

木薯新品种桂薯 1289 的选育与抗螨性研究

李恒锐¹, 张秀芬^{1*}, 叶骏菲², 张远飞³, 农雪钰⁴, 杨梅琼⁵, 陈会鲜¹, 韦婉羚¹, 蔡兆琴¹, 卢美瑛^{1**}, 阮丽霞^{1**}

1. 广西南亚热带农业科学研究所, 广西龙州 532415; 2. 南宁市气象局, 广西南宁 530022; 3. 南宁市土壤肥料工作站, 广西南宁 530000; 4. 崇左市大新县环境卫生园林管理站, 广西崇左 532300; 5. 桂平市白沙镇农业农村中心, 广西桂平 537221

摘要: 为选育株型好、高产、高淀粉、广适性等综合性状优良的木薯新品种, 本研究以华南 5 号 (SC5) 为母本, 华南 205 (SC205) 为父本, 通过系统选育程序, 育成优良木薯新品种桂薯 1289 (Gui 1289)。该品种区域性试验的平均鲜薯产量为 49.92 t/hm², 比对照南植 199 (NZ 199) 增产 24.21%。生产性试验的平均鲜薯产量为 50.76 t/hm², 比对照增产 21.26%, 鲜薯产量表现突出。区域性试验的平均淀粉含量为 30.22 g/100 g, 比对照增加 5.42 g/100 g。生产性试验的平均淀粉含量为 29.96 g/100 g, 比对照增加 5.57 g/100 g。抗螨性田间鉴定结果为中抗。适宜在广西、广东、海南、江西等省 (区) 木薯种植区推广。本研究为我国实现木薯良种化生产提供新的种质资源, 对促进薯农增收、企业增效具有重要意义。

关键词: 木薯; 桂薯 1289; 高产高淀粉; 抗螨性; 品种选育

中图分类号: S533 文献标志码: A

Breeding of a New Cassava Variety Gui 1289 and Its Resistance to *Tetranychus cinnabarinus*

LI Hengrui¹, ZHANG Xiufen^{1*}, YE Junfei², ZHANG Yuanfei³, NONG Xueyu⁴, YANG Meiqiong⁵, CHEN Huixian¹, WEI Wanling¹, CAI Zhaoqin¹, LU Meiyong^{1**}, RUAN Lixia^{1**}

1. South Subtropical Crop Research Institute of Guangxi, Longzhou, Guangxi 532415, China; 2. Nanning Meteorological Bureau, Nanning, Guangxi 530022, China; 3. Nanning Soil and Fertilizer Workstation, Nanning, Guangxi 530000, China; 4. Environmental Hygiene and Landscape Management of Daxin County in Chongzuo, Chongzuo, Guangxi 532300, China; 5. Agricultural and Rural Center of Baisha Town in Guiping, Guiping, Guangxi 537221, China

Abstract: A new cassava variety Gui 1289 with excellent comprehensive traits such as good plant type, high yield, high starch, and wide adaptability was bred by systematic breeding procedures using SC5 as the maternal parent and SC205 as the paternal parent. The average yield of fresh roots for this variety was 49.92 t/hm² in regional test over the years, which was 24.21% higher than that of the control NZ 199. The average yield of fresh roots was 50.76 t/hm² in production test, which was 21.26% higher than that of NZ 199. The average starch content in regional test over the years was 30.22 g/100 g, an increase of 5.42 g/100 g compared to NZ 199. The average starch content in production test over the years was 29.96 g/100 g, an increase of 5.57 g/100 g compared to NZ 199. The field test of *Tetranychus cinnabarinus* showed moderate resistance. It is suitable for popularization in cassava planting areas such as Guangxi, Guangdong, Hainan and Jiangxi, and so on. This study would provide a new germplasm resource for achieving high-quality production of cassava in China, which is of great significance to increase the income of the farmers and increase the efficiency

收稿日期 2024-01-15; 修回日期 2024-03-21

基金项目 国家重点研发计划项目 (No. 2023YFD1600600); 广西自然科学基金项目 (No. 2023GXNSFBA026150); 广西农科院稳定资助科研团队项目 (桂农科 2021YT157)。

作者简介 李恒锐 (1988—), 男, 学士, 高级农艺师, 研究方向: 木薯栽培生理与育种; *同等贡献作者: 张秀芬 (1990—), 女, 硕士, 助理研究员, 研究方向: 薯类作物遗传育种。**通信作者 (Corresponding author): 阮丽霞 (RUAN Lixia), E-mail: 1007731015@qq.com; 卢美瑛 (LU Meiyong), E-mail: 312877049@qq.com。

of enterprises

Keywords: cassava; Gui 1289; high-yield and high-starch; mite resistance; variety breeding

DOI: 10.3969/j.issn.1000-2561.2024.10.015

木薯 (*Manihot esculenta* Crantz) 被称为世界三大薯类作物之一, 从用途上可分工业用、食品用和饲料用 3 种, 具有广阔的应用前景^[1]。当前, 我国木薯加工产业的发展已逐步从初级阶段向快速发展阶段转变, 加工产品逐渐多样化, 加工原料需求旺盛。广西是我国木薯优势产区和重要加工基地, 种植面积和加工产量均占全国的 70% 左右^[2]。近 10 年来, 广西木薯产业发展面临品种退化、新品种更新慢和自主创新品种少等突出问题^[3-9]。为了增强广西在木薯育种方面的自主创新能力, 以满足市场的需求, 亟需加强木薯新品种创制工作。

木薯遗传背景复杂、基因高度杂合, 授粉杂交创造了丰富的遗传变异^[10]。中国热带农业科学院通过杂交育种选育出华南 5 号、华南 6 号和华南 7 号等华南系列优良品种^[11]。因此, 杂交育种是获得优良木薯品种的主要方式之一, 也是常用的育种方法之一^[12]。但近年来广西主栽的工业木薯品种仍是华南 5 号、华南 205、南植 199 等, 除华南 5 号由中国热带农业科学院品种资源研究所通过杂交选育外^[13], 其他品种均为通过从国外引种或引进筛选等方式获得, 广西本土有性杂交育成的国审品种屈指可数^[14], 缺乏本土的株型好、高产、稳产、高淀粉、广适性等综合性状优良的木薯新品种。

广西南亚热带农业科学研究所于 2008 年开始从事木薯杂交育种技术研究, 多年来构建了一套完整的木薯杂交育种技术体系^[15-20]。基于前期育种基础, 研究团队于 2011 年以华南 5 号为母本, 华南 205 为父本, 进行品种间杂交, 获得杂交 F_1 代种子, 后经播种育苗、大田移栽、单株评选、单排试验、系比试验、区域性试验、生产性试验等一系列系统选育程序, 育成具有株型好、高产、稳产、高淀粉等特点的工业型木薯新品种桂薯 1289, 于 2023 年 12 月通过全国热带作物品种审定 (审定编号: 热品审 2023001), 为我国实现木薯良种化生产提供新的种质资源, 对促进薯农增收、企业增效具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 亲本材料 母本华南 5 号, 于 2000 年由中

国热带农业科学院育成推广, 具有高产、抗风等特点。父本华南 205, 于 18 世纪由菲律宾引进^[21-22], 具有株型好、高产、高淀粉、耐肥等特点。

1.1.2 对照材料 参试对照品种为南植 199, 于 1995 年由中国科学院华南植物所从国外引进的组培苗中经无性系多代评选育成, 是目前广西区内主栽的木薯品种。

1.2 方法

1.2.1 选育过程 2011 年以华南 5 号为母本, 华南 205 为父本, 进行品种间杂交, 获得杂交 F_1 代种子 1161 粒; 2012 年, F_1 杂交种子播种后获得实生苗 315 株, 该申请品种田间标注为 1289; 2013—2014 年, 在广西崇左市龙州县广西南亚热带农业科学研究所木薯育种基地 (简称“南亚所木薯基地”) 进行单株评选和单排试验; 2015—2017 年, 在南亚所木薯基地进行初级系比、中级系比和高级系比; 2018—2019 年, 在广西龙州、合浦、河池及云南保山、广东开平进行区域性试验; 2020—2021 年在广西龙州、合浦、河池及云南保山、广东开平进行生产性试验; 2022 年 12 月通过全国热带作物品种审定委员会组织的专家现场鉴评; 2023 年 10 月通过全国热带作物品种审定, 命名为“桂薯 1289”。

1.2.2 单株评选和单排试验 2013 年开展单株评选, 对 F_1 代实生单株的株型、抗螨性 (朱砂叶螨, 俗称红蜘蛛) 进行评价, 淘汰长势差的单株。2014 年开展单排试验, 对入选的株系进行扩繁, 每株系种植数量为 6~8 株, 以主栽品种南植 199 对照, 株行距为 1.0 m×1.0 m, 收获后对入选株系的鲜薯产量、收获指数、抗螨性、株型、薯型等进行综合评价, 筛选综合性状优良的木薯品系。

1.2.3 品系比较试验 2015—2017 年分别开展初、中和高级系比试验, 均采用随机排列区组设计, 每个小区种植 30 株, 设 3 次重复, 株行距为 1.0 m×0.8 m, 对照品种为南植 199。主要对包括 1289 在内的 10 个优异品系进行初级评价、中级评价、高级评价, 观测各参试品系的植物学性状、鲜薯产量、淀粉含量、抗螨性等, 进一步筛选出优异品系进入区域性试验。植物学性状参照《木

薯种质资源描述规范》^[23], 鲜薯产量以随机抽取 10 株木薯测定鲜薯质量后折算成单位面积鲜薯产量, 参照 GB/T 5009.9—2016^[24]测定淀粉含量。

1.2.4 区域性试验 2018—2019 年, 分别在广西龙州县彬桥乡 (BQX)、广西合浦县廉江镇 (LJZ)、广西宜州区洛西镇 (LXZ)、云南保山隆阳区 (LYQ)、广东开平市长沙镇 (CSZ) 共 5 个区试点, 以主栽品种南植 199 为对照, 对包括 1289 在内的 6 个优异品系开展区域性试验。采用随机排列区组设计, 每个小区面积约 0.04 hm², 设 3 次重复, 株行距为 1.0 m×0.8 m。主要观测鲜薯产量、淀粉含量和抗蚜性等, 验证其产量性状、淀粉含量和适应性, 以期获得具有适应性广、高产、优质等综合性状优良的木薯新品种。由各试验点随机抽取鲜薯样品送至农业农村部亚热带果品蔬菜质量监督检验测试中心、广西益谱检测技术有限公司测定区域性试验和生产性试验的淀粉含量。

1.2.5 生产性试验 2020—2021 年, 分别在 BQX、LJZ、LXZ、LYQ、CSZ 等地开展生产性试验。参试品系为 1289 和对照品种南植 199, 每个品种种植 0.33 hm², 采用间排法排列, 3 次重复, 种植规格为 1.0 m×0.8 m。收获期对品系 1289 鲜薯产量和淀粉含量进行测定, 验证品系 1289 的丰产性、适应性和稳产性。

1.2.6 现场鉴定 2022 年, 参照《热带作物品种审定规范 木薯》^[25]开展专家现场 (龙州点) 鉴评, 测定株高、主茎高度、主茎直径、单株鲜薯产量等性状指标, 并现场测定鲜薯产量, 随机取样, 3 次重复。

1.2.7 指纹图谱鉴定 对包括桂薯 1289 等在内的 24 份木薯种质进行微卫星 DNA (SSR) 分子标记。利用 34 对微卫星标记引物, 在 1.2% 琼脂糖凝胶上以 120 V 电泳 30 min 进行分离, 通过对比等位基因获取目标品种唯一特征带, 作为该品种的标记指纹。

1.2.8 抗蚜性鉴定 参照《木薯种质资源抗虫性鉴定技术规程》^[26], 采用田间评价法进行抗蚜性鉴定。

1.3 数据处理

运用 WPS office (11.8.2.9958) 软件的 WPS 表格对试验数据进行整理统计, 采用 DPS 7.05 软件对数据进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 单株评选和单排试验结果

2012 年移栽大田实生单株共 315 株, 2013 年经单株评选共筛选出株型直立、紧凑、整齐度好的优良株系 123 个 (约占总株数 39%)。2014 年开展单排试验, 从株型、抗蚜性、薯肉颜色、块根分布、收获指数、薯型、鲜薯产量、淀粉含量等性状, 筛选出优异品系 10 个, 其中编号 1289 表现为株型直立、部分高位分枝、抗蚜性较强、收获指数较高、块根水平分布、薯形均匀、淀粉含量高、鲜薯产量高等特点。

2.2 品系比较试验结果

2015—2017 年, 在广西南亚热带农业科学研究所科研基地, 对包括品系 1289 在内的 10 个木薯新品系进行鲜薯产量比较试验。3 年间, 品系 1289 的鲜薯产量均在 46.24 t/hm² 以上, 且显著高于 CK, 3 年平均鲜薯产量为 48.41 t/hm², 比 CK 增产 27.56%; 在 10 个木薯新品系的鲜薯产量中, 品系 1289 每年的鲜薯产量均位列第一或第二位 (表 1)。可见, 品系 1289 在系比试验中表现出较好的丰产性。品系 1289 的淀粉含量均在 28.68 g/100 g 以上, 且显著高于 CK, 3 年平均淀粉含量为 30.07 g/100 g, 比 CK 增加 5.92 g/100 g; 在 10 个木薯新品系的淀粉含量中, 品系 1289 每年的淀粉含量均位列第一或第二位 (表 2)。因此, 品系 1289 在系比试验中表现出高淀粉的优良品质。品系 1289 对朱砂叶蚜的抗性评价均为中抗 (MR), 抗性级别与 CK 相当 (表 3)。

2.3 区域性试验结果

区域性试验结果表明, 品系 1289 在 5 个试点的平均鲜薯产量达到 49.92 t/hm², 且显著高于 CK, 比 CK 增产 24.21% (表 4)。品系 1289 在 5 个试点的平均淀粉含量为 30.22 g/100 g, 且显著高于 CK, 比 CK 增加 5.42 g/100 g (表 5)。品系 1289 的朱砂叶蚜抗性评价表现为中抗 (MR), 抗性级别与 CK 相当, 抗性级别与系比试验结果一致 (表 6)。区域性试验结果表明, 品系 1289 的淀粉含量、鲜薯产量均排在第一或第二, 中抗朱砂叶蚜, 说明品系 1289 在广西、广东和云南等主要木薯种植区具有较好的适应性和丰产性。

2.4 生产性试验结果

从表 7 可知, 2020 年, 5 个试点中品系 1289 的鲜薯产量均显著高于 CK, 其平均鲜薯产量为

表 1 2015—2017 年系比试验鲜薯产量表现

Tab. 1 Performance of fresh root yield in comparison test from 2015 to 2017

品系 Strain	鲜薯产量 Fresh root yield/(t·hm ⁻²)				增幅 Increase rate/%
	2015	2016	2017	均值 Mean	
1201	37.01±1.00 ^{fg}	34.27±2.29 ^{ef}	32.86±0.99 ^{ef}	34.71±2.11 ^d	-8.54
1203	49.48±0.65 ^a	47.59±0.64 ^{ab}	44.56±0.76 ^{ab}	47.21±2.48 ^{ab}	24.40
1205	37.42±1.06 ^{ef}	33.18±1.60 ^f	31.81±1.50 ^c	34.14±2.92 ^d	-10.04
1215	44.04±1.13 ^c	43.50±1.25 ^c	39.78±1.49 ^f	42.44±2.32 ^{bc}	11.83
1217	46.13±1.41 ^b	45.36±1.84 ^{bc}	43.18±1.23 ^b	44.89±1.53 ^b	18.29
1222	35.31±1.23 ^g	36.34±0.64 ^{de}	33.62±3.14 ^{ef}	35.09±1.37 ^d	-7.54
1226	39.51±1.54 ^d	38.50±0.59 ^d	37.20±1.61 ^{cd}	38.40±1.56 ^{cd}	1.19
1227	47.08±1.38 ^b	44.81±2.33 ^c	42.95±1.60 ^b	44.95±2.07 ^{ab}	18.45
1252	43.78±0.68 ^c	43.75±1.09 ^c	39.59±1.43 ^c	42.37±2.41 ^{bc}	11.65
1289	49.25±0.81 ^a	49.74±1.54 ^a	46.24±1.42 ^a	48.41±1.90 ^a	27.56
CK	39.07±0.74 ^{de}	37.98±1.83 ^d	36.80±2.52 ^{de}	37.95±1.67 ^{cd}	

注：同列不同小写字母表示差异显著（ $P<0.05$ ）。

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference ($P<0.05$).

表 2 2015—2017 年系比试验淀粉含量表现

Tab. 2 Performance of starch content in comparison test from 2015 to 2017

g/100 g

品系 Strain	淀粉含量 Starch content				与对照相比 Compared to CK
	2015	2016	2017	均值 Mean	
1201	25.99±1.25 ^{cd}	27.00±0.60 ^b	25.24±0.34 ^b	26.08±0.88 ^{cd}	1.93
1203	30.46±1.09 ^a	28.19±0.80 ^b	29.45±1.13 ^a	29.37±1.14 ^{ab}	5.22
1205	24.28±1.28 ^{def}	22.62±0.47 ^{cd}	23.00±1.34 ^c	23.30±0.87 ^{de}	-0.85
1215	22.87±0.68 ^{ef}	23.56±0.23 ^{cd}	23.17±1.05 ^c	23.20±0.35 ^{de}	-0.95
1217	24.73±0.93 ^{de}	30.23±0.84 ^a	29.03±0.83 ^a	28.00±2.89 ^{abc}	3.85
1222	21.87±0.78 ^f	23.54±2.11 ^{cd}	22.10±1.73 ^c	22.50±0.91 ^e	-1.65
1226	27.77±1.35 ^{bc}	26.45±1.38 ^{cd}	26.25±0.68 ^b	26.82±0.83 ^{bc}	2.67
1227	22.80±1.49 ^{ef}	22.72±0.48 ^{cd}	22.20±0.79 ^c	22.57±0.33 ^e	-1.58
1252	23.12±0.93 ^{ef}	22.10±1.03 ^d	22.09±0.52 ^c	22.44±0.59 ^e	-1.71
1289	28.68±0.94 ^{ab}	30.87±0.68 ^a	30.65±1.05 ^a	30.07±1.21 ^a	5.92
CK	23.02±1.58 ^{def}	24.41±1.04 ^c	25.01±0.38 ^b	24.15±2.94 ^{cde}	

注：同列不同小写字母表示差异显著（ $P<0.05$ ）。

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference ($P<0.05$).

表 3 2015—2017 年系比试验对朱砂叶螨抗性评价

Tab. 3 Evaluation of resistance to *T. cinnabarinus* in comparison test from 2015 to 2017

品系 Strain	2015		2016		2017	
	螨害指数	抗性级别	螨害指数	抗性级别	螨害指数	抗性级别
	Mite damage index/%	Resistance level	Mite damage index/%	Resistance level	Mite damage index/%	Resistance level
1201	65.10	S	70.40	S	67.40	S
1203	47.50	MR	43.30	MR	47.10	MR
1205	50.40	MR	57.30	MR	54.50	MR
1215	31.50	R	35.20	R	32.20	R
1217	42.30	MR	45.70	MR	48.40	MR
1222	74.50	S	72.60	S	73.10	S
1226	24.30	R	26.20	R	24.80	R
1227	31.20	R	32.60	R	31.30	R
1252	28.37	R	27.30	R	25.60	R
1289	60.50	MR	61.30	MR	57.80	MR
CK	53.80	MR	55.50	MR	58.60	MR

注：螨害指数（ I ）=0 为免疫（IM）； $0<I\leq 12.5\%$ 为高抗（HR）； $12.5\%<I\leq 37.5\%$ 为抗（R）； $37.5\%<I\leq 62.5\%$ 为中抗（MR）； $62.5\%<I\leq 87.5\%$ 为感（S）； $I>87.5\%$ 为高感（HS）。

Note: Mite damage index (I)=0 indicates immune (IM); $0<I\leq 12.5\%$ indicates highly resistant (HR); $12.5\%<I\leq 37.5\%$ indicates resistant (R); $37.5\%<I\leq 62.5\%$ indicates moderately resistant (MR); $62.5\%<I\leq 87.5\%$ indicates susceptible (S); $I>87.5\%$ indicates highly susceptible (HS).

表 4 2018—2019 年区域性试验鲜薯产量表现
Tab. 4 Performance of fresh root yield in regional test from 2018 to 2019

年份 Year	品系 Strain	鲜薯产量 Fresh root yield/(t·hm ⁻²)					均值 Mean/ (t·hm ⁻²)	增幅 Increase rate/%
		彬桥乡 BQX	廉江镇 LJZ	洛西镇 LXZ	隆阳区 LYQ	长沙镇 CSZ		
2018	1203	45.39±0.70 ^b	46.03±2.78 ^b	42.08±0.75 ^b	42.46±1.28 ^{bc}	45.51±1.44 ^a	44.29	15.34
	1215	41.19±1.74 ^{cd}	41.80±0.66 ^{cd}	41.51±1.56 ^b	41.00±1.72 ^{cd}	38.01±1.68 ^b	40.70	5.99
	1217	44.70±3.18 ^{bc}	44.68±3.01 ^{bc}	41.67±0.59 ^b	44.29±1.42 ^{ab}	41.58±0.90 ^b	43.38	12.97
	1227	44.89±0.55 ^{bc}	43.64±0.74 ^{cd}	42.06±0.49 ^b	40.76±0.76 ^{cd}	40.58±0.90 ^b	42.39	10.39
	1252	41.03±1.12 ^{cd}	40.40±1.74 ^{cd}	40.85±1.85 ^b	40.34±1.00 ^{cd}	38.85±1.24 ^b	40.29	4.92
	1289	49.33±1.13 ^a	51.10±1.29 ^a	48.40±1.36 ^a	46.71±1.00 ^a	48.49±0.55 ^a	48.81	27.11
	CK	38.74±0.58 ^d	40.84±1.12 ^d	37.23±1.01 ^c	38.10±1.41 ^d	37.07±1.15 ^b	38.40	
2019	1203	53.35±1.33 ^a	45.14±1.76 ^{ab}	46.24±1.76 ^{ab}	49.29±1.37 ^{ab}	49.59±0.68 ^a	48.72	16.08
	1215	45.41±1.11 ^{cd}	42.17±0.32 ^{cd}	43.27±0.32 ^{bc}	44.16±1.29 ^c	43.10±1.65 ^b	43.62	3.93
	1217	49.73±1.43 ^b	43.41±1.20 ^b	44.46±1.19 ^b	45.76±1.78 ^c	45.85±1.01 ^b	45.84	9.22
	1227	48.75±2.48 ^{bc}	45.70±1.41 ^{cd}	42.71±2.81 ^{bc}	46.04±1.55 ^{bc}	43.97±2.30 ^b	45.43	8.24
	1252	45.80±1.20 ^{cd}	42.39±1.05 ^{cd}	43.59±1.75 ^{bc}	45.50±0.79 ^c	44.20±1.02 ^b	44.30	5.55
	1289	52.97±0.85 ^a	51.80±0.61 ^a	47.60±0.61 ^a	51.38±0.80 ^a	51.41±1.71 ^a	51.03	21.59
	CK	43.46±1.22 ^d	42.55±1.17 ^d	39.12±1.17 ^c	42.60±1.50 ^c	42.10±0.91 ^b	41.97	

注：同列不同小写字母表示差异显著（ $P<0.05$ ）。
Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference ($P<0.05$).

表 5 2018—2019 年区域性试验淀粉含量表现
Tab. 5 Performance of starch content in regional test from 2018 to 2019

年份 Year	品系 Strain	淀粉含量 Starch content					均值 Mean	与对照相比 Compared to CK
		彬桥乡 BQX	廉江镇 LJZ	洛西镇 LXZ	隆阳区 LYQ	长沙镇 CSZ		
2018	1203	30.65±1.27 ^a	28.49±2.50 ^a	28.85±1.54 ^a	25.29±1.37 ^b	29.57±0.33 ^a	28.57	3.51
	1215	23.14±0.16 ^d	23.89±0.65 ^b	24.40±0.64 ^{bc}	24.16±1.29 ^b	23.10±2.00 ^b	23.74	-1.32
	1217	25.31±1.26 ^{cd}	28.70±0.57 ^a	26.13±0.92 ^c	25.09±0.91 ^b	24.19±1.33 ^b	25.88	0.82
	1227	23.30±1.96 ^d	23.37±1.11 ^b	23.72±0.79 ^{bc}	23.37±0.73 ^b	22.64±1.41 ^b	23.28	-1.78
	1252	22.99±0.40 ^d	23.06±0.53 ^b	23.24±1.08 ^c	23.17±0.99 ^b	23.20±1.04 ^b	23.13	-1.93
	1289	29.14±0.91 ^{ab}	31.25±0.32 ^a	28.92±0.44 ^a	31.39±0.80 ^a	31.11±1.33 ^a	30.36	5.30
	CK	27.07±1.32 ^{bc}	24.32±0.14 ^b	24.95±1.28 ^{bc}	25.17±1.00 ^b	23.77±0.76 ^b	25.06	
2019	1203	29.99±0.70 ^a	31.30±2.10 ^a	28.68±0.76 ^a	29.06±1.28 ^a	30.11±1.44 ^a	29.83	5.30
	1215	22.55±1.02 ^d	24.03±0.40 ^{bc}	23.21±1.55 ^b	21.76±0.76 ^c	23.71±1.13 ^b	23.05	-1.48
	1217	25.30±1.04 ^b	23.13±0.45 ^{bc}	21.90±1.15 ^b	24.22±1.54 ^{bc}	23.17±1.72 ^b	23.54	-0.99
	1227	22.89±0.55 ^{cd}	21.63±0.74 ^d	23.06±0.49 ^b	25.16±0.47 ^b	23.24±0.52 ^b	23.20	-1.33
	1252	23.37±0.52 ^{cd}	23.67±1.33 ^{bc}	23.52±0.52 ^b	23.34±0.36 ^{bc}	22.19±0.54 ^b	23.24	-1.29
	1289	29.60±0.45 ^a	29.68±1.34 ^a	31.02±1.23 ^a	29.72±0.15 ^a	30.36±2.30 ^a	30.08	5.55
	CK	24.69±0.58 ^{bc}	25.77±0.69 ^b	24.26±1.02 ^b	23.70±2.05 ^{bc}	24.25±0.42 ^b	24.53	

注：同列不同小写字母表示差异显著（ $P<0.05$ ）。
Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference ($P<0.05$).

表 6 2018—2019 年区域性试验对朱砂叶螨抗性评价
Tab. 6 Evaluation of resistance to *T. cinnabarinus* in regional test from 2018 to 2019

年份 Year	品系 Strain	螨害指数 Mite damage index/%					均值 Mean/%	抗性级别 Resistance level
		彬桥乡 BQX	廉江镇 LJZ	洛西镇 LXZ	隆阳区 LYQ	长沙镇 CSZ		
2018	1203	43.20	39.30	45.60	50.10	55.10	46.66	MR
	1215	23.60	25.40	29.40	26.70	27.60	26.54	R
	1217	58.80	56.30	53.10	54.60	53.70	55.30	MR
	1227	28.50	30.20	28.00	26.50	27.50	28.14	R
	1252	27.60	25.10	20.50	21.10	27.30	24.32	R
	1289	54.40	53.50	54.00	57.40	56.80	55.22	MR
	CK	50.30	52.70	59.40	58.40	52.50	54.66	MR
2019	1203	54.30	42.33	53.40	56.10	57.60	52.75	MR
	1215	30.10	33.20	32.80	30.10	29.30	31.10	R
	1217	46.50	46.30	49.76	44.60	43.70	46.17	MR
	1227	30.70	26.60	27.70	29.60	28.20	28.56	R
	1252	35.20	32.50	35.15	31.40	36.80	34.21	R
	1289	50.30	52.10	53.50	54.10	54.60	52.92	MR
	CK	52.10	56.40	43.60	58.40	52.30	52.56	MR

注：螨害指数 (I)=0 为免疫 (IM); $0<I\leq 12.5\%$ 为高抗 (HR); $12.5\%<I\leq 37.5\%$ 为抗 (R); $37.5\%<I\leq 62.5\%$ 为中抗 (MR); $62.5\%<I\leq 87.5\%$ 为感 (S); $I>87.5\%$ 为高感 (HS)。
Note: Mite damage index (I)=0 indicates immune (IM); $0<I\leq 12.5\%$ indicates highly resistant (HR); $12.5\%<I\leq 37.5\%$ indicates resistant (R); $37.5\%<I\leq 62.5\%$ indicates moderately resistant (MR); $62.5\%<I\leq 87.5\%$ indicates susceptible (S); $I>87.5\%$ indicates highly susceptible (HS).

表 7 2020—2021 年生产性试验鲜薯产量和淀粉含量表现
Tab. 7 Performance of fresh root yield and starch content in production test from 2020 to 2021

年份 Year	试验地点 Experimental site	鲜薯产量 Fresh root yield/(t·hm ⁻²)		增幅 Increase rate/%	变异系数 CV/%	淀粉含量 Starch content/[g·(100 g) ⁻¹]		与对照相比 Compared to CK/[g·(100 g) ⁻¹]
		1289	CK			1289	CK	
2020	彬桥乡	51.30±1.46 ^a	43.31±1.43 ^b	18.45	3.98	29.43±1.24 ^a	25.03±1.16 ^b	4.40
	廉江镇	52.52±0.96 ^a	42.69±2.69 ^b	20.21		30.55±1.78 ^a	24.53±1.38 ^b	6.02
	洛西镇	48.66±1.87 ^a	39.94±1.59 ^b	21.83		28.29±2.06 ^a	25.51±1.44 ^b	2.78
	隆阳区	48.49±1.14 ^a	38.53±0.87 ^b	25.85		29.18±1.53 ^a	23.67±1.56 ^b	5.51
	长沙镇	49.49±5.98 ^a	41.33±2.40 ^b	19.74		31.86±2.04 ^a	25.62±1.09 ^b	5.74
	均值	50.09	41.36	21.11		29.86	24.27	5.59
2021	彬桥乡	50.40±0.69 ^a	41.29±0.98 ^b	22.06	3.38	30.08±1.46 ^a	25.16±1.07 ^b	4.92
	廉江镇	53.98±0.48 ^a	43.80±0.87 ^b	23.24		28.16±1.63 ^a	24.41±0.97 ^b	3.75
	洛西镇	50.33±1.65 ^a	40.24±0.46 ^b	25.07		29.94±2.15 ^a	23.37±1.72 ^b	6.57
	隆阳区	51.71±1.36 ^a	42.56±0.57 ^b	21.50		30.27±1.08 ^a	24.26±1.52 ^b	7.01
	长沙镇	50.73±1.56 ^a	42.97±1.37 ^b	18.06		31.86±1.36 ^a	25.39±1.37 ^b	6.47
	均值	51.43	42.37	21.38		30.06	24.52	5.54

注：同行不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$)。
Note: Different lowercase letters in the same line indicate significant difference ($P<0.05$).

50.09 t/hm²，比 CK 平均增产 21.11%；2021 年，5 个试点中品系 1289 的鲜薯产量均显著高于 CK，其平均鲜薯产量为 51.43 t/hm²，比 CK 平均增产 21.38%；比较 2 年间品系 1289 在 5 个试点中鲜薯产量的差异，发现变异系数较小，分别为 3.98%和 3.38%。说明品系 1289 在广西、云南、广东等地种植具有较好的丰产性和稳产性。2020 年，品系 1289 在 5 个试点的淀粉含量均显著高于 CK，其平均淀粉含量为 29.86 g/100 g，比 CK 平均增加 5.59 g/100 g；2021 年，品系 1289 在 5

个试点的淀粉含量均显著高于 CK，其平均淀粉含量为 30.06 g/100 g，比 CK 平均增加 5.54 g/100 g。可见，品系 1289 是具有高淀粉潜力的优良品系。

2.5 现场鉴评结果

2022 年 12 月 27 日，由农业农村部亚热带作物中心组织有关专家，在广西壮族自治区崇左市龙州县彬桥乡南亚所木薯育种基地对品系 1289 和对照品种南植 199 进行现场鉴评。鉴评结果表明，品系 1289 鲜薯产量达 77.85 t/hm²，比 CK 的鲜薯产量（35.7 t/hm²）增产 118.07%。

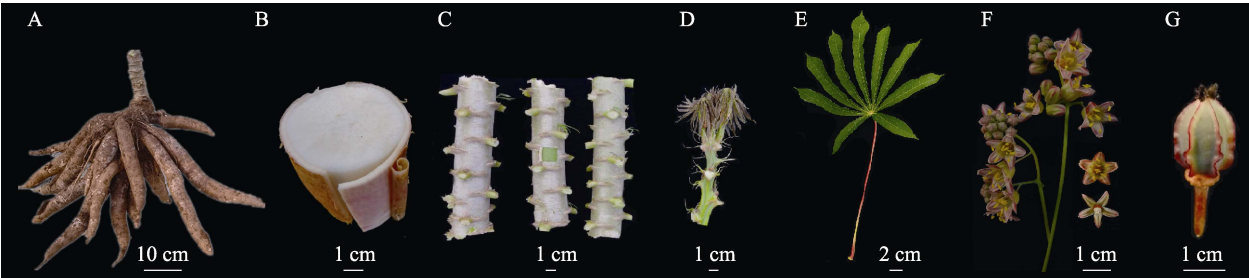
2.6 品种特征特性

2.6.1 形态特征描述 通过多年多点的表型鉴定评价，桂薯 1289 株型直立，或有少量高位分枝，株高 2.50~3.50 m；叶片绿色，掌状深裂，裂片 5 个、7 个或 9 个，裂片呈提琴型，中间裂片长 20.00~25.00 cm，中间裂片宽 2.60~2.70 cm，顶端嫩叶紫红色，叶柄红带绿，叶柄长 30.00~35.00 cm，叶脉浅红色，嫩茎绿带红色；成熟主茎直径 3.00~4.00 cm，中下部外皮灰白色，内皮浅绿色；块根水平分布，薯形为圆柱-圆锥形，块根外皮浅

褐色，块根内皮粉红色，块根肉质白色。圆锥花序顶生或腋生，苞片条状披针形；雌花花萼长约 10.00 mm，花萼带紫红色，裂片长圆状披针形，柱头外弯，摺扇状，子房绿带紫；雄花花萼长约 7.00 mm，花萼带紫红色，裂片长卵形，雄蕊长 6.00~7.00 mm；蒴果椭圆状，表面粗糙，具 6 条狭而波状纵翅（图 1，图 2）。

2.6.2 生物学特性 桂薯 1289 的成熟期为 240~300 d，在年平均气温 16℃ 以上、无霜期 240~250 d 的热带、亚热带地区均可栽培。该品种在广西部分地区能正常开花、结实。

2.6.3 指纹图谱鉴定 利用 34 对微卫星标记引物对 24 份木薯材料进行引物筛选，筛选出 1 对扩增条带清晰且多态性好的引物 C11（正向引物：5'-GGCTTTGTGGATGCTTCAAT-3'；反向引物：5'-CCTCTGTACTGGCTTGGCTC-3'）。在 1.2% 琼脂糖凝胶上以 120 V 电泳 30 min，获得 6 个等位基因（C11-a~C11-f），在 24 份木薯材料中，桂薯 1289 的特征带为 C11-e（表 8，图 3）。表明 C11 可作为桂薯 1289 的标记指纹。



A、B：块根；C：成熟茎；D：嫩茎；E：叶；F：花；G：果。
A, B: Tuber roots; C: Mature stem; D: Tender stem; E: Leaf; F: Flower; G: Fruit.

图 1 桂薯 1289 的形态特征

Fig. 1 Morphological characteristics of cassava Gui 1289



A：植株；B：块根。
A: Plant; B: Tuber roots.

图 2 桂薯 1289 的田间表型

Fig. 2 Field phenotype of cassava Gui 1289

表 8 分子指纹模式
Tab. 8 Molecular fingerprint pattern

编号 No.	品种/品系 Variety/Strain	C11						编号 No.	品种/品系 Variety/Strain	C11					
		a	b	c	d	e	f			a	b	c	d	e	f
1	华南 9 号 (SC9)	—	—	—	—	—	+	13	新选 048 (Xinxuan048)	—	+	+	—	+	+
2	辐选 01 (Fuxuan01)	—	+	+	—	+	+	14	桂木薯 11 号 (Gui 11)	—	+	+	—	+	+
3	辐选 04 (Fuxuan04)	—	+	+	+	+	+	15	黄 32 (Huang 32)	—	—	—	—	—	+
4	华南 5 号 (SC5)	—	+	+	—	+	+	16	桂木薯 12 号 (Gui 12)	—	+	+	—	+	+
5	桂热 891 (GR891)	—	—	—	—	—	+	17	桂热 13 号 (GR13/561)	—	+	+	—	+	+
6	南植 199 (NZ199)	—	+	+	—	+	+	18	桂热 4 号 (GR4)	+	—	—	—	+	+
7	桂木薯 9 号 (Gui 9)	—	+	+	+	+	+	19	M9	+	—	—	—	+	+
8	桂木薯 8 号 (Gui 8)	+	—	—	—	+	+	20	沙田 (Shatian)	+	—	—	—	+	+
9	桂木薯 6 号 (Gui 6)	—	+	+	+	+	+	21	桂薯 1508 (Gui 1508)	—	+	+	—	+	+
10	桂木薯 7 号 (Gui 7)	—	+	+	—	+	+	22	1225	+	—	—	—	+	+
11	华南 205 号 (SC205)	—	—	—	+	+	—	23	桂薯 1289 (Gui 1289)	—	—	—	—	+	—
12	华南 12 号 (SC12)	+	—	—	—	+	+	24	桂薯 1505 (Gui 1505)	—	—	—	—	—	+

注：+ 表示该位点有特征条带，—表示该位点无条带。
Note: + indicates that the site has characteristic bands, — indicates that the site has no bands.

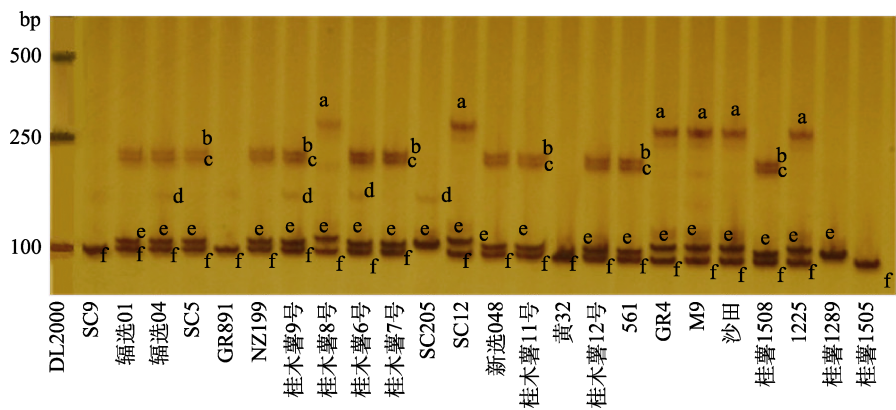


图 3 C11 扩增指纹图谱
Fig. 3 C11 amplification fingerprint map

3 讨论

广西是我国木薯优势产区和重要加工基地，当前推广栽培的木薯品种绝大部分都是从国外引种或引进筛选等方式选育而成的，且大部分品种只具备高产或高淀粉中的 1 个优点，缺乏广西本土自主育成的综合性状优良的木薯新品种。本研究以华南 5 号为母本，华南 205 为父本，进行品种间杂交，经过一系列系统选育程序后，育成了具有高产、稳产、高淀粉、株型好等特点的工业型木薯新品种桂薯 1289。

桂薯 1289 在鲜薯产量方面表现出超亲现象，杂种优势明显，是近年来国内选育的木薯品种(华南 16 号^[27]、桂热 13 号^[28]、桂木薯 9 号^[29]等)中具备超高产潜力的品种之一。经多年多点试验结

果表明,桂薯 1289 表现出较好的丰产性和稳产性，历年(2015—2021 年)平均鲜薯产量达 49.95 t/hm²，比对照南植 199 提高 23.61%。木薯淀粉含量是评价木薯品种优劣的重要指标之一，更是衡量淀粉和酒精加工生产经济效益的重要指标，桂薯 1289 历年(2015—2021 年)平均淀粉含量为 30.09%，比对照南植 199 提高 5.6 个百分点，适宜加工生产淀粉和酒精。

桂薯 1289 株型直立或高位分枝呈紧凑型，不仅有利于密植，还可间套种红籽瓜^[30]、菠萝^[31]、凉粉草^[32]等经济作物，提高土地复种指数，增加经济效益，同时也便于机械化作业、田间管理、种茎采收，达到降低劳动强度，减少用工，节约成本的目的。张林辉等^[33]研究发现，直立或紧凑

型品种比伞形或张开型品种能节约 20%~57%的土地。肖鑫辉等^[34]认为,直立或紧凑型品种因无分枝或高位分枝,株型整齐,利于机械化种植及收获。林洪鑫等^[35]试验得出,直立或紧凑型品种的产量和氮素利用效率高于伞型品种。显而易见,直立或紧凑型的本薯品种在生产上更具优势。桂薯 1289 按照常规栽培技术进行种植和管理,即可获得良好的鲜薯产量和淀粉含量,且中抗朱砂叶螨,可在广西、云南、江西、广东等相似生态种植区推广种植。

参考文献

- [1] LUIZ JCB C, 陈松笔. 木薯作物遗传资源、生物技术与育种(英文)[J]. 热带作物学报, 2020, 41(10): 1968-1978.
LUIZ JCB C, CHEN S B. Genetic resources, evaluation, application and breeding of cassava crop[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2020, 41(10): 1968-1978. (in Chinese)
- [2] 李军. 加强木薯食用化和能源化多元开发重振广西木薯产业[J]. 农业研究与应用, 2018, 31(1): 1-4.
LI J. Strengthening the multi-purpose development of cassava in food and energy to revive its industry in Guangxi[J]. Agricultural Research and Application, 2018, 31(1): 1-4. (in Chinese)
- [3] 李慈军. 广西木薯产业发展之我见[J]. 学术论坛, 2013, 36(8): 88-92.
LI C J. My opinion on the development of cassava industry in Guangxi[J]. Academic Forum, 2013, 36(8): 88-92. (in Chinese)
- [4] 罗兴录, 樊吴静. 广西木薯产业提升制约因素与对策[J]. 农学学报, 2015, 5(8): 119-125.
LUO X L, FAN W J. Constraints and strategies for enhancing cassava industry of Guangxi[J]. Journal of Agriculture, 2015, 5(8): 119-125. (in Chinese)
- [5] 罗明智, 樊吴静, 李泽宇. 广西木薯产业经济效益问题与对策[J]. 农村经济与科技, 2015, 26(12): 168-169.
LUO M Z, FAN W J, LI Z Y. Economic benefits and countermeasures of cassava industry in Guangxi[J]. Rural Economy and Science, 2015, 26(12): 168-169. (in Chinese)
- [6] 黄庆芬, 田代发. 广西木薯产业现状与发展策略分析[J]. 园艺与种苗, 2017(7): 69-70.
HUANG Q F, TIAN D F. Analysis on present situation and development strategy of Guangxi cassava industry[J]. Horticulture & Seed, 2017(7): 69-70. (in Chinese)
- [7] 杨梅琼. 广西木薯产业发展形势与对策建议[J]. 农业研究与应用, 2020, 33(6): 74-77.
YANG M Q. Development situation of Guangxi cassava industry and its countermeasures[J]. Agricultural Research and Application, 2020, 33(6): 74-77. (in Chinese)
- [8] 曹升, 陈江枫, 黄富宇, 严华兵, 韦朝念, 李富山, 陆柳英, 覃夏燕, 陈会鲜, 李恒锐. 广西木薯产业现状分析及其发展建议[J]. 南方农业学报, 2021, 52(6): 1468-1476.
CAO S, CHEN J F, HUANG F Y, YAN H B, WEI C N, LI F S, LU L Y, QIN X Y, CHEN H X, LI H R. Development status and countermeasures of cassava industry in Guangxi[J]. Journal of Southern Agriculture, 2021, 52(6): 1468-1476. (in Chinese)
- [9] 陈星伊. 广西农户木薯种植意愿调查及产业发展对策研究[D]. 南宁: 广西大学, 2022.
CHEN X Y. Investigation on cassava planting willingness of farmers and its industrial development countermeasures in Guangxi[D]. Nanning: Guangxi University, 2022. (in Chinese)
- [10] 严华兵, 叶剑秋, 李开绵. 中国木薯育种研究进展[J]. 中国农学通报, 2015, 31(15): 63-70.
YAN H B, YE J Q, LI K M. Progress of cassava breeding in China[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2015, 31(15): 63-70. (in Chinese)
- [11] 付海天, 郑华, 文峰, 梁立娟, 王帝, 李军. 中国木薯研究及产业发展趋势[J]. 农业研究与应用, 2022, 35(4): 9-22.
FU H T, ZHENG H, WEN F, LIANG L J, WANG D, LI J. Research and industrial development of cassava in China[J]. Agricultural Research and Application, 2022, 35(4): 9-22. (in Chinese)
- [12] 梁振华, 李恒锐, 杨海霞, 黎萍, 刘连军, 何文, 韦巧云. 木薯人工杂交授粉技术研究[J]. 种子, 2019, 38(5): 143-144.
LIANG Z H, LI H R, YANG H X, LI P, LIU L J, HE W, WEI Q Y. Study on artificial hybrid pollination technology of cassava[J]. Seed, 2019, 38(5): 143-144. (in Chinese)
- [13] 林雄, 李开绵, 黄洁, 许瑞丽, 张伟特. 木薯新品种华南 5 号选育报告[J]. 热带农业科学, 2001(5): 15-19.
LIN X, LI K M, HUANG J, XU R L, ZHANG W T. Breeding report on the new cassava variety, SC No.5[J]. Chinese Journal of Tropical Agriculture, 2001(5): 15-19. (in Chinese)
- [14] 周时艺, 俞奔驰, 宋恩亮, 雷开文, 马崇熙, 卢赛清, 韦丽君. 高产高淀粉木薯新品种桂热 11 号的选育[J]. 福建农业学报, 2022, 37(2): 138-145.
ZHOU S Y, YU B C, SONG E L, LEI K W, MA C X, LU S Q, WEI L J. Breeding of high-yield, high-starch cassava, Guire No.11[J]. Fujian Journal of Agricultural Sciences, 2022, 37(2): 138-145. (in Chinese)
- [15] 李恒锐, 陈海生, 刘连军, 邱文武, 马文清, 王文林, 黎萍, 彭崇, 施丁寿, 农秋连, 梁振华, 杨海霞, 青鑫, 卢美琪, 赵静. 木薯人工破蕾杂交授粉方法: CN201310362445. X[P]. 2015-10-07.
LI H R, CHEN H S, LIU L J, QIU W W, MA W Q, WANG W L, LI P, PENG C, SHI D S, NONG Q L, LIANG Z H, YANG H X, QING X, LU M Y, ZHAO J. Artificial

- bud-breaking hybrid pollination method of cassava: CN201310362445.X[P]. 2015-10-07.
- [16] 农秋连, 梁振华, 杨海霞, 李恒锐, 杜盼, 黎萍, 刘连军, 王文林, 青鑫, 林嘉雯. 一种木薯实生种子播种育苗方法: ZL201710289722.7[P]. 2020-11-17.
NONG Q L, LIANG Z H, YANG H X, LI H R, DU P, LI P, LIU L J, WANG W L, QING X, LIN J W. The invention relates to a method for seeding and raising cassava solid seeds: ZL201710289722.7[P]. 2020-11-17. (in Chinese)
- [17] 杨海霞, 梁振华, 黎萍, 李恒锐, 刘连军, 农秋连, 青鑫, 郭素云, 韦雪英, 谢君锋. 一种提高木薯实生苗移栽成活率的方法: ZL201710673027.0[P]. 2020-09-22.
YANG H X, LIANG Z H, LI P, LI H R, LIU L J, NONG Q L, QING X, GUO S Y, WEI X Y, XIE J F. A method for improving the survival rate of cassava seedling transplanting: ZL201710673027.0[P]. 2020-09-22. (in Chinese)
- [18] 黎萍, 刘连军, 李恒锐, 梁振华, 杨海霞, 黄珍玲, 郭素云, 陈会鲜, 黄小娟, 朱涵钰, 张秀芬, 马仙花. 一种提高木薯开花的栽培方法. 中国发明专利: CN202011596107.9[P]. 2022-05-20.
LI P, LIU L J, LI H R, LIANG Z H, YANG H X, HUANG Z L, GUO S Y, CHEN H X, HUANG X J, ZHU H Y, ZHANG X F, MA X H. A cultivation method for increasing the flowering of cassava: CN202011596107.9[P]. 2022-05-20. (in Chinese)
- [19] 广西壮族自治区市场监督管理局. 木薯杂交育种技术规程: DB45/T 2609—2022[S]. 北京: 中国标准出版社, 2022. Market Supervision Administration of Guangxi Zhuang Autonomous Region. Technical regulations for cross breeding of cassava: DB45/T 2609—2022[S]. Beijing: Standards Press of China, 2022. (in Chinese)
- [20] 广西壮族自治区市场监督管理局. 木薯实生种苗栽培技术规程: DB45/T 2798—2023[S]. 北京: 中国标准出版社, 2023. Market Supervision Administration of Guangxi Zhuang Autonomous Region. Technical regulations for cultivation of cassava seedlings: DB45/T 2798—2023[S]. Beijing: Standards Press of China, 2023. (in Chinese)
- [21] 岑湘涛. 两个木薯品种组织培养再生体系建立的研究[D]. 南宁: 广西大学, 2014.
CEN X T. Research on the establishment of regeneration system of tissue culture in two cassava varieties[D]. Nanning: Guangxi University, 2014. (in Chinese)
- [22] 李军. 新木薯栽培技术[EB/OL]. (2007-08-08)[2023-12-20]. http://www.cnstarch.cn/news_jc/article.asp?id=5572&classid=22.
LI J. New cassava cultivation technology[EB/OL]. (2007-08-08)[2023-12-20]. http://www.cnstarch.cn/news_jc/article.asp?id=5572&classid=22. (in Chinese)
- [23] 中华人民共和国农业部. 木薯种质资源描述规范: NY/T 1943—2010[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010. Ministry of Agriculture, the People's Republic of China. Description standard for germplasm resources of cassava: NY/T 1943—2010[S]. Beijing: Standards Press of China, 2010. (in Chinese)
- [24] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品中淀粉的测定: GB/T 5009.9—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. National Health and Family Planning Commission, People's Republic of China, State Food and Drug Administration. Determination of starch in food: GB/T 5009.9—2016[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016. (in Chinese)
- [25] 中华人民共和国农业部. 热带作物品种审定规范 木薯: NY/T 2669—2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014. Ministry of Agriculture, the People's Republic of China. Registration rules for variety of tropical crops cassava: NY/T 2669—2014[S]. Beijing: Standards Press of China, 2014. (in Chinese)
- [26] 中华人民共和国农业部. 木薯种质资源抗性鉴定技术规程: NY/T2445—2013[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013. Ministry of Agriculture, the People's Republic of China. Technical regulations for the identification of cassava germplasm resistance to pests: NY/T2445—2013[S]. Beijing: Standards Press of China, 2013. (in Chinese)
- [27] 卢诚, 陈新, 周新成, 夏志强, 孙玉芳, 王海燕, 邹枚伶, 李开绵, 李兆贵, 肖子盈, 周宾, 韩全辉, 张鹏, 王文泉. 木薯新品种‘华南 16 号’的选育[J]. 热带作物学报, 2020, 41(9): 1756-1761.
LU C, CHEN X, ZHOU X C, XIA Z Q, SUN Y F, WANG H Y, ZHOU M L, LI K M, LI Z G, XIAO Z Y, ZHOU B, HAN Q H, ZHANG P, WANG W Q. Breeding of a new cassava cultivar ‘South China No. 16’[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2020, 41(9): 1756-1761. (in Chinese)
- [28] 卢赛清, 俞奔驰, 周时艺, 陈炯宇, 宋恩亮, 徐钊, 雷开文, 马崇熙, 王帝, 韦丽君. 高产高淀粉早熟木薯新品种桂薯 13 号的选育[J]. 热带作物学报, 2023, 44(9): 1776-1785.
LU S Q, YU B C, ZHOU S Y, CHEN J Y, SONG E L, XU C, LEI K W, MA C X, WANG D, WEI L J. Breeding of high-yield, high-starch, early-maturing cassava, Guire No. 13[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2023, 44(9): 1776-1785. (in Chinese)
- [29] 陆柳英, 严华兵, 曾文丹, 肖亮, 李恒锐, 郑刚辉, 韦婉玲, 陈碧梅, 曹升, 尚小红, 施平丽, 王颖. 食用木薯新品种桂木薯 9 号的选育及适应性研究[J]. 热带作物学报, 2023, 44(12): 2409-2416.
LU L Y, YAN H B, ZENG W D, XIAO L, LI H R, ZHENG

- G H, WEI W L, CHEN B M, CAO S, SHANG X H, SHI P L, WANG Y. Study on reeding and adaptability of a new edible cassava cultivar (cv. Gui 9)[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2023, 44(12): 2409-2416. (in Chinese)
- [30] 陈海生, 何文, 杨海霞, 梁振华, 张秀芬, 郭素云, 刘连军, 黎萍, 卢美瑛, 李恒锐. 木薯与红籽瓜间套种模式研究及效益分析[J]. 中国瓜菜, 2019, 32(8): 74-79.
- CHEN H S, HE W, YANG H X, LIANG Z H, ZHANG X F, GUO S Y, LIU L J, LI P, LU M Y, LI H R. Study on the models of cassava intercropped red- seed edible seed watermelon and the economic benefits analysis[J]. China Cucurbits and Vegetables, 2019, 32(8): 74-79. (in Chinese)
- [31] 广西壮族自治区质量技术监督局. 木薯间作套种菠萝栽培技术规程: DB45/T 1796—2018[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
- Market Supervision Administration of Guangxi Zhuang Autonomous Region. Cultivation regulations for cassava intercropped with pineapple: DB45/T 1796—2018[S]. Beijing: Standards Press of China, 2018. (in Chinese)
- [32] 广西标准化协会. 木薯与凉粉草间作栽培技术规程: T/GXAS 466—2023[S]. 北京: 中国标准出版社, 2023.
- Guangxi Association for Standardization. Technical code of practice for intercropping of *Manihot esculenta* and *Mesona chinensis*: T/GXAS 466—2023[S]. Beijing: Standards Press of China, 2023. (in Chinese)
- [33] 张林辉, 宋记明, 李月仙, 段春芳, 刘倩, 严炜, 沈绍斌, 易怀锋, 刘光华. 不同株型木薯品种的不同种植密度试验[J]. 中国热带农业, 2015(2): 69-72.
- ZHANG L H, SONG J M, LI Y X, DUAN C F, LIU Q, YAN W, SHEN S B, YI H F, LIU G H. Experiment on different planting density of cassava varieties with different plant types[J]. China Tropical Agriculture, 2015(2): 69-72. (in Chinese)
- [34] 肖鑫辉, 李开绵, 许瑞丽, 周建国, 张洁, 王明, 万仲卿, 叶剑秋. 国内外栽培木薯(*Manihot esculenta* Crantz)种质资源表型多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2017, 18(1): 94-105.
- XIAO X H, LI K M, XU R L, ZHOU J G, ZHANG J, WANG M, WAN Z Q, YE J Q. Phenotypic diversity analysis of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) germplasm from China and abroad[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2017, 18(1): 94-105. (in Chinese)
- [35] 林洪鑫, 袁展汽, 肖运萍, 汪瑞清, 吕丰娟, 张志华. 不同株型木薯品种干物质生产和氮素累积及利用特征比较[J]. 植物营养与肥料学报, 2020, 26(7): 1328-1338.
- LIN H X, YUAN Z Q, XIAO Y P, WANG R Q, LYU F J, ZHANG Z H. Comparison of dry matter production, nitrogen accumulation and utilization of cassava cultivars with different plant types[J]. Journal of Plant Nutrition and Fertilizers, 2020, 26(7): 1328-1338. (in Chinese)