

鲜食型甘薯新品种桂薯 13 号筛选及组培技术研究

滑金锋¹, 李彦青¹, 黄咏梅¹, 陈天渊¹, 银捷¹, 李永珍², 黄学华², 廖金秀¹, 邓锡肖¹, 陈红操¹, 李慧峰^{1*}

1. 广西壮族自治区农业科学院玉米研究所甘薯遗传育种与应用研究室, 广西南宁 530007; 2. 广西壮族自治区农业科学院, 广西南宁 530007

摘要: 为满足鲜食型甘薯品种及健康种苗的市场需求, 本研究选育出了鲜食型甘薯新品种桂薯 13 号, 并建立脱毒种苗繁育技术体系。桂薯 13 号以桂薯 10 号为母本进行自然授粉, 经实生种子选育出的优良品系。该品种紫红皮橙黄肉, 结薯集中, 中大薯型。 β -胡萝卜素含量为 1790 mg/100 g, 蛋白质含量为 1860 mg/100 g, 还原糖含量为 1200 mg/100 g。生产试验中鲜薯产量 29786.40 kg/hm² 和淀粉产量 4675.10 kg/hm² 分别比桂薯 2 号 (CK) 增产 5.52% 和 17.52%。桂薯 13 号中抗蔓割病、黑斑病和茎线虫病。最佳愈伤分化培养基为: MS+0.10 mg/L NAA+1 mg/L 6-BA; 愈伤发芽率最高的培养基配方为: MS+0.20 mg/L NAA+2 mg/L 6-BA。桂薯 13 号丰产稳产性好, 鲜食产量高, 脱毒繁育体系的建立, 为桂薯 13 号的开发及应用奠定基础。

关键词: 甘薯; 桂薯 13 号; 品种选育; 鲜食型; 脱毒繁育体系

中图分类号: S531 文献标志码: A

Screening and Tissue Culture of A New Fresh-eating Sweet Potato Variety Guishu No. 13

HUA Jinfeng¹, LI Yanqing¹, HUANG Yongmei¹, CHEN Tianyuan¹, YIN Jie¹, LI Yongzhen², HUANG Xuehua², LIAO Jinxiu¹, DENG Xixiao¹, CHEN Hongcao¹, LI Huifeng^{1*}

1. Sweet Potato Genetics, Breeding and Application Research Laboratory, Maize Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning, Guangxi 530007, China; 2. Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning, Guangxi 530007, China

Abstract: The study developed a new fresh-eating sweet potato variety Guishu No. 13 and established its virus-free seedling breeding technology system to meet the market demand for fresh-eating sweet potato varieties and healthy seedlings. Guishu No. 13 was bred from seeds by open pollinated using Guishu No. 10 as mother. The variety has purple red skin, orange yellow flesh, and a high rate of medium to large storage roots. The content of β -carotene, protein and reducing sugar was 1790 mg/100 g, 1860 mg/100 g and 1200 mg/100 g, respectively. In the production experiment, the starch storage roots yield was 29 786.40 kg/hm² and starch yield was 4675.10 kg/hm², which increased by 5.52% and 17.52% respectively compared to Guishu No. 2 (CK). Guishu No. 13 has moderate resistance to *Fusarium* wilt, black rot, and stem nematode. The best culture medium for callus differentiation and germination rate of Guishu No. 13 was MS+0.10 mg/L NAA+1 mg/L 6-BA and MS+0.20 mg/L NAA+2 mg/L 6-BA, respectively. Guishu No. 13 has good yield and stability, high fresh storage root yield, and the establishment of a virus-free breeding system would lay the foundation for the development and application of the Guishu No. 13.

Keywords: sweet potato; Guishu No. 13; variety breeding; fresh-eating; virus-free breeding system

DOI: 10.3969/j.issn.1000-2561.2025.11.008

收稿日期 2025-02-28; 接受日期 2025-06-19

基金项目 广西科技厅重点研发项目 (桂农科 AB241484044); 广西农业科学院玉米研究所科技发展项目 (桂玉科 2023); 财政部和农业农村部项目 (No. CARS-10-C17)。

作者简介 滑金锋 (1984—), 男, 博士, 副研究员, 研究方向: 甘薯育种与害虫防治。*通信作者 (Corresponding author): 李慧峰 (LI Huifeng), E-mail: 94183206@qq.com。

甘薯 [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] 是旋花科 (Convolvulaceae) 甘薯属 (*Ipomoea*) 一年生或多年生双子叶蔓生草本植物, 为全球第七大粮食作物, 在全球 100 多个国家广泛种植^[1-2]。中国甘薯种植面积及产量均居世界首位。联合国粮食及农业组织数据库全球统计资料显示, 2023 年中国甘薯种植总面积达到 $215.73 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 产量为 $4682.87 \times 10^4 \text{ t}$, 分别占世界甘薯的 29.72% 和 54.05%^[3]。甘薯稳产高产, 营养丰厚, 富含蛋白质、脂肪、多糖、矿物质、多种维生素和氨基酸。甘薯既是我国重要的粮食作物, 又是重要的饲料及工业原料作物, 并且具有很高的营养价值和保健作用, 在我国的粮食安全和能源安全中扮演着重要角色^[4-5]。

随着人民生活水平的不断提高和健康意识的逐渐提升, 鲜食甘薯的营养价值和保健功能越来越受消费者的青睐^[6-7], 特别是富含硒元素、花青素等功能型甘薯品种的市场需求日益增长^[8]。广西甘薯育种始于 20 世纪 80 年代初, 2000 年前后广西甘薯育种进入快车道。广西壮族自治区农业科学院玉米研究所先后选育出一系列鲜食型甘薯品种, 如桂薯 2 号^[9]、桂薯 96-8^[10]、桂紫薯 1 号^[11]、桂紫薇薯 1 号^[12]、桂薯 10 号^[13] 等。作为鲜食甘薯的主产区, 近年来广西甘薯周年种植面积稳定在 20 万 hm^2 左右, 是居水稻、玉米之后的第三大粮食作物^[14]。由于甘薯经济贸易的快速增加, 种薯、种苗频繁调运, 甘薯病毒病 (Sweet potato virus diseases, SPVD) 在我国甘薯主产区快速传播。这种病害对甘薯的产量和质量造成了极大的威胁, 由甘薯病毒病造成的产量损失高达 50% 以上, 每年造成数十亿经济损失, 严重制约我国甘薯产业的健康发展^[15-16], 亟需选育优质鲜食型甘薯新品种以及建立其脱毒种苗繁育体系。

优良品种的放任授粉是甘薯育种的主要方法之一^[17], 甘薯脱毒种苗繁育体系可以有效减少甘薯病毒病为害, 因此本研究以鲜食型品种桂薯 10 号为母本^[13], 通过放任授粉, 从后代实生种子中培育甘薯新品种, 经过长期的世代选择和多点综合鉴定, 选育出鲜食甘薯新品种桂薯 13 号, 并建立桂薯 13 号脱毒快繁再生体系, 为鲜食甘薯产业的蓬勃发展提供良种、良方支撑。

1 材料与方法

1.1 材料

桂薯 10 号为桂薯 13 号的母本, 该品种为广西壮族自治区农业科学院玉米研究所 2020 年通过国家农作物新品种登记的鲜食型甘薯品种, 具有高产、薯形美观、营养丰富、口感好、抗病性强、适应性广等优点^[13]。

桂薯 2 号紫红皮浅黄肉, 食味品质好。在南方四省区试试验中, 桂薯 2 号鲜薯平均产量为 28470.00 kg/hm^2 , 居参试品种之首位。该品种抗薯瘟病、耐旱、耐寒、耐贫瘠, 目前是广西全区累计种植面积最大的品种, 故用桂薯 2 号作为对照品种 (CK)^[9]。

1.2 方法

1.2.1 选育过程 根据鲜食型甘薯杂交育种的目标要求, 引进国内外具有不同遗传背景、高产、食味优、多抗的种质资源, 通过鉴定、评价, 选择优势亲本, 建立甘薯放任授粉群体。2016 年以鲜食型桂薯 10 号为母本通过放任授粉获得实生种子。2017 年进行杂交种子实生系初步鉴定, 选留第 17-1254 号株系为优良品系。2018—2019 年进入产量比较试验, 调查分析该品种生育规律, 鉴定结薯早晚和丰产性。2020—2021 年参加广西甘薯新品系多点鉴定试验, 鉴定鲜薯、薯干、淀粉产量、抗病性和农艺性状。2021—2022 年进行 DUS 测试试验。2023 年申请品种登记, 2024 年获非主要农作物品种登记, 证书编号为 GPD 甘薯 (2024) 450024 (图 1)。



图 1 桂薯 13 号选育过程

Fig. 1 Breeding process of Guishu No. 13

1.2.2 F_1 优系筛选、鉴定 2017 年 5 月 15 日甘薯实生种子催芽处理。将甘薯实生种子放入盛浓硫酸的朔料杯中浸泡 20 min 左右，倒出浓硫酸，将浸泡后的种子用清水彻底清洗，以去除残留的浓硫酸，然后将清洗后的种子放置在 $(28\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 恒温箱中进行催芽。过夜催芽后实生种子点播于育苗盘中，薯苗五叶左右移栽大田育苗。7 月 20 日，在广西壮族自治区农业科学院明阳试验基地单垄开沟种植，优选系随机排列，每份优选系种植面积 12 m^2 。12 月 15 日收获全部优选系，现场测定鲜薯总产量。收获后 1 周内，以桂薯 2 号为对照品种(CK)，测定干物率和食味，并且参照 GB 5009.7—2016 和 NY/T 1278—2007 检测方法分别测定还原糖含量和可溶性糖含量。

1.2.3 品种比较试验 2018—2019 年在广西壮族自治区农业科学院明阳试验基地进行品种比较试验。小区面积为 40 m^2 ，设 3 个重复，以桂薯 2 号为 CK，测定鲜薯、薯干产量以及薯块干物质含量，并记录或计算商品薯率、蔓长、分支数、熟食味香等特征、品质。

1.2.4 品种适应性产量表现和品质测定 2020—2021 年广西甘薯新品种区域试验在南宁、都安、宜州、桂林和贺州进行。采用随机区组设计田间试验，设 3 个重复，每个小区面积为 40 m^2 。起垄种植，垄距为 1 m，株距为 20 cm，种植密度为 $52\,500\text{ 株/hm}^2$ 。生长期进行常规管理，以桂薯 2 号为 CK，测定鲜薯产量(参照 DB61T 1022—2016)、薯干产量、淀粉产量、薯块干物质含量、可溶性糖含量、还原糖含量、蛋白质含量、熟食味香等，并计算干物率、淀粉率。其中以 GB 5009.83—2016、GB/T 22244—2008 和 GB 5009.5—2016 为依据分别检测 β -胡萝卜素、花青素和蛋白质的含量。

1.2.5 特征特性鉴定 2020—2021 年参照杨松涛等^[18]的方法对桂薯 13 号特征进行调查和记载。

1.2.6 抗病性鉴定 2020—2021 年广西甘薯新品种区域性试验中，根据杨松涛等^[18]的方法计算桂薯 13 号的甘薯黑斑病、甘薯根腐病、甘薯茎线虫病、甘薯蔓割病、甘薯薯瘟病、黑腐病、甘薯基腐病抗性鉴定的田间自然发病率。此外，2022 年 7—11 月在徐州甘薯研究中心对桂薯 13 号薯瘟病抗性、黑斑病抗性、茎线虫病抗性、根腐病抗性、蔓割病抗性、黑腐病抗性和基腐病抗性进行鉴定。各类病害的发病等级划分：I 级，即发病率 $X=0$ ；II 级，即发病率 $0<X\leq 20$ ；III 级，即发

病率 $20<X\leq 40$ ；IV 级，即发病率 $40<X\leq 60$ ；V 级，即发病率 $X\geq 60$ 以上。

1.2.7 转基因检测 2023 年 3 月在南宁海关技术中心对桂薯 13 号进行转基因检测。

1.2.8 脱毒种苗繁育体系建立 (1) 茎尖再生。选择无病虫害的桂薯 13 号薯块，在灭菌的蛭石与泥土炭混合基质中催芽。参照李雨洁等^[19]的方法，2024 年对桂薯 13 号茎尖进行表面消毒及分生组织剥离。剪取约 3 cm 茎尖，自来水冲洗表面后，用 70%乙醇表面消毒 30 s，接着用 2%次氯酸钠溶液浸泡 20 min，然后用双蒸水冲洗 3~4 次。切取 0.2~0.5 mm 茎尖分生组织，接种到含有不同浓度激素[萘乙酸(NAA)、6-苄氨基腺嘌呤(6-BA)]配比的 MS 培养基(pH 5.8)中培养，诱导芽的分化。培养温度为 $(27\pm 1)^{\circ}\text{C}$ ，光照强度为 $3\,000\text{ lx}$ ，光周期为 13 h : 11 h (L : D)。筛选最佳愈伤诱导培养基。茎尖膨大变绿后转接至含有不同浓度激素[萘乙酸(NAA)、6-苄氨基腺嘌呤(6-BA)]配比的 MS 培养基(pH 5.8)中诱导再生植株。

(2) 再生植株脱毒检测。茎尖分生组织培养的组培苗，参照 NY/T 402—2000《脱毒甘薯种薯(苗)病毒检测技术规程》分别检测是否含有甘薯羽状斑驳病毒(Sweet potato feathery mottle virus, SPFMV)、甘薯潜隐病毒(Sweet potato latent virus, SPLV)、甘薯 G 病毒(Sweet potato virus G, SPVG)、甘薯病毒 2(Sweet potato virus 2, SPV2)、甘薯褪绿斑病毒(Sweet potato chlorotic fleck virus, SPCFV)、甘薯褪绿矮化病毒(Sweet potato chlorotic stunt virus, SPCSV)和甘薯卷叶病毒(Sweet potato leaf curl virus, SPLCV)。

1.3 数据处理

试验数据采用 Data Processing System 软件 LSD 法进行统计和分析^[20]。

2 结果与分析

2.1 品系鉴定及产比试验结果

2018—2019 年将优选品系桂薯 17-1254 种植于复选圃和高鉴圃进行鉴定，结果显示其平均鲜薯产量、淀粉产量和薯干产量分别为 29948.03、3960.93、7702.50 kg/hm²，较 CK 分别增产 6.27%、17.97%和 14.66% (表 1)。

2.2 区域适应性试验中的产量表现

2020—2021 年桂薯 13 号在甘薯新品种区域

试验的产量表现如表 2 所示, 5 个试点全部增产, 2 a 平均鲜薯产量、薯干产量和淀粉产量分别为 29 786.40、7551.12、4675.10 kg/hm², 较 CK 分别增加 5.52%、13.99% ($P<0.05$) 和 17.52% ($P<0.01$)。

以上结果显示, 桂薯 13 号的平均鲜薯产量比 CK 高出 5.00% 以上, 淀粉产量比 CK 显著增产 15.00% 以上, 具有显著的丰产性和稳产性, 适宜在广西薯区推广种植。

表 1 桂薯 13 号的鲜薯产量、薯干产量和薯块干物质含量

Tab. 1 Fresh storage root yield, dry storage root yield and starch yield content of Guishu No. 13

年份 Year	试点 Place	鲜薯产量 Fresh storage root yield/(kg·hm ⁻²)		增长率 Increase percentage/%	薯干产量 Dry storage root yield/(kg·hm ⁻²)		增长率 Increase percentage/%	淀粉产量 Starch yield/(kg·hm ⁻²)		增长率 Increase percentage/%
		桂薯 13 号 Guishu No. 13	桂薯 2 号 Guishu No. 2		桂薯 13 号 Guishu No. 13	桂薯 2 号 Guishu No. 2		桂薯 13 号 Guishu No. 13	桂薯 2 号 Guishu No. 2	
2018	复选圃	29 997.75	28 229.60	6.26	7632.82	6672.54	14.39	4623.82	3978.63	16.22
2019	高鉴圃	29 898.30	28 130.50	6.28	7772.17	6762.93	14.92	4721.39	3943.22	19.73
	平均	29 948.03	28 180.05	6.27	7702.50	6717.74	14.66	4672.61	3960.93	17.97

表 2 2020—2021 年桂薯 13 号在广西甘薯品种区域试验的产量表现

Tab. 2 Yield performance of Guishu No. 13 in Guangxi regional trials during 2020—2021

年份 Year	试点 Place	鲜薯产量 Fresh storage root yield/(kg·hm ⁻²)		增长率 Increase percentage/%	薯干产量 Dry storage root yield/(kg·hm ⁻²)		增长率 Increase percentage/%	淀粉产量 Starch yield/ (kg·hm ⁻²)		增长率 Increase percentage/%
		桂薯 13 号 Guishu No. 13	桂薯 2 号 Guishu No. 2		桂薯 13 号 Guishu No. 13	桂薯 2 号 Guishu No. 2		桂薯 13 号 Guishu No. 13	桂薯 2 号 Guishu No. 2	
2020	南宁	34 221.00	31 554.00	8.45	7939.20	6967.05	13.95	4731.15	4055.25	16.67
	桂林	36 796.50	34 719.00	5.98	7727.25	7204.20	7.26	4383.45	4060.50	7.95
	贺州	25 120.50	24 739.50	1.54	6330.30	6103.20	3.72	3909.75	3736.50	4.64
	都安	29 533.50	25 780.50	14.56	7708.20	6218.25	23.96	4827.75	3770.40	28.04
	宜州	28 084.50	25 615.50	9.64	8641.65	6724.05	28.52	5731.20	4220.70	35.79
2021	南宁	29 509.50	30 057.00	-1.82	6610.20	6549.45	0.93	3874.50	3787.05	2.31
	桂林	34 098.00	33 547.50	1.64	7944.90	7400.55	7.35	4743.75	4305.60	10.18
	贺州	26 811.00	26 023.50	3.03	6649.20	6318.45	5.23	4079.70	3842.25	6.18
	都安	27 417.00	25 431.00	7.81	7046.10	6009.30	17.25	4386.45	3610.95	21.47
	宜州	26 272.50	25 177.50	4.35	8914.20	6767.70	31.72	6083.25	4286.40	41.92
	平均	29 786.40	28 264.50	5.52	7551.12	6626.22	13.99	4675.10	3967.56	17.52

桂薯 13 号在广西甘薯新品种区域试验中薯块干物质含量和淀粉率如表 3 所示。2020—2021 年桂薯 13 号在 5 个试点的平均薯块干物质含量为 25.64%、淀粉率为 15.95%, 分别比 CK 高 7.94% 和 12.17%。

2.3 区适应性试验中主要农艺性状鉴定

桂薯 13 号的主要农艺性状特征特性如图 2、表 4 和表 5 所示。地上部株型匍匐, 平均蔓长为 121.30 cm, 节间长度为 3.90 cm。顶叶和成叶均深裂复缺刻形, 顶叶黄绿色, 成叶绿色, 叶脉基部紫色, 茎尖绿带紫色。叶柄绿色, 柄基绿色, 平均叶柄长为 19.50 cm。茎为绿色, 平均茎粗为

0.62 cm; 薯块纺锤形, 薯皮紫红色, 薯肉橙红色。结薯集中, 单株结薯数为 5.30 个, 大薯率为 90.80%。 β -胡萝卜素含量为 1790 mg/100 g, 蛋白质含量为 1860 mg/100 g, 还原糖含量为 1200 mg/100 g, 可溶性糖含量为 1.95%, 熟食味评分为 78.50 分, 比 CK 高 3.50 分, 熟食品质优; 薯干光滑平整, 淀粉率较高, 商品性较好。

2.4 抗病性鉴定

桂薯 13 号田间发病率调查结果显示, 蔓割病在各试验点均有发生, 发病率介于 18.00%~2.80% 之间, 2020 年在宜州、都安和贺州 3 个试点蔓割病的田间发病率分别为 22.67%、21.80% 和

表 3 2020—2021 年桂薯 13 号在广西甘薯品种区域试验的薯块特性
Tab. 3 Storage root characters of Guishu No. 13 in Guangxi regional trials during 2020—2021

年份 Year	试点 Place	薯块干物率		增长率 Increase percentage/%	薯块淀粉率		增长率 Increase percentage/%
		Dry matter rate of storage root/%			Starch rate of storage root/%		
		桂薯 13 号 Guishu No. 13	桂薯 2 号 Guishu No. 2		桂薯 13 号 Guishu No. 13	桂薯 2 号 Guishu No. 2	
2020	南宁	23.20	22.08	5.07	13.83	12.85	7.63
	桂林	21.00	20.75	1.20	11.91	11.70	1.79
	贺州	25.20	24.67	2.15	15.56	15.10	3.05
	都安	26.10	24.12	8.21	16.35	14.63	11.76
	宜州	30.77	26.25	17.22	20.41	16.48	23.85
2021	南宁	22.40	21.79	2.80	13.13	12.60	4.21
	桂林	23.30	22.06	5.62	13.91	12.83	8.42
	贺州	24.80	24.28	2.14	15.22	14.76	3.12
	都安	25.70	23.63	8.76	16.00	14.20	12.68
	宜州	33.93	26.88	26.23	23.15	17.02	36.02
平均		25.64	23.65	7.94	15.95	14.22	12.17



图 2 桂薯 13 号的特征特性
Fig. 2 Characters of Guishu No. 13

表 4 桂薯 13 号地上部的特征特性
Tab. 4 Characters of Guishu No. 13 aboveground part

品种 Variety	萌芽性 Sprouts character/%	平均蔓长 Longest average vine length/cm	单株分枝数 Branches of single plant	茎粗 Diameter of stem/cm	叶形 Shape of leaf	顶叶色 Color of top leaf	叶色 Leaf color	叶脉色 Leaf vein color	茎色 Color of stem
桂薯 13 号	89.46	121.30	7.00	0.62	深裂复缺刻	黄绿色	绿色	基部紫色	绿带紫色
桂薯 2 号	85.34	258.38	6.00	0.69	心形	黄绿色	绿色	绿色	绿色

表 5 桂薯 13 号地下部的特征特性
Tab. 5 Characters of Guishu No. 13 underground part

品种 Variety	薯形 Root shape	薯皮色 Skin color	薯肉色 Flesh color	结薯习性 Storage root formation		单株结薯数 Root number of single plant	大中薯率 Percent of commodity root/%	食味评分 Taste score
				集中性 Concentration	整齐度 Evenness			
桂薯 13 号	纺锤形	紫红色	橙红色	较集中	整齐	5.30	90.80	78.50
桂薯 2 号	长纺锤形	红色	黄色	分散	整齐	3.90	88.60	75.00

22.80%，发病等级为Ⅲ级，南宁和桂林试点的发病率分别为 18.00%和 19.70%，发病等级为Ⅱ级；根腐病在各试点也有轻微发生，发生率介于 6.70%~14.40%之间，发病等级均为Ⅱ级；此外甘薯的茎线虫病、薯瘟病和黑腐病在各试点均未发现发病植株，等级为Ⅰ级（表 6）。江苏徐州甘

薯研究中心室内外鉴定桂薯 13 号中抗Ⅱ型薯瘟病、黑斑病和根腐病；感茎线虫病；高感蔓割病、Ⅰ型薯瘟病、黑腐病和基腐病（表 7）。而广东省农业科学院分析测定桂薯 2 号为中抗薯瘟病^[9]。

表 6 桂薯 13 号田间发病率
Tab. 6 Incidence rate of Guishu No. 13 in field

年份 Year	试点 Place	薯瘟病 Bactrium wilt		蔓割病 Fusarium wilt		茎线虫病 Stem nematode		黑斑病 Black rot		根腐病 Root rot	
		发病率 Incidence rate/%	发病等级 Disease level	发病率 Incidence rate/%	发病等级 Disease level	发病率 Incidence rate/%	发病等级 Disease level	发病率 Incidence rate/%	发病等级 Disease level	发病率 Incidence rate/%	发病等级 Disease level
2020	南宁	0	I	18.00	II	0	I	0	I	12.60	II
	桂林	0	I	19.70	II	0	I	0	I	12.30	II
	贺州	0	I	22.80	III	0	I	0	I	9.30	II
	都安	0	I	21.80	III	0	I	0	I	9.30	II
	宜州	0	I	22.67	III	0	I	0	I	11.40	II
2021	南宁	0	I	21.30	III	0	I	0	I	10.50	II
	桂林	0	I	19.00	II	0	I	0	I	14.40	II
	贺州	0	I	18.67	II	0	I	0	I	12.30	II
	都安	0	I	19.60	II	0	I	0	I	8.60	II
	宜州	0	I	18.50	II	0	I	0	I	6.70	II
平均		0	I	20.20	III	0	I	0	I	10.74	II

表 7 桂薯 13 号抗病性表现
Tab. 7 Disease resistance of Guishu No. 13

病害种类 Disease type	抗病表现百分率 Percentage of disease resistance expression/%	综合评价 Evaluation
黑斑病	53.99	MR
根腐病	50.90	MR
茎线虫病	63.81	S
蔓割病	87.30	HS
Ⅰ型薯瘟病	88.89	HS
Ⅱ型薯瘟病	59.79	MR
黑腐病	83.70	HS
基腐病	80.70	HS

注：MR 为中抗；S 为感病；HS 为高感。
Note: MR is moderately resistant; S is susceptible; HS is High susceptible.

2.5 转基因检测

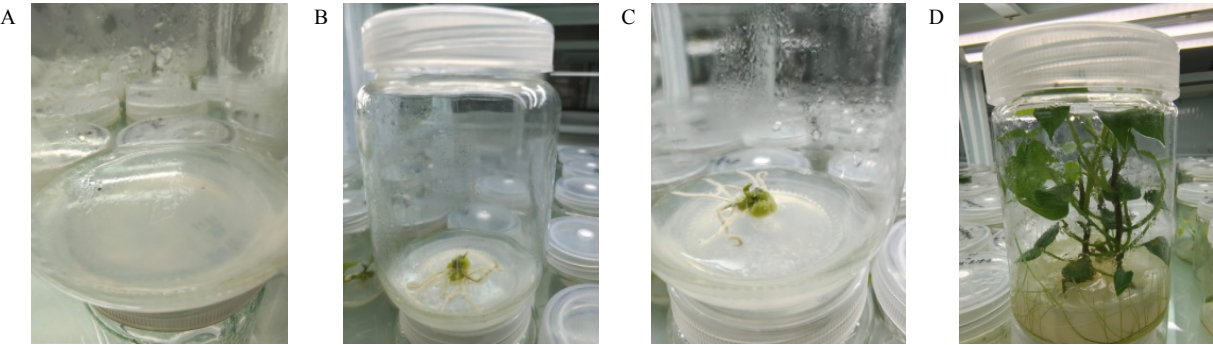
使用外源基因检测标准 SN/T 1204—2016 对桂薯 13 号进行转基因检测,结果显示 *pCaMV35S*、*tNOS*、*pFMV35S* 以及 *NPT II* 基因均未检出。

2.6 桂薯 13 号茎尖脱毒体系的建立

桂薯 13 号茎尖分生组织在含有不同浓度激素（NAA 和 6-BA）配比的 MS 固体培养基上培养, 5~8 d 茎尖逐渐膨大变绿。桂薯 13 号愈伤组织培养 20~30 d 生根发芽, 逐渐发育成为完整再生植株（图 3）。比较各激素质量浓度处理的培

养基中桂薯 13 号愈伤诱导情况,结果如表 8 所示,桂薯 13 号茎尖分生组织在未添加激素的培养基上不产生愈伤组织；在添加 0.10 mg/L NAA 和 1.0 g/L 6-BA 的培养基中愈伤组织诱导率最高,平均达 98.00%；在含有 0.40 mg/L NAA 和 3.0 mg/L 6-BA 的培养基中愈伤组织诱导率最低,平均诱导率为 42.33%。桂薯 13 号在添加 0.10 mg/L NAA 和 2.0 mg/L 6-BA 的培养基中愈伤组织发芽率最高,平均达 97.00%；在含有 0.40 mg/L NAA 和 4.0 mg/L 6-BA 的培养基中愈伤组织发芽率最低,平均发芽率为 51.00%。不同激素质量浓度处理的培养基,桂薯 13 号茎尖分生组织愈伤诱导率及愈伤组织发芽率差异显著,且随着激素质量浓度的升高,愈伤组织的诱导率和发芽率逐渐降低,表明高质量浓度的激素会抑制桂薯 13 号茎尖分生组织愈伤及发芽分化的形成。

采用 PCR 方法分别检测桂薯 13 号再生植株是否含有甘薯羽状斑驳病毒、甘薯潜隐病毒、甘薯 G 病毒、甘薯病毒 2、甘薯褪绿斑病毒、甘薯褪绿矮化病毒和甘薯卷叶病毒。统计各激素处理培养基中桂薯 13 号再生植株脱毒率,结果显示在添加 0.10 mg/L NAA 和 4.0 mg/L 6-BA 的培养基中再生植株脱毒率最高,平均达 94.00%；在含有 0.20 mg/L NAA 和 0.5 mg/L 6-BA 的培养基中脱毒率最低,平均脱毒率为 47.67%（表 8）。



A、B、C、D 分别表示开始膨大的茎尖、开始再生出植株的愈伤、陆续再生出植株的愈伤、完整植株。
A, B, C, D represented the shoot tip that began to expand, the callus that began to regenerate plants, the callus that regenerated plants in succession, and complete plants, respectively.

图 3 桂薯 13 号茎尖植株再生
Fig. 3 Shoot apical plant regeneration of Guishu No. 13

表 8 不同分化培养基对桂薯 13 号茎尖植株再生的影响

Tab. 8 Effect of different differentiation mediums on shoot apical plant regeneration of Guishu No. 13

NAA 浓度 NAA concentration/(mg·L ⁻¹)	6-BA 浓度 6-BA concentration/(mg·L ⁻¹)	愈伤诱导率 Callus induction rate/%	再生率 Regeneration rate/%	脱毒率 Virus-free rate/%
0	0	0	0	0
0.05	0.5	81.33±0.88 ^{abc}	71.33±3.76 ^{abcdefg}	66.33±2.60 ^{ef}
0.10	0.5	93.33±0.88 ^{ab}	85.67±2.03 ^{abcd}	74.33±1.86 ^{bcdef}
0.20	0.5	85.33±0.88 ^{abc}	69.33±2.60 ^{abcdefg}	47.67±2.96 ^g
0.30	0.5	76.67±4.67 ^{abcde}	63.00±4.62 ^{defgh}	60.67±2.60 ^{fg}
0.40	0.5	72.67±4.33 ^{bcdef}	59.33±3.48 ^{efgh}	62.67±9.02 ^{fg}
0.05	1.0	87.67±2.40 ^{ab}	79.00±3.06 ^{abcde}	65.33±5.21 ^f
0.10	1.0	98.00±0.58 ^a	90.00±1.15 ^{ab}	84.00±2.08 ^{abcd}
0.20	1.0	84.00±2.08 ^{abc}	80.00±0.58 ^{abcde}	76.15±1.93 ^{bcdef}
0.30	1.0	76.33±7.51 ^{abcde}	67.00±3.79 ^{bcdefgh}	68.00±2.65 ^{def}
0.40	1.0	71.33±9.02 ^{bcdef}	66.33±3.28 ^{bcdefgh}	63.67±2.19 ^{fg}
0.05	2.0	85.67±0.88 ^{ab}	86.00±2.08 ^{abcd}	66.00±0.58 ^f
0.10	2.0	94.33±1.20 ^{ab}	97.00±1.15 ^a	84.67±1.45 ^{abc}
0.20	2.0	80.33±0.88 ^{abcd}	82.67±3.18 ^{abcde}	75.67±1.86 ^{bcdef}
0.30	2.0	71.67±8.76 ^{bcdef}	75.67±2.85 ^{abcdefg}	68.67±2.19 ^{cdef}
0.40	2.0	59.67±1.76 ^{cdef}	63.33±2.40 ^{defgh}	64.00±2.65 ^{fg}
0.05	3.0	76.00±7.51 ^{abcdef}	75.00±2.65 ^{abcdefg}	76.00±2.52 ^{bcdef}
0.10	3.0	92.33±0.88 ^{ab}	88.67±1.20 ^{abc}	85.00±2.08 ^{abc}
0.20	3.0	77.00±6.08 ^{abcd}	75.67±2.85 ^{abcdefg}	73.59±1.23 ^{bcdef}
0.30	3.0	55.33±6.36 ^{def}	63.67±2.60 ^{defgh}	64.33±2.19 ^f
0.40	3.0	51.00±6.93 ^f	51.33±0.88 ^{gh}	59.67±2.33 ^{fg}
0.05	4.0	79.00±2.31 ^{abcd}	64.00±2.65 ^{cdefgh}	82.67±7.86 ^{abcde}
0.10	4.0	90.00±0.58 ^{ab}	77.67±1.86 ^{abcdef}	94.00±1.53 ^a
0.20	4.0	84.33±1.45 ^{abc}	62.00±3.61 ^{defgh}	85.67±1.86 ^{ab}
0.30	4.0	70.00±6.93 ^{bcdef}	53.00±3.00 ^{fgh}	73.33±1.45 ^{bcdef}
0.40	4.0	51.67±4.98 ^{ef}	42.33±2.03 ^h	72.33±3.18 ^{bcdef}

注：不同小写字母表示差异显著（ $P<0.05$ ）。
Note: Different lowercase letter indicates significant difference ($P<0.05$).

3 讨论

近年来，甘薯产业呈现出快速发展的态势，鲜食型甘薯因其独特的营养价值和口感，逐渐成

为遗传育种研究的热点。随着人们对健康食品的需求增加，鲜食型甘薯因其丰富的营养成分和保健功能而备受青睐，这进一步推动了相关研究的

深入。自 20 世纪 50 年代以来,我国先后育成北京 553、烟薯 1 号、济薯 5 号、南薯 88 号、苏薯 8 号等鲜食型甘薯品种^[17]。目前,我国甘薯种植面积较大的鲜食型品种有烟薯 25 号、普薯 32 号、济薯 26 号、龙薯 9 号、广薯 87 号和苏薯 16 号等^[17, 21],但这些主栽品种综合抗病性较差,且存在品种退化、优质高产鲜食型甘薯品种偏少等问题,难以满足不同群体对各类鲜食甘薯品种的需求,优质鲜食型甘薯新品种的选育需要进一步加强^[17]。

自 20 世纪 90 年代以来,广西壮族自治区农业科学院玉米研究所薯类研究室根据市场的需求选育出一系列鲜食型甘薯品种,如桂薯 2 号、桂紫薇薯 1 号、桂薯 10 号等。为进一步满足南方薯区优质鲜食型甘薯新品种的市场需求,本研究选用的母本材料为桂薯 10 号。该品种高产稳产(2017 年“天豫杯”全国高产竞赛中获得三等奖、2019 年“光友杯”全国高产竞赛中获得一等奖、2020 年“泗水杯”全国高产竞赛中获得三等奖)、食味品质优(广西审定比对照高 3.1 分)、薯形美观、富含多种营养物质(硒含量为 14 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 、可溶性糖含量为 13.80 $\text{g}/100\text{g}$ 、胡萝卜素含量为 6.08 $\text{mg}/100\text{g}$ 、维生素 C 含量为 12.40 $\text{mg}/100\text{g}$)、开花性好、亲和力强、综合抗病性强(高抗蔓割病,中抗黑斑病,抗茎线虫病)等优点^[13],是桂薯 13 号优质、高产和抗病特性的重要基因来源。2017 年进行实生苗系鉴定,主要以萌芽、薯皮、薯肉、结薯特性、产量等方面筛选出桂薯 17-1254 新品系。2018—2019 年通过复选圃和高鉴圃进行鉴定,其平均鲜薯产量、淀粉产量和薯干产量分别为 29 948.03、3960.93、7702.50 kg/hm^2 。区域试验中桂薯 13 号产量和品质表现均较好,也较稳定。例如:全区 5 个示范点连续 2 a 平均鲜薯产量、薯干产量和淀粉产量分别为 29 786.40、7551.12、4675.10 kg/hm^2 ,平均薯块干物质含量为 25.64%、淀粉率为 15.95%,均显著优于 CK。并且 β -胡萝卜素、蛋白质、还原糖、可溶性糖、熟食味均表现突出。本研究根据鲜食型甘薯发展趋势,聚焦育种目标,成功选育出丰产稳产,熟食品质好,中抗蔓割病、薯瘟病、茎线虫病和根腐病,适宜在广西各地及与其气候相近薯区种植的桂薯 13 号。

病毒病是甘薯生产中的一类重要病害,主要通过病毒侵染甘薯植株,对其生长、发育、产量

和品质造成严重影响^[22]。甘薯病毒病是制约甘薯产业发展的重大病害,目前缺乏有效的抗病毒甘薯品种和特效药剂。在这种情况下,甘薯脱毒技术成为防范甘薯病毒病、提高甘薯产量的最有效方法之一。研究表明,脱毒后的甘薯一般可增产 20%~30%,并且能够改善其外观和商品性。在实际应用中,甘薯脱毒技术已取得显著成效^[23-24],但每个甘薯品种最佳愈伤组织诱导率及发芽率需要探索最优的激素配比。本研究鉴定了桂薯 13 号茎尖分生组织愈伤诱导及发芽率最适的激素配比,并且分析了不同激素配比培养中的脱毒率。其中,最佳愈伤组织诱导培养基为 0.10 mg/L NAA+1.0 mg/L 6-BA+MS,平均诱导率为 98.00%;最佳愈伤组织发芽率培养基为 0.20 mg/L NAA+2.0 mg/L 6-BA+MS,平均发芽率为 97.00%;最佳脱毒率培养基为 0.10 mg/L NAA+4.0 mg/L 6-BA+MS,最高脱毒率平均达 94.00%。本研究选育了鲜食型甘薯新品种桂薯 13 号,并建立其茎尖脱毒再生技术体系,为推动鲜食型甘薯产业的快速发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1] ALAM M K. A comprehensive review of sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam]: revisiting the associated health benefits[J]. Journal of Medicinal Food, 2014, 17(7): 733-741.
- [2] CARTABIANO-LEITE C E, PORCU O M, FRANCISCO A D. Sweet potato (*Ipomoea batatas* L. Lam) nutritional potential and social relevance: a review[J]. International Journal of Engineering Research Applications, 2020, 10(6): 23-40.
- [3] FAOSTAT. Statistics division of food and agriculture organization of the United Nations[EB/OL]. (2025-01-16). <http://www.fao.org/faostat/en>.
- [4] 刘庆昌. 甘薯在我国粮食和能源安全中的重要作用[J]. 科技导报, 2004, 1(9): 21-22.
LIU Q C. Importance of sweetpotato in the security of food and energy in China[J]. Technology Review, 2004, 1(9): 21-22. (in Chinese)
- [5] TRUONG V D, AVULA R Y, PECOTA K V, YENCHO G C. Sweetpotato production, processing, and nutritional quality[J]. Handbook of Vegetables and Vegetable Processing, 2018, 35: 811-838.
- [6] 李妍婷, 张荣, 姚研强, 唐朝臣, 韩金玲, 王章英. 六个不同品种鲜食甘薯贮藏品质变[J]. 广东农业科学, 2024, 51(8): 80-91.
LI Y T, ZHANG R, YAO Y Q, TANG C C, HAN J L,

- WANG Z Y. Changes in quality of six different fresh sweet potatoes during storage[J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2024, 51(8): 80-91. (in Chinese)
- [7] 师一璇, 胡佳乐, 李丽. 甘薯的营养功能与加工利用研究进展[J]. *食品研究与开发*, 2022, 43(11): 205-211.
- SHI Y X, HU J L, LI L. Research progress on the nutritional function and processing and utilization of sweet potato[J]. *Food Research and Development*, 2022, 43(11): 205-211. (in Chinese)
- [8] JIANG X, ZHANG R, YAN Q, YAO Y Q, YANG Y L, WANG B, WANG Z Y. Effect of cooking methods on metabolites of deep purple-fleshed sweetpotato[J]. *Food Chemistry*, 2023(429): 136931.
- [9] 卢森权. 桂薯 2 号的选育及其特征特性[J]. *广西农业科学*, 1994(6): 259-260.
- LU S Q. Breeding and characteristics of Guishu No. 2[J]. *Guangxi Agricultural Sciences*, 1994(6): 259-260. (in Chinese)
- [10] 卢森权, 李彦青, 黄咏梅, 冯兰舒. 优质高产甘薯新品种桂薯 96-8 的选育[J]. *作物杂志*, 2006(6): 59.
- LU S Q, LI Y Q, HUANG Y M, FENG L S. Breeding of high quality and high yield sweet potato variety Guishu 96-8[J]. *Crops*, 2006(6): 59. (in Chinese)
- [11] 黄咏梅, 李慧峰, 李彦青, 吴翠荣, 滑金锋, 陈天渊, 卢森权. 紫色甘薯桂紫薯 1 号的选育及栽培特性研究[J]. *种子*, 2015, 34(10): 102-104.
- HUANG Y M, LI H F, LI Y Q, WU C R, HUA J F, CHEN T Y, LU S Q. Breeding and cultivation characteristics of purple sweet potato Guizishu No. 1[J]. *Seed*, 2015, 34(10): 102-104. (in Chinese)
- [12] 黄咏梅, 李彦青, 吴翠荣, 李慧峰, 滑金锋, 陈天渊, 卢森权. 食用型紫色甘薯桂紫薯 1 号的选育及栽培技术[J]. *种子*, 2017, 36(4): 102-104.
- HUANG Y M, LI Y Q, WU C R, LI H F, HUA J F, CHEN T Y, LU S Q. Breeding and cultivation techniques of edible purple sweet potato Guiziweishu No. 1[J]. *Seed*, 2017, 36(4): 102-104. (in Chinese)
- [13] 李慧峰, 黄咏梅, 李彦青, 滑金锋, 银捷, 陈天渊. 鲜食加工型甘薯新品种‘桂薯 10 号’的选育及特性分析[J]. *分子植物育种*, 2022, 20(7): 2390-2395.
- LI H F, HUANG Y M, LI Y Q, HUA J F, YIN J, CHEN T Y. Breeding and characteristic analysis of a new sweet potato variety ‘Guishu10’ for fresh food and processing[J]. *Molecular Plant Breeding*, 2022, 20(7): 2390-2395. (in Chinese)
- [14] 李慧峰, 陈天渊, 黄咏梅, 李彦青, 吴翠荣, 滑金锋, 卢森权. 高淀粉甘薯新品种桂粉 3 号的选育及其栽培技术[J]. *种子*, 2016, 35(6): 99-100.
- LI H F, CHEN T Y, HUANG Y M, LI Y Q, WU C R, HUA J F, LU S Q. The breeding and cultivational techniques of Guifen No. 3, a new sweet potato variety with high starch content[J]. *Seed*, 2016, 35(6): 99-100. (in Chinese)
- [15] 赵付枚, 王爽, 田雨婷, 乔奇, 王永江, 张德胜, 张振臣. 甘薯病毒病发生关键因素研究[J]. *中国农业科学*, 2021, 54(15): 3232-3240.
- ZHAO F M, WANG S, TIAN Y T, QIAO Q, WANG Y J, ZHANG D S, ZHANG Z C. An investigation into key factors influencing the occurrence of virus disease in sweet potato[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2021, 54(15): 3232-3240. (in Chinese)
- [16] DONG F, ZHANG D W, ZHANG C F, HUANG B J. Study on virus-free culture and rapid propagation technology of Xiangshu series varieties of sweet potato[J]. *Agricultural Science & Technology*, 2017, 18(12): 2197-2201, 2208.
- [17] 谢一芝, 边小峰, 贾赵东, 马佩勇, 禹阳, 张铅, 刘帅. 中国鲜食甘薯产业发展现状及其发展前景[J]. *江苏农业学报*, 2022, 38(6): 1694-1701.
- XIE Y Z, BIAN X F, JIA Z D, MA P Y, YU Y, ZHANG Q, LIU S. Development status and prospect of fresh sweetpotato industry in China[J]. *Jiangsu Journal of Agricultural Sciences*, 2022, 38(6): 1694-1701. (in Chinese)
- [18] 杨松涛, 乔帅, 王芳, 宋伟, 廖安忠, 刘可心, 谭文芳. 川紫薯 6 号的选育及栽培要点[J]. *四川农业科技*, 2021(9): 5-9.
- YANG S T, QIAO S, WANG F, SONG W, LIAO A Z, LIU K X, TAN W F. Breeding and cultivation points of Chuanzishu 6[J]. *Sichuan Agricultural Science and Technology*, 2021(9): 5-9. (in Chinese)
- [19] 李雨洁, 李雪. 甘薯脱毒苗快繁体系的研究进展[J]. *世界热带农业信息*, 2024(7): 20-22.
- LI Y J, LI X. Research progress on fast propagation of virus-free sweet potato seedlings[J]. *World Tropical Agriculture Information*, 2024(7): 20-22. (in Chinese)
- [20] 滑金锋, 陈天渊, 黄咏梅, 李彦青, 吴翠荣, 李慧峰. 2014—2015 国家甘薯品种南方区域试验广西试点报告[J]. *西南农业学报*, 2016, 29(4): 758-764.
- HUA J F, CHEN T Y, HUANG Y M, LI Y Q, WU C R, LI H F. Report on national southern sweet potato regional trial (Guangxi location) in 2014—2015[J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2016, 29(4): 758-764. (in Chinese)
- [21] 王欣, 李强, 曹清河, 马代夫. 中国甘薯产业和种业发展现状与未来展望[J]. *中国农业科学*, 2021, 54(3): 483-492.
- WANG X, LI Q, CAO Q H, MA D F. Current status and future prospective of sweetpotato production and seed industry in China[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2021, 54(3): 483-492. (in Chinese)
- [22] 马居奎, 张成玲, 杨冬静, 谢逸萍, 孙厚俊. 我国甘薯病毒病研究进展[J]. *河北农业科学*, 2020, 24(1): 51-56.
- MA J K, ZHANG C L, YANG D J, XIE Y P, SUN H J. Research progress of sweet potato virus disease in China[J]. *Journal of Hebei Agricultural Sciences*, 2020, 24(1): 51-56. (in Chinese)

- [23] 王丽, 王振东, 乔奇, 秦艳红, 张德胜, 田雨婷, 王爽, 张立军, 张振臣. 甘薯褪绿矮化病毒西非株系实时荧光定量 PCR 检测方法的建立及应用[J]. 植物病理学, 2014, 44(5): 461-468.
WANG L, WANG Z D, QIAO Q, QIN Y H, ZHANG D S, TIAN Y T, WANG S, ZHANG L J, ZHANG Z C. Development and application of a real-time PCR method for detection of west African strain of Sweet potato chlorotic stunt virus[J]. Acta Phytopathologica Sinica, 2014, 44(5): 461-468. (in Chinese)
- [24] 于永学, 张丹, 杨红, 黄超, 倪国勤. 不同甘薯品种茎尖脱毒与快繁特性分析[J]. 河南农业, 2017(28): 53-54.
YU Y X, ZHANG D, YANG H, HUANG C, NI G Q. Analysis on virus-free and rapid propagation characteristics of different sweet potato varieties[J]. Agriculture of Henan, 2017(28): 53-54. (in Chinese)