

基于 Citespace 软件对中国小龙虾食品的文献计量学研究和可视化分析



卢一帆¹, 段烁^{1,2,*}, 戴煌¹, 廖春燕¹, 刘言^{1,2}, 宫智勇^{1,*}

¹ 武汉轻工大学食品科学与工程学院湖北省人文社科重点研究基地食品安全研究中心, 湖北武汉 430023

² 国家小龙虾加工技术研发分中心, 湖北潜江 433100

摘要: 目的: 对小龙虾食品的研究现状及热点进行可视化分析, 为中国小龙虾食品研究及产业发展提供文献计量参考。方法: 以 Citespace 软件为研究工具, 以中国知网数据库为文献源, 对小龙虾食品相关文献进行检索统计并得出文献统计数据, 从年度发文量、关键词、研究者、研究机构、研究领域、研究热点等方面对小龙虾食品进行文献计量学分析。结果: 本研究共筛选出小龙虾食品相关论文 491 篇。文献计量学表明小龙虾研究自 2016 年开始迅速发展, 相关研究领域不断拓宽, 且相关研究逐渐细化和深入。中国主要的研究机构包括武汉轻工大学、湖北省水产科学研究所等。主要研究者包括陈季旺、熊光权等。研究内容在早期主要集中在小龙虾养殖模式, 近年来逐渐拓宽至杀菌保鲜、营养品质、质量安全等多方面。结论: 分析结果表明, 中国小龙虾研究起步较晚, 发展趋势迅猛, 研究论文数量相对其产业规模尚显不足, 研究人员和机构之间合作较少, 未来需要进一步加强小龙虾研究规模、增强合作研究。

关键词: 小龙虾; Citespace; 食品; 文献计量学; 可视化分析

DOI: [10.57237/j.wjfse.2023.03.002](https://doi.org/10.57237/j.wjfse.2023.03.002)

Bibliometric Research and Visual Analysis of Crayfish Food in China Based on Citespace Software

Lu Yifan¹, Duan Shuo^{1,2,*}, Dai Huang¹, Liao Chunyan¹, Liu Yan^{1,2}, Gong Zhiyong^{1,*}

¹ Research Center of Food Safety, Hubei Key Research Base of Humanities and Social Science, College of Food Science and Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China

² National Crayfish Processing Technology Research and Development Sub-center, Qianjiang 433100, China

Abstract: Objective: To visually analyze the research status and hot spots of the crayfish food, and to provide a bibliometric reference for the research and industrial development of the crayfish food in China. Methods: With Citespace software as the research tool and CNKI database as the literature source, we searched and obtained the literature statistical data, and the bibliometric analysis of crayfish food was conducted from the aspects of annual publication volume, key words, researchers, research institutions, research field, research hotspot. Results: This study selected 491 papers related to crayfish food. Bibliometrics shows that crayfish research has developed rapidly since 2016, with related research fields continuously expanding, and related research is gradually refined and deepened. Major

基金项目: 国家重点研发计划食品安全关键技术研发项目 (2019YFC1606000),
农村农业部产地加工农产品产地处理装备重点实验室开放课题 (2006NYZD2202).

*通信作者: 段烁, duanshuo0718@sina.com, duanshuo0718@whpu.edu.cn; 宫智勇, gongwhqg@163.com

收稿日期: 2023-07-30; 接受日期: 2023-09-05; 在线出版日期: 2023-09-08

<http://www.wjfse.com>

domestic research institutions include Wuhan Polytechnic University and Hubei Provincial Institute of Fishery Sciences. The main researchers include Chen Jiwang, Xiong Guangquan, etc. In the early stage, the research content mainly focused on the crayfish breeding mode, and in recent years, it gradually expanded to sterilization and preservation, nutritional quality, quality and safety and other aspects. Conclusion: The analysis results show that the crayfish research in China started late and the development trend is rapid, the number of research papers is still insufficient compared with the industrial scale, and the cooperation between researchers and institutions is less. In the future, it is necessary to further strengthen the scale of crayfish research and enhance the cooperative research.

Keywords: Crayfish; Citespace; Food; Bibliometrics; Visual Analysis

1 引言

小龙虾，学名克氏原螯虾，是中国养殖规模最大、产量最高的虾类。根据《中国小龙虾产业发展报告（2023）》显示，中国小龙虾总产值达4580亿元，已形成了包括养殖、流通、销售、餐饮及产品加工等完整的产业链，其中以餐饮和食品加工为主的小龙虾食品产业占主要地位[1]。目前，小龙虾食品产业在中国水产经济中居于重要地位，已成为长江中下游省份具有地区特色的经济支柱产业。随着小龙虾食品产业规模的迅速扩大，小龙虾的相关研究也随之迅速增加[2]。为了分析小龙虾研究的研究现状，明晰小龙虾研究的发展脉络，预测小龙虾研究的发展趋势，对小龙虾食品相关研究论文开展文献计量学的研究是极为必要的。然而，目前对小龙虾领域相关论文的文献计量学研究尚未见报道。因此，对小龙虾相关研究论文开展文献计量学研究，能够为相关研究及管理机构提供小龙虾领域研究的参考资料，促进小龙虾及其相关食品产业发展，具有积极意义。

目前，文献计量学常用软件包括 VOSviewer、HisCite、COOC 和 Citespace 等[3]。其中 Citespace 是由华裔学者陈超美教授开发的一款信息可视化知识图谱软件，可以高效率地总结某研究领域的研究进展，并且发现该领域的研究热点。与 VOSviewer、HisCite、COOC 等其它文献计量学软件对比，其最大的优势在于可以通过时间线解读出研究热点在时间上的变化，更注重论文热点发展的时效性，在“时间-热点”相关性研究上具有显著优势[4]。由于中国小龙虾产业在 2010 年前尚未形成规模，但在最近十年却飞速发展，其发展轨迹具有典型的时间相关性，因此在小龙虾食品论文的文献计量学研究中，更适宜选用在“时间-热点”相关性研究中具有明显优势的 Citespace 软件[5]。

本研究运用 Citespace 软件对中国知网（CNKI）数

据库中导出的合格中文文献进行归纳总结，对发文量、地区、机构、作者合作网络、关键词共现、聚类、突现词等进行可视化分析，解读当下的小龙虾食品研究现状及研究热点，梳理中国小龙虾食品研究的发展状况和发展趋势，为中国相关研究者及政策制定者提供小龙虾食品领域的数据化资料作为参考。

2 文献数据分析方法

2.1 研究软件

本论文使用的文献处理软件为开源获取的 Citespace 软件（6.2.2R2 版本），文献数据源为中国知网（CNKI）数据库，文献内容由 Adobe reader 和 CAJ 阅读器阅读。

2.2 检索策略

CNKI 数据库检索条件为：（主题=“小龙虾食品”），检索时间跨度范围为 2013 年 7 月 1 日-2023 年 7 月 1 日，初步检索出 583 条结果。通过手动筛选排除初步检索结果中的错误检索及会议、新闻等非直接相关检索结果，随后进一步排除重复文献后，最终得到 491 篇中文文献。

2.3 数据处理

中文文献以 Refwork 格式导出，随后导入 Citespace（6.2.2R2）进行文献计量学研究。研究机构、作者合作网络、关键词共现、聚类、突现词等数据均由 Citespace 软件拟合，并在 Citespace 软件中完成数据可视化。本论文中除图 1 由 Origin（9.0 版本）作图获得，其它数据图均由 Citespace 软件直接生成。

3 结果与分析

3.1 发文量分析

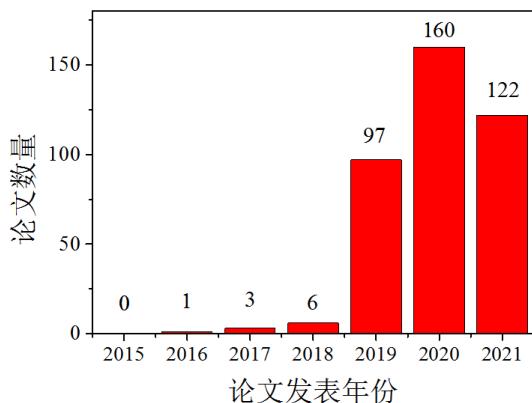


图 1 2017-2021 年小龙虾食品相关领域研究发文数量

研究论文的年度发文量,在一定程度上能反映相关领域的发展速度、规模及动态。为了了解小龙虾食品发展趋势,本研究借助 Citespace 软件对文献检索结果进行发文量的统计(图 1)。结果显示,关于小龙虾食品的研究论文共 427 篇,较多的发文量体现了研究者们对小龙虾食品研究的关注。值得一提的是,中国相关论文最早开始于 2017 年,到 2019 年相关论文依然较少,2020 年开始发文量才呈现持续上升趋势。早期发文量较少可能归结于研究者对小龙虾食品潜力的

忽视以及相关研究的滞后性。而近年来发文量的迅速增长,表明小龙虾产业迅速发展使研究者们逐渐开始关注小龙虾食品研究。但总体而言,相比于小龙虾庞大的产业规模,目前的研究论文数量依然尚显不足。

3.2 研究者分析

借助 Citespace 软件对导出的相关论文数据进行可视化图谱分析。删除空白时间间隔(2013-2016)后,生成时间跨度为 2017-2023 年的“作者相关性图谱”,见图 2 所示。图 2 中代表作者名字的节点圆形越大,代表作者论文发表频率越高;节点的颜色代表作者研究论文发表时间;节点之间的连线代表作者之间的合作关系,连线越粗代表作者之间合作关系越紧密[6]。结果显示,作者相关性图谱(图 2)中共出现了 205 个节点,264 条连线,包含了陈季旺、杨品红、邹圣碧、熊光权等中国主要小龙虾食品研究者,这与目前小龙虾领域国际论文调研结果基本一致[7, 8]。其中部分作者之间连线较粗,即合作较为紧密,主要形成了陈季旺与王海滨、廖鄂、邹圣碧等;徐文思与杨祺福、杨品红等;熊光权与丁安子、石柳等;姜邵通与郑静静、陆剑锋等;王桥、宫智勇、刘言等五组研究合作网络。但就整体而言,小龙虾研究者之间的合作网络较为稀薄,研究者的合作限于局部单位,学术交流与合作有待进一步提升。

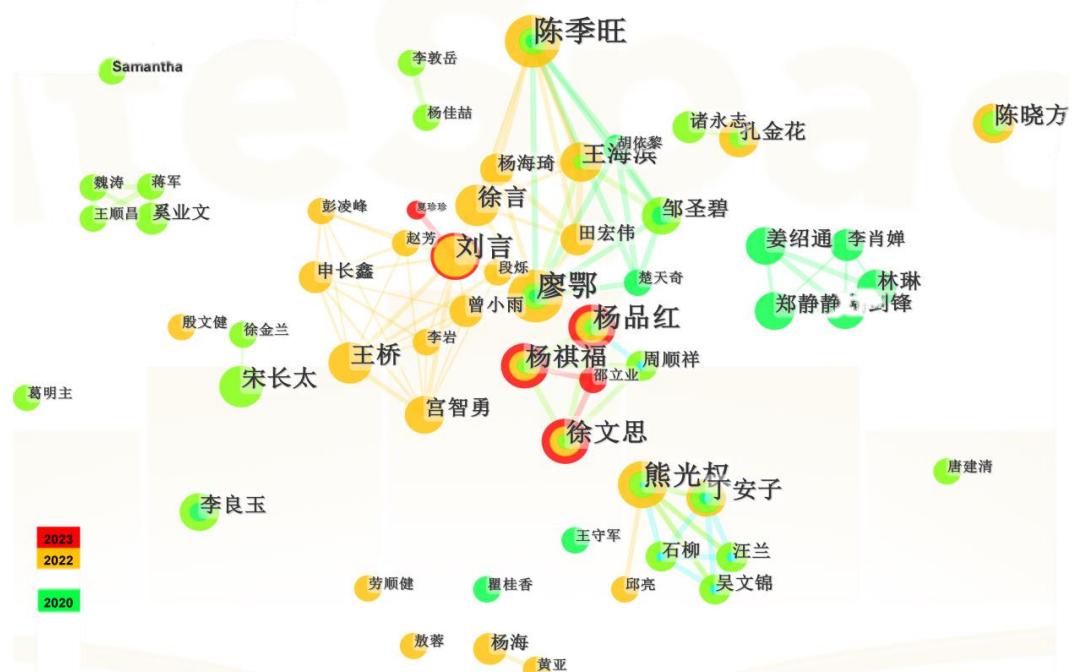


图 2 Citespace 生成的小龙虾论文作者相关性图谱

3.3 机构合作网络分析

Citespace 软件同样可以对相关论文所属研究机构进行可视化分析。在操作界面选择节点类型为机构 (Institution) 进行可视化分析, 即得到如图 3 所示的可视化图谱。与作者相关性图谱类似, 节点大小代表机构所发表论文数量; 节点颜色代表索发表论文研究领域; 而节点之间的连线代表机构之间的合作情况[9]。结果显示, 机构图分布的集聚效应比较明显, 表明小龙虾食品研究领域的学术研究成果较为集中。图中发表论文较多的研究机构包括武汉轻工大学、湖南文理

学院、湖北省水产科学研究所、国家小龙虾加工技术研发分中心（潜江）、合肥工业大学、扬州大学等。这些机构大多位于长江中下游地区，与小龙虾的主要产地基本一致[10]。从机构合作情况来看，武汉轻工大学与国家小龙虾加工技术研发分中心（潜江）和湖北莱克现代农业发展有限公司合作较多[11-13]。但从整体来看，各研究机构之间的合作依然较少，跨越省份之间的合作则更为罕见，表明小龙虾食品相关研究机构之间还需要进一步加强合作交流。

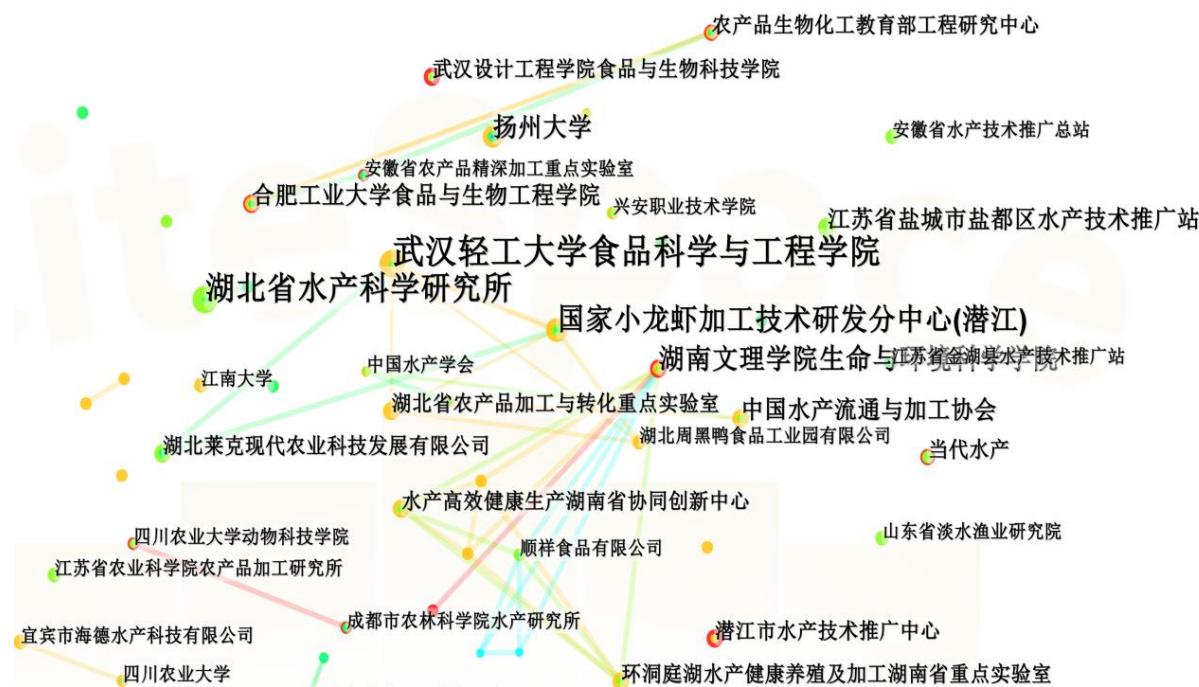


图 3 Citespace 生成的小龙虾研究机构图谱

3.4 关键词共现分析

关键词是对文献中心内容的高度概括凝练，反映该文献的核心内容。通过捕捉关键词，可以更好地把握该研究领域的热点。利用 Citespace 对 CNKI 中小龙虾食品的关键词进行提取并形成关键词共现图谱，能够直观地反映该领域的研究主题，如图 4 所示。图中的节点大小代表关键词共现的频次，节点之间的连线代表二者之间的联系，而节点的颜色代表关键词出现的时间。结果显示，小龙虾文献关键词共现图谱由 252

个节点组成，其中研究最多的是稻田养殖、品质、养殖模式、养殖户等，这表明小龙虾养殖研究依然是当前最主要热点[14]。值得一提的是，重金属、冻藏、营养品质、货架期、颗粒饲料、配合饲料等关键词虽然共现频次不高，但出现时间较新，表明近年来研究人员开始关注小龙虾食品的食品品质、食品安全、新型保鲜技术及新型饲料等，意味着小龙虾产业在继续规模化的同时，也在注重品质化、安全化、科技化[2]。



图 4 Citespace 生成的 2013-2023 年小龙虾研究关键词共现图谱

3.5 关键词聚类分析

由于图 4 中关键词较多, 不利于可视化。因此可将共现图谱中的关键词按照 Citespace 内置算法进行聚类总结, 进而得到如下图 5 中的关键词聚类图谱, 能够更加清晰地展示该领域的研究现状及热点[15]。其中聚类序号的数字越大, 表示该聚类中包含的关键词越少, 反之数字越小, 则说明该聚类中包含的关键词越多。结果

显示, 小龙虾研究最主要的四个聚类部分分别是稻田养殖、冻藏、重金属、营养成分。其中“稻田养殖”代表小龙虾研究中养殖领域, 而“冻藏”、“重金属”、“营养成分”这些聚类标签则分别代表小龙虾研究中的食品储藏、食品安全和食品营养三大主题。聚类分析中的聚类模块值 (Q)=0.5815 ($Q>0.3$), 平均轮廓值 (S)=0.9435 ($S>0.7$), 说明聚类分析可信度和效率均较高[16]。

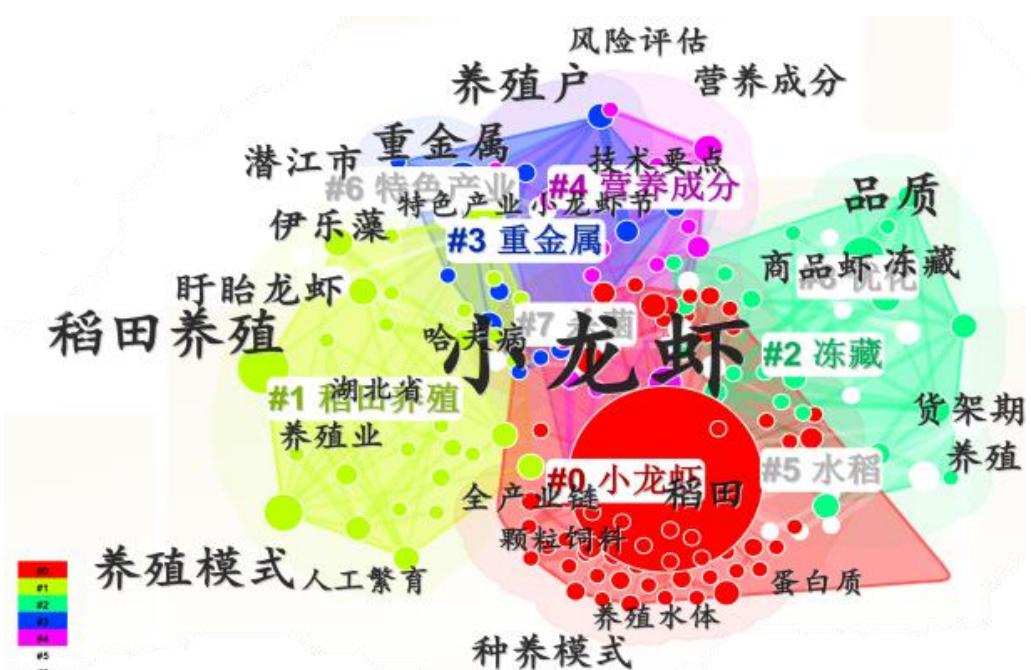


图 5 Citespace 生成的 2017-2023 年小龙虾研究关键词聚类图谱

3.6 时间线图分析

时间线图是一种可以从时间维度上反映出知识演进的视图,能够反映出该研究领域的研究主题发生变化的路径,它还可以十分清晰地展示出研究文献的更新迭代与彼此之间的相互影响[17]。小龙虾作为入侵物种,长期以来被人们视为“害虫”,因而在过去的几十年一直不受研究人员关注。但最近十年小龙虾产业飞速发展,相关研究也迅速增加。因此,小龙虾研究具有典型的时间相关性,利用 Citespace 建立关键词时间线视图能帮助我们更清晰的认识小龙虾研究的最新内容。利用 Citespace 软件将关键词共现图谱转换为关键词时间线视图,可得到图 6。我们可以看出,小龙虾相关研究论文在 2013 年首次出现,在 2013-2016 年之间所出现的关键词较少,仅有水草、伊乐藻、甲壳素提取等

少量关键词,说明小龙虾在早期不受研究重视,仅被视为用于生态维持或废物利用的“害虫”[18]。在 2016-2020 年已经出现丰富的研究热点,包括营养成分、养殖模式、产品品质等领域,表明小龙虾已经被广泛认为是“食品”而非“害虫”,其品质风味的要求已得到了研究重视。2020-2023 年期间,小龙虾的相关研究已进入常态化增长阶段,不仅包含在养殖、杀菌、抑菌、保鲜等多个食品领域,更进一步扩展到价格波动、产业扶贫等更广阔的领域[19, 20]。此外值得注意的是,相关研究也进一步细化,例如杀菌和保鲜研究细化到冷杀菌、热杀菌、微冻处理、冻融循环等,而营养研究细化至肌肉品质、营养风味及质构分析等[21]。这表明小龙虾相关研究近年来得到了长足的发展,研究更为广泛、细致、深入。

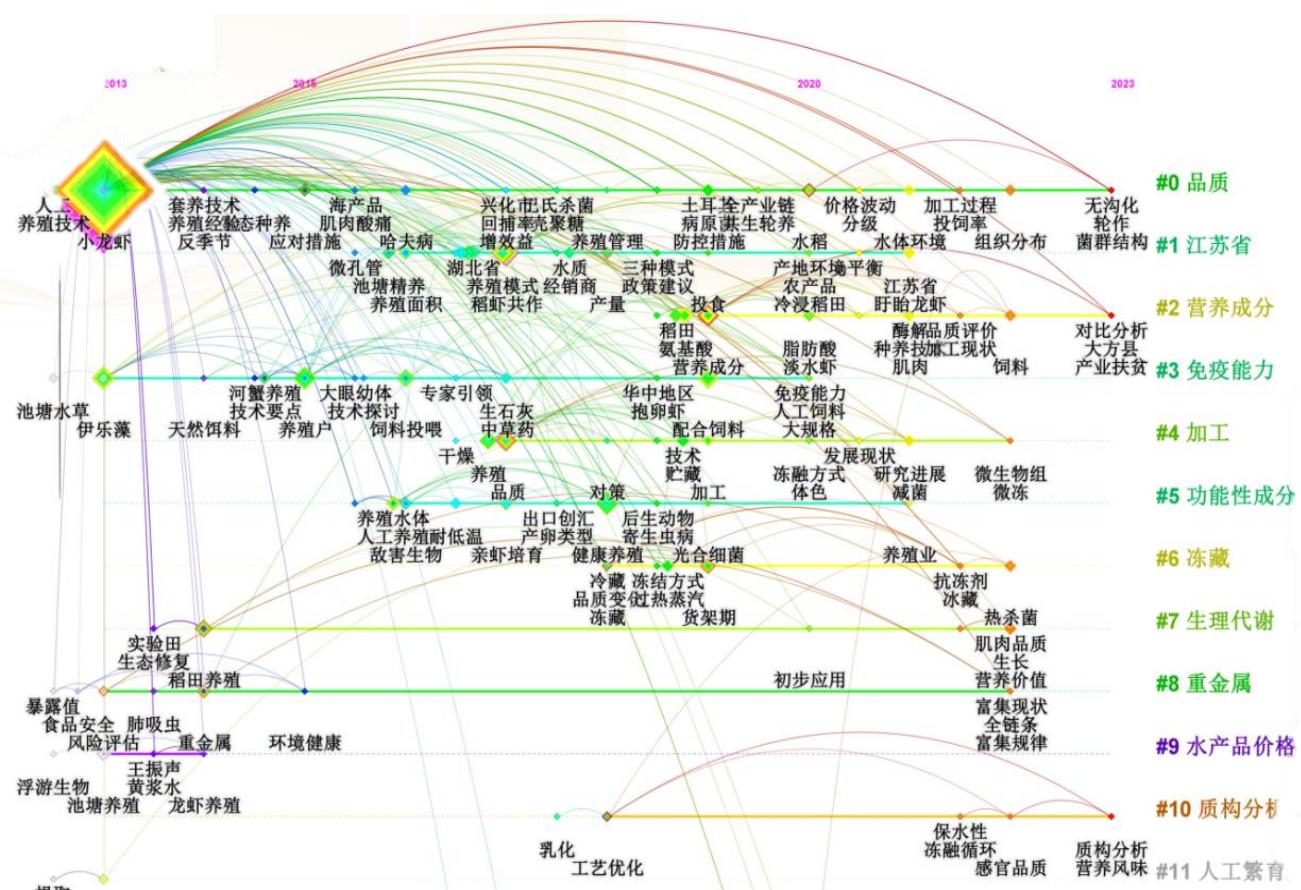


图 6 Citespace 生成的小龙虾关键词时间线图

4 总结

本论文利用 Citespace 软件对小龙虾食品相关研究

论文进行文献计量学研究及可视化分析。结果表明,小龙虾食品相关论文从 2013 年开始,在 2016 年后开始飞速发展,相关研究也从早期的单纯养殖逐渐发展至小龙虾的营养品质、杀菌保鲜、质量安全等各个方面。

面, 同时相关研究也逐渐细化并深入。但同时, 小龙虾相关研究由于起步较晚, 也存在研究人员和研究机构间合作较少、合作程度较低, 研究机构主要局限于长江中下游, 研究规模相比于产业规模依然较小等诸多缺点。综上所述, 本论文通过对小龙虾相关研究论文进行文献统计学分析, 描述了目前小龙虾相关研究的发展趋势和发展现状, 为相关机构提供了数据和参考。

参考文献

- [1] 全国水产技术推广总站 中国水产学会 中国水产流通与加工协会. 中国小龙虾产业发展报告 (2023) [N]. 中国渔业报, 2023-06-19 (003).
- [2] 梁璟. 小龙虾到大产业的嬗变之路 [N]. 中国渔业报, 2023-06-19 (001).
- [3] 胡泽文, 孙建军, 武夷山. 中国知识图谱应用研究综述 [J]. 图书情报工作, 2013, 57 (03): 131-137+84.
- [4] 陈悦, 陈超美, 刘则渊, 胡志刚, 王贤文. CiteSpace 知识图谱的方法论功能 [J]. 科学学研究, 2015, 33 (02): 242-253.
- [5] Azam A, Ahmed A, Wang H. Knowledge structure and research progress in wind power generation (WPG) from 2005 to 2020 using CiteSpace based scientometric analysis [J]. Journal of Cleaner Production, 2021, 295: 126496.
- [6] 肖明, 陈嘉勇, 李国俊. 基于 CiteSpace 研究科学知识图谱的可视化分析 [J]. 图书情报工作, 2011, 55 (06): 91-95.
- [7] Qin Lerong, Wu Yuxin, Chen Jiwang, Effects of superchilling on quality of crayfish (*Procambarus clarkii*): water migration, biogenic amines accumulation, and nucleotides catabolism. International Journal of Food Science & Technology, 2022, 57 (1): 506-515.
- [8] Shao Ying, Xiong Guangquan, Ling Jiangang, Effect of ultra-high pressure treatment on shucking and meat properties of red swamp crayfish (*Procambarus clarkia*) [J]. LWT, 2018, 87: 234-240.
- [9] 景民昌, 冯春英, 唐弟官. 中国顶级地学机构的文献计量学观察——基于 ESI 高水平论文的分析 [J]. 中国地质教育, 2017, 26 (01): 83-88.
- [10] 于秀娟, 郝向举, 党子乔等. 中国小龙虾产业发展报告 (2022) [J]. 中国水产, 2022 (06): 47-54.
- [11] 徐言, 陈季旺, 占可等. 小龙虾中砷含量近红外光谱预测模型的建立 [J]. 中国食品学报, 2023, 23 (05): 362-370.
- [12] 邱秉慧, 王海帆, 秦乐蓉等. 小龙虾加工和流通过程中的食品安全与品质控制技术研究进展 [J]. 肉类研究, 2021, 35 (09): 43-50.
- [13] 杨海琦, 陈季旺, 徐言等. 冻结及冷藏温度对小龙虾品质的影响 [J]. 中国食品学报, 2022, 22 (09): 189-198.
- [14] 耿俊. 稻田淡水小龙虾养殖技术 [J]. 现代农业科技, 2009 (11): 224.
- [15] 韩增林, 李彬, 张坤领, 李璇. 基于 CiteSpace 中国海洋经济研究的知识图谱分析 [J]. 地理科学, 2016, 36 (05): 643-652.
- [16] 唐荣, 魏欣, 马江等. 基于 CiteSpace 科学知识图谱分析石榴皮研究现状及热点 [J]. 中草药, 2023, 54 (12): 3949-3961.
- [17] 周宇飞, 周琳, 禹利君, 徐帅, 杨益欢. 基于 CiteSpace 的茶黄素研究现状可视化分析 [J]. 茶叶科学, 2022, 42 (01): 131-139.
- [18] Chen Shuo, Jiang Shunfeng, Jiang Hong, A review on conversion of crayfish-shell derivatives to functional materials and their environmental applications.
- [19] Tang Chuhan, Xu Yanshun, Yu Da Wei, Xia Wenshui. Label-free quantification proteomics reveals potential proteins associated with the freshness status of crayfish (*Procambarus clarkii*) as affected by cooking [J]. Food Research International, 2022, 160.
- [20] Śmiertana Natalia, Śmiertana Przemysław, Drożłowska Emilia, Łopusiewicz Łukasz. The Influence of Lactic Acid Bacteria Fermentation on the Bioactivity of Crayfish (*Faxonius limosus*) Meat [J]. Fermentation, 2023, 9 (1).
- [21] Tan Chuhan, Xu Yanshun, Yu Dawei, Label-free quantification proteomics reveals potential proteins associated with the freshness status of crayfish (*Procambarus clarkii*) as affected by cooking [J]. Food Research International, 2022, 160: 111717.

作者简介

卢一帆

2001 年生, 硕士研究生, 研究方向为食品营养与安全.

E-mail: 442353073@qq.com

段炼

1988 年生, 讲师, 博士, 研究方向为食品中的电化学技术.

E-mail: duanshuo0718@whpu.edu.cn