

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2022)03-0266-05

DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2022.03.008

中国马铃薯全粉加工型品种研究进展

王 腾¹, 马 爽^{1,2}, 金光辉^{1*}

(1. 黑龙江八一农垦大学农学院, 黑龙江 大庆 193319; 2. 黑龙江省农业科学院克山分院, 黑龙江 齐齐哈尔 161005)

摘要: 随着国家主粮化战略的实施, 马铃薯加工产业迅猛发展, 全国对于加工型品种尤其是全粉加工型品种的需求日益增加。对目前国内马铃薯全粉加工型品种的登记现状、选育状况及评价体系进行了综述, 并分析了目前马铃薯全粉品种研究的不足, 以期今后全粉加工型马铃薯品种的选育提供一些启迪。

关键词: 马铃薯; 全粉; 品种; 加工

Research Progress in Development of Potato Granule and Flake Processing Varieties in China

WANG Teng¹, MA Shuang^{1,2}, JIN Guanghui^{1*}

(1. College of Agronomy, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 193319, China;

2. Keshan Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar, Heilongjiang 161005, China)

Abstract: The potato processing industry has developed rapidly with implementation of the strategy of potato as staple food in China. The demand for processing varieties, especially the granule and flake processing varieties, is increasing. The status of registration, breeding and evaluation system of potato granule and flake processing varieties in China were reviewed, and the shortcomings of the present research on potato granule and flake varieties were analyzed in order to provide some enlightenment for the breeding of potato granule and flake processing varieties in the future.

Key Words: potato; granule and flake; variety; processing

马铃薯是继水稻、玉米、小麦之后的世界第四大粮食作物。中国是世界上最大的马铃薯生产国, 种植面积与总产量均居世界首位, 但相较于发达国家, 中国马铃薯加工能力不足, 加工型品种, 尤其是全粉加工型品种缺乏。随着马铃薯主粮化战略的实施, 中国对马铃薯全粉的需求日益增加, 全粉加工企业对原料的需求日益增长, 这

对马铃薯全粉加工品种的选育提出了更高要求。对马铃薯全粉加工型品种的研究现状进行综述, 以期全粉加工型品种的选育提供思路, 促进中国马铃薯全粉加工型品种的研究。

1 全国马铃薯品种登记现状

自2017年马铃薯等非主要农作物实行登记政

收稿日期: 2022-06-08

作者简介: 王腾(1989-), 男, 硕士, 助理研究员, 主要从事马铃薯遗传育种研究。

*通信作者(Corresponding author): 金光辉, 副教授, 主要从事马铃薯遗传育种与高产栽培研究, E-mail: ghjin1122@163.com。

策以来,截至2021年11月,全国共登记马铃薯新品种351个(数据来源于农业农村部)^[1],其中鲜食型品种278个,占79.20%,全粉加工专用型品种3个,仅占0.85%;适宜全粉加工的兼用品种29个,占8.26%。兼用品种中,加工型兼用品种(包含淀粉、炸条、炸片用途的兼用品种)4个,鲜食、淀粉、全粉兼用的品种9个,鲜食、全粉兼用型品种8个,特色兼用型品种6个,鲜食、淀粉、全粉、炸条炸片兼用的品种2个。

按年份来看,2017年登记1个鲜食品种。2018年登记145个品种,包括鲜食品种100个,淀粉专用品种7个,炸条炸片品种9个,全粉专用品种2个(‘北薯1号’和‘宁薯6号’),兼用型品种27个(其中,可加工全粉的兼用型品种9个);可加工全粉品种(包括专用与兼用型品种)占总登记品种的7.59%。2019年登记74个品种,包括鲜食品种46个,淀粉专用品种3个,炸条炸片品种1个,全粉专用品种1个(‘宁薯18号’),兼用型品种23个(其中,可加工全粉的兼用型品种15个);可加工全粉品种(包括专用与兼用型品种)占总登记品种的21.62%。2020年登记96个品种,包括鲜食品种75个,炸条炸片品种2个,特色品种3个,未写明用途品种1个(‘垦薯1号’,符合全粉品种指标),无全粉专用品种与淀粉专用品种,兼用型品种15个(其中,可加工全粉的兼用品种3个);可加工全粉品种占总登记品种的3.13%。2021年登记35个品种,包括鲜食品种27个,淀粉专用型品种4个,无炸条炸片与全粉专用品种,兼用型品种4个(其中,可加工全粉的兼用品种2个);可加工全粉品种占总登记品种的5.71%。

由近年的品种登记现状看,全国登记品种多以鲜食品种为主,全粉型品种的数量与比例均较低,一般不超过10%,但2019年可用作全粉加工的品种登记达到20%以上。从这些全粉品种的品质指标看,并不完全符合全粉品种要求,一般全粉品种要求薯块芽眼浅,干物质含量19.9%以上,淡黄或白肉,还原糖含量0.3%以下,最高不超过0.4%^[2],但登记的全粉品种中,干物质含量最低达到了18.88%,还原糖含量最高达到0.68%~

0.85%。若以干物质含量>19.9%、还原糖含量<0.3%、淡黄或白肉为标准在登记的非全粉加工品种中进行筛选,符合全粉加工条件的品种达到60个以上。因此,对于全粉品种的鉴定与筛选有必要加大力度。

2 全粉加工型品种鉴定研究现状

刘振亚^[3]通过支链、直链淀粉含量、糊化特性(黏度值、破损值、回生值、糊化温度和峰值时间)等淀粉品质测定,从6个马铃薯品种中筛选出‘青薯9号’具有最低的直链淀粉含量,较低的崩解值和最低的抗性淀粉含量,可适用于马铃薯全粉的加工。李铁梅等^[4]采用强制决定法对测定的16个马铃薯品系的蛋白质、还原糖、可溶性固形物、脂肪、水分等营养成分进行权重分配并计算得分,筛选出适宜全粉加工的品系‘D6’。

侯飞娜等^[5]对收集的22个全国主栽品种的全粉从氨基酸评分、化学评分、必需氨基酸指数、生物价和营养指数进行评价,认为‘大西洋’蛋白质的营养价值最高,‘夏坡蒂’‘一点红’次之。田鑫等^[6]、田鑫^[7]利用扫描电子显微镜、理化分析方法、红外及二维相关光谱技术对4个品种马铃薯雪花全粉的微观结构、理化品质以及分子结构进行了表征,4个品种中‘冀张薯8号’的马铃薯雪花全粉在溶解度、膨胀度以及冻融稳定性3个方面的表现更优。马翠芳等^[8]以‘青薯2号’‘青薯9号’‘脱毒175’‘闽薯’‘下寨’和‘乐薯’6个马铃薯品种为原料制备马铃薯全粉,通过对其理化、功能性质和微观结构的测定,明确了6个马铃薯品种全粉的品质和结构特性。韩黎明等^[9]比较了‘黑美人’与‘陇薯7号’马铃薯颗粒全粉的蛋白质、淀粉、维生素C、灰分、花青素含量、氨基酸构成等营养品质指标以及色泽、碘蓝值、持水率、持油率、吸水率、溶解度、膨胀度、沉淀指数、最低胶凝浓度等理化和加工特性,认为‘黑美人’马铃薯颗粒全粉较普通马铃薯颗粒全粉营养价值更高,食品加工性能更优。施杨琪等^[10]以14个品种的马铃薯全粉为材料,测定了马铃薯全粉的粘度特性、质构特性、糊化特性、回生特性等理化特性指标,并通过相

关性分析、主成分分析和聚类分析,对14个马铃薯品种全粉用途进行了归类。

朱新鹏和郭全忠^[11]通过品质指标测定与加工全粉的功能指标测定,筛选出品种‘秦芋30’‘秦芋32’‘0406-1’‘0406-9’‘安薯56’‘鄂5’符合加工全粉的要求。原霁虹等^[12]比较了甘肃省定西市主栽的7个品种的干物质、总淀粉、直链淀粉、还原糖、维生素C含量等品质指标,并以微波工艺生产马铃薯颗粒全粉,比较了碘蓝值、持水性、持油性等全粉功能指标,认为除‘克新1号’外,‘费乌瑞它’‘陇薯3号’‘青薯6号’‘冀张薯8号’‘陇薯6号’‘庄薯3号’均符合全粉加工的要求。赵月等^[13]以辽宁省主栽的11个马铃薯品种块茎为原料,测定其原料品质指标(总淀粉、蛋白质、还原糖、脂肪、粗纤维和氨基酸),采用捣碎制泥工艺生产马铃薯颗粒全粉,并测定颗粒全粉功能性指标(碘蓝值、透光率、冻融稳定性、持水和持油性),分析了11个品种的差异。

由全粉品种的鉴定工作可以看出,评价方法包括块茎品质指标测定法、全粉品质测定法及二者结合的方法,鉴定出多个全粉品种,并对不同品种的马铃薯全粉用途做出分类与鉴定。同时发现,各位学者采用的指标与全粉制备方法差异较大,未形成统一有效的鉴定体系。因此,有必要对全粉品种的鉴定评价体系进行研究。

3 全粉加工型品种评价体系研究现状

目前全粉加工型品种的鉴定评价方法可分为块茎品质指标测定法、全粉品质测定法及二者结合的方法进行评价。

块茎品质指标测定法进行的鉴定中,刘振亚^[3]采用的指标为直链淀粉含量、淀粉粘度、崩解值、抗性淀粉、可消化淀粉含量等;李铁梅等^[4]选择的是蛋白质、还原糖、可溶性固相物、脂肪、水分含量等指标。

全粉品质测定及块茎品质与全粉品质结合鉴定研究见表1。由表1可以看出,全粉制备以蒸煮→烘干的方式制备熟全粉为主,少部分采用冻干法及微波法。由全粉制备流程看,在熟化方式上差

异较小,一般采用蒸煮的方式,时间在15~30 min,在护色和干燥方式上则存在较大差异。护色方式分为不护色、预煮护色、护色液护色等,干燥方式则分为常压烘干、真空烘干、冷冻干燥等。由测定指标看,全粉品质指标以水分、碘蓝值、持油性、持水性为主,部分研究还测定了溶解度、膨胀度、糊化特性等指标,块茎品质指标则包括干物质、淀粉、直链淀粉、还原糖、维生素C含量等。

由表1可见,对全粉品种的评价宜选择块茎品质与全粉品质测定相结合,原料品质指标可选择干物质、淀粉、还原糖、维生素C含量为基本指标,以直链淀粉、蛋白质、脂肪、粗纤维含量为辅;全粉品质指标以水分、碘蓝值、持水性、持油性为基本指标,以溶解度、崩解度、冻融稳定性、糊化特性等为辅。

对于实验室全粉制备条件的研究,刘振亚^[3]选择‘青薯9号’作为马铃薯颗粒全粉加工品种,探究了浸钙处理、熟化方式和干燥方式对马铃薯颗粒全粉的游离淀粉含量、功能特性和表现形态学的影响。以游离淀粉含量作为评价指标,当Ca²⁺浓度75.0 mg/L,熟化方式为高温高压,干燥方式为真空冷冻干燥时,马铃薯颗粒全粉游离淀粉含量最低;不同工艺条件下马铃薯颗粒全粉的结构破坏程度不同,最佳工艺条件下马铃薯颗粒全粉的结构破坏程度最小。潘锋等^[14]研究了物理和化学方法对全粉制备中褐变的抑制情况,认为马铃薯切片在5~8 mm时,浸泡于浓度为0.8%维生素C液中10 min护色效果最好。孙平等^[15]研究认为全粉制备中最佳护色条件为:热烫时间2 min,护色液(0.10%维生素C、0.30%植酸、0.40%柠檬酸、0.35% L-半胱氨酸)70℃,护色20 min。周清贞^[16]研究得出全粉最佳护色组合为维生素C 0.1%,植酸0.3%,柠檬酸0.4%,L-半胱氨酸0.35%;干燥条件为切片小于0.3 cm在50~60℃下干燥6~8 h,并可采用微波辅助干燥。吴笛^[17]研究得出护色与干燥的最佳工艺条件为:切片厚度8 mm,蒸煮10 min,热风干燥温度90℃,干燥时间7 h。童丹等^[18]研究认为紫色马铃薯的全粉加工最优参数为

表 1 全粉品种鉴定的马铃薯全粉制备流程及测定指标

Table 1 Preparation process and measurement indicators of potato granule and flake for variety identification

序号 Number	全粉制备流程 Preparation process	测定指标 Measurement indicator	研究者 Researcher
1	新鲜马铃薯→洗净→汽蒸(105℃, 30 min)→剥皮→碾碎→烘干→粉碎(过100目筛)	全粉品质: 水分、灰分、粗蛋白、粗纤维、粗脂肪含量、总淀粉含量、氨基酸组成	侯飞娜等 ^[5]
2	新鲜马铃薯→清洗去皮→切片(厚度8 mm)→预煮(70℃, 20 min)→冷却→蒸煮(100℃, 15 min)→揉碎制泥→真空干燥(65℃, 12 h)→粉碎过筛(100目, 取筛下物)	全粉品质: 微观结构、水分、灰分、蛋白质、淀粉含量、碘蓝值、溶解度、膨胀度、冻融稳定性、糊化特性、老化特性(透光率、碘蓝值、凝沉性)	田鑫等 ^[6] 、田鑫 ^[7]
3	无发芽、发绿、破损腐烂现象的新鲜马铃薯→清洗干净→100℃蒸制30 min→去皮, 切片, 厚度为8 mm左右→常压烘箱70℃干燥16 h→粉碎过100目筛, 取筛下物	全粉品质: 水分、灰分、蛋白质、脂肪、还原糖含量、吸水指数、溶解度、持油能力、粘度、红外光谱、扫描电镜和X-射线衍射分析	马翠芳等 ^[8]
4	原料(鲜马铃薯)→清洗→闪蒸去皮→切片→漂烫→护色(0.2% 柠檬酸、0.1% 氯化钙、0.15% 维生素C)→冷却→蒸煮→打浆混合→ ↑ 回填 一次干燥→过筛分级→成品干燥→产品	全粉品质: 干物质、蛋白质、淀粉、直链淀粉、还原糖、维生素C、灰分、氨基酸含量、碘蓝值、持油能力、持水能力、冻融特性、溶解度和溶胀度、沉淀值、最低胶凝浓度、花青素含量、色泽	韩黎明等 ^[9]
5	原料选择→清洗→去皮护色(0.3%~0.5% NaCl 溶液护色)→切片(厚度4 mm)→预煮(沸水中预煮3 min)→蒸煮(15~20 min)→干燥(60℃, 7 h)→粉碎→筛分(80目筛)→全粉成品	块茎品质: 干物质、总淀粉、直链淀粉、还原糖、维生素C含量 全粉品质: 碘蓝值、持水性、持油性	朱新鹏和郭全忠 ^[11]
6	新鲜马铃薯块茎→洗净→汽蒸(105℃, 30 min 至蒸熟)→剥皮→碾碎→烘干(65℃, 至恒重)→粉碎→过筛(100目)→备用	块茎品质: 总淀粉、蛋白质、还原糖、脂肪、粗纤维、氨基酸含量 全粉品质: 碘蓝值、透光率、冻融稳定性、持水和持油性	赵月等 ^[13]
7	冷冻干燥法: 新鲜马铃薯→洗净削皮→切成薄片(0.5 cm左右)→-80℃冷冻12 h→冷冻干燥48 h(-50℃, 真空度50 Pa以下)→磨成马铃薯粉	全粉指标: 淀粉含量、粘度特性、质构特性、糊化特性、回生特性	施杨琪等 ^[10]
8	微波工艺: 清洗→去皮→切片(3.0 mm)→微波加热(1 000 W、180 s)→鼓风干燥(70℃、8 h)→粉碎→成品	块茎品质: 干物质、总淀粉、直链淀粉、还原糖、维生素C含量 全粉品质: 碘蓝值、持水性、持油性	原霁虹等 ^[12]

漂烫时间 25 min, 蒸煮温度 95℃, 蒸煮时间 35 min, 干燥温度 120℃。

由全粉制备条件研究可以看出, 护色与干燥方式是影响马铃薯全粉外观和品质的关键因素与重要环节, 研究也较深入。其中护色方式选择以复合护色剂为主, 一般采用维生素 C、柠檬酸等抑制酶促褐变, 采用氯化钙增强抗非酶褐化的能

力。干燥方式则以真空冷冻干燥工艺制作的马铃薯全粉品质最好, 微波干燥工艺次之, 热风干燥工艺最差; 从干燥成本来说, 热风干燥工艺的成本最低, 而真空冷冻干燥工艺的成本最高^[19]。

另外, 近年来关于生全粉加工工艺的研究日渐增多^[20-22], 今后全粉品种的筛选也可借鉴相关研究, 进行生全粉加工品种的鉴定, 为今后全粉

加工品种的选择打好基础。

4 存在问题及展望

通过对登记品种、全粉品种鉴定及鉴定体系的综述,认为当前马铃薯全粉加工型品种的研究存在以下不足。

4.1 全粉加工型品种数量过少

近年来,登记品种多以鲜食型品种为主,全粉加工型品种较少,推广应用的更少,其原因可能是缺乏有效的鉴定手段,仅通过块茎品质指标不能更好地进行鉴定。

4.2 全粉加工品种评价体系较混乱,缺乏统一标准

有的只评价块茎品质,有的只评价全粉品质,且不同学者选择的评价指标又不完全相同,不同研究间对比性不强。同时,缺乏指标评价的标准,评价时多应用对比法,筛选出指标最优的品种,而不是通过制定指标标准进行评价,这可能会造成某些品种的漏选。

4.3 品种推广薄弱,更新换代慢

目前全粉生产主要采用的‘大西洋’是1978年由美国引进,至今已应用了43年,亟待替换。新老品种的轮换更多的原因是市场需求的变化^[23],因此,应积极进行全粉品种研究,做好全粉品种的储备工作,并开展与食品加工学科的交叉研究,把握全粉食品的现状与发展,为全粉品种选育打好基础。

今后工作重点:(1)做好对现有品种的鉴定工作;(2)积极选育替代品种;(3)积极开展新技术育种;(4)积极引进全粉加工型品种资源。相信通过育种家的努力,中国马铃薯品种的选育前景会愈加广阔。

[参 考 文 献]

- [1] 中华人民共和国农业农村部. 农业农村部关于印发《“十四五”全国农产品产地市场体系发展规划》的通知 [EB/OL]. [2022-04-01]. <http://www.moa.gov.cn/nybg>.
- [2] 李艳梅. 专用型马铃薯品种介绍 [J]. 青海农林科技, 2012(1): 62-63.
- [3] 刘振亚. 不同品种马铃薯的加工适应性及应用研究 [D]. 银川: 北方民族大学, 2019.
- [4] 李铁梅, 王玺, 刘美玉, 等. 不同品系马铃薯营养成分测定及筛选研究 [J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(12): 4069-4074.
- [5] 侯飞娜, 木泰华, 孙红男, 等. 不同品种马铃薯全粉蛋白质营养品质评价 [J]. 食品科技, 2015, 40(3): 49-56.
- [6] 田鑫, 夏冬, 戴理民, 等. 不同品种马铃薯雪花全粉品质特性与分子结构表征 [J]. 食品工业科技, 2017, 38(13): 7-12, 18.
- [7] 田鑫. 不同品种马铃薯全粉微观结构与品质特性研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2017.
- [8] 马翠芳, 邹鹏仁, 梁欣悦, 等. 青海省不同品种马铃薯全粉品质及结构分析 [J]. 食品工业科技, 2019, 40(7): 70-75.
- [9] 韩黎明, 童丹, 杨新俊. ‘黑美人’马铃薯颗粒全粉品质特性分析 [J]. 食品工业科技, 2019, 40(17): 251-256.
- [10] 施杨琪, 黄茜蕊, 茹炜崇, 等. 14种不同马铃薯全粉的理化特性差异分析 [J]. 核农学报, 2021, 35(7): 1593-1600.
- [11] 朱新鹏, 郭全忠. 不同品种马铃薯的颗粒全粉功能品质分析 [J]. 保鲜与加工, 2015, 15(4): 62-65.
- [12] 原霁虹, 陈亚兰, 高娜, 等. 甘肃定西地区主栽品种马铃薯颗粒全粉品质分析 [J]. 中国食物与营养, 2018, 24(3): 15-17.
- [13] 赵月, 吕美, 杨华. 辽宁省主栽品种马铃薯块茎和马铃薯全粉的品质分析 [J]. 粮油食品科技, 2020, 28(1): 70-75.
- [14] 潘锋, 葛亮, 杨清香, 等. 马铃薯全粉加工过程中防褐变的研究 [J]. 食品研究与开发, 2009, 30(7): 92-95.
- [15] 孙平, 周清贞, 高洁, 等. 马铃薯全粉加工过程中的护色 [J]. 食品研究与开发, 2010, 31(10): 43-46.
- [16] 周清贞. 马铃薯全粉的制备及其应用的研究 [D]. 天津: 天津科技大学, 2010.
- [17] 吴笛. 马铃薯全粉制备工艺简化及改良研究 [J]. 食品工业, 2016, 37(12): 59-63.
- [18] 童丹, 韩黎明, 杨新俊. 紫色马铃薯颗粒全粉加工关键工艺参数优化 [J]. 食品研究与开发, 2020, 41(6): 65-72.
- [19] 于洪剑, 白爱枝, 杨晓炜, 等. 马铃薯干燥方法的研究进展 [J]. 核农学报, 2017, 31(4): 743-748.
- [20] 李超, 牛宇鹏, 吴俊彩. 马铃薯生全粉护色工艺研究 [J]. 安徽农业科学, 2021, 49(8): 188-190.
- [21] 杨娇. 预处理对不同干燥方式制备的马铃薯全粉干燥特性及品质影响 [D]. 呼和浩特: 内蒙古大学, 2021.
- [22] 王新伟, 赵仁勇, 王彦波, 等. 马铃薯生全粉制备过程中复合护色工艺的优化 [J]. 食品工业, 2020, 41(4): 127-130.
- [23] Talburt W F, Smith O. Potato processing [M]. Berlin: Springer Nature, 1987.