

佛手新品种飞天的选育

吴中原^{1,2}, 陈倩滨¹, 王小青¹, 廖芳蕾^{1,2*}, 郭卫东^{1,2}

(1浙江师范大学生命科学学院, 浙江金华 321004; 2浙江省特色经济植物生物技术研究重点实验室, 浙江金华 321004)

摘要: 飞天佛手是芸香科柑橘属青皮佛手的自然芽变体嫁接培育而成的新品种。植株呈直立状, 枝条带有互生刺, 叶柄有翼; 嫩叶颜色呈淡绿或斑驳分布, 成熟叶大多为深绿色, 大而厚。花蕾的花青苷显色, 花瓣为紫红色。幼果呈指状, 果实尖端为紫红色, 其余部位早期为淡绿色。成熟后指状结构由顶端开裂至基部并反转向上张开。每年2—4月份开花, 随后果实逐渐成熟, 由绿色变为黄色, 散发清香, 可挂果至11月份成熟, 果实呈金黄色。适宜于中国江南地区和西南地区(如广西、四川、云南和贵州等地)露地、温室或大棚栽培。飞天与青皮相比, 手指张开程度更大, 具有较高观赏价值, 适宜制作盆栽。

关键词: 佛手; 新品种; 飞天; 芽变

中图分类号: S666.9

文献标志码: A

文章编号: 1009-9980(2024)03-0562-05

A new fingered citron cultivar Feitian

WU Zhongyuan^{1,2}, CHEN Qianbin¹, WANG Xiaoqing¹, LIAO Fanglei^{1,2*}, GUO Weidong^{1,2}

(1College of Life Sciences, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, Zhejiang, China; 2Zhejiang Provincial Key Laboratory of Biotechnology for Specialty Economic Plants, Jinhua 321004, Zhejiang, China)

Abstract: Feitian is a new fingered citron cultivar selected from natural bud sport of Qingpi (*Citrus medica* L. var. *sarcodactylis* Swingle). It was found in 2014 for the bright color of the flowers and the peculiar appearance of the fruit, which was much different from Qingpi fingered citron. Then it was grafted on citron for field trial over five years. The results ensured that the stability of the mutant material and the phenotypic characteristics of the leaves, flowers and fruits were consistent. It was finally selected as a new strain in 2020. The tree of Feitian fingered citron was upright with branches attaching alternate thorns and winged petioles. The color of young leaves was light green or mottled, and the mature leaves were mostly dark green, large and thick. The early flower buds were colored with anthocyanins and the petals were purplish red. The young fruit of Feitian was finger-shaped. The tip of the fruit was purplish-red and the rest of the fruit was bright green in the early stage. After maturity, the whole fruit turned yellow and the finger-like structure of the fruit gradually opened up from the tip to the base and reverses the direction of upward bending and opening. It would be suitable for cultivation in open field, greenhouse in the south of the lower reaches of the Yangtze River and the southwest China (such as Guangxi, Sichuan, Yunnan and Guizhou). From February to April every year, the tree of Feitian bloomed. The fruit appeared in early April. As the fruit matures, the color gradually turned from green to dark green and yellow. Feitian bore fruits until November, when the fruit color became golden yellow. The finger-like structure opened up completely like the palm of a hand. The crown of Feitian was short but the branches and leaves were lush during the period of rapid growth.

Key words: Fingered citron; New varieties; Feitian; Bud mutation

收稿日期: 2023-11-28

接受日期: 2024-01-13

基金项目: 金华市科学技术研究计划项目(2020-2-006)

作者简介: 吴中原, 硕士, 主要从事佛手等橘属新品种选育与栽培技术研究。E-mail: 13635204758@163.com

*通信作者 Author for correspondence. E-mail: fangleiliao@zjnu.cn

佛手(*Citrus medica* L. var. *sarcodactylis* Swing-le)是芸香科柑橘属香橼(*Citrus medica* L.)的变种^[1],因其果形指状深受市场关注。佛手原产中国南部亚热带地区,具有很高的观赏、药用和精深加工利用价值^[2],开发应用前景十分广阔。金华佛手栽培面积一度达到万余亩,取得了良好的社会效益和经济效益,为地方经济发展做出了重要贡献,使佛手产业逐渐发展成为浙江省特色农业产业之一。但是,近年来佛手产业发展出现了停滞,栽培面积和经济效益增长缓慢,新品种缺乏是其关键限制因素之一。加强佛手观果新品种的选育,是发扬佛手这一特色产业的关键。

佛手新品种飞天(图1-A)是从青皮佛手(图1-B)的自然芽变材料中选育的。2014年在金华地区一株青皮佛手上发现其果实的指状结构从果顶开裂至果基,成熟果实果皮金黄色。2015—2023年以香橼为砧木经多代嫁接后,后代果实指状开裂至果基的变异特性稳定保留(图1-C)。该芽变品种的果实形态特异,具有很高的观赏价值,适宜制作盆景。飞天的命名来自于敦煌壁画的飞天。飞天佛手花期的花蕾粉色如仙女衣裙的颜色,开裂的柱头尖端紫红色如仙女在飞天时随意拈花的玉指的颜色(图2)。该品种于2023年3月获农业农村部颁发的植物新品种权证书(品种权号:CNA20201003719)。

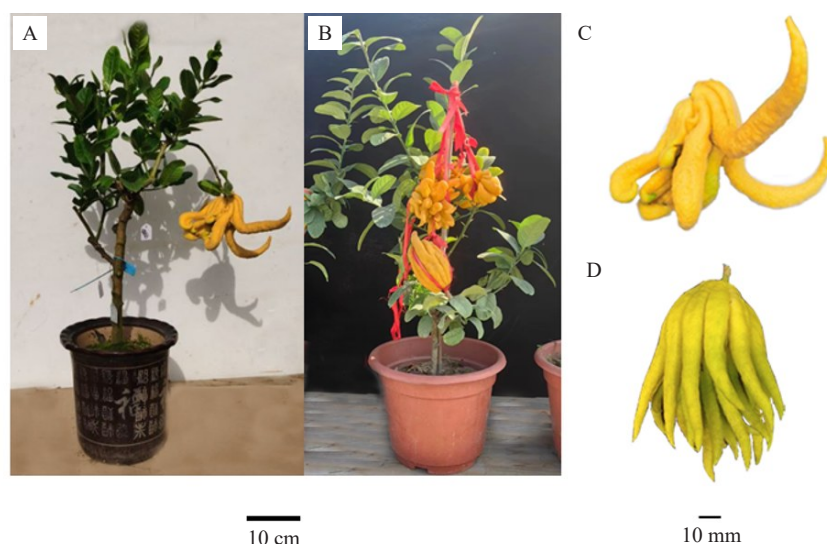
1 品种来源

该品种选自青皮佛手的芽变枝条。青皮佛手果实的指状结构指向果顶(图1-B、D),该芽变枝条果实的指状结构向果柄方向弯曲,而且其指状结构的开裂深至果基。选择该株果实所在的枝条作为接穗嫁接(砧木为香橼),自此开始进行嫁接繁殖管理,并记录观察其性状稳定性。嫁接采取芽接法,使用的砧木均为2年生左右的香橼。2015年3月16日选取芽变佛手的半木质化枝条剪下2个芽接穗嫁接,成活2株,作为第一批繁殖成功的材料。此后每年继续嫁接获得大量材料。2017—2019年的3—10月,共观察3批芽变材料的叶片、花和果实,发现其表型特征与青皮佛手的差异一致。

2 主要性状

2.1 植物学特征

飞天佛手树势较弱,树姿直立,分枝较少。树高50~90 cm,树冠较大而松散,直径30~50 cm。叶疏生(图2,植株),叶片椭圆形,叶缘钝齿状,叶尖微凹,叶基渐狭有翼(图2,叶片);叶长7~10 cm,叶宽4~5 cm。青皮佛手春梢枝条多刺,飞天佛手叶柄基部无刺或少刺;成熟叶片凹凸不平,枝条刺少(图2,枝条)。植株一年开花一次,飞天佛手花蕾最初为粉色(图2,花蕾),随着尖端紫红色部位膨大后,个别



A. 飞天佛手植株;B. 青皮佛手植株;C. 飞天佛手果实;D. 青皮佛手果实。

A. The plant of Feitian; B. The plant of Qingpi; C. The fruit of Feitian; D. The fruit of Qingpi.

图1 佛手新品种飞天和青皮佛手植株、果实对比

Fig. 1 The comparison of plant and fruit between new fingered citron cultivar Feitian and Qingpi



图2 佛手新品种飞天的生物学性状

Fig. 2 The biological traits of new fingered citron cultivar Feitian

花瓣尖端褪色为绿色。萼片呈绿色,有分裂,早期与花瓣相融合。飞天佛手的花瓣脱落较晚,周期较长。青皮佛手花蕾初期花瓣为绿色,在成熟过程中逐渐转白,打开前为纯白色。飞天佛手的花药成熟慢,花粉数量少。青皮花丝成熟后呈黄色,花粉数量多,花瓣明显且1~3 d可全部脱落。

2.2 生长结果特性

飞天佛手花蕾膨大后花瓣逐渐分离并打开(图2,花蕾),露出的雌蕊尖端最初为紫红色,在成熟过程中尖端逐渐褪为绿色。随着果实的发育,花瓣与萼片逐渐脱落,绿色幼果的尖端指状结构细长并呈不同角度的卷曲(图2,幼果)。在果实进一步发育中,飞天佛手大部分指状结构向外伸展并张开向果基弯曲。果实成熟后,果实颜色由绿色转变为金黄色(图2,成熟果实),平均单果质量150 g(表1)。青皮佛手果实指状结构开裂程度较浅(图1-D),开裂位置主要位于果实纵径上半部分,基部无开裂。因

此成熟果实指状结构与果柄夹角多为锐角,且无法向外伸展或反向弯曲。果实由绿色到完全成熟后变为金黄色。平均单果质量较大,为350 g(表1)。在自然条件下栽培,青皮佛手植株坐果率为20%~40%;飞天佛手自然条件下栽培如果未进行疏花疏果,坐果率约12%,甚至接近于0(表1)。

2.3 物候期

飞天佛手的花芽发育在每年的2—3月,花芽整体呈不完全包被状,绿色的萼片不能完全包裹住粉紫色的花瓣(图2,花芽发育过程)。随着花芽逐渐膨大,飞天佛手在4月中下旬大量开花,接着萼片与花瓣逐渐分离。花开放期间就能看到紫红色雌蕊尖端和绿色的雌蕊基部,雌蕊呈指状(图1,花)。伴随花瓣脱落,幼果指状结构紫红色开始褪去果实变绿(图1,幼果)。果实发育期间植株出现频繁的生理性落果现象,导致大量花芽和果实在果柄位置脱落。4—10月为果实发育期,果实变大由青转黄,萼

表1 飞天佛手与青皮佛手主要性状对比

Table 1 Comparison on characteristics between Qingpi and Feitian

品种 Cultivar	平均单果质量 Average fruit mass/g	花瓣颜色 Color of petals	果形 Fruit shape	坐果率 Fruit setting/%
飞天佛手 Feitian	150	紫红色 Purplish red	果实基部开裂 Fruit base dehiscence	0~12
青皮佛手 Qingpi	350	白色 White	纵轴一半以上开裂 Half of the fruit dehiscence	20~40

片也随之全部脱落,在5—6月果实发生第二次生理性落果后,果实基本固定在枝条上。7—8月根据生长环境合理调节湿度,此时植株枝叶生长较快且茂盛,透光性不强,因此易造成部分叶片枯黄,外部枝条生长过剩,果实营养不足,甚至高温高湿导致各类病虫害。10月果实转黄后仍可在树上挂果5~8个月,10—11月植株部分叶片脱落,果实基本成熟。

3 SSR 分子鉴定

收集资源圃现已结果的飞天佛手、青皮佛手的健康新鲜叶片(每一种选取4棵植株)提取基因组。前期已通过序列设计并从200多条SSR引物中筛选得到12条用于鉴定不同佛手品种的核心引物^[3](12对引物具体引物名称及信息见表2)。采用上述引物对样品进行SSR扩增,获得清晰的扩增条带。这些核心引物可以对飞天佛手和青皮佛手进行鉴定(图3)。飞天佛手是经由青皮佛手自然芽变体嫁接后筛选得到的新品种,除了Z1引物扩增出现差异,其余引物对的条带在飞天和青皮中完全一致。

4 栽培技术要点

4.1 适栽区

飞天佛手适宜于中国江南地区和西南地区(如广西、四川、云南和贵州等地)露地、温室种植或大棚栽培。在浙江地区主要采用春、夏、秋季扦插、嫁接等无性方式进行繁殖。喜温,不耐寒,植株生长发育需要充足的阳光,即使是冬天处于休眠状态也需要一定的光照,否则会出现生长不良、部分落叶的现象。最适生长温度为15~31℃。夏季气温40℃以上会出

表 2 SSR 分子标记试验所选用的 12 对引物
Table 2 12 pairs of primers selected in SSR molecular marker experiment

引物序号 Primer code	引物序列 Primer sequence	产物大小 Product size/bp
Z1	F:TAACCTAGCATCCTCCAC R:TATGCGGGTAAATCTCGT	184
Z5	F:CATTGATTCTTTCCTTCG R:AAAATTAGCCAGAAACGT	247
Z7	F:TGATCTCCTCTGGCGAATG R:CCTCCTCGTCACCATCCA	277
Z15	F:TCCCCTTCATTTATCCTT R:TTTTGTTGATGGCGTTGG	172
Z17	F:ATGCAAGCCGCTTTTCTC R:ACCCAAGATTCTGGTCAGG	203
Z24	F:ACCAGTCCTACGCATCAC R:CCC GATACCTGGATTTT	260
Z52	F:CTCCCACTGTCCCTTCGT R:GCTTGCTGAGCGGATTTA	186
Z54	F:CATTAGAGTTCATTGGGAATA R:TACCTTACGTTTTGTGCGC	254
Z92	F:TACGGTATCAATTCCTTC R:GGCATTATCAGACCCAAA	312
Z124	F:CCGATCATCAGGGACTACTA R:CATCTCCAGCACCATTCTT	316
Z131	F:TATAAGGCAAGTGGGGTGA R:GTGGCAACAAGAATACAAGAT	161
Z171	F:CTAAAGCGATCTTGACATA R:GGACGGGACTTACTACCAG	252

现日灼现象,而气温低于10℃时生长活动减弱,低于-3℃会有冻害,初期表现为叶片萎蔫皱缩,严重时出现青枯^[4]。在中国北方地区种植时,要注意保温,尤其在较寒冷地区,大棚内越冬温度不能低于0℃^[5]。

4.2 水肥管理与病虫害防治

夏季下雨或浇水后,尤其是高温高湿环境配合

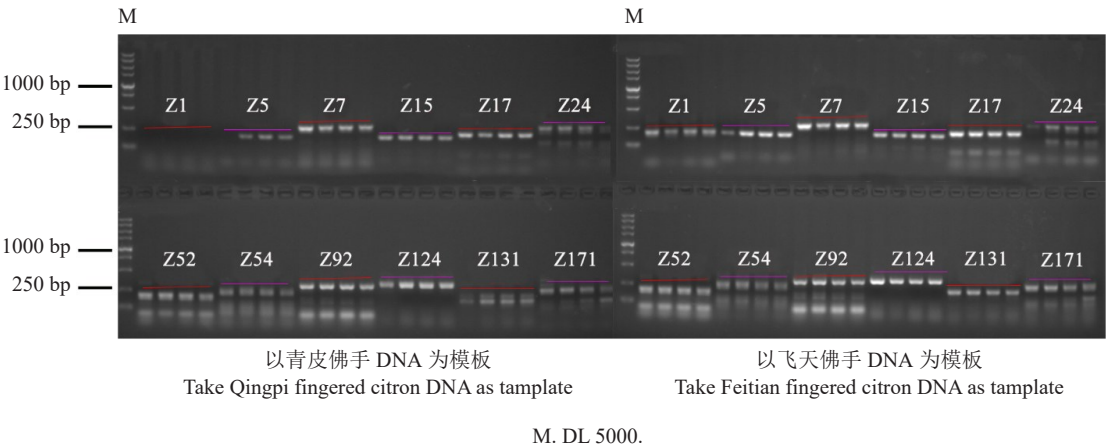


图 3 12 对 SSR 核心引物的扩增产物
Fig. 3 Amplification products by 12 core SSR primers

外部过度生长的枝叶,极易导致植株叶片发生褐斑病以及各类虫害发生。初期表现为叶片变褐有飞虫出现,叶片背部长有虫卵,发病枝叶则有明显卷曲现象。以上情况需要尽早摘除,修剪多余枝条,喷洒抗病虫药剂。土壤pH值为5.5~7.0栽植最佳。也可以进行无土栽培,建议选择无土栽培的介质包括草炭、椰糠、蛭石、珍珠岩或部分农业废料等,在新梢抽发期间做好蚜虫等防治工作。虽然植株本身树冠矮小,但枝繁叶茂,生长周期较长,需要及时追肥给树体补充营养。氮磷钾需求质量比一般为10:5:8。年施肥一般为4次,分别在开花前、坐果期、果实膨大期和果实采后期各1次。飞天佛手果大,易将枝条压弯压断,严重影响其观赏性,需每年夏季和冬季各进行1次修剪。夏季修剪在5—6月进行,改善树体通透性,便于减少7、8月份高温高湿环境下病虫害发生;冬季10—11月进行剪枝,有利于结果枝回缩,翌年更好开花结果。在新芽与断面处涂抹适量多效唑有助于抑制过度生长与促进来年开花。

参考文献 References:

- [1] KARP D, HU X L. The citron (*Citrus medica* L.) in China[J]. Horticultural Reviews, 2018, 45: 143-196.
- [2] 廖芳蕾, 陈民管, 桑丹, 陈文荣, 郭卫东. 佛手种质资源遗传多样性的 ISSR 分析[J]. 园艺学报, 2013, 40(11): 2222-2228.
LIAO Fanglei, CHEN Minguan, SANG Dan, CHEN Wenrong, GUO Weidong. Genetic diversity analysis of fingered citron germplasm by ISSR[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2013, 40(11): 2222-2228.
- [3] 梅煜琳, 徐劲剑, 蒋梦玥, 尉俊海, 宗宇, 陈文荣, 廖芳蕾, 郭卫东. 香橼与佛手 F_1 杂种鉴定及果形差异分析[J]. 园艺学报, 2023, 50(7): 1402-1418.
MEI Yulin, XU Jinjian, JIANG Mengyue, YU Junhai, ZONG Yu, CHEN Wenrong, LIAO Fanglei, GUO Weidong. Identification of F_1 hybrids and analysis of fruit shape difference between fingered citron and citron[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2023, 50(7): 1402-1418.
- [4] MAURYA A, SEMWAL M, MISHRA B P, MOHAN R, RANA T S, NAIR N K. Distribution modeling for predicting habitat suitability for citron (*Citrus medica* L.) under climate change scenarios[J]. Flora, 2023, 304: 152298.
- [5] 郭卫东, 张真真, 蒋小韦, 陈民管, 郑建树, 陈文荣. 低温胁迫下佛手半致死温度测定和抗寒性分析[J]. 园艺学报, 2009, 36(1): 81-86.
GUO Weidong, ZHANG Zhenzhen, JIANG Xiaowei, CHEN Minguan, ZHENG Jianshu, CHEN Wenrong. Semilethal temperature of fingered citron (*Citrus medica* var. *sarcodactylis* Swingle) under low temperature stress and evaluation on their cold resistance[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2009, 36(1): 81-86.