

高产高淀粉早熟木薯新品种桂热 13 号的选育

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*

广西壮族自治区亚热带作物研究所, 广西南宁 530001

摘 要: 木薯桂热 13 号 (GR13) 以高产品种新选 048 (XX048) 为母本, 高粉品种南植 199 (NZ199) 为父本, 采用开花调控技术诱导亲本开花, 并通过嫁接预测杂种优势的方法获得杂交 F₁ 代, 经优良单株评选、单排试验、各级品比试验、区域试验和生产性试验, 鉴定、评价、筛选等选育而成。GR13 平均鲜薯产量 47.06 t/hm²、淀粉含量 32.0%, 分别比对照 NZ199 和华南 205 (SC205) 增产 22.93%、21.48%, 淀粉分别提高 3.74、5.30 个百分点; 薯块干物质率 45.2%, 比对照高 4.7、7.5 个百分点; 鲜薯平均氢氰酸含量 25.7 mg/kg, 均低于对照; 粗纤维 0.73%, 与 SC205 相当; 维生素 C 42.87 mg/hg、蛋白质 0.57 g/hg、总糖 3%、可溶性糖 1.1%, 均与 NZ199 相当; GR13 抗螨性田间鉴定结果为中抗, 在植后 180 d 淀粉含量稳定在 27.0% 以上, 说明其早熟、高产、高淀粉、氢氰酸含量低、适应性广, 是早熟丰产稳产性好的鲜食及加工兼用型优良品种, 具有耐旱耐寒和较抗螨、不易落叶等特点, 适合在广西、江西和云南等木薯主产区推广种植。

关键词: 木薯; 桂热 13 号; 高产高淀粉; 早熟; 品种选育

中图分类号: S889.5 文献标识码: A

Breeding of High-yield, High-starch, Early-maturing Cassava, Guire No. 13

LU Saiqing, YU Benchi, ZHOU Shiyi, CHEN Jiongyu, SONG Enliang, XU Chuan, LEI Kaiwen, MA Chongxi, WANG Di, WEI Lijun*

Guangxi Subtropical Crops Research Institute, Nanning, Guangxi 530001, China

Abstract: An early-maturing, high-yield, high-starch, wide-adaptability cassava cultivar was bred in Guangxi for fresh consumption or further processing. A newly bred F₁ progeny of crossing between the high-yield, XX048 as the female parent and the high-starch NZ199 as the male parent was generated by artificial pollination and induction through prediction of graft breeding. After seedling selection, single row and a series of primary, intermediate, and advanced tests as well as regional and production trials, Guire No. 13 (GR13) was selected. As showed in the several years trial, GR13 delivered an average tuber yield of 47.06 t/hm², starch content was 32.0%, which was 22.93% and 21.48, 3.74 and 5.30 percentage point higher than that of NZ199 and SC205; Dry matters content of 45.2%, which was 4.7 and 7.5 percentage point higher than that of NZ199 and SC205, and HCN content was 25.7 mg/kg, lower than that of NZ199 and SC205; a rich content of nutrients (based on FW), such as 0.73% on crude fiber, 42.87 mg/hg on vitamin C, 0.75 g/hg on protein, 3% on total sugar, 1.1% on soluble sugar. The early-maturing (over 27.0% on starch content after planted 180 days), high and stable yield GR13 with wide-adaptability was resistant to drought, cold and mites, and its leaves did not fall off easily. It could be adequately cultivated in current cassava-producing areas in Guangxi, Jiangxi, and Yunnan provinces for either fresh

收稿日期 2023-01-05; 修回日期 2023-03-10

基金项目 财政部和农业农村部国家现代农业产业技术体系项目 (No. CARS-11); 广西重点研发计划项目 (桂科 AB1850037)。

作者简介 卢赛清 (1981—), 女, 硕士, 高级农艺师, 研究方向: 木薯品种选育及栽培技术研究推广。*通信作者 (Corresponding author): 韦丽君 (WEI Lijun), E-mail: 215377275@qq.com。

consumption, further processing, or as a raw material for manufacturing starch products.

Keywords: cassava; GR13; high-yield and high-starch; early-maturing; breeding selection

DOI: 10.3969/j.issn.1000-2561.2023.09.005

木薯是原产于热带地区的世界第六大粮食作物^[1], 第三大淀粉来源, 也是我国重要的热带亚热带粮饲作物, 超过10亿人以木薯为主粮^[2], 其产品广泛应用在医药、造纸、服装和食品等行业^[3]。但木薯产业正面临着品种退化严重^[4-5]、更新慢, 生产效益低^[6-7]、竞争力弱, 种植面积逐年萎缩^[8], 原料供求矛盾日益突出等问题, 生产上急需早熟、高产、优质等综合性状优良的品种, 以促进产业健康发展。

广西木薯种植面积和产量约占全国的65%以上。据统计, 近年来我国进口木薯干片约800万t, 是本国产量的5倍以上^[9], 由此可见我国木薯原材料生产与工业需求存在巨大差距。由于受我国土地、收获时间的限制, 选育早熟、高淀粉产量、适应性广、低氢氰酸的综合型优良木薯新品种, 对保障我国木薯原材料供给、促进广西木薯产业快速发展具有重要意义。多年来, 通过木薯育种科研人员的通力合作, 多个木薯新品种^[10-16]通过审定并推广应用, 缓解了我国木薯品种单一和退化严重的状况, 为稳定广西木薯产业提供了保障, 但是这些品种大多数只具备早熟、高产、高淀粉、低氢氰酸、抗风、抗螨等1~2个特性。2017年以前, 广西的木薯品种多数是从国外引进的品系或者杂交种子, 经多年试验、鉴定选育而成, 广西本土有性杂交育成的国审品种屈指可数^[16], 且大部分品种性能单一, 缺乏本土的广适性、早熟、高产、高淀粉、低氢氰酸等综合优良性状的木薯

新品种。

木薯 GR13 是利用开花调控技术、嫁接预测杂种优势技术育成的具有早熟、高产、高淀粉、低氢氰酸含量, 适应性强的综合型木薯品种, 促进薯农增收、企业增效, 为我国木薯产业的健康可持续发展提供良种保障。

1 材料与方法

1.1 材料

参试品(株)系:(1)亲本。母本新选048 (XX048), 高产量, 源自广西大学农学院; 父本南植199 (NZ199), 高淀粉、株型矮小紧凑, 源自华南植物研究所, F₁代(编号为2011-561); (2)加工主栽品种南植199 (NZ199)和华南205 (SC205)作双对照品种。

1.2 方法

每年的3—4月种植, 按NY/T 1681—2009、NY/T 1685—2009的标准进行管理, 12月份收获测产。2011年以新选048(♀)×南植199(♂)为亲本材料, 采用自有专利“开花调控杂交技术”获得杂交种子, 2012—2017年分别进行优良单株评选、单排试验、初级系比试验、中级系比试验、高级系比试验; 2018—2022年在广西南宁、桂平、合浦、江西抚州、云南保山分别开展区域试验、生产性试验。2022年12月26日进行木薯品种审定现场鉴评, 申请品种审定时定名为桂热13号 (GR13)。选育过程如图1。

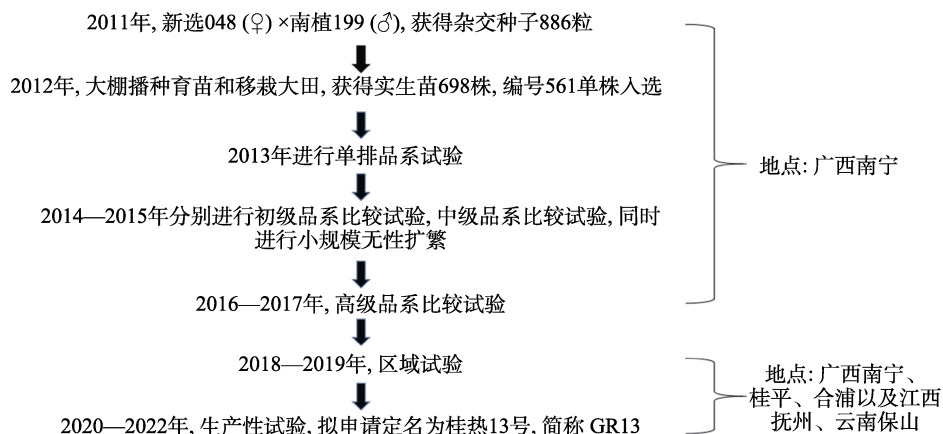


图1 木薯新品种桂热13号的选育程序

Fig. 1 Breeding procedure for a new cassava cultivar GR13

1.2.1 优良单株评选 2012 年开展单株评选试验, 观测株型、结薯性状和薯型、产量等。

1.2.2 系比试验 2013 年单排品系试验, 选取优良单株, 每个单株种植 5 株, 每 10 个株系种植一组对照, 株行距 1.0 m×1.0 m; 2014 年初级品系比较试验, 对单排试验选出的优良株系采用随机区组设计, 每个株系种植 25 株, 每 10 个株系种植 1 组对照, 株行距 1.0 m×1.0 m; 2015 年中级品系比较试验、2016—2017 年高级品系比较试验, 采用随机区组设计, 株行距 1.0 m×1.0 m, 小区面积 5.0 m×5.0 m, 3 次重复。对照均为 NZ199 和 SC205。

以上试验均于木薯生育期间观测株型、整齐度、植物学性状, 12 月收获时观测结薯性状、测定鲜薯产量、淀粉含量(比重法)。

鲜薯产量测定: 初级品系比较试验 5 株、其他系比试验随机抽取 10 株木薯测定鲜薯重后折算成单位面积鲜薯产量。

淀粉含量(比重法)的测定: 随机抽样约 5000 g 鲜薯, 先称其在空气中的质量(m_1), 再称其在水中的质量(m_2), 然后按照下面公式计算鲜薯淀粉含量(SC), $SC=210.8 \times m_1 / (m_1 - m_2) - 213.4$ ^[17]。

1.2.3 区域试验 2018—2019 年在广西南宁、桂平、合浦以及江西抚州、云南保山等 5 个点开展区域试验。采用随机区组设计, 小区面积为 50.0 m², 株行距 0.8 m×1.0 m, 3 次重复。主要观测鲜薯产量、淀粉含量和淀粉产量等, 验证其产量性状、淀粉含量、淀粉产量和适应性, 以期获得具有早熟、适应性广、高产、优质等综合性状优良的木薯新品种。

1.2.4 生产性试验 在区域试验的基础上, 2020—2022 年在广西南宁、桂平、合浦, 江西抚州, 云南保山开展生产性试验。广西南宁、桂平和合浦试验面积 2 hm²、江西抚州和云南保山试验面积 1 hm², 株行距 0.8 m×1.0 m。广西南宁与合浦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蛋白质、总糖、可溶性糖、粗纤维、淀粉、维生素、氢氰酸含量以及干物质率, 以此作为 GR13 的品种认定和推广应用的科学依据。

1.2.5 现场鉴定 2022 年专家现场(合浦点)鉴评时按照《热带作物品种审定规范 木薯》^[18], 测定株高、主茎高度、主茎直径、单株鲜薯产量等性状指标。各点收获时现场测定鲜薯产量、淀粉含量(淀粉测定仪), 并随机抽点采集木薯鲜样,

送至广西益谱检测技术有限公司进行淀粉等相关品质的测定。

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, 用 DPS 7.05 软件对数据进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 杂交和优良单株评选

2011 年获得的杂交种子于 2012 年开展单株评选, 收获时选取株型直立、紧凑、整齐度好、结薯集中、块根水平伸长、薯块大小均匀的优良株系 480 个(约占总株系 20%), GR13 平均鲜薯产量为 3.85 kg/株, 比对照 SC205 (2.50 kg/株) 增产 54.00%, 比对照 NZ199 (2.98 kg/株) 增产 29.19%。

2.2 品系比较试验结果

2013 年单排品系比较试验结果表明, GR13 鲜薯产量为 42.98 t/hm²、淀粉含量为 31.5%、淀粉产量为 13.54 t/hm², 均显著高于对照 NZ199 和 SC205。品系 AW21、AW45 和 AW65 的鲜薯产量与淀粉产量高于对照, 淀粉含量均高于 28%, AW90 与 SC205 相当, 但不及 NZ199, 其余 4 个品系表现不如对照(表 1)。

通过 2014 年初级品系比较试验, 筛选出株型、块根性状稳定, 鲜薯产量和淀粉含量均显著高于 SC205、NZ199 的优良株系约 100 个, 其中 GR13 平均鲜薯产量、淀粉含量、淀粉产量均显著高于对照 NZ199 和 SC205。其平均鲜薯产量为 41.64 t/hm²、淀粉产量为 13.97 t/hm², 分别比对照增产 21.90% 和 25.50%, 45.70% 和 65.36%; 平均淀粉含量为 33.6%, 比对照分别提高 5.5 和 8.2 个百分点。品系 AW45 和 AW65 表现也十分优异, 鲜薯产量和淀粉产量均显著高于对照, AW21 淀粉含量仅次于 GR13, 但鲜薯产量与对照差异不显著, AW90 鲜薯产量和淀粉产量均低于对照(表 2)。

2015 年中级品系比较试验结果表明, GR13 平均鲜薯产量、淀粉含量、淀粉产量均显著高于对照 NZ199 和 SC205。鲜薯平均产量为 45.65 t/hm²、淀粉产量为 14.86 t/hm², 分别比对照增产 38.18% 和 37.88%, 60.70% 和 81.27%; 平均淀粉含量为 32.6%, 比对照分别提高 4.6 和 7.8 个百分点。相比对照, 品系 AW45 和 AW65 增产显著, AW21 淀粉含量较高, 但鲜薯产量低于对照(表 3)。

2016—2017 年高级品系比较试验结果表明,

表 1 2013 年 GR13 单排品系比较试验木薯鲜薯产量和淀粉含量

Tab. 1 Single row yield trial results GR13 about fresh root yield, starch content and starch yield on GR13 in 2013

品系 Variety	鲜薯产量 Fresh root yield/ (t·hm ⁻²)	增长率 Growth rate/%		淀粉含量 Starch content/%	增长百分点 Growth percentage point		淀粉产量 Starch yield/(t·hm ⁻²)	增长率 Growth rate/%	
		NZ199	SC205		NZ199	SC205		NZ199	SC205
AW21	36.53	2.10	8.69	30.0	1.4	4.5	10.96	7.13	27.88
AW23	32.22	-9.95	-4.14	22.9	-5.6	-2.6	7.38	-27.88	-13.90
AW45	42.78	19.56	27.28	28.6	0.0	3.1	12.24	19.60	42.77
AW48	29.02	-18.89	-13.666	25.5	-3.1	0.0	7.40	-27.66	-13.65
AW52	28.84	-19.40	-14.19	24.2	-4.4	-1.3	6.98	-31.78	-18.56
AW65	42.05	17.52	25.11	28.9	0.3	3.4	12.15	18.79	41.80
AW78	30.9	-13.64	-8.06	25.8	-2.6	0.2	7.97	-22.07	-6.98
AW90	34.27	-4.22	1.96	27.9	-0.7	2.4	9.56	-6.54	11.57
GR13	42.98	20.12	27.88	31.5	2.9	6.0	13.54	32.34	57.98
NZ199	35.78	-	-	28.6	-	-	10.23	-	-
SC205	33.61	-	-	25.5	-	-	8.57	-	-

注: -表示未测定。

Note: - indicates that this item is not measured.

表 2 2014 年 GR13 初级品系比较试验木薯鲜薯产量、淀粉含量和淀粉产量

Tab. 2 Primary yield trail results about fresh root yield, starch content and starch yield on GR13 in 2014

品系 Variety	鲜薯平均产量 Average fresh root yield/(t·hm ⁻²)	增长率 Growth rate/%		平均淀粉含量 Average starch content/%	淀粉平均产量 Average starch content/(t·hm ⁻²)	增长率 Growth rate/%	
		NZ199	SC205			NZ199	SC205
AW21	34.87±0.69 ^b	2.07	5.08	29.2±0.4 ^b	10.17±0.51 ^c	6.06	20.37
AW23	32.48±0.21 ^{bcd}	-4.92	-2.11	23.1±0.3 ^c	7.50±0.72 ^{ef}	-21.78	-11.23
AW45	40.90±1.18 ^a	19.72	23.26	27.9±0.8 ^{bc}	11.42±0.90 ^b	19.08	35.15
AW48	29.80±1.69 ^{de}	-12.76	-10.19	24.3±1.0 ^{de}	7.21±0.20 ^f	-24.83	14.69
AW52	28.19±0.88 ^e	-17.48	-15.04	24.3±1.3 ^{de}	6.86±1.01 ^f	-28.42	-18.77
AW65	40.09±1.56 ^a	17.36	20.83	28.9±0.3 ^b	11.60±0.25 ^b	20.92	37.24
AW78	30.54±1.38 ^{cd}	-10.59	-7.95	24.8±0.5 ^d	7.59±0.39 ^{def}	-20.86	-10.18
AW90	31.94±0.38 ^{bcd}	-6.51	-3.75	26.3±1.2 ^{bd}	8.40±0.68 ^{de}	-12.38	-0.56
GR13	41.64±0.58 ^a	21.90	25.50	33.6±0.2 ^a	13.97±0.17 ^a	45.70	65.36
NZ199	34.16±0.77 ^{bc}	-	-	28.1±1.1 ^b	9.59±0.85 ^c	-	-
SC205	33.18±1.11 ^{bc}	-	-	25.4±0.8 ^{cd}	8.45±0.91 ^d	-	-

注: 不同小写字母表示处理间差异显著 ($P<0.05$); -表示未测定。Note: Different lowercase letters indicate significant difference among treatments ($P<0.05$); - indicates that this item is not measured.

GR13 平均鲜薯产量、淀粉含量、淀粉产量均显著高于对照。平均鲜薯产量为 45.30 t/hm², 淀粉含量为 33.12%, 淀粉产量为 15.0 t/hm²; 鲜薯产量分别比对照增产 25.79%和 28.54%, 淀粉含量分别提高 4.9 和 8.9 个百分点, 淀粉产量分别提高 47.77%和 75.94% (表 4)。2013—2017 的试验结果表明, 品系 AW45 和 AW65 均优于对照, 但增产显著低于 GR13。

2.3 区域试验结果

2.3.1 鲜薯产量及淀粉含量 连续 2 年 5 点的区域试验结果表明: GR13 鲜薯产量、淀粉含量高且

稳定, 丰产稳产性好。除 2018 年南宁试验点外, 各试验点 2 年的鲜薯产量、淀粉含量均显著高于对照, 鲜薯平均产量为 47.81 t/hm²、淀粉含量为 31.9%, 分别比对照增产 24.05%和 26.12%, 淀粉含量提高 3.3 和 5.8 个百分点; 合浦试验点的鲜薯产量连续 2 年最高 (表 5)。

2.3.2 淀粉产量 连续 2 年 5 点的区域试验结果表明: GR13 鲜薯淀粉产量显著高于对照, 分别提高 36.05%和 53.02%, 说明 GR13 具有高淀粉产量、丰产稳产性好的优良特性, 在广西、江西和云南等主要产区适应性好 (表 6)。

表 3 2015 年 GR13 中级品系比较试验木薯鲜薯产量、淀粉含量和淀粉产量

Tab. 3 Intermediate yield trial results about fresh root yield, starch content and starch yield on GR13 in 2015

品系 Variety	鲜薯平均产量 Average fresh root yield/(t·hm ⁻²)	增长率 Growth rate/%		平均淀粉含量 Average starch content/%	淀粉平均产量 Average starch content/(t·hm ⁻²)	增长率 Growth rate/%	
		NZ199	SC205			NZ199	SC205
AW21	32.03±1.36 ^c	-3.05	-3.25	28.5±0.5 ^b	9.12±0.39 ^c	-1.44	11.18
AW45	41.77±1.60 ^b	26.43	26.17	27.5±0.4 ^b	11.49±1.41 ^b	24.20	40.11
AW65	43.38±1.96 ^{ab}	31.29	31.01	27.9±0.5 ^b	12.11±0.75 ^b	30.89	47.65
AW90	31.94±0.92 ^c	-3.34	-3.54	25.2±1.1 ^c	8.04±0.65 ^c	-13.13	-2.01
GR13	45.65±0.90 ^a	38.18	37.88	32.6±1.4 ^a	14.86±0.78 ^a	60.70	81.27
NZ199	33.04±1.05 ^c	-	-	28.0±0.5 ^b	9.25±0.58 ^c	-	-
SC205	33.11±0.84 ^c	-	-	24.8±1.3 ^c	8.20±0.38 ^c	-	-

注：不同小写字母表示处理间差异显著 ($P<0.05$)；-表示未测定。

Note: Different lowercase letters indicate significant difference among treatments ($P<0.05$); - indicates that this item is not measured.

表 4 2016—2017 年 GR13 高级品系比较试验木薯鲜薯产量、淀粉含量和淀粉产量

Tab. 4 Advanced yield trial results about fresh root yield, starch content and starch yield on GR13 in 2016—2017

年份 Year	品系 Variety	鲜薯平均产量 Average fresh root yield/(t·hm ⁻²)	增长率 Growth rate/%		平均淀粉含量 Average starch con- tent/%	淀粉平均产量 Average starch con- tent/(t·hm ⁻²)	增长率 Growth rate/%	
			NZ199	SC205			NZ199	SC205
2016	AW21	33.66±0.49 ^d	-6.66	-4.48	28.30±0.40 ^b	9.54±0.53 ^{cd}	-6.11	11.57
	AW45	40.34±2.83 ^b	11.88	14.48	27.40±0.20 ^b	11.07±1.30 ^b	8.95	29.47
	AW65	38.51±1.03 ^{bc}	6.79	9.28	28.10±0.30 ^b	10.82±0.65 ^{bc}	6.45	26.49
	AW90	34.60±0.33 ^{bcd}	-4.04	-1.81	24.60±0.70 ^c	8.52±0.67 ^{cd}	-16.14	-0.35
	GR13	45.09±1.37 ^a	25.03	27.94	32.90±0.70 ^a	14.83±0.38 ^a	45.98	73.47
	NZ199	36.06±0.30 ^{bcd}	-	-	28.20±0.30 ^b	10.16±0.28 ^c	-	-
2017	SC205	35.24±0.93 ^{cd}	-	-	24.20±0.10 ^c	8.55±0.85 ^{cd}	-	-
	AW21	33.63±0.60 ^f	-6.48	-4.27	28.20±0.20 ^b	9.48±0.16 ^d	-6.48	11.55
	AW45	40.88±0.13 ^b	13.68	16.37	27.27±0.15 ^c	11.15±0.10 ^b	9.92	31.12
	AW65	39.52±0.61 ^c	9.88	12.48	28.10±0.20 ^b	11.10±0.20 ^b	9.49	30.61
	AW90	34.62±0.85 ^e	-3.74	-1.46	24.93±0.42 ^d	8.63±0.26 ^c	-14.89	1.53
	GR13	45.51±0.66 ^a	26.55	29.54	33.33±0.86 ^a	15.17±0.21 ^a	49.56	78.40
	NZ199	35.96±0.14 ^d	-	-	28.20±0.36 ^b	10.14±0.13 ^c	-	-
SC205	35.13±0.17 ^{de}	-	-	24.20±0.20 ^c	8.50±0.03 ^e	-	-	

注：不同小写字母表示处理间差异显著 ($P<0.05$)；-表示未测定。

Note: Different lowercase letters indicate significant difference among treatments ($P<0.05$); - indicates that this item is not measured.

2.4 生产性试验结果

2.4.1 鲜薯产量及淀粉含量 连续 3 年 5 点的生产性试验结果表明，GR13 平均鲜薯产量为 48.24 t/hm²、淀粉含量为 31.53%，分别比对照增产 26.75%和 26.99%、淀粉提高 3.63 和 4.31 个百分点，均显著高于对照（表 7）。

2.4.2 淀粉产量 连续 3 年 5 点生产性试验结果表明，GR13 平均淀粉产量（15.18 t/hm²）显著高于对照，分别增产 43.26%~56.62%，表明 GR13 适应性广、鲜薯丰产、稳产，淀粉含量高且稳定，适合在广西、江西和云南及相似的生态区域种植（表 8）。

2020—2022 年，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抽样检测鲜薯淀粉含量，结果见表 9。植后 180 d，GR13 淀粉含量为 30.4%~36.8%，均高于对照，分别提高 4.9 和 7.2 个百分点；同一种植时间，GR13 淀粉含量于植后 180 d 稳定在 27.0%以上（淀粉含量达到加工厂收购要求），10 月初可收获，而对照品种在 11 月初以后才能收获，表明 GR13 具有高淀粉、早熟特性。

2.5 资质机构对木薯检测结果

2.5.1 氢氰酸含量 2020—2022 年，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

表 5 2018—2019 年 GR13 区域试验鲜薯产量及淀粉含量

Tab. 5 Regional trail results about fresh root yield and starch content on GR13 in 2018—2019

年份 Year	试验点 Site	鲜薯平均产量 Average fresh root yield/(t·hm ⁻²)			增长率 Growth rate/%		淀粉平均含量 Average starch content/%			增长百分点 Growth percent- age point	
		GR13	NZ199	SC205	NZ199	SC205	GR13	NZ199	SC205	NZ199	SC205
2018	南宁	45.42±1.01 ^a	35.68±2.81 ^b	36.09±2.00 ^b	27.30	25.85	32.1±1.83 ^a	28.2±0.38 ^{ab}	23.8±2.83 ^b	3.9	8.3
	桂平	46.89±3.00 ^a	36.13±0.49 ^b	36.69±2.00 ^b	29.78	27.80	31.5±0.33 ^a	28.1±0.58 ^b	25.0±0.70 ^c	3.4	6.5
	合浦	53.47±2.49 ^a	44.59±4.08 ^b	39.58±4.42 ^b	19.91	35.09	31.5±1.12 ^a	28.1±0.73 ^b	25.6±0.76 ^c	3.4	6.0
	抚州	45.41±1.52 ^a	38.59±1.29 ^b	38.63±1.95 ^b	17.67	17.55	31.9±0.67 ^a	28.7±1.69 ^b	27.2±1.58 ^b	3.2	4.7
	保山	47.44±0.60 ^a	37.51±0.92 ^b	38.43±0.54 ^b	26.47	23.45	32.1±1.05 ^a	29.6±0.56 ^b	27.6±0.77 ^c	2.5	4.5
	平均	47.73±1.32 ^a	38.50±1.13 ^b	37.88±2.35 ^b	23.97	26.00	31.8±0.69 ^a	28.5±0.52 ^b	25.8±1.55 ^c	3.3	6.0
2019	南宁	44.87±0.33 ^a	34.58±1.47 ^b	35.21±1.66 ^b	29.76	27.44	32.6±1.69 ^a	28.6±1.81 ^b	25.9±1.69 ^b	4.0	6.7
	桂平	48.89±1.33 ^a	37.21±0.69 ^b	36.75±0.89 ^b	31.39	33.03	31.8±1.01 ^a	29.2±1.05 ^b	25.9±0.60 ^c	2.6	5.9
	合浦	53.86±2.08 ^a	44.80±1.65 ^b	39.16±3.28 ^b	20.22	37.54	32.0±1.07 ^a	29.0±0.70 ^b	26.4±1.12 ^c	3.0	5.6
	抚州	46.29±2.24 ^a	37.63±0.18 ^b	39.40±1.02 ^b	23.01	17.49	32.0±1.85 ^a	29.0±1.00 ^b	27.3±0.49 ^b	3.0	4.7
	保山	45.49±0.69 ^a	38.61±1.24 ^b	39.11±1.53 ^b	17.82	16.31	31.6±0.74 ^a	27.9±0.92 ^b	26.6±1.26 ^b	3.7	5.0
	平均	47.88±2.10 ^a	38.57±0.46 ^b	37.93±1.27 ^b	24.14	26.23	32.0±1.10 ^a	28.7±0.64 ^b	26.4±0.26 ^c	3.3	5.6

注：不同小写字母表示处理间差异显著 ($P<0.05$)。

Note: Different lowercase letters indicate significant difference among treatments ($P<0.05$).

表 6 2018—2019 年 GR13 区域试验木薯淀粉产量

Tab. 6 Regional trail results about fresh root starch yield on GR13 in 2018—2019

年份 Year	试验点 Site	淀粉平均产量 Average starch content/(t·hm ⁻²)			增长率 Growth rate/%	
		GR13	NZ199	SC205	NZ199	SC205
2018	南宁	14.58±1.24 ^a	10.06±0.67 ^b	8.59±0.62 ^b	44.93	69.73
	桂平	14.77±0.27 ^a	10.15±0.24 ^b	9.17±1.12 ^b	45.52	61.07
	合浦	16.84±0.74 ^a	12.53±0.10 ^b	10.09±0.31 ^c	34.40	66.90
	抚州	14.49±0.84 ^a	11.08±0.76 ^b	10.51±0.32 ^b	30.78	37.87
	保山	15.23±0.34 ^a	11.10±0.32 ^b	10.61±0.15 ^b	37.21	43.54
	平均	15.18±0.33 ^a	10.97±0.44 ^b	9.77±0.47 ^c	38.38	55.37
2019	南宁	14.63±0.80 ^a	9.89±0.09 ^b	9.12±0.34 ^b	47.93	60.42
	桂平	15.55±0.74 ^a	10.87±0.55 ^b	9.52±0.78 ^c	43.05	63.34
	合浦	17.24±1.27 ^a	12.99±0.86 ^b	10.34±0.39 ^c	32.72	66.73
	抚州	14.81±0.58 ^a	10.91±0.71 ^b	10.76±0.23 ^b	35.75	37.64
	保山	14.37±0.02 ^a	10.77±0.45 ^b	10.40±0.48 ^b	33.43	38.17
	平均	15.32±0.45 ^a	11.11±0.52 ^b	10.01±0.24 ^c	37.89	53.05

注：不同小写字母表示处理间差异显著 ($P<0.05$)。

Note: Different lowercase letters indicate significant difference among treatments ($P<0.05$).

谱检测技术有限公司抽样检测鲜薯氢氰酸含量，结果见表 10。GR13 鲜薯平均氢氰酸含量为 25.7 mg/kg，均低于对照，符合食用标准(50 mg/kg 以下)，可做食用木薯品种。

2.5.2 木薯干物率、粗纤维和维生素 C 等含量 2020 年和 2022 年抽样送至农业农村部亚热带果品蔬菜质量监督检验中心、广西益谱检测技术有限公司检测。GR13 平均干物率为 45.2%，高于对

照；粗纤维平均含量与 SC205 相当，维生素 C、蛋白质、总糖等平均含量与 NZ199 相当(表 11)。

2.6 GR13 抗蚜性结果

木薯抗蚜性鉴定结果见表 12，GR13 为中抗，优于主栽品种 NZ199 的感病，SC205 和 SC9 的高感。

2.7 GR13 品种特性

GR13 株型直立紧凑，株高为 200.0~300.0 cm；

表 7 2020—2022 年 GR13 生产性试验木薯产量和淀粉含量

Tab. 7 Production trail results about fresh root yield and starch content on GR13 in 2020—2022

年份 Year	试验点 Site	鲜薯平均产量 Average fresh root yield/(t·hm ⁻²)			增长率 Growth rate/%		淀粉平均含量 Average starch content/%			增长百分点 Growth percent- age point	
		GR13	NZ199	SC205	NZ199	SC205	GR13	NZ199	SC205	NZ199	SC205
		2020	南宁	42.76±0.64 ^a	34.28±0.70 ^c	36.82±0.72 ^b	24.74	16.13	32.8±1.18 ^a	28.9±0.20 ^b	25.6±0.35 ^c
	桂平	45.56±0.90 ^a	37.65±1.26 ^b	37.86±1.11 ^b	21.01	20.34	32.5±0.17 ^a	29.1±0.20 ^b	26.8±0.17 ^c	3.4	5.7
	合浦	52.39±0.58 ^a	41.52±0.85 ^b	40.98±0.91 ^b	26.18	27.84	32.2±0.26 ^a	28.5±0.26 ^b	27.5±0.26 ^c	3.7	4.7
	抚州	45.12±0.96 ^a	37.96±0.44 ^b	38.02±0.72 ^b	18.86	18.67	31.5±0.30 ^a	28.4±0.10 ^b	26.9±0.26 ^c	3.1	4.6
	保山	46.19±0.74 ^a	37.21±1.23 ^b	37.95±0.86 ^b	24.13	21.71	30.9±0.40 ^a	28.3±0.36 ^b	25.6±0.35 ^c	2.6	5.3
	平均	46.40±0.76 ^a	37.72±0.90 ^b	38.33±0.86 ^b	22.01	21.05	32.0±0.46 ^a	28.6±0.22 ^b	26.5±0.27 ^c	3.4	5.5
2021	南宁	43.88±0.60 ^a	35.44±0.66 ^b	35.95±0.81 ^b	23.83	22.06	32.2±0.36 ^a	29.2±0.30 ^b	26.5±1.10 ^c	3.3	6.0
	桂平	48.28±0.54 ^a	36.82±0.84 ^c	38.82±0.83 ^b	31.12	24.37	32.1±0.17 ^a	28.4±0.20 ^b	27.2±0.31 ^c	3.7	4.9
	合浦	55.38±1.06 ^a	44.89±1.45 ^b	43.21±0.31 ^b	23.37	28.16	32.0±0.26 ^a	29.5±0.35 ^b	28.4±0.36 ^c	2.5	3.6
	抚州	45.68±0.90 ^a	38.55±0.30 ^b	37.86±0.38 ^b	18.50	20.66	31.8±0.26 ^a	27.6±0.26 ^b	26.9±0.38 ^c	4.2	4.9
	保山	45.34±0.72 ^a	38.48±0.84 ^b	38.84±1.01 ^b	17.83	16.81	31.2±0.20 ^a	27.8±0.30 ^b	24.8±1.29 ^c	3.4	6.4
	平均	47.71±0.76 ^a	38.84±0.82 ^a	39.14±0.67 ^b	22.84	21.90	31.9±0.25 ^a	28.5±0.28 ^b	26.8±0.67 ^c	3.4	5.2
2022	南宁	50.43±1.00 ^a	36.51±2.45 ^b	34.71±3.74 ^b	40.10	39.20	31.5±0.59 ^a	27.0±0.78 ^b	23.5±0.31 ^c	4.5	8.0
	桂平	50.68±1.28 ^a	36.30±1.04 ^b	35.05±0.34 ^b	41.03	38.10	32.2±0.36 ^a	28.3±0.50 ^b	24.6±0.42 ^c	3.9	7.6
	合浦	56.08±2.21 ^a	36.86±1.89 ^b	38.43±1.68 ^b	50.01	35.29	28.0±0.26 ^a	23.5±0.26 ^b	21.5±0.60 ^c	4.5	6.5
	抚州	47.99±1.33 ^a	40.54±0.41 ^b	38.78±2.11 ^b	19.21	47.94	31.1±0.57 ^a	27.2±0.32 ^b	25.0±0.44 ^c	3.9	6.1
	保山	47.86±2.23 ^a	37.58±2.37 ^b	37.31±0.85 ^b	27.55	38.29	30.4±0.40 ^a	26.8±0.21 ^b	24.3±0.42 ^c	3.6	6.2
	平均	50.61±3.33 ^a	37.56±1.74 ^b	36.86±1.89 ^b	35.41	38.84	30.7±1.61 ^a	26.6±1.82 ^b	23.8±1.39 ^c	4.1	6.9

注：不同小写字母表示处理间差异显著 ($P<0.05$)。Note: Different lowercase letters indicate significant difference among treatments ($P<0.05$).

表 8 2020—2022 年 GR13 生产性试验木薯淀粉产量

Tab. 8 Production trail results about fresh root starch yield on GR13 in 2020—2022

年份 Year	试验点 Site	淀粉平均产量 Average starch content/(t·hm ⁻²)			增长率 Growth rate/%	
		GR13	NZ199	SC205	NZ199	SC205
		2020	广西南宁	14.02±0.35 ^a	9.91±0.30 ^b	9.43±0.15 ^b
	广西桂平	14.81±0.32 ^a	10.95±0.31 ^b	10.15±0.31 ^b	35.17	45.94
	广西合浦	16.87±0.15 ^a	11.83±0.15 ^b	11.27±0.35 ^b	42.57	49.67
	江西抚州	14.21±0.35 ^a	10.78±0.10 ^b	10.23±0.10 ^c	31.84	38.98
	云南保山	14.27±0.15 ^a	10.53±0.25 ^b	9.72±0.26 ^c	35.56	46.91
	平均	14.84±0.26 ^a	10.80±0.22 ^b	10.16±0.27 ^b	37.41	46.06
2021	广西南宁	14.13±0.12 ^a	10.35±0.06 ^b	9.32±0.31 ^c	36.55	51.61
	广西桂平	15.50±0.20 ^a	10.46±0.15 ^b	10.54±0.12 ^b	48.23	46.98
	广西合浦	17.72±0.16 ^a	13.24±0.40 ^b	12.18±0.15 ^c	33.82	45.42
	江西抚州	14.53±0.42 ^a	10.64±0.12 ^b	10.20±0.10 ^b	36.54	42.49
	云南保山	14.15±0.29 ^a	10.70±0.15 ^b	9.63±0.62 ^b	32.26	46.89
	平均	15.20±0.24 ^a	11.07±0.18 ^b	10.34±0.26 ^c	37.31	47.00
2022	广西南宁	15.90±0.28 ^a	9.88±0.93 ^b	8.17±0.96 ^c	60.93	94.61
	广西桂平	16.32±0.46 ^a	10.29±0.44 ^b	8.63±0.08 ^c	58.60	89.11
	广西合浦	15.71±0.77 ^a	8.66±0.40 ^b	8.26±0.24 ^b	81.41	90.19
	江西抚州	14.95±0.67 ^a	11.04±0.03 ^b	9.70±0.69 ^c	35.42	54.12
	云南保山	14.57±0.74 ^a	10.08±0.56 ^b	9.05±0.21 ^c	44.54	60.99
	平均	15.49±0.71 ^a	9.99±0.86 ^b	8.76±0.63 ^b	55.06	76.79

注：不同小写字母表示处理间差异显著 ($P<0.05$)。Note: Different lowercase letters indicate significant difference among treatments ($P<0.05$).

表 9 2020—2022 资质机构对 GR13 木薯淀粉含量的抽检结果

Tab. 9 Fresh root starch content on GR13 in 2020—2022 by testing organization

年份 Year	试验点 Site	植后天数 Days after planting	淀粉含量 Starch content/%		
			GR13	NZ199	SC205
2020	桂平	180	32.0	—	—
	合浦	180	36.6	—	—
	南宁	240	36.8	34.0	34.8
2021	南宁	180	32.8	26.1	24.9
	桂平	195	30.4	25.8	23.5
	合浦	195	34.8	27.0	21.8
2022	南宁	180	31.7	29.0	28.2
	合浦	180	31.6	28.2	23.2
	平均	191	33.3	28.4	26.1

注：—表示未测定。

Note: — indicates that this item is not measured.

表 10 2020—2022 资质机构对 GR13 木薯氢氰酸含量的抽检结果

Tab. 10 HCN content of roots on GR13 in 2020—2022 by testing organization

年份 Year	试验点 Site	氢氰酸含量 HCN content/(mg·kg ⁻¹)		
		GR13	NZ199	SC205
2020	合浦	18.0	—	—
2021	桂平	22.6	—	—
	南宁	31.3	36.7	30.9
2022	桂平	27.1	92.2	90.1
	合浦	29.6	36.1	44.6
	平均	25.7	55.0	55.2

注：—表示未测定。

Note: — indicates that this item is not measured

表 11 资质机构对 GR13 木薯干物率、糖和蛋白质等的抽检结果

Tab. 11 Dry matters, sugar and protein content of roots on GR13 by testing organization

时间 Year	试验点 Site	品种 Variety	干物率 Dry matters/%	粗纤维 Crude fiber/%	维生素 C Vitamin C/[mg·(100 g) ⁻¹]	蛋白质 Protein/[g·(100 g) ⁻¹]	糖 Sugar/%	β-胡萝卜素 β-carotene/[μg·(100 g) ⁻¹]
2020	南宁	GR13	49.9	0.7	48.9	—	3.0 (总)	—
		NZ199	47.6	1.4	38.8	—	2.0 (总)	—
		SC205	47.7	0.8	39.4	—	3.4 (总)	—
2022	南宁	GR13	43.7	0.8	51.2	0.93	0.75 (可溶性)	未检出
		NZ199	41.6	0.8	59.6	0.80	1.53 (可溶性)	26.7
		SC205	39.5	0.6	57.1	0.74	0.84 (可溶性)	26.9
	合浦	GR13	41.9	0.7	28.5	0.78	1.44 (可溶性)	23.0
		NZ199	39.5	0.7	44.7	0.94	0.82 (可溶性)	25.1
		SC205	35.9	0.6	35.4	0.85	2.38 (可溶性)	32.5

注：—表示未测定。

Note: — indicates that this item is not measured.

主茎粗为 2.5~3.5 cm、25~35 个芽眼/50 cm；叶柄绿带紫色、长 35.0~45.0 cm；块根圆锥-圆柱形，肉质白色，水平分布、结薯集中，块根 15~25 条/株，直径 3.5~4.5 cm，无缢痕；平均鲜薯产量 47.06 t/hm²，分别比对照 NZ199 和 SC205 增产 22.93%、21.48%；鲜薯淀粉含量 32.0%、干物质率 45.2%，分别比对照高 3.74、5.30 个百分点和 4.7、7.5 个百分点。

3 GR13 栽培要点

3.1 整地

GR13 对土壤要求不高，不积水的地块均可种植，耕作深度 30~40 cm，大面积种植时 30 m 开 1 条排水沟。

3.2 种茎选择

选择充分成熟、粗壮节密，芽点完整、不干枯，无病虫害的新鲜种茎作种植材料。每段种茎长度 10~15 cm、5~8 个芽点。

3.3 种植方法

3 月下旬至 4 月下旬，采用平放种植方式，浅覆土。667 m² 种植 800~1100 株，土壤肥力高的地块，采用株行距 0.8 m×1.0 m；肥力中等及以下地块，株行距 0.8 m×(0.8~1.0 m)。

3.4 田间管理

种植后 7~10 d 喷芽前除草剂，木薯封行前再视草害情况酌情除草。土壤肥力中、上等的地块，在下种时或苗后期每 667 m² 一次性施入 NO₂ : P₂O₅ : K₂O 为 15 : 5 : 10 的复合肥 30~50 kg；土壤肥力差的地块，除上述施肥外，在生长中期再每 667 m² 追施上述复合肥 30~40 kg 或硫酸钾 10~20 kg。

表 12 2020—2022 年 GR13 木薯抗螨性田间鉴定结果
Tab. 12 Field identification of mite resistance on GR13 in 2020—2022

地点 Site	年度 Year	螨害指数 Mite damage index/%				
		GR13	NZ199	SC205	SC9	SC5
广西南宁	2020	44.61	67.23	88.42	88.83	55.91
	2021	38.62	68.52	92.26	92.66	48.32
	2022	45.55	70.20	94.01	94.28	46.65
	平均	42.93	68.65	91.56	91.92	50.29
	抗性水平	中抗	感	高感	高感	中抗
广西桂平	2020	57.52	71.24	89.32	89.12	57.92
	2021	53.63	72.05	93.06	91.31	55.31
	2022	55.58	75.26	95.01	93.05	58.62
	平均	55.58	72.85	92.46	91.16	57.28
	抗性水平	中抗	感	高感	高感	中抗

4 讨论

连续 4a 的品种比较试验结果表明, GR13 植物学特征和生物学特性稳定, 鲜薯产量、淀粉含量和淀粉产量均显著高于对照, 具有早熟、高产优质、稳产、丰产的特性。与对照 NZ199 和 SC205 比, GR13 平均鲜薯产量分别增加 26.12% 和 29.74%, 淀粉含量分别提高 4.5 和 7.7 个百分点, 淀粉产量分别增产 46.18% 和 69.52%; 近几年, GR13 鲜薯平均进厂价为 840 元/t, 比 NZ199 高 90 元/t, 比 SC205 高 150 元/t(木薯鲜薯收购采用“按质论价”, 淀粉含量每高 1 个百分点, 收购价格提高 20 元/t)。

GR13 具有早熟、高产、高淀粉含量特性, 可提高单产值, 且比常规品种提早 1 个月收获(可于 10 月初收获), 为错峰采收、延长鲜薯收购期及加工期, 减缓加工时间过于集中且短等压力, 同时降低加工成本、增加企业效益。GR13 近些年来备受广大种植户及企业青睐, 多家木薯加工企业纷纷订购该品种木薯种茎, 广西龙头企业—广西金源生物化工实业有限公司主动要求与广西热作所签订新品种应用协议, 进一步激发了农户的种植积极性, 促进木薯产业的健康持续发展。GR13 可以在广西、云南、江西、广东等相同生态区发展种植。

参考文献

[1] EL-SHARKAWY M A. Cassava biology and physiology[J]. *Plant Molecular Biology*, 2003, 53: 621-641.
[2] LYONS J B, BREDESON J V, MANSFELD B N, BAUCHET G J, BERRY J, BOYHER A, MUELLER L A,

ROKHSAR D S, BART R S. Current status and impending progress for cassava structural genomics[J]. *Plant Molecular Biology*, 2022, 109(3): 177-191.
[3] 古碧, 李开绵, 张振文, 谢彩锋, 李凯. 我国木薯加工产业发展现状及发展趋势[J]. *农业工程技术(农产品加工业)*, 2013(11): 25-31.
GU B, LI K M, ZHANG Z W, XIE C F, LI K. Development status and trend of cassava processing industry in China[J]. *Agriculture Engineering Technology (Agricultural Product Processing Industry)*, 2013(11): 25-31. (in Chinese)
[4] 张慧坚, 刘恩平, 刘海清, 李光辉, 王少青. 广西木薯产业发展现状与对策[J]. *广东农业科学*, 2012, 39(5): 161-164.
ZHANG H J, LIU E P, LIU H Q, LI G H, WANG S Q. Development status and countermeasures of cassava industry in Guangxi[J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2012, 39(5): 161-164. (in Chinese)
[5] 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)
[6] 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)
[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's cassava

- industry and its countermeasures[J]. *Agriculture Research and Application*, 2020, 33(6): 74-77. (in Chinese)
- [8] 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]. *Agriculture Research and Application*, 2018, 31(1): 1-4. (in Chinese)
- [9] FAO. 联合国粮农组织统计数据库[EB/OL]. <https://www.fao.org/faostat/zh/#home> [2019-08-02].
FAO. FAO Statistical Database[EB/OL]. <https://www.fao.org/faostat/zh/#home> [2019-08-02]. (in Chinese)
- [10] 叶剑秋, 郑永清, 薛茂富, 吴传毅, 李开绵. 木薯新品种‘华南10号’的选育[J]. *热带作物学报*, 2011, 32(10): 1799-1803.
YE J Q, ZHENG Y Q, XUE M F, WU C Y, LI K M. Breeding of a new cassava variety SC10[J]. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 2011, 32(10): 1799-1803. (in Chinese)
- [11] 叶剑秋, 黄洁, 陈松笔, 王明, 肖鑫辉, 李开绵. 木薯新品种华南12号的选育[J]. *热带作物学报*, 2014, 35(11): 2121-2128.
YE J Q, HUANG J, CHEN S B, WANG M, XIAO X H, LI K M. Breeding of a new cassava cultivar SC No.12[J]. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 2014, 35(11): 2121-2128. (in Chinese)
- [12] 韦本辉, 甘秀芹, 刘斌, 申章佑, 李艳英, 劳承英, 周佳, 周灵芝, 胡泊, 宁秀呈, 吴延勇. 桂木薯1号等木薯新品种的选育及栽培技术[J]. *南方农业学报*, 2016, 47(7): 1088-1094.
WEI B H, GAN X Q, LIU B, SHEN Z Y, LI Y Y, LAO C Y, ZHOU J, ZHOU L Z, HU P, NING X C, WU Y Y. Breeding and cultivation techniques of Guimushu 1 and other cassava varieties[J]. *Journal of Southern Agriculture*, 2016, 47(7): 1088-1094. (in Chinese)
- [13] 叶剑秋, 王明, 肖鑫辉, 张洁, 安飞飞, 李开绵. 木薯新品种华南13号的选育[J]. *热带农业工程*, 2017, 41(4): 1-8.
YE J Q, WANG M, XIAO X H, ZHANG J, AN F F, LI K M. Breeding of a new cassava cultivar SC No.13[J]. *Tropical Agricultural Engineering*, 2017, 41(4): 1-8. (in Chinese)
- [14] 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, ZOU 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)
- [15] 陈蕊蕊, 周时艺, 韦云东, 郑华, 盘欢, 李军, 罗燕春, 付海天. 食用木薯品种桂热10号的选育和栽培要点[J]. *农业研究与应用*, 2021, 34(6): 14-19.
CHEN R R, ZHOU S Y, WEI Y D, ZHENG H, PAN H, LI J, LUO Y C, FU H T. Breeding and cultivation techniques of an edible cassava variety Guire 10[J]. *Agricultural Research and Application*, 2021, 34(6): 14-19. (in Chinese)
- [16] 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)
- [17] 中华人民共和国农业部. 热带作物品种区域试验技术规程 木薯: NY/T 2446—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 regional tests of tropical crop varieties—Cassava: NY/T 2446—2013[S]. Beijing: Standards Press of China, 2013. (in Chinese)
- [18] 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)