

抗寒西番莲新品种贵寒 1 号的选育

滕尧, 李安定, 蔡国俊, 彭熙, 王叶, 李嘉昱, 张小英, 陈彩霞, 龙秀琴*

(贵州科学院, 贵阳 550001)

摘要: 贵寒 1 号是由贵州省平塘县发现的野生紫果西番莲 (*Passiflora edulis*) 经 9 年无性繁育与人工驯化而来的西番莲抗寒新品种。该品种果实扁圆形, 果面光滑、基本无白色斑点, 果皮深紫色、较薄, 胎座紫红色, 果肉橙黄色、较酸, 平均单果质量 42.5 g, 每果实含种子约 120 粒。可食率 43%, 可溶性固形物 15.5%, 总酸含量 2.0%, 总糖 71 mg·g⁻¹, 维生素 C 含量 17.6 mg·100 g⁻¹, 含有 17 种氨基酸。果实生长期 60~70 d, 自交亲和, 在贵州种植区全年可开花结果。植株有较强抗寒性, 低温半致死温度 (LT₅₀) 为 -3.59 °C, 非极端气候下能正常越冬。常温下货架期 7~14 d, 之后果皮出现褶皱 (后熟), 冷藏时 1 个月后果皮出现褶皱。适宜在年均温 ≥17 °C, 海拔 1000 m 以上的地区栽培, 当年定植便能开花结果, 每 666.7 m² 产量 600~700 kg。

关键词: 西番莲; 新品种; 贵寒 1 号; 抗寒

中图分类号: S667.9 文献标志码: A 文章编号: 1009-9980(2024)09-0001-08

Breeding report of a new passion fruit cultivar Guihan No. 1

TENG Yao¹, LI Anding¹, CAI Guojun¹, PENG Xi¹, WANG Ye¹, LI Jiayu¹, ZHANG Xiaoying¹, CHEN Caixia¹, LONG Xiuqin^{1*}

(¹Guizhou Academy of Sciences, Guiyang 550001, Guizhou, China)

Abstract: 'Guihan No.1' derived from wild purple passion fruit (*P.edulis*), which has been asexually propagated and artificially domesticated for 9 years. In December 2008, we found wild plants of passion fruit in the field in Pingtang County, the plant can overwinter smoothly. We collected the branches of wild plant and its fruits in April 2009, cutting, sowing and raising seedlings in the greenhouse. Cutting seedlings named as 'Pingtang No.1' tentatively, and a total of 217 seedlings were obtained, the cutting seedlings and sowing seedlings were planted in March 2010, we observed their overwintering performance, and 28 single plants of sowing seedlings with strong cold resistance were selected from this study. In 2011—2019, we have been conducting artificial domestication and asexual, observed the cold resistance performance of each single plant in multiple locations, from which the single plant with the best cold resistance performance was selected. Then we comprehensive evaluation of plant cold resistance from aspects such as physiological indicators of cold resistance, overwintering performance, transcriptome sequencing analysis under low temperature stress, leaf structural characteristics, and adaptability. Finally, the best one officially named 'Guihan No.1'. Guihan No.1 is herbaceous vine, the stem is purple green and cylindrical, the whole plant glabrous. The leaf is 10.3 cm long and 13.4 cm wide, with 3 palmar lobes, the width of the middle lobe is 4.6 cm, the depth of the fissure is 4.8 cm, the leafstalk is 2.0 cm long, and there are 2 nectaries near the base of the leaf. The flower has a diameter of 6.2 cm and flower stalk is 6.5 cm long, it is opposite to the tendrils and has a lighter fragrance. Bracts are green and 1.8 cm long. There are 5 sepals, outer green, inner green white, 2.6 cm long, 1.1 cm wide. There are 5 petals, white, 2.4 cm long and 0.9 cm wide. The androgynophore is 1.0 cm long. There are 5 stamens, which are 0.8 cm long, the anthers are 0.7 cm long, with a light yellow green color. There are 3 styles, 1.3 cm long with green. The ovary is ovoid and 0.6 cm long. The seed is wide and oval

shaped and a weight of 16.9g per thousand seeds. The fruit is small with oblate shaped, the fruit surface is smooth and no white spots basically, the peel is thin with deep purple, the placenta is purplish red, the flesh is orange-yellow with sour taste, the average single fruit mass is 42.5 g, each fruit contains about 120 seeds. The edible rate was 43%, soluble solids 15.5%, total acid 2.0%, total sugar 71 mg·g⁻¹, and vitamin C content was 17.6 mg·100g⁻¹, and it contains 17 amino acids. The fruit has a growth period of 60~70 days, it is self-compatibility, it can blossom and bear fruit throughout the year. The plant has strong cold resistance with a semi-lethal temperature(LT₅₀) of -3.59 °C, and it can overwinter normally in non-extreme climates. The shelf-life at room temperature is 7~14 d, after which the peel is wrinkled, and the peel wrinkles after 1 month during refrigeration. Suitable for cultivation in subtropical and high altitude areas, it can bloom and bear fruit once planted in the same year, with a yield of 600~700 kg per 666.7 m². The cultivation of Guihan No.1 requires selecting areas with suitable climate and environmental conditions, and colleagues should do a good job in soil, fertilizer, water management, pruning, and pest control.

Key words: Passion fruit; New cultivar; Guihan No.1; Cold-resistant

西番莲是西番莲科 (Passifloraceae) 西番莲属 (*Passiflora* Linn.) 草质或攀缘木质多年生藤本植物, 可食用西番莲果实香气丰富浓郁、酸甜可口, 故也称百香果, 作为热带亚热带特色水果, 西番莲对低温的耐受性较差, 低温环境下植株生长缓慢或停滞、花果发育受抑制、落花落果甚至整株死亡。近年来市场对西番莲鲜食和加工的需求较大, 目前广西、云南、贵州、海南、福建等省份均有栽培。2019 年以来, 贵州西番莲种植面积最高达 1.07 万 hm², 但当前主栽品种台农 1 号和黄金百香果对气候条件要求严格、冬季果实酸度高^[1], 而贵州年均温较低且有凝冻天气, 春季气温回升慢秋季降温快, 导致西番莲生长季较其他省份更短, 严重影响周年产量和秋冬季果实品质, 2024 年贵州西番莲种植面积缩减至 0.27 万 hm², 因此, 培育抗寒性强的品种是贵州西番莲种质资源创新的重要目标之一。

1 选育经过

2008 年 12 月, 课题组在贵州省平塘县克度镇金科村刘家湾开展野外喀斯特生态修复植物资源普查时发现西番莲紫果种分布, 该植株在冬季不落叶, 长势良好。课题组于 2009 年 4 月采集其枝条和果实, 枝条通过扦插繁育并暂定名平塘 1 号, 果实进行播种育苗, 获得实生苗 217 株, 2010 年 3 月定植, 在平塘县克度镇开展大田越冬试验, 观察扦插苗和实生苗越冬表现, 从试验群体中筛选出抗寒性较强的实生单株 28 株, 以此为材料, 2011—2019 年间连续 9 a (年) 开展无性繁育、越冬试验和人工驯化, 在贵州平塘县、罗甸县、安龙县、从江县等地试种, 观测各单株的抗寒表现和稳定性, 从中筛选出抗寒表现最好的单株, 并结合大田越冬表现^[2]、抗寒生理指标^[3]、低温胁迫下转录组测序分析^[4]及叶片结构特征^[5]及适应性^[6]等方面对植株的抗寒性进行综合评价。2023 年通过贵州省农作物品种审定委员会认定 (认定编号: 黔认果 20220006) 并正式定名贵寒 1 号, 该品种植物学性状表现稳定, 具有开花早、花果期长、抗寒性强等优点, 能适应贵州低温气候 (图 1)。



图 1 西番莲抗寒新品种贵寒 1 号

Fig. 1 A new *Passiflora edulis* variety Guihan No. 1

2 主要性状

2.1 植物学特征

草质藤本，茎紫绿色，圆柱形，整株无毛。卷须着生叶腋处，叶纸质，长 10.3 cm，宽 13.4 cm，掌状 3 裂，中间裂片卵形，两侧裂片卵状长圆形，叶缘锯齿形，中端圆裂片宽度 4.6 cm，裂刻深度 4.8 cm，叶柄长 2.0 cm，近叶基有 2 个蜜腺。聚伞花序退化，单花，直径 6.2 cm，花柄长 6.5 cm，与卷须对生，花香较淡；苞片绿色，具齿，宽卵形，长 1.8 cm；萼片 5 枚，外面绿色，内面绿白色，长 2.6 cm，宽 1.1 cm，外面顶端具 1 角状附属器；花瓣 5 枚，白色，长 2.4 cm，宽 0.9 cm；外副花冠裂片 4~5 轮，外 2 轮裂片丝状，长 2.3 cm，基部淡绿色，中部紫色，顶部白色，内 3 轮裂片窄三角形，长 1.7 mm；内副花冠非褶状，顶端全缘或不规则撕裂状，高 0.1 cm；花盘膜质，高 3.6 mm；雌雄蕊柄长 1.0 cm；雄蕊 5 枚，花丝分离，基部合生，长 0.8 cm；花药长圆形，长 0.7 cm，淡黄绿色；花柱 3 枚，分离，扁棒状，绿色，长 1.3 cm，柱头肾形；子房卵圆形，长 0.6 cm。种子阔卵形，单果平均含 120 粒种子，千粒质量 16.9 g。

2.2 果实主要经济性状

果实扁圆形，幼果绿色，成熟果实深紫色，果面光滑基本无白色斑点，平均单果质量 42.5 g，果皮厚 2.2 mm，胎座紫红色，果肉橙黄色，果实纵径 4.5 cm，横径 4.8 cm，可食率 43%，可溶性固形物含量 (w , 后同) 15.5%，总酸含量 2.0%，总糖 71 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ，维生素 C 含量 17.6 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ (表 1)，含有 17 种氨基酸，其中必需氨基酸 7 种。

表 1 贵寒 1 号与主栽品种果实主要性状比较

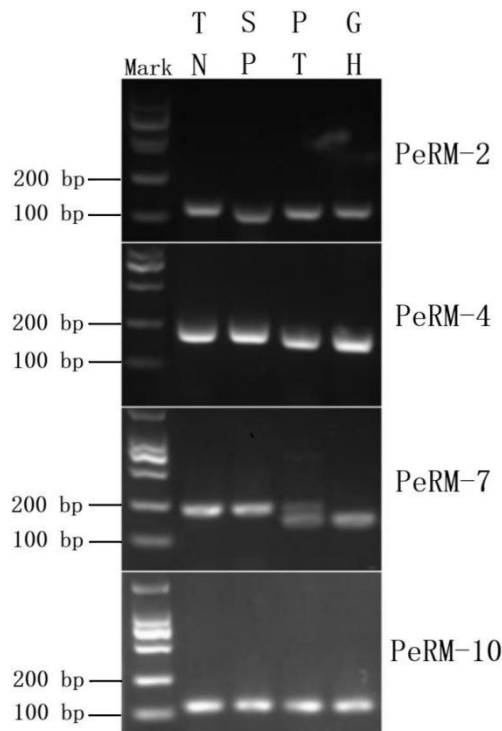
Table 1 Comparison of main characters between Guihan No. 1 and main cultivars

品种 Cultivar	果形 Fruit shape	果皮颜色 Peel color	胎座颜色 Placenta color	果肉颜色 Flesh color	风味 Flavour	w (可溶性固形物)	w (总酸)	总糖
						Soluble solids content/%	Total acid/%	Total sugar/ ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)
贵寒 1 号 Guihan No. 1	扁圆形 Oblate	深紫 Deep purple	紫红 Purplish red	橙黄 Orange-yellow	酸 Sour	15.5	2.0	71

台农 1 号	椭圆形	紫红	黄白	黄	酸甜	17.5	2.2	91
Tainong No. 1	Oval	Purplish red	Yellowish-white	Yellow	Sour and sweet			
甜果型黄果	近圆形	黄	白	黄	甜	19.8	2.3	147
Sweet passion fruit	Suborbicular	Yellow	White	Yellow	Sweet			

2.3 品种分子鉴定结果

SSR 分子标记鉴定结果如图 2 所示,利用 4 对引物扩增出 4 个品种的特异性条带分布于 100~200 bp, 台农 1 号、甜果型黄果与平塘 1 号和贵寒 1 号的差异比较明显, 平塘 1 号与贵寒 1 号条带差异不大, 表明贵寒 1 号为平塘 1 号的后代。



Mark. DNA 标准物; TN. 台农 1 号; SP. 甜果型黄果; PT. 平塘 1 号; GH. 贵寒 1 号; PeRM-2、4、7、10. 引物编号。

Mark. DNA standard; TN. Tainong No.1; SP. Sweet passion fruit; PT. Pingtang No.1; GH. Guihan No.1;
PeRM-2、4、7、10. Primer number.

图 2 SSR 分子标记鉴定结果

Fig. 2 Identification results of SSR molecular markers

2.4 物候期

在贵州新种时, 贵寒 1 号在 2 月中下旬大苗 (苗高 ≥ 50 cm) 定植, 4 月中下旬花芽出现形态分化, 5 月中下旬初始花, 花期持续 1 d, 授粉后 15 d 左右果实膨大基本完成, 50 d 左右果实完成转色, 即花后 60~70 d 果实成熟, 7 月中下旬开始采收, 9 月至 10 月是采收高峰期, 12 月至翌年 1 月花果数量减少; 植株越冬后, 花芽在 2 月出现形态分化, 2 月底至 3 月初可开花, 4 月下旬便陆续有果实成熟, 采收期主要集中在 5—11 月。

2.5 生长结果习性

贵寒1号植株长势中等，主蔓较粗，温度在20~28℃时生长最快，自交亲和，非极端气候条件下全年均可开花结果，-3.5℃以上能正常越冬，温度高于32℃时会出现花粉活性降低及花芽退化（黄化），每666.7m²产量600~700kg，常温下货架期7~14d，之后果皮出现褶皱（后熟），冷藏1个月后果皮出现褶皱。

2.6 抗寒性

2.6.1 贵寒1号田间越冬试验 对不同品种西番莲越冬表现的观测结果显示，2013年，贵寒1号在-2.2℃、霜冻天数12d的气候条件下越冬时仅芽梢受冻，存活率为85%，2014年越冬存活率达100%^[2]；2017年12月27日，降雪融化后贵寒1号和台农1号受冻害情况有明显区别（图3），贵寒1号存活率99%，台农1号存活率仅3%。



图中左上部分（梯田上方）为贵寒1号，右下部分（梯田下方）为台农1号。

The upper left part of the picture (above the terraced field) is Guihan No.1,

the lower right part (below the terraced field) is Tainong No.1 .

图3 贵寒1号和台农1号越冬表现

Fig. 3 Wintering performance of Guihan No. 1 and Tainong No. 1

2.6.2 贵寒1号抗寒性评价 低温胁迫下，贵寒1号的质膜相对透性、抗氧化酶活性、渗透调节物质等抗寒指标变化趋势优于其他品种^[3]，其叶片具有小而薄但叶脉厚、突起度大，“栅栏组织/海绵组织”比值高，组织结构紧密等能提高其抗寒性的形态学特征^[5]，贵寒1号低温半致死温度（LT₅₀）为-3.59℃，各组织也表现出较好的低温耐受性^[2]，转录组分析结果亦表明，低温时多个抗寒基因诱导表达上调^[4]。综上，贵寒1号具有更强的抗寒性。

3 栽培技术要点

3.1 建园定植

贵寒1号宜在年均温≥17℃，最冷月≥0℃，日照充足、雨量充沛、通风好，土壤肥沃、

疏松透气、排水良好、pH 值 6.0~7.0，交通便利的平地或缓坡地种植，大苗（苗高 50~80 cm）定植，可用竹竿、木桩、镀锌管或水泥柱等搭架，棚架和篱架均可，结合地形设置株行距，株距约 1~2 m，行距约 2~4 m，用塑钢丝、爬藤网作支撑牵引。

3.2 土肥水管理

定植前深翻改土，翻犁深度不低于 30 cm；每 666.7 m² 施腐熟厩肥 2~5t 或有机肥 2~3t 作基肥，定植缓苗 7~10 d，初期施水溶性平衡肥、矿源黄腐酸钾，叶施钙镁锌等中微量元素肥追肥以促进苗木营养生长，花果期改追施硼肥、磷酸二氢钾、中微量元素肥等保证开花坐果，肥料种类及施肥量需根据植株生长和开花结果实际情况调整或增减；根据土壤湿度浇水，约 5~7 d·次⁻¹，在雨季或旱季需调整水量和频次，保证在枝条速生期、果实膨大期和越冬前水量充足，果园积水时及时排水。

3.3 整枝修剪

苗木定植后及时绑枝牵引，根据果园实际管护条件选留部分侧芽，篱架宜保留 2 层一级蔓，每层一级蔓留 6~10 条二级蔓作结果枝，棚架在不同方向保留 4~6 条一级蔓。采果后短截结果枝，保留 1~3 个节促进新梢萌发。病枝、弱枝、受损枝及时剪除，重叠枝保留长势更好的枝条。

3.4 病虫害防治

西番莲主要病害有病毒病、茎基腐病、灰霉病、炭疽病等，虫害有蓟马、蚜虫、实蝇、夜蛾等。整地时用甲霜噁霉灵、辛硫磷等预防病虫害，果园要通风透光，夏季多雨时注意排水防涝，可用杀虫灯、诱虫板、糖酒醋液等诱杀害虫，如发生病虫害可用符合安全标准的生物源农药和微生物源矿物源农药防治，严重时需将病株清除出园并烧毁。

参考文献 References:

- [1] 蔡昭艳, 董龙, 王小媚, 苏伟强, 邱文武, 任惠, 刘业强, 施平丽, 黄章保, 方位宽. 西番莲新品种桂百一号的选育[J]. 果树学报, 2022, 39(6): 1133-1136.
CAI Zhaoyan, DONG Long, WANG Xiaomei, SU Weiqiang, QIU Wenwu, REN Hui, LIU Yeqiang, SHI Pingli, HUANG Zhangbao, FANG Weikuan. Breeding report of a new passionfruit cultivar Guibai No. 1[J]. Journal of Fruit Science, 2022, 39(6): 1133-1136.
- [2] 董万鹏, 龙秀琴, 代丽华, 孙立坤, 李培林, 杨雨嘉. 越冬期间西番莲低温半致死温度及越冬表现研究[J]. 核农学报, 2016, 30(8): 1656-1663.
DONG Wanpeng, LONG Xiuqin, DAI Lihua, SUN Likun, LI Peilin, YANG Yujia. Study on the Semi-lethal temperature and wintering performance of *Passiflora edulis* in overwintering[J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2016, 30(8): 1656-1663.
- [3] 董万鹏, 罗充, 龙秀琴, 胡静, 李燕. 低温胁迫对西番莲抗寒生理指标的影响[J]. 植物生理学报, 2015, 51(5): 771-777.
DONG Wanpeng, LUO Chong, LONG Xiuqin, HU Jing, LI Yan. Effects of low temperature stress on physiological indexes of cold resistance of *passiflora edulis*[J]. Plant Physiology Journal, 2015, 51(5): 771-777.
- [4] LIU SA, LI AD, CHEN CH, CAI GJ, ZHANG LM, GUO CY, XU M. *De novo transcriptome sequencing*

in Passiflora edulis Sims to identify genes and signaling pathways involved in cold tolerance[J]. *Forests*, 2017, 8(11): 435.

[5] 滕尧, 李安定, 郝自远, 张洪亮, 张丽敏, 蔡国俊. 西番莲解剖结构特征及低温胁迫下叶片结构与抗寒性的关系[J]. *浙江农业学报*, 2018, 30(11): 1849-1858.

TENG Yao, LI Anding, HAO Ziyuan, ZHANG Hongliang, ZHANG Limin, CAI Guojun. Anatomical structure of *Passiflora caerulea* L. and relationship between leaf structure and cold resistance under low temperature stress[J]. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 2018, 30(11): 1849-1858.

[6] XU M X, LI A D, TENG Y, SUN Z M, XU M. Exploring the adaptive mechanism of *Passiflora edulis* in Karst areas via an integrative analysis of nutrient elements and transcriptional profiles[J]. *BMC Plant Biology*, 2019, 19(1): 185.