

## 基于文献计量的蔓越莓食品研究现状和热点分析

赵晨雨, 朱丹, 朱立斌, 杨天佑, 牛广财, 魏文毅, 张琦璠

### Research Status and Hotspots Analysis of Cranberry Food Based on Bibliometric

ZHAO Chenyu, ZHU Dan, ZHU Libin, YANG Tianyou, NIU Guangcai, WEI Wenyi, and ZHANG Yufan

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2023110239>

## 您可能感兴趣的其他文章

### Articles you may be interested in

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>

基于文献计量的肉制品微生物研究现状和热点分析

Research Status and Hotspot Analysis of Microorganism on Meat Products Based on Bibliometrics

食品工业科技. 2023, 44(21): 71-82 <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2022120244>

基于文献计量的食品天然多酚研究进展分析

Bibliometric Analysis on Research Status of Food Sourced Natural Polyphenols

食品工业科技. 2023, 44(3): 325-335 <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2022040303>

基于文献计量学可视化分析食品安全追溯系统的研究进展

Visualization Analysis of Food Safety Traceability System: Based on Bibliometrics

食品工业科技. 2024, 45(9): 367-377 <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2023060032>

基于CiteSpace知识图谱及专利计量对铁皮石斛相关研究的可视化分析

Visual Analysis of *Dendrobium candidum* Related Research Based on CiteSpace Knowledge Map and Patent Bibliometrics

食品工业科技. 2023, 44(20): 322-330 <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2022120168>

基于文献计量分析药食同源物质缓解酒精性肝损伤研究进展

Research Progress on the Alleviation of Alcoholic Liver Injury Based on Bibliometric Analysis of Medicinal and Food Homologous Substances

食品工业科技. 2024, 45(2): 1-11 <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2023060041>



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

赵晨雨, 朱丹, 朱立斌, 等. 基于文献计量的蔓越莓食品研究现状和热点分析 [J]. 食品工业科技, 2024, 45(19): 94-103. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2023110239

ZHAO Chenyu, ZHU Dan, ZHU Libin, et al. Research Status and Hotspots Analysis of Cranberry Food Based on Bibliometric[J]. Science and Technology of Food Industry, 2024, 45(19): 94-103. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2023110239

· 研究与探讨 ·

# 基于文献计量的蔓越莓食品研究现状和 热点分析

赵晨雨<sup>1,2</sup>, 朱丹<sup>3,\*</sup>, 朱立斌<sup>1,2</sup>, 杨天佑<sup>1,2</sup>, 牛广财<sup>1,2,\*</sup>, 魏文毅<sup>1,2</sup>, 张琦璠<sup>1,2</sup>

(1.黑龙江八一农垦大学食品学院, 黑龙江大庆 163319;

2.黑龙江省农产品加工工程技术研究中心, 黑龙江大庆 163319;

3.黑龙江八一农垦大学生命科学技术学院, 黑龙江大庆 163319)

**摘要:** 本文基于文献计量学方法, 检索了 2013~2023 年 CNKI 总库中收录的蔓越莓食品领域相关研究文献, 并进行下一步分析。通过筛选得到中英文文献共计 444 篇, 使用 CiteSpace 软件从年度发文量、发文期刊、国家、作者及其机构以及关键词共现、聚类、突现词等角度分析该领域的研究现状和热点。结果显示: 2013~2023 年发文量总体呈稳定趋势, 平均年度发文量约为 40 篇。发文量最高的期刊是 *Food Chemistry* (25 篇), 约占文献总数的 6%, 其次是 *Food & Function* (22 篇) 和 *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (20 篇)。美国、波兰、加拿大的发文量在发文国家中排行前 3。发文最多的作者是来自美国 Ocean Spray 公司的研究人员 Christina Khoo (17 篇)。从 CNKI 数据库中关键词分析可以看出, 出现频率最高的关键词分别是蔓越莓、原花青素、蔓越莓果汁、生物活性成分、尿路感染、抗氧化性能、肠道微生物群和加工工艺、保健功能等, 蔓越莓食品领域文献研究热点多集中在蔓越莓成分及功能研究和探讨蔓越莓果汁等新型加工制品在食品行业中的应用等方面。本文对 CNKI 数据库中中文文献进行了综合分析, 可为我国蔓越莓食品行业科研人员从事相关研究指明方向, 对预测行业未来发展提供数据参考和帮助。

**关键词:** 蔓越莓, 食品, 文献计量分析, 研究热点, CiteSpace

中图分类号: TS255.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2024)19-0094-10

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2023110239



本文网刊:

## Research Status and Hotspots Analysis of Cranberry Food Based on Bibliometric

ZHAO Chenyu<sup>1,2</sup>, ZHU Dan<sup>3,\*</sup>, ZHU Libin<sup>1,2</sup>, YANG Tianyou<sup>1,2</sup>, NIU Guangcai<sup>1,2,\*</sup>,

WEI Wenyi<sup>1,2</sup>, ZHANG Yufan<sup>1,2</sup>

(1. Food College, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, China;

2. Agri-food Processing and Engineering Technology Research Center of Heilongjiang Province, Daqing 163319, China;

3. College of Life Science and Biotechnology, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, China)

**Abstract:** Based on the bibliometric method, relevant research literature in the field of cranberry food included in the CNKI database from 2013 to 2023 was searched and further analyzed. A total of 444 Chinese and English literatures were obtained through screening, and CiteSpace software was used to analyze the current research status and hotspots in this field

收稿日期: 2023-11-22

**基金项目:** 教育部、农业农村部、中国科协三部门办公厅支持建设黑龙江抚远蔓越莓科技小院项目 (教研厅函〔2022〕7号); 黑龙江八一农垦大学研究生创新科研项目 (YJSCX2023-ZX17); 黑龙江省农产品加工协同创新推广体系资助项目 (20231212); 黑龙江八一农垦大学教育教学重点项目 (YJG202202); 黑龙江八一农垦大学“三横三纵”平台支持计划项目 (PTJH202103)。

**作者简介:** 赵晨雨 (2001-) 女, 硕士研究生, 研究方向: 食品科学与工程, E-mail: 1552187910@qq.com。

\* **通信作者:** 朱丹 (1972-) 女, 硕士, 副教授, 研究方向: 植物资源开发利用, E-mail: 623016878@qq.com。

牛广财 (1971-) 男, 博士, 教授, 研究方向: 农产品贮藏与加工, E-mail: gcnui@126.com。

from the perspectives of annual publication volume, issuing journals, countries, authors and their institutions, as well as co-occurrences, clustering, and emergent words of keywords. The results showed that the overall trend of the number of publications from 2013 to 2023 was stable, with an average of about 40 publications per year. The journal with the highest number of publications was *Food Chemistry* (25), which accounted for 6% of the total literature, followed by *Food & Function* (22) and *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (20). The top 3 countries in terms of the number of articles published were the United States, Poland, and Canada. The author with the most postings was Christina Khoo (17), a researcher from Ocean Spray, USA. The keyword analysis in the CNKI database showed that the keywords with the highest frequency were cranberry, proanthocyanidins, cranberry juice, bioactive components, urinary tract infection, antioxidant properties, intestinal microbiota and processing, health functions, and so on. The hotspots of the literature research in the field of cranberry food were mostly focused on the study of cranberry composition and function, and the exploration of the application of new processed products such as cranberry juice in the food industry. By comprehensively analyzing the literature in the CNKI database, this article can point out the direction for researchers in China cranberry food industry to engage in related research, and provide data references and help in predicting the future development trend of the industry.

**Key words:** cranberry; food; bibliometric analysis; research hotspots; CiteSpace

蔓越莓(*Vaccinium macrocarpon*, cranberry)又名蔓越橘、酸果蔓、小红莓,是起源于北美洲的杜鹃花科(Ericaceae)越橘属(*Vaccinium*)草本植物。蔓越莓喜欢凉爽环境,多生长在较寒冷的北半球<sup>[1]</sup>,对于土壤的要求也与其它水果差异较大,喜好酸性土壤,广泛分布于北美洲、欧洲东部、东北部、西部和中部、安纳托利亚中部和土耳其黑海<sup>[2]</sup>以及中国大、小兴安岭、长白山等地区。《中药大辞典》中记载蔓越莓的叶子可利尿解毒,常用于风湿、痛风;其果实可用来止痛和治疗痢疾<sup>[3]</sup>。根据美国药典记载,蔓越橘已被用作抗膀胱炎及尿道感染的辅助品,其食疗效果已得到广泛认可<sup>[4]</sup>。大量研究表明,蔓越莓中富含原花青素(PACs)、黄酮醇、有机酸以及酚酸等多种对人体有益的活性成分<sup>[5]</sup>,有“北美红宝石”“黄金浆果”“水果之王”的美誉<sup>[6]</sup>。基于蔓越莓重要的营养及经济价值,世界各国将其作为保健食品的原料。由于其独特的口感和天然高效的抑菌及保健功效<sup>[7]</sup>,蔓越莓及其加工制品在国内外市场上也备受关注,其鲜果、冻果、果脯、切片、果粉、果汁、压片糖果和调味酱等产品逐渐丰富。近 20 年来,国内外陆续出现有关于蔓越莓产品加工工艺、活性成分、临床应用等方面的研究报道,蔓越莓及其加工制品逐渐成为研究热点。

文献计量学是指用数学和统计学的方法,定量地分析一切知识载体的交叉科学<sup>[8]</sup>,已发展成为分析科学出版物不可或缺的工具。常用的文献计量及可视化分析工具有 VOSviewer、Bibexcel、CiteSpace、Note Express。CiteSpace 是比较常见的一种文献计量分析工具,通过将国内外文献进行可视化知识图谱分析帮助研究人员了解所在领域研究现状,在评估未来趋势、探测学科前沿、选择科研方向、开展知识管理和辅助科技决策诸方面能够更好地发挥方法论的功能<sup>[9]</sup>。本研究通过 CiteSpace 软件从蔓越莓食品研究领域文献的发文量、发文期刊、国家、作者及其机构和、关键词共现、聚类等角度分析该领域的研究现状和热点,可为我国蔓越莓食品行业科研人员从事相

关研究指明方向,对预测行业未来发展趋势提供数据参考和帮助。

## 1 材料与方法

### 1.1 文献来源

以中国知网(China National Knowledge Infrastructure, CNKI)为作为数据来源,在 CNKI 数据库中采用高级检索,主题:cranberry(精确),选中中英文扩展选项,时间范围设置为 2013-1-1 至 2023-10-30,总库中共检索到 2317 篇,通过阅读标题和摘要去除明显与食品无关、重复、报纸、会议论文等,通过全文阅读筛选出相关文献 444 篇,进行下一步分析。

### 1.2 分析方法

去除无关及重复数据后,采用 CiteSpace V6.2.R4 对数据进行分析,将筛选完成后 CNKI 总库中检索出的文献以 Refworks 格式导出,将数据文件作为 utf-8 编码的文本文件存入“输入数据文件夹”,使用 CiteSpace 软件转化成为 Wos 格式。分别选择国家、作者、关键词等进行文献计量分析,结合 CNKI 可视化、Excel 软件等对近 10 年蔓越莓食品相关文献年度发文量、发文期刊、国家、作者及其机构以及关键词进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 发文量分析

通过统计分析蔓越莓食品领域的文献发表整体情况和发文量随时间的变化,可以有效评估历史发展过程和当前研究状态,预测未来的发展趋势<sup>[10]</sup>。通过检索 CNKI 数据库近 10 年发表的蔓越莓食品相关文献,筛选得到总计 444 篇,如图 1 所示。可以看出近十年来有关蔓越莓食品的研究文献发文量基本呈现稳定趋势,2020 年发文量最多,达到 63 篇,相较 2019 年 33 篇涨幅达到 90.9%。2019 年在中美贸易战的情况下,受一些国家贸易壁垒上升、贸易和地缘政治不确定性增加等因素影响,全球发达经济体和发展中经济体的经济增速同步放缓,蔓越莓市场供应量减少,导致供不应求,价格上涨<sup>[11]</sup>,中国蔓越莓市场及

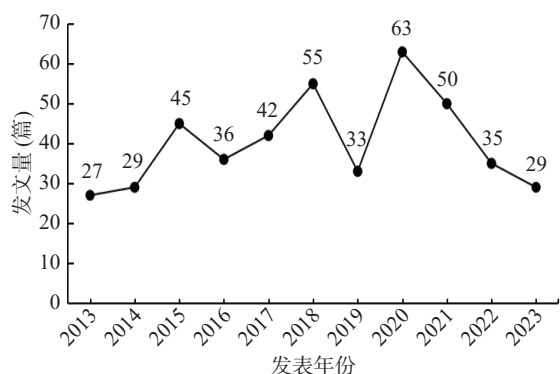


图 1 2013~2023 年有关蔓越莓食品研究文献发文章量

Fig.1 Literature issued on cranberry food research from 2013 to 2023

产业的发展也受到遏制,全球蔓越莓的研究可能因此受到一定程度上的影响。2020 年发文章量又得到大幅

增长,可能是因为 2020 年全球蔓越莓产量提升至 70.1 万吨,中国乃至亚洲最大的黑龙江省抚远市红海蔓越莓基地的种植面积也达到一定规模,消费市场需求提升,蔓越莓的食疗价值、生态价值以及经济价值受到国内外学者的重视<sup>[12-15]</sup>。分析 2020 年后知网收录蔓越莓食品领域文献逐年减少的原因,可能与国内该果实原料价格较高以及获取较难有关。总体上讲,由 2013 年开始,截止到 2023 年 10 月,年均发文章量保持在较高水平,由此看来,国内外对于蔓越莓食品的研究总体保持着比较高的热度。

### 2.2 期刊分析

不同期刊对同领域的关注点不同,对发文章期刊进行统计分析,可以帮助研究者把握该领域的热点,通过期刊的影响力判断该领域是否值得深入研

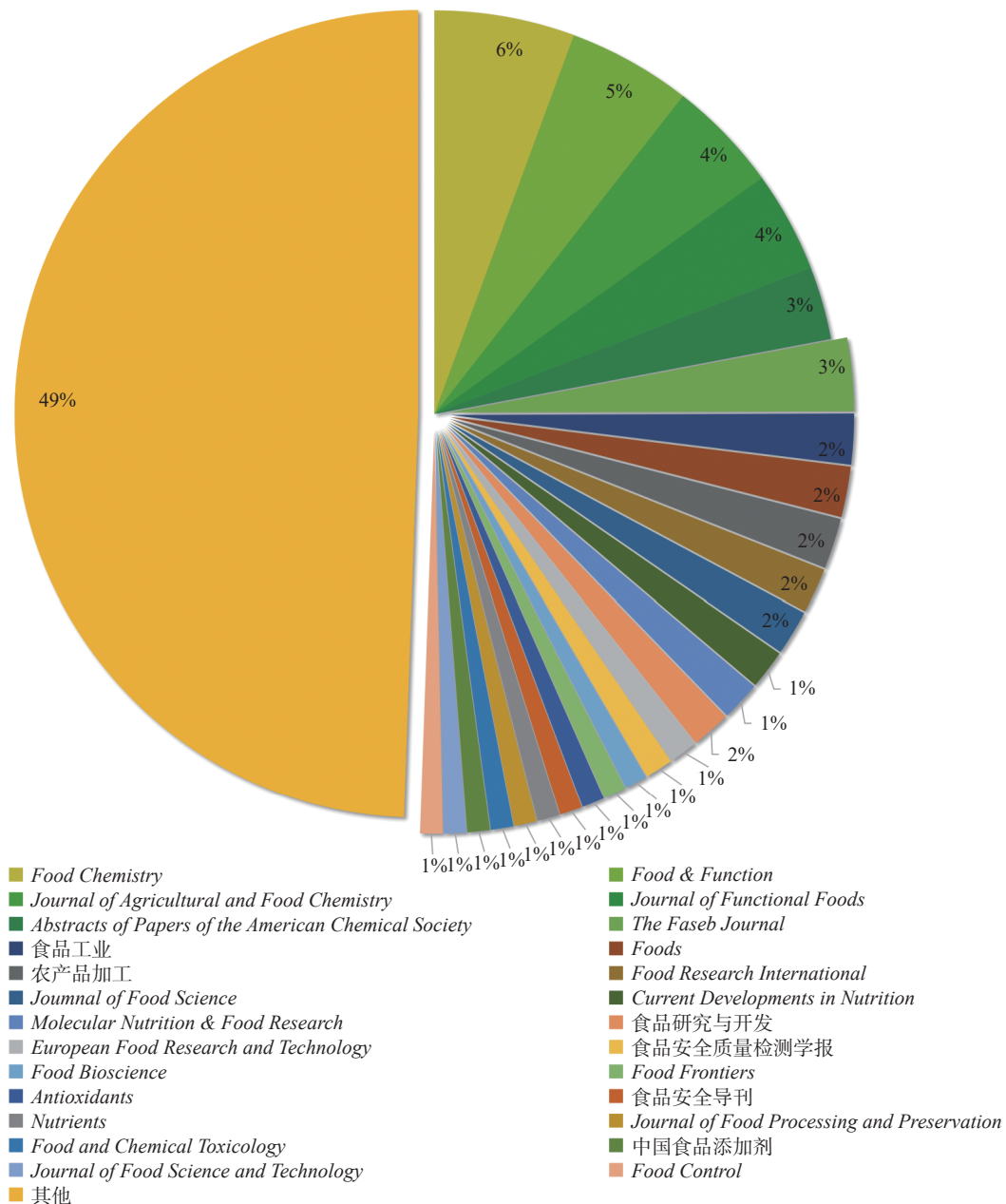


图 2 2013~2023 年有关蔓越莓食品文献期刊发文章量

Fig.2 Journal issues on cranberry food literature from 2013 to 2023

究<sup>[16]</sup>。期刊分布反映某一学科在论文表现方面的中心性,是评价学科发展水平的重要指标之一<sup>[17]</sup>。本文整理了筛选得到的 444 篇有关蔓越莓食品文献发表数排名前 10 的期刊,如图 2 所示。发文量最多的是 *Food Chemistry* 杂志(25 篇),约占文献总数的 6%,该期刊在 2023 年影响因子为 8.8,其次是 *Food & Function*(22 篇)和 *Journal of Agricultural and Food Chemistry*(20 篇),发文量排名前三的均为 JRA 分区 Q1 的 TOP 级期刊,发文量最多的中文期刊是《食品工业》(9 篇),该期刊 2022 年复合影响因子 1.392,综合影响因子 1.039,被 CA 收录,发文量排名较前的期刊均为国内外食品领域优质期刊,得到该领域大多数学者的认可,也是获得该领域热门研究材料的重要途径<sup>[18]</sup>。

### 2.3 发文国家分析

采用计量分析对发文国家进行统计分析,可以了解蔓越莓食品研究方向国家层面的合作关系,进而发现该领域内值得关注的国家<sup>[19]</sup>。本文总结了 2013~2023 年蔓越莓食品领域文献发表量较多的国家,见图 3。研究国家合作图谱可以看出,美国、加拿大、中国的研究人员与其他国家合作较多,波兰、西班牙、意大利等国家的研究人员与其他国家合作较少。将蔓越莓食品研究发文量前 10 国家的具体发文量进行整理(见表 1),可以看出,发文量位居前五的国家分别是美国、波兰、加拿大、中国、西班牙。蔓越莓喜欢凉爽环境,多生长于较寒冷的北半球,对于土壤的要求也与其它水果差异较大,喜好酸性土壤<sup>[20]</sup>,因此美国、波兰、加拿大等国家对蔓越莓的研究具有得天独厚的地理优势。近年来,中国的蔓越莓产品市场需求量增大,中国蔓越莓基地于 2010 年开始引进北美蔓越莓进行种植栽培,与此同时,针对蔓越莓保健功效的研究增多,蔓越莓食品的开发也成为

表 1 发文量前十国家

国家	发文量(篇)	占总发文量百分比(%)
美国	86	19.4
波兰	35	7.9
加拿大	30	6.8
中国	20	4.5
西班牙	14	3.2
意大利	13	2.9
巴西	8	1.8
立陶宛	8	1.8
法国	6	1.4
新西兰	5	1.1

国内的研究热点<sup>[21-27]</sup>。

### 2.4 发文作者及机构分析

作者合作网络图能够帮助学者了解学科领域领军人物,寻找相契合作,促进学术交流和学科发展<sup>[28]</sup>。本文总结了 2013~2023 年蔓越莓食品领域文献发表量较多的作者及所在机构(表 2),运用 CiteSpace 软件绘制了作者合作网络共现图(图 4),2013-2023 年 CNKI 收录食品蔓越莓研究领域 444 篇文章,共计 215 名作者,发文量最多的三位作者分别是来自美国 Ocean Spray 公司的 Christina Khoo(17 篇)、美国佛罗里达大学食品与农业科学研究所的 Liwei Gu(10 篇)和来自美国罗格斯大学马鲁奇蓝莓和蔓越莓研究中心的 Amy B Howell(7 篇)。图谱中连线代表作者的合作关系,节点越大表示该作者发文量越多,节点之间连线越粗表示作者之间联系越紧密<sup>[29]</sup>。分析图谱可知,图中 215 位作者仅有 229 条连线,说明各位作者之间合作较少,其中 Christina Khoo、Liwei Gu 和 Amy B Howell 之间形成了比较集中的合作网络,其他同机构作者之间也有

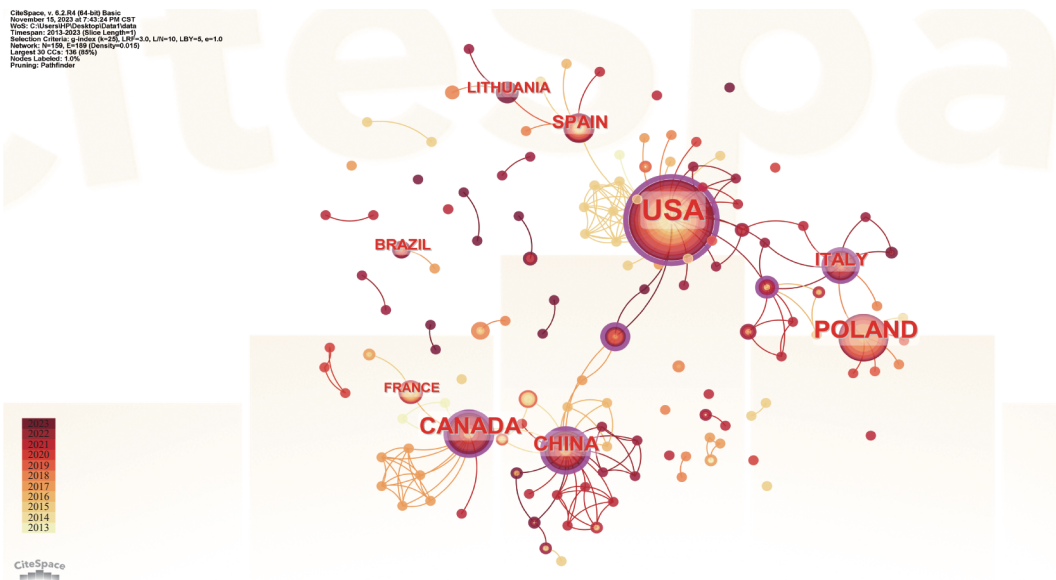


图 3 2013~2023 年有关蔓越莓食品文献国家合作图

Fig.3 Country cooperation chart on cranberry food literature from 2013 to 2023

表 2 发文量前十作者及所在机构  
Table 2 Top 10 authors and their institutions

作者	发文量(篇)	占总发文量百分比(%)	所在机构
Christina Khoo	17	3.8	美国Ocean Spray蔓越莓公司
Liwei Gu	10	2.3	美国佛罗里达大学食品与农业科学研究所
Amy B Howell	7	1.6	美国罗格斯大学马鲁奇蓝莓和蔓越莓研究中心
Haiyan Liu	7	1.6	美国Ocean Spray蔓越莓公司
Christian G Krueger	6	1.4	美国威斯康星大学麦迪逊分校动物科学系
Daniele Del Rio	5	1.1	意大利帕尔马大学食品与营养高级研究院
Pedro Mena	5	1.1	意大利帕尔马大学食品与药物系
Shaomin Zhao	5	1.1	美国佛罗里达大学食品与农业科学研究所
Hang Xiao	4	0.9	美国马萨诸塞大学阿默斯特分校食品科学系
Nowacka Malgorzata	4	0.9	波兰华沙生命科学大学食品工程与工艺管理系

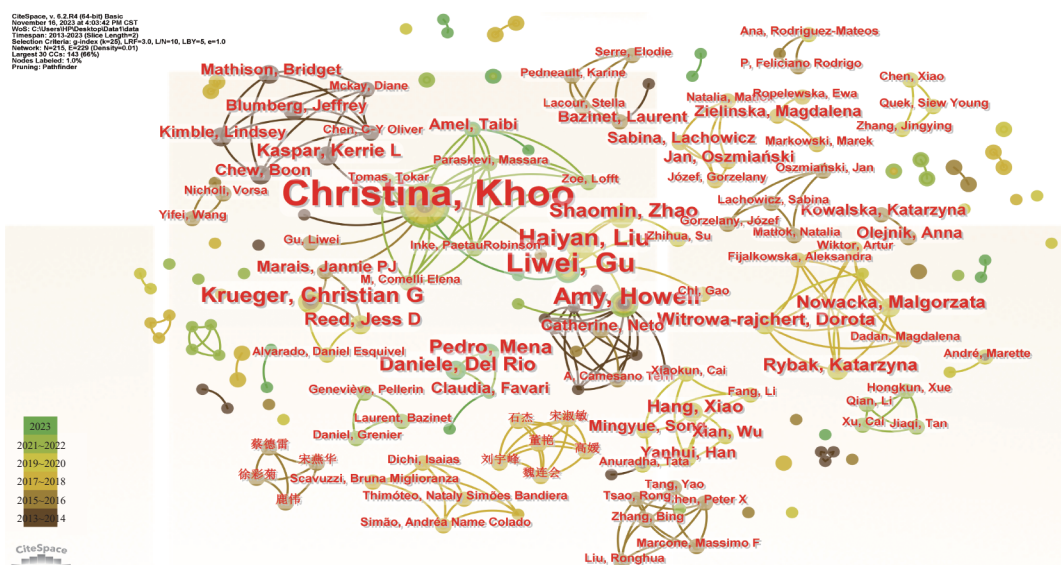


图 4 2013~2023 年蔓越莓食品文献作者合作网络共线图

Fig.4 Co-occurrence of author collaboration networks in the cranberry food literature from 2013 to 2023

一定合作,但跨机构合作不多,国内外作者联系也不紧密。在该领域的研究中,以 Christina Khoo、Amy B Howell 为主的研究团体比较突出,说明在该领域中,这些作者具有一定的权威,是该领域的具有影响力的专家学者。中国蔓越莓食品产业发展刚刚起步,自 2015 年起才开始对蔓越莓进行大规模种植,因此,国内学者对蔓越莓食品的研究关注度不高,中国作者的发文量较少。随着政府的政策支持、蔓越莓种植产业的成型以及消费者需求的升高<sup>[30]</sup>,相信国内蔓越莓食品研究领域未来也会有更多杰出的学者出现。

### 2.5 关键词分析

研究热点是在某领域中被研究学者关注的焦点,也是该领域在某一阶段所主要探讨的问题以及文献计量研究的重要指标<sup>[31]</sup>。关键词是一篇文章核心内容的提炼和概括,体现了文章所表达的主要内容,分析关键词时区图<sup>[32]</sup>,可以使研究人员了解蔓越莓食品研究领域的每年的研究主题和知识结构,高频出现的关键词通常用于定义研究热点。

#### 2.5.1 关键词共现分析 本文使用 CiteSpace 软件

分析有关蔓越莓食品研究领域的关键词出现频次,不同颜色连线代表不同研究年限,分析结果如图 5 所示。软件分析了 2013~2023 年文献中出现频率不少于 3 次的关键词,共出现了 258 个关键词节点和 267 条连线,其中出现频率最高的关键词是分别是蔓越莓、原花青素、蔓越莓果汁、生物活性成分、尿路感染、抗氧化性能、肠道微生物群和加工工艺、保健功能等,由此可见,蔓越莓食品领域文献研究热点多集中在蔓越莓成分及功能研究和探讨蔓越莓果汁等新型加工制品在食品行业中的应用等方面。CNKI 数据库中有关蔓越莓食品的中文文献收录较少,国内研究人员可以提高对此方面的关注度。

2.5.2 关键词聚类分析 聚类分析指以分析对象的相似性为基础,将物理或抽象对象的集合分组为由类似的对象组成的多个类的分析过程<sup>[33]</sup>。CiteSpace 将图谱网络结构与聚类分析计算出模块值 Modularity Q 值和平均廓值 Silhouette S 值作为两个指标来评判分析的合理性。其中模块值 Q 值介于 0.3~0.8 为符合要求的图谱,大于 0.8 则合理性强;当平均廓值 S 值高于 0.7 的时候,聚类结果具有高信度, S 值大

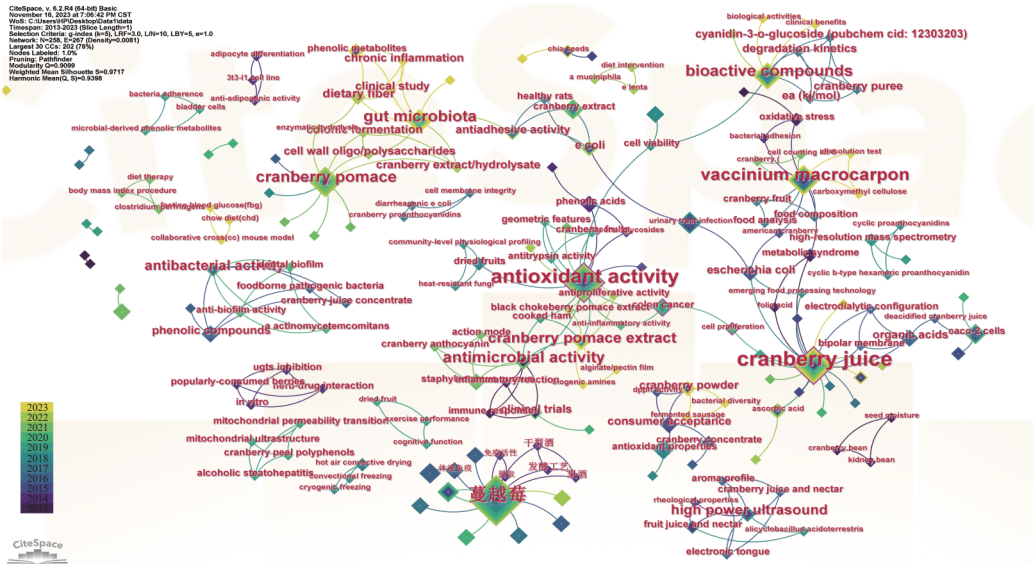


图 5 2013~2023 年蔓越莓食品文献关键词共现图

Fig.5 Keywords co-occurrence chart of cranberry food literature from 2013 to 2023

于 0.5 说明聚类是合理的<sup>[34]</sup>。本次聚类 Q 值=0.9099, 说明聚类合理性很强, S 值=0.9717, 说明聚类结果具有高信度。

关键词聚类图中显示了 11 个聚类标签(见图 6) 分别是: #0 cranberry juice、#1 grape seeds extract、#2 helicobacter pylori、#3 蔓越莓、#4 physico-chemical characteristics、#5 clinical benefits、#6 cranberry concentrate、#7 antibacterial activity、#8 ready to eat foods、#9 原花青素、#10 chitosan。参考对聚类图的分析方法,对聚类标签进行分析,可看出 CNKI 数据库中对蔓越莓食品的研究大致分为两个方向: a.蔓越莓生物活性物质提取及保健功效研究<sup>[35-37]</sup>(#1 grape seeds extract、#2 helicobacter pylori、#4 physico-chemical characteristics、#5 clinical

benefits、#7 antibacterial activity、#9 原花青素、#10 chitosan); b.蔓越莓食品的应用<sup>[38-41]</sup>(#0 cranberry juice、#3 蔓越莓、#6 cranberry concentrate、#8 ready to eat foods)。

2.5.3 关键词时间线分析 结合关键词时间线视图可以进一步分析蔓越莓食品领域知识关联情况以及研究热点变化。如图 7 所示,每个聚类的持续时间各有差异,除去主题词所展示的通用聚类#3 蔓越莓,选取代表性聚类进行分析。

聚类#0 主题为 cranberry juice,主要研究蔓越莓汁的加工工艺以及饮用蔓越莓汁对各类疾病患者的治疗作用。Liu 等<sup>[42]</sup>采用基于 UHPLC-Q-orbitrap-HRMS 的代谢组学方法检测年轻女性食用蔓越莓汁后尿液代谢产物的变化,初步鉴定出的外源代谢物包

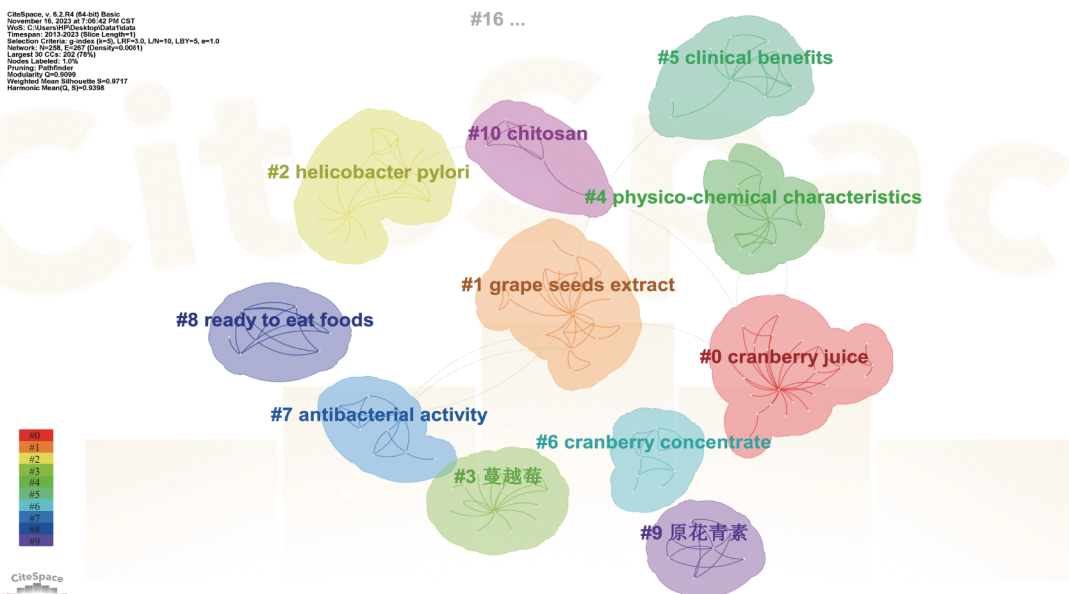


图 6 2013~2023 年蔓越莓食品文献关键词聚类图

Fig.6 Keywords cluster chart of cranberry food literature from 2013 to 2023

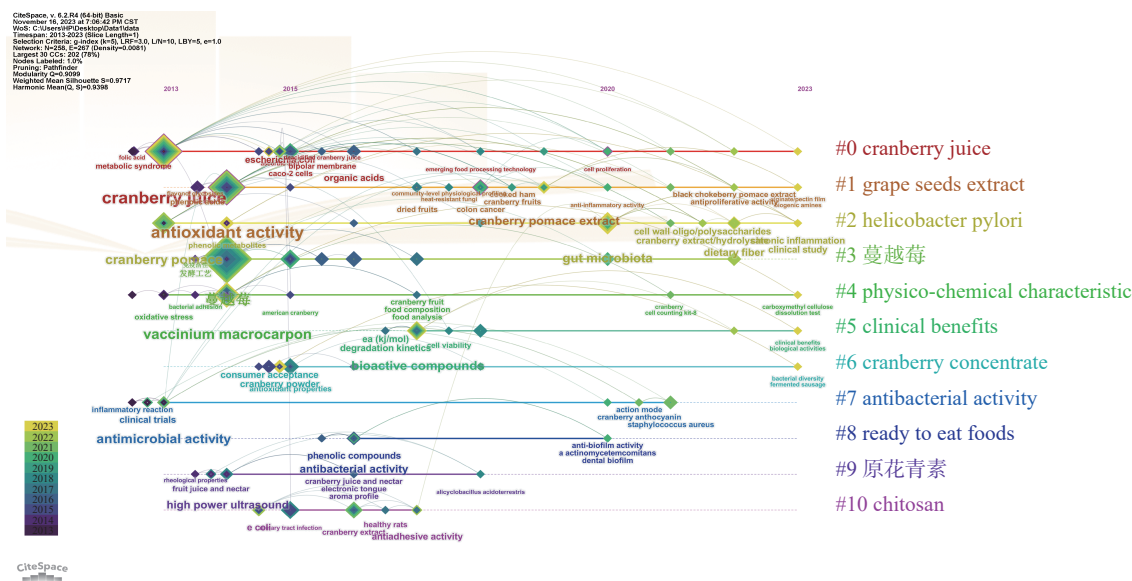


图 7 2013~2023 年蔓越莓食品文献关键词时间线图

Fig.7 Keywords timeline chart of cranberry food literature from 2013 to 2023

注: 图中聚类由 0 至 10 表示聚类所包含关键词由多至少, 横线颜色对应聚类颜色, 表示持续时间的长短; 弧形连线颜色对应图中左下角时间图例, 由深至浅表示研究热度随时间的变化。

括奎尼酸、香豆酸、4-羟基-5-(羟基苯基)-缬氨酸-O-硫酸酯、5-(二羟基苯基)- $\gamma$ -戊内酯硫酸盐、二酚葡萄糖醛酸、3,4-二羟基苯基丙酸、3-(羟基苯基)丙酸、4-O-甲基没食子酸、三羟基苯甲酸和 1,3,5-三甲氧基苯等, 实验验证这些代谢产物可能作为蔓越莓汁消耗的尿液生物标志物, 有助于蔓越莓抗尿路感染的生物活性。Novotny 等<sup>[43]</sup> 研究采用双盲、安慰剂对照、平行臂研究法确定低热量蔓越莓汁(LCCJ)降低心脏代谢风险的潜力, 结果表明 LCCJ 可以改善成人患心血管疾病的风险因素, 包括甘油三酯循环、c-反应蛋白和葡萄糖、胰岛素抵抗和舒张压, 有预防心血管疾病的作用。

聚类#1 主题为 grape seeds extract, 与聚类#9 原花青素类似, 主要研究内容为蔓越莓中富含的原花青素的提取、类型鉴定及保健功能研究。Song 等<sup>[44]</sup> 采用两步色谱法从蔓越莓中分离出原花青素聚合物, 并将其转化为吸收率高于聚合物的单体、二聚体、三聚体和四聚体, 这项研究可能对于提高蔓越莓提取物中原花青素的生物利用率和生物活性具有一定帮助。Klavins 等<sup>[45]</sup> 对蔓越莓压榨机残渣中的原花青素进行了提取, 并纯化分离, 对获得的原花青素组分进行了抗氧化潜能的研究, 并使用 LC-ESI-FTICR-HRMS 测定了单个原花青素, 鉴定的原花青素属于 A 型原花青素。

聚类#2 主题为 helicobacter pylori, 与聚类#7 antibacterial activity 类似, 主要研究蔓越莓中的抑菌成分分析以及对大肠杆菌、幽门螺旋杆菌等各类致病菌的抑制机理。Caillet 等<sup>[46]</sup> 研究了从两种蔓越莓果汁、冷冻蔓越莓和果渣中分离出的三种提取物(花青素、水溶性和极性酚类化合物)中提取的 30 种不

同极性的 HPLC 产物对大肠杆菌 O157:H7 EDL 933、大肠杆菌 ATCC 25922、单增李斯特菌 HPB 2812 等七种细菌菌株的抗菌效果, 结果表明蔓越莓中富含极性酚类化合物的四种馏分对所有细菌都非常有效。革兰氏阳性菌、革兰氏阴性菌和所有病原体对蔓越莓酚类都很敏感。张波等<sup>[47]</sup> 的实验采用牛津杯法对蔓越莓及制品进行体外抑菌实验和最小抑菌浓度检测, 实验结果表明, 蔓越莓提取物及蔓越莓制品对不同试验菌有不同程度的抑制作用, 蔓越莓提取物的抑菌能力最强, 对生孢梭菌、枯草芽孢杆菌抑菌作用更为突出。

聚类#8 主题为 ready to eat foods, 研究内容为蔓越莓即食食品的工艺开发与应用。Varnaité 等<sup>[48]</sup> 在酸奶发酵前后添加不同量(2%~4.5%)的富含膳食纤维的蔓越莓果渣(CP), 在不改变产品质构特性的前提下提高膳食纤维含量。实验结果表明, CP 的添加降低了乳清损失, 改善了酸奶的硬度和黏度, 提高了酸奶的总酚化合物含量和抗氧化能力(DPPH·、ABTS<sup>+</sup>和 ORAC), 且呈剂量依赖性, 对酸奶培养菌的活力无显著影响。谢春阳等<sup>[49]</sup> 以蔓越莓为原料, 研究蔓越莓干型酒发酵工艺及澄清技术。结果表明, 蔓越莓干型酒发酵最佳工艺条件为发酵温度为 31.75 °C, 初始糖度为 14.92%, pH 为 4.01, 接种量为 6.19%。用明胶处理蔓越莓干型酒的澄清效果比较好, 明胶添加量为 0.07 g/L, 透光率可达 93.8%。

2.5.4 关键词突现分析 突然出现的关键词可以视作新的研究热点, 使用关键词突现分析, 通过考察其时间分布规律, 可以揭示各时期研究前沿、预测发展趋势<sup>[50]</sup>。关键词突现分析可以显示某一个关键词在特定时间段内研究量的增加, 代表着在这段时间内科

Top 19 Keywords with the Strongest Citation Bursts

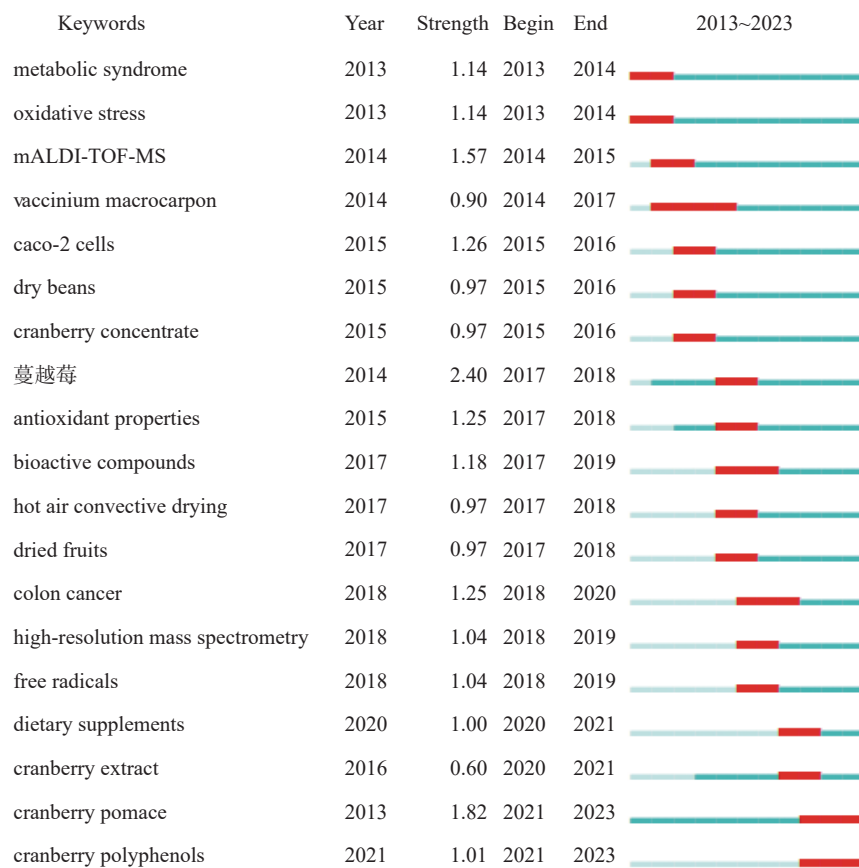


图 8 2013~2023 年蔓越莓食品文献关键词突现图

Fig.8 Keywords outburst chart of cranberry food literature from 2013 to 2023

学研究人员对该关键词具有较高的关注度<sup>[51]</sup>。本文利用 CiteSpace 分析 2013~2023 年 10 年期间与蔓越莓食品相关文献的突现词, 如图 8 所示。有关 CNKI 数据库中蔓越莓食品的关键词突现可分为 3 部分, 2013~2016 年期间关键词的突现主要是蔓越莓在人体代谢及疾病治疗方面的应用。2017~2019 年期间主要突现关键词是抗氧化性、生物活性物质和自由基等。2020~2023 年期间主要突现关键词是膳食补充剂、蔓越莓果渣、蔓越莓多酚等。基于突现检测强度分析, 蔓越莓提取物的生物活性研究及膳食保健功能仍会得到持续关注。

### 3 结论

本文基于文献计量学方法, 检索了 2013~2023 年 CNKI 总库中收录的蔓越莓食品领域相关研究文献, 并进行下一步分析。通过筛选得到中英文文献共计 444 篇, 使用 CiteSpace 软件从年度发文量、发文期刊、国家、作者及其机构以及关键词共现、聚类等角度分析该领域的研究现状和热点。结果显示: 2013~2023 年发文量总体呈稳定趋势, 平均年度发文量约为 40 篇。发文量最高的期刊是 *Food Chemistry* (25 篇), 约占文献总数的 6%, 其次是 *Food & Function* (22 篇) 和 *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (20 篇)。美国、波兰、加拿大的发文量在发文国家

中排行前 3。发文最多的作者是来自美国 Ocean Spray 公司的研究人员 Christina Khoo(17 篇)。CNKI 数据库中关键词分析可以看出, 出现频率最高的关键词分别是蔓越莓、原花青素、蔓越莓果汁、生物活性成分、尿路感染、抗氧化性能、肠道微生物群和加工工艺、保健功能等, 蔓越莓食品领域文献研究热点多集中在蔓越莓成分及功能研究方面, 以及探讨蔓越莓果汁等新型加工制品在食品行业中的应用。基于突现检测强度分析, 蔓越莓膳食补充剂、蔓越莓多酚等提取物的生物活性研究及膳食保健功能仍将是得到持续关注的重点研究领域。

蔓越莓食品领域相关论文的发表, 能直接地反映出国内外研究机构在蔓越莓食品领域的科研水平、研究方向和发展趋势, 对研究成果转化和技术支持发挥了积极作用。通过大数据分析, 中国研究人员对蔓越莓食品领域的研究无论是深度还是广度均不如国外, 这与蔓越莓的发源地、发展历史和蔓越莓在中国的消费市场发展及消费者接受程度不够可能存在一定关系。因此, 对于蔓越莓相关食品的保健功能研究及产品的开发推广, 中国科研技术人员任重道远。综上所述, 本研究梳理了蔓越莓食品的发展脉络, 分析了未来蔓越莓食品的研究发展趋势, 为我国蔓越莓食品行业科研人员进行相关研究指明了方向,

对预测行业未来发展趋势提供了数据参考和帮助。

© 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] HE X, LIU R H. Cranberry phytochemicals: Isolation, structure elucidation, and their antiproliferative and antioxidant activities[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2006, 54(19): 7069–7074.
- [2] MURAT Y, KUBRA S. Changes in volatile compounds and some physicochemical properties of European cranberrybush (*Viburnum opulus* L.) during ripening through traditional fermentation[J]. *Journal of Food Science*, 2015, 80(4): C687–C694.
- [3] 郭小李, 瞿伟菁, 张雯, 等. 越桔果渣黄酮对高尿酸血症的影响[J]. *营养学报*, 2007, 29(2): 199–201. [GUO X L, QU W J, ZHANG W, et al. Effects of flavonoids from lingonberry pomace on hyperuricemia[J]. *Journal of Nutrition*, 2007, 29(2): 199–201.]
- [4] 衣晓峰. 药食俱佳蔓越橘[N]. *中国中医药报*, 2010-04-22(007). [YI X F. Cranberries are good for medicine and food[N]. *China Traditional Chinese Medicine News*, 2010-04-22(007).]
- [5] 赵金海, 曹涤非, 李瑶, 等. 蔓越莓的营养成分测定及保健功能研究[J]. *黑龙江科学*, 2018, 9(9): 4–5. [ZHAO J H, CAO D F, LI Y, et al. Determination of nutrient composition and research on health care function of cranberry[J]. *Heilongjiang Science*, 2018, 9(9): 4–5.]
- [6] 姚立君, 李赫宇, 李许伟, 等. 蔓越莓营养与保健功能研究进展[J]. *食品研究与开发*, 2013, 34(8): 120–123. [YAO L J, LI H Y, LI X W, et al. Progress of cranberry nutrition and health functions[J]. *Food Research and Development*, 2013, 34(8): 120–123.]
- [7] KARIM N, RASHWAN A K, LIU S, et al. An updated review on chemical compositions, biological capabilities, and clinical benefits of cranberries[J]. *Food Bioscience*, 2023, 54: 102877.
- [8] WEI T, LIU W, ZHENG Z, et al. Bibliometric analysis of research trends on 3-monochloropropane-1,2-diol esters in foods[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2022, 70(49): 15347–15359.
- [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. [CHEN Y, CHEN C M, LIU Z Y, et al. Methodological functions of CiteSpace knowledge graph[J]. *Research in Science*, 2015, 33(2): 242–253.]
- [10] CHU J, ZHANG J, WU Y H, et al. Colorectal cancer and gut viruses: A visualized analysis based on CiteSpace knowledge graph[J]. *Frontiers in Microbiology*, 2023, 14: 1239818.
- [11] 陈相荣, 李凯燕, 陈昱焘, 等. 蔓越莓产业在中国的发展研究——以抚远市红海植业为例[J]. *农村经济与科技*, 2020, 31(19): 220–222. [CHEN X R, LI K Y, CHEN Y X, et al. A study on the development of cranberry industry in China-A case study of Honghai plantation in Fuyuan City[J]. *Rural Economy and Technology*, 2020, 31(19): 220–222.]
- [12] UNTEA A E, VARZARU I, SARACILA M, et al. Antioxidant properties of cranberry leaves and walnut meal and their effect on nutritional quality and oxidative stability of broiler breast meat[J]. *Antioxidants*, 2023, 12(5): 1084.
- [13] AMIN R, THALLURI C, DOCEA A O, et al. Therapeutic potential of cranberry for kidney health and diseases[J]. *eFood*, 2022, 3(5): e33.
- [14] NEMZER B V, AL-TAHER F, YASHIN A, et al. Cranberry: Chemical composition, antioxidant activity and impact on human health: Overview[J]. *Molecules*, 2022, 27(5): 1503–1522.
- [15] 陈媛媛, 赵敏. 蔓越莓的营养保健功能和抑菌作用概述[J]. *农技服务*, 2021, 38(7): 106–107, 111. [CHEN Y Y, ZHAO M. Overview of the nutritional and health functions and antibacterial effects of cranberries[J]. *Agricultural Technology Service*, 2021, 38(7): 106–107, 111.]
- [16] 张锐. 基于知识图谱的中国品牌理论演进研究[D]. 徐州: 中国矿业大学, 2013. [ZHANG R. A study on the evolution of Chinese brand theory based on knowledge mapping [D]. Xuzhou: China University of Mining and Technology, 2013.]
- [17] LIAN K, LI X, WANG X, et al. A bibliometric and visual analysis of research trends and hotspots of myocardial apoptosis: A review[J]. *Medicine*, 2023, 102(38): e35236.
- [18] 郝毫, 陈琛. 基于文献计量的我国食品沙棘研究进展分析[J]. *现代食品*, 2022, 28(9): 12–17. [HAO H, CHEN C. Bibliometric-based analysis of the research progress of food seabuckthorn in China[J]. *Modern Food*, 2022, 28(9): 12–17.]
- [19] HE H, LIU C, CHEN M, et al. Effect of dietary patterns on inflammatory bowel disease: A machine learning bibliometric and visualization analysis[J]. *Nutrients*, 2023, 15(15): 3442–3466.
- [20] 李建科, 杨静慧, 杨思芹, 等. 蔓越莓引种栽培的环境因素研究[J]. *天津农学院学报*, 2011, 18(4): 27–30. [LI J K, YANG J H, YANG E Q, et al. Environmental factors of cranberry cultivation[J]. *Journal of Tianjin Agricultural College*, 2011, 18(4): 27–30.]
- [21] 陈哲, 陈旭明, 张玉婷, 等. 蔓越莓奇亚籽复合保健饮料的工艺研究及货架期预测[J]. *农产品加工*, 2021(13): 40–45. [CHEN Z, CHEN X M, ZHANG Y T, et al. Process study and shelf-life prediction of cranberry chia seed complex health drink[J]. *Agricultural Product Processing*, 2021(13): 40–45.]
- [22] 白海娜. 响应面法优化红苕蔓越莓复合饼干工艺[J]. *食品安全导刊*, 2022(34): 130–135. [BAI H N. Optimization of sweet potato cranberry composite cookie process by response surface method[J]. *Food Safety Guide*, 2022(34): 130–135.]
- [23] HUANG X, ZHENG J, MA Y, et al. Analysis of emerging trends and hot spots in respiratory biomechanics from 2003 to 2022 based on CiteSpace[J]. *Frontiers in Physiology*, 2023, 14: 1190155.
- [24] ŠEDBARĚ R, JANULIS V, RAMANAUSKIENE K. Formulation and biopharmaceutical evaluation of capsules containing freeze-dried cranberry fruit powder[J]. *Plants*, 2023, 12(6): 1397.
- [25] 宋淑敏, 石杰, 魏连会, 等. 蔓越莓汉麻籽多肽口服液的研制[J]. *食品工业*, 2018, 39(10): 125–127. [SONG S M, SHI J, WEI L H, et al. Development of cranberry-hemp seed polypeptide oral solution[J]. *Food Industry*, 2018, 39(10): 125–127.]
- [26] 宛美志. 蔓越莓花色苷提取纯化工艺优化及微胶囊制备研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2018. [WAN M Z. Research on the optimization of cranberry anthocyanin extraction and purification process and microcapsule preparation [D]. Shenyang: Shenyang Agricultural University, 2018.]
- [27] 王彦平, 陶森, 孙瑞琳, 等. 蔓越莓抗氧化干蛋糕的制作工艺[J]. *食品工业科技*, 2017, 38(12): 282–286. [WANG Y P, TAO S, SUN R L, et al. Production process of dried cranberry antioxidant cake[J]. *Food Industry Science and Technology*, 2017, 38(12): 282–286.]
- [28] 甄子辰, 刘阳, 王珊珊, 等. 基于文献计量的乳酸菌细菌素研究进展分析[J]. *食品工业科技*, 2024, 45(9): 378–388. [ZHEN Z C, LIU Y, WANG S S, et al. Bibliometric-based analysis of the re-

- search progress of lactic acid bacteria bacteriocins[J]. *Food Industry Science and Technology*, 2024, 45(9): 378–388. ]
- [ 29 ] 裴彤, 李金英, 王颖, 等. 蔓越莓产业发展及栽培技术研究进展[J]. *吉林林业科技*, 2022, 51(2): 32-37. [ PEI T, LI J Y, WANG Y, et al. Progress of cranberry industry development and cultivation technology[J]. *Jilin Forestry Science and Technology*, 2022, 51(2): 32-37. ]
- [ 30 ] 张鑫, 王吉, 胡静荣, 等. 基于 CiteSpace 和文献计量分析平台的鱼糜研究可视化分析[J]. *食品科学*, 2023, 44(1): 362–370. [ ZHANG X, WANG J, HU J R, et al. Visualization and analysis of surimi research based on CiteSpace and bibliometric analysis platform[J]. *Food Science*, 2023, 44(1): 362–370. ]
- [ 31 ] WANG X, HONG Y, GU Z, et al. Themes, trends, and knowledge structure in 30 years of starch research in food science and technology: A visualization review[J]. *Starch-Stärke*, 2022, 74(5–6): 2100274.
- [ 32 ] 吴雨凌, 马雨辰, 邓胡雪, 等. 基于 CiteSpace 的食品和肠道微生物研究的计量分析[J]. *食品工业科技*, 2022, 43(23): 1–10. [ WU Y L, M Y C, DENG H X, et al. CiteSpace-based econometric analysis of food and gut microbiology research[J]. *Food Industry Science and Technology*, 2022, 43(23): 1–10. ]
- [ 33 ] 李远雷, 康正, 郑岩, 等. 全球各国疾控体系研究热点分析[J]. *现代预防医学*, 2021, 48(8): 1413–1417, 1429. [ LI Y L, KANG Z, ZHENG Y, et al. Analysis of research hotspots of disease control systems in countries around the world[J]. *Modern Preventive Medicine*, 2021, 48(8): 1413–1417, 1429. ]
- [ 34 ] ZHANG X L, ZHENG Y, XIA M L, et al. Knowledge domain and emerging trends in vinegar research: A bibliometric review of the literature from WoSCC[J]. *Foods*, 2020, 9(2): 166–199.
- [ 35 ] SERGAZY S, SHULGAU Z, KAMYSHANSKIY Y, et al. Blueberry and cranberry extracts mitigate CCl<sub>4</sub>-induced liver damage, suppressing liver fibrosis, inflammation and oxidative stress[J]. *Heliyon*, 2023, 9(4): e15370.
- [ 36 ] 何畔. 蔓越莓提取物抗氧化性及对 Caco-2 炎症细胞紧密连接性的影响[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2016. [ HE P. Antioxidant properties of cranberry extract and effects on tight junctionality of Caco-2 inflammatory cells [D]. Harbin: Northeast Agricultural University, 2016. ]
- [ 37 ] KARBOUNE S, DAVIS E J, FLISS I, et al. *In-vitro* digestion and fermentation of cranberry extracts rich in cell wall oligo/polysaccharides[J]. *Journal of Functional Foods*, 2022, 92: 105039.
- [ 38 ] 张臣飞, 夏秋良, 尹乐斌, 等. 响应面法优化大豆纤维蔓越莓饼干配方研究[J]. *食品研究与开发*, 2017, 38(3): 75–80. [ ZHANG C F, XIA Q L, YIN L B, et al. Optimization of soybean fiber cranberry cookie formulation by response surface method[J]. *Food Research and Development*, 2017, 38(3): 75–80. ]
- [ 39 ] ALEKSEENKO E V, CHERNYKH V Y, BAKUMENKO O E. Shaped jelly marmalade with cranberry concentrate[C]//IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2021, 640(5): 052007.
- [ 40 ] MARAIS J, KHOO C. Polyphenolic content of sweet dried cranberries compared to cranberry juice cocktail[J]. *The FASEB Journal*, 2013, 27(1): 1079–1098.
- [ 41 ] 王振伟. 蔓越莓酸奶的研制及工业化应用研究[D]. 上海: 华东理工大学, 2021. [ WANG Z W. Development and industrialization of cranberry yogurt [D]. Shanghai: East China University of Science and Technology, 2021. ]
- [ 42 ] LIU H, GARRETT T J, SU Z, et al. Modifications of the urinary metabolome in young women after cranberry juice consumption were revealed using the UHPLC-Q-orbitrap-HRMS-based metabolomics approach[J]. *Food & function*, 2020, 11(3): 2466–2476.
- [ 43 ] NOVOTNY J A, BAER D J, KHOO C, et al. Cranberry juice consumption lowers markers of cardiometabolic risk, including blood pressure and circulating C-reactive protein, triglyceride, and glucose concentrations in adults[J]. *The Journal of nutrition*, 2015, 145(6): 1185–1193.
- [ 44 ] SONG K, FAN H, GU L. Separation of proanthocyanidin polymers from American cranberries and predictive modeling of depolymerization using response surface methodology[J]. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2020, 44(10): e14765.
- [ 45 ] KLAVINS L, PERKONS I, MEZULIS M, et al. Procyanidins from cranberry press residues-extraction optimization, purification and characterization[J]. *Plants*, 2022, 11(24): 3517–3532.
- [ 46 ] CAILLET S, CÔTÉ J, SYLVAIN J F, et al. Antimicrobial effects of fractions from cranberry products on the growth of seven pathogenic bacteria[J]. *Food Control*, 2012, 23(2): 419–428.
- [ 47 ] 张波, 张莉敏, 张荣桂. 蔓越莓及蔓越莓制品体外抑菌试验的测定与分析[J]. *工业微生物*, 2022, 52(4): 32–36. [ ZHANG B, ZHANG L M, ZHANG R G. Determination and analysis of *in vitro* bacteriostatic test of cranberry and cranberry products[J]. *Industrial Microbiology*, 2022, 52(4): 32–36. ]
- [ 48 ] VARNAITÉ L, KERŠIENĖ M, ŠIPAILIENĖ A, et al. Fiber-rich cranberry pomace as food ingredient with functional activity for yogurt production[J]. *Foods*, 2022, 11(5): 84–92.
- [ 49 ] 谢春阳, 高远. 蔓越莓干型酒发酵及澄清工艺优化[J]. *酿酒科技*, 2014(11): 61–64. [ XIE C Y, GAO Y. Optimization of fermentation and clarification process of dry cranberry wine[J]. *Wine-making Science and Technology*, 2014(11): 61–64. ]
- [ 50 ] 袁娟娜, 范瑞强, 吴元胜, 等. 念珠菌生物膜研究热点与前沿可视化分析[J]. *皮肤性病诊疗学杂志*, 2014, 21(3): 201–205. [ YUAN J N, FAN R Q, WU Y S, et al. Visualization and analysis of hotspots and frontiers in *Candida* biofilm research[J]. *Journal of Dermatology and Venereology*, 2014, 21(3): 201–205. ]
- [ 51 ] WANG Y Z, WU C C, WANG X Q. Bibliometric study of pain after spinal cord injury[J]. *Neural Plasticity*, 2021: 1–15.