草研究国际合作最多的国家也是中国, 中国与 16 个国家累计达成甘草科研合作 30 次, 中国与美国、韩国、德国的合作最为频繁, 与伊朗、土耳其、印度等国家的合作较为密切。国际科研合作也催生了一批高质量的甘草研究性论文, 如 2006 年中美合作发表了“中药五味子和甘草激活大鼠孕激素 X 受体并增加华法林清除率”^[17], 被引 146 次; 2013 年比利时、智利、捷克 3 个国家合作研究并发表了高质量论文“采收时间对光果甘草化学特性和生物活性的影响”^[18]。

2.4.2 甘草研究领域的机构合作分析 分析各科研机构的发文量以及机构间的科学协作态势可以反映出甘草研究领域各科研机构的贡献程度以及影响力。运用 VOSviewer 软件分别构建甘草研究国际、国内科研机构合作网络图, 如图 6-A、B 所示。从国际层面 (图 6-A) 来看, 全球共有 129 个机构参



A-国际研究机构合作网络 (频次≥1); B-国内研究机构合作网络 (频次≥5)。

A-cooperation network of international research institutions (frequency ≥ 1); B-cooperation network of research institutions in China (frequency ≥ 5).

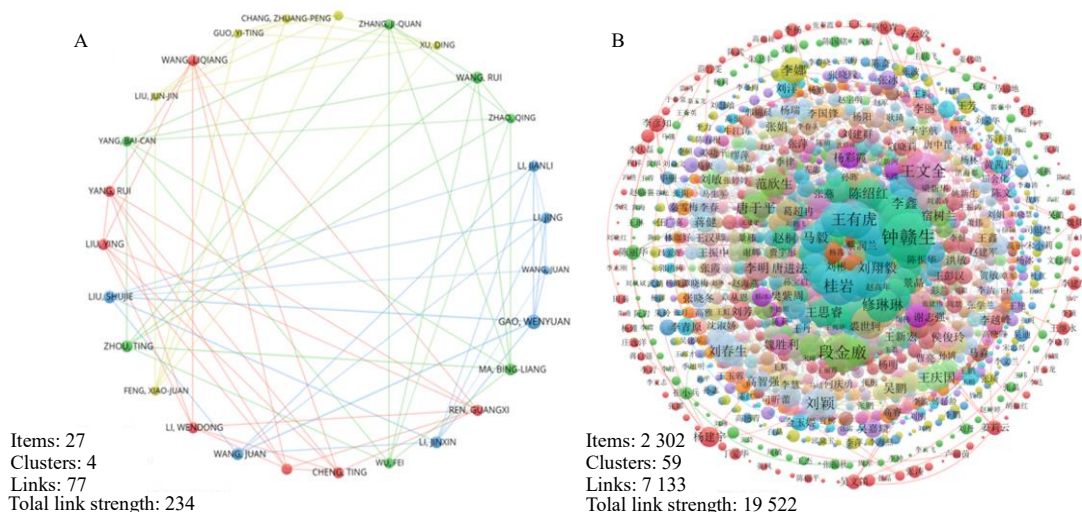
图 6 甘草研究的机构合作网络

Fig. 6 Cooperation network of research institutions of *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma*

与了甘草研究, 机构间合作 26 项, 其中高贡献度机构主要有天津中医药大学、南京中医药大学、中国科学院、上海中医药大学、北京中医药大学、天津大学、沈阳药科大学等; 从国内层面 (图 6-B) 来看, 国内 1 535 个机构参与了甘草研究, 达成合作 4 182 项, 北京中医药大学、南京中医药大学等国内各省市的中医药类高校是甘草研究的主体机构; 其中, 天津中医药大学、北京中医药大学等科研机构在国内、国际甘草科研领域均具有较高的贡献度与影响力。从国内研究机构合作网络来看, 北京中医

药大学的与其他机构间合作频次最高, 与 80 余个机构累计合作 350 余次, 共计发表文章 1 400 余篇; 天津中医药大学次高, 与其他 30 个机构累计合作 300 次, 共计发表文章 600 余篇。

2.4.3 甘草研究领域的作者合作分析 分析科研人员在甘草研究领域的发文量与科研合作频次, 探析甘草研究团队的科研人员构成, 有利于促进科研成果的交流与团队间的协作。运用 VOSviewer 软件分别构建甘草研究的国际、国内作者合作网络图, 如图 7-A、B 所示。由图 7-A 显示, 国际甘草研究



A-国际研究作者合作网络（频次≥1）；B-国内研究作者合作网络（频次≥5）。

A-cooperation network of international authors (frequency ≥ 1); B-cooperation network of domestic authors (frequency ≥ 5).

图 7 甘草研究的作者合作网络

Fig. 7 Cooperation network of authors of *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma* research

领域有 27 位学者协作构成了 4 个科研团体，达成了 77 项科研合作。其中 GAO Wenyuan、LIU Shujie、WANG Juan、LI Jinxin、WANG Rui、MA Bingliang、ZHOU Tian、LI Jing、LIU Ying、REN Guangxi 等学者在甘草研究领域贡献较高，学术影响力较大；以上学者的研究领域主要涉及生物化学与分子生物学、中药复方研究、化学、药理学等；分析学者的背景发现，大多数合作主要发生在具有相同国籍或具有相同机构背景的作者间。由图 7-B 显示，国内甘草研究领域有 2 302 个学者达成合作 7 133 项，作者通过合作关系聚成了多个研究群体，以王文全、王付、段金廛、刘颖、李明、钟赣生、刘春生等为中心的研究群体发文量大且合作密切，表明研究者在甘草研究领域有一定共识基础，但合作主要以机构内部合作为主；国内研究高贡献度作者的研究领域主要涉及药用植物学、中医临床研究、中药学、中药药理学、分子生药学、功能代谢组学研究等领域。综上可知，中国学者是甘草研究的主体人群，但作者合作存在机构、地域局限，建议加强跨背景、跨机构、跨国家的合作以及学科交叉，促进团队合作与学习，为甘草领域的跨越式、多元化发展做出贡献。

2.5 研究热点分析

2.5.1 关键词共现聚类分析 学术论文关键词作为研究核心和学科信息标签，可以反映论文的内容和研究方向，而聚类分析则可以直观地显示关键词之间的关联程度和集群关系，因此关键词共现聚类分析能更

准确地揭示某一领域的研究热点^[19]。本研究运用 VOSviewer 软件，采用余弦相似度算法，对甘草国内外研究的关键词进行共现聚类分析，以连接线的宽度表示节点间的关联强度，相同的颜色表示研究主题相似的关键词聚类集群，分别构建国际、国内甘草研究的关键词共现聚类知识图谱，如图 8-A、B。

由图 8-A 所示，从国际层面看，甘草研究的热点关键词主要是 licorice、*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.、*Glycyrrhiza glabra* L.、glycyrrhizic acid、liquiritin、flavonoids、pharmacokinetics 等，间接反映出甘草的国际研究热点主要是不同来源甘草的化学成分与药理作用；国际论文关键词共现形成了 3 个主要的核心聚类集群，揭示出国际科研环境中甘草研究的 3 大主题：①基于化学方法对甘草有效成分的研究，主要是采用高效液相色谱、指纹图谱、液质联用与气质联用等技术对甘草的化学成分进行提取、分离、测定研究和开展抗氧化、抗炎、抗病毒等活性成分筛选与药动学研究^[20-21]；②基于基原及药理活性对甘草的研究，主要是研究不同来源甘草的药理药效与遗传多样性^[22-23]；③基于生长条件及基因表达对甘草的研究，主要研究影响甘草生长的基因与环境因素及不同生长条件下甘草的生长特性、生源途径、药理活性等^[24-25]。

由图 8-B 所示，国内甘草研究的热点关键词主要有甘草、炙甘草、甘草酸、中医药疗法、用药规律、临床观察、芍药甘草汤、医案等，反映出国内

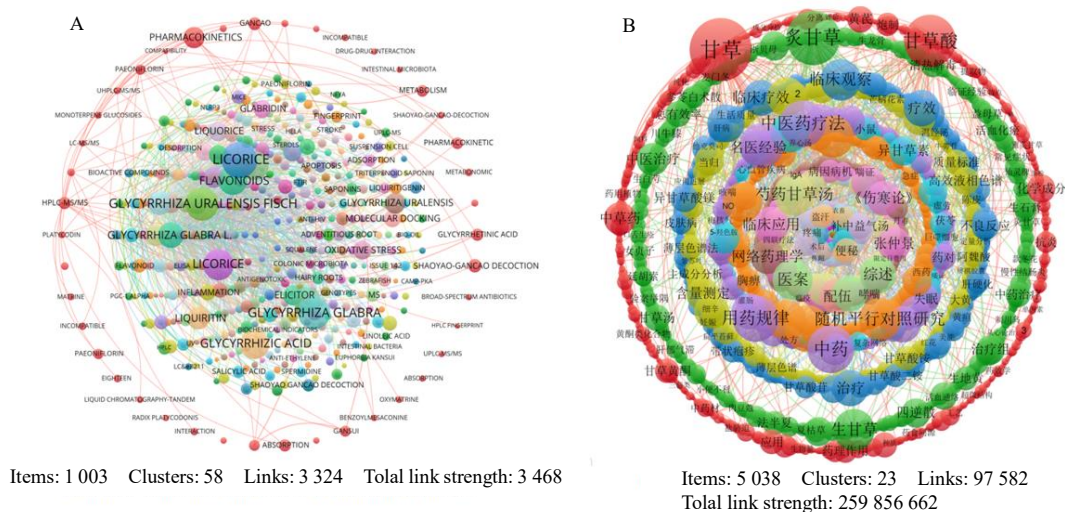
A-国际研究关键词共现聚类图谱 (频次 ≥ 1); B-国内研究关键词共现聚类图谱 (频次 ≥ 5)。A-keyword co-occurrence cluster map of international studies (frequency ≥ 1); B-keyword co-occurrence cluster map of domestic studies (frequency ≥ 5).

图 8 甘草研究的关键词共现聚类图谱

Fig. 8 Keyword co-occurrence cluster map of *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma* research

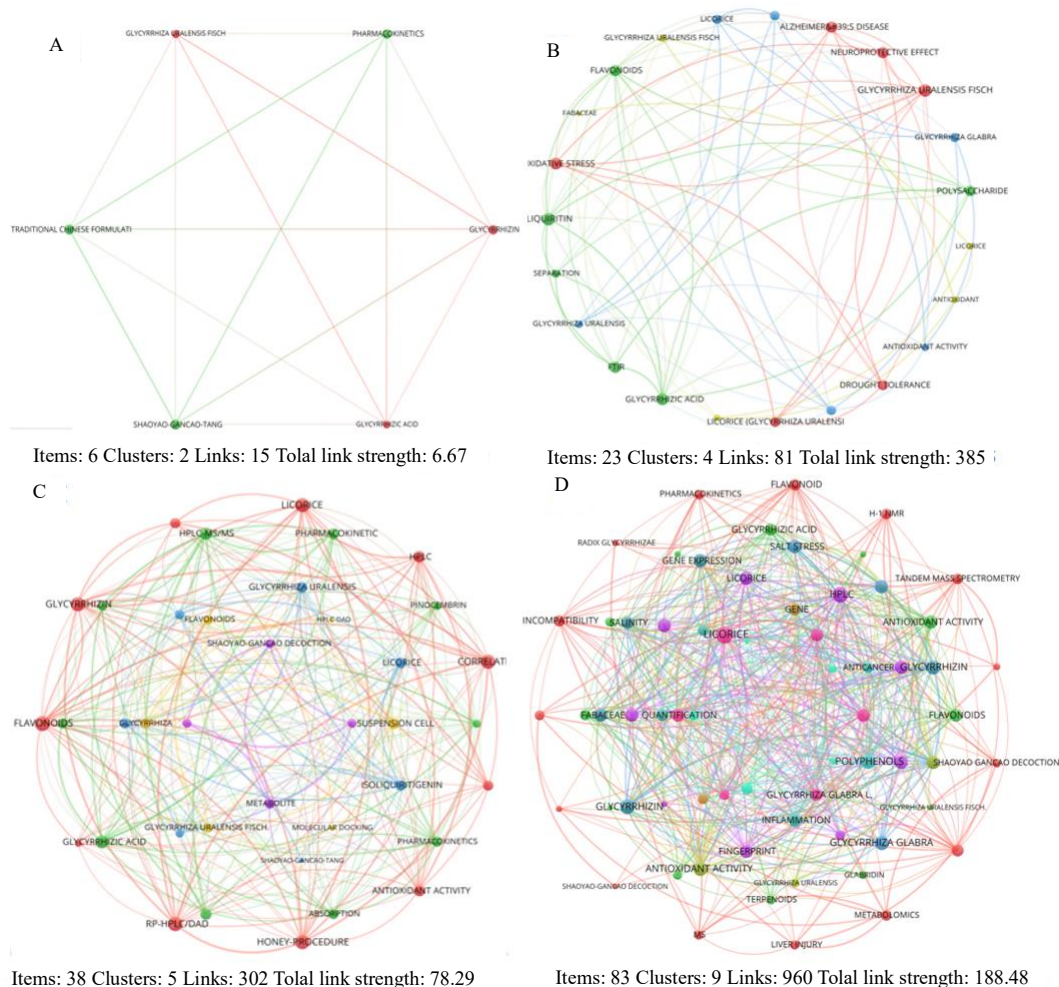
研究的核心热点是甘草的中医临床用药规律；中文文献关键词共现形成了 3 个明显的关键词聚类集群，反映出国内甘草研究的 3 大主题：①对甘草传统功效的现代化应用研究，基于甘草的补脾益气、清热解毒、缓急止痛、调和诸药等传统功效，研究甘草在肝炎、肿瘤、炎症等西医临床疾病诊治中的应用与疗效^[26-28]；②对甘草化学成分与药理活性的研究，采用现代分析技术与方法，对甘草及其复方制剂开展有效成分的提取、分离、鉴定研究及活性成分筛选与作用机制研究^[29-31]；③甘草及其复方的中医临床应用研究，从中医临床用药特点出发，探析中药甘草的配伍规律、临床疗效与药理作用^[32-34]。

2.5.2 时间视角下的甘草研究热点演变分析

(1) 国际研究热点的演变历程：依据甘草的国际研究发展历程，探析时间视角下不同发展期的研究热点，将 2000—2021 年的国际文献数据分段分析，得到 4 组关键词共现图谱（图 9），反映了甘草国际研究的 4 个发展时期。①萌芽期（图 9-A）：该时期（2000—2005 年）的研究内容普遍浅显，主要是甘草复方的疗效研究和甘草化学成分提取分离方法的建立。如 Tan 等^[35]建立了乙醇-磷酸盐双水相体系从甘草中的分离甘草酸的方法；Wang 等^[36]建立了从甘草中提取甘草酸的多级逆流提取工艺。这些研究虽然简单浅显，但为后续的研究奠定了技术基础。②发展期（图 9-B）：该时期（2006—2010 年）甘草化学成分的提取分离技术基本成熟，关于甘草

药理作用的研究逐渐增多。另外，随着野生甘草资源的短缺，甘草的种植技术及栽培品的质量控制成了研究热点。如 Pan 等^[24]研究发现盐胁迫和干旱胁迫可以诱导甘草的氧化应激；Hou 等^[37]研究了低光照对甘草根次生代谢产物生长和积累的影响。③成熟期（图 9-C）：随着甘草活性成分的明确以及色谱、质谱等技术的成熟，该时期（2011—2015 年）的研究热点集中于甘草及其复方的药理作用以及代谢机理研究。如 Shen 等^[38]研究了 HPLC 指纹图谱法测定芍药、甘草单用和联合用药的特征有效成分在大鼠体内的药动学，揭示了芍药甘草汤组分化合物的相容性。④稳定期（图 9-D）：该时期（2016—2021 年）的研究重点也是甘草的药理作用和代谢机制，但内容更加深入复杂，主要是基于细胞代谢水平下的甘草药效与作用机制研究。如 Wang 等^[39]研究发现甘草中三萜类和黄酮类化合物的吸收机制主要是被动扩散通过人体肠道 Caco-2 细胞单层。纵观甘草的国际研究热点演变历程可以发现，其研究过程经历了从浅显到深入、从技术方法到原理机制、从基础研究到应用研究、从传统中药到天然药物的完整过程，目前已经深入到了细胞水平的代谢机制研究且趋于稳定。

(2) 国内研究热点的演变历程：将 2000—2021 年的甘草研究中文文献数据分段分析，得到时间视角下不同发展期的 3 组关键词共现图谱（图 10），反映了国内甘草研究的 3 个发展阶段。①兴起阶段

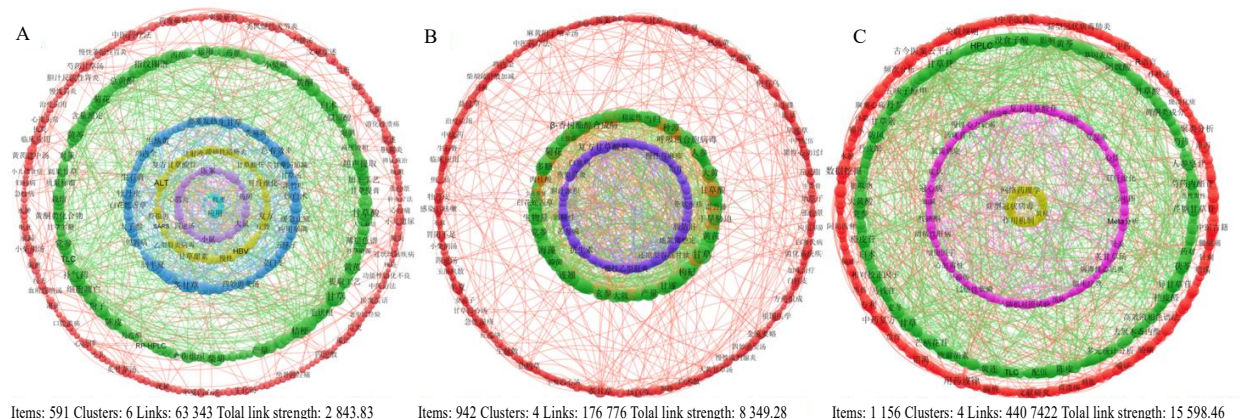


A-2000—2005 年萌芽期研究热点分析图; B-2006—2010 年发展期研究热点分析图; C-2011—2015 成熟期研究热点分析图; D-2016—2021 年研究稳定期热点分析图。

A-hot spot analysis map of embryonic period from 2000 to 2005; B-hot spot analysis map of development period from 2006 to 2010; C-hot spot analysis map of mature period from 2011 to 2015; D-hot spot analysis map of stable period from 2016 to 2021.

图 9 时间视角下甘草国际研究热点分析

Fig. 9 Analysis of international research hot spots on *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma* from time perspective



A-2000—2005 年兴起阶段研究热点分析图; B-2006—2010 年快速发展阶段热点分析图; C-2011—2021 年稳定发展阶段研究热点分析图。
A-hot spot analysis map of rising stage from 2000 to 2005; B-hot spot analysis map of rapid development stage from 2006 to 2010; C-hot spot analysis map of stable development stage from 2011 to 2021.

图 10 时间视角下国内甘草研究热点分析

Fig. 10 Analysis of domestic research hot spots on *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma* from time perspective

(图 10-A): 进入 21 世纪, 我国对中医药的科研投入增大, 很多新兴科学技术被应用于中医药研究, 也掀起了甘草研究的高潮。此阶段(2000—2005 年)的研究热点主要是甘草及其复方的临床应用、用药经验、化学成分^[40-56], 共计发文 5 246 篇, 为后续甘草的深入研究积累了扎实的科学依据。②快速发展阶段(图 10-B): 2007 年, 国家提出了中西医并重的战略要求, 开始大力扶持我国传统医学和民族医学事业。在国家政策和科技发展的共同助力下, 国内甘草研究进入快速发展时期。此阶段(2006—2010 年)历时虽短但产出丰硕, 共计发表甘草研究论文 7 781 篇, 热点研究内容包含 2 个方面: 一是对甘草经方验方用药规律的挖掘和名老中医用药经验的总结^[57-63]; 一是对甘草化学成分和药效物质基础的研究^[64-71]。该时期的研究热点符合当时的政策号召, 体现了“守正创新”的研究态势。③稳定发展阶段(图 10-C): 经过快速发展期的积累, 国内甘草研究的方法技术基本成熟, 学科壁垒逐渐明晰, 加上《中医药发展战略规划纲要(2016—2030 年)》和《中华人民共和国中医药法》的先后颁布, 国内甘草研究进入了稳定发展阶段。该阶段(2011—2021 年)甘草科研热度依旧但年度发文量基本稳定(2 500~3 000 篇), 总发文量共计 28 791 篇。从热点关键词和聚类群来看, 该阶段的研究内容丰富多元, 包括甘草及其复方的功效与临床应用研究、用药规律和配伍研究、活性成分及药理作用研究、对现代疾病(主要是肺炎^[72]、慢性心力衰竭^[73]、类风湿性关节炎^[74]、支气管哮喘^[75]等)的防治作用研究, 针对甘草临床应用的大数据挖掘与用药规律分析也是现阶段的新兴研究领域。值得注意的是, 2019 年 12 月爆发的新型冠状病毒肺炎(corona virus disease 2019, COVID-19)引起了医药科研热点的迅速集聚, 基于数据挖掘的 COVID-19 中医防治方药分析、含甘草止咳方剂、防治肺炎方剂的用药规律分析等成为该阶段的研究热点, 并迅速积累了大量文献。

2.5.3 地域视角下的甘草研究热点差异分析

(1) 甘草的国际研究热点地域分布特征: 从空间视角出发, 把握不同国家、地域间甘草研究的重点和方向, 能够为国际科研合作提供可靠的参考依据。运用 COOC 12.8 软件, 追踪甘草研究发文量前 10 的国家为中国、印度、伊朗、韩国、日本、德国、意大利、土耳其、美国、西班牙, 应用 VOSviewer 分别构建以上国家的文献关键词共现聚类图谱, 每

个节点的关联强度用线宽表示, 相似研究主题的热词以相同的颜色聚集。由图 11 可知, 国际范围内, 中国在甘草研究领域的热度值和科研产出量最大, 其研究内容和科研热点也最丰富、多元。中国对甘草的研究主要是从“中药”角度出发, 探究甘草的有效成分、药理作用、作用机制等, 其内容包括 2 方面: 一是建立甘草及其复方制剂的化学成分提取、分离、纯化、鉴定和含量测定方法; 二是研究甘草及其复方制剂在目标疾病治疗中的临床疗效、药理作用及作用机制等^[76-80]。总体来看, 不同国家对甘草的研究各有侧重, 但也表现出了一定的地域特点, 如东亚国家多从“中药”或“汉方药”角度研究甘草, 中国、日本、韩国都热衷于探究甘草经典名方的药效与应用^[81-82]; 亚洲西南部国家则侧重于甘草的生物学研究, 如印度从分子生物学角度解释了甘草的药用功效^[83-84], 伊朗研究了生长条件对甘草生理、生化指标的影响^[85-86], 土耳其在不同种质甘草的药效差异和甘草非药用的研究方面卓有成效^[87]; 而欧美国家更侧重于甘草成分与药理作用的研究, 如德国长于建立研究甘草有效成分和药理作用的技术方法^[88-89]; 意大利在甘草的抗氧化、抗炎活性研究方面表现突出^[90-91]; 西班牙研究了生长环境对甘草有效成分积累的影响^[25]; 美国则致力于甘草提取物的作用与治病机制研究^[92]。

(2) 甘草国内研究热点地域分布特征: 分析国内各省(直辖市)间甘草研究的侧重点与优势, 能够促进优势互补, 深化区域及机构间的合作研究。运用 COOC 12.8 追踪中国甘草研究发文量前 10 的省(直辖市)为北京、江苏、陕西、天津、甘肃、浙江、山东、上海、广东、湖北, 应用 VOSviewer 分别构建以上省(直辖市)的文献关键词共现聚类图谱。由图 12 可知, 北京市的甘草研究主要有 3 大主题(3 个明显的聚类集群), 分别为以桂枝汤、金匱要略、用药规律、数据挖掘等关键词为代表的甘草经典名方用药经验总结与临床疗效研究, 以甘草素、甘草酸、HPLC 指纹图谱、生物量、抗氧化等关键词为代表的甘草生理特性、化学成分、药理作用研究, 以中药临床应用、肾毒性、药效组分等关键词为代表的甘草临床应用与药理机制研究; 江苏省的热点关键词聚类为不太明显的 4 个主题, 其中以中西医结合疗法、胆汁反流性胃炎、噢美拉唑、名医经验、胃肿瘤等关键词为代表的中西医结合治疗胃食管疾病是该省的研究特色; 陕西省的核心聚

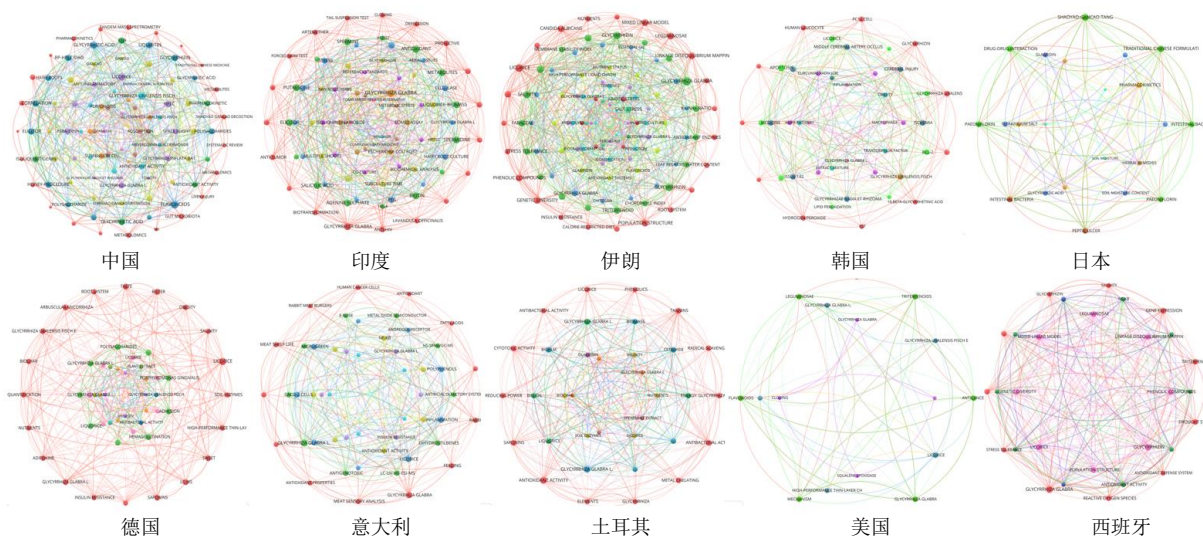


图 11 甘草研究高发文量国家关键词共现聚类图

Fig. 11 Keyword co-occurrence cluster map of countries with high publications volume of *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma* research

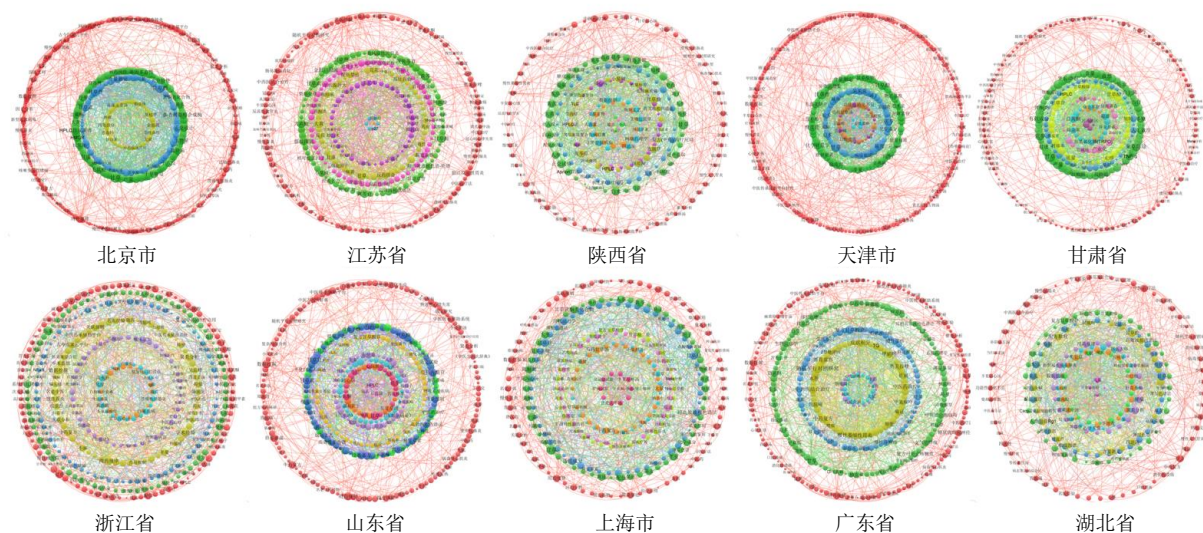


图 12 甘草研究高发文量中国地区关键词共现聚类图

Fig. 12 Keyword co-occurrence cluster map of Chinese areas with high publications volume of *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma* research

类群热点关键词为配伍、药对、网络关联、甘草、白扁豆、白术、茯苓、大黄等，反映出该省的研究热点主要集中于甘草的配伍与用药规律；天津市在甘草经典名方临床药效与甘草配伍规律的数据挖掘方面成果颇丰，中医传承辅助平台、伤寒杂病论、炙甘草、用药规律、黄芪桂枝五物汤等是其代表性关键词；甘肃省的热点关键词有生长动态、含量、产量、人工栽培、资源调查、盐胁迫等，主要研究内容为甘草原植物的生长特性、栽培技术、资源情况、药材质量等，其研究多突出了甘草的“道地”

特性，这与甘肃是甘草的道地产区有关；浙江省的甘草研究内容丰富，热点关键词繁多，其在甘草复方的临床应用研究和经方验方的用药规律挖掘方面成果较多，医案、用药规律、数据挖掘、临床应用等是其热点关键词；山东省的研究热点也集中于甘草及复方临床用药规律的挖掘与分析，此外，甘草及其复方的成分测定与质量标准研究也是其重点主题；上海市的甘草研究内容多样，热点关键词聚类为 5 个明显的集群，体现为甘草经典名方用药规律的数据挖掘、甘草及复方的有效成分研究、甘草临

床疗效与药理活性的研究、甘草及复方的药理作用研究、甘草及复方的作用机制研究 5 个主题，丰富多元的研究与该地区的科研实力密不可分；广东省的热点关键词也聚为 5 个集群，对应甘草经方验方的数据挖掘、甘草及复方活性成分的研究、甘草的现代临床应用研究、甘草的中西医结合应用研究以及甘草的药理作用及机制研究 5 个研究主题；湖北省的甘草研究热点关键词聚类为 3 个研究主题集群，分别为甘草复方的临床疗效研究、甘草及复方的活性成分与药理活性研究、甘草复方传统用药经验的挖掘与分析。综上所述，国内不同省区在甘草研究方面各有专攻与特色，应用网络数据平台挖掘甘草传统用药经验是大多数省区都热衷的研究主题，但北京、上海、广东这类发达地区在甘草药理活性和作用机制研究方面的科研势头明显领先于其他区域。

3 结论与展望

2000—2021 年，甘草的科研热度持续走高，国内外研究发文量总体呈多元增长趋势。国际研究层面，甘草的科研定位主要是“天然药物”，相关研究论文多发表于生物医学类杂志，中国是甘草研究的核心国家，国际合作网络发达。甘草的国际研究主要有 3 大主题：甘草的有效成分的提取分离技术、甘草的药理活性和作用机制、甘草的生长特性与生源途径。国内研究层面，多以“中药甘草”为研究对象，国内中医药院校的师生是其主要的研究人员，研究的热点内容主要有甘草及复方的用药经验和临床疗效、甘草对现代疾病的治疗效果、甘草的化学成分与药理活性。

从时间视角来看，2000—2021 年，国际甘草研究历经萌芽、发展、成熟、稳定 4 个时期，研究内容从浅入深、从技术方法到原理机制，目前已经深入到了细胞水分的代谢机制研究；国内甘草研究经历了兴起、快速发展、稳定发展 3 个阶段，研究内容也逐渐丰富多元，从临床应用+用药经验→化学成分+活性成分+用药规律挖掘→临床应用+用药经验+活性成分+药理作用+作用机制+现代疾病治疗，在 COVID-19 疫情的刺激下，甘草的用药经验数据挖掘与传统用药规律分析是现阶段的热门研究主题。纵观国内甘草研究的发展过程，生动体现了“守正创新”的研究态势和热点引爆的时代特征。从空间视角来看，国际甘草研究表现出一定区域特性，东亚国家热衷于甘草的中医经典名方功效与应

用研究，东南亚国家偏重于甘草的生物学研究，欧美国家则专注于甘草成分与药理作用的研究；国内不同省（直辖市）在甘草研究方面也各有所长，其中江苏省在甘草治疗胃食管疾病方面成果颇丰；甘肃省作为甘草的道地产区，研究重点集中于甘草原植物的生长特性、栽培技术、药材质量等，突出了甘草的“道地”特性；北京、上海、广东等发达地区在甘草的药理活性和作用机制研究方面较为领先。分析甘草科研的空间特点，无论是国际研究主题的区域相似性，还是国内研究内容的地区差异性，其实都是当地医药文化、经济发展、科技水平在科研方面的直观体现。

甘草作为一种集天然药物、食品添加剂、化妆品原料、珍稀植物资源、防沙生态物种等多用途的经济品种和生产资料，一直都是科学研究的热门主题。进入 21 世纪以来，随着科研水平大幅提高，甘草科研也迅速发展，相关产出快速积累，甘草药用功效研究成果尤为突出。国际甘草研究在技术与内容方面持续深入，甘草的成分提取、分离、分析技术不断被优化，甘草的药效成分、药理作用、作用机制逐渐被阐明；国内甘草研究内容丰富多元，但热点集中，甘草的中医用药经验与配伍规律研究是持续热点，并在 2019 年 COVID-19 疫情爆发后进入高潮。分析其原因，一是甘草本身具有祛痰止咳、调和诸药之效，其复方制剂在 COVID-19 防治中被广泛使用且疗效突出，为了应对多变的疫情，科研人员必须分析总结中医名方用药规律，寻找对症有效的方剂；二是中药复方在 COVID-19 防治中的突出表现直接证明了中医药的有效性，民众（甚至国际社会）对中医药的信任度和接受度均有提升，中医药典籍与经方验方的科研影响力也大幅提高，开展经典名方用药经验与配伍规律研究成为科研热潮，而甘草作为中医临床高频用药，其复方用药规律研究成为即时热点。综合来看，甘草科研已经进入多元、深入的稳定发展期，其科研态势整体良好但圈层局限性和文化壁垒明显。一方面，国际、国内甘草研究的内容和科研步伐差距较大。国际社会专于技术方法和原理机制研究，国内则长于中医临床疗效和用药规律研究，2 个圈层的研究内容有交汇但并没有真正融通。另一方面，甘草研究的科研力量过度集中，研究机构间合作较少。因此，要推进甘草科研深层次发展，应强调跨背景、跨机构、跨国家的合作，突破区域局限与文化壁垒，做好科

研成果的互鉴融通,找到“中药甘草”与“天然药物甘草”的关键连接点,依托现代科学技术探究甘草及其复方的起效机制,解释中医药的科学性,助力甘草的标准化、现代化、国际化发展。

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: 88.
- [2] 张育贵, 王临艳, 张淑娟, 等. 生甘草及蜜炙甘草的红外光谱及化学模式识别方法研究 [J]. 时珍国医国药, 2020, 31(10): 2401-2405.
- [3] 谢瑞强, 王长福. 炙甘草化学成分和药理作用研究进展 [J]. 中医药信息, 2023, 40(4): 84-89.
- [4] 王波, 王丽, 刘晓峰, 等. 中药甘草成分和药理作用及其现代临床应用的研究进展 [J]. 中国医药, 2022, 17(2): 316-320.
- [5] 李娜, 张晨, 钟赣生, 等. 不同品种甘草化学成分、药理作用的研究进展及质量标志物 (Q-Marker) 预测分析 [J]. 中草药, 2021, 52(24): 7680-7692.
- [6] 李葆林, 麻景梅, 田宇柔, 等. 甘草中新发现化学成分和药理作用的研究进展 [J]. 中草药, 2021, 52(8): 2438-2448.
- [7] 徐谓, 李洪军, 贺稚非. 甘草提取物在食品中的应用研究进展 [J]. 食品与发酵工业, 2016, 42(10): 274-281.
- [8] 豆康宁, 王飞, 罗海澜, 等. 甘草及提取物在食品中的应用进展 [J]. 食品研究与开发, 2014, 35(21): 140-142.
- [9] 曲红盼, 孔德承, 成志伟. 甘草次生代谢物在化妆品中的功效作用 [J]. 中国化妆品, 2020(8): 109-112.
- [10] 邓映明, 陈媛, 邓美凌, 等. 液质联用法测定甘草组方化妆品中 4 种标志性成分 [J]. 日用化学工业, 2021, 51(12): 1278-1282.
- [11] Qin F Z, Li J L, Zhang C, et al. Biochar in the 21st century: A data-driven visualization of collaboration, frontier identification, and future trend [J]. *Sci Total Environ*, 2022, 818: 151774.
- [12] De Las Heras A, Relinque-Medina F, Zamora-Polo F, et al. Analysis of the evolution of the sharing economy towards sustainability. Trends and transformations of the concept [J]. *J Clean Prod*, 2021, 291: 125227.
- [13] 胡慧芳, 席少阳, 曹后康, 等. 知识图谱视角下的当归研究热点与前沿动态可视化分析 [J]. 中成药, 2023, 45(1): 334-339.
- [14] 郭旭东, 晏伟, 席少阳, 等. 21 世纪全球视域下的黄芩科研知识图谱构建及可视化分析 [J]. 中草药, 2023, 54(16): 5296-5311.
- [15] Zhang H C, Liu J M, Lu H Y, et al. Enhanced flavonoid production in hairy root cultures of *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. by combining the over-expression of chalcone isomerase gene with the elicitation treatment [J]. *Plant Cell Rep*, 2009, 28(8): 1205-1213.
- [16] 李明, 王根轩. 干旱胁迫对甘草幼苗保护酶活性及脂质过氧化作用的影响 [J]. 生态学报, 2002, 22(4): 503-507.
- [17] Mu Y, Zhang J N, Zhang S M, et al. Traditional Chinese medicines Wu Wei Zi (*Schisandra chinensis* Baill) and Gan Cao (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.) activate pregnane X receptor and increase warfarin clearance in rats [J]. *J Pharmacol Exp Ther*, 2006, 316(3): 1369-1377.
- [18] Cheel J, Tůmová L, Areche C, et al. Variations in the chemical profile and biological activities of licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.), as influenced by harvest times [J]. *Acta Physiol Plant*, 2013, 35(4): 1337-1349.
- [19] 刘娟娟, 陈奕旻, 张佳玲, 等. 21 世纪全球视域下陇药红芪科学协作与热点前沿知识图谱构建及可视化分析 [J]. 中草药, 2023, 54(12): 3932-3948.
- [20] Meng X Y, Li H L, Song F R, et al. Studies on triterpenoids and flavones in *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. by HPLC-ESI-MSⁿ and FT-ICR-MSⁿ [J]. *Chin J Chem*, 2009, 27(2): 299-305.
- [21] Wang Y, Xu C H, Wang P, et al. Pharmacokinetic comparisons of different combinations of Shaoyao-Gancao-Decoction in rats: Simultaneous determination of ten active constituents by HPLC-MS/MS [J]. *J Chromatogr B*, 2013, 932: 76-87.
- [22] Yang R, Li W D, Yuan B C, et al. The genetic and chemical diversity in three original plants of licorice, *Glycyrrhiza uralensis* Fisch., *Glycyrrhiza inflata* Bat. and *Glycyrrhiza glabra* L. [J]. *Pak J Pharm Sci*, 2018, 31(2): 525-535.
- [23] Dong Z Y, Rao M P N, Liao T J, et al. Diversity and function of rhizosphere microorganisms between wild and cultivated medicinal plant *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. under different soil conditions [J]. *Arch Microbiol*, 2021, 203(6): 3657-3665.
- [24] Pan Y, Wu L J, Yu Z L. Effect of salt and drought stress on antioxidant enzymes activities and SOD isoenzymes of liquorice (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.) [J]. *Plant Growth Regul*, 2006, 49(2): 157-165.
- [25] Hosseini M S, Samsampour D, Ebrahimi M, et al. Effect of drought stress on growth parameters, osmolyte contents, antioxidant enzymes and glycyrrhizin synthesis in licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) grown in the field [J]. *Phytochemistry*, 2018, 156: 124-134.
- [26] 费书珂, 张靓, 何苦寒. 甘草皂苷对小鼠急性胰腺炎疗效及机制研究 [J]. 中国现代医学杂志, 2014, 24(19): 26-29.
- [27] 谭琦, 甘立强, 任发亮, 等. 甘草酸对小鼠特异性皮炎炎症的影响及机制研究 [J]. 重庆医科大学学报, 2017, 42(12): 1536-1539.
- [28] 柴美灵, 武晓英, 张晓红, 等. 甘草多糖的免疫调节和抗炎作用机制研究进展 [J]. 中国兽药杂志, 2021, 55(5): 66-71.
- [29] 郭伟芳, 潘书洋, 王振辉, 等. 高效液相色谱法测定不

- 同产地甘草中甘草苷的含量 [J]. 中国卫生工程学, 2011, 10(1): 62-64.
- [30] 万嘉洋, 丁志山, 张宇燕, 等. 甘草中黄酮类成分提取工艺的优化研究 [J]. 中华中医药学刊, 2016, 34(10): 2326-2328.
- [31] 帕提古丽·毛拉红, 郭雪峰, 尹雪, 等. 甘草提取物的开发利用研究进展 [J]. 现代农业科技, 2019(3): 211-212.
- [32] 程祝海, 丁森林, 陈涛. 复方甘草酸苷的药理及临床应用进展 [J]. 中国现代应用药学, 2005, 22(S3): 830-832.
- [33] 张克. 甘草临床应用探讨及化学成份药理研究 [J]. 中国现代药物应用, 2011, 5(15): 63-64.
- [34] 王安铸, 马晓昌. 炙甘草汤临床应用研究进展 [J]. 世界中医药, 2020, 15(11): 1662-1665.
- [35] Tan T W, Huo Q, Ling Q. Purification of glycyrrhizin from *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. with ethanol/phosphate aqueous two phase system [J]. *Biotechnol Lett*, 2002, 24(17): 1417-1420.
- [36] Wang Q E, Ma S M, Fu B Q, *et al.* Development of multi-stage countercurrent extraction technology for the extraction of glycyrrhizic acid (GA) from licorice (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.) [J]. *Biochem Eng J*, 2004, 21(3): 285-292.
- [37] Hou J L, Li W D, Zheng Q Y, *et al.* Effect of low light intensity on growth and accumulation of secondary metabolites in roots of *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. [J]. *Biochem Syst Ecol*, 2010, 38(2): 160-168.
- [38] Shen L, Hu R W, Lin X, *et al.* Pharmacokinetics of characteristic effective ingredients from individual and combination Shaoyao and Gancao treatment in rats using HPLC fingerprinting [J]. *Eur J Drug Metab Pharmacokinet*, 2012, 37(2): 133-140.
- [39] Wang X X, Liu G Y, Yang Y F, *et al.* Intestinal absorption of triterpenoids and flavonoids from *Glycyrrhizae Radix* et *Rhizoma* in the human Caco-2 monolayer cell model [J]. *Molecules*, 2017, 22(10): 1627.
- [40] 王葵. 中医药治疗病毒性心肌炎 [J]. 湖北中医杂志, 2002, 24(5): 28.
- [41] 郭先浪, 黄智前. 中西医结合治疗乌头碱中毒致严重心律失常 26 例 [J]. 现代医药卫生, 2005, 21(16): 2184.
- [42] 宋方闻, 李学俊, 江元森. 复方甘草甜素(SNMC)对肝病病理改变观察 [J]. 中国现代医学杂志, 2001, 11(11): 24-25.
- [43] 陆海英, 霍娜, 王广发, 等. 复方甘草酸苷治疗传染性非典型肺炎 (SARS) 的临床研究 [J]. 中国药房, 2003, 14(10): 610-612.
- [44] 苏一辉, 盛今勇. 甘草临床应用浅析 [J]. 时珍国医国药, 2000, 11(3): 268.
- [45] 汪俊韬, 于少军, 肖炜. 复方甘草甜素(美能)在肝病领域的临床应用 [J]. 中国药房, 2002, 13(8): 500-502.
- [46] 王访, 苏耀海. 甘草的药理作用及临床应用 [J]. 时珍国医国药, 2002, 13(5): 303-304.
- [47] 陈兰英, 陈奇, 刘荣华, 等. 炙甘草汤主要有效成分对心肌生理特性的影响 [J]. 中草药, 2001, 32(2): 134-136.
- [48] 李文红, 莫宁春, 关永红, 等. 炙甘草汤的药效分析 [J]. 吉林中医药, 2001, 21(4): 62.
- [49] 张尊如, 曹占地. 关于炙甘草汤君药的探讨 [J]. 中国中医基础医学杂志, 2004, 10(4): 14.
- [50] 洪菲, 洪英. 炙甘草汤的临床应用 [J]. 光明中医, 2005, 20(6): 54.
- [51] 胡晨霞, 凤良元, 鄢顺琴. 四逆散的药理与临床研究进展 [J]. 中国中医药信息杂志, 2001, 8(S1): 18.
- [52] 翟艳菊. 芍药甘草汤的临床应用 [J]. 时珍国医国药, 2003, 14(5): 302-303.
- [53] 胡炜. 炙甘草汤的近代研究及临床运用 [J]. 现代中西医结合杂志, 2004, 13(4): 548-549.
- [54] 段天璇, 马长华, 侯艳霞, 等. 半夏泻心汤不同配伍情况下部分化学成分变化 [J]. 中国中药杂志, 2002, 27(5): 363-365.
- [55] 李妍, 李晓波, 奉建芳. 半夏泻心汤提取工艺研究 [J]. 中成药, 2004, 26(7): 528-532.
- [56] 王德华, 肖春燕, 唐宏英. 小柴胡汤临证应用举隅 [J]. 实用中医内科杂志, 2004, 18(1): 33.
- [57] 张少聪, 林素财. 辨证论治医案四则 [J]. 国际中医中药杂志, 2007, 29(6): 374.
- [58] 容景瑜, 陈壮忠, 李毅敏. 《伤寒论》方中甘草应用规律初探 [J]. 国医论坛, 2007, 22(1): 4-6.
- [59] 杨学, 孔祥亮, 岳小强, 等. 《伤寒论》甘草应用原则与配伍宜忌探骊 [J]. 江苏中医药, 2009, 41(9): 56-58.
- [60] 黄伟震, 潘莉莉. 炙甘草在经方“六剂”中作用辨析 [J]. 辽宁中医药大学学报, 2006, 8(5): 28-29.
- [61] 李德顺. 经方中挂枝与甘草的配伍规律分析 [J]. 黑龙江中医药, 2009, 38(1): 53-54.
- [62] 李涛, 陈洪宇, 王永钧, 等. 俞尚德应用甘草治疗消化系统疾病经验介绍 [J]. 中华中医药学刊, 2008, 26(7): 1436-1437.
- [63] 张萍, 张智龙. 张智龙教授应用茯苓杏仁甘草汤临床经验举隅 [J]. 四川中医, 2008, 26(4): 1-2.
- [64] 彭励, 张琪, 胡正海. 宁夏乌拉尔甘草中甘草酸的积累变化研究 [J]. 中草药, 2006, 37(12): 1878-1881.
- [65] 杨全, 王文全, 魏胜利, 等. 不同变异类型甘草中甘草苷及甘草酸量比较研究 [J]. 中草药, 2007, 38(7): 1087-1090.
- [66] 张明发, 张军. 甘草酸药动学研究进展 [J]. 临床药物治疗杂志, 2009, 7(2): 44-49.
- [67] 陆洋, 李娟, 杜守颖. 甘草次酸在大鼠体内药动学的 RP-HPLC 研究 [J]. 中国中药杂志, 2008, 33(11): 1294-1296.
- [68] 刘丹, 寇丽影, 崔婷秀, 等. 18 β -甘草次酸类衍生物的合成及抑制白血病细胞生长和诱导细胞凋亡活性研究 [J]. 中国药物化学杂志, 2010, 20(2): 84-89.

- [69] 刘君澜, 白永敏, 田庚善. 复方甘草酸苷在肝病领域的应用进展 [J]. 中国药房, 2006, 17(23): 1828-1830.
- [70] 冯薇, 王文全, 赵平然. 甘草总黄酮含量测定方法研究 [J]. 时珍国医国药, 2007, 18(11): 2608-2610.
- [71] 卓越, 王新春, 甘永祥, 等. 大鼠在体肠吸收筛选甘草黄酮抗 HIV 活性成分可行性研究 [J]. 中成药, 2009, 31(5): 715-717.
- [72] 杨磊, 刘佳琦, 边原, 等. 复方甘草酸苷治疗新型冠状病毒肺炎的可行性分析 [J]. 华西药学杂志, 2020, 35(3): 342-346.
- [73] 毛美娇, 胡道卿, 刘宇, 等. 炙甘草汤加减联合西药治疗慢性心力衰竭的临床研究 [J]. 天津中医药大学学报, 2017, 36(6): 432-435.
- [74] 陈瑾, 刘传鑫, 杨培, 等. 基于系统药理学的雷公藤配伍甘草治疗类风湿性关节炎作用机制研究 [J]. 药物评价研究, 2019, 42(9): 1705-1722.
- [75] 杨兴嫒, 史锁芳, 周奎龙, 等. 甘草及其组分治疗支气管哮喘作用机理研究 [J]. 长春中医药大学学报, 2013, 29(5): 933-935.
- [76] Zhang J M, Liao W, He Y X, *et al.* Study on intestinal absorption and pharmacokinetic characterization of diester diterpenoid alkaloids in precipitation derived from Fuzi-Gancao herb-pair decoction for its potential interaction mechanism investigation [J]. *J Ethnopharmacol*, 2013, 147(1): 128-135.
- [77] Guo Z H, Niu X L, Xiao T, *et al.* Chemical profile and inhibition of α -glycosidase and protein tyrosine phosphatase 1B (PTP1B) activities by flavonoids from licorice (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.) [J]. *J Funct Foods*, 2015, 14: 324-336.
- [78] Yang F L, Chu T T, Zhang Y J, *et al.* Quality assessment of licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) from different sources by multiple fingerprint profiles combined with quantitative analysis, antioxidant activity and chemometric methods [J]. *Food Chem*, 2020, 324: 126854.
- [79] Wang J J, Chen X Q, Wang W, *et al.* Glycyrrhizic acid as the antiviral component of *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. against coxsackievirus A16 and enterovirus 71 of hand foot and mouth disease [J]. *J Ethnopharmacol*, 2013, 147(1): 114-121.
- [80] Yu J G, Guo J M, Tao W W, *et al.* Gancao-Gansui combination impacts gut microbiota diversity and related metabolic functions [J]. *J Ethnopharmacol*, 2018, 214: 71-82.
- [81] He J X, Akao T, Nishino T, *et al.* The influence of commonly prescribed synthetic drugs for peptic ulcer on the pharmacokinetic fate of glycyrrhizin from Shaoyao-Gancao-Tang [J]. *Biol Pharm Bull*, 2001, 24(12): 1395-1399.
- [82] He J X, Goto E, Akao T, *et al.* Interaction between Shaoyao-Gancao-Tang and a laxative with respect to alteration of paeoniflorin metabolism by intestinal bacteria in rats [J]. *Phytomedicine*, 2007, 14(7/8): 452-459.
- [83] Shetty T K, Satav J G, Nair C K K. Protection of DNA and microsomal membranes *in vitro* by *Glycyrrhiza glabra* L. against gamma irradiation [J]. *Phytother Res*, 2002, 16(6): 576-578.
- [84] Manzoor M M, Goyal P, Pandotra P, *et al.* Transcriptome-wide identification of squalene epoxidase genes from *Glycyrrhiza glabra* L.: Expression analysis and heterologous expression of GgSQE1 suggest important role in terpenoid biosynthesis [J]. *Protoplasma*, 2021, 258(5): 991-1007.
- [85] Akhzari D. Response of *Glycyrrhiza glabra* L. to arbuscular mycorrhizal fungi and water stress [J]. *J Essent Oil Bear Plants*, 2015, 18(4): 992-1002.
- [86] Behdad A, Mohsenzadeh S, Azizi M. Growth, leaf gas exchange and physiological parameters of two *Glycyrrhiza glabra* L. populations subjected to salt stress condition [J]. *Rhizosphere*, 2021, 17: 100319.
- [87] Kamalak A. Determination of nutritive value of leaves of a native grown shrub, *Glycyrrhiza glabra* L. using *in vitro* and *in situ* measurements [J]. *Small Rumin Res*, 2006, 64(3): 268-278.
- [88] Wittschier N, Faller G, Beikler T, *et al.* Polysaccharides from *Glycyrrhiza glabra* L. exert significant anti-adhesive effects against *Helicobacter pylori* and *Porphyromonas gingivalis* [J]. *Planta Med*, 2006, 72(11): 238.
- [89] Wittschier N, Faller G, Hensel A. Aqueous extracts and polysaccharides from liquorice roots (*Glycyrrhiza glabra* L.) inhibit adhesion of *Helicobacter pylori* to human gastric mucosa [J]. *J Ethnopharmacol*, 2009, 125(2): 218-223.
- [90] Siracusa L, Saija A, Cristani M, *et al.* Phyto complexes from liquorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) leaves: Chemical characterization and evaluation of their antioxidant, antigenotoxic and anti-inflammatory activity [J]. *Fitoterapia*, 2011, 82(4): 546-556.
- [91] Frattaruolo L, Carullo G, Brindisi M, *et al.* Antioxidant and anti-inflammatory activities of flavanones from *Glycyrrhiza glabra* L. (licorice) leaf phyto complexes: Identification of licoflavanone as a modulator of NF- κ B/MAPK pathway [J]. *Antioxidants*, 2019, 8(6): 186.
- [92] Rebhun J F, Glynn K M, Missler S R. Identification of glabridin as a bioactive compound in licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) extract that activates human peroxisome proliferator-activated receptor gamma (PPAR γ) [J]. *Fitoterapia*, 2015, 106: 55-61.

[责任编辑 潘明佳]