



赵文茵,马和平.基于文献计量分析的国内外苔藓植物研究进展[J].黑龙江农业科学,2022(8):134-140.

# 基于文献计量分析的国内外苔藓植物研究进展

赵文茵,马和平

(1. 西藏农牧学院 西藏高原生态研究所/西藏林芝高山森林生态系统国家野外科学观测研究站/西藏高原森林生态教育部重点实验室/西藏高原森林生态重点实验室/西藏自治区高寒植被生态安全重点实验室,西藏 林芝 860000)

**摘要:**为了探明国内外苔藓植物的研究现状,借助 Excel、VOSviewer 等软件,对 CNKI 和 Web of Science 数据库中关于苔藓植物的文献进行了文献计量梳理及可视化分析,探析了国内外苔藓植物相关研究的基金来源、机构、国家合作、学科、关键词、年度发文量等信息。结果表明,在 1980—2021 年间,国际苔藓植物研究处于不断增长趋势,而国内苔藓植物相关研究也处于蓬勃发展时期;中国国家自然科学基金委员会是国内各苔藓植物研究学者的重要后盾;中国科学院和欧州的部分研究机构是全球苔藓植物研究的引领者,其中美国、中国、德国在国家合作中名列前茅,科研影响力较大。国内外苔藓植物与生态学、植物科学、环境科学等多学科融合;苔藓植物的多样性、植物区系、重金属污染监测等一直是国内外苔藓植物研究的热点。未来建议拓展多元的研究方向、加强国内外学术交流、聚焦苔藓植物保护。

**关键词:**苔藓植物; VOSviewer; Web of Science; CNKI; 文献计量分析

苔藓植物多数是结构相对简单、不具维管组织的小型陆生高等植物,具有配子体世代占优势的独特生活史<sup>[1-2]</sup>。苔藓植物门可分为藓纲、苔纲、角苔纲,就种类而言,全世界约有 23 000 种<sup>[2]</sup>。苔藓植物的多样性仅次于被子植物,是生物多样性的的重要组成部分<sup>[3]</sup>;在生态系统层面,苔藓植物是水循环、碳固定和碳氮循环的一部分,具有重要的调控作用<sup>[4]</sup>;苔藓植物是开发先锋植物和大自然拓荒者,能与其他植物相互作用,促进土壤的形成,一些物种甚至出现在裸露的火山土壤和岩石上,从而为维管植物产生适宜生存的环境,促进它们的生长<sup>[5]</sup>。另一方面,已有大量研究证实苔藓植物在各方面都有积极作用,具有固土保水、潜在医学用途、园艺、大气污染指示剂等应用价值<sup>[6]</sup>;因此,苔藓植物研究逐渐引起国内外学者的广泛关注。检索苔藓植物的相关文献并进行可视化分析,有利于及时掌握苔藓植物的最新研究动态及学科发展态势。

文献计量法是指通过数学与统计学的方法,基于大量的文献数据进行快速、准确的分析并进行可视化表达,相比传统的文献综述方法更为科

学直观<sup>[7-8]</sup>。通过文献计量分析可以得到文献的外部特征即文献的分布状况、数量和变化方式,从中得到所检索学科领域的宏观概况<sup>[8]</sup>。VOSviewer采用共引和共被引原理,通过绘制科学图谱对文献进行可视化计量分析,是一款常用的免费文献分析软件<sup>[9-10]</sup>,这已成为可视化分析主流软件之一,可直观地展示某领域的发展脉络及研究热点。为了及时关注苔藓植物的最新研究动态,本文通过 Excel 和 VOSviewer 软件的梳理及可视化分析功能,结合科学图谱对苔藓植物来源于 CNKI 和 Web of Science SCI-EXPANDED (WOS-SCI)数据库有关文献情况进行梳理分析,为日后研究苔藓植物提供有利支撑。

## 1 数据采集及分析方法

### 1.1 数据采集

2022 年 5 月 14 日对中国知网中文数据库 (CNKI)包括期刊文献、学位论文进行数据检索。检索主题为“苔藓植物”“苔类植物”“藓类植物”和“角苔类植物”,检索的时间跨度为 1980 年 01 月 01 日至 2021 年 12 月 31 日,去重及删除会议、报纸、图书和科技成果等不相关文献后,共筛选得到文献 2 747 篇。Web of Science SCI-EXPANDED (WOS-SCI),检索标题为“bryophyte \* ”“moss”“liverwort”“hornwort”“hepaticae”“anthocerotae”“musci”,文献类型为“article”“review”,语种为

收稿日期:2022-05-19

第一作者:赵文茵(1992—),女,硕士研究生,从事苔藓植物生态学与可持续利用的研究。E-mail:wy45678@qq.com。

通信作者:马和平(1977—),男,博士,教授,从事苔藓植物生态学研究。E-mail:285477889@qq.com。

“English”,检索的时间跨度为 1980 年 01 月 01 日至 2021 年 12 月 31 日,去重后得到 9 873 篇文献。

### 1.2 分析方法

根据文献计量分析方法,运用 Excel 2019 软件对中国知网(CNKI)和 WOS 核心数据库(WOS-SCI)中的苔藓植物相关文献进行数据记录与整理,并且通过 VOSviewer 软件对文献进行全球国家合作网络、关键词的共现网络可视化分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 文献数量

从文献数量来看(图 1),1980—2021 年,CNKI 数据库中的相关文献数量为 2 747;WOS 数据库中的 SCI 核心数据库关于苔藓植物的研究文献有 9 873 篇。从发文时间上看,CNKI 中文文献库中,在 1980—2000 年文献较少,说明当时国内苔藓植物研究尚处于初始阶段,年均发

文量约 15 篇;进入 21 世纪后,2001—2010 年,该研究领域的发文量迅速增加,年均发文量约 94 篇;2011—2021 年论文数量处于较小的波动阶段,年均发文量为 135 篇,在 2018 年达到年发文量最大值,为 169 篇。

WOS 数据库中,1980—2000 年文献是逐渐增加阶段,当前时段的文献数量比中国文献多,且年均发文量为 156 篇,其年均发文量是 CNKI 中文文献年均发文量的 10.4 倍,属于上升阶段;进入 21 世纪后,呈增长趋势,国际研究处于遥遥领先地位,2001—2021 年的年均发文量为 313 篇。

最近 15 年即 2007—2021 年,CNKI 中文文献库发表相关论文 2 014 篇,占总发文量的 73.32%,WOS-SCI 数据库发表相关论文 5 109 篇,占总发文量的 51.75%,总体占比较高。因此,本研究选择 2007—2021 年,进行 CNKI 和 WOS-SCI 的研究热点对比及趋势分析。

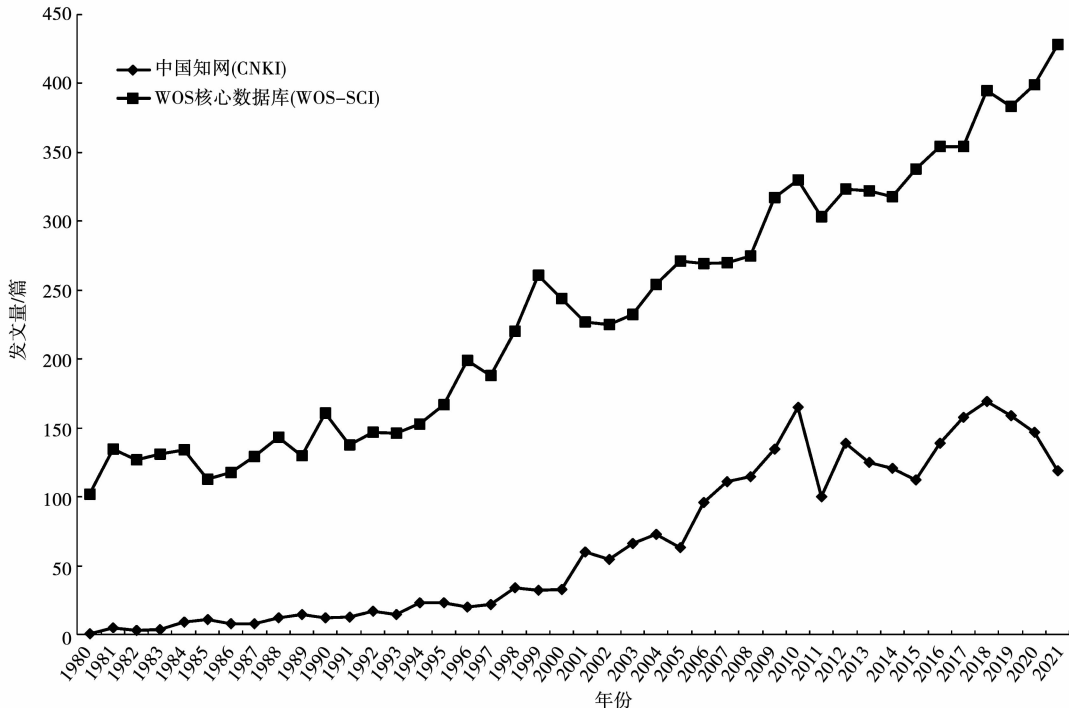


图 1 1980—2021 年苔藓植物相关研究发文量

### 2.2 基金来源

表 1 可知,“苔藓植物”为相关主题,在中国国家自然科学基金的支持下发表的 CNKI 中文文献数量为 751 篇,WOS-SCI 英文文献数量为 483 篇,分别占近 15 年两个数据库中总发文量的

37.29%和 9.45%,发文数量均排第一。该结果体现了中国对苔藓植物研究的重视,说明在中国国家自然科学基金委员会对苔藓研究的大力支持下,国内甚至国际苔藓植物研究取得了较大的进展。

表 1 CNKI 和 WOS-SCI 数据库中苔藓植物研究主要基金来源发文量前五名统计

排名	CNKI			WOS-SCI		
	基金来源	发文数量/篇	占比/%	基金来源	发文数量/篇	占比/%
1	中国国家自然科学基金委员会	751	37.29	中国国家自然科学基金委员会	483	9.45
2	贵州省科学技术基金	48	2.38	欧盟委员会	302	5.91
3	国家重点基础研究发展规划	38	1.89	美国国家科学基金会	278	5.44
4	中国科学院"西部计划"人才培养计划	38	1.89	日本文部科学省	232	4.54
5	中国科学院知识创新工程项目	31	1.53	日本学术振兴会	181	3.54

2.3 高发研究机构

发量是研究机构科研能力的一个侧面表现<sup>[9]</sup>。表 2 统计了近 15 年 CNKI 中文文献和 WOS-SCI 英文文献的苔藓植物研究发文量前五的机构。通过统计分析发现,在 CNKI 数据库中,国内各地高校是苔藓植物研究的主心骨,尤其是近 15 年发文量第一名的贵州师范大学发文量为 167 篇,占比 8.29%;第二名的上海师范大学发文量为 144 篇,占比 7.15%;第三名的华东师范大学发文量为 85 篇,占比 4.22%。

在 WOS-SCI 数据库中,欧洲研究型大学联盟是全球苔藓植物研究的中坚力量,具有一定的影响力,SCI 发文量为 377 篇,占比 7.38%;另一方面,中国科学院发文量排在第二名,SCI 发文量为 259 篇,占比 5.07%;

综上所述,贵州师范大学和上海师范大学是国内苔藓植物研究的“排头兵”,具有一定的引导作用,且国内高校是苔藓植物研究的核心力量之

一;在近 15 年 WOS-SCI 中苔藓植物研究机构前五名统计中发现有 4 间研究机构都属于欧洲,而亚洲的中国科学院占有一席之地且排第二,这说明在全球苔藓植物研究中,欧洲的部分研究机构最具有核心竞争力且是全球最主要的核心机构,而中国科学院在该领域也有较强的科研实力和影响力。

2.4 国家合作关系

使用 VOSviewer 软件整理近 15 年 WOS-SCI 苔藓植物英文文献发文量,可检索到的文献共来自于 116 个国家,其中前 33 个国家如图 2,发文量前 4 名的国家分别是美国 882 篇、中国 661 篇、德国 562 篇、日本 431 篇,共占 WOS-SCI 总发文量的 49.63%。从图谱的连接性来看,节点之间连线密集复杂,说明不同国家之间存在较多的合作关系,其节点越大则说明了该国家在国际苔藓植物研究中处于相对核心的地位,有一定的科研实力和研究影响力<sup>[11-12]</sup>。

表 2 CNKI 和 WOS-SCI 数据库中苔藓植物研究机构发文量前五名统计

排名	CNKI			WOS-SCI		
	机构	发文数量/篇	占比/%	机构	发文数量/篇	占比/%
1	贵州师范大学	167	8.29	欧洲研究型大学联盟	377	7.38
2	上海师范大学	144	7.15	中国科学院	259	5.07
3	华东师范大学	85	4.22	俄罗斯科学院	181	3.54
4	新疆大学	73	3.62	贝尔格莱德大学	162	3.17
5	内蒙古大学	67	3.33	波兰科学院	133	2.60

这表明,中国与美国相对于其他国家在苔藓植物研究方向上更具影响力。中国与加拿大、美国、日本等不同国家合作关系密切,研究交流频繁,共同合作促进了苔藓植物的研究进展。

2.5 学科分析

由表 3 可知,在 CNKI 中文文献数据库中,苔

藓植物研究发文量较高的学科依次为生物学、环境科学与资源利用、园艺等,尤其是生物学这个学科发文量占苔藓植物研究总发文量的 69.41%。在 WOS-SCI 英文文献数据库中,植物科学在苔藓植物相关学科发文量排名中居首位,除此之外,环境科学与生态学、生物化学分子生物学学科居

第二、三名,其中植物科学发文量为 2 261 篇,占总发文量的 44. 26%;环境科学与生态学发文量为 1 612 篇,占总发文量的31. 56%。因此,在信息传递迅速的今天,增强学科融合交叉会对某领域研究发展产生积极的促进作用。苔藓植物学已不仅限于生物学和植物科学的研究范畴,与环境科学、园艺等学科相互交叉与渗透。

2.6 关键词分析

关键词是对论文中心表达的简洁概括,梳理关

键词有利于明晰该领域的研究趋势及热点<sup>[14-15]</sup>。运用 VOSviewer 软件分析及梳理近 15 年各学者对苔藓植物研究的关键词,绘制出网络图谱(图 3 和 4)。图谱中关键词的圆圈面积均代表关键词出现的次数,圆圈面积越大,出现的次数越多,圆圈之间的线段连通均表示共现关系,此外在该图谱中,颜色的各异均表示关键词类别的不同,相同的颜色表示为同类别,也可知各研究热点之间联系紧密<sup>[12-14]</sup>。

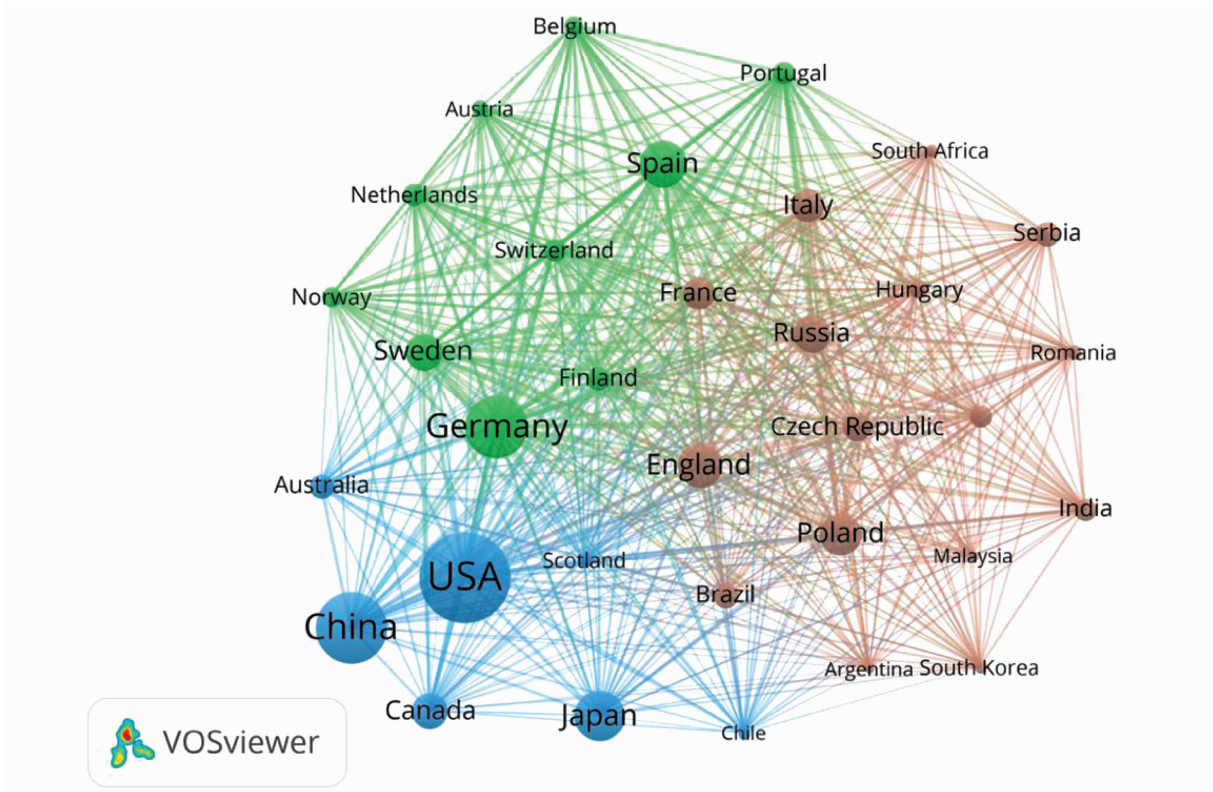


图 2 国家合作的 WOS-SCI 文献关系图

表 3 CNKI 和 WOS-SCI 数据库中苔藓植物学科发文量前五名统计

排名	CNKI			WOS-SCI		
	研究方向	文献数量/篇	占比/%	研究方向	文献数量/篇	占比/%
1	生物学	1398	69. 41	植物科学	2261	44. 26
2	环境科学与资源利用	179	8. 89	环境科学与生态学	1612	31. 56
3	园艺	101	5. 01	生物化学分子生物学	306	5. 98
4	农业基础科学	94	4. 67	生物多样性保育	293	5. 73
5	林业	81	4. 02	进化生物学	196	3. 84

从 CNKI 中文文献数据库高频关键词信息图 3 和表 4 可以看出,在国内苔藓植物相关研究中除去“苔藓植物”“藓类植物”“苔藓”“苔类植物”等主题词,“区系”“物种多样性”“重金属”关键词出

现频次为最多,分别是 148 次、83 次和 61 次,而近几年国内学者对苔藓植物的研究都集中在区系研究、物种多样性、重金属污染监测等方面,与近 15 年国内苔藓植物热点主题词的统计结果符合。

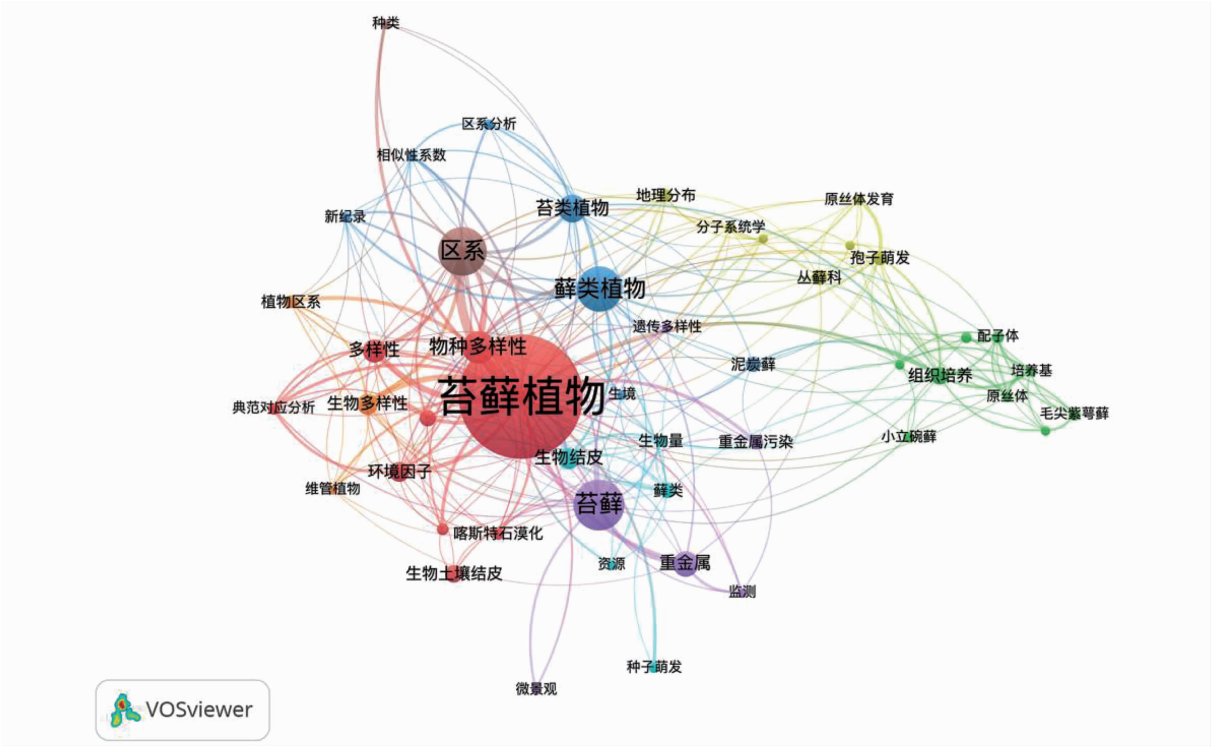


图 3 近 15 年 CNKI 中苔藓植物研究关键词网络图谱

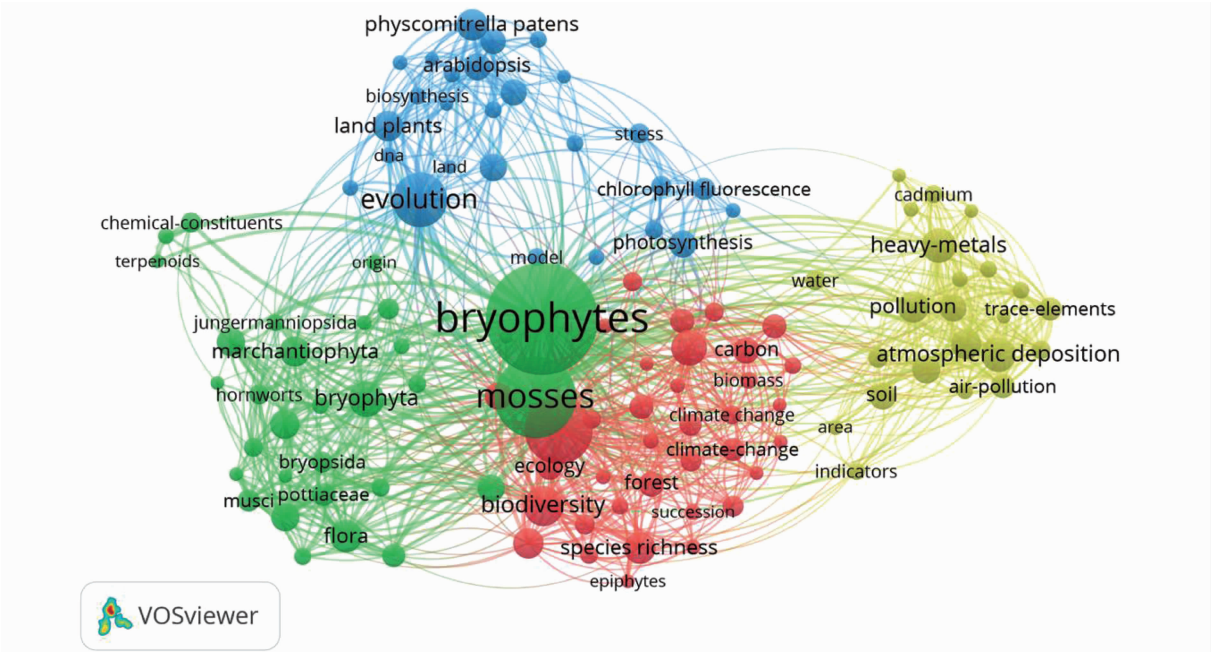


图 4 近 15 年 WOS-SCI 中苔藓植物研究关键词网络图谱

从 WOS-SCI 英文文献数据高频关键词信息图 4 和表 4 可以看出,在国际苔藓植物相关研究中除去“苔藓植物”“藓类植物”等主题词,其“多样性”“演进”“生物多样性”“重金属”关键词出现频次为最多,分别是 486 次、353 次、231 次、188 次,而

近几年国际学者对苔藓植物的研究都集中在多样性、植物区系、重金属污染监测、对大气污染的指示作用、植物保护、分类学等方面,与近 15 年国际苔藓植物热点主题词的统计结果符合。



表 4 近 15 年 CNKI 和 WOS-SCI 数据库中苔藓植物研究高频关键词信息表

序号	CNKI		WOS-SCI	
	关键词	频次	关键词	频次
1	苔藓植物	564	苔藓植物	988
2	苔藓	157	藓类植物	634
3	区系	148	多样性	486
4	藓类植物	132	演进	353
5	物种多样性	83	生物多样性	231
6	苔类植物	69	重金属	188
7	重金属	61	大气沉积	185
8	多样性	54	植物区系	171
9	生物结皮	47	污染	166
10	生物多样性	46	物种丰富度	162
11	环境因子	43	生物监测	158
12	组织培养	35	保护	155
13	生物土壤结皮	35	分类学	151
14	生活型	31	光合作用	133

3 讨论与建议

3.1 讨论

本文主要利用 Excel 和 VOSviewer 软件对国内外苔藓植物相关研究进行梳理,并着重对 CNKI 和 WOS-SCI 数据库中 2007—2021 年间苔藓植物研究的文献进行分析得出,首先,在研究成果产出方面,从文献数量看,在 1980—2021 年间,国际苔藓植物研究的英文发文量保持平稳上升状态,客观展示了本领域本研究的良好发展势头。而国内苔藓植物研究的中文发文量在 2000 年前是低位运行,2001—2010 年处于高速发展期,与国际苔藓植物研究发文量的增长率基本持平,但在 2010 年后至今,苔藓植物研究的中文发文量出现反复波动,与国际苔藓植物研究的英文发文数量差距拉大。因此,到目前为止,国内和国外对于苔藓植物研究在方向以及发文质量上具有差异性。其次,在研究支撑要素方面,从基金来源看,中国国家自然科学基金委员会“一枝独秀”,在基金供给侧,与国内外其他基金机构及组织拉开了巨大差距,中国国家自然科学基金委员会是国内苔藓植物研究领域的最主要支撑。从高发文研究机构看,国内苔藓植物研究的发文“主力军”是各

相关重点高校,其发文量彼此差距较小,而中国科学院在国际苔藓植物研究的成果产出量优势较为明显,表现出较强的竞争力,是中国在全球苔藓植物研究学界的主要代表。再次,在研究发展趋势方面,从国家合作关系看,各主要国家呈现出明显的合作关系,同时,中国在苔藓植物研究领域的国际合作中起到引领作用。从学科分析看,苔藓植物的生物学相关研究仍是国内在该领域的主流研究重点,但明显呈现出学科交叉,向纵深不断拓展的趋势。从关键词统计分析看,直观展现出苔藓植物研究是从生物学的基础研究向绿色环保领域的应用研究拓展,对该领域的研究方向有较强的指引性。

3.2 建议

近 15 年来,在国内外学者的高度重视下,苔藓植物的研究工作越发成熟,未来苔藓植物研究工作可重点从以下 3 个方向展开:(1)拓展多元的研究方向。各苔藓植物研究学者应不断努力,不断提高研究的深度和广度,不仅研究苔藓植物的多样性、植物区系,也可重视苔藓植物的生态功能、潜在的应用价值(如医学用途、园艺、大气污染指示剂)等,真正促进苔藓植物研究的多样化。(2)加强国内外学术交流。今后,全球各国研究机构之间应该加强苔藓植物研究的学术合作意识,相互借鉴,以提高苔藓植物研究的进度与效率,促进国内外苔藓植物研究共同朝着更高质量方向前进。(3)聚焦苔藓植物保护。各苔藓植物研究学者应主动承担责任,进行高效且可靠的调查,调查苔藓植物多样性的同时,明确苔藓植物濒危或稀有物种,及时补充国家或地区的红色名单,让更多的苔藓植物物种得到法律保护。

4 结论

通过对相关文献数量、年代分布、基金来源、高发研究机构、国家合作关系和关键词等分析,结果显示:在 1980—2021 年期间,国际苔藓植物研究处于不断增长趋势且遥遥领先国内,而国内苔藓植物相关研究也奋起直追,处于蓬勃发展时期;中国国家自然科学基金委员会是国内各苔藓植物研究学者的重要后盾;中国科学院和欧州的部分

研究机构是全球苔藓植物研究的引领者,其中美国、中国、德国在国家合作中名列前茅,科研影响力较大。国内外苔藓植物与生态学、植物科学、环境科学等多学科融合;苔藓植物的多样性、植物区系、重金属污染监测等一直是国内外苔藓植物研究的关注热点。

#### 参考文献:

- [1] 王丹. 真藓科(MUSCI, BRYACEAE)原丝体发育研究[D]. 河北:河北师范大学, 2008.
- [2] 胡人亮. 苔藓植物学[M]. 北京:高等教育出版社, 1987.
- [3] PATIO J, VANDERPOORTEN A. Bryophyte biogeography [J]. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2018, 37 (2-3): 175-209.
- [4] RIFFO-DONOSO V, OSORIO F, FONTÚRBEL FRANCISCO E. Habitat disturbance alters species richness, composition, and turnover of the bryophyte community in a temperate rain-forest [J]. *Forest Ecology and Management*, 2021, 496 (15):119467.
- [5] INGIMUNDARDÓTTIR G V, WEIBULL H, CRONBERG N. Bryophyte colonization history of the virgin volcanic island Surtsey, Iceland [J]. *Biogeosciences*, 2014, 11 (16): 4415-4427.

- [6] 吴鹏程. 苔藓植物生物学[M]. 北京:科学出版社, 1998.
- [7] 李贝贝, 张永慧, 苏友波. 基于 CNKI 数据库的土壤酶研究文献计量分析[J]. *广东农业科学*, 2021, 48(8):148-155.
- [8] 张新生, 卢杰. 基于文献计量法分析 2010—2020 年根际生态学研究现状[J]. *黑龙江农业科学*, 2021(7):130-136.
- [9] 高凯. 文献计量分析软件 VOSviewer 的应用研究[J]. *科技情报开发与经济*, 2015, 25(12):95-98.
- [10] 陈音圻, 刘仲武, 吴萍等. 基于 VOSviewer 软件分析地铁施工风险管理研究进展[J]. *现代城市轨道交通*, 2019 (10):109-114.
- [11] 马超, 陈亚丽. 基于 CiteSpace 和 Vosviewer 的国内外网络治理研究的可视化分析[J]. *西南民族大学学报(人文社会科学版)*, 2021, 42(8):229-240.
- [12] 顾永安. 专业结构研究现状及其对地方本科高校转型发展的启示——基于文献计量统计和知识图谱分析[J]. *社会科学家*, 2017(7):28-33.
- [13] 黄英君, 刘敏. 海外农业保险研究的新发展——基于 Cite SpaceⅢ 的文献计量分析[J]. *保险研究*, 2016 (11): 116-127.
- [14] 邢素芝, 李孝良, 肖新, 等. 基于 CiteSpace 可视化分析有机肥料研究进展[J]. *土壤*, 2020, 52(4):659-667.

## Research Progress of Bryophytes at Home and Abroad Based on Bibliometric Analysis

ZHAO Wen-yin, MA He-ping

(Institute of Tibet Plateau Ecology, Tibet Agriculture & Animal Husbandry University/National Forest Eco-system Observation & Research Station of Nyingchi Tibet/Key Laboratory of Forest Ecology in Tibet Plateau, Ministry of Education/Key Laboratory of Forest Ecology in Tibet Plateau/Key Laboratory of Alpine Vegetation Ecological Security in Tibet, Nyingchi 860000, China)

**Abstract:** In order to find out the research status of bryophytes at home and abroad, this paper uses Excel, VOSviewer and other software to carry out bibliometric sorting and visual analysis of the literature on bryophytes in CNKI and Web of Science databases and analyses some information of some researches on fund sources, institutions, national cooperation, disciplines, keywords, annual publication volume. The results showed a fact that from 1980 to 2021, international bryophyte research was in a growing trend and is far ahead of China, while domestic bryophyte-related research was also catching up and was in a period of vigorous development. The National Natural Science Foundation of China is the main funding source for bryophyte researchers in China. The Chinese Academy of Sciences and research institutions in Europe were leaders in global bryophyte research, among which the United States, China, and Germany were among the best, reflecting their relatively large scientific research influence. There was a trend of integration of bryophytes and ecology, plant science, environmental science and other disciplines at home and abroad. Questions like Bryophyte diversity, flora, heavy metal pollution monitoring have always been the focus of bryophyte research at home and abroad. Therefore, it is suggested to expand multiple research directions, strengthen academic exchanges at home and abroad, and focus on bryophyte protection in the future.

**Keywords:** bryophyte; VOSviewer; Web of Science; CNKI; bibliometric analysis