

## 广西特色香蕉“桂红蕉 1 号”快速繁殖技术研究

龙盛风, 黄典红, 黄素梅, 韦绍龙\*, 李朝生, 覃柳燕 (广西壮族自治区农业科学院, 广西南宁 530007)

**摘要** 为加快广西自主选育香蕉品种“桂红蕉 1 号”的推广应用, 针对传统香蕉品种在组培生产过程中变异率高的问题, 通过室内和田间试验开展外植体获取、继代培养、生根培养、炼苗等组培快繁技术研究。综合比较发现, 无害化处理的木薯渣或甘蔗渣与椰糠配比的育苗基质更为理想, 在培养最后 1 代继代苗时, 采用聚丙烯袋代替传统培养瓶作为培养容器能有效降低生产成本。该研究表明这一套优化后的快速繁殖技术具有应用于香蕉种苗繁育的巨大潜力。

**关键词** 香蕉; 桂红蕉 1 号; 组培; 快繁

**中图分类号** S668.1 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2022)01-0055-02

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.01.015



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### The Rapid Propagation Technology Research of Guangxi Characteristic Banana Guihongjiao No. 1

LONG Sheng-feng, HUANG Dian-hong, HUANG Su-mei et al (Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning, Guangxi 530007)

**Abstract** In order to speed up the popularization and application of the self-selected banana variety Guihongjiao No. 1 in Guangxi, aiming at the problem that the variation rate of the traditional banana variety was high in tissue culture production process, the research and development of tissue culture and fast propagation technology were carried out, such as explant acquisition, subculture, rooting culture, and mixing seedling, through laboratory and field experiments. The results showed that the mixture of cassava slags and bagasse with coconut bran was more ideal, and the production cost could be effectively reduced by using polypropylene bags instead of traditional containers in the last generation of seedlings. This study showed that this optimized rapid breeding technology had great potential for banana seedling breeding.

**Key words** Banana; Guihongjiao No. 1; Tissue culture; Rapid propagation

目前市场上食用香蕉多以 Canvendish 亚组威廉斯香蕉品系为主, 较为单一, 为增加食用香蕉品种多样性, 丰富香蕉市场特色品种, 笔者经过无性系繁育、试种、复选, 稳定生物学性状, 选育出生产性状、农艺性状稳定, 经济性状优异的红蕉品种“桂红蕉 1 号”。

自 1986 年红香蕉引进我国后, 许多农业科研机构陆续开展红香蕉组培繁育技术及其开发性研究。红香蕉在组培繁育过程中, 有近 10% 的苗分离成青香蕉苗, 果实呈金黄色<sup>[1]</sup>。“桂红蕉 1 号”于 2013—2015 年与广西主要香蕉品种桂蕉 1 号、桂蕉 6 号进行品比试验, 连续 2 年应用新植组培苗及连续 2 造吸芽苗比较试验, 发现其生产性状稳定, 农艺性状、经济性状良好, 与传统香蕉生育期相仿, 株产 15 kg 以上, 口感香甜, 红色的果皮深受客户喜爱, 是适合广西发展的香蕉品种。2014—2015 年对该品种在南宁西乡塘区进行了多点中试试验, 其产量性状和生物学性状表现优良、稳定, 证明其具有较好的遗传稳定性和生产适应性。

该品种近几年在广西南宁周边蕉园有一定的推广应用面积, 但由于其较传统香蕉品种存在易感枯萎病、叶斑病及线虫等病害的问题, 导致推广应用面积受限。笔者旨在通过对传统香蕉组织培养方式进行改进, 建立“桂红蕉 1 号”组培快繁技术, 推进二级健康种苗发展, 以加速其推广应用。

**基金项目** 广西农业科学院基本科研业务专项(桂农科 2020YM17); 国家现代农业生产技术体系广西香蕉创新团队项目(nycytxg-extd-04-18); 自治区创新驱动发展专项(桂科 AA20302016)。

**作者简介** 龙盛风(1983—), 男, 广西灵川人, 副研究员, 从事香蕉栽培育种研究。\*通信作者, 研究员, 从事香蕉育种及枯萎病防控研究。

**收稿日期** 2021-04-21

### 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 供试“桂红蕉 1 号”植株高大粗壮, 根系较深, 附着力强, 抗风性较好; 生育期 380~450 d, 茎秆、叶柄、叶鞘均为浆红色; 抽蕾期假茎高度 380~430 cm, 基茎围 75~95 cm; 果实成熟过程由暗青红向浆红转色, 平均单果重 140~180 g, 株产 15~30 kg; 果肉呈乳黄色, 口感酸甜细腻可口, 风味独特, 稍有香味, 糖/酸比巴西蕉和宝岛蕉高<sup>[2]</sup>; 较传统香蕉抗旱, 易感枯萎病; 在春夏秋冬均可定植, 最好采收时间在 10—11 月<sup>[3]</sup>。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 外植体获取。** 在蕉园选取母本综合性状优良、健康的吸芽, 用清水冲洗干净, 逐层剥掉 2/3 的叶鞘, 用 75% 乙醇浸泡 1 min 消毒, 之后用干净的纱布蘸取 0.17% 的氯化汞擦拭消毒 10 min, 剥掉剩余叶鞘, 最后将吸芽生长点切成 1.0 cm×1.0 cm×0.5 cm 大小的茎块, 参照陈丽娟等<sup>[4]</sup>“在培养基中加入适量生长素, 芽的增殖效果会变好”和苏云芳<sup>[5]</sup>“在培养基中无机盐浓度对芽的诱导作用大于蔗糖和细胞分裂素”的方法, 放在改良的 MS+6-BA 2.0~3.0 mg/L+NAA 0.1~0.2 mg/L+琼脂 0.3%~0.5%+蔗糖 2.5%~3.0% 的诱导培养基中, 培养基 pH 为 5.8~6.2<sup>[6]</sup>, 置于 28~30 °C 培养箱中, 培养 35~45 d。

**1.2.2 继代培养。** 接种 3~5 d 后, 部分外植体会出现污染褐化现象, 要及时清理。等到生长点抽出心叶转绿成活后, 即可进行第一次转接。培养基继续用 MS+6-BA 2.0~3.0 mg/L+NAA 0.1~0.2 mg/L+琼脂 0.3%~0.5%+蔗糖 2.5%~3.0%, pH 6.0, 温度 28~30 °C, 光照 1 500 lx, 每天连续光照 8 h。每 15 d 左右可转一代, 继代培养一般不超过 12 代<sup>[7]</sup>。

**1.2.3 生根培养。** 经过一段时间的继代培养, 当芽长出 4~

6片叶、高3~5 cm时,转入改良的MS+IBA 2.0 mg/L+KT 0.5 mg/L+琼脂0.5%+蔗糖2.5%~3.0%培养基,pH 6.0,温度28~30 ℃,光照1 500 lx,每天连续光照8 h,25~30 d即可进行炼苗。

**1.2.4 炼苗。**在进行瓶改袋继代生根之后,生根苗高至8 cm左右时,可进行炼苗处理。炼苗场地要清洁通风干燥,红蕉以自然散射光炼苗为好,炼苗时既要避免太阳强光直射灼伤嫩叶,又要防止光线不足而徒长<sup>[8]</sup>。炼苗时间在夏季一般需要14 d左右,冬季需要8 d左右。炼苗过程中会产生一些变异苗,主要表现在苗的颜色变成青绿色,通过自然光照射数日之后很容易分辨出来。

**1.2.5 移栽沙培。**在25 m×8 m的圆拱形钢结构塑料膜大棚内(外置遮阳网),以干净的黄土为主,辅以适量钙镁磷肥,起畦(10.0 m×1.5 m),在畦上铺上厚度5 cm的干净河沙。将袋苗取出,洗净根部培养基,以4株袋苗为一茬种于畦上,

茬与茬之间的距离为3 cm,约300株/m<sup>2</sup>,种植完后浇上定根水,小拱棚薄膜,高温干燥的天气注意通风,喷水降温,10 d后可使用适量低浓度的N、P、K肥,施肥浓度控制在0.2%~0.5%,N:P:K=1.0:0.5:2.0<sup>[9]</sup>,每隔7 d淋一次,提升成活率。培育25 d后,待苗长出3片心叶时可出圃转入营养杯培养。

**1.2.6 上杯培养。**营养杯采用15 cm×6 cm的塑料杯作为育苗营养杯,培养采取无土栽培模式,保持营养杯70%以上湿度,每隔10 d喷一次磷酸二氢钾水溶肥,配以适量叶面肥,期间注意常规病虫害防控。待小苗长至6片绿叶以上、假茎15 cm以上时方能移到大田种植<sup>[10]</sup>。

## 2 结果与分析

**2.1 袋装培养效果** 对传统的香蕉组织培养方式进行了改进,在培养最后1代继代苗时,采用聚丙烯袋代替传统培养瓶作为培养容器,并对传统培养的几个指标进行比较。结果见表1。

表1 袋装与瓶装培养的比较

Table 1 Comparison of bagged culture and bottled culture

培养方式 Cultivation mode	灭菌数量 Sterilization quantity 瓶或袋/锅	水、电、汽成本 Cost of water, electricity and steam//元/锅	培养空间 Culture space 瓶或袋/架	接种效率 Inoculation efficiency 瓶或袋/h	生长速度 (转接周期) Inoculation efficiency//d	增值倍数 Increment multiple 倍	污染率 Pollution rate %
瓶装培养 Bottled culture	1 800	265	210	60	22~25	2.0	2.5
袋装培养 Bagged culture	3 600	265	760	72	18~20	2.6	3.6

由表1可知,采用改进后的培养方式,培养基高压灭菌环节,可节约用能源(水、汽、燃料)成本50%,灭菌培养基数量提高2倍;接种效率提高20%;不定芽增值倍数可达2.6倍,比瓶装培养提高了0.3倍,芽苗生长速度提高15%~20%;培养空间利用率是瓶装培养所需空间的3.6倍以上;但污染率比瓶装培养高1.1个百分点。

**2.2 炼苗效果** 试验所用的10 000株袋苗被分成5个区,每个区2 000株,进行变异株筛选,共选出10株变异株,变异率为0.10%(表2)。

**2.3 不同基质培养效果** 将腐熟的甘蔗渣、木薯渣、椰糠等基质按不同比例进行复配成6种基质,以黄土作为对照

(CK),培养40 d,结果见表3。

表2 变异情况

Table 2 Table of variability

区域 Region	变异数 Variance//株	变异率 Variation rate//%
1	2	0.10
2	2	0.10
3	0	0
4	3	0.15
5	3	0.15
平均数 Average	2	0.10

表3 不同育苗基质对“桂红蕉1号”蕉苗生长的影响

Table 3 Effects of different substrates on the growth of Guihongjiao No. 1

序号 No.	基质 Stroma	株高 Plant height cm	叶片数 Number of blades	中部茎粗 Middle stem diameter//cm	根须数 Number of roots 条/株	最长根须 Longest root cm
1	黄土(CK)	8.5	2.8	0.7	4.5	12.3
2	椰糠	12.0	4.2	1.1	12.0	26.5
3	木薯渣	12.4	4.1	1.1	8.7	25.3
4	甘蔗渣	10.6	3.8	0.9	9.5	17.5
5	椰糠+木薯渣	16.5	5.8	2.2	10.5	32.2
6	椰糠+甘蔗渣	15.0	5.2	1.8	11.2	29.8
7	蔗渣+木薯渣	13.6	4.8	1.4	9.7	23.2

从表3可以看出,椰糠与木薯渣或甘蔗渣配比作为育苗基质,蕉苗在株高、叶片数、中部茎粗、根须数、根系生长等方面明显优于常规以黄土为基质所育的蕉苗。此外单独使用椰糠或木薯渣作为育苗基质,虽然在根须数、根系生长方面

表现不错,但在苗的高度、叶片数和苗的中部茎粗不够突出。另外由于椰糠作基质太轻,蕉苗稍大以后营养杯容易倒伏。通过比较筛选,认为使用无害化处理的木薯渣或甘蔗渣与椰(下转第78页)

管持水量、田间持水量之间呈极显著正相关;非毛管孔隙度与非毛管持水量之间呈极显著正相关,与毛管持水量呈显著正相关。EF3处理下容重与最大持水量、毛管持水量和田间持水量之间呈极显著负相关;毛管孔隙度与非毛管持水量呈显著正相关;非毛管孔隙度与非毛管持水量呈极显著正相关。

### 3 讨论

关于内生真菌侵染后对土壤养分和微生物的影响已有不少报道,然而关于内生真菌—禾草共生体对土壤物理性质的影响研究很少。有研究发现,内生真菌的侵染能显著降低宿主醉马草根际土壤的土壤容重,其原因可能是内生真菌促进了宿主根系生长,根系产生的次生代谢产物对土壤的机械构成具有一定的改良作用<sup>[6]</sup>。该研究条件下,各处理下宽叶雀稗根际土壤容重均值在 1.14~1.24 g/cm<sup>3</sup>,带菌和不带菌宽叶雀稗间无显著差异。其原因可能是试验期仅为 8 个月,内生真菌侵染对宽叶雀稗土壤密度的影响还不明显。

该研究中,与不带菌宽叶雀稗相比,内生真菌侵染对根际土壤孔隙度的影响并不明显。对醉马草的研究也发现,尽管不带菌醉马草根际土壤的含水量较带菌醉马草平均降低 4.06%,但二者之间并无显著差异<sup>[13]</sup>。但不同菌株之间略有差异,其中新棘壳孢属(*Neopyrenochaeta telephoni*)菌株侵染的宽叶雀稗根际土壤总孔隙度显著高于篮状菌属(*Talaromyces pinophilus*)和小皮伞属(*Marasmius*)侵染后的根际土壤总孔隙度。而对根际土壤持水量的比较也发现,棘壳孢属菌株侵染后,土壤根际最大持水量显著高于其他 2 种菌株侵染和不带菌的情况。内生真菌侵染后,禾草的凋落物增加,土壤有机质含量上升,从而导致土壤中微生物的数量和结构发生变化,可通过分泌有机物吸附更多土壤颗粒。此外,内生真菌—禾草共生体的亲水性有所提高。这些可能会促进土壤稳定性团聚体数量的提高<sup>[14-15]</sup>。而土壤团聚体稳定性的提高又与土壤通气透水性相关联。团聚体稳定性越高,土壤孔隙越多,土壤通气渗透性能就越好<sup>[16]</sup>。在该研究的 3 种内生真菌菌株中,相较篮状菌属和小皮伞属,新棘壳孢属菌株对土壤通气持水作用的影响更明显。但可能因为试验时间不长,总体而言,内生真菌对土壤物理性质的改良作用还不显

著,需要更多周期持续观察。

目前,已有较多研究涉及内生真菌的侵染对禾草植株自身的影响,但对禾草所生长的生境的影响研究才刚起步。土壤、禾草和内生真菌之间存在复杂的关系,其中一方的变化都会引起其他方相应地改变<sup>[6]</sup>。因此,加强内生真菌对土壤物理性质的研究,明确其作用机制具有重要意义,可为进一步加强微生物互作对禾草的影响提供理论支持和实践指导。

### 参考文献

- [1] SCHARDL C L, LEUCHTMANN A, SPIERING M J. Symbioses of grasses with seedborne fungal endophytes [J]. Annual review of plant biology, 2004, 55: 315-340.
- [2] 金文进, 李春杰, 王正凤. 禾草内生真菌的多样性及意义 [J]. 草业学报, 2015, 24(1): 168-175.
- [3] 李川, 任安芝, 高玉葆. 内生真菌感染对宿主植物高羊茅耐盐性的影响 [J]. 生态学报, 2010, 30(7): 1684-1690.
- [4] WANG M Y, MCGILL C R, SOUTHWARD R C, et al. Epichloë fungal endophyte colonisation and seed quality in developing grass florets-effect of different fertiliser applications [J]. New Zealand journal of agricultural research, 2018, 61(1): 27-41.
- [5] 刘欢, 陈燕, 夏超. 植物—土壤反馈对禾草内生真菌响应 [J]. 草业科学, 2020, 37(1): 65-74.
- [6] 金媛媛, BOWATTE, 田沛, 等. 禾草—内生真菌共生对土壤理化性质及其微生物影响的研究进展 [J]. 草业科学, 2019, 36(5): 1292-1307.
- [7] 金媛媛, BOWATTE S, 贾倩民, 等. 内生真菌侵染对野大麦根际土壤化学特性和微生物群落的影响 [J]. 草业学报, 2019, 28(10): 66-77.
- [8] 赵鑫, 王文娟, 王普旭, 等. 不同钙浓度对宽叶雀稗幼苗的生长和抗性生理的影响 [J]. 植物生态学报, 2019, 43(10): 909-920.
- [9] 王文娟, 赵丽丽, 王普旭, 等. 氮素水平对宽叶雀稗生理生态的影响 [J]. 草业科学, 2019, 36(3): 744-753.
- [10] 屈兴红, 赵丽丽, 王普旭, 等. 6 个宽叶雀稗材料种子萌发期抗旱性研究 [J]. 种子, 2017, 36(4): 24-27.
- [11] 赵雅曼, 陈顺钰, 张韵, 等. 酸、Cd 胁迫对宽叶雀稗种子萌发、幼苗生长及亚细胞结构的影响 [J]. 农业环境科学学报, 2019, 38(1): 60-69.
- [12] 国家林业局. 森林土壤分析方法 [M]. 北京: 中国标准出版社, 1999.
- [13] 李秀璋. 醉马草内生真菌与宿主种带菌、根际微生物的互作及其进化研究 [D]. 兰州: 兰州大学, 2017.
- [14] RILLIG M C, MARDATIN N F, LEIFHEIT E F, et al. Mycelium of arbuscular mycorrhizal fungi increases soil water repellency and is sufficient to maintain water-stable soil aggregates [J]. Soil biology and biochemistry, 2010, 42(7): 1189-1191.
- [15] BUYER J S, ZUBERER D A, NICHOLS K A, et al. Soil microbial community function, structure, and glomalin in response to tall fescue endophyte infection [J]. Plant and soil, 2011, 339(1/2): 401-412.
- [16] LIPIEC J, WÓJCIGA A, HORN R. Hydraulic properties of soil aggregates as influenced by compaction [J]. Soil and tillage research, 2009, 103(1): 170-177.
- [17] 苗红霞, 金志强, 孙佩光, 等. 3 个香蕉品种的果实淀粉形状与含量及风味物质比较 [J]. 西北植物学报, 2014, 34(3): 560-564.
- [18] 庞冬辉. 马来西亚大果红香蕉的栽培技术要点 [J]. 广西园艺, 2004, 15(1): 44-45.
- [19] 陈丽娟, 苏宾, 闭志强, 等. 细胞分裂素 6-BA 浓度对红香蕉组培快繁芽增殖的影响 [J]. 广西农业科学, 2001, 32(2): 67-68.
- [20] 苏云芳. 红香蕉组培培养基的优化研究 [J]. 云南农业, 2004(8): 10.
- [21] 黎炎, 黄记生. 红香蕉组培培养基的优化研究 [J]. 广西农业科学, 2002, 33(2): 65-66.
- [22] 张军云, 杨向红. 红香蕉组培快繁技术 [J]. 柑桔与亚热带果树信息, 2002(7): 30-31.
- [23] 罗金水, 蔡坤秀, 林宗铿, 等. 红香蕉试管苗生产技术 [J]. 福建热作科技, 2003, 28(3): 20-22.
- [24] 罗秀娥, 陆虹. 施肥对香蕉组培袋苗的影响 [J]. 福建热作科技, 2001, 26(4): 5-6.
- [25] 陈丽娟, 蔡炳华, 闭志强. 红香蕉组培苗优质丰产栽培技术 [J]. 广西农业科学, 2001, 32(3): 138-140.
- [26] 黄素梅, 覃柳燕, 田丹丹, 等. 几种农业废弃物对香蕉育苗的效果 [J]. 中国南方果树, 2019, 48(5): 56-60.

(上接第 56 页)

糠配比的育苗基质更为理想,与黄素梅等<sup>[11]</sup>“用椰糠+木薯渣基质育苗效果最佳”基本一致。

### 3 讨论与结论

“桂红蕉 1 号”是广西自主选育的具有地方特色的香蕉品种,因其红色的外表而深受消费者喜爱。该品种在实际组培生产过程中会产生一定变异株,变异率为 0.10%,这部分变异应在取芽、接种、炼苗、移栽、上杯之前剔除;在培养最后 1 代继代苗时,采取“瓶改袋”的方式,可降低能耗节约成本;在二级育苗时,采用无土栽培技术,使用无害化处理的木薯渣或甘蔗渣与椰糠配比的育苗基质更佳。

### 参考文献

- [1] 毛根海. 红香蕉青红香蕉及其品种 [J]. 广西热作科技, 1990(5): 28, 5.