果 树 学 报 2022,39(12):2450-2454
Journal of Fruit Science

DOI:10.13925/j.cnki.gsxb.20220482

抗枯萎病优质特色香蕉新品种粉杂1号的选育

吴元立,黄秉智*,杨 护,许林兵,杨兴玉,曾鸿运

(广东省农业科学院果树研究所·农业农村部南亚热带果树生物学与遗传资源利用重点实验室·
广东省热带亚热带果树研究重点实验室,广州 510640)

摘 要:粉杂1号粉蕉(*Musa*×*pradisiaca* ABBB)是广粉1号(ABB)×长梗蕉(BB)杂交4倍体抗病品种。该品种高抗*Foc* 4号生理小种,在重病区株发病率<5%。植株生长势中庸,生长周期一般为14~16个月,新植蕉每666.7 m^{2}产量为1800 kg,高产园平均株产可达20 kg,每666.7 m^{2}产量约3000 kg。成熟果实可溶性固形物含量(*w*,后同)为25.72%,可滴定酸含量为0.45%,可溶性糖含量为21.06%,还原糖含量为18.31%,维生素C含量为14.46 mg·100g^{-1},风味浓甜微酸,品质优异。

关键词:香蕉;新品种;粉杂1号;抗病

中图分类号:S668.1 **文献标志码**:A **文章编号**:1009-9980(2022)12-2450-05

Breeding of Fenza No. 1, a new high-quality and special banana variety with high resistance against *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*

WU Yuanli, HUANG Bingzhi*, YANG Hu, XU Linbing, YANG Xingyu, ZENG Hongyun

(Institute of Fruit Tree Research, Guangdong Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of South Subtropical Fruit Biology and Genetic Resource Utilization, Ministry of Agriculture and Rural Affairs/Guangdong Key Laboratory of Tropical and Subtropical Fruit Tree Research, Guangzhou 510640, Guangdong, China)

Abstract: Fenza No. 1 (*Musa*×*pradisiaca* ABBB) is a hybrid progeny of Guangfen No. 1 (ABB)×*Musa balbisiana* (BB). One seedling plant was obtained in 2000 and after being planted in the field for successive two cycles, the suckers of the plant were used as explants to obtain tissue-cultured plantlets through adventitious bud proliferation. Comparative trial between Fenza No. 1 and Guangfen No. 1 was conducted in April 2004. It was observed that Fenza No. 1 was highly resistant to Fusarium wilt of banana. The multilocation trails were then conducted in Guangdong and Hainan provinces. Compared with Guangfen No. 1, Fenza No. 1 is relatively higher and characterized by middle vigorous plant, drooping leaves, relatively small canopy breadth and less-developed root system. The pseudostem height of plant crop and ratoon crop are 325 cm and 410 cm, respectively. The pseudostem base girth and middle girth are 76.7 cm and 52.5 cm, respectively. The leaf blade length is 205 cm, leaf blade width is 59 cm, and leaf ratio is 3.47. Both sides of leaf blade base are rounded but asymmetric. The leaf upper surface and lower surface are green in color and dull. The bunch shape is short-cylindrical with compact appearance. The bunch length is 56 cm, and the bunch girth is 96.3 cm. Positioning of fruits on the crown is biseriate and occasionally fused. Fruit shape is basically ellipse and fruit apex is blunt-tipped and there are remains of the dead style and petal. There are no pronounced ridges on the transverse section of the fruit. The average length of finger is 13.6 cm. Immature fruit peel is light green in color, and pulp color before maturity is cream. The fruit peel turns yellow in color and is not

收稿日期:2022-08-29 **接受日期**:2022-11-15

基金项目:广东省自然科学基金—面上项目(2022A1515010752);广州市科技计划项目(202201010051);科技部、财政部国家科技资源共享服务平台项目(NHGRC2022-NH17)

作者简介:吴元立,女,副研究员,主要从事香蕉枯萎病抗性机制、香蕉种质资源的抗病性评价和香蕉新品种选育等研究。Tel:15014296348,E-mail:wuyuanli@gdaas.cn

*通信作者 Author for correspondence. Tel:13802538103,E-mail:huangbingzhi@gdaas.cn

adherent to pulp at maturity. Mature fruits are persistent and don't fall from hands. The majority color of pulp at maturity is cream, while the remnants of the ovules are yellow in color. The texture of flesh is soft and smooth, pulp ratio at maturity is 74.2%, and predominant flavor is pleasant sweet and sub-acidic with mild aroma. The soluble solid content of fruit is 25.72%, the titratable acid content is 0.45%, the soluble sugar content is 21.06%, the reducing sugar content is 18.31%, and the vitamin C content is 14.46 mg·100 g^{-1}. The plant crop cycle is around 14−16 months, and the yield is approximately 1800 kg per 666.7 m^2. In some high-yield plantations, the average bunch weight is 20 kg and the yield for 666.7 m^2 is approximately 3000 kg. Fenza No. 1 is highly resistant to *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* race 4, and the incidence rate is ＜5% in a severely infected field. At the late stage of maturity, there is no anthracnose spot on the surface of fruit peel. The shelf life of Fenza No. 1 is 4-6 days, which is 2-3 days longer than that of Guangfen No. 1. Fenza No. 1 is suitable to be planted in areas with severe *Fusarium* wilt of banana. The cultivation techniques of Fenza No. 1 were summarized from the aspects of planting materials, plantation location, fertilization, watering management, pest control, and field management.

Key words: *Musa*; New cultivar; Fenza No. 1; Disease resistance

香蕉是世界上著名的热带、亚热带水果，也是我国南方地区重要的经济作物。除了香牙蕉（*Musa* AAA Cavendish）类主栽品种，我国的3倍体栽培蕉类型还包括粉蕉（*Musa* ABB Pisang Awak）、大蕉（*Musa* ABB Bluggoe）和龙牙蕉（*Musa* AAB Silk）。近年来，我国乃至全世界的香蕉生产均面临多种病虫害的威胁，其中由尖孢镰刀菌古巴专化型（*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, *Foc*）引起的香蕉枯萎病是主要病害之一[1]。

香蕉枯萎病又称巴拿马病、黄叶病，是一种毁灭性土传病害。目前已经发现*Foc*的4个生理小种，危害我国香蕉产业的有2个生理小种：*Foc* 1号生理小种主要侵染粉蕉和过山香龙牙蕉；*Foc* 4号生理小种除侵染粉蕉和过山香龙牙蕉外，还侵染香牙蕉，是迄今为止致病力最强的香蕉枯萎病菌。现有的防治措施，包括生物和化学防治、轮作和增施有机肥改良土壤等，都不能有效地控制香蕉枯萎病，选育抗病品种是最有效、最根本的防治途径[2]。

近年来，通过离体快速繁殖过程中产生的体细胞无性系变异获得了一系列香牙蕉抗病品种[3]。但总的来说，目前推广种植的大部分香牙蕉抗病品种，抗病性一般为中抗，且普遍存在生育期过长，果实成熟不均匀等问题；此外，香牙蕉的抗风性、耐寒性也较差。因此，通过改进育种方法获得具有抗病性、抗逆性且符合市场需求的新品种对实现我国香蕉生产的可持续发展意义重大。

1　选育经过

采用广粉1号（ABB）×长梗蕉（BB）杂交，于2000年获得1株广粉1号粉蕉的种子实生苗。该实生苗定植成功后，2002年单株产量为12 kg，2003年宿根蕉单株产量为24 kg，果实皮色类似粉蕉。以该株系的吸芽作为外植体，通过组培快繁获得试管苗。生根试管苗经过假植阶段后于2004年4月定植，以其亲本广粉1号作为对照品种，在广东省农业科学院果树所香蕉园（前作为粉蕉）开展品种比较试验：试验品种和对照品种各种植18株，种植行距为2.7 m，株距为2.1 m。试验品种有4株感染枯萎病，发病率为22%；而广粉1号枯萎病发病率100%，全部死亡。自2005年开始，广东省农业科学院果树研究所与中山市农业农村局合作，在中山市民众镇丰本农业科技园、浪网镇、大涌镇和神湾镇等产区开展多点区试和示范。同时在广州市番禺区和增城区、东莞市麻涌镇和洪梅镇、珠海市斗门区、汕头市澄海区和潮阳区金灶镇、潮州市钱东镇、惠州市永汉镇以及海南省乐东县等地进行试种。经过综合评价，该品种丰产、优质并且高抗香蕉枯萎病，命名为粉杂1号（*Musa*×*pradisiaca* ABBB）（图1）。广粉1号成熟果实的可溶性糖含量＞21%，但是高感枯萎病；长梗蕉属于野生蕉，具有较强的抗病性和抗逆性，通过杂交育种不仅成功引入B基因组，而且保持了广粉1号的优异种质。该品种于2011年获得广东省农作

图 1 粉杂1号的植株和成熟果实

Table 1 A new banana variety Fenza No. 1

物品种审定证书(粤审果2011007)，2018年获得农业农村部非主要农作物品种登记证书(GPD香蕉(2018)440004)。

2 主要性状

2.1 植物学特征

粉杂1号植株生长势中庸，植株较高，株形下垂，冠幅较小，根系较少。新植蕉假茎高325 cm，宿根蕉假茎高410 cm。假茎基周(距地面30 cm处)和中周分别为76.7 cm和52.5 cm。假茎颜色为绿色，有光泽，着紫黑色，内假茎为浅绿色，着紫粉红色。叶姿下垂，叶片长205 cm，叶片宽59 cm，叶形比为3.47，叶片基部形状为两边圆且不对称。叶面和叶背颜色为绿色，无光泽，叶面中脉颜色为绿色，叶背中脉颜色为浅绿色，叶背和叶鞘蜡粉较少。叶柄长57 cm，叶柄边缘颜色为绿色，形状为翼状且不紧抱假茎，叶柄槽边缘交叠，结果期叶柄背面有黑褐色斑纹。

植株的花轴无毛且垂直向下，收获时雄花蕾形状为近椭圆形，长度为27 cm。雄花苞片形状为卵形，外表面颜色为紫粉红色，内表面颜色为红色，苞片尖微染黄色，苞片蜡粉较多。合生花瓣为闭合状态，底色为粉红色或粉紫色，圆裂片颜色为黄色。游离花瓣形状为卵形，边缘为锯齿状，尖端为三角形，颜色为半透明的白色。花柱形状直立，底色为白色，着色为紫色，柱头为奶油色。偶见个别雄花有花粉，少量雌花胚珠可育(在授粉条件下可产生少量种子)。

2.2 经济学特性

果穗柄颜色为浅绿色，果穗呈短圆柱形，结构紧凑，果穗长度56 cm，周长96.3 cm，果穗柄周长20.7 cm。果指双排排列，少部分合生，果指呈椭圆形，果形直立，棱角不明显，果顶钝尖且有干枯的花柱和花瓣残存。一年四季可结果，但以夏季收获的为正造果，果实产量高品质好。果指平均长度为13.6 cm，粗(周长)为13.6 cm，果柄长度2.0 cm，果柄无毛，少部分果柄合生。生果皮呈浅绿色，成熟果皮黄色，生果肉为奶油色，无裂果情况。

一般条件下平均株产为13.9 kg，每666.7 m^2产量约1800 kg，高产园平均株产可达20 kg，每666.7 m^2产量约3000 kg。

成熟果实不脱把，果皮易剥离，果肉主要为奶油色，心室内壁果肉为黄色，质地软滑，可食率74.2%，风味甘甜带微酸，微具香味，品质优。成熟果实可溶性固形物含量为25.72%，可滴定酸含量为0.45%，可溶性糖含量为21.06%，还原糖含量为18.31%，蔗糖含量为2.75%，维生素C含量为14.46 mg·100 g^{-1}(表1)。果实成熟后期无梅花点，货架期4~6 d，比广粉1号长2~3 d。

2.3 枯萎病抗性

粉杂1号在各试验点田间枯萎病发病率远远低于其亲本广粉1号，适合在香蕉枯萎病严重发生的地区推广种植。在感染*Foc* 4号生理小种的种植园中，粉杂1号的发病率在5%以下；在感染*Foc*1号生理小种的种植园中，发病率为20%~30%；在未种植过粉蕉和龙牙蕉等的种植园中，可以宿根栽培。

表1　粉杂1号与广粉1号果实品质比较

Table 1　Comparison of fruit quality characters between Fenza No. 1 and the control cultivar Guangfen No. 1

品种 Cultivar	w（可溶性固形物）Soluble solids content/%	w（可滴定酸）Titratable acid content/%	w（维生素C）Vitamin C content/（mg·100g^{-1}）	w（还原糖）Reducing sugar content/%	w（蔗糖）Sucrose content/%	w（可溶性糖）Soluble sugar content/%
粉杂1号 Fenza No. 1	25.72	0.45	14.46	18.31	2.75	21.06
广粉1号 Guangfen No. 1	26.50	0.34	10.35	11.94	9.00	20.94

2.4　生物学特性

在广东省广州地区，2月中下旬至5月上旬定植6~8叶龄假植苗，植株生长总叶片数为42~44枚，11月中下旬至次年3月抽蕾，次年5—7月收获。粉杂1号无固定的物候期，生长周期一般为15~16个月，比其亲本广粉1号短20 d左右，新植蕉前期生长较缓慢，中后期生长加快，冬季气温低或肥水管理水平低时生长周期稍长。

2.5　适应性

粉杂1号对土壤和气候的适应性较强，但是要求土壤肥沃、温度高、光照强，不能有霜冻。结果期要求湿度高、水分供给充足。粉杂1号适合种植于感染*Foc*4号生理小种的种植园，或者未种植过粉蕉或过山香龙牙蕉的种植园，不适合种植于感染*Foc*1号生理小种的种植园。

粉杂1号的抗风性较强，假茎粗壮且质地韧，根系较发达，叶片短窄，没有防风桩可抵抗8~9级强风；立防风桩可抵抗11~12级台风。

粉杂1号的耐寒性比香牙蕉强，成熟叶片耐受2~4 ℃的低温，但不耐霜冻；幼果和嫩叶的耐寒性稍差。

粉杂1号的耐涝性强，2013年8月在广东省惠州市博罗种植时曾遇水库泄洪致蕉园淹水，浅水层浸水5昼夜仍可结果收获，该品种更适合湿润的水田蕉园种植。

截止到2021年，粉杂1号在广东省的推广面积超过12 000 hm^2，同时辐射带动广西、云南、贵州、福建等省（区）种植并获得成功，近年来在各大电商平台已经成为网红水果“苹果蕉”。

3　栽培技术要点

3.1　种苗的选择

选用健康、不携带枯萎病菌的组培苗二级苗作为种苗，粉杂1号假植苗在抽生5~8片叶时可定植。或者在未感染香蕉枯萎病的蕉园挖取冬季抽生的健壮吸芽作为种植材料。

3.2　建园与定植

选择未种植过粉蕉、过山香龙牙蕉的种植园，要求土层深厚、土壤疏松且排水良好，土质最好为肥沃壤土或黏壤土，土壤pH值＞6.0。最好选择水田蕉园，前茬作物为番木瓜最好。在感染*Foc* 4号生理小种的香牙蕉种植园，粉杂1号可以作为病穴补种品种。种植前深翻土壤，施足基肥。

粉杂1号假植苗定植时间为2月至6月，冬季抽生的吸芽苗定植时间为4月下旬至6月。保证植株在12月至次年5月抽蕾，6月至9月采收。确保果实生长发育期在雨季，产量高且质量好。应避免植株在8月至11月抽蕾，否则易受台风影响且果实发育不良。宿根栽培种植行株距保持在2.8 m×（1.3~1.8）m，每666.7 m^{2}定植150~170株为宜；单茬种植或作为防风树种植可加大种植密度。

3.3　肥水管理

粉杂1号对钾、氮肥需求较高，应以有机肥为主，化肥为辅，化肥以钾、磷、镁肥为主。贫瘠土壤应施足基肥，最好用土杂肥，也可用堆沤腐熟的鸡屎、猪牛屎和花生麸等有机肥，或者在种植穴底30~40 cm处施加钙、镁、磷肥，再加泥填平。追肥按照“前促中攻后补”的原则，早期以淋施水肥或施肥后浇水淋溶肥料为主，中期以穴施或沟施为主，后期追肥应在施肥后浇水淋溶肥料。

3.4　土壤管理

春植最好覆盖地布或地膜，植株生长中后期一般不进行锄地松土，可以喷施烯草酮、精禾草克等除草剂除杀尖叶草，喷施草胺膦除杀圆叶草和尖叶草，一般不喷施草甘膦。秋冬干燥、低温季节使用稻草覆盖土壤达到保温保湿的效果。

3.5　合理留芽

粉杂1号可宿根栽培，在植株抽蕾后保留1个吸芽为续代株，多余的吸芽应在高出地面50~80 cm时除去；或者用镰刀在贴近地面处割去吸芽，然后用刀尖挖一下中心生长点同时点涂柴油或者煤油等除芽剂，使吸芽枯死。应注意控制好留芽时期，以确保果

实产量和品质。感染香蕉枯萎病的植株在使用石灰或者多菌灵等杀菌剂处理后也可以留芽。

3.6 保护果实

及时清除病叶、黄叶，避免叶片遮光影响果实生长或者伤害果实。挂果株要立防风桩支撑果穗。一般根据树势，每穗果留7~8梳果，多余的果梳用刀切去，提高果实品质。粉杂1号冬季抽蕾和挂果时，果穗最好套薄膜袋（内加无纺布和珍珠棉效果更好）防寒，春夏季套防水纸袋。

3.7 病虫害防治

在整地及定植后4~5个月时施加石灰，将酸性土壤调整为弱碱性或中性。植株感染枯萎病时，发病初期可以喷淋全安或多菌灵等杀菌剂，再撒上石灰。植株生长后期，病株附近的健康植株也可以撒上石灰并定期喷淋杀菌剂。粉杂1号抗黑星病和叶斑病，但是应注意细菌性软腐病、鞘腐病的防治，旧蕉园要做好消毒杀菌工作。此外，粉杂1号感煤烟病，果实成熟度达到2~3成时建议喷施阿米西达液等杀菌剂。

3.8 适时采收

一般在断蕾后4~5个月，果指饱满、横切面近圆形时采收，在亚热带地区以6月至9月份收获为宜。

参考文献 References：

[1] BUTLER D. Fungus threatens top banana[J]. Nature，2013，504（7479）：195-196.

[2] 吴元立，杨乔松，李春雨，黄秉智，董涛，盛鸥，毕方铖，邓贵明，胡春华，高慧君，窦同心，何维弟，刘思文，易干军 . 香蕉-尖孢镰刀菌互作机理及抗病育种研究进展[J]. 广东农业科学，2020，47（11）：32-41.
WU Yuanli，YANG Qiaosong，LI Chunyu，HUANG Bingzhi，DONG Tao，SHENG Ou，BI Fangcheng，DENG Guiming，HU Chunhua，GAO Huijun，DOU Tongxin，HE Weidi，LIU Siwen，YI Ganjun. Research progress in the mechanisms of banana-*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* interaction and genetic improvement for resistance to *Fusarium* wilt[J]. Guangdong Agricultural Sciences，2020，47（11）：32-41.

[3] 许林兵，张锡炎，李华平，陈彪，黄秉智，陈维信，冯岩，肖维强，周登博，甘东泉 . 抗枯萎病新品种‘南天黄’选育[J]. 热带作物学报，2017，38（6）：998-1004.
XU Linbing，ZHANG Xiyan，LI Huaping，CHEN Biao，HUANG Bingzhi，CHEN Weixin，FENG Yan，XIAO Weiqiang，ZHOU Dengbo，GAN Dongquan. The breeding of new banana variety ‘Nan Tian Huang’ for resistance to *Fusarium* wilt[J]. Chinese Journal of Tropical Crops，2017，38（6）：998-1004.