

基于CNKI马铃薯种质资源研究的文献计量分析

李丹丹¹, 何冠谿^{2,3}, 田维军¹, 黄云¹, 蒙露露¹, 吴丹霞¹, 何腾兵^{1,4*}

¹贵州大学农学院, 贵州 贵阳

²贵州大学, 农业生物工程研究院, 贵州 贵阳

³贵州大学生命科学学院, 贵州 贵阳

⁴贵州大学, 新农村发展研究院, 贵州 贵阳

Email: gs.lidd19@gzu.edu.cn, *hetengbing@163.com

收稿日期: 2021年6月9日; 录用日期: 2021年7月14日; 发布日期: 2021年7月21日

摘要

马铃薯是我国唯一的粮、菜、饲兼用型作物, 是工业淀粉加工的重要原料。营养价值丰富, 有耐寒、耐旱、耐瘠薄, 适应性广等优点, 是增加粮食作物产量的关键。种质资源是品种改良和育种工作的物质基础, 对马铃薯品种的改良、种质资源创新和利用具有重要意义。本文在知网以马铃薯种质资源为主题进行搜索, 共下载316篇有效文献, 采用CiteSpace对数据进行分析。结果表明我国马铃薯种质资源研究的发文量呈现上升趋势, 研究热点主要是遗传多样性及晚疫病等, 而发文量较多的研究机构主要位于我国马铃薯主产地。本研究结果可为今后马铃薯的育种工作提供参考。

关键词

文献计量, CiteSpace, 马铃薯, 种质资源

Bibliometric Analysis Based on the Research of Potato Germplasm Resources of CNKI

Dandan Li¹, Guandi He^{2,3}, Weijun Tian¹, Yun Huang¹, Lulu Meng¹, Danxia Wu¹, Tengbing He^{1,4*}

¹College of Agricultural, Guizhou University, Guiyang Guizhou

²Institute of Agro-Bioengineering of Guizhou University, Guiyang Guizhou

³College of Life Sciences, Guizhou University, Guiyang Guizhou

⁴Institute of New Rural Development of Guizhou University, Guiyang Guizhou

Email: gs.lidd19@gzu.edu.cn, *hetengbing@163.com

*通讯作者。

文章引用: 李丹丹, 何冠谿, 田维军, 黄云, 蒙露露, 吴丹霞, 何腾兵. 基于 CNKI 马铃薯种质资源研究的文献计量分析[J]. 植物学研究, 2021, 10(4): 512-523. DOI: 10.12677/br.2021.104065

Abstract

Potatoes are the only grain, vegetable, and feed crop in our country, and are important raw materials for industrial starch processing. It is rich in nutritional value, has the advantages of cold, drought, barren tolerance, and wide adaptability. It is the key to increasing the yield of food crops. Germplasm resources are the material basis for variety improvement and breeding. They are of great significance to potato variety improvement, germplasm resource innovation and utilization. This article conducted a search on CNKI with potato germplasm resources as the subject, downloaded 316 valid documents, and used CiteSpace to analyze. The results show that the research number of publications on potato germplasm resources in my country is on the rise. The research hotspots are mainly genetic diversity and late blight, while the research institutions with more publications are mainly located in the main potato production areas in our country. The results of this study can provide references for future potato breeding work.

Keywords

Bibliometric Analysis, Citespace, Potato, Germplasm Resources

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

马铃薯为茄科双子叶植物，是我国唯一的粮、菜、饲兼用型作物，也是工业淀粉加工主要的重要原料[1]。目前，已经在世界各地进行种植，其中热带和亚热带国家甚至在冬季或凉爽季节也可栽培并获得较高产量。马铃薯原产于南美洲的秘鲁和智利，在我国已经有三百多年种植的历史。直至2018年，我国马铃薯种植面积居世界第一位。我国马铃薯的主产区位于西南、西北、内蒙古和东北。其中拥有20万亩绿色食品马铃薯原料标准化示范基地的山东省滕州市被誉为“中国马铃薯之乡”[2]，内蒙古自治区“乌兰察布马铃薯”是中国地理标志产品。中国食品工业协会授予乌兰察布市“中国马铃薯之都”称号；被称为“中国马铃薯之乡”的甘肃定西市播种马铃薯约300万亩，很好地带动了当地的经济的发展，有我国最重要的马铃薯加工和制造业，并设立了全国性的交易和批发市场[3]。

马铃薯是世界上仅次于玉米、水稻、小麦的第4大作物[4]。它包含了胡萝卜素，硫胺素，核黄素，尼克酸等营养成分(表1)[5]。马铃薯块茎中含有2%左右的蛋白质，能与鸡蛋的蛋白质相媲美[6]，且蛋白质中含有丰富的赖氨酸和色氨酸，这是一般粮食所不可比的[7]。从营养角度看，它的营养价值大概是苹果的3.5倍，它所含的蛋白质和维生素C约等于苹果的10倍，铁、磷以及维生素B1、B2含量也比苹果高得多[8]。其中维生素C，是一种水溶性维生素，能参与细胞间质胶原蛋白的合成，能与毒物结合转化为无毒物排出而起解毒作用[9]；还在治疗贫血及出血性疾病以及提高人体对疾病的抵抗力等过程中有重要作用[10]。马铃薯富含的B族维生素、大量微量元素、氨基酸、脂肪和优质淀粉等营养物质，在人体抗老防病过程中起着重要的作用。此外，马铃薯还含有丰富的膳食纤维[11]，食用有利于清理肠道，及时将有害物质排出体外，对痔疮、大肠癌等具有良好的预防作用[12]；有研究报道，膳食纤维不能被肠道吸

收, 其强大的吸附能力可以降低肠道对葡萄糖的吸收效率, 从而降低血糖含量, 对糖尿病有良好的预防作用[13]。同大部分蔬菜一样, 马铃薯是碱性蔬菜, 经过人体消化吸收后, 能够缓冲体内的酸碱平衡, 改善体内微环境, 经常食用可以增强体质。马铃薯皮中还含有在低含量状态下具有抗癌作用的 α -茄碱(0.001~47.2 mg/100 g)等抗营养因子[14]。Arun 等使用乙酸乙酯从马铃薯皮提取出了对自由基清除具有很高活性的酚类物质[15]。彩色马铃薯含有的花青素可以改善循环系统功能和皮肤光滑度, 抑制炎症和过敏, 增强关节的柔韧性, 且对人体肿瘤细胞具有明显的抑制作用[16]。未来我国的粮食消费需求仍然呈现增长趋势, 到 2020 年粮食需求增量在 5000 万 t 以上。由于受到耕地水资源的约束和种植效益的影响, 小麦、水稻等粮食作物继续增产的成本提高、空间变小、难度加大, 需要开辟增产的新途径。而马铃薯具有耐寒、耐旱、耐瘠, 适应性广等特点, 对开发利用南方冬闲田, 扩种马铃薯有很大的潜力[17]。所以促进马铃薯育种, 提高马铃薯种质资源的利用效率十分重要。

Table 1. The nutrients contained in potatoes

表 1. 马铃薯所含营养成分

营养成分	含量(ug/g)	营养成分	含量(ug/g)
烟酸	0.11	核黄素	0.001~0.004
磷	1.5~4	尼克酸	0.04~0.11
钙	0.5~0.8	蛋白质	0.2
铁	0.04~0.08	维生素 E	0.031
钾	20~34	维生素 C	2.7
碘	0.08~0.12	维生素 B1	0.008
锌	0.037	维生素 B2	0.004
胡萝卜素	1.2~3	硒	0.078

种质资源是品种改良和育种工作的物质基础[18]。对种质资源进行遗传多样性研究, 可以为选配亲本、基因重组及杂种优劣的预测提供理论依据, 是品种选育能否成功的关键[19] [20], 对马铃薯品种的改良、种质资源创新和利用具有重要意义[21]。种质资源遗传多样性评价主要有表型性状标记、细胞学标记、生化标记和分子标记等方法[22]。其中作物表型是作物种质资源分类、评价、鉴定和育种后代选择及遗传多样性研究最基础的标记方法[23]。

文献计量学是指用数学和统计学的方法, 集数学、统计学、文献为一体, 可以定量分析一切知识载体的交叉学科, 注重量化的综合性知识体系。其计量对象主要是: 文献量(以期刊论文和引文居多)、作者数、词汇数等。对学科发展趋势、文献变化规律、文献情报科学管理等方面进行定量分析研究, 具有定量化、模型化、客观性等优势[24]。从文献的可计量的语词标识入手, 可对文献进行以下几方面的评价: 1) 评价某一领域研究的重点与热点, 并揭示该领域地域分布情况以及未来的发展趋势[25]; 2) 评价某一领域研究的发展变化; 3) 评价核心期刊。目前, 文献计量学已被广泛应用到各研究领域[26]; 比如可以用来研究茶多酚[27], 用于环境土壤学的分析[28]或者药用植物基因组学的研究[29], 而结合文献计量对作物种质资源的研究较少。本文通过使用文献计量法分析国内马铃薯种质资源研究现状, 总结从 1996~2020 年来在该领域的研究热点, 以期为以后的育种工作提供参考。

2. 材料与方法

研究的数据来源于中国知网(CNKI)期刊全文数据库(<http://www.cnki.net/>)收录的核心期刊、CSSCI 期

刊和 CSCD 期刊。以马铃薯种质资源为关键词检索,检索年份为 1996 年 1 月~2020 年 12 月,共获得相关文献 422 篇,经剔除重复、与主题不符及非学术性文章,最终得到 316 篇有效文献作为分析研究的对象。对相关文献进行整理汇总,以文献计量学方法对发文量、关键词、作者、发文机构和载文期刊等进行统计分析。将 CNKI 数据库中选中文献导出为 Refworks 格式,借助 CiteSpace.5.6.R4 软件分析文献数据,将时间跨度设置为 1996~2020,时间间隔设置为 1 年。在此基础上,分别选择 Keyword、Author、Institution 等作为分析对象,并绘制相应的分析图谱。CiteSpace 软件是信息可视化应用软件,适用于多元、分时、动态的复杂网络分析,是近年来信息分析中最具特色和影响力的信息可视化软件[30]。

3. 结果与分析

3.1. 发文量分析

文献数量变化可以反映科学知识量的变化情况,对相关文献发文量进行统计分析能够揭示该领域的发展状况,并从侧面显示其发展趋势[31]。从图 1 可以看出关于马铃薯种质的文章整体呈现出上升的趋势,在 1996~2006 年间发文量较少,平均每年不到 10 篇,其中 2006 年最少,只有 1 篇;2007~2020 年的发文量逐渐上升,发文量基本在 20 左右浮动。2019 年达到最高值达到 33 篇,2020 年达到了 39 篇。这表明我国研究者对马铃薯种质研究不断加强,对马铃薯领域研究的深度在不断的加深和拓宽,为马铃薯优良品种的选育工作创造了更多更好的开发利用空间。

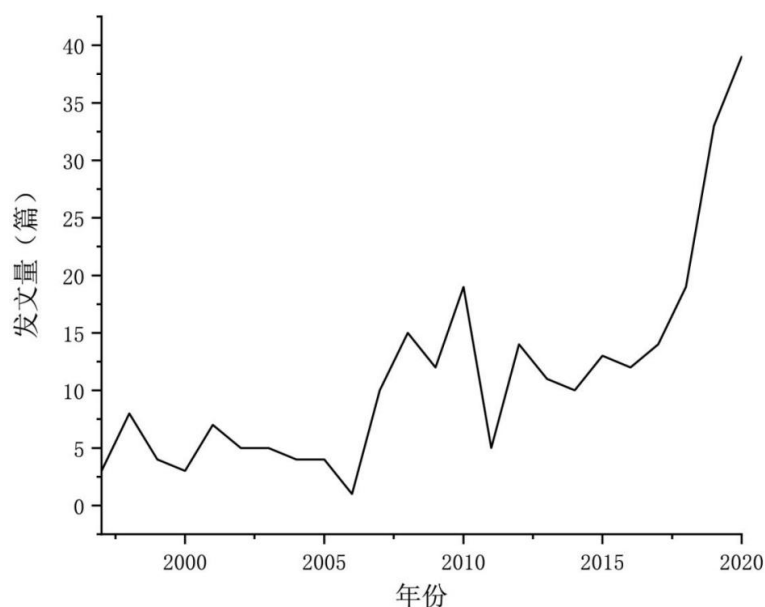


Figure 1. The number of research literatures on potato germplasm resources in my country from January 1996 to December 2020

图 1. 1996 年 1 月~2020 年 12 月我国马铃薯种质资源研究文献数量

3.2. 关键词分析

关键词是文章的核心和精髓,对关键词进行分析可大致把握某一研究领域的方向和热点。在总舵文章中,某一关键词出现的频率越高,表明以该词为主题的热点程度越高[32]。借助 CiteSpace.5.6.R4 软件绘制马铃薯种质资源关键词分布图谱(图 2),并结合表 2 可知:马铃薯、种质资源、遗传多样性、晚疫病、农作物等词为该领域的核心词,其中种质资源出现的频次最高,达到 221 次。图 2 中圆圈的大小表示关

关键词出现频次的多少,范围越大说明相应关键词出现的次数越多[33]。图中文字的大小代表关键词的中心度,中心度是判断某一研究领域热点方向的标准。普遍认为中心度大于 0.1 的关键词在该研究领域的影响力较大[34]。节点的关联性越大,其中心度越高,在该领域的重要性越强。表 2 中,中心度大于 0.1 的关键词依次是:马铃薯、种质资源、遗传多样性、晚疫病、抗性和评价,说明马铃薯遗传多样性、晚疫病及抗性研究近几年比较热。从图 3 中也可以看出文献期刊的来源也主要是植物遗传资源学报及分子植物育种等,说明研究的层次也主要是基础研究较多。

Table 2. Keyword centrality and frequency distribution table
表 2. 关键词中心度、频次分布表

序号	Frequent 频次	Centrality 中心度	Keyword 关键词
1	155	0.6	马铃薯
2	221	0.49	种质资源
3	47	0.37	遗传多样性
4	12	0.28	晚疫病
5	6	0.19	抗性
6	8	0.15	评价
7	22	0.05	农作物
8	6	0.05	表型性状
9	6	0.05	聚类分析
10	4	0.05	利用

CiteSpace, v. 5.8.R1 (64-bit)
July 10, 2021 1:12:15 PM CST
VMS: F:\Program Files (x86)\cite spaceldata
Timespan: 1996-2020 (Slice Length=1)
Selection Criteria: g-index (k=25), LRF=3.0, L/N=5, LBY=8, $\phi=2.0$
Network: N=526, E=1871 (Density=0.012)
Largest CC: 434 (82%)
Nodes Labeled: 1.0%
Pruning: None

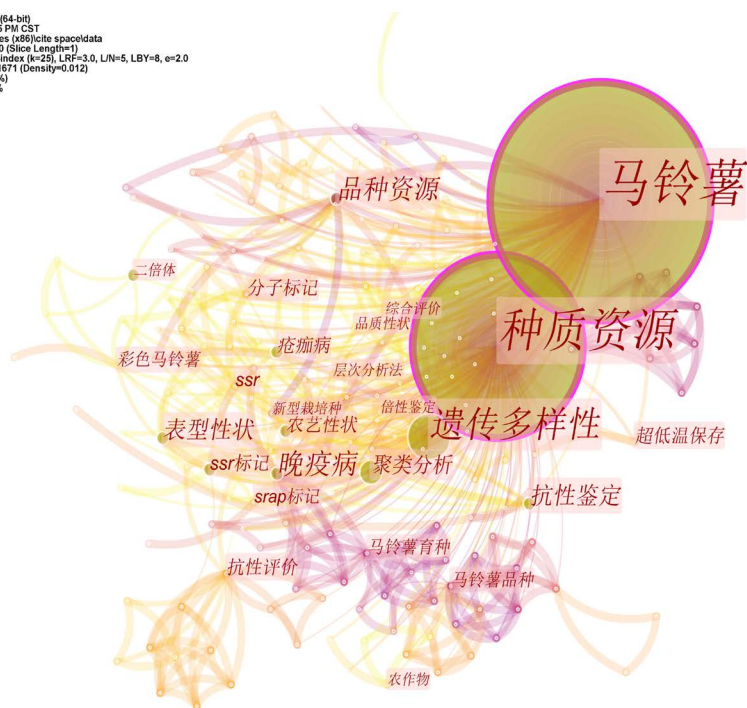


Figure 2. Keyword distribution map
图 2. 关键词分布图谱

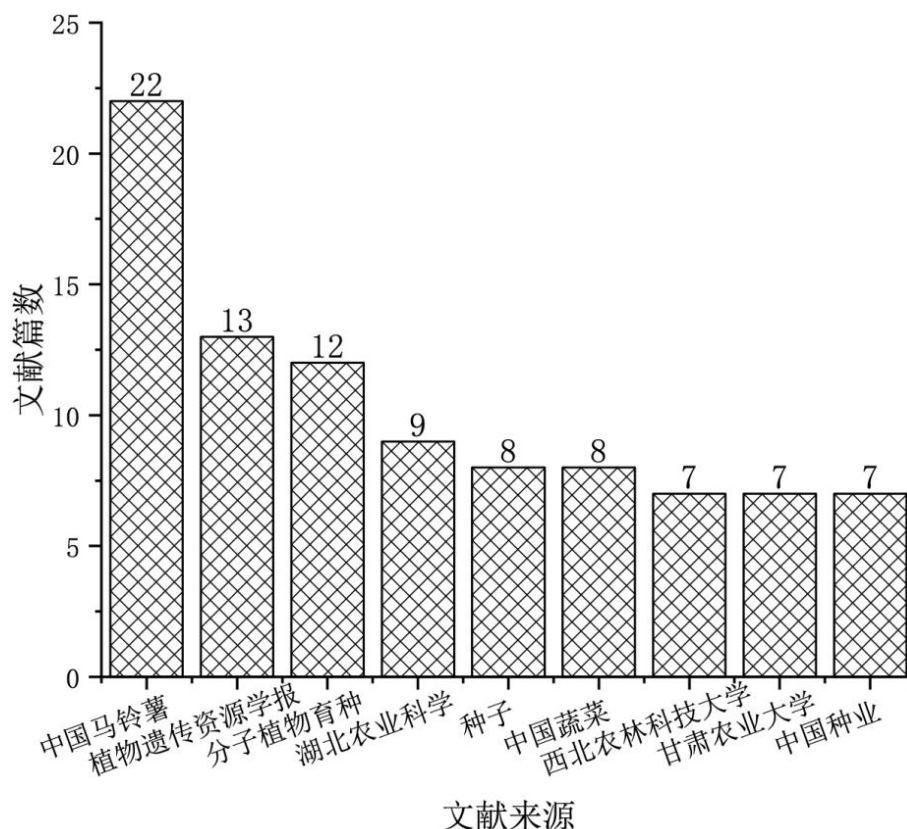


Figure 3. The distribution of literature sources

图 3. 文献来源分布图

3.3. 发文作者分析

通过寻找核心作者以发现某研究领域的骨干力量，核心作者指发文量较多、影响力较大的作者。使用普赖斯公式进行分析： $M = 0.749 N_{\max}^{1/2}$ (M 为核心作者发文数(篇)， N_{\max} 为统计年限中发文量最多的作者的发文数(篇))，发文量 $\geq M$ 的作者即为核心作者[34]。经统计，马铃薯种质研究领域 $N_{\max} = 8$ ，将该数值代入上述的式子中，求得 $M \approx 3$ ，即发文量在 3 篇及以上的作者为核心作者。从表 3 中可得出金黎平、孙邦升、孙海宏、王舰、宋继玲、谢开云、段绍光、屈冬玉、徐建飞、刘喜才、熊兴耀和焦春海等研究人员为该领域的核心作者，属于我国马铃薯种质资源研究领域的核心力量。

在图 4 中，节点代表作者，大小代表作者合作频度，标签字号大小代表中心性，边描述作者合作。由图 4 左上角的信息说明窗口可知： $N = 64$ ， $E = 97$ ， $Density = 0.0481$ 。其中， N 为节点数，表示作者数量； E 为连线数，表示作者间的合作程度，连线越多表明作者间的合作关系越密切度。图中的连线数大于节点数，网络密度较高，说明在开展马铃薯种质研究中，作者间的联系较多。在图中还可以看出金黎平发文数量最多且与较多的作者合作，其次是孙邦升。

Table 3. The frequency distribution table of authors

表 3. 作者发文频次分布表

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
作者	金黎平	孙邦升	孙海宏	王舰	宋继玲	谢开云	段绍光	屈冬玉	徐建飞	刘喜才	熊兴耀	焦春海
发文量	8	6	5	4	4	4	4	4	4	4	3	3

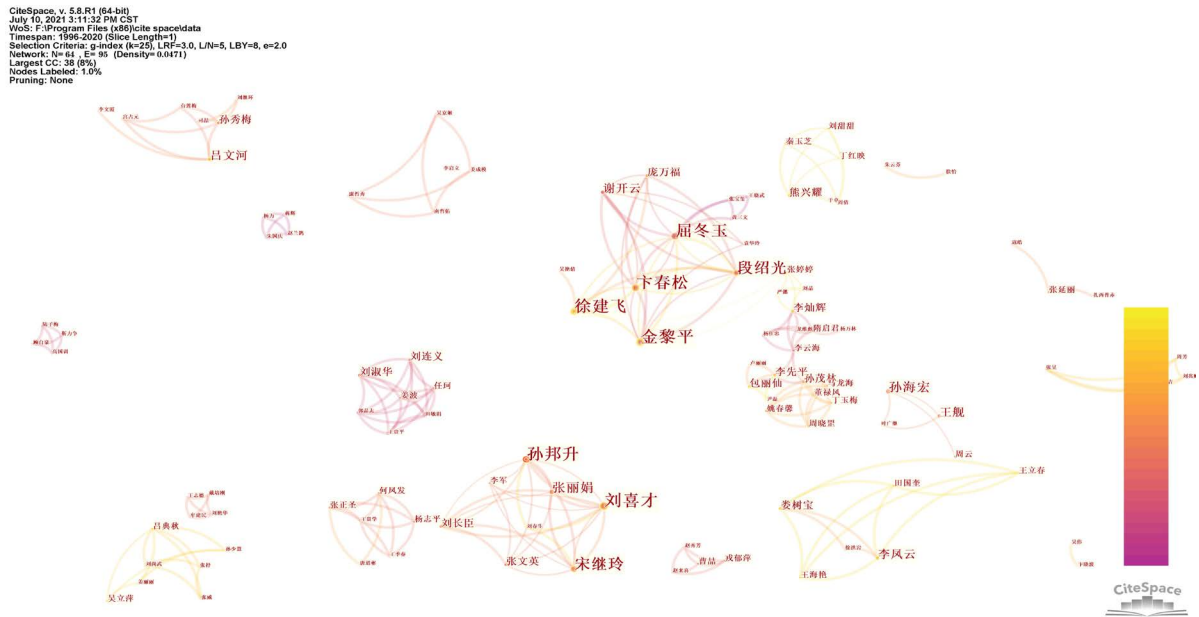


Figure 4. The author analyzes the distribution map
图 4. 作者分析分布图

3.4. 发文机构分析

运行 CiteSpace-Institution, 结果显示机构总数(Nodes)为 25, 机构合作关系总数(E)是 16, 而其合作密度(Density)只有 0.0533, Modularity $Q = 0.06582$, Silhouette 0.3333。一般认为聚类模块值 $Q > 0.3$ 意味着聚类结构显著, $S > 0.5$ 属于聚类合理范围; 从图 5 可以看出, 我国马铃薯种质资源研究机构网络聚类结构并不显著, 且聚类结果较差。合作密度值也只有 0.0533, 这表明各机构间合作网络密度比较弱。造成这个现象的原因可能是马铃薯种质资源研究引起我国广大学者的关注比较晚, 还可能因为知识传播速度以及资源共享程度受制约因素较多, 以至于机构间的合作还没有走向较高的程度。图 5 中字体大小表明该机构的发文数量, 结合表 4 得出发文数量较高的有黑龙江省农业科学院马铃薯研究所、浙江省农业科学院作物与核技术利用研究所、黑龙江省农业科学院克山分院、黑龙江省农业科学院马铃薯研究所, 主要原因可能是我国马铃薯的主产地在西南、西北、内蒙古和东北地区; 从图 4 可以看出这几个所都没有与其他研究机构有合作关系, 基本都是独立完成研究。而云南省农业生物技术重点实验室、寻甸县农业局农技推广工作站、昆明市农业科学院粮食作物研究所、农业部西南作物资源与种质创制重点实验室这几个研究机构的合作度较高, 有可能是因为都地处西南地区, 方便交流合作。

Table 4. Frequency Distribution of Potato Germplasm Resources Issuing Organizations
表 4. 马铃薯种质资源发文机构频次分布表

序号	Frequent 频次	Institutions 机构
1	4	中国农业科学院蔬菜花卉研究所
2	4	浙江省农业科学院作物与核技术利用研究所
3	4	黑龙江省农业科学院克山分院
4	4	黑龙江省农业科学院马铃薯研究所
5	2	农业部西南作物资源与种质创制重点实验室

Continued

6	2	湖北省农业科学院果树茶叶研究所
7	2	甘肃省农业科学院
8	2	昆明市农业科学院粮食作物研究所
9	2	青藏高原生物技术教育部重点实验室
10	2	甘肃省定西市旱作农业科研推广中心
11	2	寻甸县农业局农技推广工作站
12	2	湖北恩施中国南方马铃薯研究中心
13	2	云南省农业生物技术重点实验室
14	2	湖北省农科院经济作物研究所
15	2	云南师范大学马铃薯科学研究院
16	2	云南省农业科学院生物技术与种质资源研究所
17	2	青海省农林科学院生物技术研究所
18	2	青海省高原作物种质资源创新与利用重点实验室
19	2	宁夏大学生命科学学院
20	2	湖北省农业科技创新中心鄂西综合试验站
21	2	国家种质克山马铃薯试管苗保存库
22	2	湖北省农业科学院
23	2	云南师范大学生命科学学院
24	2	教育部青藏高原生物技术重点实验室

4. 讨论

遗传多样性、晚疫病、抗性属于马铃薯种质资源的研究热点。种质的价值取决于其遗传多样性、可用性和实用性。种质资源是解析植物复杂形状和遗传育种的基础，对遗传育种的多样性进行研究有利于鉴定和挖掘有利基因，为优良品种选育提供种质资源和技术支撑。目前，已经开发了许多方法和技术来推进遗传多样性研究，其中分子工具在遗传资源资源的管理和利用中发挥着重要作用[35] [36]。特别是简单序列重复(SSR)分子标记技术因其操作简单、共显性、分辨率高、多态性和可重复性好等优点，是一种理想的方法，已被广泛应用于评估植物的遗传多样性和群落结构[37] [38]。晚疫病是马铃薯的第一大病害，会造成马铃薯大量减产，例如在 1940 造成重庆马铃薯减产 80% [39]。该病于 1830 在德国首次被发现，它的致病菌为致病疫霉。马铃薯在生长发育的过程中极易被致病[40]疫霉侵染，感染后首先在叶部出现症状，然后植株渐渐干枯死亡，如果处理不及时会导致整块地的马铃薯都被感染，最终造成产量的下降。对该病的防治方法主要有生物防治和化学防治。化学防治主要是使用无机铜类、酰胺类、甲氧基丙烯酸酯类等药剂进行防治，这些药剂可以有效防治马铃薯晚疫病。长期使用单一的化学药剂，会使病菌产生抗药性，需要加大剂量和喷施次数才能达到防治效果[40]。但是部分化学农药会残留在土壤中，对人类的身体健康和生态安全产生较大的影响。而生物防治由于其低成本、无毒无残留等优点而被推广使用，例如：梁允刚等发现 *Brevibacillus formosus* 的近缘种对致病疫霉具有良好的一直效果[41]；以牛尾蒿、黑蒿、艾蒿、青蒿及茵陈蒿 5 种植物的乙醇提取物对马铃薯晚疫病有抑菌活性，其中牛尾蒿的抑菌活性最强，抑菌率达到 89% [42]；壳聚糖在体外显着抑制了致病疫霉的菌丝生长和孢子萌发，降低了致病疫霉的抗性[43]。基因工程技术也被应用与马铃薯晚疫病抗性品种研究。迄今为止，已克隆到 20 多个抗晚疫病基因，



Figure 5. Distribution table of issuing agencies for potato germplasm resources
图 5. 马铃薯种质资源发文机构分布表

包括广谱抗性基因 RB/Rpi-blb1、Rpi-blb2 和 Rpi-stol1，以及种特异性抗性基因 R1、R3a 和 R3b [44] [45]，对晚疫病易感马铃薯中的 Avr3a 效应子进行沉默，以开发抗性品种[46]。大量研究表明种薯选用抗病品种是防治马铃薯晚疫病最好的途径，最近报道了 *Solanum albornozii*、*S. agrimoniifolium*、*S. chomatophilum* 等以前未报道的品种以及 JAM1-4 [47] [48]。马铃薯晚疫病抗病品种垂直种植几年后其抗病性就会消失，应每隔 2~3 年选用不同抗病品种[49]，所以晚疫病抗性品种的选育依然是未来的研究热点。抗性研究主要包含抗病性和环境压力耐受性，基因工程技术将抗性基因转入马铃薯中，可获得优良的马铃薯品种。植物目前遇到的环境压力主要是重金属胁迫，而马铃薯种应对重金属的胁迫的基因如天然抗性相关巨噬细胞[50] (*NRAMP*)、重金属 ATPase [51] (*HMA*)及 ATP 结合盒[52] (*ABC*)等已被鉴定出来，但是关于其如何调控镉吸收转运的分子机制鲜有报道，因此，关于马铃薯刊行的研究也依然是未来研究的热点。

本文通过对我国马铃薯种质资源研究热点、作者与机构进行统计分析，为后续研究提供一定的理论依据。

5. 结论

通过对 1996.01~2020.12 的 316 篇期刊进行分析，得出马铃薯研究文献随年份的分布曲线总体呈上升趋势，表明我国对马铃薯种质文献量在逐渐增长，说明大家开始重视马铃薯种质资源研究，对马铃薯种质研究不断加强，在该领域研究的深度不断加深和拓宽。目前的研究层次主要是进行基础研究，研究热点也主要在遗传多样性、晚疫病以及抗性等方面。大部分作者在该领域发表的文献数量是 1~2 篇，而发表量较多的金黎平、孙邦升和孙海宏等被认为是核心作者，且他们与其他发文作者合作比较紧密，合作可以集思广益，得到更多的数据和研究成果。我国马铃薯研究机构的合作密度较弱，造成这个现象的原因可能是马铃薯种质资源研究引起我国广大学者的关注比较晚，以及以马铃薯研究为主的机构相隔较远，缺乏交流机会等。目前，受到全球气候变化等因素的影响，农作物的增产潜力受到制约，期望我国研究人员能依据马铃薯品种资源的特性，针对国内马铃薯种质研究存在的薄弱环节进行深入研究；并加强各

类研究单位之间的科技交流与合作,共同健全马铃薯繁育体系,选育、培育出更多的优良马铃薯品种,为我国马铃薯业的健康发展和壮大做出新的贡献。

基金项目

贵州省科技厅基础条件平台建设项目:贵州省山地畜禽养殖污染控制与资源化检测基础条件平台,黔科合平台人才[2019]5701号;贵州省生物学一流学科建设项目(GNYL[2017]009)。

参考文献

- [1] 刘丽宅,谢晶,汪洋,卢曼曼.马铃薯主食产品研究现状及发展前景[J].粮食加工,2016,41(6):64-67.
- [2] 韩文贺,孙翔,王东峰,姜新新.山东省滕州市马铃薯产地地力评价及治理对策[J].农业科技通讯,2013(5):19-22.
- [3] 樊晓迪,何蒲明.马铃薯主粮化的必要性和可行性研究[J].农业经济,2016(3):12-14.
- [4] 程永芳,张明慧,巩楠,杨琴,宋玉霞.马铃薯种质资源遗传多样性分析及杂交子代 SRAP 鉴定[J].分子植物育种,2015(8):1757-1765.
- [5] 赵祉强,李晓龙.浅议马铃薯的营养价值与功效[J].中国果菜,2019,39(1):45-47.
- [6] 高文霞.马铃薯营养特性及产业化发展的前景[J].食品安全导刊,2019(12):57.
- [7] Kowalczewski, P.L., Olejnik, A., Białas, W., Rybicka, I., Zielińska-Dawidziak, M., Siger, A., *et al.* (2019) The Nutritional Value and Biological Activity of Concentrated Protein Fraction of Potato Juice. *Nutrients*, **11**, Article No. 1523. <https://doi.org/10.3390/nu11071523>
- [8] Camire, M.E., Kubow, S. and Donnelly, D.J. (2009) Potatoes and Human Health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **49**, 823-840. <https://doi.org/10.1080/10408390903041996>
- [9] Zhu, Y.B., Zhang, Y.P., Zhang, J. and Zhang, Y.-B. (2016) Evaluation of Vitamin C Supplementation on Kidney Function and Vascular Reactivity Following Renal Ischemic Injury in Mice. *Kidney and Blood Pressure Research*, **41**, 460-470. <https://doi.org/10.1159/000443447>
- [10] Carr, A.C. and Maggini, S. (2017) Vitamin C and Immune Function. *Nutrients*, **9**, Article No. 1211. <https://doi.org/10.3390/nu9111211>
- [11] 张宇凤,于冬梅,郭齐雅,王寻,赵丽云.马铃薯与人类健康关系的研究进展[J].中国食物与营养,2016,22(5):9-13.
- [12] Bassoli, B.K., Cassolla, P., Murad, G.R.B., Constantin, J., Salgueiro-Pagadiggorria, C.L., Bazotte, R.B., *et al.* (2008) Chlorogenic Acid Reduces the Plasma Glucose Peak in the Oral Glucose Tolerance Test: Effects on Hepatic Glucose Release and Glycaemia. *Cell Biochemistry and Function*, **26**, 320-328. <https://doi.org/10.1002/cbf.1444>
- [13] 林金剑,朱克瑞.浅谈杂粮的营养保健作用[J].粮食与食品工业,2011,18(6):34-38.
- [14] 黄强,舒婷,刘小龙,欧阳满,郑敏.马铃薯的营养价值概述[J].现代食品,2018(16):58-59.
- [15] Arun, K.B., Chandran, J., Dhanya, R., Krishna, P., Jayamurthy, P. and Nisha, P. (2015) A Comparative Evaluation of Antioxidant and Antidiabetic Potential of Peel from Young and Matured Potato. *Food Bioscience*, **9**, 36-46. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2014.10.003>
- [16] 文丽.马铃薯营养价值探讨[J].现代农业科技,2016(4):293-294.
- [17] 王若秋,赵朋,王冬冬,王耀红,陈勤.基于 SSR 标记的彩色马铃薯亲缘关系分析及指纹图谱构建[J].西北植物学报,2018,38(2):249-257.
- [18] 徐建飞,金黎平.马铃薯遗传育种研究:现状与展望[J].中国农业科学,2017,50(6):990-1015.
- [19] 罗文彬,李华伟,许国春,许泳清,纪荣昌,邱思鑫,汤浩.彩色马铃薯种质资源的引进与评价[J].福建农业学报,2019,34(3):278-283.
- [20] 杨春,齐海英.马铃薯种质资源表型性状的遗传多样性分析[J].农学学报,2020,10(1):13-21.
- [21] 余斌.引进马铃薯种质资源表型多样性分析及块茎品质的综合评价[D]:[博士学位论文].兰州:甘肃农业大学,2018.
- [22] 王海岗,贾冠清,智慧,温琪汾,董俊丽,陈凌,王君杰,曹晓宁,刘思辰,王纶,乔治军,刁现民.谷子核心种质表型遗传多样性分析及综合评价[J].作物学报,2016,42(1):19-30.

- [23] Li, Y., Wang, Y., Rui, X., Wang, H., Zuo, J. and Tong, Y. (2017) Sources of Atmospheric Pollution: A Bibliometric Analysis. *Scientometrics*, **112**, 1025-1045. <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2421-z>
- [24] 古家军, 谢风华. 农民创业活跃度影响农民收入的区域差异分析——基于 1997-2009 年的省际面板数据的实证研究[J]. 农业经济问题, 2012(2): 19-23.
- [25] 王麒, 曾宪楠, 冯延江, 孙羽, 宋秋来, 来永才. 基于文献计量的水稻研究态势分析[J]. 中国稻米, 2019, 25(4): 22-26.
- [26] 杨华, 王小萍, 干文芝, 鲜骏仁. 基于 Web of Science 的国际茶多酚类研究文献发展态势分析[J]. 茶叶科学, 2013(6): 541-549.
- [27] 吴同亮, 王玉军, 陈怀满, 周东美. 基于文献计量学分析 2016 年环境土壤学研究热点[J]. 农业环境科学学报, 2017, 36(2): 205-215.
- [28] 杨俏俏, 黄林芳. 基于文献计量学的药用植物基因组学国际研究态势分析[J]. 中国科学: 生命科学, 2018, 48(4): 498-508.
- [29] Chen, C. and Leydesdorff, L. (2014) Patterns of Connections and Movements in Dual-Map Overlays: A New Method of Publication Portfolio Analysis. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, **65**, 334-351. <https://doi.org/10.1002/asi.22968>
- [30] 彭伟, 赵栩, 赵帅, 郑庆龄. 基于文献计量的国内外创业失败比较研究[J]. 研究与发展管理, 2019, 31(4): 139-150.
- [31] 王娟, 陈世超, 王林丽, 杨现民. 基于 CiteSpace 的教育大数据研究热点与趋势分析[J]. 现代教育技术, 2016, 26(2): 5-13.
- [32] 杜师傅, 李娇, 杨芳绒, 陈予诺. 国内景观评价方法研究现状及趋势——基于 Cite Space 的文献计量分析[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2020, 42(7): 168-176.
- [33] 李想, 马蓓蓓, 闫萍. 《人文地理》1986-2015 年载文分析与研究热点[J]. 人文地理, 2018, 33(1): 1-7, 23.
- [34] 崔峰, 尚久杨. 中国农业文化遗产研究的文献计量与知识图谱分析——基于中国知网(CNKI)和 Web of Science 数据库[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2020, 28(9): 1294-1304.
- [35] 颀瑞霞, 张小川, 吴林科, 郭志乾, 张国辉, 余帮强. 马铃薯种质资源主要品质性状分析与评价[J]. 分子植物育种, 2020, 18(20): 6828-6836.
- [36] Chen, C., Chu, Y., Ding, C., Su, X. and Huang, Q. (2020) Genetic Diversity and Population Structure of Black Cottonwood (*Populus deltoides*) Revealed Using Simple Sequence Repeat Markers. *BMC Genetics*, **21**, Article No. 2. <https://doi.org/10.1186/s12863-019-0805-1>
- [37] Singh, R.B., Mahenderakar, M.D., Jugran, A.K., Kushal Singh, R. and Srivastava, R.K. (2020) Assessing Genetic Diversity and Population Structure of Sugarcane Cultivars, Progenitor Species and Genera Using Microsatellite (SSR) Markers. *Gene*, **753**, Article ID: 144800. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2020.144800>
- [38] Filippi, C.V., Aguirre, N., Rivas, J.G., Zubrzycki, J., Puebla, A., Cordes, D., et al. (2015) Population Structure and Genetic Diversity Characterization of a Sunflower Association Mapping Population Using SSR and SNP Markers. *BMC Plant Biology*, **15**, Article No. 52. <https://doi.org/10.1186/s12870-014-0360-x>
- [39] 王芳. 马铃薯晚疫病抗性分子育种研究进展[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(10): 14-19.
- [40] 秦帅, 柯岩, 汪杰, 张静, 张立新. 马铃薯晚疫病防治药剂研究进展[J]. 现代农药, 2020, 19(4): 8-15.
- [41] 梁允刚, 孟晶, 谭兰玉, 耿振龙, 门佳轩, 王小兵, 李衡. 马铃薯晚疫病生防菌的分离鉴定与防治效果[J]. 北方农业学报, 2017, 45(4): 54-57.
- [42] 何彦仪, 罗雨薇, 许美滢, 竺永金, 郑红宇, 胡世俊, 闫晓慧. 5 种蒿属植物提取物对马铃薯晚疫病的抑菌活性研究[J]. 西南林业大学学报(自然科学), 2021, 41(4): 162-167.
- [43] Huang, X., You, Z., Luo, Y., Yang, C., Ren, J., Liu, Y., et al. (2021) Antifungal Activity of Chitosan against *Phytophthora infestans*, the Pathogen of Potato Late Blight. *International Journal of Biological Macromolecules*, **166**, 1365-1376. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.11.016>
- [44] Foster, S.J., Park, T., Pel, M., Brigneti, G., Śliwka, J., Jagger, L., et al. (2009) *Rpi-vnt1.1*, a *Tm-2* Homolog from *Solanum venturii*, Confers Resistance to Potato Late Blight. *Molecular Plant-Microbe Interactions*®, **22**, 589-600. <https://doi.org/10.1094/MPMI-22-5-0589>
- [45] Li, G., Huang, S., Guo, X., Li, Y., Yang, Y., Guo, Z., et al. (2011) Cloning and Characterization of *R3b*; Members of the *R3* Superfamily of Late Blight Resistance Genes Show Sequence and Functional Divergence. *Molecular Plant-Microbe Interactions*®, **24**, 1132-1142. <https://doi.org/10.1094/MPMI-11-10-0276>

-
- [46] Sanju, S., Siddappa, S., Thakur, A., Shukla, P.K., Srivastava, N., Pattanayak, D., *et al.* (2015) Host-Mediated Gene Silencing of a Single Effector Gene from the Potato Pathogen *Phytophthora infestans* Imparts Partial Resistance to Late Blight Disease. *Functional & Integrative Genomics*, **15**, 697-706. <https://doi.org/10.1007/s10142-015-0446-z>
- [47] Karki, H.S., Jansky, S.H. and Halterman, D.A. (2020) Screening of Wild Potatoes Identifies New Sources of Late Blight Resistance. *Plant Disease*, **105**, 368-376. <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-20-1367-RE>
- [48] Zheng, J., Duan, S., Armstrong, M.R., Duan, Y., Xu, J., Chen, X., *et al.* (2020) New Findings on the Resistance Mechanism of an Elite Diploid Wild Potato Species JAM1-4 in Response to a Super Race Strain of *Phytophthora infestans*. *Phytopathology*®, **110**, 1375-1387. <https://doi.org/10.1094/PHTO-09-19-0331-R>
- [49] 李铁锁. 马铃薯病害综合防治方法探讨[J]. 南方农业, 2021(8): 76-78.
- [50] Tian, W., He, G., Qin, L., Li, D., Meng, L., Huang, Y., *et al.* (2021) Genome-Wide Analysis of the NRAMP Gene Family in Potato (*Solanum tuberosum*): Identification, Expression Analysis and Response to Five Heavy Metals Stress. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **208**, Article ID: 111661. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111661>
- [51] He, G., Qin, L., Tian, W., Meng, L., He, T. and Zhao, D. (2020) Heavy Metal Transporters-Associated Proteins in *Solanum tuberosum*: Genome-Wide Identification, Comprehensive Gene Feature, Evolution and Expression Analysis. *Genes*, **11**, Article No. 1269. <https://doi.org/10.3390/genes11111269>
- [52] He, G., Tian, W., Qin L., Meng, L., Wu, D., Huang, Y., *et al.* (2021) Identification of Novel Heavy Metal Detoxification Proteins in *Solanum tuberosum*: Insights to Improve Food Security Protection from Metal Ion Stress. *Science of the Total Environment*, **779**, Article ID: 146197. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146197>