

基于文献计量的我国青花菜研究发展态势及热点剖析

李凌云, 串丽敏, 齐世杰, 郑怀国* (北京市农林科学院数据科学与农业经济研究所, 北京 100097)

摘要 以 CNKI 数据库为主要数据来源, 借助 CiteSpace 可视化分析工具, 从发表年度、研究机构、来源期刊、高被引论文、关键词等方面, 对我国 2011—2020 年间青花菜研究文献进行分析, 揭示青花菜的研究现状和研究热点。结果表明, 青花菜研究的发文数量总体呈现波动性变化; 研究机构以农业类高校和农业科研机构居多, 以区域性合作为主; 高被引论文研究主要集中在保鲜与贮藏领域; 青花菜的研究热点主要集中在品种选育与种质资源、病虫害防控及抗病基因鉴定、采后品质与保鲜贮藏、营养成分分析等研究领域。

关键词 青花菜; 文献计量; 研究热点

中图分类号 S-058 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)05-0210-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.05.053

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Development Trend and Hotspots Analysis of Chinese Broccoli Research Based on Bibliometrics

LI Ling-yun, CHUAN Li-min, QI Shi-jie et al (Institute of Data Science and Agricultural Economics, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100097)

Abstract Taking CNKI database as the main data source, with the help of CiteSpace visualization analysis tool, we analyzed the research literature of broccoli in China from 2011 to 2020 from the aspects of publication year, research institutions, source journals, highly cited papers and keywords. And the research status and research hotspots of broccoli were revealed. The results showed that the number of publications on broccoli research had fluctuated generally; the research institutions were mostly agricultural universities and agricultural scientific research institutions, mainly regional cooperation. The research on highly cited papers was mainly in the field of preservation and storage; the research hotspots of broccoli mainly focused on variety selection and germplasm resources, pest control and disease resistance gene identification, post-harvest quality and fresh-keeping storage and nutrient composition analysis.

Key words Broccoli; Bibliometric; Research hotspots

青花菜(*Brassica oleracea* var. *italica*)又称西兰花、绿菜花等, 是十字花科芸薹属甘蓝种中以绿色花球为产品的一个变种。青花菜含有丰富的维生素、蛋白质、矿物质元素, 并富含抗癌活性物质萝卜硫素(sulforaphane), 是一种高营养蔬菜^[1]。2011—2020年, 我国青花菜产业取得了快速发展, 种植规模逐年增加, 为培育具有自主知识产权的优质品种, 打破国外对西兰花种子的垄断, 2018年“国家西兰花良种重大科研联合攻关”项目正式启动, 推动了我国西兰花产业的健康发展^[2]。

当前青花菜研究在品种选育、高效栽培模式、采后保鲜、营养成分分析以及功能基因挖掘等方面取得了较多进展。青花菜研究的相关综述以归纳和总结相关文献资料、梳理研究成果和进展为主。秦耀国等^[3]从青花菜的栽培历史、种质资源、主要性状遗传规律、品种选育、生物技术在育种中的应用等方面进行了综述。程顺昌等^[4]阐述目前国内外有关西兰花花球采收贮藏保鲜技术研究进展, 并对未来西兰花保鲜技术的发展方向进行展望。吴广辉等^[5]梳理了西兰花的营养价值、功能成分提取、采后贮藏保鲜技术、食品深加工工艺等方面的研究进展。李占省等^[6]从种植区域及优势产区、在田面积与价格变化、出口贸易、品种变化与种子供应等方面, 对近30年我国青花菜产业发展现状、存在问题和应对策略进行综述。但是对青花菜整体研究热点方向缺乏宏观分析

和总结, 鲜见从科技文献分析视角开展对青花菜相关研究现状与发展趋势探究的报道。

该研究以 CNKI 数据库为基础, 通过建立检索式, 提取我国 2011—2020 年期间发表的青花菜研究文献, 并借助 CiteSpace 可视化分析工具, 对相关文献进行计量和可视化分析, 以期了解和掌握我国青花菜科研的热点和变化趋势, 旨在为相关领域的科研工作者深入研究提供参考。

1 数据来源及分析方法

1.1 数据来源 该研究文献数据来源于中国知网(CNKI)中国学术期刊网络出版总库, 以“青花菜”为主题进行高级检索并选择同义词扩展, 数据时间范围为 2011—2020 年, 来源类别设定为全部期刊, 共检索到 1 753 篇文献。经人工筛选去除资讯、访谈、新闻等非学术文献及不相关文献, 借助 NoteExpress 软件进行查重, 剔除重复文献及无关键词文献, 共获得青花菜相关研究文献 1 415 篇。考虑到文献的权威性, 再次限定来源类别, 选取被“中国科学引文数据库”收录的期刊和“中文核心期刊”(文中一并称为核心期刊)发表的论文, 得到高质量论文 552 篇。

1.2 分析方法 CiteSpace 是一款基于 Java 程序语言设计, 应用于对科学文献进行引文和共被引网络分析的可视化分析工具软件, 可对海量数据进行深度挖掘, 并显示该科学领域发展的趋势和动态^[7]。通过 NoteExpress 和 CiteSpace 进行统计分析和可视化分析, 从发表年度、研究机构、来源期刊、高被引论文、关键词等几个方面揭示青花菜的研究现状和研究热点。

2 结果与分析

2.1 年度发文趋势分析 对青花菜研究文献发表年份进行

基金项目 北京市农林科学院创新能力建设专项“智库型农业情报研究与服务体系提升”(KJ CX20200203)。

作者简介 李凌云(1980—), 女, 北京人, 馆员, 从事农业信息资源建设与信息服务研究。*通信作者, 研究馆员, 从事知识管理与农业科技情报研究。

收稿日期 2021-06-16

统计分析,可在一定程度上反映青花菜相关研究的发展情况和变化规律。从图 1 可以看出,青花菜研究的论文年发文量总体呈现波动性变化,2011—2014 年青花菜研究处于快速上升阶段,2015—2020 年青花菜研究进入高位后波动阶段。2011—2020 年青花菜论文总发文量 1 415 篇,年均发文量 141 篇,2014 年论文发表量达到峰值 174 篇。核心期刊发表的高质量论文发文量 552 篇,论文发文量保持相对稳定的态势。

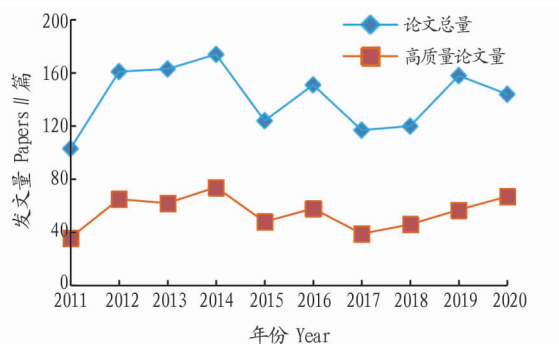


图 1 2011—2020 年青花菜研究文献的年度分布

Fig. 1 Year distribution of broccoli research literature in 2011—2020

2.2 研究机构分布 统计 2011—2020 年青花菜研究论文的发文机构和发文量情况(表 1),可以发现论文的第一署名机

构多是农业类高校和农业科研机构,第一署名机构发文较多的是台州市农业科学研究院(34 篇)、青岛农业大学(28 篇)、南京农业大学(26 篇)、中国农业科学院蔬菜花卉研究所(24 篇)。结果表明,这些研究机构在青花菜研究领域比较活跃,是该领域研究的核心力量。

表 1 2011—2020 年青花菜领域主要研究机构的发文量比较

Table 1 Comparison of papers' quantity of major research institutes of broccoli research field in 2011—2020

序号 No.	研究机构 Research institute	发文量 Literatures//篇
1	台州市农业科学研究院	34
2	青岛农业大学	28
3	南京农业大学	26
4	中国农业科学院蔬菜花卉研究所	24
5	甘肃农业大学	21
6	江苏丘陵地区镇江农业科学研究所	20
7	北京市农林科学院蔬菜研究中心	18
8	台州学院	17
9	天津商业大学	17
10	天津科润蔬菜研究所	16

从研究机构的合作关系看(图 2),各研究机构之间的合作网络较分散,以区域性合作为主,对外合作较多的是台州市农业科学研究院。

CiteSpace, v. 5.7.R2 (64-bit)
March 26, 2021 5:12:30 PM CST
WoS: F:\College\broccoli\CN\data
TimeSpan: 2015-2020 (Slice Length)
Modularity Q: 0.9821 (Q=2.0) LRF=2.0, LBY=8, w=2.0
Network: 16346, E=154 (Density=0.0026)
Largest CC: 21 (6%)
Nodes Labeled: 11.0%
Pruning: Pathfinder

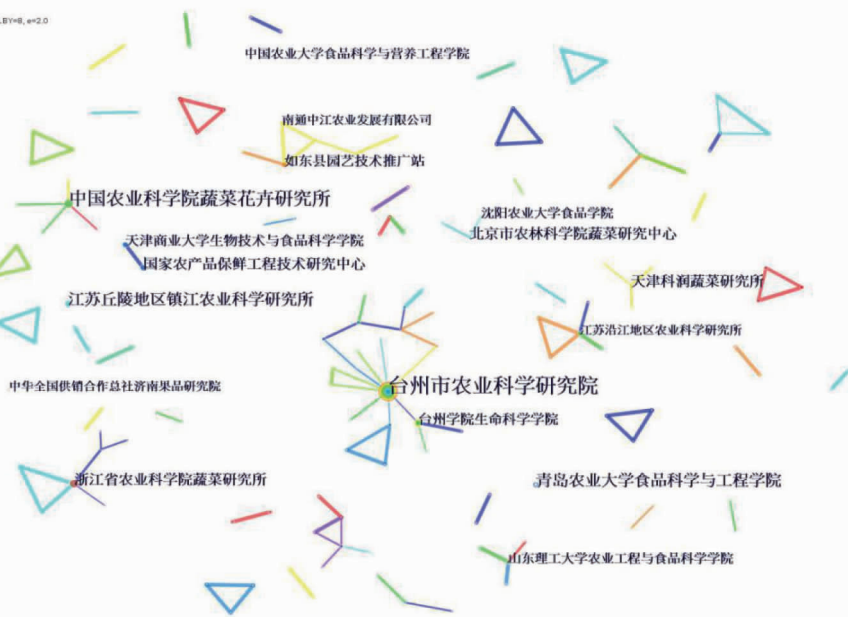


图 2 青花菜研究领域机构合作网络

Fig. 2 Institute cooperation network of broccoli research field

2.3 来源期刊分布 从表 2 可以看出,检索出的 1 415 篇论文分别刊载在 313 种期刊上,有 17 种期刊载文量超过 20 篇,其中《长江蔬菜》83 篇、《中国蔬菜》44 篇、《浙江农业科学》43 篇,载文量居于前 3 位。

2.4 高被引论文分析 引用频次能够体现文献的参考价值和应用价值,被引频次越多表明该论文在学术研究及交流中的影响力越大^[8]。对检出的青花菜研究论文的被引频次进

行统计分析,有 356 篇被引频次高于 5 次,占论文总数的 25.2%,有 19 篇被引频次高于 30 次作为该领域的高被引论文。在 19 篇高被引论文中,被引频次最高的论文为 55 次,是张怡于 2011 年发表在《食品研究与开发》期刊上的“温度对西兰花抗氧化活性及其品质指标影响”(表 3)。从研究内容看,高被引论文主要集中在保鲜与贮藏领域,表明该领域是青花菜研究中的重点研究方向,受到学术界广泛关注。从

期刊分布看,高被引论文涉及11种期刊,其中《食品科学》发文7篇,是载文量最多的期刊。由于论文引用具有滞后性,高被引论文均发表于2015年以前,其中有17篇发表于核心期刊。

表2 2011—2020年刊载青花菜研究论文20篇以上的期刊比较

Table 2 Comparison of journals with more than 20 papers of broccoli research in 2011—2020

序号 No.	期刊名称 Journal name	载文量 Papers/篇
1	长江蔬菜	83
2	中国蔬菜	44
3	浙江农业科学	43
4	食品科学	41
5	蔬菜	40
6	上海蔬菜	39
7	现代农业科技	37
8	北方园艺	29
9	食品工业科技	29
10	农业科技通讯	26
11	农民致富之友	25
12	吉林蔬菜	25
13	江苏农业科学	23
14	中国园艺文摘	20
15	中国果菜	20
16	园艺学报	20
17	现代食品科技	20

2.5 研究热点及前沿分析 关键词能够准确地表达文章研究主旨,关键词词频分析法是对某一领域文献中关键词出现的频次高低分析,揭示该领域的研究热点和发展方向的文献计量学方法^[9]。将检索出的数据使用 CiteSpace 软件进行关

键词可视化分析,生成图3所示的关键词知识图谱,除“青花菜”“西兰花”出现频次最高的2个关键词外,其他高频关键词有“栽培技术”“产量”“品质”“保鲜”“萝卜硫素”“黑腐病”“硫代葡萄糖苷”等。

为进一步了解青花菜相关研究重点,绘制高质量论文关键词知识图谱,提取词频排名前20的关键词。对全部论文和高质量论文中的高频关键词进行对比发现,除“产量”“品质”等相同关键词外,全部论文高频关键词以“栽培技术”“品种”为主,高质量论文高频关键词多是“遗传多样性”“表达分析”“克隆”“抗氧化活性”等(表4),这些高频关键词在一定程度上反映出青花菜研究的热点或重点。

通过对关键词的归纳、整理,可看出青花菜研究热点主要集中在品种选育与种质资源、病虫害防控及抗病基因鉴定、采后品质与保鲜贮藏、营养成分分析等方面。

(1) 品种选育与种质资源相关研究。随着青花菜产业的快速发展,我国青花菜在新品种选育、育种技术、种质创新等方面取得了重要进展,主要集中在单倍体育种、雄性不育制种、重要农艺性状调控机理、种质资源遗传进化、抗病、抗逆育种。姚星伟等^[10]通过对比青花菜小孢子培养不同供体的DH群的性状表现,发现供体双亲的性状决定后代群体性状分离的程度,供体的选择对青花菜小孢子培养获得纯系进行育种十分重要。张振超等^[11]采用高通量测序技术,对青花菜胚胎发育初期的小孢子进行转录组分析,并对相关基因进行了功能注释和分析,探明青花菜小孢子胚胎发育的分子生物学机制。荆赞革等^[12]采用Ogu不育胞质特异引物对青花菜细胞质雄性不育材料进行分子鉴定,阐明胞质雄性不育败育机理,为指导青花菜新型不育系的创建和杂种优势高效利

表3 2011—2020年青花菜研究被引频次高于30次的论文比较

Table 3 Comparison of papers in broccoli research field cited for more than 30 times in 2011—2020

序号 No.	题名 Title	第一作者 First author	期刊 Journal name	出版年 Publication year	被引次数 Citation times
1	温度对西兰花抗氧化活性及其品质指标影响	张怡	食品研究与开发	2011	55
2	中草药提取液对鲜切西兰花保鲜效果的影响	孙树杰	食品科学	2012	44
3	不同质量浓度臭氧水对鲜切西兰花贮藏品质的影响	王宏延	食品科学	2012	41
4	丁香提取液对鲜切西兰花保鲜效果的影响	甄天元	食品科学	2011	40
5	近冰温贮藏对鲜切西兰花保鲜效果的影响	高雪	中国食品学报	2013	39
6	用于机械化栽植的西兰花钵苗力学特性试验	王英	农业工程学报	2014	38
7	天然活性异硫氰酸酯类化合物的研究进展	梁浩	北京化工大学学报(自然科学版)	2015	38
8	O ₂ 联合CO ₂ 气调对西兰花活性氧代谢及保鲜效果的影响	郭衍银	食品科学	2013	37
9	西兰花采后贮藏保鲜技术研究进展	程顺昌	食品科学	2013	36
10	冰温贮藏对西兰花保鲜的影响	林本芳	食品工业科技	2012	35
11	不同干燥方式对西兰花蔬菜粉品质的影响	杨华	中国食品学报	2013	33
12	套作糯玉米对连作菜田土壤特性及产量的影响	张洁莹	中国农业科学	2013	32
13	西兰花的实用价值分析	勾雪娇	农产品加工	2012	32
14	1-MCP和CO ₂ 自发释放处理对西兰花常温货架期的保鲜作用	纪淑娟	食品与发酵工业	2014	31
15	高压静电场处理对鲜切青花菜保鲜的影响	蒋耀庭	食品科学	2012	31
16	减压冷藏技术对鲜切果蔬保鲜效果的研究	胡欣	保鲜与加工	2012	31
17	云南和西藏十字花科蔬菜根肿病菌生理小种鉴定	刘峰	中国蔬菜	2013	30
18	光照处理提高鲜切西兰花贮藏品质	詹丽娟	食品科学	2012	30
19	青花菜不同器官中4-甲基亚磺酰丁基硫苷及萝卜硫素含量分析	姚雪琴	中国农业科学	2011	30

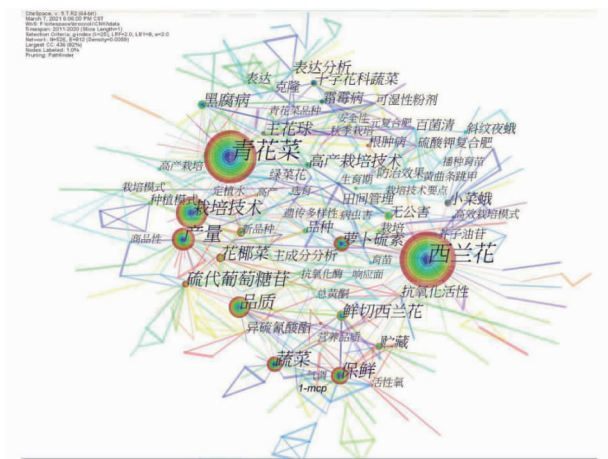


图3 青花菜文献关键词共现网络图谱

Fig.3 Keywords co-occurrence network atlas of broccoli papers

表4 2011—2020年青花菜研究TOP 20高频关键词

Table 4 TOP 20 high-frequency keywords of broccoli papers in 2011—2020

序号 No.	全部论文 Total papers		高质量论文 High-quality papers	
	关键词 Keywords	词频 Words frequency	关键词 Keywords	词频 Words frequency
1	栽培技术	133	品质	39
2	产量	67	萝卜硫素	34
3	品质	57	保鲜	33
4	保鲜	45	鲜切西兰花	23
5	蔬菜	44	产量	19
6	萝卜硫素	40	贮藏	16
7	鲜切西兰花	28	硫代葡萄糖苷	15
8	黑腐病	24	蔬菜	11
9	硫代葡萄糖苷	23	遗传多样性	8
10	贮藏	23	表达分析	8
11	主花球	23	克隆	7
12	高产栽培技术	22	抗氧化活性	7
13	花椰菜	21	气调	6
14	新品种	20	主成分分析	6
15	无公害	20	冷藏	5
16	品种	19	表达	5
17	小菜蛾	18	基因克隆	5
18	高产	16	花椰菜	5
19	十字花科蔬菜	16	小菜蛾	4
20	霜霉病	14	冰温贮藏	4

用提供理论依据。张小丽等^[13]通过苗期人工接种鉴定方法—伤根灌菌法,研究鉴定 531 份青花菜及其近缘种属材料的根肿病抗性水平,筛选、发掘抗性优质的种质资源。虞慧芳等^[14]通过茎粗细差异极大的双亲构建六世代和 DH 群体,采用植物数量性状主基因+多基因混合遗传模型分析法,研究青花菜茎粗性状的遗传规律及 QTL 初定位。张志仙等^[15]利用 SSR 分子标记技术,对 28 份青花菜自交系种质材料进行了遗传多样性和亲缘关系分析。

(2) 病虫害防控及抗病基因鉴定相关研究。该相关研究主要涉及病害发病规律、病原菌鉴定、抗性基因鉴定等方面。韩风庆等^[16]针对青花菜黑腐病的病原菌、发病特征、发病规

律,总结其综合防治措施。刘莉莉等^[17]对青花菜黑腐病病原菌进行分离、纯化,分析其形态特征、理化特性和致病性,测定该菌株 23S rDNA 和 *hrcC* 基因序列,并对 2 种基因用于该致病菌的检测和鉴别能力进行比较分析,发现 *hrcC* 基因对该致病菌的鉴定更具优越性。蒋明等^[18]从青花菜中克隆到 *BoSGT1* 基因,对该基因进行生物信息学分析与表达分析,研究显示在霜霉菌和核盘菌侵染下,*BoSGT1* 的表达量增加,暗示该基因的表达与这 2 种病的抗病反应有关。金魏佳等^[19]利用 PCR 法从青花菜中克隆到病程相关基因 *PR2*,定名为 *BoPR2*,研究表明 *BoPR2* 与野甘蓝、甘蓝型油菜和白菜 *PR2* 的相似度最高,该基因的表达受芸薹根际菌诱导。李占省等^[20]通过研究青花菜 5 份回交分离材料分离后代,采用 PCR 扩增、Bt 毒蛋白表达量、小菜蛾离体饲喂试验 3 种方法,比较分析其抗虫效果,并阐明了每种方法的准确性和优缺点。

(3) 采后品质与保鲜贮藏相关研究。青花菜采收生理变化直接影响其外观品质和内在营养,研究青花菜贮藏保鲜技术具有重要的现实意义。研究主要集中在不同采后处理方式及贮藏过程对青花菜营养成分和品质的影响、采收生理变化机理。赵维琦等^[21]探讨了不同真空预冷压力处理对西兰花贮藏品质的影响,研究发现真空预冷处理能够有效保持西兰花营养成分含量,同时抑制 PPO 及 POD 酶活力升高,其中 1 200 Pa 真空预冷压力处理效果最为显著,可有效提高贮藏品质。王亮等^[22]探讨了不同比例 O₂/CO₂ 气调对西兰花能量、关键酶活力及品质指标的影响,从能量代谢角度阐明 O₂/CO₂ 气调对西兰花的保鲜机理,可得出以下结论:50% O₂+50% CO₂ 气调环境可调节西兰花体内 pH 和呼吸关键酶活力,建立持续稳定的能量供应体系有效维持西兰花贮藏品质。王慧倩等^[23]比较了不同体积分数乙醇熏蒸处理对鲜切西兰花活性成分(总酚、总黄酮、总硫代葡萄糖苷和萝卜硫素等)和抗氧化活性的影响,结果发现 10%乙醇溶液熏蒸处理可有效延缓西兰花采后衰老、保持较高的抗氧化活性。刘泽松等^[24]研究发现短波紫外线(UV-C)和发光二极管(LED)红光复合处理可有效保持西兰花感官品质,抑制叶绿素和 V_c 等营养物质的降解,增强过氧化物酶、过氧化氢酶、抗坏血酸过氧化物酶等抗氧化酶的活性。陈学玲等^[25]为延长货架期,对 4 种膜包装鲜切西兰花进行对比分析,测定包装贮藏后生理生化指标的变化,综合分析发现鲜切西兰花在贮藏过程中,0~9 d 时 PVDC 膜保鲜效果最好;9~12 d 时 PE 膜商品性最高。樊艳燕等^[26]通过比较 2 种不同耐贮藏性的青花菜,对贮藏期间叶绿素含量变化进行分析,并采用实时荧光定量 PCR 技术,对花球衰老过程中叶绿素降解相关基因的表达量进行研究。

(4) 营养成分分析相关研究。主要开展青花菜主要营养成分及生物活性成分的含量测定、遗传代谢机理、相关基因的鉴定与克隆及营养成分提取分析。马越等^[27]通过分析测定 12 个青花菜品种的花球、叶片的硫代葡萄糖苷含量及组成,检测出 9 种硫苷成分,其中主要硫苷是 RAA,花球中的硫

昔含量是叶片中的1~5倍,不同青花菜品种之间硫昔的含量及组分存在差异。张旋等^[28]采用SPME-GC-MS技术对西兰花挥发性成分进行测定,探讨了西兰花内源酶对其主要挥发性物质形成的影响。赵登奇等^[29]通过对西兰花叶片中4种生物活性成分的含量进行测定,结果显示西兰花废弃叶中萝卜硫素含量为92.50 μg/g,总酚含量为3.15 mg/g,总黄酮含量为2.48 mg/g,总蛋白质含量为89.38 mg/g,蛋白质组成中Rubisco占比最大。张佑齐等^[30]通过构建SFN合成的关键基因*BCAT4*、*CYP79F1*和*ESM1*在西兰花愈伤组织中单基因过表达和三基因串联共表达,分析比较转化细胞系SFN含量,结果发现多基因串联共表达比单基因表达对提高SFN含量更显著。李占省等^[31]利用游离小孢子培养技术构建青花菜DH群体,采用HPLC法测定DH群体的菜菔硫烷含量,并采用主基因+多基因混合遗传模型进行遗传效应分析,结果发现青花菜中菜菔硫烷含量性状主要受3对主基因调控。高灿红等^[32]研究了萝卜硫素合成代谢中的关键基因*CYP83A1*,利用RACE方法和RT-PCR方法从青花菜中克隆了*BoCYP83A1*基因的全长序列,分析了该基因在不同品种、不同组织间及不同激素诱导下的表达差异。孟丽媛等^[33]通过Folin-Ciocalteu法对西兰花的多酚含量进行测定,通过单因素试验和正交设计试验,获得西兰花多酚的最佳提取条件,并对西兰花多酚的抗氧化性进行评价。张锦华等^[34]以西兰花副产物为原料,通过单因素试验和响应面试验优化了萝卜硫素酶解提的最佳工艺条件,采用半制备HPLC对萝卜硫素纯化,利用UPLC-MS对其纯化物鉴定。

3 结论

对2011—2020年我国青花菜研究文献进行统计分析和可视化分析,结果表明:①从发文数量来看,青花菜相关论文发文量总体呈现波动性变化,高质量论文发文量保持相对稳定的态势。②从研究机构分布看,青花菜相关研究机构以农业类高校和农业科研机构居多,研究机构分散,尚未形成稳定的核心群体,学术合作有待加强。③从来源期刊分布看,期刊分布广泛,其中《长江蔬菜》《中国蔬菜》《浙江农业科学》的载文量居于前3位。④从论文引用情况看,青花菜相关研究论文大部分被引频次不高,高被引论文的研究领域主要为保鲜与贮藏方面。⑤从关键词分析看,青花菜相关论文的研究热点主要集中在品种选育与种质资源、病虫害防控及抗病基因鉴定、采后品质与保鲜贮藏、营养成分分析等研究领域。

参考文献

[1] 林俊城,吴秋云,高灿红,等.青花菜硫、硒代谢竞争及其对保健功能的影响研究进展[J].中国细胞生物学学报,2011,33(4):422-432.
 [2] 施俊生.国家西兰花良种重大科研联合攻关进展及对策建议[J].浙江农业科学,2019,60(12):2223-2225.
 [3] 秦耀国,雷建军,曹必好.青花菜遗传育种与生物技术应用研究进展[J].北方园艺,2004(2):11-13.

[4] 程顺昌,魏宝东,熊振华,等.西兰花采后贮藏保鲜技术研究进展[J].食品科学,2014,35(7):270-275.
 [5] 吴广辉,毕福福.西兰花营养价值及深加工研究进展[J].农产品加工,2015(21):61-63.
 [6] 李占省,刘玉梅,方智远,等.我国青花菜产业发展现状、存在问题与应对策略[J].中国蔬菜,2019(4):1-5.
 [7] 李杰,蔡彬清,许璐.基于CiteSpace的我国网络空间安全研究态势分析[J].福建工程学院学报,2018,16(2):174-178.
 [8] 周燕子,平静波,胡德华,等.2005-2009年图书情报核心期刊文献下载频次与被引频次的计量分析[J].情报探索,2011(2):40-43.
 [9] 李军.基于词频分析法的国内教育技术研究热点的研究[J].现代情报,2010,30(8):131-134.
 [10] 姚星伟,江汉民,文正华,等.青花菜小孢子供体与DH群体性状相关性初步研究[J].天津农业科学,2012,18(2):1-4.
 [11] 张振超,姚悦梅,毛忠良,等.基于高通量测序的青花菜早期发育小孢子转录组分析与基因功能注释[J].核农学报,2018,32(5):848-855.
 [12] 荆赞革,裴徐梨,唐征,等.青花菜Ogu不育胞质分子鉴定和序列分析[J].广西植物,2015,35(2):231-235,294.
 [13] 张小丽,刘玉梅,方智远,等.青花菜及近缘种属种质资源抗根肿病鉴定[J].植物遗传资源学报,2016,17(6):1106-1115.
 [14] 虞慧芳,戚自荣,陈纪算,等.青花菜茎粗性状的遗传及QTL定位分析[J].分子植物育种,2019,17(15):5037-5044.
 [15] 张志仙,何道根,朱长志,等.青花菜种质资源遗传多样性的SSR分析[J].浙江农业学报,2017,29(2):228-235.
 [16] 韩风庆,李占省,刘玉梅,等.青花菜黑腐病发病规律及综合防治措施[J].中国蔬菜,2019(11):98-101.
 [17] 刘莉莉,文正华,单晓政,等.青花菜黑腐病致病菌的分离和鉴定[J].中国瓜菜,2018,31(7):18-22.
 [18] 蒋明,张志仙,潘小翠,等.青花菜抗病防卫基因*BoSGT1*的克隆、序列分析与诱导表达[J].浙江大学学报(理学版),2015,42(4):453-458.
 [19] 金魏佳,何佳,章燕如,等.青花菜病程相关蛋白基因*BoPR2*的克隆与表达[J].广东农业科学,2018,45(12):76-81,173.
 [20] 李占省,张黎黎,张小丽,等.转Cry1Ac青花菜回交后代鉴定方法研究[J].园艺学报,2018,45(1):97-108.
 [21] 赵维琦,孟贻,董斌,等.采用真空预冷处理提升西兰花贮藏品质[J].食品与发酵工业,2019,45(19):213-218.
 [22] 王亮,陈勇,郭衍银,等.O₂/CO₂气调下西兰花能量代谢与贮藏品质的关系[J].食品科学,2019,40(11):195-200.
 [23] 王慧倩,郑聪,王华东,等.乙醇熏蒸处理对鲜切西兰花活性成分和抗氧化活性的影响[J].食品科学,2014,35(16):250-254.
 [24] 刘泽松,史君彦,左进华,等.UV-C和LED红光复合处理对西兰花贮藏品质的影响[J].食品科学,2020,41(17):238-245.
 [25] 陈学玲,张莉会,严守雷,等.包装材料对鲜切西兰花贮藏品质的影响[J].食品科学,2018,39(13):246-250.
 [26] 樊艳燕,刘玉梅,李占省,等.青花菜衰老过程中叶绿素降解相关基因的表达分析[J].园艺学报,2015,42(7):1338-1346.
 [27] 马越,丁云花,刘光敏,等.青花菜花球及叶片中硫代葡萄糖苷组分及含量分析[J].江苏农业科学,2016,44(7):300-303.
 [28] 张旋,白冰,程顺昌,等.GC-MS-AMDIS结合保留指数初探内源酶对西兰花挥发性成分的影响[J].中国食品学报,2020,20(6):278-286.
 [29] 赵登奇,孙亚天,黄建颖,等.西兰花叶中生物活性成分的测定[J].核农学报,2020,34(6):1266-1271.
 [30] 张佑齐,曹海艳,刘旦梅,等.*BCAT4*、*CYP79F1*和*ESM1*过表达提高西兰花细胞萝卜硫素含量[J].中国细胞生物学学报,2020,42(1):79-87.
 [31] 李占省,刘玉梅,方智远,等.青花菜DH群体花球中菜菔硫烷含量的遗传效应分析[J].园艺学报,2012,39(1):101-108.
 [32] 高灿红,董丽丽,关晓弯,等.青花菜萝卜硫素合成相关基因*BoCYP83A1*的克隆与表达分析[J].西北植物学报,2016,36(7):1302-1307.
 [33] 孟丽媛,王凤舞.西兰花多酚提取工艺及其抗氧化活性研究[J].中国食品学报,2013,13(5):62-68.
 [34] 张锦华,郭楠,杨妍,等.西兰花副产物中萝卜硫素提取、纯化及鉴定[J].食品科学,2019,40(8):248-255.