

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2022)02-0177-07

产业开发

DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2022.02.010

基于2010~2020年CNKI的研究文献分析 中国彩色马铃薯研究现状

谢婉*, 岳诚, 鲜登宇

(巴中市绿色农业创新发展研究院, 四川 巴中 636000)

摘要: 为分析中国彩色马铃薯研究现状, 采用文献计量学统计方法, 以中国知网(<http://www.cnki.net/>)为数据源, 对2010~2020年中国彩色马铃薯领域研究文献进行了论文数量、年份分布、期刊分布、省份分布和研究内容统计分析。中国彩色马铃薯领域发文量总体较少, 四川、甘肃和云南对彩色马铃薯研究较多, 浙江开展的研究最为深入全面。彩色马铃薯研究学科分布主要集中在农作物和轻工业, 研究内容最多的是遗传育种和引种栽培, 加工方向食品类开发较多, 医用开发方面还停留在前期原理探索过程。总体来说, 中国彩色马铃薯研究工作不够深入, 优秀的彩色马铃薯品种较少, 整体产量偏低, 产中产后研究不够深入, 马铃薯花青素提取的工艺成本较高, 在工业、医学等彩色马铃薯能产生极高经济附加值的领域未有成熟的产品, 制约了彩色马铃薯产业的发展。

关键词: 彩色马铃薯; 文献分析; 分类统计; 文献计量学

Research Status of Colorful Potato in China: Literature Analysis Based on CNKI from 2010 to 2020

XIE Wan*, YUE Cheng, XIAN Dengyu

(Bazhong Academy of Green Agriculture and Innovative Development, Bazhong, Sichuan 636000, China)

Abstract: Classified statistical methods were adopted and CNKI (<http://www.cnki.net/>) data source was used for analysis of the colorful potato literatures from 2010 to 2020 in China about quantity, annual distribution, periodicals distribution, geographical distribution and research contents of related literatures in order to understand the research status of colorful potatoes in China. The total number of articles published in the field of colorful potatoes in China was relatively small. Sichuan, Gansu and Yunnan Provinces did more researches, and Zhejiang Province did the most in-depth and comprehensive research on colorful potatoes. The disciplines mainly concentrated in crop and light industry, and most research contents were about genetics and breeding, and variety introduction and cultivation. In the processing field, the study direction tended to be in food development, and medical development was still in the early stage of exploration. Overall, the research about colorful potatoes in China is not deep enough. There are few elite colorful potato varieties, and the yield is low. The research about production and post-production is not deep enough either. The cost of potato anthocyanin extraction is high, and there are no mature products in the fields of industry and

收稿日期: 2022-04-05

作者简介: 谢婉(1982-), 女, 副研究员, 从事马铃薯育种、栽培研究。

*通信作者(Corresponding author): 谢婉, E-mail: hulixw@163.com。

medicine, which could produce high economic added value, thus restrict the development of colorful potato industry.

Key Words: colorful potato; literature analysis; classified statistic; bibliometrics

中国马铃薯种植面积及总产量均居世界第一位^[1]。薯皮、薯肉为彩色, 具有特别营养价值的马铃薯, 称为彩色马铃薯。彩色马铃薯富含花青素, 具有抑制肿瘤细胞等多种保健功能^[2], 开发前景广阔。文献报道产量最高的为2013~2014年在巴彦淖尔市种植的‘铃田黑彩’, 产量为50 691 kg/hm²^[3], 其次为2012年广西钦州地区种植的‘黑金刚’, 产量为41 702.70 kg/hm²^[4]。‘黑美人’的产量和花色苷含量均低于‘黑金刚’^[4-7]。

彩色马铃薯具有较高的蛋白质含量^[8], 维生素C含量也较高^[9], 富含花青素, 具有一定的保健功能。马铃薯多酚类化合物明显抑制肝癌和结肠癌细胞体外增殖^[10], 紫色马铃薯皮花色苷提取物能有效抑制雄激素非依赖性前列腺癌Du145、PC-3细胞的增殖^[11]。推测马铃薯花色苷提取物可能是通过抗氧化和促氧化两种机制同时抑制细胞的增殖, 并且可能与半胱天冬酶机制以及雄性激素相关^[12]。同时, 研究表明紫马铃薯花色苷提取物能显著地抑制3T3-L1前脂肪细胞的增殖, 减少细胞中脂质的沉积, 具有减肥降脂的功效^[13]。紫色马铃薯花色苷还具有降血糖的作用^[14]。

2010~2020年已研究克隆并分析了参与紫色马铃薯花青素合成途径中重要的基因*F3H*和*CHS*^[15]、*StF3'5'H*、*StDFR*和*StUFGT*^[16]、*DFR*^[17]、*StDof2*^[18]、*R2R3 MYB*^[19]、*StANI*^[18]、*St4CL*^[20]等。彩色马铃薯花青素含量与品种相关, 不同的栽培条件亦影响花青素的含量。海拔越高, 花青素含量越高^[21]。同一品种的不同器官在不同生育时期花青素含量不同^[22]。

彩色马铃薯已开发的产品主要为食品类, 包括紫马铃薯全粉^[23]、紫马铃薯饮料和米酒^[24]、紫色马铃薯冲调营养粉^[25]、全粉蛋糕^[26]、彩色马铃薯馒头^[27]、饼干^[28]、沙琪玛^[29]等。

马铃薯花青素提取工艺主要为有机提取液浸提, 并利用树脂纯化。研究表明, 用盐酸甲醇作提取液提取出的花色苷含量显著高于盐酸乙

醇^[30], 利用优化乙醇浸提法提取花青素, 并辅以超声、微波、加压、脉冲等提取方法, 可显著提高紫马铃薯花青素的提取量^[31], 纯化树脂有AB-8大孔树脂^[32]、D-101树脂^[33]等。本文以中国知网(<http://www.cnki.net/>)为数据源, 对2010~2020年发表在国内期刊上彩色马铃薯领域研究文献进行了统计分析, 从文献计量学角度分析彩色马铃薯研究领域的发展动态、现状及趋势, 以供国内同行开展下一步彩色马铃薯研究工作参考。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

以中国知网为数据源, 采用高级检索, 以“彩色”“紫色”“马铃薯”为检索关键词, 检索2010~2020年发表在国内期刊上的所有相关研究文献, 搜索结果人工排除综述、新闻、获奖信息等非研究类文献, 共检索出文献242篇。

1.2 研究方法

采用文献计量学及Excel 2013统计分析。

2 结果与分析

2.1 文献量的年份分布

2010~2020年发表在国内期刊上的文献共242篇, 数量较少, 2019年发表文献最多, 为32篇, 2011年最少为14篇, 各年度发表文献数整体变化不大(表1), 说明这11年来中国彩色马铃薯研究工作开展较少, 重视度不够。

2.2 文献作者隶属机构及省份分布

开展彩色马铃薯研究的机构共102家, 其中发文超过5篇的机构共14家(表2), 占13.73%, 主要为各大农业院校, 其次为农业研究机构, 说明中国彩色马铃薯的研究力量主要集中在国有高校和事业单位。内蒙古农业大学开展研究最多, 其次是西北农林科技大学和云南省农业科学院, 3所院校均位于中国马铃薯主产区。发文超过5篇的机构论文总数占所有论文总数的45.48%, 其他

大部分机构发表文献较少, 侧面说明各机构对彩色马铃薯研究不深入。

各省份发文情况如表3所示, 全国共24个省份(市)开展了彩色马铃薯研究。发文量前3位省份分别为四川、甘肃和云南, 均属于中国的马铃薯主产区, 而发文量并列第四位的浙江并非马铃薯

主产区。进一步研究浙江省发表的论文, 研究内容包括彩色马铃薯的引种栽培、彩色马铃薯花青素提取工艺、彩色马铃薯花青素的医用研究等全产业链的技术, 研究较其他省份更深入, 说明浙江省在挖掘彩色马铃薯高附加值方面的研究投入更多。

表1 2010~2020年国内发表有关彩色马铃薯论文年份分布

Table 1 Year distribution of articles about colorful potatoes published in China from 2010 to 2020

年份 Year	年文献量(No.) Annual article quantity	占比(%) Proportion
2010	15	6.20
2011	14	5.79
2012	30	12.40
2013	19	7.85
2014	21	8.68
2015	26	10.74
2016	26	10.74
2017	23	9.50
2018	18	7.44
2019	32	13.22
2020	18	7.44
总计 Total	242	100

2.3 不同期刊的载文分布

2010~2020年发表彩色马铃薯相关文献的期刊共有102种, 其中发文超过5篇的期刊有6种(表4), 共发论文42篇, 占论文总量的17.36%, 其中食品类居多, 其次为分子植物育种。说明中国发表马铃薯的期刊种类众多, 但食品深加工类的期刊较少且集中。同时说明, 中国彩色马铃薯的开发与利用依旧主要停留在前端的育种和食品初加工阶段。

2.4 文献学科分布情况

马铃薯研究文献共涉及4类学科, 研究方向主要集中在农作物和轻工业, 分别占总学科的70.66%和24.79%(表5)。说明目前中国彩色马铃薯科研工作主要集中在基础性研究, 其次是轻工业方面, 在医学方面略有涉足, 但整体开发不够深入, 开发面

窄, 彩色马铃薯的附加值未能充分发挥和利用。

2.5 文献研究的内容及对象

242篇彩色马铃薯领域研究文献可分为遗传育种、引种栽培、提取测定、食品开发、医用开发和贮藏6个主题类型(表6)。结果表明, 彩色马铃薯研究最多的领域为遗传育种和引种栽培, 针对食品粗加工和花青素的提取和含量测定也有一定的研究, 医用开发和贮藏的研究工作相对薄弱, 医用研究主要在浙江、江苏和湖北3省开展。

文献中彩色马铃薯的品种(系)涉及众多, 主要品种有‘黑美人’‘黑金刚’‘红美’‘紫云1号’和‘红玉’(表7)。其中以‘黑美人’为主要研究对象的文章占8.68%, 以‘黑金刚’为主要研究对象的文献占8.26%, 说明‘黑美人’‘黑金刚’在中国种植面积相对较广。

表2 2010~2020年发表有关彩色马铃薯论文总量超过5篇的机构

Table 2 Institutions which published more than five articles about colorful potatoes from 2010 to 2020

发文机构 Institution	文献数量(No.) Article number	占比(%) Proportion
内蒙古农业大学 Inner Mongolia Agricultural University	19	7.85
西北农林科技大学 Northwest A&F University	11	4.55
云南省农业科学院 Yunnan Academy of Agricultural Sciences	10	4.13
浙江大学 Zhejiang University	9	3.72
四川农业大学 Sichuan Agricultural University	9	3.72
重庆市农业科学院 Chongqing Academy of Agricultural Sciences	8	3.31
云南农业大学 Yunnan Agricultural University	7	2.89
成都市农林科学院 Chengdu Academy of Agriculture and Forestry Sciences	6	2.48
东北农业大学 Northeast Agricultural University	6	2.48
甘肃省农业科学院 Gansu Academy of Agricultural Sciences	5	2.07
湖南农业大学 Hunan Agricultural University	5	2.07
华中农业大学 Huazhong Agricultural University	5	2.07
甘肃农业大学 Gansu Agricultural University	5	2.07
福建省农业科学院 Fujian Academy of Agricultural Sciences	5	2.07
总计 Total	110	45.48

表3 2010~2020年发表有关彩色马铃薯论文总量超过10篇的省份

Table 3 Provinces which published more than 10 articles about colorful potatoes from 2010 to 2020

省份 Province	文献数量(No.) Article number	占比(%) Proportion
四川 Sichuan	24	9.92
甘肃 Gansu	23	9.50
云南 Yunnan	23	9.50
内蒙古 Inner Mongolia	22	9.09
浙江 Zhejiang	22	9.09
陕西 Shaanxi	20	8.26
湖北 Hubei	16	6.61
贵州 Guizhou	13	5.37
黑龙江 Heilongjiang	12	4.96
重庆 Chongqing	10	4.13
总计 Total	185	76.43

表4 2010~2020年国内发表有关彩色马铃薯论文超过5篇的期刊

Table 4 Journals which published more than five articles about colorful potatoes from 2010 to 2020

刊名 Journal	文献数量(No.) Article number	占比(%) Proportion
食品工业科技 Food Industry Technology	9	3.72
中国食物与营养 Chinese Food and Nutrition	8	3.31
分子植物育种 Molecular Plant Breeding	7	2.89
食品研究与开发 Food Research and Development	7	2.89
食品科学 Food Science	6	2.48
西南农业学报 Southwest Agricultural Journal	5	2.07
总计 Total	42	17.36

表5 2010~2020年国内发表有关彩色马铃薯论文学科分布

Table 5 Discipline distribution of domestic published articles about colorful potatoes from 2010 to 2020

学科 Subject	文献数量(No.) Article number	占比(%) Proportion
农作物 Crop	171	70.66
轻工业 Light industry	60	24.79
医学 Medical science	10	4.13
植保 Plant protection	1	0.41

表6 2010~2020年国内发表有关彩色马铃薯论文主题分布

Table 6 Theme distribution of domestic published articles about colorful potatoes from 2010 to 2020

主题类型 Topic type	文献数量(No.) Article number	占比(%) Proportion
遗传育种 Genetics and breeding	88	36.36
引种栽培 Introduction and cultivation	80	33.06
食品开发 Food development	38	15.70
提取测定 Extraction and determination	22	9.09
医用开发 Medical development	9	3.72
贮藏 Storage	5	2.07
总计 Total	242	100

表7 2010~2020年主要研究彩色马铃薯品种分析
Table 7 Main tested colorful potato varieties from 2010 to 2020

品种 Variety	文献数量(No.) Article number	占比(%) Proportion
黑美人 Black beauty	21	8.68
黑金刚 Black king kong	20	8.26
红美 Red beauty	14	5.79
红玉 Red jade	8	3.31
紫云1号 Ziyun 1	8	3.31
总计 Total	71	29.35

3 讨 论

研究结果表明, 2010~2020年中国彩色马铃薯领域发文量总体较少, 年度间变化不大, 文献作者的隶属机构较多, 对彩色马铃薯开展深入研究的机构较少, 说明中国彩色马铃薯研究工作不够深入, 社会重视度不高。对彩色马铃薯研究较多的省份是四川、甘肃和云南, 浙江开展的研究最为全面, 更加重视彩色马铃薯高附加值产业的发展。

彩色马铃薯研究学科范围分布较少, 主要集中在农作物和轻工业, 研究最多的是遗传育种和引种栽培, 产品开发中食品类开发较多, 在医用开发方面还停留在前期原理探索过程。说明中国彩色马铃薯的研究还比较粗浅, 优秀的彩色马铃薯品种较少, 整体产量偏低, 对影响马铃薯花色苷形成的分子机理研究不够透彻, 马铃薯花青素提取的工艺成本较高, 深加工产品种类较少, 在工业、医学等彩色马铃薯能产生极高经济附加值的领域未有成熟的产品, 制约了彩色马铃薯产业的发展。

总之, 中国在彩色马铃薯领域的整体科研能力不足, 产中产后研究不够深入, 未能充分挖掘和发挥彩色马铃薯的经济效益。本文从多方面揭示了中国彩色马铃薯近年来的科研状况及成果, 分析了薄弱环节, 为今后中国彩色马铃薯研究发展提供参考。

[参 考 文 献]

- [1] 贾晶霞, 杨德华, 李建东, 等. 中国与世界马铃薯生产概况对比分析与研究 [J]. 农业工程, 2011, 1(2): 84-86.
- [2] 郭赵娟, 吴焕章. 彩色马铃薯营养价值与主要品种 [J]. 现代农业科技, 2008(17): 107, 109.
- [3] 赵娜, 冯君伟, 刘晓东, 等. 巴彦淖尔市彩色马铃薯新品种比较试验初报 [J]. 园艺与种苗, 2017(7): 56-58.
- [4] 解华云. 彩色马铃薯在钦州地区的引种栽培试验 [J]. 广西农学报, 2013, 28(3): 5-7.
- [5] 王中美, 李树举, 万国安, 等. 彩色马铃薯在洞庭湖区引种试验 [C]//陈伊里, 屈冬玉. 马铃薯产业与农村区域发展. 哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 2013: 293-296.
- [6] 杨军. 紫色马铃薯新品种引种试验 [J]. 上海蔬菜, 2014(5): 17-18.
- [7] 于振, 徐龙飞, 苏成付, 等. 不同品种紫色马铃薯花色苷含量及组分分析 [J]. 食品工业, 2016, 37(12): 269-272.
- [8] 徐丽珊, 戴一辉, 谢子玉, 等. 七种彩色马铃薯的蛋白质营养评价 [J]. 浙江师范大学学报: 自然科学版, 2020, 43(1): 13-18.
- [9] 罗文彬, 李华伟, 许国春, 等. 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.
- [10] 王全逸. 马铃薯多酚类化合物对结肠癌和肝癌细胞增殖的影响及花色苷生物合成关键酶基因的研究 [D]. 南京: 南京农业大学, 2010.
- [11] 方芳. 紫色马铃薯花色苷提取物体外抗前列腺癌研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2014.

- [12] 陈建杨. 特色马铃薯花色苷体外抗癌活性研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2013.
- [13] 吴奇辉. 紫马铃薯花色苷分离纯化及降脂减肥活性研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2014.
- [14] 王亚云. 紫色马铃薯花色苷提取工艺及其降血糖活性的研究 [D]. 武汉: 武汉工程大学, 2016.
- [15] 朱青. 紫色马铃薯花青素相关基因的克隆及表达分析 [D]. 重庆: 西南大学, 2011.
- [16] 胡朝阳. 紫色马铃薯色素合成相关基因的克隆及分析 [D]. 宁波: 宁波大学, 2011.
- [17] 肖继坪, 王琼, 郭华春. 彩色马铃薯二氢黄酮醇 4-还原酶 (DFR) 基因的克隆及生物信息学分析 [J]. 分子植物育种, 2011, 9(6): 728-735.
- [18] 张园, 林春, 王海珍, 等. 彩色马铃薯 StDof2 转录因子的克隆与序列分析 [J]. 分子植物育种, 2018, 16(20): 6551-6556.
- [19] 谈欢, 刘玉汇, 李丽霞, 等. 马铃薯块茎花色苷合成相关 R2R3 MYB 蛋白基因的克隆和功能分析 [J]. 作物学报, 2018, 44(7): 1021-1031.
- [20] 谢海娟, 范希德, 叶广继, 等. 马铃薯 *St4CL* 的克隆及表达分析 [J]. 生物技术通报, 2019, 35(11): 1-8.
- [21] 郑顺林, 张仪, 李世林, 等. 不同海拔高度对紫色马铃薯产量、品质及花青素含量的影响 [J]. 西南农业学报, 2013, 26(4): 1420-1423.
- [22] 关巍, 石瑛, 王凤义. 彩色马铃薯 PAL 活性与花色苷积累的关联性研究 [J]. 吉林农业科学, 2014, 39(1): 74-79.
- [23] 黄洪媛, 罗二波, 秦礼康. 紫色马铃薯颗粒全粉生产工艺优化 [J]. 食品科学, 2011, 32(22): 135-142.
- [24] 陈杰华. 新型紫马铃薯功能性食品工艺研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2012.
- [25] 刘家艳, 曹敏, 黄茜, 等. 紫色马铃薯冲调营养粉配方研制与主要功能成分分析 [J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2013, 38(10): 51-56.
- [26] 童丹, 韩黎明, 原彩虹, 等. 紫色马铃薯全粉蛋糕的研制 [J]. 中国食物与营养, 2016, 22(12): 57-61.
- [27] 陈中爱, 刘永翔, 陈朝军, 等. 彩色马铃薯馒头的制备及质构特性主成分分析 [J]. 食品科技, 2016, 41(9): 163-166.
- [28] 刘莉, 黄华, 朱思洁, 等. 添加紫色马铃薯全粉的韧性饼干制作工艺研究 [J]. 食品研究与开发, 2019, 40(20): 92-95.
- [29] 刘莉, 李仕泽, 蒋思峡, 等. 紫色马铃薯全粉沙琪玛生产工艺的优化 [J]. 粮食与油脂, 2019, 32(11): 45-49.
- [30] 刘国敏, 吴玉, 郑虚, 等. 桂彩薯 1 号马铃薯花色苷提取方法的比较及降解影响因子研究 [J]. 黑龙江农业科学, 2020(6): 93-97.
- [31] 杨晓彤, 王明宇, 刘丽萍. 紫马铃薯花青素提取方法及稳定性研究 [J]. 南方农业, 2020, 14(24): 156-159.
- [32] 于世莹, 王文秀, 马倩云, 等. 紫马铃薯花色苷的提取、纯化及其稳定性研究 [J]. 食品工业科技, 2020, 41(21): 156-163.
- [33] 崔倩. 紫马铃薯花色苷的提取纯化和结构鉴定 [D]. 杭州: 浙江大学, 2011.