



李梦莎,朱良玉,王化,等.花色苷抗肝癌活性功能研究现状的文献计量学分析[J].黑龙江农业科学,2025(5):103-109.

花色苷抗肝癌活性功能研究现状的文献计量学分析

李梦莎¹,朱良玉¹,王化¹,周丽萍¹,何海燕²

(1.黑龙江省科学院 自然与生态研究所,黑龙江 哈尔滨 150040; 2.长白山保护开发区机关事务/管理中心,吉林 安图 133613)

摘要:为了更深入地探究花色苷在抗肝癌活性功能研究领域的全球进展及发展趋势,采用文献计量学的方法,对2003—2023年Web of Science核心数据库中收录的相关文献进行了全面的热点追踪与趋势剖析。采用VOSviewer软件,分析了花色苷抗肝癌研究的文献数量、发表国家、核心作者群体、研究机构分布,还深入挖掘了该领域的研究热点。结果显示,近年来关于花色苷抗肝癌活性的学术论文发表数量持续攀升,反映出该领域日益增长的研究兴趣与重要性。在地域分布上,中国与美国是这一研究领域内发表论文最为活跃的两个国家。埃及知识库与开罗大学凭借其丰富的科研成果,位列研究机构发文量榜首。通过对高频关键词的细致分类与归纳,可以清晰识别出当前研究的三大核心热点:“anthocyanins”(花色苷)、“anticancer”(抗癌)以及“apoptosis”(细胞凋亡)。这些热点不仅揭示了花色苷作为抗癌物质,特别是在抗肝癌方面的巨大潜力,也指明了未来研究的关键方向与重点。

关键词:花色苷;肝癌;细胞凋亡;抗癌物质;文献计量学

随着大健康产业的蓬勃发展和人们对健康日益增长的关注,天然抗氧化剂凭借其安全性和有效性,赢得了广泛的青睐。小浆果,作为自然界中花色苷的富集来源,成为了制备天然抗氧化剂的优选材料。其出色的抗氧化性能在预防氧化应激相关疾病及保障人类健康方面,发挥着举足轻重的作用。花色苷为一种水溶性色素,其广泛存在于植物的根、茎、叶、花和果实的液泡内。作为小浆果中的一类关键植物次生代谢产物,花色苷不仅为果实增添了绚丽的色彩,更是其抗氧化^[1-3]、抗癌^[4-5]、降压^[6],以及预防心脑血管疾病^[7-9]等多重生物活性功能的物质基础。近年来,对花色苷功能的研究不断深入,特别是在肝癌治疗领域的研究,已逐渐成为花色苷研究的一个热点方向。

肝癌,作为全球六大常见癌症之一,因其发病初期症状不明显且病程发展迅速,对人类健康构成了严峻威胁。研究发现,黑果枸杞中的花青素(Anthocyanins from *Lycium ruthenicum* Murr., 简称ALR)对血糖、血脂、抗肿瘤及增强免疫力等方面具有一定的作用。特别值得注意的是,其抗肿瘤作用可能通过促进癌细胞凋亡等机制得以实现^[10]。当前,国内外学者对花色苷在肝癌治疗领域的研究兴趣日益浓厚,已开展了大量相关工作。随着研究关注度的不断提升,花色苷在化学成分

分析、分离鉴定技术、活性评估等方面均取得了持续进展。然而,尽管研究热度不减,但截至目前,尚未有关于花色苷研究现状的文献计量学分析报道。

文献计量学是一门多个学科交叉的学科领域,通过对已经发表的文献(包括书籍、期刊文章、数据集及博客等)进行统计学和可视化分析,对文献中的相关字段,例如题目、关键词、研究主题等来推测出该学科领域的研究态势和未来的发展趋势^[11]。该领域的一个显著优势在于,能够通过追踪特定主题在文献中的传播路径来把握其发展轨迹,或者通过分析高下载量的期刊文章特征来评估其学术影响力。已有研究成功运用文献计量学方法对黑果枸杞^[12]和草莓^[13]的研究进展及趋势进行了深入分析,为预测该领域的研究进展和未来发展提供了科学依据。因此,本研究采用文献计量学的方法,以2003—2023年间有关花色苷在肝癌研究中已发表的文献为研究对象,系统分析花色苷在抗肝癌研究领域的研究热点、核心作者、发表文献量及发展趋势。此外,采用VOSviewer可视化软件进行数据的高效处理与可视化呈现,从而全面揭示花色苷在肝癌研究中的主要聚焦点及其未来走向,期望能为花色苷在肝癌治疗领域的深入研究提供参考,同时也为相关领域的研究引入一种创新的研究方法与视角,以期促进该领域学术交流的深化与拓展。

收稿日期:2024-11-16

基金项目:黑龙江省省属科研院所科研业务费(ZNNQ2023ZR03)。

第一作者:李梦莎(1986—),女,博士,副研究员,从事天然产物化学研究。E-mail:lms19861004@163.com。

通信作者:周丽萍(1976—),女,博士,研究员,从事天然产物化学研究。E-mail:316768662@qq.com。

1 材料与方法

1.1 数据来源

本研究的文献检索来选择 Web of Science 核心数据库,采用关键词“anthocyanin anticancer”进行精确检索,时间范围限定为 2003—2023 年,检索主题选择为“关键词”。通过这一检索策略,共获取了 514 篇符合筛选标准的文献。这 514 篇文献的导出格式为以“全记录及引用参考文献”,保存为“document.txt”文件,进行后续的文献计量学分析和可视化分析。

1.2 数据处理

将“document.txt”文件里的数据进行文献计量学和可视化分析,按照下列步骤进行:(1)研究进展分析。主要分析文献的发表年度、研究机构、作者以及关键词等核心要素,数据的提取采用 Excel 2010 实现,图片由 Sigmaplot. 9.0 完成。(2)关键词共现分析与知识图谱构建。关键词可以体现文章的研究主题和特点,因此选择关键词用来进行共现性分析和知识图谱构建,通过构建共现性的网络关系,可以很好地呈现花色苷在抗肝癌研究的现状和热点等,采用 VOSviewer 可视化软件完成。为了保证分析结果的准确性,设定了一个筛选标准,即关键词需至少出现 10 次才可以纳入分析,关键词的出现频次通过圆圈的大小来直观呈现,圆圈尺寸越大,表明该关键词出现的次数越频繁^[14]。通过 VOSviewer 软件,可以提取出花色苷抗肝癌研究的高频关键词,还可以揭示了关键词之间的共现关系,进而构建了该研究领域的知识图谱。这一图谱直观地展示了花色苷抗肝癌研究的知识结构和发展脉络,为深入理解该领域提供了有力的视觉支持^[15]。

2 结果与分析

2.1 年度发文量变化趋势

在文献计量学的研究中,年度发文量是一个

重要的指标,其可以量化在一段时间内某一研究方向的文献产出数量,从而深入揭示该领域的研究态势与发展趋势以及整体研究趋势的起伏,从而为科研工作者提供宝贵的研究导向^[16]。而且年度发文量不仅是研究活跃度的直观体现,也是评估该领域生产力和研究水平的重要标尺^[17]。一个领域年度发文量的持续增长,往往意味着该领域正在经历蓬勃的发展,吸引着众多学者的关注与投入^[18]。反之,发文量的减少则可能预示着研究进入瓶颈期或面临新的挑战。年度发文量还成为评价研究机构或学者学术影响力的重要参考。高发文量往往与高质量的科研成果和广泛的学术影响力紧密相连,是衡量研究机构或学者在特定领域内贡献度的重要指标。通过对比不同领域的年度发文量,还可以直观地比较各领域之间的研究活跃度和发展态势,为跨学科研究、资源配置以及科研政策的制定提供有力的数据支撑^[19-20]。

本研究通过分析近 20 年间关于花色苷抗肝癌活性功能的文献发表量变化,揭示了该研究领域的发展趋势。研究结果表明,从 2003—2023 年,关于花色苷抗肝癌活性功能的发表文献量整体上呈现出增加的趋势,但是存在一定的波动,主要表现在 2007—2018 年文献的发表量呈现缓慢上升的趋势,2018—2023 年文献发表量出现明显的上升趋势(图 1)。这说明尽管花色苷在抗肝癌活性方面的研究起步较晚,目前仍处于成熟前期的发展阶段,但近年来,随着全球范围内对花色苷研究的日益重视,相关领域的学术论文发表数量持续攀升。因此可以预见,在未来几年里,关于花色苷抗肝癌活性的文献数量将会继续保持增长,相关研究也将更加深入,这为探索花色苷在肝癌治疗中的潜在应用提供更为丰富的科学依据和理论支撑。

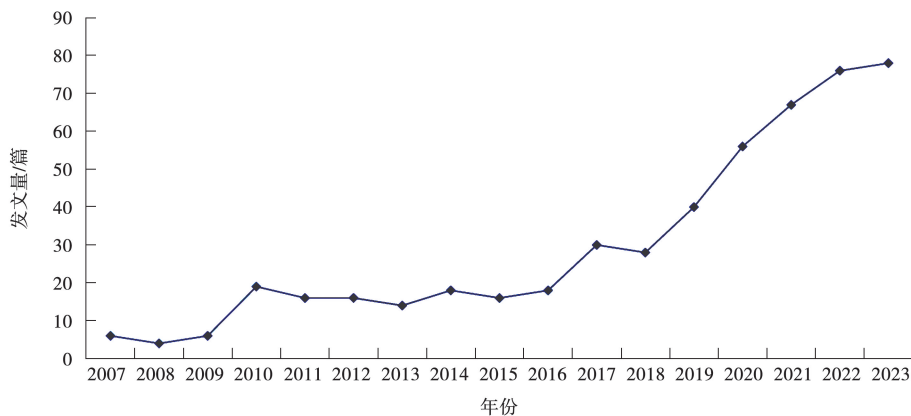


图 1 基于 Web of Sciences 数据库近 20 年花色苷抗肝癌活性功能发文量趋势

2.2 高被引文章分析

通过对高被引论文的分析,可以准确地掌握花色苷抗肝癌研究中的权威作者和论文。从表1的结果可以得出,目前花色苷抗肝癌研究领域的权威论文主要集中在食品科学技术、生物化学与分子生物学、营养学、化学以及药学等多个相关领域。中山大学的 Xia Enqin 发表的“Biological Activities of Polyphenols from Grapes”一文,聚焦于生物化学与分子生物学方向,深入探讨了葡萄中多酚的生物活性,该文已被引用高达 809 次,位居引用榜首。另一篇由加州大学的 Seeram Navindra 撰写的“Blackberry, black raspberry, blueberry, cranberry, red raspberry, and strawberry extracts inhibit growth and stimulate apoptosis of human cancer cells *in vitro*”,则属于食品科学

方向,研究了多种浆果提取物对人类癌细胞的生长抑制作用及促凋亡效果,该文也获得了 715 次的高引用,紧随其后。值得注意的是,表 1 中所列举的引用次数排名前十的论文中引用率最少的也达到 322 次,这充分表明,目前花色苷抗肝癌研究的工作受到全球范围内科研工作者的关注认可和广泛认可。这些高被引论文不仅为花色苷抗肝癌的研究提供了坚实的理论基础和实验依据,也指引着未来研究方向,推动了相关科研工作的深入发展。

从发表的期刊的影响因子来看,影响因子的范围为 3.2~9.1,大部分期刊的影响因子都在 3.0 分以上。这说明该领域的研究期刊整体水平很高、这也说明目前花色苷抗癌活性研究是热门方向。

表 1 花色苷抗肝癌研究检索结果中被引频次前十的文章

序号	论文题目	第一作者	机构	被引频次	期刊	影响因子
1	Biological Activities of Polyphenols from Grapes	Xia Enqin	Sun Yat-Sen University	809	<i>International Journal of Molecular Sciences</i>	4.9
2	Blackberry, black raspberry, blueberry, cranberry, red raspberry, and strawberry extracts inhibit growth and stimulate apoptosis of human cancer cells <i>in vitro</i>	Seeram Navindra P.	University of California	715	<i>Journal of Agricultural and Food Chemistry</i>	5.7
3	Edible berries: bioactive components and their effect on human health	Nile Shivraj Hariram	Konkuk University	628	<i>Nutrition</i>	3.2
4	Anthocyanins: structural characteristics that result in unique metabolic patterns and biological activities	Prior Ronald L.	Arkansas Children's Nutrition Center	482	<i>Free Radical Research</i>	3.6
5	Cranberry and blueberry: evidence for protective effects against cancer and vascular diseases	Neto Catherine C.	University of Massachusetts	414	<i>Molecular Nutrition & Food Research</i>	4.5
6	Mulberry anthocyanins, cyanidin 3-rutinoside and cyanidin 3-glucoside, exhibited an inhibitory effect on the migration and invasion of a human lung cancer cell line	Chen Peini	Chung Shan Medical University	376	<i>Cancer Letters</i>	9.1
7	Potential impact of strawberries on human health: a review of the science	Hannum Sandra M.	University of Illinois	373	<i>Critical Reviews in Food Science and Nutrition</i>	7.3
8	Phenolic compounds: current industrial applications, limitations and future challenges	Albuquerque Bianca R.	Instituto Politecnico de Braganca	356	<i>Food & Function</i>	5.1
9	A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (<i>Phoenix dactylifera</i> L.)	Baliga Manjeshwar S.	National Institute of Technology Karnataka	325	<i>Food Research International</i>	7.0
10	Anthocyanin content, antioxidant, anti-inflammatory and anticancer properties of blackberry and raspberry fruits	Bowen-Forbes Camille S.	Michigan State University	322	<i>Journal of Food Composition and Analysis</i>	4.0

2.3 高发文量国家分析

在花色苷抗肝癌功能的研究领域内,各国的发文量成为衡量其在此领域活跃程度与贡献大小

的重要指标。根据本研究检索到的 514 篇文献数据(表 2),中国以 156 篇的发文量位居榜首,占比高达 30.35%,显示出中国在该领域的显著活跃

度和贡献度。紧随其后的是美国,发文量为 130 篇,占比 25.29%。中、美两国合计发文 286 篇,占比高达 55.64%,成为了推动花色苷抗肝癌功能研究发展的两大核心力量。值得注意的是,尽管中、美两国在发文量上占据领先地位,但发文量排名前 10 的国家中,有 6 个发展中国家。这一数据充分表明,在花色苷抗肝癌功能的研究领域,发展中

国家的科研工作者同样展现出了极高的活跃度,不仅发表了大量高质量的学术论文,还为该领域的科研成果产出作出了重要贡献。这反映了全球范围内对花色苷抗肝癌功能研究的广泛关注,也预示着未来该领域将具有更加多元化和国际化的发展前景。

表 2 花色苷抗肝癌功能研究发文量排名前十的国家

序号	国家	数量/篇	占比/%	序号	国家	数量/篇	占比/%
1	中国	156	30.35	6	埃及	47	6.79
2	美国	130	25.29	7	巴西	40	5.78
3	印度	96	13.87	8	西班牙	40	5.78
4	韩国	57	8.24	9	伊朗	35	5.06
5	意大利	56	8.09	10	巴基斯坦	35	5.06

注:表中发文篇数因存在合作情况故总数高于检索到的 514 篇,占比为各国发文篇数占检索数的百分比。

网络共现可视化分析作为一种高效的数据处理与态势分析手段,在花色苷抗肝癌研究领域发挥了至关重要的作用。通过构建以国家为节点的网络图(图 2),能够直观地洞察各国在该领域的研究活跃度以及国家间的合作与交流情况。图 2 中节点的大小和颜色直观地反映了各国在花色苷抗肝癌领域的发文量。美国和中国作为该领域的重要研究国家,其节点显著较大且颜色鲜明,凸显了其在研究中的领先地位。同时,西班牙、韩国和印度等国家也展现出较高的研究活跃度,节点相对较大,表明这些国家在该领域同样取得了显著的成果。边的粗细和颜色则揭示了国家间的合作与交流强度。美国和中国之间的边比较粗,这充

分说明了两个国家在该领域的合作与交流极为紧密,共同推动了研究的深入发展。此外,西班牙、韩国和印度等国家之间的边也相对较粗,显示出这些国家间存在着频繁的合作与交流,未来有望成为该研究领域的新热点。值得注意的是,土耳其、意大利、罗马尼亚、克罗地亚等欧洲国家在网络图中也呈现出紧密的合作态势。这可能是由于这些国家地理位置相近,科学家之间的交流与合作更为便捷,从而促进了研究资源的共享与整合。这种紧密的合作模式不仅有助于提升各国的研究水平,也为全球范围内花色苷抗肝癌研究的协同发展奠定了坚实基础。

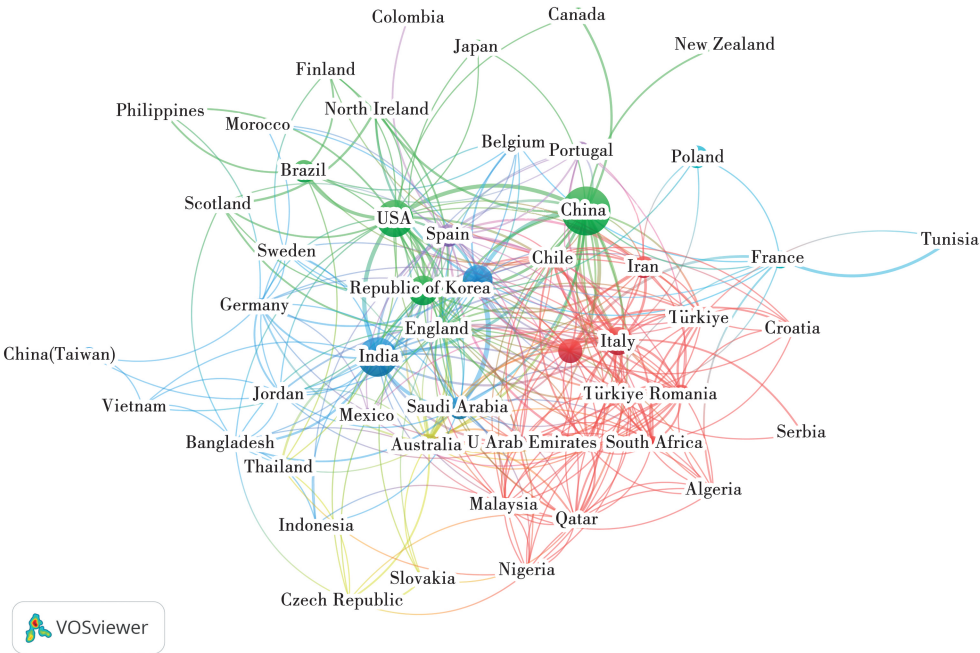


图 2 花色苷抗肝癌功能研究高发文量国家(地区)共现网络分析图

2.5 研究机构分析

通过统计得出,发文量排名前 10 位的机构总发文量占全部检索结果的 19.84%,共发文 102 篇(表 3)。排名前 3 位的机构分别是埃及知识库,占全部检索的 6.42%,其次是开罗大学和中国科学院,均占全部检索的 1.94。排名 4~10 位的 7 所研究机构发文数量差别不大。

表 3 2003—2023 年花色苷抗肝癌在全世界发文量
排名前十位的研究机构

序号	发文机构	数量	所占百分比/%
1	埃及知识库	33	6.42
2	开罗大学	10	1.94
3	中国科学院	10	1.94
4	中山大学	9	1.75
5	中山医科大学	7	1.36
6	中山医科大学附属医院	7	1.36
7	意大利国家研究委员会	7	1.36
8	马来西亚大学	7	1.36
9	中国农业科学院	6	1.16
10	韩国东义大学	6	1.16

3 结论与展望

在 2003—2023 年的时间内,本研究于 Web of Science 核心数据库中系统性地搜集并整理了 514 篇聚焦于花色苷抗肝癌研究的文献。利用可视化的 VOSviewer 软件,深入开展了文献计量分析与可视化呈现,全面剖析了核心作者、发表期刊、研究结构、权威期刊、研究态势和发展趋势多个维度,旨在揭示花色苷抗肝癌研究的整体概貌及其发展脉络。

基于这一系列详尽的分析,本研究的结论如下:(1)过去 20 年间,花色苷抗肝癌的研究领域呈现出了稳步增长的态势,尤其是在 2008 年之后,相关文献的数量显著攀升,呈现出强劲的发展势头。这预示着在未来的时间里,该领域的文献数量有望持续增长,进一步推动花色苷在抗肝癌研究方面的深入探索与发展。(2)花色苷抗肝癌的研究主要集中在食品、营养、生物化学与分子生物学领域。中国是该领域的重要研究国家之一。高被引的文献主要涉及生物化学与分子生物学和食品科学方向,发表的核心期刊杂志影响因子数比较高,也说明目前花色苷抗肝癌的整体研究水平很高,而且从研究机构来看,发展中国家和发达国家

家的研究水平基本上持平,这也说明在花色苷抗肝癌的研究领域,不同地区和国家的科研水平比较平均,整体研究的水平非常高,在此领域不同研究机构的合作比较紧密。埃及知识库、开罗大学、中国科学院、中山大学、中山医科大学是研究机构中的核心机构,对其他机构有着重要的合作作用。

近年来,随着科技进步和人们对于健康的重视,推动了花色苷的研究不断深入,以及对抗肿瘤等方面的应用。但是花色苷对于癌症的主要研究领域还是在于其对于肝癌患者的疗效和抑制肝癌细胞增长阶段,未来还应该更加深入地开展花色苷对于肝癌细胞的治疗机理、活性成分和相关抑制机理等方面的研究。特别要注重采用分子生物学的方法从细胞水平上研究花色苷的化学结构、物化特征对于不同肝癌细胞的作用机制,为进一步理解和利用花色苷提供理论基础,进一步促进花色苷产业的发展。

参考文献:

[1] ADAMCZUK N, MIGAS P, KIMEL K, et al. TLC with densitometric and image analysis in the control of anthocyanin content in fruits of *Rubus occidentalis* and *Rubus idaeus* cultivars and hybrids[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2025, 137: 106886.

[2] 张宽朝,汪炜姿,余平,等. 黑豆种皮花色苷酶法辅助提取工艺优化及其抗氧化活性分析[J]. 天然产物研究与开发, 2022, 34(1): 83-92.

[3] LI Z X, CUI R G, LIU W W, et al. Application of green deep eutectic solvents for anthocyanins extraction from grape pomace: optimization, stability, antioxidant activity, and molecular dynamic simulation[J]. LWT, 2024, 211: 116878.

[4] SHI N, CHEN X X, CHEN T. Anthocyanins in colorectal cancer prevention review[J]. Antioxidants, 2021, 10(10): 1600.

[5] CHEN J L, XU B J, SUN J X, et al. Anthocyanin supplement as a dietary strategy in cancer prevention and management: a comprehensive review[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2022, 62(26): 7242-7254.

[6] MOTTAGHIPISHEH J, DOUSTIMOTLAGH A H, IRAJIE C, et al. The promising therapeutic and preventive properties of anthocyanidins/anthocyanins on prostate cancer[J]. Cells, 2022, 11(7): 1070.

[7] MOZOS I, FLANGEA C, VLAD D C, et al. Effects of anthocyanins on vascular health[J]. Biomolecules, 2021, 11(6): 811.

[8] HERAWATI E R N, SANTOSA U, SENTANA S, et al. Protective effects of anthocyanin extract from purple sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) on blood MDA levels, liver

and renal activity, and blood pressure of hyperglycemic rats [J]. Preventive Nutrition and Food Science, 2020, 25(4): 375-379.

[9] DO ROSARIO V A, FITZGERALD Z, BROYD S, et al. Food anthocyanins decrease concentrations of TNF- α in older adults with mild cognitive impairment: a randomized, controlled, double blind clinical trial [J]. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases, 2021, 31(3): 950-960.

[10] RABELO A C S, GUERREIRO C A, SHINZATO V I, et al. Anthocyanins reduce cell invasion and migration through Akt/mTOR downregulation and apoptosis activation in triple-negative breast cancer cells: a systematic review and meta-analysis[J]. Cancers, 2023, 15(8): 2300.

[11] 何国浩,杨云,曾琳,等. 基于 Citespace 和 VOSviewer 可视化分析沉香研究的发展态势[J]. 中草药, 2024, 55(20): 7033-7046.

[12] 杨小玉,刘格,郝莉雨,等. 黑果枸杞研究现状及发展前景分析[J]. 食品与药品, 2018, 20(6): 473-477.

[13] 谷青青,柯裴蓓,黄欣,等. 基于 Web of Science 的草莓研究热点与趋势的可视化分析[J/OL]. 分子植物育种, 1-16 [2024-11-08]. <https://link.cnki.net/urlid/46.1068.S.20231120.0845.002>.

[14] 马俊,李珊,曹凯,等. 基于文献计量的丛枝菌根真菌对植物抗性影响的研究态势分析[J]. 农业大数据学报, 2023, 5(2): 109-121.

[15] 张玥. 我国社区基金会研究进展与热点分析: 基于 CNKI 文献的 CiteSpace 可视化分析[J]. 社会科学前沿, 2024, 13(7): 282-293.

[16] 侯蕊琪,陈佚喧,阿合阿沙,等. 基于 CiteSpace 的土壤生态研究热点与趋势可视化分析[J]. 安徽农学通报, 2024, 30(24): 85-92.

[17] 刘子明,张春吉,刘丹,等. 基于 CiteSpace 的羊肚菌领域研究现状、热点及发展趋势的可视化分析[J]. 中国农学通报, 2024, 40(17): 149-157.

[18] 周莹莹,罗雅杰,卢忠英. 基于 citespace 的天麻化学成分研究发展趋势和热点可视化分析[J]. 中药与临床, 2024, 15(1): 92-96, 102.

[19] 廉坤,叶嘉豪,李鑫,等. 2010—2023 年中药川芎的研究趋势与热点可视化分析[J]. 中国中药杂志, 2023, 48(17): 4789-4797.

[20] 康新玲,郭帅龙,马长乐. 基于 CiteSpace 的森林自然教育领域研究现状及热点趋势可视化分析[J]. 广西林业科学, 2024, 53(2): 268-279.

Bibliometric Analysis of Current Research Status of Anthocyanins in Anti Liver Cancer Activity Function

LI Mengsha¹, ZHU Liangyu¹, WANG Hua¹, ZHOU Liping¹, HE Haiyan²

(1. Institute of Nature and Ecology, Heilongjiang Academy of Sciences, Harbin 150040, China; 2. Government Offices Affairs Management Center, Changbai Mountain Protection and Development Zone, Antu 133613, China)

Abstract: In order to further understand and clarify the global status and hotspots of research on the anti-liver cancer activity of anthocyanins, a bibliometric analysis was conducted on the literature published in the Web of Science core database from 2003 to 2023. The VOSviewer software was utilized for bibliometric and visualization analysis of the publication volume, countries, core authors, research structures, and research hotspots in this field. The results showed that the number of the publications has shown an overall upward trend. China and the United States are the two countries with the highest number of publications in this research field. The Egyptian Knowledge Bank and Cairo University are the research institutions with the highest publication volume. By categorizing high-frequency keywords, the research hotspots were identified as “anthocyanins” “anticancer” and “apoptosis” which represent the most important research directions in the field of anthocyanins’ anti-liver cancer activity.

Keywords: anthocyanins; liver cancer; apoptosis; anti-cancer substance; bibliometrics