

广东甘薯种质资源系统收集与鉴定评价

姚祝芳¹, 吴柔贤², 张雄坚¹, 戴彰言², 杨义伶¹, 黄立飞¹, 刘军², 房伯平¹

(¹广东省农作物遗传改良重点实验室/广东省农业科学院作物研究所, 广州 510640;

²广东省农作物种质资源保存与利用重点实验室/广东省农业科学院农业生物基因研究中心, 广州 510640)

摘要:甘薯在广东省的栽培历史悠久。广东省的甘薯地方品种资源丰富, 分布广泛。对广东甘薯种质资源进行系统收集和鉴定评价具有重要意义。2016-2018年“第三次全国农作物种质资源普查与收集行动”广东调查队收集到广东57个县(市、区)的甘薯地方品种资源201份。调查发现, 广东甘薯地方品种资源集中分布在粤北、粤东和珠三角交接片区, 从揭阳揭西县、广州从化区和阳江阳西县收集最多。调查和表型鉴定的结果表明, 收集的甘薯地方品种主要以鲜食型的品种为主, 富含胡萝卜素的甘薯品种占比42.29%, 富含花青素的紫色甘薯资源占比8.96%。鉴定评价获得茎叶生长势强的资源127份, 高产资源76份, 高干物质率资源29份。综合表型性状筛选出石牌红甘茨、一点红、鸡骨香、黄沙高山红薯和石角红薯5份高产、优质和食味优的甘薯地方品种资源。本次行动抢救性收集了一批古老地方甘薯品种、濒危资源。通过本研究对广东甘薯地方品种资源有了系统认识, 并且针对甘薯产业的需求, 挖掘出一批优异的种质材料。这些优异资源对甘薯品种在产量、品质和食味等性状方面的改良具有较强的利用价值。

关键词:甘薯地方品种; 种质资源; 普查与收集; 鉴定评价

Systematic Field Collection and Identification of Sweetpotato Resources in Guangdong

YAO Zhu-fang¹, WU Rou-xian², ZHANG Xiong-jian¹, DAI Zhang-yan²,

YANG Yi-ling¹, HUANG Li-fei¹, LIU Jun², FANG Bo-ping¹

(¹Guangdong Provincial Key Laboratory of Crops Genetics and Improvement/Crops Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640; ²Guangdong Key Laboratory for Crop Germplasm Resources Preservation and Utilization/Agro-biological Gene Research Center, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640)

Abstract: Sweetpotato has a long history of cultivation in Guangdong. Guangdong have a rich variety of sweetpotato landraces resources and which were widely distributed. It is of great significance to systematic field collection and identification of sweetpotato resources in Guangdong. Under the frame of the Third National Survey and Collection Action on Crop Germplasm Resources, 201 sweetpotato landraces were collected from 57 counties in Guangdong province from 2016 to 2018. The investigation found that these sweetpotato landraces were mainly distributed in the junction areas of northern Guangdong, eastern Guangdong and Pearl River Delta,

收稿日期: 2021-04-19 修回日期: 2021-05-07 网络出版日期: 2021-05-19

URL: <http://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20210419002>

第一作者研究方向为甘薯种质资源, E-mail: 501272758@qq.com

通信作者: 刘军, 研究方向为作物种质资源保存与利用, E-mail: liujun@gdaas.cn

房伯平, 研究方向为甘薯种质资源与育种, E-mail: bpfang01@163.com

基金项目:国家重点研发计划(2019YFD1000700, 2019YFD1000702); 第三次全国农作物种质资源普查与收集行动(111821301354052029); 作物种质资源保护与利用专项(NWB014); 广东省科技项目(2020B121201008); 广州市科技计划项目(201909020001); 广东省重点领域研发计划项目(2020B020219001)

Foundation projects: National Key R&D Program of China(2019YFD1000700, 2019YFD1000702), The Third National Survey and Collection Action on crop Germplasm Resource(111821301354052029), Special Fund for Protection and Utilization of Crop Germplasm Resources(NWB014), The Science and Technology Planning Project of Guangdong Province(2020B121201008), The Science and Technology Planning Project of Guangzhou City(201909020001), Key-Area Research and Development Program of Guangdong Province(2020B020219001)

and most of them were found from counties including Jiexi, Conghua and Yangxi. Analysis of the investigation and phenotypic variations showed that, a majority of the landraces were qualified for fresh-edible sweetpotato varieties. Sweetpotato varieties rich in carotene accounted for 42.29%, and purple sweetpotato varieties rich in anthocyanins accounted for 8.96%. Landraces including 127 strong aerial part growth vigor, 76 high-yield and 29 high-dry-matter-content sweetpotato landraces have been identified. Especially, five sweetpotato landraces with high yield, good quality, and excellent taste have been clarified, including Shipai hong ganci, Yidianhong, Jiguxiang, Huangsha gaoshan hongshu, and Shijiao hongshu. This action rescued a batch of ancient sweetpotato landraces resources and endangered resources. Through this research, we have a systematic understanding of the sweetpotato landraces in Guangdong. Under the demand of sweetpotato industry, a number of elite landraces have been identified. These elite landraces have strong utilization value for the improvement of sweetpotato varieties in terms of yield, quality and taste.

Key words: sweetpotato landraces; germplasm resource; survey and collection; identification and evaluation

甘薯 (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) 是世界上最重要的粮食作物之一^[1-2]。中国是甘薯的主要生产国, 2019 年中国甘薯产量占世界供应量的 57%^[3]。随着经济的发展和人民生活水平的提高, 甘薯已从主要粮食、饲料作物逐步转变成为工业原料、保健和特色食品原料等专用型原料作物。甘薯的多元化利用, 使得甘薯产业对不同的甘薯类型有了更多的需求, 例如具有特殊香型、高花青素、高胡萝卜素、特异保健活性物质、更高外观品质特性和抗虫、抗病、抗逆等多抗性的品种等。而这些优良专用甘薯品种的培育, 依赖于优异甘薯种质资源的挖掘和创新。

甘薯在广东的栽培历史约有 400 年, 据史料记载, 甘薯在公元 1582 年传入广东, 广东是最早从国外引种甘薯的地区。由于广东的气候特性, 较多甘薯品种可以自然开花结果, 产生了极多的自然变异, 生态类型非常复杂^[4]。经过长期的自然适应和人为选择, 广东产生了一批具有特色的甘薯品种资源, 广东甘薯地方品种占全国一半以上^[4]。

我国甘薯种质资源的研究始于 20 世纪 30 年代, 由时任中山大学农学院院长的丁颖教授最早进行了甘薯种质资源的收集与保存工作, 但因抗日战争造成了保存的 500 多份甘薯资源全部遗失^[5]。在首次全国性种质资源收集工作 (1952-1958 年) 中, 广东省农业科学院收集和征集甘薯资源 1200 多份, 后因“文革”造成了资源遗失^[5]。在第二次全国农作物种质资源普查与收集行动 (1979-1982 年) 中, 广东省农业科学院补充收集和征集甘薯资源 700 多份^[5]。为了保证甘薯种质资源的安全性, 根据国家的规划, 1990 年经国家资源圃专家组验收后在甘薯种质资源集中分布区的广东建立了“国家种质广州甘薯圃”。2015 年起, 农业部贯彻落实《全国

农作物种质资源保护与利用中长期发展规划 (2015-2030 年)》(农种发[2015]2 号), 印发了《第三次全国农作物种质资源普查与收集行动实施方案》(农种发[2015]26 号), 组织开展了第三次全国农作物种质资源普查与收集行动^[6]。

种质资源的鉴定评价是挖掘目标性状和优异资源的前提, 是获得育种候选亲本的基础。沈升法等^[7]对浙江省的甘薯种质资源进行了品质鉴定获得了优质资源 42 份。苏一钧等^[8]和赵冬兰等^[9]对甘薯种质资源进行了遗传多样性分析。张道微等^[10]对甘薯种质资源花青素累积的遗传多样性进行了分析。马佩勇等^[11]对甘薯全生育期耐盐种质进行了筛选与耐盐性评价, 获得了 19 份耐盐材料。唐君等^[12]通过对 76 份特用甘薯种质资源进行鉴定, 筛选到优质资源 22 份, 兼抗黑斑病、根腐病和茎线虫病的资源 5 份。周志林等^[13]通过对 850 份甘薯地方种质资源的鉴定评价, 筛选出优质资源 71 份。本研究对广东甘薯地方品种资源的系统收集与鉴定评价等结果进行了总结和分析, 为丰富我国甘薯资源遗传多样性和品种选育提供物质保障和研究基础。

1 材料与方法

1.1 地方资源系统调查与收集

根据“第三次全国农作物种质资源普查与收集行动”技术规范中的要求, 结合广东省各县(市、区)的农作物种质资源分布情况及地理特点, 重点挑选当地民族居住尚处于自给自足状态、交通不便、地形复杂、风土人情独特的乡镇和村进行调查收集, 注重进村入户, 通过镇农技人员或者老农等基层工作人员引导, 走访当地富有务农经验的农民, 直接与

老农了解资源的相关信息,填写“第三次全国农作物种质资源普查与收集行动”调查表,记录样品编号、采集时间地点(GPS定位的经纬度和海拔)、种质(品种)名称、类别、来源和生境、种质资源的特征特性、用途,在当地播种收获时间、面积、年限,采集者和样品提供者信息,与种质资源相关的历史、人文信息以及农户的其他认知信息,并对样品进行拍照等。

2016-2018年广东省共收集到201份农家种甘薯种质。

1.2 田间扩繁与鉴定

接收新征集或收集资源入圃后,进行圃编号管理,2016-2018年在广东省农业科学院白云基地国家种质广州甘薯圃内进行扩繁与鉴定。所有资源经过2年的鉴定,数量性状数据为2年的平均值。田间管理采用常规管理方法,每份资源种植10株,株距20 cm,另进行盆栽备份10株。在田间调查资源的地上部顶芽色、顶叶形状、顶叶色、叶片形状、叶色、叶脉色、叶柄色、茎主色和株型等特征性状。测量茎直径、节间长、基部分枝、主蔓长等数据。

1.3 表型鉴定

田间表型性状鉴定按照《甘薯种质资源描述规范和数据标准》和《农作物种质资源鉴定技术规程甘薯》执行^[14-15]。依据种质的各项特征特性进行鉴定,2年的鉴定数据记录表格并录入数据库。地上部表型性状在种植40 d后进行鉴定,薯块表型数据在收获时进行鉴定。

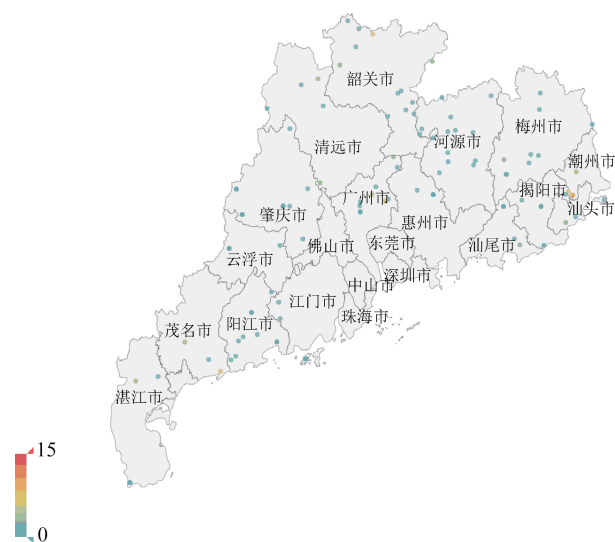
1.4 品质鉴定与评价

干物率(干物质含量)和胡萝卜素的测定按《农作物种质资源鉴定技术规程甘薯》的规范进行。淀粉含量的测定:收获后取中等大小3个完整薯块,清洗并晾干表面水分后切成丝状,按四分法取样10.00 g,后按《谷物籽粒粗淀粉测定法》进行测定^[16]。总糖含量和还原糖含量的测定:收获后取中等大小3个完整薯块,清洗并晾干表面水分后切成丝状,按四分法取样25.00 g,后按《蔬菜及其制品中可溶性糖的测定-铜还原碘量法》进行测定^[17]。维生素C的测定:收获后取中等大小3个完整薯块,清洗并晾干表面水分后切成丝状,按四分法取样100.00 g,后按《水果、蔬菜维生素C含量测定法(2,6-二氯酚酚滴定法)》进行测定^[18]。种质资源的评价依据《农作物优异种质资源评价规范甘薯》的规定执行^[19]。

2 结果与分析

2.1 甘薯地方资源的系统调查与收集

2.1.1 甘薯地方资源的分布 201份甘薯地方品种资源来自16个市57个县(市、区)的207个村,平均每个村有1份。从资源的水平分布看,甘薯地方品种资源集中分布在粤北、粤东和珠三角交接片区,纬度在23~24°N,涉及到河源中西部、韶关东南角、广州中北角、梅州西南角。资源收集最多的县(市、区)为粤东地区的揭阳揭西县和珠三角地区的广州从化区,其次为粤西地区的阳江阳西县;从垂直分布看,甘薯地方品种种植区域从海拔-4 m的粤西六南寮村至海拔763 m的粤北红云村,分布最多的区域为海拔1~70 m的平原地区,其次为海拔100~300 m的丘陵地区,这2个区域分别占比甘薯资源的57.8%和22.9%(图1)。



不同颜色点代表不同份数,参考图标

Different color points represent different copies, refer to the icon

图1 广东甘薯地方品种资源的分布区域

Fig.1 Geographic distribution of sweetpotato landraces in Guangdong province

2.1.2 甘薯地方资源的用途及农户认知分析 据调查分析甘薯地方品种资源的主要用途为蒸煮鲜食,其他的用途还包括晒干做红薯干、加工成红薯条、磨成番薯粉、叶用、饲料用(表1)。对农户多年的种植和食用经验进行调研,发现这些地方品种资源在高产、抗性和品质等方面也有突出的表现,10份地方品种资源具有一定的抗病虫,耐旱、寒、热、贫瘠、涝和盐碱能力(表2);9份地方品种资源被农户认为高产(表3);72份地方品种资源经过当地农户多年食用经验认为优质:甜度高、口感好、有香味(表4)。

农户自留种多年的甘薯地方品种资源,基本是由于品质口感佳,能获得农户认可而留存。另外,来自普宁的白莲花番薯放置时间久不会脱水,耐贮存。

表 1 特殊用途的甘薯地方品种资源
Table 1 Sweetpotato landraces for special purpose

采集编号 Collection code	名称 Name	来源地 Origin	特殊用途 Special purpose
2017441521	高坡红心薯	东源县	做红薯干
2017441542	甘薯	东源县	叶用
2017442163	甘薯	蕉岭县	叶用
2018441388	甘薯	饶平县	加工用薯条
2018442065	番薯	郁南县	番薯干粉
P440523010	竹头红番薯	南澳县	淀粉沉淀后晒干做饲料
P441284048	黄皮甘薯	四会区	晒番薯干
P445203012	石牌红甘茨	揭东县	加工成小食

P 字头采集号的种质来源于各县(市、区)普查征集,年份头采集号的种质来源于对重点县(市、区)的系统抢救性收集,下同
The germplasm of the collection number at the beginning of P comes from the census collection of counties(cities, districts), the germplasm of the collection number at the beginning of years comes from the systematic salvage collection of key counties(cities, districts), the same as below

表 2 抗性和耐性表现较好的甘薯地方品种资源
Table 2 Sweetpotato landraces with good resistance and tolerance

采集编号 Collection code	名称 Name	来源地 Origin	抗性和耐性 Resistance and tolerance
P440514005	抗瘟甘薯	徐闻县	抗瘟
P441303008	黄桑筋	陆丰市	抗病、抗虫
P441721022	红姑娘番薯	阳西县	抗病、抗虫
P441721068	海南天	阳东县	抗病、抗虫
P441581007	红皮白肉薯	阳西县	耐贫瘠、耐盐碱
P441581009	榄肉种	化州市	抗旱、耐寒
P441581031	白皮碰	潮安县	耐贫瘠、耐盐碱
P441623022	番薯	潮安县	抗旱、耐涝
P441721022	红姑娘番薯	饶平县	抗旱、耐热
P441721028	双皮红番薯	普宁市	耐热

2.2 甘薯地方资源的鉴定与评价

2016-2019 年在广东省农业科学院白云基地国家种质广州甘薯圃内实施繁种鉴定,新收集种质经过 2 年的鉴定,共鉴定甘薯资源 201 份。

表 3 农户认为高产的甘薯地方品种资源
Table 3 Sweetpotato landraces with high yield considered by farmers

采集编号 Collection code	名称 Name	来源地 Origin
P440902008	五爪薯	茂南县
P440902009	假黎薯	茂南县
P441423020	番薯(木薯种)	丰顺县
P441624021	青州番薯	和平县
P441721028	双皮红番薯	阳西县
P441721053	书村香薯	阳西县
P441723018	锦栗薯	阳东区
P441802008	黄皮番薯	清城区
P441823024	本地乌骨奇龙	阳山县

2.2.1 地上部主要性状调查 从特征性状来看,顶芽色有褐(1 份)、绿(50 份)、浅绿(53 份)、浅紫(34 份)、深紫(7 份)、紫(56 份)6 种;阳西县红薯(2017442422)、化州市甘薯(2017443427)、阳山县番薯(2018441580)、高州市高山红薯(P440981036)顶叶形状为肾形,此外有尖心(13 份)、缺刻(108 份)、三角(42 份)、心(34 份)4 种;顶叶色有褐、褐绿、绿、浅绿、紫、浅紫和紫绿 7 种;叶片形状有尖心、缺刻、三角、肾、心 5 种;叶色有褐绿、绿、浅绿和紫绿 4 种;叶脉色有绿、浅绿、紫、浅紫、紫斑、紫脉多、紫脉少 7 种;叶柄色有绿、浅绿、紫、浅紫、深紫 5 种;茎主色有绿、浅绿、紫、浅紫、深紫、紫红 6 种;株型有半直立、攀缘、匍匐 3 种。

茎直径最大为 0.59 cm(从化区粉红薯 2017443608),其次是 0.57 cm(乳源县红薯 2016444297),最小为 0.20 cm(博罗县野生甘薯 P441322015);节间长最长为 10.20 cm(博罗县野生甘薯 P441322015),其次是 8.3 cm(阳西县书村香薯 P441721053),最短为 0.8 cm(高要区红心番薯 2017442047);基部分枝最多为 30 个(清城区黄皮番薯 P441802008),最少为 4 个(乳源县红薯 P440232017);主蔓长最长为 282.5 cm(怀集县紫番薯 P441224037),最短为 31.3 cm(乐昌县红皮红肉甘薯 P440281026)。

2.2.2 薯块性状调查 通过表型鉴定,从薯肉颜色来看,有白、淡黄、黄、桔黄、桔红、红、紫 7 种。按照薯肉颜色对这些甘薯资源进行分类,结果表明,白肉资源有 25 份,淡黄肉资源有 34 份,黄肉资源有 39 份,桔红肉资源有 40 份,桔黄肉资源有 9 份,红肉资源有 36 份,紫肉资源有 18 份。

表 4 农户认为优质的甘薯地方品种资源

Table 4 Sweetpotato landraces considered by farmers to be of high quality

采集编号 Collection code	名称 Name	来源地 Origin	优质 Quality	采集编号 Collection code	名称 Name	来源地 Origin	优质 Quality
2017441054	甘薯	雷州市	粉	2016444028	红薯(红皮黄心)	仁化县	口感较粉
2017441114	甘薯(黄皮)	雷州市	甜,粉	2016444140	红薯(红皮黄心)	仁化县	口感较粉
2017441440	松根栗子薯	阳春市	板栗味	P440183019	香薯	增城区	淀粉含量高, 口感粉、香、甜
2017442040	九里香番薯	高要区	蒸煮后很香	P440811010	龙九蕃苣	麻章区	优质
2017442708	大叶婆番薯	陆丰市	口感香甜	P440902008	五爪薯	茂南区	优质
2018441006	后陇红甘薯	潮安区	优质	P440902009	假黎薯	茂南区	优质
2018441007	白菊花甘薯	潮安区	优质	P440923019	番薯	电白县	粉甜
2018441342	甘薯	饶平县	煮着吃甜	P441303008	黄桑筋	惠阳区	优质
2018441393	红番薯	饶平县	好吃,吃的饱	P441324010	红薯	龙门县	味甜
2018441394	白番薯	饶平县	好吃	P441423020	番薯(木薯种)	丰顺县	优质
2018441544	红皮黄肉甘薯	阳山县	煮食香甜可口	P441424023	园叶榄角薯	五华县	品质佳
2018441663	白肉红心番薯	揭西县	好吃	P441424024	细叶榄角薯	五华县	品质佳
2018441684	白肉番薯	揭西县	淀粉含量高,很好吃, 蒸出来类似芋头	P441424025	增大红肉薯	五华县	品质佳
2018441735	白肉番薯	揭西县	鸡蛋味	P441427019	番薯	蕉岭县	甜香灰
2018441747	番薯	揭西县	很甜,红心	P441523026	大甜板番薯	陆河县	优质,甜度高,口感好
2018442110	番薯	郁南县	煮食很粉,很甜	P441523027	小甜板番薯	陆河县	优质,甜度高,口感好
2018442188	红肉番薯	普宁市	甜、粉	P441581009	榄肉种	陆丰市	优质
2018442285	白莲花番薯	普宁市	口感好	P441581016	乌咬梨	陆丰市	优质
2018442287	大叶婆甘薯	普宁市	比较面,像芋头口味	P441581031	白皮碰	陆丰市	优质
2018442291	黄皮圆型甘薯	普宁市	很甜	P441622023	红薯	龙川县	优质
P440232017	红薯	乳源瑶族自治县	口味独特	P445203012	石牌红甘茨	揭东区	煮熟粘甜,口感好, 品质优
P440281026	红皮红肉甘薯	乐昌市	甜	P441624021	青州番薯	和平县	优质
P440281032	棕皮白肉甘薯	乐昌市	脆甜	P441721022	红姑娘番薯	阳西县	优质
P440514005	抗瘟甘薯	潮南区	好吃	P441721025	九里香番薯	阳西县	优质
P440523010	竹头红番薯	南澳县	肉粉甜	P441721026	耕扩牛番薯	阳西县	优质
P441223042	香薯	广宁县	有香味	P441721028	双皮红番薯	阳西县	优质
P441284048	黄皮甘薯	四会市	甜	P441721053	书村香薯	阳西县	优质
P441581007	红皮白肉薯	阳春市	优质	P441721068	海南茭	阳西县	优质
P441781018	妹子笑	阳春市	优质	P441723017	红蜜薯	阳东县	松香甜
2016441006	双皮红	高州市	好吃,粉,香	P441723018	锦栗薯	阳东县	松香甜
2016441007	红蕊	高州市	甜,标心	P441802008	黄皮番薯	清城区	优质
2016441305	小楼香薯	增城区	味道香	P441823024	本地乌骨奇龙	阳山县	优质
2016441306	小楼鸡蛋黄	增城区	味道香	P441882003	高山紫心番薯	连州市	优质
2016441312	朱村一点红甘薯	增城区	口感甜、软	P445281013	青藤仔甘茨	普宁市	味香甜
2016444017	红皮红薯	仁化县	味道甜	P445281018	普宁华市甘茨	普宁市	香甜
2016444019	白皮红薯	仁化县	口感粉	P445321003	红皮黄心番薯	新兴县	品质甜、肉质软滑

从薯皮颜色来看,有白、淡黄、棕黄、黄、粉红、红、紫红、紫 8 种。其中白皮资源 2 份(增城区石滩菜用甘薯 2016441392 和从化区白番薯 P440184053),淡黄皮资源 20 份,棕黄皮资源 15 份,黄皮资源 28 份,粉红皮资源 2 份(大埔县本地甘薯 2017441187 和茂南区五爪薯 P440902008),红皮资源 26 份,紫红皮资源 102 份,紫皮资源 6 份。

从薯形来看,有球形、纺锤、短纺锤、长纺锤、上膨纺、下膨纺、弯曲 7 种。其中球形资源 1 份(仁化

县莲河红薯 2016444033),纺锤形资源 79 份,短纺锤形资源 17 份,长纺锤形资源 31 份,上膨纺资源 1 份(新兴县红皮黄心番薯 P445321003),下膨纺资源 68 份,弯曲形资源 4 份。

2.2.3 茎叶生长势调查 对资源的茎叶生长势进行调查,结果表明,茎叶生长势强的资源 127 份(表 5),茎叶生长势中的资源 50 份,茎叶生长势弱的资源 24 份。

表 5 强茎叶生长势的地方甘薯资源

Table 5 Sweetpotato landraces with strong aerial part growth vigor

采集编号 Collection code	名称 Name	采集编号 Collection code	名称 Name	采集编号 Collection code	名称 Name
P441423020	番薯(木薯种)	2016441639	冰淇淋(甘薯)	2018442065	番薯
P441424024	细叶榄角薯	2016442166	北陡番薯	P441223042	香薯
P441424025	增大红肉薯	2016442186	下川番薯	P440514002	普薯 6 号
P441882003	高山紫心番薯	2016444017	红皮红薯	2018441702	揭西番薯
P441581009	榄肉种	2016444140	红薯(红皮黄心)	P440523010	竹头红番薯
P441581016	鸟咬梨	2016444297	红薯	2017443189	红皮黄肉
P441523026	大甜板番薯	2016444609	花心番薯	P440181008	大寨红甘薯
P441523027	小甜板番薯	2016441007	红蕊	P445203012	石牌红甘茨(甘薯)
P441623022	番薯	P441781018	妹子笑	P440182013	白番薯
P440923019	番薯	P441581007	红皮白肉薯	P440514005	抗瘟甘薯
P440902008	五爪薯	2017441542	甘薯	2017443481	番薯
P440902009	假黎薯	2017441054	甘薯	2017443427	甘薯
P445321003	红皮黄心番薯	2017442383	东风香甘薯	P441284048	黄皮甘薯
P440222038	紫心薯	P440785021	紫红皮黄肉番薯	2017443609	红薯
P445281013	青藤仔甘茨	P440281004	番薯	2018441006	后陇红甘薯
P441303008	黄桑筋	2017442422	红薯	2018441174	红心地瓜
P440825027	番薯(千里香)	2018442291	黄皮圆型甘薯	2018441138	紫皮甘薯
P440825032	番薯(白龙母)	2017441113	甘薯(红皮)	2018441076	潮安甘薯
P440183019	香薯	2017441441	石角红薯	2018441007	白菊花甘薯
P440184011	花心薯	2017441755	红薯	2018441140	红肉甘薯
P440184022	一点红番薯	2017441074	鸡蛋红	2018441772	黄肉番薯
P440184031	高山番薯(红色)	2017441056	甘薯	2018441159	甘薯
P440184032	高山番薯(黄色)	2017441114	甘薯(黄皮)	2017443029	甘薯
P440184053	白番薯	2017442357	栗子薯	2017443539	白皮甘薯
P441721022	红姑娘番薯	P441702031	海陵番薯	2017442761	北效种甘薯
P441721024	金瓜黄番薯	2017441440	松根栗子薯	2017443608	粉红薯
P441721025	九里香番薯	2017441723	红薯	2018441766	红肉番薯
P441721026	耕扩牛番薯	P440785006	番薯	2018441580	阳山县番薯
P441721028	双皮红番薯	2017441187	本地甘薯	2018441666	揭阳红番薯
P441721053	书村香薯	2017443525	红薯	2018441734	红肉番薯
P441721068	海南天	P440512001	番薯	2018441684	白肉番薯
P441224037	紫番薯	2017443538	红皮红薯	2018441544	红皮黄肉甘薯
P441224036	白肉番薯	P441284049	红皮甘薯	P440222035	紫花番薯
P441224038	红肉番薯	P441223043	红心番薯	2018441004	新长东甘薯
P441723017	红蜜薯	2018441393	红番薯	2016443247	紫皮紫肉番薯
P441723018	锦栗薯	2018441388	甘薯	2018441809	揭西红肉番薯
2016441312	朱村一点红甘薯	P440281032	棕皮白肉甘薯	2018441663	白肉红心番薯
2016441371	兰溪番薯	2017443414	甘薯(红皮黄肉)	2018441489	阳山番薯
2016441382	正果一点红甘薯	P440182022	一点红甘薯	2018441747	番薯
2016441407	石滩面包王	P440514006	西瓜红甘薯	2018441735	白肉番薯
2016441552	界炮甘薯 1 号	P440181009	鸡骨香甘薯	2018442287	大叶婆甘薯
2016441554	界炮甘薯 2 号	2017443607	甜红薯	2017442934	本地番薯
2016441556	界炮甘薯 3 号				

2.2.4 高产的甘薯地方品种资源筛选 调查发现产量高的资源 76 份(表 6),产量中的资源 63 份,产量低的资源 62 份。

2.2.5 高干物率的地方甘薯品种资源的筛选 通过

对 201 份新征集和收集的地方甘薯资源进行干物率测定,筛选出干物率大于 30% 的甘薯地方品种 29 份(表 7),其中干物率大于 35% 的资源 5 份,干物率最高的为白莲花番薯(2018442285),干物率为 37.35%。

表 6 高产地方甘薯资源
Table 6 High-yield sweetpotato landraces

采集编号 Collection code	名称 Name	结薯习性 Storage root trait	采集编号 Collection code	名称 Name	结薯习性 Storage root trait
P441423020	番薯(木薯种)	较整齐	2016441382	正果一点红甘薯	整齐
P441424024	细叶榄角薯	不整齐	2016441552	界炮甘薯 1 号	不整齐
P441623022	番薯	不整齐	2016441554	界炮甘薯 2 号	不整齐
P440923019	番薯	整齐	2016441639	冰淇淋(甘薯)	整齐
P440902009	假黎薯	整齐	2016442186	下川番薯	整齐
P445321003	红皮黄心番薯	整齐	2016444017	红皮红薯	整齐
P440222038	紫心薯	整齐	2016444609	花心番薯	整齐
P440222066	四季薯	整齐	P441781018	妹子笑	整齐、不集中
P445281013	青藤仔甘茨	整齐	P441581007	红皮白肉薯	整齐、集中
P441324010	红薯	整齐	2017441542	甘薯	整齐、集中
P440184031	高山番薯(红色)	整齐	2017442383	东风香甘薯	整齐、集中
P440184032	高山番薯(黄色)	较整齐	P440785021	紫红皮黄肉番薯	整齐、集中
P441721024	金瓜黄番薯	整齐	P440281004	番薯	整齐、集中
P441721068	海南天	不整齐	2017442422	红薯	整齐、不集中
P441224038	红肉番薯	整齐	2018442291	黄皮圆型甘薯	不整齐、不集中
P441723017	红蜜薯	整齐	2017441441	石角红薯	整齐、集中
P441723018	锦栗薯	整齐	2017441755	红薯	整齐、不集中
2016441312	朱村一点红甘薯	整齐	2017441074	鸡蛋红	整齐、集中
2016441371	兰溪番薯	整齐	2017441440	松根栗子薯	整齐、集中
2017441723	红薯	不整齐、不集中	P440182013	白番薯	不整齐、不集中
2017442163	甘薯	整齐、集中	P440514005	抗瘟甘薯	整齐、不集中
2017441187	本地甘薯	整齐、集中	2017443481	番薯	整齐、集中
2017443525	红薯	整齐、不集中	2017443427	甘薯	不整齐、不集中
P440512001	番薯	整齐、集中	P441284048	黄皮甘薯	不整齐、不集中
P441223043	红心番薯	不整齐、不集中	2018441006	后陇红甘薯	整齐、集中
2018441393	红番薯	整齐、集中	2018441174	红心地瓜	整齐、集中
2018441388	甘薯	整齐、不集中	2018441138	紫皮甘薯	整齐、不集中
2017443414	甘薯(红皮黄肉)	整齐、集中	2018441007	白菊花甘薯	整齐、不集中
P440182022	一点红甘薯	整齐、不集中	2018441159	甘薯	整齐、不集中
P440514006	西瓜红甘薯	整齐、集中	2017443539	白皮番薯	不整齐、不集中
P440181009	鸡骨香甘薯	整齐、集中	2018441766	红肉番薯	整齐、集中
2017443607	甜红薯	整齐、集中	2018441666	揭阳红番薯	整齐、集中
2017442934	本地番薯	整齐、集中	2018441734	红肉番薯	整齐、集中
2018442065	番薯	不整齐、不集中	P440222035	紫花番薯	不整齐、集中
P441223042	香薯	不整齐、集中	2018441004	新长东甘薯	整齐、集中
P440514002	普薯 6 号	不整齐、不集中	2018441809	揭西红肉番薯	整齐、集中
P440523010	竹头红番薯	整齐、集中	2018441747	番薯	整齐、集中
P440181008	大寨红甘薯	整齐、不集中	P445203012	石牌红甘茨(甘薯)	整齐、集中

表 7 高干物率地方甘薯资源
Table 7 Sweetpotato landraces with high dry matter content

采集编号 Collection code	名称 Name	干物率(%) Dry matter	采集编号 Collection code	名称 Name	干物率(%) Dry matter
2018442285	白莲花番薯	37.35	2017441425	红薯	33.24
2017441441	石角红薯	37.33	2017441054	甘薯	32.85
P440785021	紫红皮黄肉番薯	37.16	2017441114	甘薯(黄皮)	32.57
2018441505	白皮白肉番薯	36.65	P441421005	七爪薯	32.22
2017442422	红薯	35.85	P440222035	紫花番薯	32.02
P440785003	番薯	34.45	2016441407	石滩面包王	31.81
P441223042	香薯	34.42	2018441489	阳山番薯	31.79
2016443841	黄皮黄肉甘薯	34.27	2016441639	冰淇淋(甘薯)	31.70
P441424024	细叶榄角薯	34.04	2017442383	东风香甘薯	31.67
2018441007	白菊花甘薯	33.46	2016444297	红薯	31.47
P441224036	白肉番薯	31.34	P441723018	锦栗薯	30.23
2017442761	北效种甘薯	31.24	2017442657	赤皮鸟咬梨甘薯	30.20
2017442751	五爪甘薯	31.16	P440981036	黄沙高山红薯	30.07
P441721026	耕扩牛番薯	30.27	P441723017	红蜜薯	30.03
2018441138	紫皮甘薯	30.25			

2.2.6 综合品质高的地方甘薯品种资源的筛选 对本次行动收集和征集的广东地方品种资源的品质、食味、商品性和产量等进行综合鉴评，并且与国家种质广州甘薯圃内资源进行查重,筛选出一批具有代表性的优质甘薯地方品种资源(图2)。



A: 石牌红甘茨; B: 一点红; C: 鸡骨香; D: 黄沙高山红薯; E: 石角红薯
A: Shipai hong ganci, B: Yidianhong, C: Jiguxiang, D: Huangsha gaoshan hongshu, E: Shijiao hongshu

图 2 优异的甘薯地方品种资源
Fig.2 Photos of selected elite sweetpotato landraces

石牌红甘茨,采集编号 P445203012,采集于广东省揭阳揭东砲台镇石牌村,该品种是当地特产,已有 130 多年种植历史,干物率 27.74%,淀粉含量 14.43%,总糖含量 4.99%,还原糖含量 3.77%,维生素 C 20.25 mg/100 g,胡萝卜素含量高(16.83 mg/100 g),桔黄皮红肉,产量高,结薯整齐集中,食味优,通过独特的烹调方法,已成为当地宴席名菜。

一点红,采集编号 P440184022,采集于广东省广州市从化区鳌头镇丁坑村,干物率 26.54%,淀粉含量 15.79%,总糖含量 4.24%,还原糖含量 3.84%,产量高,结薯整齐,紫红皮黄肉带紫心,优质,食味粉香。

鸡骨香,采集编号 P440181009,采集于广东省广州市番禺区新造镇南约村,干物率 29.21%,黄皮桔黄肉,产量高,结薯整齐集中,优质,蒸食粉香,口感细腻,有独特香气,适合煮汤或糖水。

黄沙高山红薯,采集编号 P440981036,采集于海拔 700 m 以上的广东省茂名市高州县古丁乡(镇)黄沙村,高干物率(30.07%),紫红皮黄肉,优质,蒸食香甜细腻,口感粉。

石角红薯,采集编号 2017441441,采集于广东省阳春市河西街道崆峒村委旧石角村,干物率 37.33%,产量高,结薯整齐集中,紫红皮黄肉,食味粉香,并且由于其干物率极高,对甘薯育种品质改良有较高的应用价值。

3 讨论

3.1 广东甘薯地方品种资源分布特点

广东省引进甘薯已有 400 多年历史,它的广适性使得其在广东大部分地区都能种植,此次资源调查收集行动证明了这点。此次调查发现,地方甘薯品种资源最多的是粤东地区,除了适宜甘薯生长的自然条件,也与粤东地区甘薯种植历史悠久,甘薯种植占当地种植业的比重高,形成了大规模的甘薯种植面积有关^[20-22]。通过普查发现,收集的甘薯地方品种主要以鲜食型的品种为主,富含胡萝卜素的甘薯品种(桔红、桔黄和红色薯肉)占比 42.29%,富含花青素的紫色甘薯资源占比 8.96%。

3.2 优异甘薯地方品种资源的挖掘

3.2.1 农户认知对优异地方品种挖掘的借鉴作用 通过科学验证表明农户认知具有一定的参考价值。在用途方面,农户主要以鲜食为主,与广东省以鲜食甘薯为主的定位一致。验证发现揭东县的石牌红甘茨高产、优质、食味优,与农户的介绍一致。东源县

叶用甘薯(2017441542)的茎叶生长势强,表明了该资源适于叶用。在调查过程中发现还有一些菜用、饲用和加工成小吃等其他用途甘薯,为专用型甘薯品种的培育提供了种质资源基础。同时,农户认知具有一定的局限性。由于地域限制、个人认知及饮食习惯差异,造成的局限性是无法避免的。因此在资源调查过程,采集农户认知与科学验证的结合是十分必要的。

3.2.2 地方资源和育成品种的区分 广东省是我国甘薯的优势产区,也是全国最大的鲜食型甘薯消费市场和集散地。广东省的甘薯品种繁多,加上受育成品种推广的影响,地方资源和育成品种混杂,存在品种名混淆的情况,需要对新收集的资源进行鉴定、查重。因此,必须对新收集的甘薯资源进行表型上的鉴定,同时利用 SSR 指纹图谱技术对新收集的资源进行鉴定^[23-25]。通过表型数据库验证和分子身份证数据库验证相结合,实现对地方资源和育成品种的区分。

3.2.3 优异甘薯种质资源的鉴定评价 种质资源是作物遗传育种的物质基础,面对甘薯产业上对不同的甘薯类型的需求,对地方品种资源进行鉴定评价,进而挖掘出供育种、加工或生产上利用的优异种质材料。通过对新收集的 201 份甘薯进行鉴定,筛选出 76 份高产资源,29 份高干物率资源,并获得了 5 份在产量、品质和食味等方面综合性状优的资源。这些资源对甘薯品种在产量、品质和食味等性状方面的改良具有较强的利用价值。

3.3 广东甘薯地方品种资源保护工作中存在的问题和建议

(1) 地方上甘薯的种薯和种苗主要来自农民自留种,农民对留种缺乏科学认识,自留小果、劣果育苗等不良的留种习惯,造成甘薯苗期生长受到影响,长期种植使得品种退化明显,品质产量下降,逐渐被淘汰,面临消失危险。(2) 广东省的甘薯病毒病发病率较高^[26]。甘薯病毒病引起甘薯大面积减产,给农户带来巨大的损失,造成传统地方特色甘薯资源减产绝收,加剧了地方品种的流失。(3) 品种名被地方名取代,造成了品种名的混淆,加上广东是甘薯引进地,地方品种繁多,加剧了“同名异种、同种异名”的混乱局面。“同名异种、同种异名”不但导致不同品种混合种植、品种纯度降低、优异性状消失,造成了地方品种的流失,并且给甘薯种质资源的收集、鉴定和保存增加了大量的工作。(4) 种质资源保护过去没有得到重视,缺乏科学的宣传和引导,虽

然甘薯产业是广东省的重要农业产业之一,但是种植面积在下降,导致了甘薯地方品种的流失。

因此,下一步应该加强甘薯种苗技术、种薯保存技术等科技投入。健康种苗技术对恢复品种特性和资源更新复壮起了重要的作用,并且在源头上杜绝了带病苗、带虫苗的问题,对保护甘薯地方品种资源具有重要意义。加快脱毒健康种苗繁育基地的建设,制定地方标准,构建覆盖全省的甘薯健康种苗体系,同时,培育和引导规模企业参与甘薯脱毒种苗生产经营,建设地方品牌。此外,地方品种资源保护是一项持续性、基础性的公益工作,需要得到各级政府和有关部门的重视,加强科普,在政策、经费和科研项目上给予倾斜,促进甘薯地方品种资源保护工作的发展。

参考文献

- [1] Shekhar S, Agrawal L, Mishra D, Buragohain A K, Unnikrishnan M, Mohan C, Chakraborty S, Chakraborty N. Ectopic expression of amaranth seed storage albumin modulates photoassimilate transport and nutrient acquisition in sweetpotato. *Scientific Reports*, 2016, 6: 25384
- [2] Mukhongo R W, Tumuhairwe J B, Ebanyat P, Abdel-Gadir A H, Thuita M, Masso C. Combined application of biofertilizers and inorganic nutrients improves sweet potato yields. *Frontiers in Plant Science*, 2017, 8: 219
- [3] Food and Agriculture Organization of the United Nations. Production/yield quantities of Sweet potatoes. (2021-03-18) [2021-04-19]. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>
- [4] 张雄坚, 房伯平, 陈景益, 安康, 黄宏城, 冯祖虾. 广东甘薯国际合作研究概述. *广东农业科学*, 2004 (S1): 10-12
Zhang X J, Fang B P, Chen J Y, An K, Huang H C, Feng Z X. Review on international collaboration of sweet potato research in Guangdong, China. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2004 (S1): 10-12
- [5] 房伯平, 张雄坚, 陈景益, 安康. 我国甘薯种质资源研究的历史与现状. *广东农业科学*, 2004 (S1): 3-5
Fang B P, Zhang X J, Chen J Y, An K. The history and present situation of the research on sweet potato germplasm resources in China. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2004 (S1): 3-5
- [6] 中华人民共和国农业部, 中华人民共和国国家发展和改革委员会, 中华人民共和国科学技术部. 全国农作物种质资源保护与利用中长期发展规划 (2015-2030 年). 中华人民共和国农业部公报, 2015 (8): 4-9
Ministry of Agriculture of the PRC, National Development and Reform Commission, Ministry of Science and Technology of the PRC. National medium and long-term development plan for protection and utilization of crop germplasm resources (2015-2030). *Bulletin of Ministry of Agriculture of the People's Republic of China*, 2015 (8): 4-9
- [7] 沈升法, 项超, 吴列洪, 李兵, 罗志高. 浙江省甘薯种质资源的品质鉴定与聚类分析. *植物遗传资源学报*, 2021, 22 (1): 247-259
Shen S F, Xiang C, Wu L H, Li B, Luo Z G. Quantification and cluster analysis of quality-related traits in sweetpotato germplasm resources in Zhejiang province. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2021, 22 (1): 247-259
- [8] 苏一钧, 董玲霞, 王娇, 戴习彬, 张安, 赵冬兰, 周志林, 唐君, 曹清河. 菜用和观赏甘薯种质资源遗传多样性分析. *植物遗传资源学报*, 2018, 19 (1): 57-64
Su Y J, Dong L X, Wang J, Dai X B, Zhang A, Zhao D L, Zhou Z L, Tang J, Cao Q H. Genetic diversity in vegetable and ornamental sweetpotato germplasm. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2018, 19 (1): 57-64
- [9] 赵冬兰, 唐君, 曹清河, 周志林, 张安. 中国甘薯地方种质资源遗传多样性分析. *植物遗传资源学报*, 2015, 16 (5): 994-1003
Zhao D L, Tang J, Cao Q H, Zhou Z L, Zhang A. Analysis of genetic diversity of sweetpotato landraces in China. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2015, 16 (5): 994-1003
- [10] 张道微, 董芳, 黄艳岚, 周虹, 张亚, 张超凡. 甘薯种质资源花青素积累的遗传多态性分析. *植物遗传资源学报*, 2019, 20 (2): 347-358
Zhang D W, Dong F, Huang Y L, Zhou H, Zhang Y, Zhang C F. Genetic diversity analysis of anthocyanin accumulation in sweetpotato germplasm resources. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2019, 20 (2): 347-358
- [11] 马佩勇, 边小峰, 郭小丁, 贾赵东, 禹阳, 谢一芝. 甘薯全生育期耐盐种质筛选与耐盐性评价. *植物遗传资源学报*, 2018, 19 (3): 546-553
Ma P Y, Bian X F, Guo X D, Jia Z D, Yu Y, Xie Y Z. Evaluation and screening of salt-tolerant sweetpotato accessions during growth period. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2018, 19 (3): 546-553
- [12] 唐君, 周志林, 赵冬兰, 曹清河, 马代夫. 76 份特用甘薯种质资源的鉴定评价. *植物遗传资源学报*, 2012, 13 (2): 195-200
Tang J, Zhou Z L, Zhao D L, Cao Q H, Ma D F. Identification and evaluation of 76 special utilized sweetpotato germplasm resources. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2012, 13 (2): 195-200
- [13] 周志林, 唐君, 曹清河, 赵冬兰. 抗病高干甘薯地方资源的鉴定评价与育种利用. *植物遗传资源学报*, 2011, 12 (5): 727-731
Zhou Z L, Tang J, Cao Q H, Zhao D L. Evaluation on disease resistance and dry matter of landrace resources on sweetpotato and its utilization in sweetpotato breeding. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2011, 12 (5): 727-731
- [14] 张允刚, 房伯平. 甘薯种质资源描述规范和数据标准. 北京: 中国农业出版社, 2006
Zhang Y G, Fang B P. Description specification and data standard of sweet potato germplasm resources. Beijing: China Agriculture Press, 2006
- [15] 房伯平, 张允刚, 张雄坚, 陈景益, 唐君, 安康, 赵冬兰, 钱永忠. NY/T 1320—2007 农作物种质资源鉴定技术规程 甘薯. 北京: 中华人民共和国农业部, 2007
Fang B P, Zhang Y G, Zhang X J, Chen J Y, Tang J, An K, Zhao D L, Qian Y Z. NY/T 1320—2007 Technical rules for identification of crop germplasm resources sweetpotato. Beijing: Ministry of Agriculture of the PRC, 2007
- [16] 赵铁男, 孟广勤. GB/T 5006—1985 谷物籽粒粗淀粉测定法.

- 北京: 国家标准局, 1985
- Zhao T N, Meng G Q. GB/T 5006—1985 Determination of crude starch in cereals seeds. Beijing: China State Bureau of Standards, 1985
- [17] 王小琴, 刘肃, 刘中笑, 杨锚, 陈娜佳. NY/T 1278—2007 蔬菜及其制品中可溶性糖的测定 - 铜还原碘量法. 北京: 中华人民共和国农业部, 2007
- Wang X Q, Liu S, Liu Z X, Yang M, Chen N J. NY/T 1278—2007 Determination of soluble sugar in vegetable products-copper reduction iodine method. Beijing: Ministry of Agriculture of the PRC, 2007
- [18] 江苏省农科院综合实验室. GB 6195—1986 水果、蔬菜维生素 C 含量测定法 (2, 6-二氯酚酚滴定法). 北京: 国家标准局, 1986
- Comprehensive Laboratory of Jiangsu Academy of Agricultural Sciences. GB 6195—1986 Determination of vitamin C in vegetables and fruits (2, 6-dichloro-indophenol titration method). Beijing: China State Bureau of Standards, 1986
- [19] 房伯平, 唐君, 张雄坚, 江用文, 陈景益, 李育军, 曹清河, 黄立飞, 赵冬兰, 王章英, 罗忠霞, 周志林. NY/T 2176—2012 农作物优异种质资源评价规范 甘薯. 北京: 中华人民共和国农业部, 2012
- Fang B P, Tang J, Zhang X J, Jiang Y W, Chen J Y, Li Y J, Cao Q H, Huang L F, Zhao D L, Wang Z Y, Luo Z X, Zhou Z L. NY/T 2176—2012 Standard for evaluation of excellent germplasm resource of crops-sweet potato. Beijing: Ministry of agriculture of the PRC, 2012
- [20] 陆建珍, 徐雪高, 汪翔, 秦建军, 易中懿. 广东省甘薯产业发展现状、问题及对策. 农业展望, 2020, 16(3): 49-55
- Lu J Z, Xu X G, Wang X, Qin J J, Yi Z Y. Development status, problems and countermeasures of sweetpotato industry in Guangdong province. Agricultural Outlook, 2020, 16(3): 49-55
- [21] 刘翀, 万忠, 杨亚慧. 2015 年广东甘薯产业发展形势与对策建议. 广东农业科学, 2016, 43(3): 17-20
- Liu C, Wan Z, Yang Y H. Development situation and countermeasures of Guangdong sweet-potato industry in 2015. Guangdong Agricultural Sciences, 2016, 43(3): 17-20
- [22] 段东霞, 万忠, 柯标清, 房伯平. 2012 年广东甘薯产业发展形势与对策建议. 广东农业科学, 2013, 40(12): 6-8
- Duan D X, Wan Z, Ke B Q, Fang B P. Development situation and countermeasure on Guangdong sweet-potato industry in 2012. Guangdong Agricultural Sciences, 2013, 40(12): 6-8
- [23] 罗忠霞, 房伯平, 李茹, 王章英, 黄立飞, 陈景益, 张雄坚, 李育军, 陈新亮, 黄实辉. 基于 EST-SSR 标记的甘薯种质资源 DNA 指纹图谱构建. 植物遗传资源学报, 2014, 15(4): 810-814
- Luo Z X, Fang B P, Li R, Wang Z Y, Huang L F, Chen J Y, Zhang X J, Li Y J, Chen X L, Huang S H. Construction of DNA fingerprint database based on EST-SSR markers for sweetpotato germplasm. Journal of Plant Genetic Resources, 2014, 15(4): 810-814
- [24] 苏一钧, 王娇, 戴习彬, 唐君, 赵冬兰, 张安, 周志林, 曹清河. 303 份甘薯地方种 SSR 遗传多样性与群体结构分析. 植物遗传资源学报, 2018, 19(2): 243-251
- Su Y J, Wang J, Dai X B, Tang J, Zhao D L, Zhang A, Zhou Z L, Cao Q H. 303 sweetpotato landraces of SSR genetic diversity and population structure analysis. Journal of Plant Genetic Resources, 2018, 19(2): 243-251
- [25] 刘中华, 林志坚, 李华伟, 许泳清, 李国良, 邱永祥, 邱思鑫, 汤浩. 基于 SRAP 标记的甘薯遗传多样性与起源演化分析. 植物遗传资源学报, 2018, 19(3): 468-477
- Liu Z H, Lin Z J, Li H W, Xu Y Q, Li G L, Qiu Y X, Qiu S X, Tang H. Analysis of genetic diversity, origin and evolution of sweetpotato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) by SRAP. Journal of Plant Genetic Resources, 2018, 19(3): 468-477
- [26] 黄立飞, 陈景益, 邹宏达, 张雄坚, 王章英, 罗忠霞, 杨义伶, 姚祝芳, 唐朝臣, 江炳志, 房伯平. 广东甘薯遗传育种研究进展与展望. 广东农业科学, 2020, 47(12): 62-72
- Huang L F, Chen J Y, Zou H D, Zhang X J, Wang Z Y, Luo Z X, Yang Y L, Yao Z F, Tang C C, Jiang B Z, Fang B P. Progress and prospect of sweetpotato breeding in Guangdong province. Guangdong Agricultural Sciences, 2020, 47(12): 62-72