

谢一芝, 郭小丁, 贾赵东, 等. 中国淀粉型甘薯育种现状及展望[J]. 江苏农业学报, 2019, 35(5): 1240-1245.
doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2019.05.034

中国淀粉型甘薯育种现状及展望

谢一芝, 郭小丁, 贾赵东, 马佩勇, 边小峰, 禹 阳
(江苏省农业科学院粮食作物研究所/农业部种养结合重点实验室, 江苏 南京 210014)

摘要: 淀粉型甘薯品种选育是中国甘薯育种的主要目标之一, 中国的高淀粉甘薯育种始于上世纪 80 年代的“六五”, 此后, 各育种单位育成了一系列优良的淀粉型甘薯品种。为了使中国淀粉型甘薯品种选育更上一个台阶, 本文通过对中国淀粉甘薯品种选育历程的回顾, 阐述了不同时期淀粉型甘薯品种的选育目标及品种审定(鉴定)标准, 论述了中国淀粉型甘薯品种的育种方法, 总结了我国淀粉型甘薯育种成就, 着重分析了 2003-2016 年淀粉型甘薯育种进展, 探讨了中国淀粉型甘薯育种思路和策略。

关键词: 甘薯; 淀粉; 育种

中图分类号: S531 文献标识码: A 文章编号: 1000-4440(2019)05-1240-06

Progresses and prospects on sweetpotato breeding for starch use in China

XIE Yi-zhi, GUO Xiao-ding, JIA Zhao-dong, MA Pei-yong, BIAN Xiao-feng, YU Yang
(*Institute of Food Crops, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Crop and Livestock Integrated Farming, Nanjing 210014, China*)

Abstract: The breeding of sweetpotato varieties for starch use is one of the main objectives of sweetpotato breeding in China. High starch sweetpotato breeding in China began in the Sixth Five-Year Plan of the 1980s. Since then, a series of excellent sweetpotato varieties for starch use have been developed. In order to make the breeding of sweetpotato varieties for starch use get better, in this paper, the history of sweetpotato breeding for starch use was reviewed. The breeding objective of sweetpotato varieties for starch use and the criteria for variety certification (identification) were clarified in different periods. The breeding methods of sweetpotato varieties for starch use were introduced. The achievements of sweetpotato breeding for starch use were summarized. The breeding progress of starch-type sweetpotato varieties from 2003 to 2016 was emphatically analyzed. The breeding ideas and strategies of sweetpotato for starch use were discussed.

Key words: sweetpotato; starch; breeding

甘薯不仅是重要的粮食作物, 而且还是重要的淀粉加工原料和能源作物。在上世纪粮食紧缺的 50-60 年代, 甘薯是当时的主粮, 曾有“一季甘薯半

年粮”的说法。自上世纪 70 年代后期开始, 随着中国粮食生产的发展, 粮食紧张局面得到缓解, 甘薯作为主粮的作用逐步被淡化, 当时甘薯除了作为粮食外, 还用作饲料和淀粉加工原料, 特别是进入上世纪 80 年代后, 随着中国甘薯加工业的发展, 甘薯作为淀粉加工原料的比例逐渐提高, 曾一度超过甘薯总产量的 55%。由于甘薯光合能力强, 单位面积的淀粉产量是一般谷类作物所不及, 甘薯已成为生产淀粉的主要原料作物^[1-3]。

收稿日期: 2019-04-13

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项(CARS-10-C3)

作者简介: 谢一芝(1962-), 男, 江苏宜兴人, 学士, 研究员, 主要从事甘薯遗传育种研究。(Tel) 025-84390309; (E-mail) xyz@jaas.ac.cn

中国的甘薯生产主要分为南方薯区、北方薯区和长江流域薯区,其中南方薯区以种植食用型品种为主,长江流域薯区则以食用与加工型并重,北方薯区以淀粉加工型为主。中国的一些大型淀粉加工企业主要集中在北方,如山东柳絮集团和河南天豫薯业股份有限公司等。在上世纪 70 年代后期淀粉加工业刚兴起时,用于加工淀粉的甘薯品种主要以兼用型品种为主,为满足淀粉加工业的需要,中国从上世纪 80 年代初开始重视高淀粉品种选育,为此,国家在“六五”期间启动了高淀粉甘薯育种攻关,此后,淀粉型甘薯品种选育始终是甘薯育种的一个主要目标,并取得了较大的进展。为了使中国淀粉型甘薯品种选育更上一个台阶,本文将对中国淀粉型甘薯品种选育作一回顾,并对今后中国淀粉型甘薯育种进行展望。

1 淀粉型甘薯品种选育目标及品种审定(鉴定)标准

中国的高淀粉甘薯品种选育始于上世纪 80 年的“六五”期间,“六五”国家甘薯育种攻关启动了“甘薯高淀粉、高产、抗病新品种选育”项目,育种目标为淀粉含量高(春薯 24%,夏薯 20%),抗根腐病或茎线虫病或黑斑病,淀粉产量比对照品种徐薯 18 增产 10%以上。“七五”国家甘薯育种攻关提出了专用型甘薯品种选育,专用型甘薯品种包括工业原料用、食用和食品加工用和饲料用等品种,其中淀粉工业原料用甘薯品种选育目标为薯块光滑整齐,薯肉洁白,淀粉质量好,淀粉含量高(春薯淀粉含量比对照品种徐薯 18 高 5%,夏薯高 3%),淀粉产量比对照品种徐薯 18 增产 10%以上。“八五”国家甘薯育种攻关项目“甘薯新品种选育及育种技术研究”将甘薯育种分为两个方向,方向一是高产、稳产、抗病兼用型甘薯品种选育,淀粉型甘薯包含其中,这类品种的选育指标为薯肉色黄至白色,干物率北方薯区不低于 27%,长江流域薯区不低于 26%,南方薯区不低于 25%,鲜薯产量比对照品种徐薯 18 或南薯 88 增产 10%以上,抗一种主要病害;方向二是食用型甘薯品种选育。“九五”国家甘薯育种攻关项目“甘薯新品种选育研究”将甘薯育种分为四个方向,一是高产兼用型甘薯品种选育,二是食品加工用甘薯品种选育,三是淀粉加工用甘薯品种选育,四是饲料用甘薯品种选育,其中淀粉加工用甘薯品种选育

目标为淀粉含量 20%以上(比对照品种徐薯 18 高 2 个百分点以上),鲜薯产量不低于当地主栽品种,淀粉产量超过当地主栽品种 10%以上,抗一种当地主要病害。

“十五”(2000 年)开始,国家攻关停止,原先的甘薯育种攻关目标被全国甘薯品种鉴定目标所替代,甘薯品种也由原来的审定变为鉴定。北方薯区、南方薯区和长江流域薯区三大薯区的甘薯品种区域试验都制订了各自的品种鉴定标准,其中北方薯区和南方薯区都将淀粉型甘薯归属兼用型品种,根据对照品种不同鉴定标准略有差异,北方薯区的兼用型甘薯品种鉴定标准为薯干产量比对照品种脱毒徐薯 18 增产 10%以上,鲜薯产量不低于脱毒徐薯 18,薯块干物率与脱毒徐薯 18 相当,抗一种以上主要病害,综合性状好。南方薯区兼用型甘薯品种的鉴定标准为鲜薯和薯干产量高于对照品种金山 57,干物率和淀粉率高于对照品种金山 57,抗薯瘟或蔓割病。长江流域仍然将淀粉型甘薯品种单独列为一类,其鉴定标准为薯块干物率 33%以上,或淀粉率比对照品种南薯 88 高 2~3 个百分点,淀粉产量比对照品种南薯 88 增产 10%以上,抗一种以上主要病害。

2006 年开始北方薯区的淀粉型甘薯品种鉴定标准又从兼用型品种中分离出来,从此,北方、南方和长江流域三大薯区制定了统一的淀粉型甘薯品种鉴定标准,三大薯区的对照品种分别为徐薯 18、金山 57 和南薯 88,鉴定标准为淀粉产量比对照品种增产 8%以上,淀粉率比对照品种高 1 个百分点以上,抗一种以上主要病害。2010 年全国三大薯区的甘薯品种区域试验对照品种进行更换,北方薯区和长江流域薯区的对照品种统一用徐薯 22,南方薯区的对照品种更换成广薯 87,因徐薯 22 和广薯 87 的产量均高于原先的对照品种,因此鉴定标准中产量的增产幅度由原先的比对照品种增产 8%下调至增产 5%,其他指标不变。自 2016 年起甘薯品种由鉴定进入登记阶段,全国甘薯品种区域试验也于 2015 年结束,此后,全国甘薯品种区域试验由国家甘薯产业技术体系组织的品种筛选鉴定试验所替代。

2 淀粉型甘薯育种方法

甘薯高淀粉高产育种是甘薯育种的主要目标之

一,从育种途径来分可分为品种间杂交和种间杂交,从育种方法来分可分为定向配组杂交法、放任授粉法和集团杂交法。

2.1 品种间杂交育种

品种间杂交育种是甘薯育种的主要手段,包括利用优异资源或创新的种质进行配组杂交,然后再对后代进行筛选鉴定,最终选育出优异的淀粉型品种,其中优异资源的筛选和种质创制是品种间杂交育种的关键。中国的淀粉型甘薯品种选育主要采用品种间定向配组杂交育种法,其次是放任授粉法和集团杂交法^[4-5]。集团杂交法自 20 世纪 80 年代开始在中国应用,近年来育种单位主要在自然条件下能开花的海南省采用集团杂交育种法,由于集团杂交育种法省工,制种容易,近年来已成为中国甘薯育种的主要方法之一,但该方法预见性相对较差。

2.2 种间杂交育种

甘薯种间杂交育种是指在甘薯属中的栽培种和甘薯近缘野生种之间的杂交,种间杂交育种可将甘薯野生种或近缘种的某些优良基因导入到甘薯栽培种中,目前在甘薯育种上得到利用的主要是六倍体野生种 (*I. trifida*, 6X),如日本在上世纪 70 年代育成的高淀粉品种南丰就是利用六倍体野生种 (*I. trifida*, 6X) 与甘薯栽培种杂交和回交选育而成。江苏省农业科学院粮食作物研究所在上世纪 80 年代开始种间杂交育种,并利用六倍体的野生种 (*I. trifida*, 6X) 与甘薯栽培种杂交,再通过与栽培种 2 次回交育成了淀粉型甘薯品种苏渝 303 和渝苏 297^[6-7]。

3 淀粉型甘薯育种进展

3.1 “六五”(1982–1985 年)期间育成的淀粉型甘薯品种

自上世纪 70 年代开始,中国的淀粉加工业得到了快速发展,淀粉型甘薯品种选育被提上议事日程,并成立了全国高淀粉甘薯育种攻关组,通过全国有关单位的共同努力,在“六五”期间育成了烟薯 3 号、淮薯 3 号、浙薯 1 号、胜南、徐 77-6、鲁薯 1 号和郑红 4 号等淀粉加工型甘薯品种,这些品种在生产上得到大面积推广应用,为中国的淀粉加工业的发展提供了技术支撑。

3.2 “七五”(1986–1990 年)期间育成的淀粉型甘薯品种

“七五”国家攻关延续了“六五”的高淀粉甘薯育种项目,在“七五”期间全国共育成淀粉加工用甘薯品种 8 个,如绵粉一号、苏薯 2 号、遗 306、皖 197、苏薯 3 号、豫薯 3 号、冀薯 2 号和鲁薯 5 号,其中绵粉一号、遗 306 和苏薯 2 号的干物率均在 35.0% 以上,淀粉率在 25.0% 以上。绵粉一号是四川省绵阳市农业科学研究所从 79-14×79-96 杂交组合后代中选出,干物率 37.7%,淀粉率 26.9%,抗黑斑病。遗 306 是中国科学院遗传研究所从南丰×徐薯 18 的杂交组合后代中选出,干物率 36.5%,淀粉率 26.3%,抗黑斑病,耐旱、耐贮藏。苏薯 2 号是江苏省农业科学院粮食作物研究所从南丰×栗子香的杂交组合后代中选出,干物率 35.5%,淀粉率 25.9%,高抗根腐病,中抗黑斑病和茎线虫病,该品种于 1994 年获农业部科技进步三等奖。

3.3 “八五”(1991–1995 年)期间育成的淀粉型甘薯品种

在“六五”高淀粉育种和“七五”淀粉加工专用型甘薯品种选育的基础上,“八五”国家攻关基于淀粉加工型甘薯品种在生产上的推广应用情况,对专用型甘薯品种选育方向和目标进行了一些调整。“六五”和“七五”期间高淀粉甘薯育种攻关育成的一些高淀粉甘薯品种的淀粉含量均在 25% 以上,但由于淀粉含量与鲜薯产量呈显著负相关,高淀粉品种的鲜薯产量一般较低,虽然高淀粉品种给淀粉加工企业提供了优质的原料,节省了成本,提高了效益,但由于没有建立淀粉加工专用甘薯生产基地,导致高淀粉含量的甘薯在收购时没有做到优质优价,种植户的种植效益和积极性受到影响,使高淀粉品种的推广难度加大。“八五”国家甘薯育种攻关将淀粉加工用甘薯列入“高产、稳产、抗病兼用型甘薯品种选育”一类。在“八五”期间全国共育成各类甘薯品种 21 个,其中兼用型甘薯品种(包括淀粉加工用)16 个,包括豫薯 6 号、皖薯 3 号、渝薯 34、鲁薯 6 号、鲁薯 7 号、豫薯 7 号、豫薯 8 号、瑞薯 1 号、绵粉 3 号、福薯 26、遗字 513、冀薯 11-13、苏薯 5 号、湘薯 14、南薯 95 和川薯 1774,推广面积较大的品种有豫薯 6 号、皖薯 3 号和豫薯 8 号等,其中豫薯 6 号于 1994 年获河南省科技进步一等奖,皖薯 3 号于 1996 年获安徽省科技进步一等奖,豫薯 8 号于 1997 年获

河南省科技进步二等奖。

3.4 “九五”(1996–2000 年)期间育成的淀粉型甘薯品种

“九五”期间育成的淀粉加工型甘薯品种主要有:苏渝 303、苏薯 7 号、苏薯 9 号、皖薯 6 号、皖薯 7 号、烟薯 16、济薯 14、鄂薯 2 号、豫薯 9 号、豫薯 12、南薯 99、烟 251 和济 121 等。其中苏渝 303 系江苏省农业科学院粮食作物研究所与重庆市甘薯研究中心合作从宁 B58-5×苏薯 1 号的杂交组合后代中选育而成,并先后获得重庆市科技进步二等奖、江苏省科技进步三等奖和中华农业科技三等奖^[6-7]。苏薯 9 号干物率 29%,高抗根腐病、抗茎线虫病、抗黑斑病,是一个多抗短蔓型甘薯品种,适合与烟草等作物套种,该品种于 2000 年通过江苏省甘薯品种审定,2001 年通过全国甘薯品种审定,2001 年获国家甘薯新品种补助。苏薯 7 号系江苏徐州甘薯研究中心从济薯 10 号×AIS0122-2 的杂交后代中选出,该品种干物率 29.9%,高抗根腐病和茎线虫病,获江苏省科技进步三等奖。

3.5 “十五”及其以后育成的淀粉型甘薯品种

“十五”开始国家攻关计划停止,取而代之的是国家“863”计划、国家支撑计划和行业专项等。甘薯新品种选育主要以专用型品种选育为主,包括淀粉加工型甘薯品种选育、兼用型甘薯品种选育、食用和食品加工用型甘薯品种选育、特用型甘薯品种选

育(高胡萝卜素和高花青素)和蔬菜型甘薯品种选育。2001 年开始国家不再进行品种审定,取而代之的是品种鉴定,因区试的延后性,国家甘薯品种最后一次审定为 2002 年,其中豫薯 13 是最后一轮通过国家审定的甘薯品种之一,该品种于 2008 年获河南省科技进步二等奖。

甘薯新品种鉴定自 2003 年起至 2016 年结束,2017 年起甘薯被列入非主要农作物品种登记。据全国甘薯品种区域试验总结资料统计,2003–2016 年国家共鉴定各类甘薯品种 174 个,其中淀粉型品种 45 个,占 25.86%,兼用型品种 22 个,占 12.64%,这两类甘薯品种合计 67 个,占鉴定品种总数的 38.50%,其他类型中食用型甘薯品种 38 个,占 21.84%,紫心型甘薯品种 42 个,占 24.14%,蔬菜用型甘薯品种 21 个,占 12.07%,高胡萝卜素型甘薯品种 6 个,占 3.45%。结果分析表明兼用型甘薯品种的平均鲜薯产量比淀粉型甘薯品种高 6.91%,平均薯干产量比淀粉型甘薯品种低 3.14%,平均干物率比淀粉型甘薯品种低 3.41 个百分点。2016 年是全国甘薯品种鉴定的最后一年,这一年共鉴定通过了各类甘薯品种 32 个,其中淀粉型品种 6 个:烟薯 29 号、济薯 25、洛薯 11 号、湘薯 98、渝薯 1 号和苏薯 29^[8],兼用型品种 2 个:龙薯 31 号和福薯 604,其他类型品种 24 个(表 1)。

表 1 2003–2016 年通过国家鉴定的淀粉型及兼用型甘薯品种

Table 1 Starch type and dual-purpose type sweetpotato identified in China from 2003 to 2016

品种类型	鉴定品种数	占鉴定总品种 (%)	鲜薯		薯干		淀粉		平均干物率 (%)	平均淀粉率 (%)
			平均产量 (kg/hm ²)	比对照增加 (%)	平均产量 (kg/hm ²)	比对照增加 (%)	平均产量 (kg/hm ²)	比对照增加 (%)		
淀粉型品种	45	25.86	29 904.0	-3.98	9 682.2	10.20	6 576.0	15.50	32.54	22.38
兼用型品种	22	12.64	3 1971.0	6.71	9 378.2	10.48	6 164.4	12.98	29.13	19.34

2003–2016 年育成并在生产上大面积推广应用的淀粉加工型甘薯品种有:商薯 19、徐薯 22、济薯 21 和济薯 25 等。商薯 19 干物率 29.7%,高抗根腐病、抗茎线虫病,2003 年通过全国甘薯品种鉴定委员会鉴定,由于该品种产量高、适应性广、稳产性好、抗性强而深受广大薯农的欢迎,目前是全国第一大淀粉型甘薯品种。徐薯 22 干物率

31.0%,中抗根腐病,2003 年通过江苏省品种审定,2005 年通过国家品种鉴定,目前是北方薯区和长江流域薯区甘薯品种区域试验的对照品种,2013 年获中华农业科技一等奖。济薯 21 于 2007 年通过国家甘薯品种鉴定,2008 年通过山东省甘薯品种审定,干物率 34.6%,抗根腐病和茎线虫病,2014 年被确定为山东省甘薯品种区域试验的

对照品种,该品种是山东省农业科学院获得 2016 年度山东省科技进步一等奖“济薯系列专用甘薯新品种培育与加工利用”中的主要品种。济薯 25 干物率 36.2%,高抗根腐病,抗茎线虫病,不抗黑斑病。济薯 25 以 5 年 1.00×10^6 元的价格将独占实施权成功转让给了山东泗水利丰食品有限公司,创造了中国甘薯品种权转让记录。

2017-2018 年由国家甘薯产业技术体系育种研究室的育种岗位专家牵头分别在南方、北方和长江流域薯区组织了淀粉型甘薯品种筛选鉴定,其目的是筛选出产量高、品质优、抗性强的优良甘薯品种推荐到生产上应用,其中 2017 年对 20 个淀粉型甘薯品种进行了筛选鉴定,筛选鉴定出 11 个淀粉型甘薯品种,2018 年对 24 个淀粉型甘薯品种进行了筛选鉴定,筛选鉴定出 10 个淀粉型甘薯品种,两年鉴定并推荐给薯农在生产上应用的主要品种有商薯 19、济薯 25、渝薯 27、冀薯 98、湘薯 98、苏薯 29、郑红 23、烟薯 29、皖薯 7 号、桂粉 3 号和龙薯 14 等。

4 淀粉型甘薯育种展望

4.1 加强高淀粉甘薯种质的引进和创制

种质是育种的基础,淀粉型甘薯品种的选育需要有丰富的优异种质资源,上世纪 80 年代中国引进的日本高淀粉品种金千贯和南丰成为中国高淀粉育种的骨干亲本,对中国的高淀粉育种起到了重要的作用。上世纪 90 年代江苏徐州甘薯研究中心从国际马铃薯中心提供的实生种子中选出了一些优异的中间材料,如 AB94078.1,该品系的块根干物率比徐薯 18 高 8 个百分点,且高抗茎线虫病,是一个集高干物率、高抗病于一体的优异中间材料,并且被全国有关育种单位广泛利用^[9]。

高淀粉种质创制是淀粉型甘薯品种选育的关键环节,育种实践证明中间育种材料的创制和应用对淀粉型甘薯品种选育起到极其重要的作用,江苏省农业科学院粮食作物研究所利用绵粉一号为亲本与其他品种杂交筛选创制出一批优异的高淀粉中间育种材料,如宁 97-9-1,宁 97-9-2 和宁 99-9-5 等,并以这些中间材料为亲本先后育成了苏薯 23 号、苏薯 24 号、苏薯 26 号、渝苏 8 号、彭苏 2 号和皖苏 178 等 6 个淀粉型甘薯品种,利用种间杂交法创制的宁 B58-5 等优异种质在育种上得

到利用^[6]。因此积极引进和创制优异的淀粉型甘薯资源和中间材料对提高淀粉型甘薯育种效率具有积极的作用。

4.2 淀粉型甘薯育种方法

淀粉型甘薯品种选育主要采用品种间杂交途径,育种方法主要是定向配组杂交法,近年来为了使杂交制种更为简便,放任授粉法和集团杂交法逐步受到育种者的青睐,育种实践表明品种间的定向配组杂交法仍然是较为有效的高淀粉育种方法,定向杂交可对亲本某一性状的不足进行定向改良,如一个品种综合性状较好,但抗性表现较差,可以选用抗性好的亲本与之杂交,使品种的抗性得到改良,从而选育出抗性好、综合性状优良的甘薯品种。江苏省农业科学院粮食作物研究所长期坚持采用定向的品种间杂交育种方法,选育出了一系列优良的甘薯品种^[6]。由于中国甘薯资源较为匮乏,在很大程度上限制了淀粉型甘薯育种跨越式发展,从育种实践来看,种间杂交育种不失为一种有效的淀粉型甘薯育种手段。

随着生物技术的发展,生物技术在育种上的利用日趋广泛,生物技术在改善品质、增强品种抗逆性等方面发挥着重要作用,并可以大大缩短育种周期,提高育种效率。淀粉型甘薯育种应加强生物技术同常规育种方法的结合,建立高效的甘薯育种技术体系,这将利于有益基因的聚集,加快甘薯育种进程,从而实现在较短时期内育成优良品种的目的,使甘薯高淀粉高产育种在较短时间内获得突破。特别是近年来随着基因编辑技术的发展,使性状的定向修饰成为可能,这一技术在甘薯育种上的应用将改变传统的育种理念,使淀粉型甘薯品种选育上一新台阶。

4.3 淀粉型甘薯育种策略

由于甘薯鲜薯产量与淀粉含量呈显著负相关,一般高淀粉品种的鲜薯产量都较低。选用高淀粉甘薯为原料是甘薯淀粉加工企业提高经济效益的重要因素,淀粉率每提高 1 个百分点,淀粉加工经济效益可提高 5%^[10]。淀粉加工型甘薯品种追求的是单位面积的淀粉产量,育种上过度重视淀粉率的提高,而忽视鲜薯产量,或追求鲜薯产量而不注重淀粉率的选择都是不可取的,最终都不利于单位面积淀粉产量的提高。因此淀粉型甘薯育种策略可考虑两种方案,一是大型淀粉加工企

业与科研单位合作选育高淀粉甘薯品种,建立高淀粉甘薯生产基地,实行订单保护价收购,做到优质优价,如山东泗水利丰集团选用山东省农业科学院作物研究所育成的高淀粉品种济薯 25 为淀粉加工用品种,实行保护价收购,收购价格一般比其他品种每 1 kg 高 0.2 元,这样既保护了种植者的效益,又为企业实现节本增效,提高了企业的生产效益。另一种方案是选育高产中淀粉率淀粉型甘薯品种,做到鲜薯产量与淀粉含量兼顾,这样使淀粉加工企业和甘薯种植户都能接受,品种推广容易,如商薯 19 的淀粉含量为 20%左右,但鲜薯产量高,薯蔓短,适应性广,稳产性好,深受种植者欢迎,淀粉加工企业也能接受。

参考文献:

- [1] 戴起伟,钮福祥,孙 健,等.我国甘薯加工产业发展概况与趋势分析[J].农业工程技术·农产品加工业,2015(12):27-31.
- [2] 马代夫.我国甘薯产业发展若干问题的思考[J].农业工程技术·农产品加工业,2013(11):21-24.
- [3] 马代夫,李 强,曹清河,等.中国甘薯产业及产业技术的发展与展望[J].江苏农业学报,2012,28(5):969-973.
- [4] 易中懿,汪 翔,徐雪高,等.品种创新与甘薯产业发展[J].江苏农业学报,2018,34(6):1401-1409.
- [5] 李爱贤,刘庆昌,王庆美,等.我国甘薯育种研究现状及展望[J].山东农业科学,2009(1):38-42.
- [6] 贾赵东,马佩勇,边小峰,等.苏薯系列淀粉型甘薯品种系谱与性状分析[J].中国农学通报,2017,33(24):27-35.
- [7] 谢一芝,吴纪中,戴起伟,等.甘薯近缘野生种资源的杂交亲和性评价及利用[J].植物遗传资源学报,2003,4(2):147-150.
- [8] 贾赵东,马佩勇,边小峰,等.高淀粉多抗甘薯新品种苏薯 29 的选育[J].南方农业学报,2018,49(5):848-856.
- [9] 李 强,马代夫,刘庆昌,等.中国北方薯区甘薯育种核心亲本初步构建与利用[J].西北农业学报,2010,19(12):48-52.
- [10] 戴起伟,钮福祥,孙 健,等.中国甘薯淀粉产业发展现状与前景展望[J].农业展望,2015(10):40-44.

(责任编辑:陈海霞)