

基于CiteSpace的蜂蜜安全性研究现状与热点分析

肖甜, 王燕, 杨帆, 许华灯, 钟晓红, 唐其, 陆英, 金秀娥, 王峻, 郑亚杰

Current Status and Hotspot Analysis of Honey Safety Research Based on CiteSpace

XIAO Tian, WANG Yan, YANG Fan, XU Huadeng, ZHONG Xiaohong, TANG Qi, LU Ying, JIN Xiu'e, WANG Jun, and ZHENG Yajie

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2023080304>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

基于文献计量分析无花果的研究现状与发展趋势

Research Status and Development Trend of *Ficus carica* Based on Bibliometrics

食品工业科技. 2019, 40(13): 277-282 <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2019.13.046>

基于HS-SPME-GC/MS指纹图谱及化学计量学的野坝子蜂蜜鉴别

Research on *Elsholtzia rugulosa* Hems L. Honey via HS-SPME-GC/MS Fingerprint and Chemometrics Analysis

食品工业科技. 2020, 41(3): 221-227 <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2020.03.037>

全球食品领域近红外光谱应用研究文献计量分析

Bibliometric Analysis of Near-infrared Spectroscopy in Global Food Areas

食品工业科技. 2021, 42(18): 41-47 <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2020120265>

基于文献计量的黑果腺肋花楸国内研究现状分析

Analysis of Domestic Research Status of *Aornia melanocarpa* based on Literature Measurement

食品工业科技. 2018, 39(23): 351-356 <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2018.23.061>

矿质元素含量结合化学计量学对云南3种单花种蜂蜜的花源鉴别研究

Floral origin determination of three kinds of monofloral honey from Yunnan via chemometric analysis of mineral elements

食品工业科技. 2017(04): 90-93 <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2017.04.009>

稳定同位素技术在蜂蜜真实性溯源中的研究进展

Research Progress of Stable Isotope Ratio Mass Spectrometry for Authenticity and Traceability in Honey

食品工业科技. 2018, 39(17): 300-304,308 <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2018.17.050>



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

肖甜,王燕,杨帆,等. 基于 CiteSpace 的蜂蜜安全性研究现状与热点分析 [J]. 食品工业科技, 2024, 45(13): 389–401. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2023080304

XIAO Tian, WANG Yan, YANG Fan, et al. Current Status and Hotspot Analysis of Honey Safety Research Based on CiteSpace[J]. Science and Technology of Food Industry, 2024, 45(13): 389–401. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2023080304

· 专题综述 ·

基于 CiteSpace 的蜂蜜安全性研究 现状与热点分析

肖甜^{1,2}, 王燕^{1,2}, 杨帆², 许华灯^{3,4}, 钟晓红², 唐其^{1,2}, 陆英^{1,2}, 金秀娥⁵, 王峻⁵, 郑亚杰^{1,2,*}

(1.湖南农业大学国家植物功能成分利用工程技术研究中心,湖南长沙 410128;

2.湖南农业大学园艺学院,湖南长沙 410128;

3.湖南省土壤肥料工作站,湖南长沙 410006;

4.湖南省岳阳县原种场,湖南岳阳 414000;

5.湖北省兽药监察所,湖北武汉 430000)

摘要:为了梳理蜂蜜安全性研究的现状及热点,本文基于中国知网(CNKI)数据库和 Web of Science (WOS) 核心数据库,运用 CiteSpace 软件对发文趋势、发表期刊、作者、机构、国家(地区)、关键词等内容进行分析及可视化展示。从上述数据库中得到 169 篇中文文献和 281 篇英文文献。分析表明蜂蜜安全性研究方向中文文献的发文量自 2011 年起呈上升趋势,英文文献发文量自 2007 年起呈现出波动性上升趋势,近十五年来英文文献的发文量多于中文文献;张强和 Gunduz A 分别是发表中文和英文文献量最多的作者,中英文研究领域的学者之间有相对固定的研究合作关系,但各个团体之间的合作程度较低;《蜜蜂杂志》和《Food Chemistry》分别是发表蜂蜜安全性文献最多的中英文期刊,中英文发文期刊都以食品领域为主;云南省疾病预防控制中心和 Karadeniz Technical University 分别是发表中文和英文文献量最多的研究机构,国内研究机构间的合作较少;研究国家(地区)中土耳其是影响力最大的国家,其次是中国、波兰和新西兰;中文文献在研究初期以“肉毒杆菌”“粉源植物”“雷公藤”“蜂蜜中毒”等为研究热点;2000 年之后,色谱、光谱、扫描电镜等技术日渐成熟,“蜂蜜孢粉学”“气相色谱”等关键词出现,气相色谱、液相色谱、液质联用、扫描电镜等检测手段成为蜂蜜安全性研究中的热门研究方法。英文文献在研究初期以“pyrrolizidine alkaloids”“mad honey”“grayanotoxin”“natural toxicants”等为研究热点,说明此阶段主要是研究毒蜂蜜以及吡咯里西啶生物碱、桉木毒素等蜂蜜中检测到的天然毒素;随着色谱等技术的发展,“mass spectrometry”等关键词开始出现。可以看出,中英文文献研究在热点领域基本一致,都是以有毒蜜、蜂蜜中毒、蜂蜜中毒性成分检测和溯源等为主;但在侧重点上略有不同,国内有毒蜜源植物以雷公藤、钩吻、博落回等为主,蜂蜜中毒性成分检测以雷公藤甲素、钩吻素子等成分为主,国外蜂蜜中毒事件多是因为桉木毒素、吡咯里西啶生物碱或羟基马桑毒素等造成。本研究为分析蜂蜜安全性的研究内容和发展历程及判断研究热点提供参考。

关键词:蜂蜜,安全性,文献计量学,CiteSpace,现状与热点

中图分类号:TS201.6

文献标识码:A

文章编号:1002-0306(2024)13-0389-13

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2023080304



本文网刊:

Current Status and Hotspot Analysis of Honey Safety Research Based on CiteSpace

XIAO Tian^{1,2}, WANG Yan^{1,2}, YANG Fan², XU Huadeng^{3,4}, ZHONG Xiaohong², TANG Qi^{1,2}, LU Ying^{1,2}, JIN Xiu'e⁵, WANG Jun⁵, ZHENG Yajie^{1,2,*}

收稿日期: 2023-09-04

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(31871880);蜂产品未知危害因子和已知危害因子安全性评估项目(GJFP201601001)。

作者简介: 肖甜(1999-)(ORCID: 0009-0004-7555-606X),女,硕士研究生,研究方向:蜂蜜毒性成分溯源及机制,E-mail: xiao991105@163.com。

* 通信作者: 郑亚杰(1978-)(ORCID: 0000-0002-7777-2370),女,博士,副教授,研究方向:药食同源物质安全与品质控制,E-mail: zhengyj4@126.com。

- (1. National Research Center of Engineering and Technology for Utilization of Botanical Functional Ingredients, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China;
2. College of Horticulture, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China;
3. Hunan Soil and Fertilizer Station, Changsha 410006, China;
4. Hunan Yueyang County Stock Seed Farm, Yueyang 414000, China;
5. Hubei Institute of Veterinary Drug Control, Wuhan 430000, China)

Abstract: In order to sort out the research process and hotspots of honey safety, this paper was based on the China national knowledge infrastructure (CNKI) database and the Web of Science (WOS) core collection, utilizing CiteSpace software to analyze and visualize publication trends, journals, authors, institutions, countries (regions), keywords, and other relevant information. The aforementioned databases yielded a total of 169 Chinese and 281 English literatures. The analysis revealed that the number of publications in Chinese literature on honey safety had been steadily increasing since 2011. The number of publications in English literature had displayed an oscillating upward trend since 2007, with a higher volume of publications in English literature over the past fifteen years compared to Chinese literature. ZHANG Q and GUNDUZ A were the most prolific authors in Chinese and English literature, respectively. While there were established cooperative relationships between researchers in both fields, collaborations between different groups remained relatively limited. *Journal of Bee and Food Chemistry* were the leading journals for publications on honey safety in English and Chinese, respectively. Both English and Chinese publishing journals primarily focused on the food industry. Yunnan Province Center for Disease Control and Prevention and Karadeniz Technical University were the research institutions with the highest publication output in Chinese and English, respectively. However, there was limited collaboration between research institutes in China. Turkey was the most influential country among the study countries (regions), followed by China, Poland, and New Zealand. During the initial stages of research, Chinese literature primarily explored topics such as "botulinum toxin" "pollen plants" "*Triperygium wilfordii* Hook. f." and "honey poisoning". However, after 2000, advancements in technologies such as chromatography, spectroscopy, and scanning electron microscopy led to the emergence of new keywords like "melissopalynology" and "gas chromatography". Consequently, gas chromatography, liquid chromatography, liquid-mass spectrometry, and scanning electron microscopy gained popularity as methods for detecting honey safety in research. During the early stages of research, English literature primarily delved into topics such as "pyrrolizidine alkaloids" "mad honey" "grayanotoxin" and "natural toxicants". This indicates that during this time, the primary emphasis was on studying toxic honey and natural toxins found in honey, specifically pyrrolizidine alkaloids and grayanotoxin. As technologies such as chromatography advanced, keywords like "mass spectrometry" began to emerge. It could be seen that the research in Chinese and English literature was focused on similar topics, such as toxic honey, honey poisoning, and the detection and tracing of toxic components in honey. However, there were slight differences in emphasis. In China, the main toxic nectar plants were *Triperygium wilfordii* Hook. f., *Gelsemium elegans* (Gardn. & Champ.) Benth. and *Macleaya cordata* (Willd.) R. Br., while the main toxic components detected in honey were triptolide and koumine. In foreign countries, honey poisoning incidents were mostly caused by grayanotoxin, pyrrolizidine alkaloids or tutin. This study provides reference for analyzing the research content and development process of honey safety and identifying research hotspots.

Key words: honey; safety; literature metrology; CiteSpace; research process and hotspot

蜂蜜是由蜜蜂采集植物的花蜜、分泌物或蜜露,与自身分泌物混合后,经充分酿造而成的天然甜味物质^[1]。国内外多项研究表明,蜂蜜具有抗氧化^[2]、抗菌^[3]、调节血糖^[4]、抗炎^[5]、促进伤口愈合^[6-7]、调节肠道菌群^[3]等功效。蜂蜜由于其抗菌活性,在膳食食品中作为食品防腐剂有着悠久的历史^[8]。在现代食品工业中,蜂蜜常被用来制作饮料、糖果、冰淇淋等各种甜味食品^[9]。蜂蜜因其高营养价值和独特的口感而被世界各地的消费者广泛接受。然而,作为一种天然产物,蜂蜜可能会受到农药、抗生素残留、重金属、致病菌、植物源毒性成分等外源性物质的污染^[10-11],这些成分均是蜂蜜食用安全潜在的风险因子或致病因子。国内外对食用蜂蜜中毒的事件都有报道,食用蜂蜜是婴儿肉毒杆菌中毒感染原因之一^[12],

1976 年以来在美国和日本报道了多起婴儿食用被肉毒杆菌孢子污染的蜂蜜导致中毒的事件^[13]; 1992 年在日本报道了一起因食用含乌头碱的生蜂蜜导致中毒的事件^[14]; 2007 年在土耳其东部黑海地区报道了因食用来源杜鹃花属植物花蜜产生的含有侵木毒素的蜂蜜导致“狂蜜病”^[15]; 1988 年之后的近三十年中对贵州省蜂蜜中毒事件进行调查,发现贵州省历史上报道过 25 起中毒事例,4 起事件经蜂蜜孢粉学分析,明确其中毒原因为博落回^[12]; 刘志涛等^[16]对 2010~2019 年云南省野生蜂蜜中毒事件进行分析,发现野生蜂蜜中毒共发生 27 起,其中毒原因可能是食用了昆明山海棠蜂蜜或者含乌头碱的蜂蜜; 郑亚杰等^[17]对我国食用蜂蜜中毒事件、中毒原因等进行综述,发现我国食用蜂蜜中毒事件的公开报道集中在 2000

年以后,中毒的死亡率多数在 20% 以上,且具有明显的地域性,主要集中在包括云南省、广西壮族自治区、湖北省、福建省、重庆市等南方地区,其中部分中毒事件推测与雷公藤、博落回、昆明山海棠等有毒蜜源植物有关,大部分中毒事件的具体原因不明确;来源于杜鹃、雷公藤、马桑植物的毒蜂蜜以及含吡咯里西啶生物碱的毒蜂蜜占中毒案件的大部分, Yan 等^[18] 详细讨论了含有上述四种有毒蜜源植物毒性成分的蜂蜜对人类健康的风险、作用方式等内容,认为有毒蜂蜜对公众健康构成的威胁经常被忽视,需要进一步关注。

CiteSpace 软件由陈超美团队在 Java 语言环境中研发出现的,是一种可视化的文献计量学分析工具^[19-20]。该软件能够对某一研究领域的文献数据展开分析,并将其以图谱的形式呈现出来,从而能够比较清晰地了解到该研究领域的发展动态,研究热点,为该领域的研究方向提供参考^[21]。同时,该软件操作简便,功能完备,对国产数据库的支持,使得它在同类可视化分析软件中更受欢迎。该软件得到了学者们的越来越多地关注,并且已经成为中医学^[22-23]、教育学^[24-25]、农业经济^[26-27]、新闻媒体^[28-29] 等多个研究领域的主流分析软件。

随着全球蜂蜜的产量和消费量逐年增加,食用蜂蜜中毒事件报道也在持续性增加,已经成为国内外食品安全方面的一个突出问题。但蜂蜜安全性研究领域范围较广,数据复杂,为弥补传统文献计量只能通过简单图表或依赖专家见解来表达对蜂蜜安全性知识领域研究情况的短板。因此,本文分别以中国知网和 Web of Science 为数据库,将建库至 2023 年 9 月 31 日有关蜂蜜安全性的文献作为数据来源,运用 CiteSpace 软件对蜂蜜安全性研究进行可视化分析,较为全面地探索该领域研究现状与热点并预测未来发展趋势。

1 材料与方法

1.1 数据来源与筛选

以 CNKI 为中文文献来源数据库,以主题词或者关键词为“蜂蜜毒性”“蜂蜜安全风险”进行检索,截止至 2023 年 9 月 31 日。以 WOS 作为英文文献来源数据库,以主题词或者关键词为“honey toxicity”“honey poisonous”“honey safety risk”进行检索,截止至 2023 年 9 月 31 日。对检索结果进行筛选,剔除新闻和明显不相关或不完整的文献,导出文献信息,并使用 CiteSpace 5.7.R7 软件对获得的文献进行除重处理,最终得到 169 篇中文文献和 281 篇英文文献。

1.2 数据处理

从 CNKI 数据库中以“Refworks”格式导出中文文献,从 WOS 数据库中以“纯文本”格式导出英文文献,以“download_中文文献.txt”“download_英文文献.txt”进行命名格式。使用 CiteSpace 软件对已

整理的中、英文文献数据进行分析 and 可视化。参数设置:时间分区(time slicing)是以 1978~2023 年的中文文献和 2005~2023 年的英文文献为研究对象;时间切片(years per slice)为中文文献和英文文献都以 1 年作为切片;节点类型中节点类型(node types):作者(author)、来源(resource)、机构(institution)、国家(country)、关键词(keyword)都设置阈值(top N per slice)=50,采用 pathfinder 和 pruning networks 图谱修剪算法进行修剪使图谱更加清晰。

1.3 数据可视化

本文对上述 169 篇中文文献和 281 篇英文文献的发文趋势、发表期刊、作者、机构、国家(地区)、关键词等内容进行分析及可视化展示。在此基础上,通过该软件的初步分析和人工解读法,结合相关的文献资料,对各图谱做进一步地解析。

2 结果与分析

2.1 发文趋势分析

历年发文数量的变化可直接体现出该研究领域的发展速度及今后的发展趋势^[30-31]。通过对两个数据库检索到的共计 450 篇有关蜂蜜安全性研究的文献进行梳理,发现中文文献占比为 37.56%,英文文献占比为 62.44%(图 1)。由图 2 可知,中文文献年度发文量在 1978~2011 年间呈现出波动性变化,并且发文量都不超过 5 篇;自 2011 年起发文量总体呈波动性上升趋势,其中只有 2016 年(11 篇)、2017 年(14 篇)、2020 年(11)和 2021 年(18 篇)突破了 10

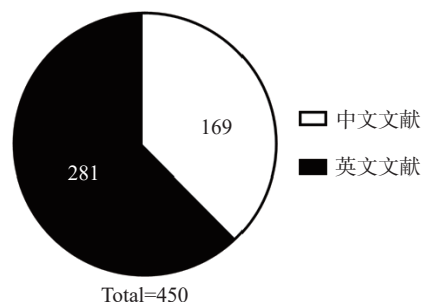


图 1 蜂蜜安全性研究发文量占比

Fig.1 Percentage of publications of honey safety research

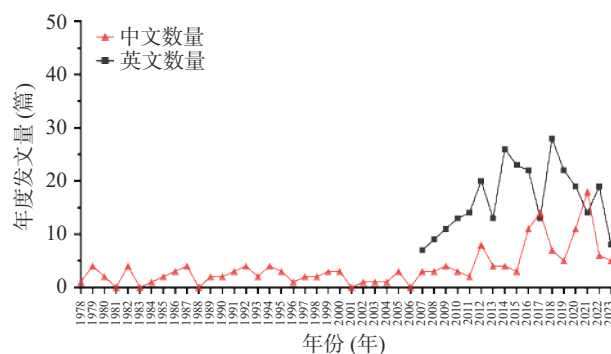


图 2 蜂蜜安全性研究年度发文量统计图

Fig.2 Statistical graph of the annual number of publications of honey safety research

篇, 1981、1983、1988、2001 和 2006 年没有相关中文文献发表。英文文献发文量在 2007~2023 年间呈现出波动性上升趋势, 2009~2022 年年度发文量都突破了 10 篇, 到 2014 年(26 篇)和 2018 年(28 篇)达到高峰。近 15 年来, CNKI 数据库共收录相关中文文献 105 篇, WOS 数据库共收录相关英文文献 265 篇, 在此期间英文发文量是中文发文量的两倍。

2.2 发表期刊分析

对国内外蜂蜜安全性文献来源期刊进行统计分析, 表 1 为蜂蜜安全性研究中、英文文献发文量前十的期刊。由表 1 可知, 《蜜蜂杂志》和《中国蜂业》收录的相关研究文献超过十篇, 其次是《食品安全质量检测学报》《食品工业》和《养蜂科技》, 发文量大于或等于 3 篇。其中《食品安全质量检测学报》被北大核心收录, 《蜜蜂杂志》《中国蜂业》和《养蜂科技》都与蜂蜜产业紧密关联。收录英文文献最多的是《Food Chemistry》共有 8 篇, 其次是《Journal of Agricultural and Food Chemistry》有 7 篇、《Food and Chemical Toxicology》有 6 篇、《Food Control》有 6 篇、《Environmental Science and Pollution Research》有 6 篇。其中《Food Chemistry》《Journal of Agricultural and Food Chemistry》《Food and Chemical Toxicology》《Food Control》《Journal of Hazardous Materials》是农林科学、环境科学与生态学大类中的高质量期刊。说明蜂蜜安全性研究论文质量和学术影响力受到国际权威期刊的关注与认可。从文献发表期刊来看, 国内蜂蜜安全性文献主要发表在蜂业、食品相关的期刊; 而国外期刊主要以食品、农业等为主。

2.3 作者及合作网络分析

通过 CiteSpace 软件构建的作者共现图谱能够了解该研究领域的核心作者群体以及他们之间的合作强度^[32]。本文纳入的 169 篇中文文献共包含 318 位作者, 连线 515 条, 即 318 位作者相互间进行了 515 次联系或者合作。由表 2 可知, 张强、王峻和刘志涛发文量最多, 各为 5 篇; 其次是吴晓翠、刘秀斌、邹超兰、石憬林和万蓉, 发文量各为 4 篇; 郑亚杰、陈顺安发文量各为 3 篇。张强、刘志涛等对云南省不同时

间段野生蜂蜜中毒事件的时空分布进行分析, 为开展针对性措施提供科学依据^[16], 并且研究了有毒蜂蜜中的主要天然有毒物质, 旨在为蜂蜜溯源、安全性评价和监测评估食用蜂蜜中毒提供参考^[33-34]。王峻、郑亚杰等主要基于有毒蜜源蜂蜜中毒事件, 对我国的有毒蜜源植物及天然植物毒素进行了系统整理分析^[17,35]。结点间的连线粗细可以表现出作者之间合作关系的亲密程度^[36], 中文作者合作关系的密度值为 0.0102; 在中高产作者之间连线较粗, 表明他们之间的合作关系较强, 形成了以张强、王峻等为核心的研究团队。进一步分析发现各网络团体间的连线却较少, 表明该研究领域的学者之间有相对固定的研究合作关系, 但各个团体之间的合作程度较低(图 3)。

英文文献(281 篇)共涉及 435 位作者, 连线 523 条, 密度值为 0.0055。由表 2 可知, 发文量最高的作者是 Gunduz A(10 篇), 其次是 Kwiatek K(5 篇)和 Kowalczyk E(4 篇)。Gunduz A 对土耳其含桉木毒素的毒蜜中毒病例的症状进行了分析, 目的在于调查狂蜜病患者血液、尿液和食用蜂蜜中的桉木毒素含量, 并确定其是否与临床状况有关^[37]。Kwiatek K 和 Kowalczyk E 主要建立了一种检测有毒蜂蜜中天然毒素吡咯里西啶生物碱的 LC-MS 方法^[38], 并且采用 PCR 方法对哈萨克斯坦、波兰蜂蜜中梭状芽胞杆菌等毒素进行检测分析^[39]。部分作者有固定的合作

表 2 蜂蜜安全性研究中、英文文献发文量前十的作者
Table 2 Top 10 authors by number of publications in Chinese and English literature of honey safety research

序号	中文文献作者	发文量(篇)	英文文献作者	发文量(篇)
1	张强	5	Gunduz A	10
2	王峻	5	Kwiatek K	5
3	刘志涛	5	Kowalczyk E	4
4	吴晓翠	4	Furey A	3
5	刘秀斌	4	These A	3
6	邹超兰	4	Griffin C T	3
7	石憬林	4	Duebecke A	3
8	万蓉	4	Kalkan A	3
9	郑亚杰	3	Preissweigert A	3
10	陈顺安	3	Kempf M	3

表 1 蜂蜜安全性研究中、英文文献发文量前十期刊

Table 1 Top 10 productive journals in Chinese and English literature of honey safety research

序号	期刊	发文量(篇)	期刊	发文量(篇)
1	蜜蜂杂志	16	Food Chemistry	8
2	中国蜂业	10	Journal of Agricultural and Food Chemistry	7
3	食品安全质量检测学报	4	Food and Chemical Toxicology	6
4	食品工业	3	Food Control	6
5	养蜂科技	3	Environmental Science and Pollution Research	6
6	食品安全导刊	2	Molecules	5
7	透析与人工器官	2	Food Analytical Methods	5
8	食品与生活	2	Clinical Toxicology	4
9	昆明医学院学报	2	Foods	3
10	实用预防医学	2	Journal of Hazardous Materials	3

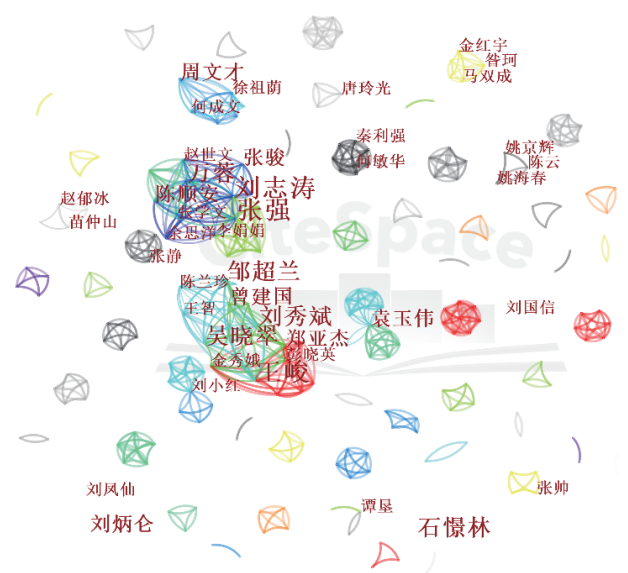


图 3 蜂蜜安全性研究中文文献作者合作网络图

Fig.3 Author cooperation network in Chinese authors of honey safety research

团体且团体内部合作较为密集(图 4),形成了以 Gunduz A、Kwiatiek K 等为核心的研究团队。中文作者侧重于对蜂蜜中雷公藤、钩吻、博落回等来源的植物毒素检测和研究为主,英文作者更侧重于对蜂蜜中毒的毒理学评价、有毒蜂蜜中天然毒素吡咯里西啶生物碱、桉木毒素等成分的检测和研究为主。



图 4 蜂蜜安全性研究英文文献作者合作网络图

Fig.4 Author cooperation network in English authors of honey safety research

2.4 机构及合作网络分析

对中文文献进行研究机构的合作网络图谱分析,得到蜂蜜安全性研究机构合作网络图谱(图 5)。由图可知该合作网络图谱的网络节点数为 134,表明有 134 家研究机构在该领域有研究成果发表,其中发文量排名前六的机构(表 3)分别为云南省疾病预防控制中心(6 篇)、云南省农业科学院蚕桑蜜蜂研究所(5 篇)、中国科学院植物研究所(3 篇)、贵州省现代农业发展研究所(3 篇)、浙江省农业科学院农产品质量标准研究所(3 篇)和中国农业科学院蜜蜂研究所(3 篇)。云南省疾病预防控制中心和云南省农业科学院蚕桑蜜蜂研究所主要对云南省蜂蜜中毒事件进行了大量分析,并采用液质联用技术检测有毒蜂蜜中天然毒素,发现雷公藤甲素是主要检出有毒物质^[33,40];对中华蜜蜂蜂蜜进行孢粉学和营养生态位分析,发现中华蜜蜂蜂蜜标本中含有有毒蜜源植物南烛、昆明山海棠花粉,部分样品中南烛、昆明山海棠的花粉含所占比列较高^[41]。中国科学院植物研究所主要对毛茛科有毒蜜粉源植物进行了系统整理分析^[41-42],并且对采用孢粉学对有毒蜜源植物的花粉进行鉴别^[43]。贵州省现代农业发展研究所对贵州省有毒蜜粉源植物的种类、分布以及蜂蜜中毒事件发生的区域和规律进行了整理^[12,44]。各机构之间的连线数 E=38,密度值为 0.0043,合作网络图谱之间没有中心值和突显值,表明各研究机构间缺乏研究交流,多为独立开展研究。

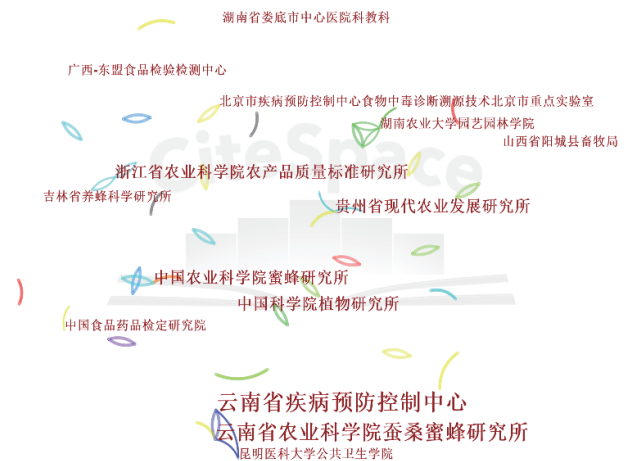


图 5 蜂蜜安全性研究中文机构合作网络图谱

Fig.5 Institution cooperation network in Chinese literature of the honey safety research

表 3 蜂蜜安全性研究中、英文文献发文量排名前六的机构

Table 3 Top 6 institutions by the number of publications in Chinese and English literature of honey safety research					
序号	中文发文机构	发文量(篇)	英文发文机构	中心值	发文量(篇)
1	云南省疾病预防控制中心	6	Karadeniz Technical University	0.02	14
2	云南省农业科学院蚕桑蜜蜂研究所	5	Erciyes University	0.01	9
3	中国科学院植物研究所	3	Chinese Academy of Sciences	0.00	8
4	贵州省现代农业发展研究所	3	National Veterinary Research Institute	0.00	6
5	浙江省农业科学院农产品质量标准研究所	3	Duzce University	0.01	5
6	中国农业科学院蜜蜂研究所	3	Ondokuz Mayis University	0.01	4

发表英文文献的研究机构合作网络图谱的网络节点数为 327(图 6),表明有 327 家研究机构在该领域有研究成果发表,其中发文量排名前六的机构分别为 Karadeniz Technical University(14 篇)、Erciyes University(9 篇)、Chinese Academy of Sciences(8 篇)、National Veterinary Research Institute(6 篇)、Duzce University(5 篇)和 Ondokuz Mayis University(4 篇)。Karadeniz Technical University 主要对蜂蜜中毒的毒理学评价和中毒机制^[37,45]、杜鹃花蜜(RH)桉木毒素(GTX)^[46-47]开展了大量研究;Erciyes University 和 Duzce University 主要对蜂蜜中的天然毒素桉木毒素开展了大量研究^[48-50]。该合作网络图谱的连线数 $E=285$,密度值为 0.0053,表明在该研究领域的机构之间存在一定的合作关系;该图谱之间存在中心值,如 Karadeniz Technical University(0.02)、Erciyes University(0.01)、Duzce University(0.01),但中心值较小,表明各研究机构之间虽有一定合作关系,但合作关系尚不紧密。国内研究机构以有毒蜂蜜中雷公藤甲素等天然毒性的检测和有毒蜜源植物的研究为主,国外研究机构以毒理学评价和中毒机制、有毒蜜源植物中天然毒素桉木毒素的检测为主。



图 6 蜂蜜安全性研究英文机构合作网络图谱

Fig.6 Institution cooperation network in English literature of the honey safety research

2.5 研究国家(地区)分析

使用 CiteSpace 软件对 WOS 数据库中研究国家(地区)进行可视化分析(图 7),图中共有 269 个节点,232 条连线。可以看出全球共有 269 个国家对蜂蜜安全性开展了研究活动,发文量最多的国家是土耳其(52 篇),其次是中国(22 篇)、波兰(19 篇),占英文发文总量的 34.57%。新西兰、埃及、意大利等国家也对蜂蜜安全性开展了不同程度的研究,并且地区之间存在一定的合作。有学者分析了 PubMed、Scopus、Web of Science、Google Scholar 数据库中检索得到的 900 例狂蜜病病例,发现 91.44% 的病例来自于土耳其,土耳其的大多数病例是由黑海地区生产的蜂蜜引起的,其次是黑海东部地区,狂蜜病病例的分布与杜鹃属植物的分布具有一定的相似性^[51]。中国蜂蜜

中毒事件具有地域性,主要集中在云南、重庆、湖北、广西等南方省份^[34,52-54],这些区域植物资源丰富,因当地居民喜食巢蜜,通常具有较高的发生几率^[35]。自 19 世纪中叶引入蜜蜂以来,新西兰就不定期地报道了蜂蜜中毒和因食用蜂蜜而死亡的事件^[18]。据报道,这些中毒事件与含澳洲广翅蜡蝉分泌的含有羟基马桑毒素(Tutin)的蜜露被蜜蜂采集产出有毒蜂蜜有关^[55]。



图 7 蜂蜜安全性研究国家(地区)合作图谱

Fig.7 National (regional) cooperation map of honey safety research

2.6 关键词分析

2.6.1 共现分析 关键词是对研究文献内容的高度概括和总结^[56-57],以关键词为节点,经由软件构建的由节点和连线组成的共现图谱,即为关键词共现分析。本文对 169 篇中文文献的关键词进行共现网络分析,涉及到了 362 个关键词,蜂蜜、肉毒杆菌、蜂蜜中毒、有毒蜜源植物、有毒蜜、粉源植物、肉毒梭菌、博落回、雷公藤等是高频关键词(图 8);该关键词共现网络中有中心性(表 4),中心性最高的前五位分别为蜂蜜、肉毒杆菌、蜂蜜中毒、有毒蜜源植物、有毒蜜。值得注意的是关键词共现频次排名和中心性排

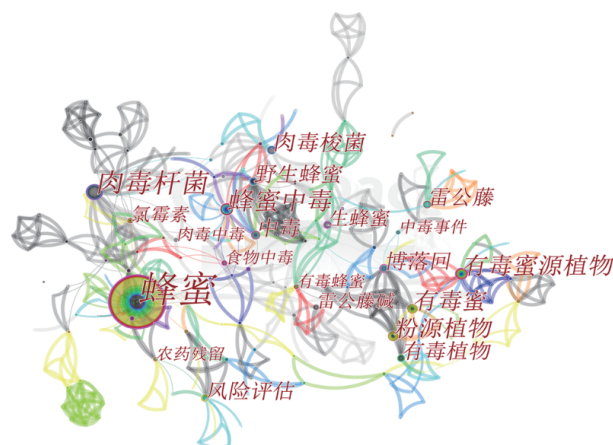


图 8 蜂蜜安全性研究中文文献关键词共现网络图谱

Fig.8 Keyword co-occurrence networks of Chinese literature of honey safety research

名并不完全一致, 主要是因为关键词共现频次和关键词中心性代表意义有所不同, 共现频次表明的是关键词出现次数, 而中心性代表一个关键词在网络中的“重要性”和“核心地位”^[56], 因此确定热点关键词仅仅依靠关键词共现频次或者中心性为指标是不充分的, 需要结合共现频次和中心性两个因素进行综合考虑, 得出该领域的研究热点。在上述众多关键词中共现频次大于 7 中心值大于 0.1 的关键词包括蜂蜜、肉毒杆菌、蜂蜜中毒、有毒蜜源植物、博落回、中毒、雷公藤, 因此可以认为国内学者对蜂蜜的研究热点主要集中在肉毒杆菌、蜂蜜中毒、有毒蜜源植物。

表 4 蜂蜜安全性研究中文和英文文献出现频次前 13 的关键词

Table 4 Top 13 keyword by the frequency of appearance in Chinese and English literature of honey safety research

序号	中文文献			英文文献		
	关键词	频次	中心性	关键词	频次	中心性
1	蜂蜜	47	0.41	honey	124	0.47
2	肉毒杆菌	14	0.33	mad honey	50	0.07
3	蜂蜜中毒	11	0.11	grayanotoxin	37	0.21
4	有毒蜜源植物	10	0.23	pyrrolizidine alkaloid	35	0.13
5	有毒蜜	9	0.03	food	31	0.16
6	粉源植物	9	0.01	plant	25	0.06
7	肉毒梭菌	8	0.09	heavy metal	25	0.07
8	博落回	7	0.37	trace element	22	0.07
9	雷公藤	7	0.18	solid phase extraction	19	0.11
10	有毒植物	7	0.04	bradycardia	18	0.04
11	中毒	7	0.28	nitrogen oxide	18	0.04
12	野生蜂蜜	7	0.09	sample	17	0.06
13	风险评估	7	0.08	toxicity	16	0.07

对 281 篇外文文献的关键词进行共现分析, 共发掘出 427 个关键词, 其中 honey、mad honey、grayanotoxin、pyrrolizidine alkaloid、food 等是高频关键词(图 9), 中心性排序由大到小依次为 honey、food safety、grayanotoxin、adulteration、food、mass

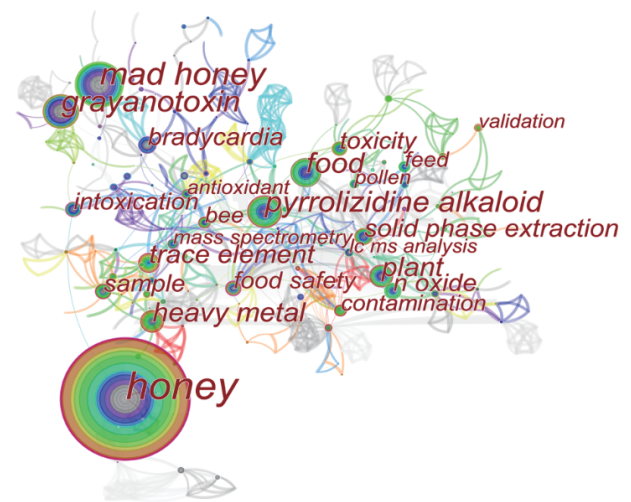


图 9 蜂蜜安全性研究英文文献关键词共现网络图谱

Fig.9 Keyword co-occurrence networks of English literature of honey safety research

spectrometry、alkaloid 等(表 4), 两者综合考虑可知国外学者在该研究领域的热点集中在 food safety、grayanotoxin、alkaloid 等, 即蜂蜜食品安全、桉木毒素、中毒、生物碱, 其中桉木毒素和生物碱都属于植物源毒素。蜂蜜安全性研究中英文文献都以蜂蜜中毒、有毒蜜源植物为主, 但是英文研究更侧重于食品安全, 并且因为植物分布的差异性, 所研究的植物毒素也不同。

2.6.2 聚类分析 基于上述关键词共现分析结果对中、英文热点关键词进行聚类分析并可视化, 结果表明蜂蜜安全性研究的中文关键词聚类图谱共形成 12 个聚类标签(图 10), 有 362 个节点, 918 条连线, 聚类模块值 $Q=0.7753(Q>0.5)$, 说明聚类结构显著; 平均轮廓值 $S=0.9233$, 提示聚类结果可信; 其中模块 #1 肉毒杆菌、#2 粉源植物、#3 雷公藤、#6 蜂蜜中毒、#10 雷公藤碱都涉及到蜂蜜安全性。英文文献关键词的聚类分析可视化图谱共形成 13 个聚类标签(图 11), 存在 427 个节点, 1444 条连线, 聚类模块值 $Q=0.7201(Q>0.5)$, 说明聚类结构显著; 平均轮廓值 $S=0.8725$, 提示聚类结果可信, 聚类主要集中在#1

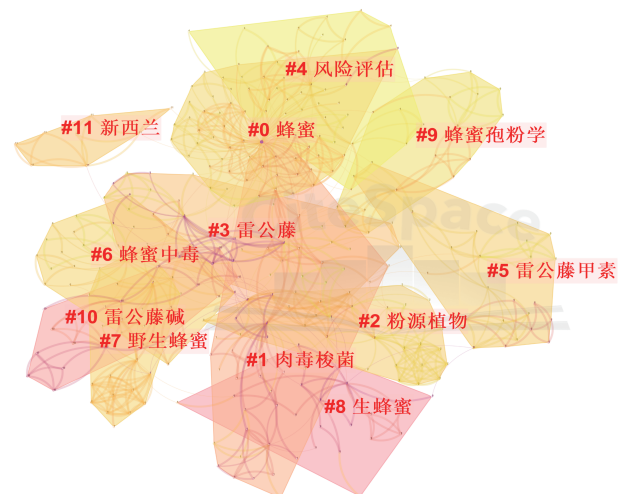


图 10 蜂蜜安全性研究中文文献关键词聚类图谱

Fig.10 Keyword clustering map of Chinese literature of honey safety research

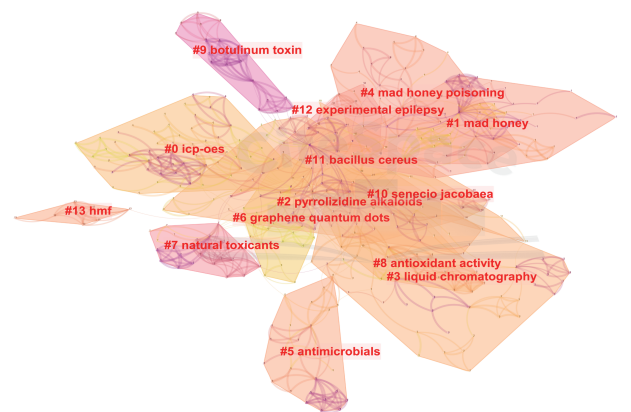


图 11 蜂蜜安全性研究英文文献关键词聚类图谱

Fig.11 Keyword clustering map of English literature of honey safety research

mad honey、#2 pyrrolizidine alkaloids、#7 natural toxicants 涉及蜂蜜安全性的研究所受关注度较高;较中文文献而言,关键词聚类图谱比较聚集,呈现为更高的集中度和重叠,表明各关键词相关研究方面存在有一定相互关联。

由蜂蜜安全性中文关键词演进时间线图所示(图 12),在研究初期以“婴儿肉毒中毒”“有毒植物”“雷公藤”“中毒事件”“有毒蜜”“钩吻花”等为研究热点,其中“婴儿肉毒中毒”“有毒植物”“雷公藤”受到了最多关注;2000 年之后,色谱、光谱、扫描电镜等技术日渐成熟,“热力学”“蜂蜜孢粉学”“含量测定”“液相色谱”等关键词出现,说明蜂蜜中毒性成分来源成为热点话题,液相色谱、液质联用、扫描电镜等检测手段成为蜂蜜安全性研究中的热门研究方法。特别是罗达龙等^[58]建立了一种高效液相色谱-质谱串联法测定蜂蜜中的钩吻碱和钩吻碱子的方法;甘源等^[59]建立了超高效液相色谱高分辨质谱法同时测定蜂蜜中 5 中雷公藤类物质;张帅等^[60]建立了一种超高效液相色谱-串联质谱检测方法同时检测蜂蜜中雷公藤类、吡咯里西啶类、马桑类等共 18 种植物毒素含量;咎珂等^[61]建立了基于 QuEChERS 结合超高效液相色谱-串联质谱(UPLC-MS/MS)测定蜂蜜中 28 个吡咯里西啶生物碱的快速检测方法,并根据测定结果进行初步的风险评估;张强等^[34]通过孢粉学鉴定确认云南省 2005~2013 年中有一例蜂蜜中毒原因因为食用了昆明山海棠毒蜜。

由蜂蜜安全性英文关键词演进时间线图所示(图 13),在研究初期以“pyrrolizidine alkaloids”

“mad honey”“grayanotoxin”“natural toxicants”等为研究热点,说明此阶段主要是研究毒蜂蜜以及吡咯里西啶生物碱、桉木毒素等蜂蜜中检测到的天然毒素。随着色谱等技术的发展,“atomicabsorption spectrometry”“quantitative analysis”等关键词开始出现,意味着质谱等现代分析技术在蜂蜜风险因子评估中应用越来越受到重视,特别是基于高效液相色谱-质谱(LC-MS/MS)法检测蜂蜜中吡咯里西啶生物碱及其氮氧化物、雷公藤甲素、原阿片碱、氯霉素、杀虫剂等方法建立^[11,62-64]。

2.6.3 突现分析 通过 CiteSpace 软件绘制蜂蜜安全性中文、英文研究的关键词突现图谱,对蜂蜜毒性研究的中文文献关键词进行突现分析(图 14),共获得 18 个突现词;可以看出,在 1978~2023 中突显比较早的词是“雷公藤”,早期蜂蜜中毒事件报道在毒蜂蜜中发现了雷公藤的花粉并且雷公藤生物碱定性试验阳性(蜂蜜中毒 14 例临床分析);近十年来突现强度高的关键词是“蜂蜜”(6.77)、“蜂蜜中毒”(4.45)、“有毒蜜”(2.32)和“粉源植物”(2.32),表明蜂蜜中毒、有毒蜜和粉源植物是近十年来蜂蜜安全性研究中的重点。陈顺安等^[33]发现在云南有毒蜜粉源区中毒事件的蜂蜜多由中华蜜蜂蜂群采集,以中华蜜蜂和蜂蜜为研究对象,通过仔细观察中华蜜蜂对有毒蜜粉源植物的采蜜行为,并结合蜂蜜孢粉学检测结果,对蜂蜜进行粉源植物溯源分析;邹超兰^[65]针对 2015 年 7 月底 8 月初湖北省鹤峰县五里乡村民食用原蜜中毒事件,结合当地食用原蜜中毒事件的相关资料和调查报告,对当地有毒蜜源植物的种类、特征和

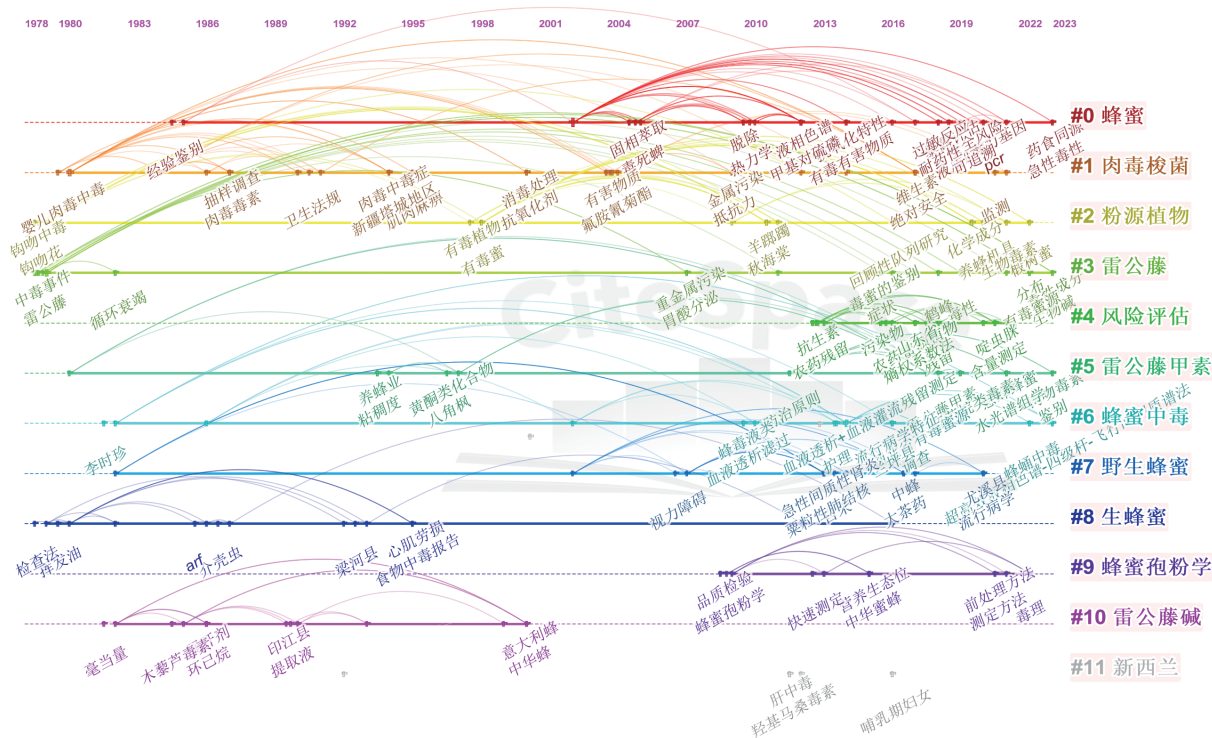


图 12 蜂蜜安全性研究中文文献聚类模块的时间线图谱

Fig.12 Time line diagram analysis of Chinese literature cluster module of honey safety research

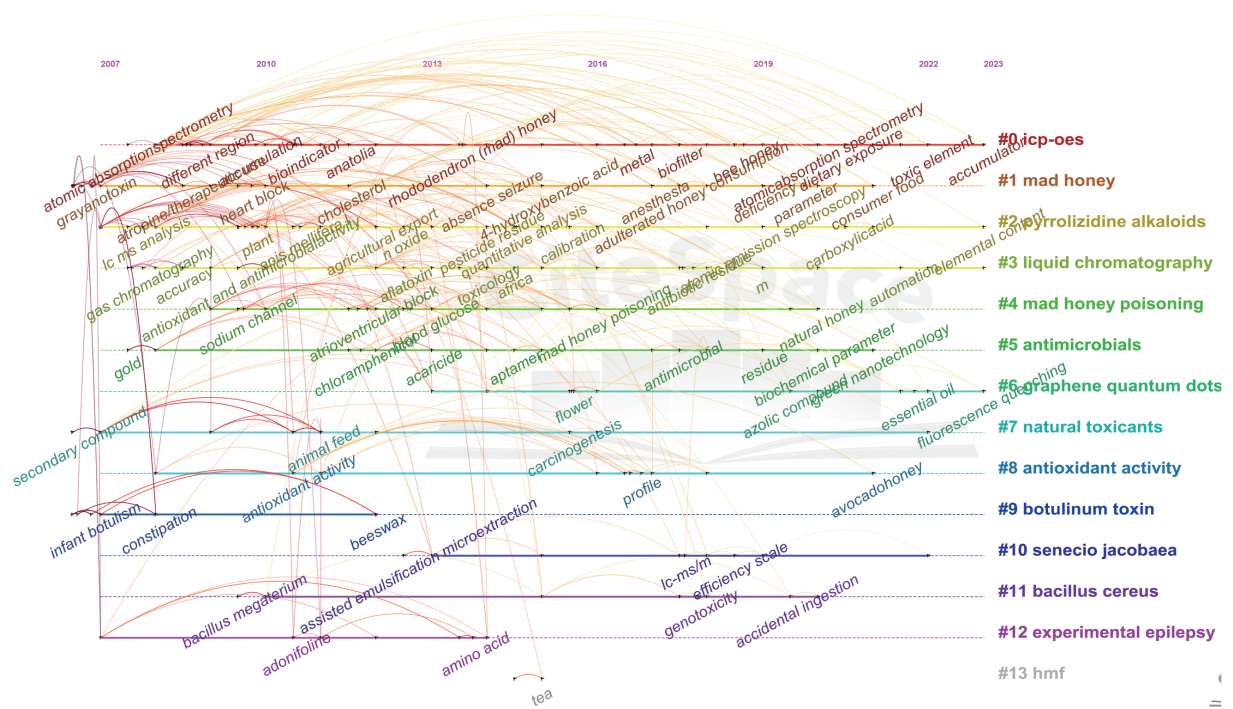


图 13 蜂蜜安全性研究英文文献聚类模块的时间线图谱

Fig.13 Time line diagram analysis of English literature cluster module of honey safety research

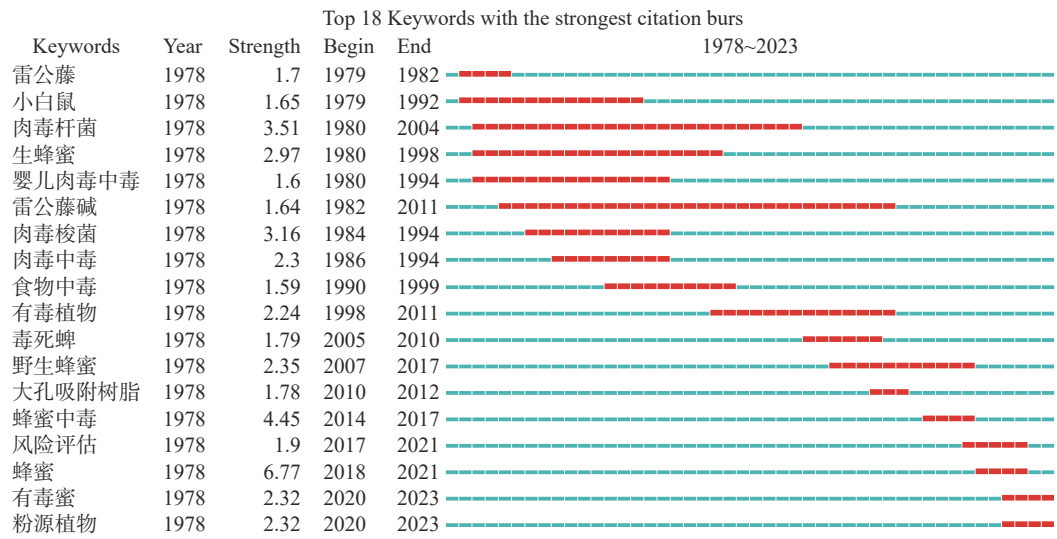


图 14 蜂蜜安全性研究中文关键词突现图谱

Fig.14 Keyword burst map of Chinese literature of honey safety research

分布情况进行调查研究,发现昆明山海棠和马桑是该地区分布较多的有毒蜜源植物,其次为醉鱼草、雷公藤和紫茎泽兰,少量分布有白杜鹃、曼陀罗、博落回、羊躑躅。

相比中文文献,外文文献关键词突现图谱中关键词数量较多,共获得 25 个突现词,表明对蜂蜜安全性研究进行了更多维度的探索;由图 15 可知,在 2007~2023 中突现比较早的词是“grayanatoxin”。杜鹃花科的几种植物会产生桉木毒素,可使人类中毒引发狂蜜病,其中最著名的中毒事件就是食用了被杜鹃花蜜桉木毒素污染的毒蜂蜜^[66]。在 2015 年之后,可以看到“mass spectrometry”“identification”“origin”等关键词出现,关于蜂蜜中毒性成分检测、鉴定、溯

源的研究逐渐增加,这可能与质谱技术的快速发展有关。Wu 等^[67]通过建立液相色谱质谱联用等技术,可以进行蜂蜜中指标的筛查、溯源。为了研究蜂蜜中有毒生物碱的来源,采用液相色谱-三重四极杆串联质谱对蜂蜜、蜜蜂、蜂巢中的花粉和钩吻不同部位中的 6 种有毒生物碱进行了定量分析,发现蜂蜜、蜜蜂和花粉中的生物碱成分特征与花和花蕾中的成分相似,而与叶、茎和根中的生物碱成分特征有显著差异;Sun 等^[11]分别比较了雷公藤全花提取物、博落回全花提取物与蜂蜜,结果发现全花和蜂蜜样本中常见的几种化合物,选择雷公藤甲素和原原阿片碱作为鉴定这些植物“毒蜜”的潜在标记物,建立了超高效液相色谱-质谱方法。该方法可方便地检测出添加

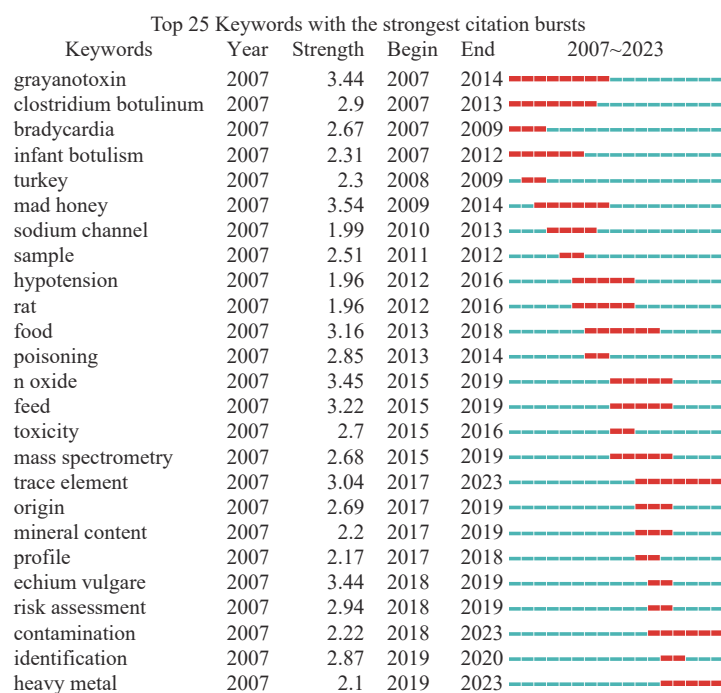


图 15 蜂蜜安全性研究英文关键词突现图谱

Fig.15 Keyword burst map of English literature of honey safety research

5% 雷公藤甲素和原阿片碱的蜂蜜样品中,并且可用于其他有毒花蜜和花粉植物的蜂蜜研究;羟基马桑毒素是马桑蜂蜜中毒性最大的成分之一,由于在马桑的叶子、嫩枝或茎中找不到羟基马桑毒素,而在澳洲广翅蜡蝉分泌的蜜露中羟基马桑毒素的一种羟基衍生物含量最多,被认为是这种昆虫产生的代谢产物^[18]。

3 结论

本研究基于 CiteSpace 文献计量分析软件对蜂蜜安全性研究方向的中英文文献进行可视化研究。蜂蜜安全性研究中英文文献发文量整体呈波动性上升趋势,说明随着人们安全意识的增强,蜂蜜食用安全性问题引起关注。以张强、王峻、刘志涛等为代表的学者发表国内蜂蜜安全性研究的文献主要是以蜂业、食品相关的期刊为主,而以 Gunduz A, Kwiatek K 和 Kowalczyk E 等代表的学者发表研究的期刊主要以食品、农业等为主;并且英文期刊中的《Food Chemistry》《Journal of Agricultural and Food Chemistry》《Food and Chemical Toxicology》《Food Control》《Journal of Hazardous Materials》是农林科学、环境科学与生态学大类中的高质量期刊,说明蜂蜜安全性研究论文质量和学术影响力受到国际权威期刊的关注与认可。国内蜂蜜安全性研究机构以农业研究所为主,国外研究机构以大学为主。发文量最多的国家是土耳其,土耳其是狂蜜病报道最多的国家;其次是中国,中国报道了多例因食用雷公藤蜂蜜中毒的事件;新西兰报道了多例因食用含羟基马桑毒素的蜂蜜引起中毒甚至是死亡的事件。通过绘制和分析关键词共现、聚类 and 突现图谱,发现:肉毒杆菌、毒蜂蜜、有毒蜜源植物等是蜂蜜安全性领域的重要研究对象,其中有毒蜜源植物是造成食用蜂蜜中毒的主要原因;

气相色谱、液相色谱、液质联用、气质联用、扫描电镜等是蜂蜜中毒性生物碱等毒性成分检测的重要手段。国内外相关研究在热点领域基本一致,都是以有毒蜜、蜂蜜中毒、蜂蜜中毒性成分鉴定和溯源等为主;但在侧重点上略有不同,国内有毒蜜源植物以雷公藤、钩吻、博落回等为主,蜂蜜中毒性成分检测以雷公藤甲素、钩吻素子等成分为主,国外蜂蜜中毒事件多是因为桉木毒素、有毒吡咯西啶生物碱或羟基马桑毒素等造成。

综上所述,通过 CiteSpace 进行可视化分析能够直观地体现蜂蜜安全性研究的发展历程和研究热点。目前,蜂蜜中毒、有毒蜜源植物、有毒蜂蜜中毒性成分检测和溯源是研究热点。未来可通过高精密仪器等分析手段对蜂蜜中毒性成分进行检测和溯源,并对有毒蜂蜜或植物源毒素的中毒机制进行探讨。不同学者和机构之间的跨团体、跨地区合作具有较大潜力,并且随着蜂蜜安全性研究受到越来越多人的关注,研究内容或研究方向也将会更加丰富。

© The Author(s) 2024. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

参考文献

- [1] 中华人民共和国卫生部. GB 14963-2011 食品安全国家标准蜂蜜[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011. [Ministry of Health of the People's Republic of China. GB 14963-2011 National food safety standards-honey[S]. Beijing: Standards Press of China, 2011.]
- [2] MOHAMED M, SULAIMAN S A, JAAFAR H, et al. Antioxidant protective effect of honey in cigarette smoke-induced testicular damage in rats[J]. *International Journal of Molecular Sciences*, 2011, 12(9): 5508–5521.

- [3] 曾颖,陈胜,马振刚. 蜂蜜中活性物质种类及功效[J]. 蜜蜂杂志, 2023, 43(5): 1-5. [ZENG Y, CHEN S, MA Z G. Review on the types and functions of active substances in honey[J]. Journal of Bee, 2023, 43(5): 1-5.]
- [4] 李雪萍,高亚曼,孔令米,等. 蜂蜜的药用价值: 对人类健康特别是对血糖调节的影响[J]. 聊城大学学报(自然科学版), 2016, 29(4): 31-38. [LI X M, GAO Y M, KONG L M, et al. Medical applications of honey: Its valuable functions on human health especially on blood sugar regulation[J]. Journal of Liaocheng University (Natural Science Edition), 2016, 29(4): 31-38.]
- [5] 张洪礼,王伦兴,陈德琴,等. 蜂蜜化学成分及其生物活性的研究进展[J]. 贵州农业科学, 2021, 49(9): 100-107. [ZHANG H L, WANG X L, CHEN D Q, et al. Research progress on chemical constituents and biological activities of honey[J]. Guizhou Agricultural Science, 2021, 49(9): 100-107.]
- [6] HIXON K R, KLEIN R C, EBERLIN C T, et al. A critical review and perspective of honey in tissue engineering and clinical wound healing[J]. Advances in Wound Care (New Rochelle), 2019, 8(8): 403-415.
- [7] CARDENAS-ESCUERO J, MARMOL-ROJAS C, ESCRIBANO P S, et al. Honey polyphenols: Regulators of human microbiota and health[J]. Food Function, 2023, 14(2): 602-620.
- [8] ZHAO L, REN C, XUE X, et al. Safflomin A: A novel chemical marker for *Carthamus tinctorius* L. (Safflower) monofloral honey[J]. Food Chemistry, 2022, 366: 130584.
- [9] 王琪琦,杜欣玥,高西贝,等. 蜂蜜功能活性及药用价值研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2022, 13(18): 5849-5854. [WANG Q Q, DU X Y, GAO X B, et al. Research progress on functional activities and medicinal value of honey[J]. Journal of Food Safety & Quality, 2022, 13(18): 5849-5854.]
- [10] MARCOLIN L C, DE OLIVEIRA A J, KUPSKI L, et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in honey from stingless bees (Meliponinae) in southern Brazil[J]. Food Chemistry, 2023, 405(Pt B): 134944.
- [11] SUN M, ZHAO L, WANG K, et al. Rapid identification of "mad honey" from *Tripterygium wilfordii* Hook. f. and *Macleaya cordata* (Willd) R. Br using UHPLC/Q-TOF-MS[J]. Food Chemistry, 2019, 294: 67-72.
- [12] 周文才,林黎,韦小平. 贵州省有毒蜜粉源植物与蜂蜜中毒事件调查[J]. 中国蜂业, 2017, 68(11): 38-39. [ZHOU W C, LIN L, WEI X P. Investigation of poisonous nectar source plants and honey poisoning in Guizhou Province[J]. Apiculture of China, 2017, 68(11): 38-39.]
- [13] SCHOCKEN-ITURRINO R P, CARNEIRO M C, KATO E, et al. Study of the presence of the spores of *Clostridium botuli* Num in honey in Brazil[J]. FEMS Immunology and Medical Microbiology, 1999, 24(3): 379-382.
- [14] SAISHO K, TOYODA M, TAKAGI K, et al. Identification of aconitine in raw honey that caused food poisoning[J]. Food Hygiene and Safety Science, 2009, 35(1): 46-50.
- [15] GUNDUZ A, DURMUS I, TUREDI S, et al. Mad honey poisoning-related asystole[J]. Emergency Medicine Journal, 2007, 24(8): 592-593.
- [16] 刘志涛,张强,李娟娟,等. 2010~2019年云南省野生蜂蜜中毒事件分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(23): 9063-9067. [LIU Z T, ZHANG Q, LI J J, et al. Analysis on wild honey poisoning events from 2010 to 2019 in Yunnan province[J]. Journal of Food Safety & Quality, 2020, 11(23): 9063-9067.]
- [17] 郑亚杰,刘秀斌,林莉,等. 蜂蜜中植物源性毒性成分的研究进展[J]. 食品科学, 2019, 40(3): 307-316. [ZHENG Y J, LIU X B, LIN L, et al. Plant-derived toxins in honey: A review[J]. Food Science, 2019, 40(3): 307-316.]
- [18] YAN S, WANG K, AL N Y, et al. Natural plant toxins in honey: An ignored threat to human health[J]. Journal of Hazardous Materials, 2022, 424(Pt D): 127682.
- [19] 赵丹群. 基于CiteSpace的科学知识图谱绘制若干问题探讨[J]. 情报理论与实践, 2012, 35(10): 56-58. [ZHAO D Q. Probe into several problems relating to mapping knowledge domains based on CiteSpace[J]. Information Studies: Theory & Application, 2012, 35(10): 56-58.]
- [20] 刘则渊,王贤文,陈超美. 科学知识图谱方法及其在科技情报中的应用[J]. 数字图书馆论坛, 2009(10): 14-34. [LIU Z Y, WANG X W, CHEN C M. Scientific knowledge mapping and its application in scientific and technological information field[J]. Digital Library Forum, 2009(10): 14-34.]
- [21] 卜寒梅,苏瑾,杨光,等. 基于CiteSpace近10年神经根型颈椎病研究进展知识图谱可视化分析[J]. 实用中西医结合临床, 2021, 21(2): 1-5. [BU H M, SU J, YANG G, et al. The visualization analysis of knowledge map of research progress of cervical spondylotic radiculopathy based on CiteSpace in recent 10 years[J]. Practical Clinical Journal of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, 2021, 21(2): 1-5.]
- [22] 刘莎莎. 基于Citespace的肝郁脾虚证的知识图谱分析[D]. 唐山: 华北理工大学, 2019. [LIU S S. Knowledge graph analysis of liver stagnation and spleen deficiency syndrome based on CiteSpace[D]. Tangshan: North China University of Science and Technology, 2019.]
- [23] 赵盈坤,刘兰英,赵宗江,等. 基于CiteSpace的中医药治疗肾纤维化作用机制的可视化分析[J]. 中国医药导报, 2023, 20(19): 139-142. [ZHAO Y K, LIU L Y, ZHAO Z J, et al. Visual analysis of the mechanism of traditional Chinese medicine for renal fibrosis based on CiteSpace[J]. China Medical Herald, 2023, 20(19): 139-142.]
- [24] 华佳,周传生. 基于Cite Space的我国教育评价研究现状及热点分析[J]. 西部学刊, 2021(24): 117-122. [HUA J, ZHOU C S. Analysis of the current situation and hot spots of China's education evaluation research based on Cite Space[J]. Journal of Western, 2021(24): 117-122.]
- [25] 张亮,胡凤. 中国高等职业教育专业群研究热点与趋势——基于Cite Space计量可视化分析[J]. 职业教育(下旬刊), 2023, 22(4): 55-62. [ZHANG L, HU F. Hot spots and trends of research on professional clusters in China's higher vocational education—an analysis based on Cite Space econometric visualization[J]. Vocational Education, 2023, 22(4): 55-62.]
- [26] 侯冠宇,胡宁宁. 农业经济研究进展、热点探析与趋势展望——基于Cite Space文献计量分析[J]. 技术经济与管理研究, 2023(2): 98-103. [HOU G Y, HU N N. Progress, hot spots and trends of agricultural economic research—based on Cite Space bibliometric analysis[J]. Journal of Technical Economics & Management, 2023(2): 98-103.]
- [27] 杨丽花,王红宝,白翠玲,等. 乡村振兴背景下乡村旅游与城镇化研究进展——基于Cite Space可视化分析[J]. 经济论坛, 2022(10): 75-83. [YANG L H, WANG H B, BAI C L, et al. The progress in the research on rural tourism and urbanization under the background of rural revitalization—A visualized analysis based on Cite Space[J]. Economic Forum, 2022(10): 75-83.]
- [28] 廖秉宜,姚金铭. 中国智能营销传播研究的热点、演进与展望——基于CiteSpace的可视化分析[J]. 广告大观(理论版),

- 2020(6): 75–84. [LIAO B Y, YAO J M. The hot spots, evolution and prospects of China smart marketing communication research—visual analysis based on CiteSpace[J]. Advertising Panorama, 2020(6): 75–84.]
- [29] 赵思超. 纪录片国际传播的学术地图(2007—2021年)—基于 Cite Space 可视化知识图谱的分析[J]. 国际传播, 2022(4): 32–42. [ZHAO S C. Academic mapping of the international communication of documentaries(2007–2021)—based on Cite Space's visualized knowledge map[J]. Global Communication, 2022(4): 32–42.]
- [30] 许智勇, 董志强. 近 40 年世界肺癌研究文献计量分析[J]. 科技导报, 2019, 37(22): 113–125. [XU Z Y, DONG Z Q. Research trend of worldwide lung cancer during recent 40 years based on bibliometric analysis[J]. Science & Technology Review, 2019, 37(22): 113–125.]
- [31] 刘娟, 龚桂姿, 贾慧, 等. 基于 CiteSpace 对我国体外膜肺氧合护理研究领域的文献计量学分析[J]. 循证护理, 2023, 9(11): 2058–2063. [LIU J, GONG G Z, JIA H, et al. Bibliometric analysis of extracorporeal membrane oxygenation nursing studies based on CiteSpace[J]. Chinese Evidence-Based Nursing, 2023, 9(11): 2058–2063.]
- [32] 侯博, 刘强, 王志威. 我国食品安全风险治理研究的时空分布与热点研判[J]. 食品科学, 2022, 43(13): 237–245. [HOU B, LIU Q, WANG Z W. A review of studies on food safety risk governance in China: Analysis of temporal and spatial distribution and hot topics[J]. Food Science, 2022, 43(13): 237–245.]
- [33] 陈顺安, 黄新球, 张强, 等. 云南有毒蜜粉源区蜂蜜中的主要有毒生物碱分析[J]. 中国食品学报, 2018, 18(6): 330–337. [CHEN S A, HUANG X Q, ZHANG Q, et al. The analysis of main toxic alkaloid in honey from distribution areas of toxic nectariferous plant in Yunnan[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2018, 18(6): 330–337.]
- [34] 张强, 陈顺安, 刘志涛, 等. 2005–2013 年云南省蜂蜜中毒事件时空聚集性分析[J]. 实用预防医学, 2016, 23(11): 1296–1298. [ZHANG Q, CHEN S A, LIU Z T, et al. Spatiotemporal clustering analysis of honey-induced poisonings in Yunnan Province, 2005–2013[J]. Practical Preventive Medicine, 2016, 23(11): 1296–1298.]
- [35] 郑亚杰, 刘秀斌, 彭晓英, 等. 我国有毒蜜源植物及毒性[J]. 蜜蜂杂志, 2019, 39(2): 1–8. [ZHENG Y J, LIU X B, PENG X Y, et al. Toxic nectar plants and toxicity[J]. Journal of Bee, 2019, 39(2): 1–8.]
- [36] 肖畅, 彭婷, 刘继红. 基于 WOS 和 CiteSpace 分析我国近 10 年柑橘研究热点与前沿[J]. 果树学报, 2020, 37(10): 1573–1583. [XIAO C, PENG T, LIU J H. Analysis on hotspots and frontiers of Chinese citrus research on WOS and CiteSpace in the past decade[J]. Journal of Fruit Science, 2020, 37(10): 1573–1583.]
- [37] AYGUN A, VURAN H S, AKSUT N, et al. Mad honey poisoning-related hypothermia: A case series[J]. The Journal of Emergency Medicine, 2016, 50(1): 51–54.
- [38] KOWALCZYK E, KWIAŁTEK K. Pyrrolizidine alkaloids in honey: Determination with liquid chromatography-mass spectrometry method[J]. Journal of Veterinary Research, 2018, 62(2): 173–181.
- [39] GREND A T, GRABCAZAK M, SIERADZKI Z, et al. Clostridium botulinum spores in Polish honey samples[J]. Journal of Veterinary Science, 2018, 19(5): 635–642.
- [40] 林燕, 贾豫晨, 彭霞. 云南省食用蜂蛹中毒与食用蜂蜜中毒的相关性研究[J]. 实用预防医学, 2022, 29(9): 1025–1027. [LIN Y, JIA Y C, PENG X. Correlation of poisonings due to bee pupa consumption with poisonings owing to honey consumption in Yunnan Province[J]. Practical Preventive Medicine, 2022, 29(9): 1025–1027.]
- [41] 陈顺安, 张强, 刘志涛, 等. 澜沧江流域北部中华蜜蜂有毒蜂蜜孢粉学和营养生态位分析[J]. 生态学报, 2015, 35(20): 6734–6741. [CHEN S A, ZHANG Q, LIU Z T, et al. Melissopalynology of natural toxic honey and trophic niche analysis of *Apis cerana cerana* in the Lancang River valley[J]. Acta Ecologica Sinica, 2015, 35(20): 6734–6741.]
- [42] 刘炳仓. 毛茛科部分有毒蜜粉源植物及其花粉形态[J]. 养蜂科技, 1996(3): 5–7. [LIU B L. Some poisonous nectar plants of the Ranunculaceae family and their pollen morphology[J]. Apicultural Science and Technology, 1996(3): 5–7.]
- [43] 刘炳仓. 有毒花粉与防止蜂蜜食品中毒[J]. 蜜蜂杂志, 1994(7): 33. [LIU B L. Toxic pollen and prevention of honey food poisoning[J]. Journal of Bee, 1994(7): 33.]
- [44] 姚丹, 张锦华, 袁扬, 等. 有毒蜜源植物博落回花粉颗粒电镜扫描观察[J]. 中国蜂业, 2021, 72(12): 61–62. [YAO D, ZHANG J H, YUAN Y, et al. Scanning electron microscopic observation on pollen grains of *Macleaya cordata*[J]. Apiculture of China, 2021, 72(12): 61–62.]
- [45] YAYLAC S, AYYILDIZ O, AYDIN E, et al. Is there a difference in mad honey poisoning between geriatric and non-geriatric patient groups? [J]. European Review for Medical & Pharmacological Sciences, 2015, 19(23): 4647.
- [46] AYGUN A, GUNDUZ A, TUREDI S, et al. Examination using LC-MS/MS determination of grayanotoxin levels in blood, urine and honey consumed by patients presenting to the emergency department with mad honey intoxication and relations with clinical data: A preliminary study[J]. Annals of Saudi Medicine, 2015, 35(2): 161–164.
- [47] TURKMEN S, KARAGOZ U, GUNDUZ A, et al. The dose-dependent effect of grayanotoxin on the cardiovascular system[J]. Turkish Journal of Medical Sciences, 2013, 43(5): 700–705.
- [48] DOGANYIGIT Z, KAYMAK E, SILICI S. The cardiotoxic effects of acute and chronic grayanotoxin-III in rats[J]. Human & Experimental Toxicology, 2020, 39(3): 374–383.
- [49] SILICI S, DOGAN Z, SAHIN H, et al. Acute effects of grayanotoxin in rhododendron honey on kidney functions in rats[J]. Environmental Science and Pollution Research International, 2016, 23(4): 3300–3309.
- [50] SIBEL S, ENIS Y M, HUSEYIN S, et al. Analysis of grayanotoxin in Rhododendron honey and effect on antioxidant parameters in rats[J]. Journal of Ethnopharmacology, 2014, 156: 155–161.
- [51] GUNDUZ A, SIMSEK P, AYAZ F A. Worldwide distribution and clinical characteristics of mad honey poisoning cases[J]. Central European Journal of Public Health, 2023, 31(1): 69–73.
- [52] 荆战星. 重庆秀山蜂蜜中毒事件[J]. 中国蜂业, 2011, 62(11): 43. [JIN Z X. Honey poisoning in Xiushan, Chongqing[J]. Apiculture of China, 2011, 62(11): 43.]
- [53] 梅良英, 宋晓佳, 吴杨, 等. 湖北某地一起食用生鲜蜂蜜中毒致死事件的原因调查[J]. 公共卫生与预防医学, 2017, 28(3): 113–116. [MEI L Y, SONG X J, WU Y, et al. Investigation on the causes of a fatal case of poisoning by consuming raw honey in a place in Hubei Province[J]. Journal of Public Health and Preventive Medicine, 2017, 28(3): 113–116.]
- [54] 薛超雄. 钩吻蜂蜜引起中毒[J]. 中国蜂业, 2008(2): 30. [XUE C X. Honey containing Gelsemium elegans Benth causes poisoning[J]. Apiculture of China, 2008(2): 30.]

- [55] New Zealand Food Authority. Compliance guide to the food (tutin in honey) standard[S]. Wellington: New Zealand Food Authority, 2010.
- [56] 王涛,刘以珍,孔召玉,等. 稀土矿山生态修复研究现状与热点——基于 CiteSpace 的可视化分析[J]. 稀土, 2021, 42(6): 134–145. [WANG T, LIU Y Z, KONG Z Y, et al. Research status and hotspots of ecological restoration of rare earth mines—Visualization analysis based on citespace[J]. Chinese Rare Earths, 2021, 42(6): 134–145.]
- [57] AZAM A, AHMED A, WANG H, et al. 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(18): 126496.
- [58] 罗达龙,王华,陈超杰,等. 液质联用测定蜂蜜中钩吻碱和钩吻碱子[J]. 食品工业, 2020, 41(9): 297–300. [LUO D L, WANG H, CHEN C J, et al. Determination of gelsemine and koumine in honey by liquid chromatography-tandem mass spectrometry[J]. The Food Industry, 2020, 41(9): 297–300.]
- [59] 甘源,贺丽迎,赵舰,等. 超高效液相色谱高分辨质谱法同时测定蜂蜜中的 5 种雷公藤类物质[J]. 中国卫生检验杂志, 2021, 31(6): 650–653. [GAN Y, HE L Y, ZHAO J, et al. Simultaneous determination of 5 kinds of tripterygium substances in honey by liquid chromatography high resolution mass spectrometry[J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2021, 31(6): 650–653.]
- [60] 张帅,孟娟,张晶,等. 超高效液相色谱-串联质谱法同时测定蜂蜜中的多类植物毒素[J]. 农产品质量与安全, 2021(6): 25–30. [ZHANG S, MENG J, ZHANG J, et al. Simultaneous analysis of multiple phytotoxins in honey using UPLC-MS/MS[J]. Quality and Safety of Agro-Products, 2021(6): 25–30.]
- [61] 胥珂,李耀磊,王莹,等. QuEChERS-UPLC-MS/MS 法快速测定蜂蜜中 28 个吡咯里西啶生物碱的含量及风险评估[J]. 药物分析杂志, 2021, 41(12): 2087–2094. [ZAN K, LI Y L, WANG Y, et al. Risk assessment and fast determination of 28 pyrrolizidine alkaloids in honey by QuEChERS method and UPLC-MS/MS[J]. Chinese Journal of Pharmaceutical Analysis, 2021, 41(12): 2087–2094.]
- [62] RIZZO S, RUSSO M, LABRA M, et al. Determination of chloramphenicol in honey using salting-out assisted liquid-liquid extraction coupled with liquid chromatography-tandem mass spectrometry and validation according to 2002/657 European Commission decision[J]. [Molecules](#), 2020, 25(15): 3481.
- [63] SIXTO A, NIELL S, HEINZEN H. Straightforward determination of pyrrolizidine alkaloids in honey through simplified methanol extraction (QuPPE) and LC-MS/MS modes[J]. [ACS Omega](#), 2019, 4(27): 22632–22637.
- [64] BLAGA G V, CHITESCU C L, LISA E L, et al. Antifungal residues analysis in various Romanian honey samples analysis by high resolution mass spectrometry[J]. [Journal of Environmental Science and Health, Part B](#), 2020, 55(5): 484–494.
- [65] 邹超兰. 湖北省鹤峰县有毒蜂蜜的蜜源示踪研究[D]. 长沙: 湖南中医药大学, 2018. [ZOU C L, The study of nectar source tracing in Hubei Hefeng[D]. Changsha: Hunan University of Chinese Medicine, 2018.]
- [66] KOCA I, KOCA A F. Poisoning by mad honey: A brief review[J]. [Food and Chemical Toxicology](#), 2007, 45(8): 1315–1318.
- [67] WU H, LUO H, HUANG F, et al. The study of the constituents and source of toxicants in poisonous honey[J]. [Analytical Biochemistry](#), 2019, 569: 10–15.