

基于CiteSpace的三七研究知识图谱可视化分析

夏言柯^{1,2*}, 王冬梅^{3*}, 木本荣^{1,2#}

¹成都中医药大学医学技术学院, 四川 成都

²川渝共建感染性疾病中西医结合诊治重庆市重点实验室, 四川 成都

³成都中医药大学基础医学院, 四川 成都

收稿日期: 2022年8月6日; 录用日期: 2022年8月16日; 发布日期: 2022年8月30日

摘要

三七作为一种名贵的中药材已有上千年的历史, 在中医临床治疗各项疾病中已经得到广泛的应用。研究目的: 对有关三七研究的文献进行可视化分析, 研究其从2012年到2022年10年间的热点及研究进程。研究方法: 本文以中国知网(CNKI)数据库为数据来源, 检索2012年7月29日至2022年7月28日共10年间以三七为主题或关键词的相关文献, 经过筛选得到所需文章, 利用CiteSpace软件对关键词、作者和机构进行可视化分析。研究结果: 通过关键词分析, 预测三七未来主要热点在三七种植、三七产业发展、三七临床应用等; 三七的主要研究作者有崔秀明、陈中坚、杨野等人; 主要研究机构有昆明理工大学、文山学院文山三七研究院、昆明理工大学生命科学与技术学院。结论: 本文所纳入的文献中研究三七的绝大部分学术团队之间存在紧密联系, 仅有小部分之间不存在合作关系; 作者之间存在合作关系; 通过分析推断出三七总皂苷、三七中医临床应用、三七产业链发展、三七的含量测定、药理作用等是三七研究的重要领域, 将继续成为三七研究的热点。

关键词

三七, 知识图谱, 可视化分析

Visual Analysis of Knowledge Map of *Panax notoginseng* Research Based on CiteSpace

Yanke Xia^{1,2*}, Dongmei Wang^{3*}, Benrong Mu^{1,2#}

¹College of Medical Technology, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu Sichuan

²Chongqing Key Laboratory of Sichuan-Chongqing Co-Construction for Diagnosis and Treatment of Infectious Diseases Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Chengdu Sichuan

³School of Basic Medical Sciences, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu Sichuan

Received: Aug. 6th, 2022; accepted: Aug. 16th, 2022; published: Aug. 30th, 2022

*共第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 夏言柯, 王冬梅, 木本荣. 基于 CiteSpace 的三七研究知识图谱可视化分析[J]. 统计学与应用, 2022, 11(4): 1010-1019. DOI: 10.12677/sa.2022.114104

Abstract

Panax notoginseng, as a valuable traditional Chinese medicine, has been widely used in the clinical treatment of various diseases in traditional Chinese medicine for thousands of years. **Research Purpose:** To visually analyze the literature on *Panax notoginseng* and study its hot spots and research process in the 10 years from 2012 to 2022. **Research Methods:** This paper takes the database of China National Knowledge Network (CNKI) as the data source, searches the relevant literature with *Panax notoginseng* as the theme or keyword in the 10-year period from July 29, 2012 to July 28, 2022, selects the required articles, and uses CiteSpace software to visually analyze the keywords, authors and institutions. **Research Results:** Through keyword analysis, it is predicted that the main hot spots of *Panax notoginseng* in the future will be *Panax notoginseng* planting, *Panax notoginseng* industrial development, *Panax notoginseng* clinical application, etc.; The main research authors of *Panax notoginseng* include Cui Xiuming, Chen Zhongjian, Yang Ye and others; The main research institutions are Kunming University of Science and Technology, Wenshan Sanqi Research Institute of Wenshan University, and School of Life Science and Technology of Kunming University of Science and Technology. **Conclusion:** Most of the academic teams studying *Panax notoginseng* in the literature included in this paper are closely related, and only a small number of them do not have cooperative relationships; There is a cooperative relationship between authors; Through analysis, it is concluded that the total saponins of *Panax notoginseng*, the clinical application of *Panax notoginseng* in traditional Chinese medicine, the development of *Panax notoginseng* industrial chain, the content determination of *Panax notoginseng*, pharmacological effects, etc. are important areas of *Panax notoginseng* research, and will continue to become the hotspot of *Panax notoginseng* research.

Keywords

Panax notoginseng, Knowledge Map, Visual Analysis

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

三七(*Panax notoginseng* (BurK.) F.H. Chen.)是五加科人参属的多年生草本植物,入药部位为其干燥的根和根茎,有活血化瘀、消肿定痛之效[1]。《纲目》曰“甘,味苦,温”[2];《本草便读》云“入胃行肝”[3]。在中医上普遍认为三七具有活血化瘀、消肿止痛的特点[4],在中医临床应用以及各方剂中发挥了重要的作用,被誉为“伤科要药”[5],具有“止血而不留淤,化淤而不伤正”的特点[6][7]。

三七秋季花开前采挖,洗净晒干,生用;除了具有化瘀止血、消肿定痛的功效外,还有极其优良的止血功效。三七主要含三萜皂苷活性成分,主要成分为三七皂苷[8]。三七主产于中国云南、广西等地,为道地药材,三七的主产地中又以云南省文山州所产三七药效最好、品质最佳。

2. 研究目的

CiteSpace 可视化软件是美国德雷塞尔大学(Drexel University)陈超美教授开发研制的科学文献计量自动化软件。CiteSpace 可视化软件可以将相关研究领域文献进行可视化分析,并以科学知识图谱的方式展

现在操作者面前[9], 使得研究者可以直观地看到某研究领域的发展趋势, 可以对所研究的领域进行更加深入的研究并分析其未来发展态势。

本研究采用 CiteSpace 可视化分析软件对有关我国人参属植物三七的相关研究文献进行系统性的分析, 通过知识图谱的可视化分析, 揭示近 10 年三七的研究现状和规律, 为三七于中医临床方面的研究发展以及三七相关产业发展提供一定的科学依据。

从 2012 年至 2022 年, 中国范围内发表了大批关于三七主要活性成分三七皂苷、三七中医临床治疗疾病、三七种植与产业链发展的研究文章。可视化分析软件 CiteSpace 是用于计量和分析科学文献数据信息的专业软件, 通过对三七相关研究的文献数据信息的分布、数量及其内在联系, 以可视化图谱的方式直观展现关键词、作者、发文机构等之间的联系, 能够定量地分析在三七领域中的研究热点、前沿方向并预测三七领域的未来发展方向以及应用前景。运用 CiteSpace6.1.R2 软件对近 10 年来全国发表的有关三七领域研究的中文相关文献的发文量、作者、机构、关键词等进行可视化分析, 从时间和空间维度探究中国关于三七领域研究的前沿热点及发展趋势, 以期对三七领域未来的研究方向以及三七产业发展的研究提供一定参考。

3. 研究方法

3.1. 数据来源及筛选

本文以中国知网(CNKI, <http://www.cnki.net>)数据库为检索平台, 采用高级检索, 检索方式: 条件: 主题 = 三七 OR 题名 = 三七 AND 关键词 = 三七, 检索时间为 2012 年 7 月 29 日至 2022 年 7 月 28 日, 经过筛选, 共得 1755 篇文章, 经人工筛选剔除与主题无关的报纸 1 篇、会议 48 篇、图书 1 册、科技成果 55 个、17 篇无关硕士论文以及 2 篇明显不相关期刊, 最终得到符合主题文献共计 1631 篇, 并以“Refworks”格式导出。

3.2. 参数设置

将以上数据导入 CiteSpace6.1.R2 版本进行数据转化、分析, 时间分段(time slicing)为 2012 年到 2021 年, 文献以每 1 年为 1 个时间切片(years per slice); 节点类型中分别选取作者(author)、机构(institution)、关键词(keyword)。

4. 研究结果

4.1. 关键词

图 1 中关键词所在图标越大, 表明其出现的频率越高。因此, 结合图 1 和表 1, 我们可以看出除去本文主题中的三七外, 关键词出现频率从高到低依次为皂苷、黄芪、丹参、人参、药理作用、连作障碍、根腐病、三七皂苷、人参皂苷等。通过 CiteSpace6.1.R2 软件对导出文献中的关键词进行分析后, 得到表 1 中关键词出现频率的高低, 在很大程度上表明三七未来或将以药理作用、三七皂苷和含量测定等为主要研究方向, 三七产业发展将以克服连作障碍、解决根腐病为导向。

Table 1. Frequency and centrality of occurrence of keywords in *Panax notoginseng* study

表 1. 三七研究关键词出现频次及中心性

序号	关键词	频次	中心性	年份
1	三七	1514	1.59	2012
2	皂苷	87	0.2	2013

Continued

3	黄芪	60	0.1	2012
4	丹参	52	0.08	2012
5	人参	51	0.08	2012
6	药理作用	40	0.06	2013
7	连作障碍	39	0.07	2013
8	根腐病	35	0.12	2013
9	三七皂苷	31	0.04	2012
10	人参皂苷	29	0.02	2012
11	含量测定	26	0.03	2012
12	质量标准	25	0.06	2012
13	指纹图谱	22	0.03	2012
14	西洋参	21	0.02	2016
15	总皂苷	20	0.02	2013

本文利用中国知网(CNKI)数据库中近 10 年有关三七研究的参考文献数据, 结合知识图谱可视化软件 CiteSpace 对三七的研究热点、合作关系和发展趋势等内容做了相关图谱可视化分析, 构建了三七关键词研究图谱, 具体内容如图 1 所示。

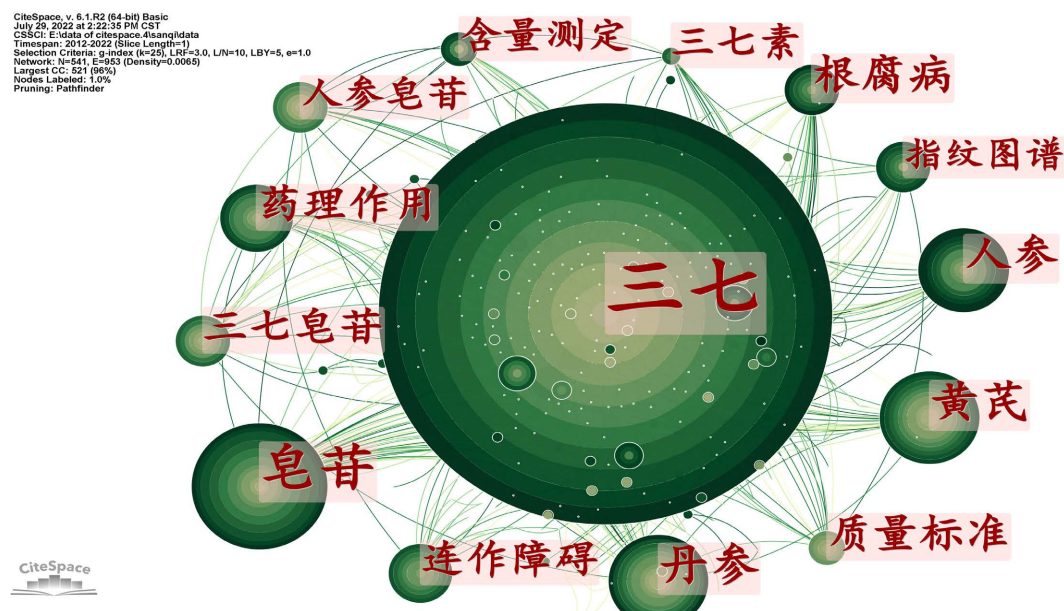


Figure 1. Keyword correlation diagram of *Panax notoginseng* research literature
图 1. 三七研究文献关键词相关性图

如图 2 所示, 关键词一旦出现, 将固定在首次出现的年份, 之后的文章中若再次出现该关键词, 图中将不再显示, 只会出现在刚出现的年份显示。由于本文导入文章年限为 2012 年到 2022 年, 故本文核心关键词三七最早出现在 2012 年。此后关键词三七随出现频次的增加, 其对应节点大小也逐渐增加, 如图 2 中可以看到关键词三七的节点最大, 表明其出现频率最高, 出现次数最多, 根据可视化分析软件 CiteSpace 中得到三七出现频次为 1514 次。

从关键词时区图中可以看出,近 10 年有关三七相关研究主要集中在三七、皂苷、黄芪、丹参、人参、药理作用、连作障碍、根腐病、三七皂苷、人参皂苷等有关三七研究的相关热点上。关键词突现是指在短时间之内该词的出现频率显著增加,表明某段时间内该领域的研究备受科研人员的关注,据此可以判断该领域的前沿进展和研究趋势[10]。在 2012 年发生了一系列高频关键词的突现,此后发生了一系列有关的新的关键词突现,如光合作用、化学成分、西洋参等,通过关键词突现分析,可以在一定程度上预测三七中临床治疗疾病和三七产业的未来发展方向。

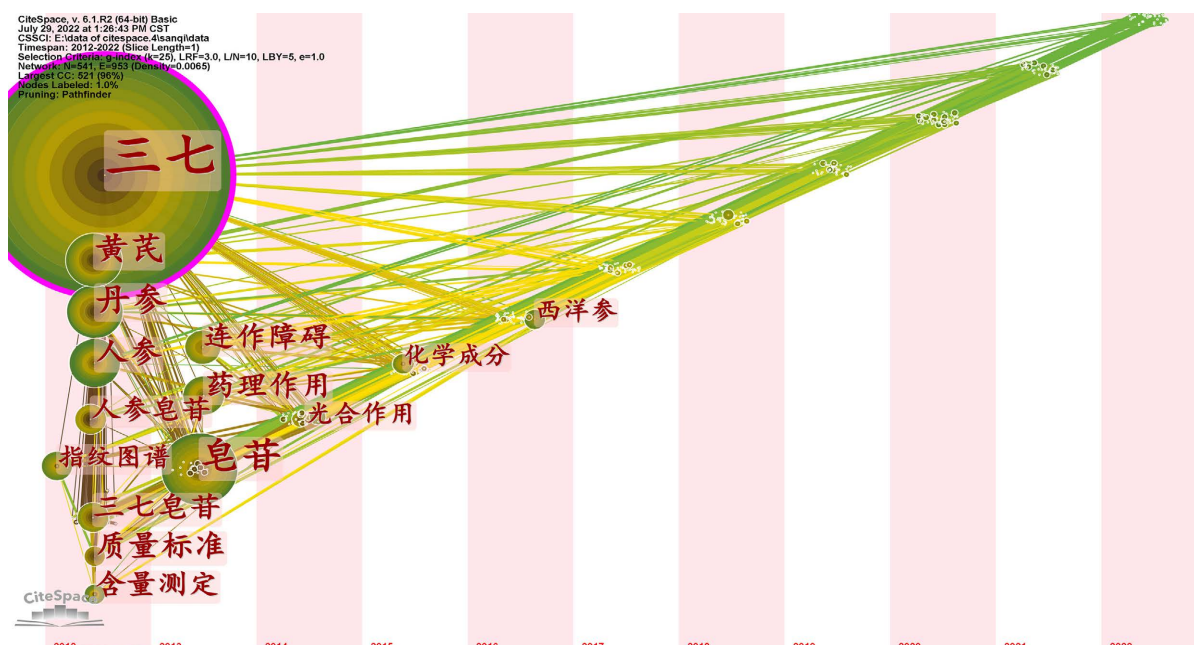


Figure 2. Keywords time zone of *Panax notoginseng* research literature
图 2. 三七研究文献关键词时区图

通过 CiteSpace6.1.R2 软件进行关键词聚类分析, Q 值(模块值)和 S 值(平均轮廓值)是衡量关键词聚类的一个重要指标。一般研究上认为, Q 值 > 0.3 表示聚类结构清晰, S > 0.5 表明聚类划分合理[11]。本研究中 Q = 0.6348, S = 0.9403, 结果达到标准, 通过聚类分析得到 541 个节点、953 条连线, 网络密度为 0.0065, 节点多且节点之间存在联系, 得到当下三七研究依旧为热点, 且通过阅读所导入的文章结合可视化图谱分析, 得到三七最新研究有 6 个聚类重点(见图 3)。

分别有以下几个聚类, #0 三七、#1 皂苷、#2 三七素、#3 丹参、#4 药理作用、#5 三七皂苷。聚类#0 三七已在引言中详细描述, 此处不再重复赘述; 聚类#1 皂苷和#5 三七皂苷, 通过阅读文献得到, 三七中各物质的含量存在着差异, 皂苷为三七的主要成分, 而其中以人参皂苷 Rg1、人参皂苷 Rb1、人参皂苷 Re、人参皂苷 Rd、三七皂苷 R1 的含量较高[12], 以三七总皂苷(*Panax notoginseng* Saponins, PNS)为其最重要的活性成分, 通过以上分析表明三七未来的一个重要的研究热点为三七中各皂苷含量测定, 通过测定其各组分的含量, 结合当下科学技术提高三七相关药品含量的配比, 使三七药效可以充分发挥得以利用。有实验研究证明, 三七有效成分三七总皂苷(PNS)可有效地改善糖尿病肾病模型小鼠的肾损伤问题, 可通过抗氧化应激、抗炎反应、降低肾组织 TGF- β 1、Col-IV、AGEs 等因子的表达实现治疗疾病的过程[13] [14]。由此可以推断出, 将来三七总皂苷的临床作用研究将成为三七研究的一个重点, 具有良好的研究前景。聚类#2 三七素, 三七素也称田七氨酸, 是一种天然存在的非蛋白氨基酸, 是三七的主要成分,

现代医学研究表明三七素具有保护神经、止血、抗炎症、降血糖以及减轻糖尿病肾病损伤等多种药理活性[15], 在三七的临床应用中具有及其重要的作用; 聚类#3 丹参, 通过查阅相关资料: 三七的主要活性成分为三七总皂苷, 丹参的主要水溶性成分为丹参总酚酸。有研究发现, 三七总皂苷和丹参总酚酸配伍时可抑制心肌细胞凋亡、改善心肌缺血等症状[16], 三七与丹参可以相互配伍共同治疗疾病, 这既符合中医君臣佐使的用药方法, 也标志着三七临床用药范围的扩大。这是现代三七结合传统中医优秀理念的结果, 也是三七未来发展的一个重要方向; 聚类#4 药理作用主要侧重于通过三七动物实验, 得到三七的作用及疗效。

通过查阅相关文章发现, 中药材三七中主要含有达玛烷型四环三萜母核结构的皂苷类成分, 其中以人参皂苷 Rg1、人参皂苷 Rb1、人参皂苷 Re、人参皂苷 Rd、三七皂苷 R1 的含量较高[12]。近年来, 三七药材及三七总皂苷(PNS)在治疗 RF (肾纤维化)方面具有较好的临床疗效[17] [18]。三七总皂苷为五加科人参属植物三七的主要有效活性成分, 含多种单体皂苷, 有清除自由基、抗炎症与抗氧化、降血脂等药理作用[19]。药理学研究发现三七总皂苷的作用机制主要包括: 减少炎症细胞的聚集, 下调肾组织中 RF 相关性因子表达, 抑制肾小管上皮细胞转分化, 抑制整合素、纤维化标志物 TGF- β 1 的表达, 抑制人肾间质肌成纤维细胞的增殖, 调节并减少 ECM 的积聚等作用[20]。因此得出结论: 三七总皂苷作为三七的主要活性成分, 在三七研究中是一个重要的研究领域和研究方向。经过可视化分析所得图谱可为三七相关研究人员提供参考和指导信息, 对掌握三七于中医临床治疗疾病研究和三七产业链发展研究的实时发展动态具有重要意义。

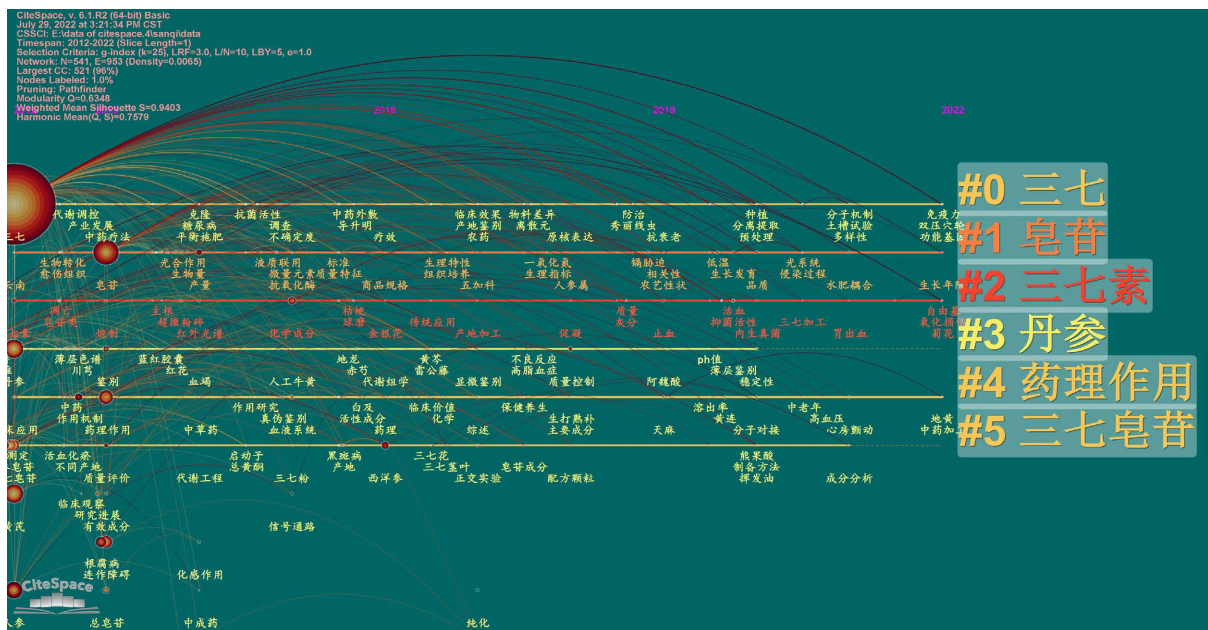


Figure 3. *Panax notoginseng* research literature keywords time-line graph

图 3. 三七研究文献关键词时间线式图

4.2. 作者

作者是三七研究的主体, 通过图谱可视化网络分析可以了解作者之间的合作研究关系。本文通过 CiteSpace6.1.R2 软件对有关三七研究的文献作者进行图谱分析。通过 CiteSpace6.1.R2 软件对筛选后的文献进行可视化分析, 首先得到作者发文数量表格, 表格中包含了发表文章数量排名前十的作者, 通过该

表可以看出发文章量最多的作者崔秀明发文章量为 53 篇, 其次陈中坚发文章量为 47 篇, 杨野发文章量为 32 篇, 相关表格如下表 2 所示。

Table 2. Number of author publications

表 2. 作者发文章数量

序号	作者	发文章量	中心性
1	崔秀明	53	0.13
2	陈中坚	47	0.13
3	杨野	32	0.05
4	魏富刚	27	0.07
5	杨莉	24	0.11
6	陈军文	24	0.01
7	冯光泉	24	0.07
8	张子龙	23	0.04
9	孙玉琴	23	0.01
10	杨生超	22	0.01

得出表格所需数据之后, 再一次进行图谱的可视化分析, 得到相关数据, 三七研究的作者合作网络包括 487 个节点、1211 条连线, 构成网络密度为 0.0102 的作者合作知识图谱, 如图 4 所示。从图中各作者之间的连线以及网络密度数据, 可以得出各发文章作者之间的联系较为紧密的结论。图 4 中的节点越大表明该作者出现次数越多, 连线越粗表明作者之间合作关系越紧密。由图 4 可知, 部分作者间存在一定的合作关系, 并形成几个较大的合作团队, 其中, 以崔秀明为核心的团队、陈中坚为核心的团队和杨野为核心的团队比其他团队的规模更大, 团队成员多, 发文章量较其他团队更多。三七相关研究的发文章数量的多少可以反映作者对三七领域研究的广度和深度。表 2 中数据与图 4 中的图谱相对应, 可以得到作者之间呈现了一种关联度较强的合作关系网。以崔秀明、杨野为核心的团队研究主要为三七相关产业研究、三七种植生产研究两个研究方向; 以陈中坚为核心的团队以三七的种植、治疗三七病害为主要的两个研究方向。

4.3. 机构

某发文章机构的论文产出量, 产出时间, 覆盖范围相当程度上能反映该机构特定领域科研实力、持续研究能力、总体研究水平[21]。发文章机构的分析能为科研学者提供权威可信的参考, 利于资料文献的查找, 有助于一定程度地了解各机构对三七研究的关注度和科研水平[22]。纳入研究的 1631 篇三七相关研究文献中, 主要研究机构有昆明理工大学(中心性为 0, 85 篇)、文山学院文山三七研究院(中心性为 0.09, 59 篇)、昆明理工大学生命科学与技术学院(中心性为 0.05, 54 篇)、云南农业大学农学与生物技术学院(中心性为 0.03, 46 篇)、北京中医药大学中药学院(中心性为 0.06, 41 篇)。网络中介中心性表明(见表 3), 具有影响力的科研机构为昆明理工大学、文山学院文山三七研究院、昆明理工大学生命科学与技术学院。

各机构之间存在复杂连线, 表明机构之间联系较为紧密, 图 5 中可以得到以文山学院文山三七研究院、昆明理工大学生命科学与技术学院两个研究机构为核心, 形成有关三七研究机构之间的合作关系与密切联系。其次, 部分研究机构诸如昆明理工大学、北京中医药大学等机构独立开展研究, 形成与其他研究机构之间联系不紧密或无联系的现象, 具体详情见图 5。

CiteSpace, v. 5.1.R2 (64-bit) Basic
 August 1, 2022 at 11:12:37 AM CST
 CSFC: E:\data of citespace\41sanq\data
 Timespan: 2012-2022 (Slice Length=1)
 Selection Criteria: q-index (q=0.25), LRF=3.0, L/N=10, LBY=5, e=1.0
 Network: N=487, E=1211 (Density=0.0102)
 Largest CC: 228 (46%)
 Nodes Labeled: 1.0%
 Pruning: None



Figure 4. Network display of the cooperation between the authors of *Panax notoginseng* research
 图 4. 三七研究作者合作网络展示图

Table 3. Centrality and number of documents issued by *Panax notoginseng* research institutions

表 3. 三七研究机构中心性及发文数量

序号	机构	中心性	发文量
1	昆明理工大学	0	85
2	文山学院文山三七研究院	0.09	59
3	昆明理工大学生命科学与技术学院	0.05	54
4	云南农业大学农学与生物技术学院	0.03	46
5	北京中医药大学中药学院	0.06	41
6	云南省农业科学院药用植物研究所	0.11	37
7	云南农业大学资源与环境学院	0.06	32
8	北京中医药大学	0	29
9	云南农业大学植物保护学院	0.07	25
10	中国中医科学院中药研究所	0.03	20

5. 结论与期望

本文仅收纳了中国知网数据库的相关中文文献, 未导入外文文献进行分析, 分析年份为 10 年, 分析的范围较小, 存在一定的局限性, 仅能一定程度上推断出近年来三七的研究方向。通过最新研究进展结合相关文章有以下推断: 三七总皂苷、含量测定、氧化应激等词将成为三七研究的重点, 具有良好的前景。

本文使用 CiteSpace6.1.R2 软件对中国知网(CNKI)数据库有关三七研究的相关文献进行可视化分析, 直观地展示了近年来中国范围内对三七的研究热点和研究方向, 并展示出研究作者、研究机构间的合作等信息。结果显示, 各机构间合作较多, 呈现大部分机构之间相互合作, 但仍有部分机构自主进行研究,

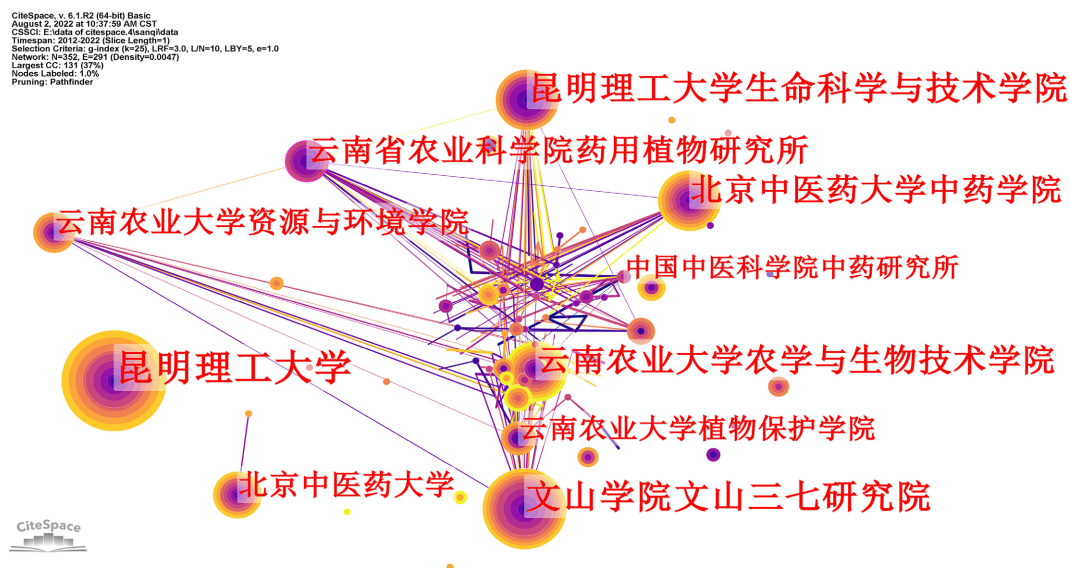


Figure 5. Cooperation network of *Panax notoginseng* research literature institutions
图 5. 三七研究文献机构合作网络图

因此得到结论，加强各机构间合作或将成为未来研究的重点方向；三七主要成分皂苷作用疾病靶点和作用效果是当前的研究热点，未来也将继续成为热点，是三七研究中最重要研究领域之一；三七与其他药物配伍用药，遵循传统中医理法方药的优良理念，多种药物配伍治疗将是一个重要的研究方向且具有研究意义与研究价值；三七种植与三七产业链发展也是三七领域的一个重点。本研究基于 CiteSpace 可视化分析对近 10 年三七研究文献进行了充分的分析，以期对三七的深入研究和未来研究方向在一定程度上提供一定的参考价值。

基金项目

四川省中医药管理局 2021 年度中医药科研专项课题(2021MS108)；成都中医药大学杏林学者学科人才科研提升计划(ZRQN2020001)。

参考文献

- [1] 潘嘉, 王家葵. 三七功效本草考证[J]. 中国中药杂志, 2003(6): 43-44.
- [2] 李时珍. 本草纲目. 第十卷下草部山草类[M]. 清康熙刻本, 康熙庚子岁: 41.
- [3] 张秉成. 本草便读. 第一卷[M]. 上海: 上海启智书局印行, 光绪乙酉岁: 7.
- [4] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[M]. 2010 年版. 北京: 中国医药科技出版社, 2010.
- [5] 钟赣生. 中药学[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2012: 261.
- [6] 武双, 崔秀明, 郭从亮, 等. 不同蒸制法对三七主根中皂苷的影响[J]. 中草药, 2015, 46(22): 3352-3356.
- [7] 王莹, 褚扬, 李伟, 马晓慧, 魏振平. 三七中皂苷成分及其药理作用的研究进展[J]. 中草药, 2015, 46(9): 1381-1392.
- [8] 李铁男. 中药方剂学[M]. 第 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 2010.
- [9] 陈悦, 陈超美, 刘则渊, 等. CiteSpace 知识图谱的方法论功能[J]. 科学学研究, 2015, 33(2): 242-253.
- [10] 毛小文, 顾志荣, 郭燕, 吕鑫, 葛斌. 基于 CiteSpace 知识图谱的红芪研究热点与趋势分析[J]. 中国中药杂志, 2022(11): 3095-3104.
- [11] 罗荃, 许泽港, 陈翠. 基于 CiteSpace 的国内乡村公共空间研究综述[J]. 南方建筑, 2022(2): 11-21.

- [12] Wang, T., Guo, R., Zhou, G., *et al.* (2016) Traditional Uses, Botany, Phytochemistry, Pharmacology and Toxicology of *Panax notoginseng* (Burk.) F.H. Chen: A Review. *Journal of Ethnopharmacology*, **188**, 234-258. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.05.005>
- [13] 侯凯健, 郑杰洪, 朱丹, 陈凤梧, 郑映苗, 郑楚炎, 侯笃城. 三七总皂苷联合氨基胍治疗对糖尿病肾病大鼠的肾脏保护作用及机制[J]. *中华中医药学刊*, 2020, 38(8): 237-242+285-286. <https://doi.org/10.13193/j.issn.1673-7717.2020.08.058>
- [14] 徐刚, 刘茂林, 傅珍春, 范超明, 黄妙珍, 赖登攀, 宁锂, 张秋玲. 三七总皂苷对糖尿病肾病大鼠的肾脏保护作用及机制[J]. *中国临床药理学杂志*, 2012, 28(9): 665-667. <https://doi.org/10.13699/j.cnki.1001-6821.2012.09.003>
- [15] 张希, 王文倩, 许旭东, 田瑜, 尚海. 三七素的药理作用研究进展[J]. *现代药物与临床*, 2019, 34(10): 3192-3196.
- [16] 龚婉, 肖扬, 张萌, 王毅, 王怡. 丹参总酚酸及三七总皂苷配伍对缺氧复氧损伤心肌细胞的保护作用研究[J]. *中国中药杂志*, 2013, 38(7): 1046-1051.
- [17] 吴金玉. 田七注射液对大鼠肾纤维化的作用及 TGF- β 1/Smads 信号转导机制的研究[D]: [博士学位论文]. 长沙: 湖南中医药大学, 2011.
- [18] 陶静莉, 郭敏, 刘华锋, 等. 三七总苷对慢性肾衰竭大鼠模型肾纤维化的治疗作用及机制[J]. *中国中西医结合肾病杂志*, 2008, 9(9): 799-801, 插 5.
- [19] Zhang, X., Yu, Y., Jiang, S., *et al.* (2019) Oleanane-Type Saponins Biosynthesis in *Panax notoginseng* via Transformation of β -Amyrin Synthase Gene from *Panax japonicus*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **67**, 1982-1989. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b07183>
- [20] 李娜, 王风云, 高小玲, 等. 中药三七防治肾纤维化的研究进展[J]. *中成药*, 2020, 42(11): 2974-2978.
- [21] 王学勤. 竹子栽培文献计量分析与可视化图谱分析[J]. *浙江农林大学学报*, 2016, 33(2): 330-339.
- [22] Chen, C., Li, X.X., Wei, W., *et al.* (2018) Macroporous Adsorption Resin for the Purification of Polysaccharides from *Gastrodia elata* Bl. *Journal of Sichuan University: Natural Science Edition*, **55**, 1109-1115.