

引用:张剑航,廉坤,宋志广,毛恺妮,冯雨静,龙昱艳,李花,刘旺华.基于文献计量学的中药苦杏仁研究趋势与热点可视化分析[J].中医导报,2025,31(7):171-179,186.

# 基于文献计量学的中药苦杏仁研究趋势与热点可视化分析\*

张剑航<sup>1</sup>,廉坤<sup>1</sup>,宋志广<sup>1</sup>,毛恺妮<sup>1</sup>,冯雨静<sup>1</sup>,龙昱艳<sup>1</sup>,李花<sup>1,2</sup>,刘旺华<sup>1,2,3</sup>

(1.湖南中医药大学中医诊断学湖南省重点实验室,湖南长沙410208;

2.湖南中医药大学药食同源功能性食品工程技术研究中心,湖南长沙410208;

3.湖南中医药大学中医心肺病证辨证与药膳食疗重点研究室,湖南长沙410208)

[摘要] 目的:分析苦杏仁研究现状与前沿热点,为苦杏仁的科研应用、药理研究及专利技术发展提供参考依据。方法:以中国知网、万方数据库、维普数据库为中文文献数据来源,Web of Science核心合集为英文文献数据来源,检索1980—2024年苦杏仁相关文献,运用CiteSpace和VOSviewer软件分析研究国家、机构、作者合作、期刊共引和被引情况,并绘制关键词共现图、聚类图和突现图。结果:纳入570篇中文文献和103篇英文文献,整体发文量呈上升趋势。中文文献发文量最多的机构是陕西师范大学(26篇),英文文献发文量最多的机构是Islamic Azad University(7篇)。中文文献发文量最多的期刊为《中国中药杂志》(27篇),英文文献中发文量较多的期刊为Food Science and Biotechnology(4篇)和Foods(4篇)。中文文献发文量最多的作者是张清安(14篇),英文文献发文量最多的作者是HOSSEINI E(6篇)、KOLESAROVA A(6篇)。中文文献中苦杏仁出现频数最高(267),英文文献中bitter almond(苦杏仁)频数最高(32)。关键词聚类生成了14个中文关键词聚类和12个英文关键词聚类。中文文献突现词有20个,突现性最高的是“含量测定”;英文文献突现词有20个,突现性最高的是“antioxidant”(抗氧化剂)。结论:当前苦杏仁研究聚焦于抗癌活性、抗氧化机制及资源开发,但面临国际合作不足与成果转化滞后等挑战;未来的研究需加强跨学科协作,推动种质保护、技术创新与临床应用转化,以实现其标准化生产及多领域应用。

[关键词] 苦杏仁;可视化分析;文献计量学;抗氧化;癌症

[中图分类号] R282.71 [文献标识码] A [文章编号] 1672-951X(2025)07-0171-09

DOI:10.13862/j.cn43-1446/r.20250625.001

## Visualization Analysis of Research Trends and Hotspots on Bitter Almond Based on Bibliometrics

ZHANG Jianhang<sup>1</sup>, LIAN Kun<sup>1</sup>, SONG Zhiguang<sup>1</sup>, MAO Kaini<sup>1</sup>, FENG Yujing<sup>1</sup>,

LONG Yuyan<sup>1</sup>, LI Hua<sup>1,2</sup>, LIU Wanghua<sup>1,2,3</sup>

(1.Hunan Key Laboratory of TCM Diagnostics, Hunan University of Chinese Medicine, Changsha Hunan 410208, China; 2.Hunan Engineering Technology Research Center For Medicinal and Functional Food, Hunan University of Chinese Medicine, Changsha Hunan 410208, China; 3.Key Laboratory of TCM Heart and Lung Syndrome Differentiation & Medicated Diet and Dietotherapy, Hunan University of Chinese Medicine, Changsha Hunan 410208, China)

[Abstract] Objective: To analyze the current research status and frontier hotspots of bitter almond (*Prunus armeniaca* L.), providing a reference basis for its scientific application, pharmacological research, and patent technology development. Methods: Chinese literature was retrieved from CNKI, Wanfang Database, and VIP Database, while English literature was sourced from the Web of Science Core Collection. Literatures related to bitter almond from 1980 to 2024 were retrieved. CiteSpace and VOSviewer software were used to analyze research

\*基金项目:湖南省自然科学基金项目(2023JJ30451,2025JJ50719);湖南省中医药科研计划重点项目(A2023038);湖南省教育厅科学研究项目重点项目(23A0308)

通信作者:刘旺华,男,教授,研究方向为心脑血管病证候物质基础及中医药防治

countries, institutions, author cooperation, journal co-citation and citation status, and to draw keyword co-occurrence maps, clustering maps, and burst maps. Results: A total of 570 Chinese articles and 103 English articles were included, with an overall upward trend in publication volume. The institution with the highest Chinese publication output was Shaanxi Normal University (26 articles), while Islamic Azad University led English publications (7 articles). The *China Journal of Chinese Materia Medica* (27 articles) ranked first in Chinese journal contributions, whereas *Food Science and Biotechnology* (4 articles) and *Foods* (4 articles) were prominent in English literature. The most prolific Chinese author was ZHANG Qing'an (14 articles), and HOSSEINI E (6 articles) and KOLE-SAROVA A (6 articles) topped English publications. In Chinese literature, "bitter almond" was the highest-frequency keyword (267 occurrences), while "bitter almond" (32 occurrences) dominated English literature. Keyword clustering identified 14 Chinese and 12 English clusters. There are 20 Chinese burst terms, among which "content determination" shows the highest burst strength. There are 20 English burst terms, with "antioxidant" as the strongest burst term. Conclusion: Current research on bitter almond focuses on anticancer activity, antioxidant mechanisms, and resource utilization, yet faces challenges such as insufficient international collaboration and delayed translation of research outcomes. Future efforts should prioritize interdisciplinary collaboration, germplasm conservation, technological innovation, and clinical application to advance standardized production and multifunctional utilization.

[Keywords] bitter almond; visual analysis; bibliometrics; antioxidant; cancer

苦杏仁又称杏仁<sup>[1]</sup>,来源于蔷薇科植物山杏、西伯利亚杏、东北杏或杏的干燥成熟种子。其味苦,性温,归肺、大肠经,具有降气止咳平喘和润肠通便等功效。苦杏仁最早见于《神农本草经》,被称为“杏核仁”。《临证指南医案》则称其为“苦杏仁”。现代医学研究表明,苦杏仁具有止咳平喘、润肠通便、抗炎镇痛、免疫调节、抗氧化及抗肿瘤等药理作用<sup>[2]</sup>。

文献计量学是一门通过数学和统计学方法,定量分析知识载体的交叉科学。文献计量学将数学、统计学和文献学有机结合,侧重于知识的量化研究。CiteSpace<sup>[3]</sup>能以可视化方式预测研究热点和揭示研究现状。VOSviewer<sup>[4]</sup>能通过网络邻接矩阵、文献耦合、共引用和共同作者网络等方式,创建期刊、作者或出版物的地图。本研究通过CiteSpace及VOSviewer软件分析苦杏仁的研究趋势和热点,旨在为未来的科研探索和质量控制提供参考。

## 1 资料与方法

1.1 文献来源与检索策略 以中国知网、万方数据库和维普数据库作为中文资料库。中国知网采用高级检索方法,检索式为(“主题=苦杏仁”)精确检索,万方数据库检索式为“主题=苦杏仁”精确检索,维普数据库检索式为“题名=苦杏仁 OR 关键词=苦杏仁 OR 摘要=苦杏仁”精确检索。以Web of Science核心合集为英文文献来源,采用高级检索方法,检索式为TS=[“bitter apricot” OR “bitter almond” OR “*Prunus armeniaca* L.” OR “*Prunus mandshurica* (Maxim.) Koehne” OR “bitter almond seed” OR “bitter apricot seed” OR “*Armeniaca Semen Amarum*” OR “ansu apricot seed”]。出版时间范围:1980年1月1日至2024年12月31日。

1.2 纳入标准 (1)与“苦杏仁”相关的研究;(2)关于苦杏仁的学术论文(articles)和评论(review)等文献。

1.3 排除标准 (1)被撤销的出版物刊载的文献;(2)内容重

复的文献(保留一篇);(3)题目、作者、关键词等必要信息缺失的文献;(4)社论材料、会议摘要、书籍章节等类型文献;(5)与苦杏仁研究无直接关联文献。

1.4 文献处理 中文数据库中获取的文献转换为“Refworks”格式;Web of Science核心合集的文献则采用“全记录与引用的参考文献”的“纯文本”格式。两种格式的文献均被导出为“txt”文件,并按统一命名规则命名为“download\*.txt”。随后,由两位研究员对文件中的标题、摘要等内容进行审阅,依据预设标准筛除不符合条件的文献,最终确定纳入的研究文献集合。

## 2 结果

2.1 文献检索结果 共获取中国知网文献3 612篇,万方数据库文献3 653篇,维普数据库文献3 033篇,Web of Science核心合集文献1 516篇。经筛选后最终确定将571篇中文文献及108篇英文文献纳入分析范畴。

2.2 年发文量分析 文献发表量是衡量某一研究领域成果丰富度和进展情况的重要指标。图1展示了苦杏仁研究领域的论文产出情况。该研究领域发文量总体呈现出持续增长的趋势。中文文献、英文文献发表数量均在2021年达到了峰值,分别为31篇和11篇。苦杏仁的中文文献占总文献量的84.09%(571/679),而英文文献仅占15.91%(108/679)。中国发文量位居首位,发表文献达到596篇。(见表1)中国在杏仁的质量和品种上具有独特优势,在该领域的研究处于领先地位。其次,伊朗和土耳其分别排名第二和第三,发文量为14篇和13篇。伊朗和土耳其因其独特的地理条件,盛产山杏,成为优秀的杏制品供应地。这些国家的苦杏仁研究相较于其他国家更为活跃。苦杏仁研究领域正在稳步发展,且逐渐获得更多关注,预示着未来相关研究活动将进一步增多。

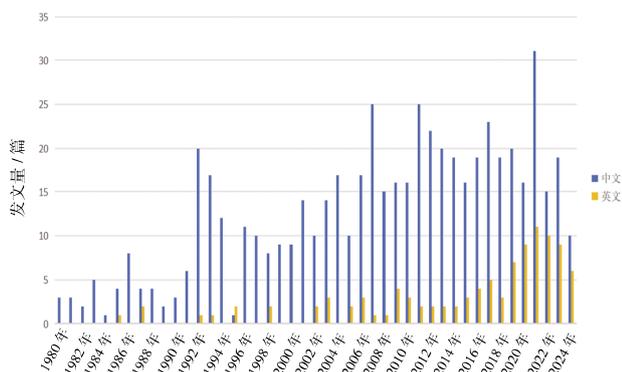


图1 苦杏仁年发文章趋势图

表1 国家年发文章量分布(发文章量排名前7位)

国家	发文章量/篇	起始年份
中国	596	1980年
伊朗	14	2015年
土耳其	13	1995年
印度	8	2008年
斯洛伐克	7	2016年
西班牙	7	1998年
美国	7	1985年

2.3 发文机构分析 (1)中文文献:524个研究机构涉及苦杏仁领域的研究,其中发文章量达到2篇及以上的机构有61个。(见图2)其中陕西师范大学的发文章量最多,共发表26篇相关

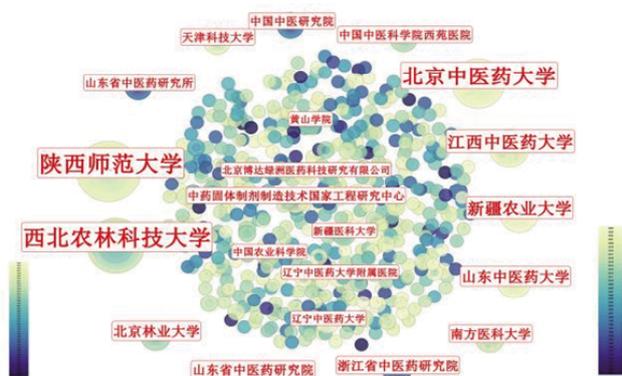
文献。(见表2)

(2)英文文献:146个机构参与该领域研究,其中发文章量达到2篇及以上的机构有21个。(见图2)发文章量最多的机构为伊斯兰阿扎德大学(Islamic Azad University),共发表7篇相关文献。(见表2)

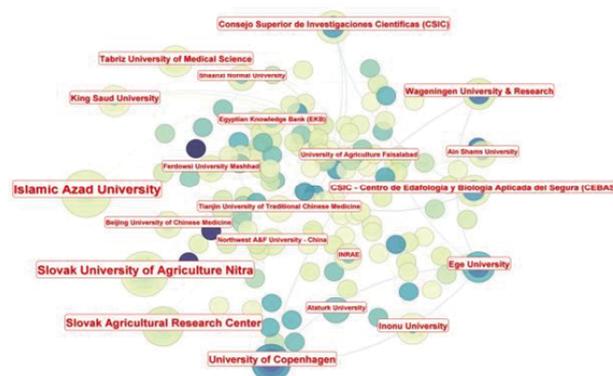
该领域文献中无中心性 $\geq 0.1$ 的机构,表明各个研究机构之间的合作较少,整体呈现出较为分散的特点。(见图2)

2.4 期刊分析 本研究统计了领域内近45年内发文的所有期刊。(见表3)中文文献涉及255种期刊,83种期刊发表论文章数超过2篇,其中《中国中药杂志》发文章量最高,其次为《中国实验方剂学杂志》与《中成药》;英文文献发表涉及81种不同的期刊,13种期刊发表论文章数超过2篇,其中*Food Science and Biotechnology*、*Foods*发文章量最高。中文文献刊载量前3的期刊为国内高质量中医学杂志,而英文文献刊载量前3的期刊主要为食品科学与技术期刊,可见中英文领域对于苦杏仁的研究方向各有所侧重。这不仅反映了苦杏仁药食同源的特点,还体现了苦杏仁具有较高的研究价值与关注度,更彰显了其持续发展的活力与前景。

2.5 作者分析 中文文献涉及1 225位作者,其中194位作者的发表量超过2篇。(见图3)张清安发文章量最高(14篇),其次是赵忠(12篇)。此外,范学辉、郭婵娟、马希汉和马玉花发文章量均为9篇。(见表4)图4采用了密度图的形式进行了直观展示,发文章量前5的作者与其他作者之间的合作不够紧密,而李



中文文献研究机构可视化图谱



英文文献研究机构可视化图谱

图2 研究机构可视化图谱

表2 中英文文献排名前10发文章机构

排名	中文文献			英文文献		
	机构	发文章量/篇	起始年份	机构	发文章量/篇	起始年份
1	陕西师范大学	26	2005年	Islamic Azad University	7	2015年
2	西北农林科技大学	24	2001年	Slovak University of Agriculture Nitra	6	2016年
3	北京中医药大学	18	2007年	Slovak Agricultural Research Center	5	2016年
4	江西中医药大学	10	2011年	University of Copenhagen	4	1995年
5	新疆农业大学	9	2014年	Inonu University	3	2007年
6	山东中医药大学	7	2014年	Ege University	3	1995年
7	北京林业大学	6	2004年	Tabriz University of Medical Science	3	2020年
8	南方医科大学	5	2013年	King Saud University	3	2012年
9	山东省中医药研究院	5	2006年	Wageningen University & Research	3	1995年
10	浙江省中医药研究院	5	1991年	CSIC-Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS)	3	2003年

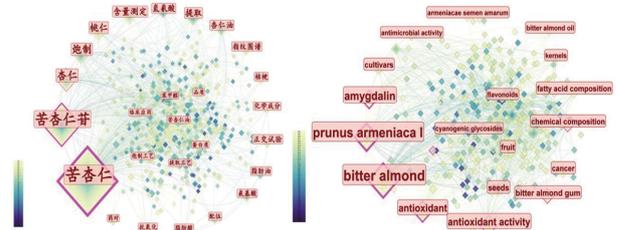




英文文献中“bitter almond”(苦杏仁)频数最高(32),其次为“*Prunus armeniaca* L.”(杏)、“amygdalin”(苦杏仁苷)、“antioxidant”(抗氧化剂)和“antioxidant activity”(抗氧化活性)。(见表5、图9)英文文献高频关键词主要归类为4个方面。(1)植物与植物栽培:高频关键词主要包括“bitter almond”(苦杏仁)、“*Prunus armeniaca* L.”(杏的学名)、“seeds”(种子)、“fruit”(果实)、“kernels”(核仁)、“Armeniaca Semen Amarum”(苦杏仁)和“cultivars”(栽培品种)等关键词。现研究人员对苦杏仁的栽培品种进行了深入研究,以提高苦杏仁的产量与品质。此外,现研究人员对果实、种子和核仁进行了深入研究,以提高苦杏仁的食用、药用效果,以确保苦杏仁作为食材和药材的质量。(2)化学成分:高频关键词有“amygdalin”(苦杏仁苷)、“cyanogenic glycosides”(氰苷)、“flavonoids”(黄酮类化合物)、“anthocyanins”(花青素)、“bioactive compounds”(生物活性化合物)、“chemical composition”(化学成分)和“fatty acid composition”(脂肪酸组成)。研究苦杏仁化学成分不仅有助于深入理解苦杏仁的药用价值,还能为其在现代医药和保健领域的应用提供理论支持。如QIN F L等<sup>[11]</sup>采用液相色谱-电喷雾电离质谱法分析苦杏仁皮甲醇提取物的多酚谱后,鉴定出9种酚酸、13种花青素和13种黄酮类化合物,并在体外表征了提取物的抗氧化、抗菌特性,以及提取物对HepG2细胞的抗癌作用。(3)提取物:高频关键词有“bitter almond oil”(苦杏仁油)、“bitter almond gum”(苦杏仁胶)。苦杏仁油、苦杏仁胶均是从小杏仁中提取的重要成分或衍生物。这些研究不仅扩展了苦杏仁的应用范围,还为其在食品、医药、化妆品等领域的开发提供了科学依据。深入研究苦杏仁胶和苦杏仁油,可以充分利用苦杏仁资源,推动相关产品的产业化发展。(4)生物活性和药理研究:高频关键词有“antioxidant”(抗氧化)、“antioxidant activity”(抗氧化活性)、“antimicrobial activity”(抗菌活性)和“cancer”(癌症)。这些关键词反映了苦杏仁研究领域的一个重要趋势:探索其抗氧化、抗菌和抗癌等生物活性,并挖掘其在功能食品、医药等领域的应用潜力。如LEE H 等<sup>[12]</sup>研究表明,苦杏仁精油对革兰氏阳性菌、革兰氏阴性菌和酵母菌属表现出不同程度的抗菌活性。

中文文献主要涉及化学成分、药理作用、药材鉴别、药材品质、实验方法和炮制与加工等方面。其中苦杏仁苷被广泛研究,具有抗肿瘤、抗纤维化等多种药理作用。英文文献则聚

焦于植物栽培、化学成分、提取物及生物活性等领域,尤其关注苦杏仁的抗氧化、抗菌和抗癌等功能,为其在食品、医药和化妆品领域的应用提供了理论支持。整体来看,苦杏仁的化学成分与药理作用仍是研究的核心内容,同时提取物和生物活性的深入探索也为其多领域应用奠定了基础。

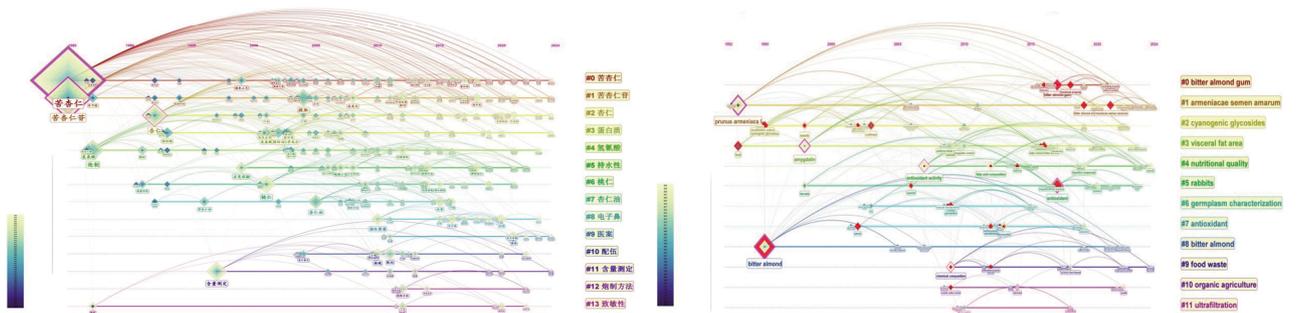


中文文献关键词共现图谱 英文文献关键词共现图谱

图9 苦杏仁中英文关键词共现图谱

2.7 关键词聚类分析 关键词聚类图谱见图10。中文文献、英文文献关键词聚类的平均轮廓系数S分别为0.920 5和0.882 6,聚类间的模块度Q分别为0.640 3和0.698 2。Q>0.3,表明所构建的聚类结构具备明显区分度。S>0.5,则聚类分析被认为合理;S>0.7,则聚类效果显示出高度的可信度与显著性。中文文献、英文文献关键词聚类分别形成了14和12个聚类标签,这些标签在一定程度上描绘了该研究领域内学术动态的演化脉络。

结合图谱与聚类结果,研究主题主要分为4个方面。(1)苦杏仁的种植:包括聚类#0苦杏仁、#4“nutritional quality”(营养质量)、#6“germplasm characterization”(种质特性)、#11“organic agriculture”(有机农业)。研究苦杏仁的种植,可以提高苦杏仁的产量,促进中药标准化。营养质量的研究主要为苦杏仁在健康和营养方面的研究,可能与苦杏仁药食同源的特点与市场需求增长密切相关。(2)苦杏仁的质量控制:包括聚类#1苦杏仁苷、#2杏仁、#5持水性、#6桃仁、#8电子鼻、#11含量测定、#12炮制方法。研究苦杏仁的质量鉴定,有助于确保药物安全性、减少不良反应、把控中成药的质量、提高疗效与稳定性、支持临床应用与研究、确保临床安全性与效果。(3)苦杏仁有效成分研究:包括聚类#0“bitter almond gum”(苦杏仁胶)、#1苦杏仁苷、#3蛋白质、#4氢氰酸、#7杏仁油、#2“cyanogenic glycosides”(氰苷类物质)。研究苦杏仁的有效成分,有助理解苦杏仁的药理作用、治疗机制和潜在应用。(4)研究对象:包括聚类#5“rabbits”(家兔)。兔子常被用于评估苦



中文文献关键词聚类图谱

英文文献关键词聚类图谱

图10 关键词聚类图谱

杏仁的长期毒性及代谢影响。研究<sup>[13]</sup>发现兔子长期摄入苦杏仁会导致皮质骨微结构异常,提示氰苷类物质对骨骼系统存在潜在危害。这类研究通过动物实验验证了苦杏仁的安全性边界,为临床剂量控制及毒理机制研究奠定了基础。

**2.8 关键词突现分析** 关键词突现是指关键词在短期内出现的次数显著上升,表示该时期对其关注度的提高。关键词突现分析有助于预测该领域的研究动态和热点前沿。中文文献、英文文献关键词突现性检测后得到了20个关键词。(见图11)

中文文献中突现性最高的关键词是“苦杏仁苷”,突现值为6.86。本领域研究大概可分为3个阶段。其中第一阶段为1980—2006年,主要研究集中于食品加工、植物化学成分和营养价值,以“苦杏仁苷”“焙制”“脂肪酸”为代表。第二阶段为2006—2013年,关键词“提取”“杏仁油”“脂肪油”表明研究重点转向了技术开发与应用。如周末等<sup>[14]</sup>采用蔗糖溶液辅助水剂法提取苦杏仁油,有效改善了水剂法工艺乳化严重的现象,降低了其中氢氟酸的含量。第三阶段为2013—2024年,关键词包括“超声波”“麻黄”“电子鼻”等。研究内容聚焦于现代提取技术和传统中药研究。本领域研究热点不断更迭,如从基础化学研究到技术开发,再到实际应用;从成分研究,逐步发展到现代化加工与中药提取技术。当前热点主要关注传统中药与现代技术结合。

英文文献中突现性最高的关键词是antioxidant(抗氧化剂),突现值为2.44。研究大概可分为3个阶段。第一阶段为1992—2002年,研究热点集中于基础物质和植物成分分析,如“cyanogenic glycosides”(氰苷)和“densitometric method”(密度测定法)。第二阶段为2003—2016年,研究热点逐渐转向植物资源成分的功能性和应用。“seed”(种子)、“plant”(植物)、“germplasm”(种质)、“leaves”(叶)、“carotenoids”(类胡萝卜素)等为核心关键词,显示该时期研究方向从单一成分转向植物资源多样性研究。第三阶段为2016—2024年,该时期核心关键词有“flavonoids”(类黄酮)、“antioxidant”(抗氧化剂)、“functional property”(功能特性)、“metabolism”(新陈代谢)、“bitter almond gum”(苦杏仁胶)、“Armeniaca Semen

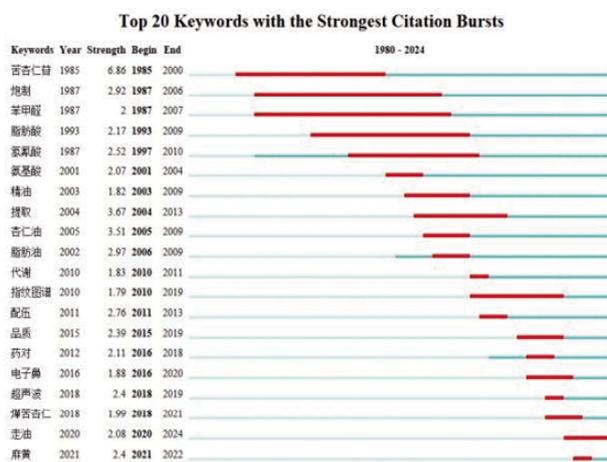
Amarum”(苦杏仁)等。这些研究大多集中在生物医学、食品科学和植物学领域,关注苦杏仁的化学成分、营养价值及其潜在的健康益处。

### 3 讨 论

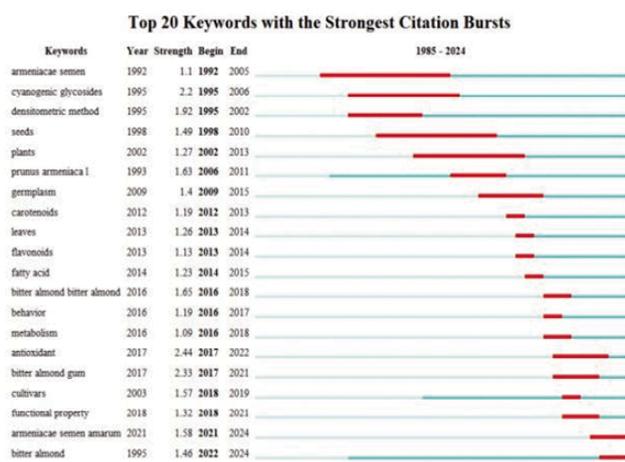
苦杏仁的研究领域年均产出持续增长,标志着此领域的研究正稳健推进。中国、伊朗与土耳其等国家是该研究领域的核心贡献者,但国际合作尚有提升空间,未来研究趋势应趋向于构建跨国界及跨学科的协作模式。中文文献研究机构主要涉及西北农林科技大学、新疆农业大学及北京林业大学等农业大学或林业大学,以及北京中医药大学、江西中医药大学、山东中医药大学、南方医科大学、山东省中医药研究院、浙江省中医药研究院等高等医药类院校与机构。这些机构在此领域具有较高活跃度。英文文献主要研究机构有Islamic Azad University(伊斯兰阿扎德大学)和Slovak University of Agriculture Nitra(斯洛伐克农业大学)等。中文文献、英文文献的各个机构之间合作较少,整体较分散,今后应加强高校和高校之间、高校与医院的合作,促进实验研究能够更好地指导临床。《中国中药杂志》《中国实验方剂学杂志》《中成药》等中文期刊与Food Science and Biotechnology、Foods等英文期刊,因发文量与引用频次均较高,且拥有较高的影响因子,在该研究领域具有卓越研究质量和广泛的学术影响力。在中文文献方面,张清安发文量最高;在英文文献方面,HOSEINI和KOLESAROVA A发文量最多,且两人在该领域的权威性和影响力较为突出。

当前研究热点研究方向主要为苦杏仁的种植,苦杏仁的炮制、鉴别和有效物质提取,苦杏仁对癌症的治疗效果,以及苦杏仁的抗氧化作用。

**3.1 苦杏仁的种植** 苦杏仁、“nutritional quality”(营养质量)、“germplasm characterization”(种质特性)、“organic agriculture”(有机农业)、“bitter almond”(苦杏仁)、“Prunus armeniaca L.”(杏的学名)、“seeds”(种子)、“fruit”(果实)、“kernels”(核仁)、“Armeniaca Semen Amarum”(苦杏仁)和“cultivars”(栽培品种)等关键词频数较高,且出现时间较早,表明早期研究主要为研究者通过对比不同地区的苦杏仁样本,研究不同



中文文献关键词突现图谱



英文文献关键词突现图谱

图 11 关键词突现图谱

苦杏仁品种的有效成分,从而高效地获得高质量的苦杏仁。如HASANBEGOVIC J等<sup>[15]</sup>利用10个微卫星标记对亚得里亚海地区(克罗地亚希贝尼克和黑山巴尔)的60个杏仁基因型进行遗传分析,发现两地群体遗传多样性较高且存在显著但较小的遗传分化,表明其种质资源可能源自共同基因库但受地理或环境因素影响。DENG P等<sup>[16]</sup>系统分析了10个杏品种在不同发育阶段果实和核仁的农理学特性及氰苷(苦杏仁苷和樱草苷)积累模式,发现苦杏核中樱草苷在早期主导而后被苦杏仁苷取代,甜杏核几乎不含氰苷,且 $\beta$ -葡萄糖苷酶活性与氰苷积累无显著关联。该研究为杏品种选育及苦杏仁资源利用提供了理论依据。AYDIN Ç M等<sup>[17]</sup>分析了土耳其Malatya地区4个杏核品种(Hacihalioğlu, Hasanbey, Kabassi, Zerdali)的理化特性及生物活性,发现Hasanbey和Kabassi的抗氧化与抗菌活性最高,Zerdali苦杏仁苷含量最高。杏核中被鉴定出具有潜在降血压、抗氧化及抑制DPP-IV活性的肽序列。Hacihalioğlu和Hasanbey因高生物活性成分和低毒性适用于功能性食品开发。

**3.2 苦杏仁的炮制、鉴别和有效物质提取** 苦杏仁作为重要的中药材,因其含有丰富的生物活性成分而被广泛应用于临床。然而,苦杏仁的天然成分中也含有一定的有毒物质(如苦杏仁苷),因此其安全性和药效的发挥在一定程度上依赖于炮制工艺的合理性。近年来,随着现代科技的发展,苦杏仁的炮制、鉴别及有效成分提取技术得到了深入研究。合理的炮制方法不仅能去除毒性成分、增强其药效,还能提高其有效成分的提取率,确保其临床应用的安全性和有效性。相关研究为苦杏仁的质量控制和标准化提供了重要的理论基础和技术支持。如刘立轩等<sup>[18]</sup>通过高效液相色谱(high performance liquid chromatography, HPLC)法和电子鼻技术对比分析了6种炮制方法(燀法、炒法、烘法、蒸法、砂烫法、微波法)对苦杏仁中苦杏仁苷含量及气味的影 响,发现蒸法炮制品的苦杏仁苷含量最高,而气味综合评价以燀法和微波法最优。燀法、炒法为当前最适炮制方法,而微波法具有推广潜力。“杀酶彻底性”与药效的平衡需进一步探讨。叶聪等<sup>[19]</sup>采用UPLC法结合化学计量学进行分析,以苦杏仁苷为关键标志物,建立了苦杏仁、桃仁及甜杏仁的特征图谱,成功区分了三者的化学成分差异。宋顺佳等<sup>[19]</sup>研制了一种快速检测试剂盒,可鉴定桃仁及苦杏仁DNA成分。该试剂盒特异性强、灵敏性高、稳定性好,且具有良好重复性,可快速鉴定桃仁及苦杏仁。

**3.3 苦杏仁对癌症的治疗效果** 苦杏仁及其活性成分(如苦杏仁苷)在癌症治疗中的潜力已得到多项研究的支持。苦杏仁及其提取物在癌症治疗中的研究已形成多维度证据链,涵盖分子机制探索、药对协同效应及临床前模型验证。研究表明,苦杏仁苷能调控关键信号通路诱导癌细胞凋亡,并抑制癌细胞增殖。如:彭琳等<sup>[20]</sup>通过分子对接和体外实验发现,苦杏仁苷可靶向调控生长抑素受体3(somatostatin receptor 3, SSTR3),显著抑制胃癌细胞HGC-27增殖并促进凋亡,其机制与激活线粒体依赖性凋亡途径相关;汪晶等<sup>[21]</sup>研究表明,苦杏仁苷可通过激活Hippo/YAP信号通路抑制卵巢癌细胞免疫逃逸,下调PD-L1表达并增强T细胞介导的抗肿瘤免疫;刘远

财等<sup>[20]</sup>研究发现,苦杏仁-桔梗药对可通过下调SRC表达抑制Lewis肺癌细胞增殖,并调控PI3K-Akt和MAPK通路发挥协同抗肿瘤作用。在抗肿瘤机制拓展方面,AAMAZADEH F等<sup>[22]</sup>证实苦杏仁乙醇提取物可通过线粒体依赖性途径诱导胰腺癌细胞PANC-1凋亡,上调B细胞淋巴瘤-2(Bcl-2)相关X蛋白(Bcl-2-Associated X Protein, Bax)与Bcl-2蛋白的比例及胱天蛋白酶-3(Caspase-3)活性,而苦杏仁乙醇提取物对正常上皮细胞无显著毒性。CECARINI V等<sup>[23]</sup>研究发现苦杏仁核提取物可选择性抑制肝癌细胞HepG2增殖,并通过抑制DNA损伤相关基因突变发挥抗原毒作用。此外,苦杏仁苷能通过抑制蛋白酶体活性和自噬流阻断,激活Caspase-3/8/9依赖性凋亡通路,显著抑制MCF-7细胞生长<sup>[24]</sup>。EL-DESOUKYM A等<sup>[24]</sup>研究证实苦杏仁苷联合锌可诱导肝癌HepG2细胞凋亡,机制涉及p53介导的细胞周期G<sub>2</sub>/M期阻滞。在临床应用潜力方面,SEYHANS A等<sup>[25]</sup>开发了负载苦杏仁苷的电纺纳米纤维,其缓释特性可抑制乳腺癌术后局部复发,抑制MCF-7细胞增殖;ABOUFARAS M等<sup>[26]</sup>研究表明,苦杏仁核可改善癌症患者症状,具有作为辅助疗法的可行性。值得注意的是,ALBOGAMI S等<sup>[27]</sup>研究发现,中剂量苦杏仁苷(100 mg/kg)可上调抗氧化基因表达并减轻氧化损伤,而高剂量(200 mg/kg)则呈现毒性。研究结果强调剂量控制的重要性。综上,苦杏仁及其活性成分可通过多靶点机制(如凋亡诱导、免疫调节、氧化平衡)在胃癌、卵巢癌、肺癌、胰腺癌、肝癌、乳腺癌等多种癌症中展现抗肿瘤潜力,且若杏仁活性成分与金属离子或纳米载体联用可增强疗效,为临床转化提供了理论支撑。

**3.4 苦杏仁的抗氧化作用** 中医药领域的发展日益强调客观化与标准化,对药物药理效应、作用机制及其靶点的系统性研究成为实现精准治疗的关键。“抗氧化”、“antioxidant”和“antioxidant activity”关键词频繁出现,抗氧化作用是苦杏仁研究的主要方向。近年来,越来越多的研究指出,苦杏仁及其提取物不仅能直接清除自由基,而且能调控体内抗氧化酶体系,如上调超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)和谷胱甘肽过氧化酶(GSH-Px)的表达。同时苦杏仁及其提取物还可能通过激活Nrf2/ARE信号通路,减轻氧化应激对机体的损伤。如HAMID Z等<sup>[28]</sup>通过DPPH自由基抑制试验证明苦杏仁油具有显著的抗氧化活性。韩金承等<sup>[29]</sup>研究发现,苦杏仁油能显著提高小鼠血清中SOD活性并降低丙二醛(MDA)含量。此外,YURT B等<sup>[30]</sup>研究表明,干燥杏及其果仁对乙醇诱导的大鼠肝损伤具有保护作用,其机制可能与增强肝脏抗氧化防御系统有关。VARDI N等<sup>[31]</sup>研究发现,苦杏仁可通过上调CAT、SOD及谷胱甘肽的水平,阻止氨甲蝶呤的毒性并减少MDA的生成。OZTURK F等<sup>[32]</sup>研究表明,苦杏仁含有 $\beta$ -胡萝卜素和维生素等抗氧化营养物质,使其具备高效的自由基清除能力,能降低四氯化碳诱导的肝脏脂肪变性风险。苦杏仁提取物能够激活Nrf2/ARE信号通路,从而上调体内抗氧化酶的表达,并发挥抗氧化及抗炎作用,为苦杏仁在现代药物研发中的应用提供了新的分子机制依据<sup>[33]</sup>。综上,苦杏仁及其提取物在抗氧化方面通过多重机制发挥作用,不仅具备直接清除自由基的能力,还能调控抗氧化防御系统及相关信号通路。

尽管该领域取得了一些进展,但仍面临若干亟待解决的问题。(1)研究集中性不足:各研究机构间合作较少,尤其是中文文献作者合作较为分散,跨领域合作薄弱。(2)研究维度狭窄:除了苦杏仁的成分和药理作用外,生态环境和种植技术的可持续性研究相对较少,亟需加强对其生态影响等方面的深入探索。(3)成果转化不足:尽管许多有效成分已被研究,但大规模临床试验和实际应用仍然不足,转化为临床治疗方案和具体产品仍是挑战。(4)技术创新与标准化不足:尽管现代提取技术有所关注,但相关技术应用和优化滞后,且质量标准化工作尚未完成。(5)国际研究合作不足:国际研究合作较为有限,尤其是在中西药结合领域,跨国合作的深度和广度不足,影响了研究成果的共享和借鉴。

建议主要包括四方面:(1)加强学术合作与跨领域网络建设,促进国内外研究机构间的深度合作。(2)拓宽研究维度,特别是加强对苦杏仁种植技术和生态环境可持续性的探索。(3)推动应用研究的转化,设计大规模临床试验以验证用药效果;加快技术创新与标准化建设,特别是在前沿提取技术的应用和优化方面。(4)加强国际合作,特别是在中西药结合领域,推动跨国学术交流和成果共享;同时,关注市场需求与消费者健康,结合消费者对天然、健康食品的需求,推动相关产品的研发。这些措施,能够促进苦杏仁研究的多维度发展,提升其在药用和食品领域的应用前景。

#### 参考文献

- [1] 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.
- [2] 柏寒,贺梦媛,徐洋,等.中药苦杏仁研究进展及质量标志物的预测分析[J].中华中医药学刊,2024,42(9):199-209.
- [3] 廉坤,欧阳吉,徐月杭,等.1994—2023年女贞子研究文献可视化分析[J].中国中医药信息杂志,2024,31(12):70-76.
- [4] 廉坤,李鑫,胡思远,等.慢性心力衰竭动物模型的研究趋势与热点可视化分析[J].中药新药与临床药理,2024,35(3):394-401.
- [5] 李川徽,李英姿,刘斌,等.基于网络药理学方法和分子对接技术探讨桔梗-苦杏仁药对治疗咳嗽变异性哮喘的作用机制[J].山西中医药大学学报,2024,25(1):77-86.
- [6] 刘远财,周夏成,陈卓,等.基于网络药理学与分子对接及实验验证探讨苦杏仁-桔梗药对治疗肺癌的作用机制[J].新中医,2023,55(11):146-155.
- [7] 郑洁,茹晨雷,张璐,等.基于近红外光谱成像技术对不同产地苦杏仁和桃仁药材的鉴别[J].中国中药杂志,2021,46(10):2571-2577.
- [8] 叶聪,谢翡翡,李国卫,等.基于UPLC特征图谱的苦杏仁、桃仁及甜杏仁药材鉴别研究[J].中南药学,2024,22(2):315-321.
- [9] 黄琼连,周敏贤,龙江玲,等.苦杏仁皮中膳食纤维和黄酮同步提取工艺的优化[J].中国药房,2022,33(6):724-728,734.
- [10] 韩金承,孟鑫,吴慎威,等.醇酶法提取苦杏仁油工艺优化及微胶囊的制备[J].食品工业,2023,44(1):82-87.
- [11] QIN F L, YAO L, LU C R, et al. Phenolic composition, antioxidant and antibacterial properties, and in vitro anti-HepG2 cell activities of wild apricot (*Armeniaca Sibirica* L. Lam) kernel skins[J]. Food Chem Toxicol, 2019, 129:354-364.
- [12] LEEH H, AHNJ H, KWONA R, et al. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of apricot seed[J]. Phytother Res, 2014, 28(12):1867-1872.
- [13] KOVACOVA, V, SAROCKA, A, BLAHOVA, J, et al. Long-term peroral administration of bitter apricot seeds influences cortical bone microstructure of rabbits[J]. J Anim Physiol Anim Nutr (Berl), 2020, 104(1):362-370.
- [14] 周末,张凌雁,于修焯,等.蔗糖溶液辅助水剂法提取苦杏仁油的工艺研究[J].中国油脂,2017,42(12):6-9,31.
- [15] HASANBEGOVIC J, HADZIABULIC S, KURTOVIC M, et al. Genetic characterization of almond (*Prunus amygdalus* L) using microsatellite markers in the area of Adriatic Sea[J]. TurkJAgricFor, 2021, 45(6):797-806.
- [16] DENG, P, CUI, B, ZHU, H, et al. Accumulation pattern of amygdalin and prunasin and its correlation with fruit and kernel agronomic characteristics during apricot (*Prunus armeniaca* L.) kernel development[J]. Foods, 2021, 10(2):397.
- [17] AYDIN Ç M, ÇELIKBIÇAK Ö, HAYALOĞLUA A. Evaluation of antioxidant, antimicrobial, and bioactive properties and peptide sequence composition of Malatya apricot kernels[J]. J Sci Food Agric, 2024, 104(13):8022-8036.
- [18] 刘立轩,李吉宁,陈海燕,等.基于HPLC法及电子鼻技术的苦杏仁药材不同炮制方法研究[J].沈阳药科大学学报, 2023, 40(4):494-500.
- [19] 宋顺佳,姜菲菲,关奕泽,等.桃仁及苦杏仁DNA检测试剂盒的研制与评价[J].中国药学杂志, 2022, 57(6):478-485.
- [20] 彭琳,廖彬,龙慧玲.基于网络药理学和分子对接探讨苦杏仁苷治疗胃癌的作用机制及实验验证[J].中南药学, 2024, 22(12):3200-3205.
- [21] 汪晶,李新,周筠,等.苦杏仁苷调节Hippo/YAP信号通路抑制卵巢癌免疫逃逸[J].中国老年学杂志, 2024, 44(18):4463-4469.
- [22] AAMAZADEH F, OSTADRAHIMI A, RAHBAR SAADAT Y, et al. Bitter apricot ethanolic extract induces apoptosis through increasing expression of Bax/Bcl-2 ratio and caspase-3 in PANC-1 pancreatic cancer cells[J]. Mol Biol Rep, 2020, 47(3):1895-1904.
- [23] CECARINI V, SELMI S, CUCCIOLONI M, et al. Targeting proteolysis with cyanogenic glycoside amygdalin induces apoptosis in breast (下转第186页)

- 中国针灸,2002,22(S1):139.
- [29] 刘淑红,王建国,张建梅.针刺配合耳穴贴压及神阙穴药敷治疗耳鸣临床观察[J].中国中西医结合耳鼻喉科杂志,2020,28(6):407-410.
- [30] 宋春侠,暴宏伶,权兴苗,等.针刺配合雷火灸治疗痰瘀内阻型神经性耳鸣的临床研究[J].河北中医药学报,2019,34(1):43-46.
- [31] 樊凌杉,谯凤英.针刺治疗神经性耳鸣212例[J].河南中医,2013,33(12):2200-2201.
- [32] 张新红,朱秀莲.针刺治疗神经性耳鸣32例[J].陕西中医,2012,33(7):888-889.
- [33] 陈静,罗娟.针灸治疗神经性耳鸣的临床效果观察[J].保健医学研究与实践,2015,12(2):67-68.
- [34] 曾庆红,胡琳.中西医综合治疗神经性耳鸣的疗效观察[J].内蒙古中医药,2014,33(33):33-34.
- [35] 宋新超,郭栋.从五脏角度论述耳鸣的病因病机[J].中医药导报,2017,23(14):31-33.
- [36] 黄云城,李滋平,彭颖君,李滋平.针药相须治疗周围性面瘫经验[J].中医药导报,2021,27(9):218-221.
- [37] 张静婧,侯春英,毕小南,等.鼠神经生长因子穴位注射治疗难治性耳鸣的疗效及对患者血清sVCAM-1、SOD水平的影响[J].内科,2017,12(5):615-618.
- [38] SERRA A, MAIOLINO L, COCUZZA S, et al. Assessment of oxidative stress markers and hearing thresholds in patients with obstructive sleep apnea-hypopnoea treated with cysteine and superoxide dismutase therapy[J]. Acta Biomed,2016,87(3):253-258.
- [39] 康碧,陈宜.健脾止动汤联合耳穴贴压对儿童多发性抽动症的下丘脑-垂体-肾上腺轴激素、神经递质的影响[J].世界中医药,2019,14(6):1524-1527,1531.
- [40] TÁVORA -VIEIRA D, WEDEKIND A. Single-sided deafness: Emotional and social handicap, impact on health status and quality of life, functional hearing, and the effects of cochlear implantation[J].Otol Neurotol, 2022,43(10):1116-1124.
- [41] 李成龙,张利达,韩为,等.不同灸量温针灸治疗主观性耳鸣的临床观察[J].上海针灸杂志,2022,41(3):279-284.
- [42] 王盈心,许书静,孙雯,等.温针灸联合醋酸泼尼松治疗急性周围性面瘫疗效研究[J].湖北中医药大学学报,2024,26(6):79-81.

(收稿日期:2024-11-27 编辑:蒋凯彪)

(上接第179页)cancer cells [J]. Molecules,2022,27 (21): 7591.

- [24] EL-DESOUKYM A, FAHMIA A, ABDELKADERI Y, et al. Anticancer effect of amygdalin (vitamin B-17) on hepatocellular carcinoma cell line (HepG2) in the presence and absence of zinc[J]. Anticancer Agents Med Chem, 2020,20(4):486-494.
- [25] SEYHANS A, ALKAYAD B, CESUR S, et al. Investigation of the antitumor effect on breast cancer cells of the electrospun amygdalin-loaded poly(l-lactic acid)/poly (ethylene glycol) nanofibers[J]. Int J Biol Macromol, 2023,239:124201.
- [26] ABOUFARAS M, SELMAOUI K, OUZENNOU N. Efficacies and side effects of medicinal plants used by patients with cancer in Morocco: A retrospective treatment-outcome study [J]. J Ethnopharmacol,2023,301: 115783.
- [27] ALBOGAMI S, HASSAN A, AHMED N, et al. Evaluation of the effective dose of amygdalin for the improvement of antioxidant gene expression and suppression of oxidative damage in mice[J]. PeerJ,2020,8:e9232.
- [28] HAMID Z, AKBAR A, KAMRAN K, et al. Unlocking the therapeutic and antimicrobial potential of *Prunus armeniaca* L. seed kernel oil[J]. Int J Food Sci,2024, 2024:5589506.
- [29] 韩金承,孟鑫,吴慎威,等.体外和体内评价法分析苦杏仁油抗氧化能力[J].保鲜与加工,2023,23(2):31-36.
- [30] YURT B, CELIK I. Hepatoprotective effect and antioxidant role of Sun, sulphited-dried apricot (*Prunus armeniaca* L.) and its kernel against ethanol-induced oxidative stress in rats[J]. Food Chem Toxicol,2011,49(2):508-513.
- [31] VARDI N, PARLAKPINAR H, OZTURK F, et al. Potent protective effect of apricot and beta-carotene on methotrexate-induced intestinal oxidative damage in rats[J]. Food Chem Toxicol,2008,46(9):3015-3022.
- [32] OZTURK F, GUL M, ATES B, et al. Protective effect of apricot (*Prunus armeniaca* L.) on hepatic steatosis and damage induced by carbon tetrachloride in Wistar rats[J]. Br J Nutr,2009,102(12):1767-1775.
- [33] LI S Y, LU S H, WANG L, et al. Effects of amygdalin on ferroptosis and oxidative stress in diabetic retinopathy progression via the NRF2/ARE signaling pathway[J]. Exp Eye Res,2023,234:109569.

(收稿日期:2025-01-27 编辑:蒋凯彪)