

方 仁,安振宇,黄伟雄,等. 6 个番荔枝品种在自然低温条件下的抗寒性比较[J]. 江苏农业科学,2017,45(7):136-138.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.07.036

6 个番荔枝品种在自然低温条件下的抗寒性比较

方 仁,安振宇,黄伟雄,尧金燕,龙 兴,张 继,邓 彪,周双云,唐文忠,侯延杰

(广西农业科学院园艺研究所/农业部南宁亚热带果树科学观测实验站,广西南宁 530007)

摘要:为筛选出适宜广西中南部气候栽培的番荔枝品种,通过自然低温胁迫对 6 个番荔枝品种的生理生化反应和植株形态变化开展抗寒性比较研究。分别于 2015 年 11 月(常温时段)和 2016 年 1 月(低温时段)采样,测定与抗寒性相关的几个生理生化指标,并结合田间植株寒害症状和寒害等级来探讨供试番荔枝品种的抗寒性。结果表明,各个番荔枝品种的 SOD 活性、POD 活性、MDA 含量、可溶性糖含量和可溶性蛋白含量等指标在自然低温胁迫下都会提高,但提高的程度有所差异,结合田间寒害的症状,可将供试品种的抗寒程度分为 4 类:抗寒性最强的是牛心梨和山刺番荔枝,其次是吉夫纳番荔枝和 AP 番荔枝,再次是大目释迦,表现最差的是土种番荔枝。

关键词:番荔枝;低温胁迫;抗寒性;寒害症状;生理生化

中图分类号: S667.101 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)07-0136-03

番荔枝科(Annonaceae)包括约 100 个属 2 000 多个种,其中仅有 14 种果实可供食用,主要起源于热带美洲和西印度群岛,适宜在较温暖、基本无霜的地区栽培^[1]。在我国福建、广东、海南和广西等 4 个省份的沿海地区均有引种栽培的报道^[2-5],但番荔枝种属易受大陆冬季低温天气的伤害,严重寒害可能会造成树体冻死,低温寒害目前已经成为制约国内番荔枝产业持续发展的重要因素之一。近些年,随着对番荔枝营养价值、药用价值以及市场价值的不断深入了解,番荔枝产业逐渐受到国内各界人士的关注,其他国家或地区研发的优良品种开始引入国内试种,特别是沿海地区已经呈现出规模化种植的趋势,产业极具发展潜力。番荔枝栽培品种繁多,由于遗传背景不同,品种间的抗寒能力也存在明显差异。因此,研究评价各个番荔枝品种的抗寒性能力,对于筛选出适宜区域栽培的品种具有重要的理论意义和实践价值。

近些年,寒害已成为制约国内甚至广西番荔枝产业发展的因素之一,国内外学者在番荔枝引种抗寒性鉴定和抗寒资源评价等领域上也有报道,但研究内容主要倾向于单一品种或实验室内的抗寒性研究^[6-8]。关于多个番荔枝品种在自然低温下的抗寒性比较研究尚未报道,田间实践指导工作较为缺乏。为更贴切于生产实践,本研究结合自然低温条件,在开展抗寒生理生化研究的基础上,同时开展田间植株受害程度的调查,并根据试验结果对供试番荔枝品种的抗寒性进行评价与比较,以更为全面、深入地研究番荔枝的抗寒性,为筛选

出适宜广西中南部气候栽培的番荔枝品种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于广西农业科学院园艺研究所资源圃内,地处亚热带季风气候区,全年阳光充足、雨量充沛、气候温和,年均气温在 22℃左右,冬季最冷月份均温 12℃左右,夏季最热月份均温 28℃左右。年均降水量 1 300 mm 左右,全年基本无霜。土壤类型为红壤土,土质肥厚,pH 值为 6.5~7.2,资源圃内排灌系统良好。根据全国天气网发布的信息,记录试验地 2015 年 11 月至 2016 年 3 月每天的平均气温和最低气温(图 1),从 2015 年 11 月初开始降温,降温较大幅度出现在 2016 年 1 月中旬至 2 月初,其中 2016 年 1 月 23 日出现最低温 1℃,2 月中旬之后气温有所提升。

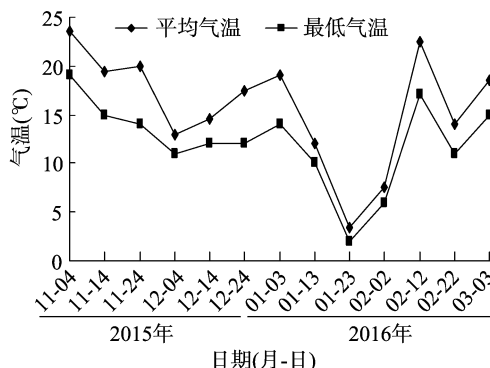


图1 2015年11月至2016年3月试验区的平均气温和最低气温

1.2 供试材料

供试番荔枝品种有大目释迦、土种番荔枝、AP 番荔枝、吉夫纳番荔枝、牛心梨和山刺番荔枝等 6 个品种,均为 2 年生实生苗,枝干基本达到二级分枝,株行距为 4 m×4 m,每个品种 5 株,水肥管理条件一致。

1.3 试验方法

于 2015 年 11 月 15 日(最低气温为 18℃)和 2016 年 1

收稿日期:2016-09-18

基金项目:广西科学研究与技术开发计划(编号:桂科合 15104001-26);广西农业科学院科技基本业务费重点项目(编号:桂农科 2015YZ14);广西农业科学院科技基本业务专项(编号:桂农科 2016YM46);广西农业科学院科技基本业务费团队项目(编号:桂农科 2015YT48)。

作者简介:方 仁(1981—),男,广西南宁人,硕士,助理研究员,从事番荔枝品种选育及栽培技术研究。E-mail:fangren1981@163.com。
通信作者:尧金燕,博士,副研究员,从事热带果树育种及栽培技术研究。E-mail:jinyan.yao@gxaas.net。

月 22 日(最低气温为 5℃)2 个时期采样测定植株生理生化指标,其中 2016 年 1 月 22 日设为低温处理,2015 年 11 月 15 日设为对照(CK)处理,分别采集各品种植株树冠外围无病虫、无畸形的成熟叶片。采用愈创木酚法测定过氧化物酶(POD)活性;氮蓝四唑法测定超氧化物歧化酶(SOD)活性;硫代巴比妥酸法测定丙二醛(MDA)含量;蒽酮比色法测定可溶性糖含量;考马斯亮蓝比色法测定可溶性蛋白含量。

冻害发生后至植株萌芽期间,调查和记录田间供试番荔枝品种的叶片和枝梢等寒害症状,并根据受害程度进行寒害分级。寒害分级参照李在山等的方法:0 级,无任何冻害症状,不影响来年发育;1 级,少量枝梢末端失水干枯,其上叶片焦黄,随后脱落;2 级,1 年生枝梢(半数以上)冻死干枯,叶片焦黄脱落;3 级,骨干枝冻死,主干来年能抽出新梢;4 级,植株整株干枯死亡^[9]。

1.4 数据处理

试验数据统计和图表绘制均采用 Excel 2010 软件,分析数据使用 SAS 软件。

2 结果与分析

2.1 自然低温对番荔枝品种生理生化指标的影响

2.1.1 对番荔枝 POD 活性的影响 由表 1 可以看出,随着自然低温的胁迫,各供试番荔枝品种的叶片 POD 活性均有所提高,其中牛心梨的 POD 活性显著高于其他供试品种,较低温前提升了 121.17%;山刺番荔枝、AP 番荔枝、吉夫纳番荔枝的 POD 活性均显著高于大目释迦和土种番荔枝,POD 活性分别为 61.06、58.82、57.46 U/(g·min);POD 活性最低的是大目释迦,仅为 42.35 U/(g·min)。

2.1.2 对番荔枝 SOD 活性的影响 SOD 活性可直接反映植物细胞对逆境的适应性,可间接表达植物耐寒性的程度^[10]。由表 1 可以看出,随着自然低温的胁迫,供试番荔枝品种的叶片 SOD 活性均有不同程度的提高,其中山刺番荔枝的 SOD 活性达到最高,分别显著高出吉夫纳番荔枝 11.79%、大目释

迦 25.99%、土种番荔枝 31.68%;其次是牛心梨,其 SOD 活性为 316.44 U/g,分别显著高出吉夫纳番荔枝 7.63%、大目释迦 21.30%、土种番荔枝 26.77%;而 AP 番荔枝的 SOD 活性显著低于山刺番荔枝,但与牛心梨无显著差异。

2.1.3 对番荔枝 MDA 含量的影响 MDA 是植物膜脂过氧化的主要产物,其含量的变化是植物质膜损伤程度的重要标志之一^[10]。从表 1 可以看出,供试番荔枝在遭受自然低温后,MDA 含量均有大幅度提高,其中土种番荔枝和大目释迦的 MDA 含量均显著高于其他供试品种,含量分别为 64.40、62.30 μmol/g;而牛心梨的 MDA 含量显著低于其他供试品种,仅为 40.63 μmol/g;低温胁迫后的 MDA 含量由高到低的顺序为土种番荔枝>大目释迦>AP 番荔枝>山刺番荔枝>吉夫纳番荔枝>牛心梨。

2.1.4 对番荔枝可溶性蛋白含量的影响 可溶性蛋白是重要的抗逆性生理生化指标,当植物遭受低温胁迫时,体内蛋白含量就会积累,从而起到调节植物抗寒的作用^[10]。由表 1 可知,自然低温胁迫后,供试番荔枝品种的可溶性蛋白含量均提高,这跟张玮等研究结果^[11]基本一致。牛心梨在低温胁迫后,叶片可溶性蛋白含量最高,达 7.89%;其次是吉夫纳番荔枝,为 7.28%;而山刺番荔枝、AP 番荔枝和大目释迦的可溶性蛋白含量则分别为 6.84%、6.68%、5.63%;可溶性蛋白含量最低的是土种番荔枝,仅为 4.95%。

2.1.5 对番荔枝可溶性糖含量的影响 由表 1 可以看出,不同番荔枝品种的叶片可溶性糖含量经过自然低温胁迫后均有所提升,其中吉夫纳番荔枝可溶性糖含量最高,达到 7.25%;牛心梨、山刺番荔枝和 AP 番荔枝则较低温前升高 82.32%、55.72%、54.26%。这些品种均都能使原质保持较高浓度的糖分,从而有降低冰点的能力,表现出较强的抗寒性。而大目释迦和土种番荔枝在经过低温后,可溶性糖含量增加幅度则明显低于其他品种,说明大目释迦和土种番荔枝的抗寒性相对其他供试品种要差。

表 1 自然低温条件下番荔枝抗寒生理生化指标含量的变化

品种	POD 活性[U/(g·min)]		SOD 活性(U/g)		MDA 含量(μmol/g)		可溶性蛋白含量(%)		可溶性糖含量(%)	
	低温前	低温后	低温前	低温后	低温前	低温后	低温前	低温后	低温前	低温后
大目释迦	25.71a	42.35c	154.64cd	260.87d	32.07a	62.30a	4.24bc	5.63c	4.31ab	5.72c
土种番荔枝	31.52a	49.16c	143.12d	249.61d	30.13a	64.40a	3.38d	4.95c	4.07b	5.68c
AP 番荔枝	30.87a	58.82b	173.13ab	305.39bc	29.77a	52.87b	4.06c	6.68b	4.46ab	6.88ab
吉夫纳番荔枝	26.84a	57.46b	167.88bc	294.02c	27.11ab	48.02b	4.75a	7.28ab	4.66a	7.25a
牛心梨	30.80a	68.12a	147.64d	316.44ab	23.37b	40.63c	4.57ab	7.89a	3.79c	6.91ab
山刺番荔枝	28.02a	61.06b	182.34a	328.68a	30.22a	50.85b	3.92c	6.84b	4.11b	6.40b

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。

2.2 自然低温对番荔枝植株形态的影响

由表 2 可以看出,供试番荔枝品种在常温下长势表现最好的是牛心梨和山刺番荔枝,其次是 AP 番荔枝和吉夫纳番荔枝,长势较弱的是大目释迦和土种番荔枝。2016 年 1 月底,广西省南宁市出现了近年来的极低温天气,虽然供试番荔枝品种在田间的冻害情况不是很严重,但各个品种在低温胁迫下的受害症状表现均有所差异。供试番荔枝品种均未发现整株冻害死亡的现象,冻害等级介于 0~3 级之间,植株受害症状主要表现在部分枝梢干枯死亡和叶片焦黄脱落等现

象。其中,牛心梨和山刺番荔枝的抗寒性较强,仅是嫩枝干枯,幼叶出现边缘焦枯或斑枯,其他枝梢芽体完好;抗寒性表现最差的是土种番荔枝,植株叶片全部焦黄脱落,枝梢全部干枯死亡,另有 40% 植株主干中部以上干枯。从田间寒害症状表现来看,供试番荔枝的抗寒力强弱依次为牛心梨和山刺番荔枝>吉夫纳番荔枝和 AP 番荔枝>大目释迦>土种番荔枝。由表 2 还可以看出,番荔枝的抗寒性与植株的长势有一定的关系,常温条件下植株长势强的品种,其抗寒性要好于长势较差的品种。

表 2 自然低温条件下番荔枝的田间寒害症状表现

品种	常温下植株形态	受害症状	寒害等级
大目释迦	植株为二级分枝, 干径 1.80 cm, 株高 0.95 m, 分枝高度 32.00 cm, 一级分枝径粗 0.73 cm	植株叶片焦黄脱落, 绝大多数末节枝梢和少量一级分枝枝梢干枯	2
土种番荔枝	植株为二级分枝, 干径 1.60 cm, 株高 1.10 m, 分枝高度 34.00 cm, 一级分枝径粗 0.70 cm	植株叶片焦黄脱落, 枝梢全部干枯死亡; 其中有 2 株主干中部以上干枯死亡	2~3
AP 番荔枝	植株为二级分枝, 干径 2.75 cm, 株高 1.50 m, 分枝高度 44.50 cm, 一级分枝径粗 1.20 cm	细弱枝梢(粗度 0.40 cm 以下)干枯, 少量末节枝梢顶端干枯上部叶片焦枯后脱落; 植株部分老叶焦黄脱落	1
吉夫纳番荔枝	植株为二级分枝, 干径 2.40 cm, 株高 1.42 m, 分枝高度 39.50 cm, 一级分枝径粗 1.15 cm	细弱枝梢(粗度 0.35 cm 以下)干枯, 末节枝梢顶端幼叶和植株部分老叶焦黄后脱落	1
牛心梨	植株为三级分枝, 干径 3.30 cm, 株高 1.85 m, 分枝高度 58.00 cm, 一级分枝径粗 1.30 cm	嫩枝干枯, 幼叶边缘反卷焦枯, 少量老叶焦黄脱落; 植株顶端叶芽处于休眠状态	0~1
山刺番荔枝	植株为二级分枝, 干径 3.10 cm, 株高 1.60 m, 分枝高度 30.00 cm, 一级分枝径粗 1.25 cm	嫩枝干枯, 幼叶尖端和边缘有焦枯斑, 顶端叶芽处于休眠状态	0~1

3 结论与讨论

植物在遭受冷害之后, 生理和生化指标都会发生变化^[12]。供试番荔枝在遭受低温寒害后, 植株叶片 SOD 活性、POD 活性、MDA 含量、可溶性糖含量和可溶性蛋白含量等指标均有所提高, 这与张军等的研究结果^[13]基本一致。当植物遭遇低温胁迫后, 本身会产生一定的抗逆保护作用, 其中可溶性糖和可溶性蛋白的含量与植物的抗冷性成正相关^[14], 研究表明, 牛心梨、山刺番荔枝、吉夫纳番荔枝和 AP 番荔枝等 4 个品种的可溶性糖和可溶性蛋白含量均显著高于大目释迦和土种番荔枝, 说明这 4 个品种的抗寒性要优于大目释迦和土种番荔枝; MDA 含量是鉴别逆境胁迫对植物膜危害程度的重要指标之一, 牛心梨在低温胁迫后的 MDA 含量显著低于其他供试品种, 而山刺番荔枝、吉夫纳番荔枝、AP 番荔枝的 MDA 含量均显著低于大目释迦和土种番荔枝, 这说明牛心梨的抗寒性优于其他供试品种, 而大目释迦和土种番荔枝的抗寒力表现较差; SOD 和 POD 是植物细胞膜的保护酶, 可有效清除植物因逆境胁迫而累积的生物自由基, 酶活性越高, 植物的抗逆性就越强^[15], 供试番荔枝的 SOD 和 POD 活性在低温胁迫后均有所提高, 但品种间的活性存在差异, 牛心梨、山刺番荔枝、吉夫纳番荔枝和 AP 番荔枝 4 个品种的 SOD 和 POD 活性均显著高于大目释迦和土种番荔枝, 其中 SOD 活性最高的是山刺番荔枝, POD 活性最高的是牛心梨, 说明牛心梨和山刺番荔枝的抗寒性要好于吉夫纳番荔枝和 AP 番荔枝。由此可见, 通过分析 SOD 活性、POD 活性、MDA 含量、可溶性糖含量和可溶性蛋白含量等指标的变化程度, 可得出各供试番荔枝品种的抗寒能力。

在研究生理生化指标的基础上, 观察植株寒害前后的外观形态变化, 可进一步阐明各供试番荔枝品种抗寒性表现的另一个方面理论依据。试验调查显示, 从外观形态特征来看, 各供试番荔枝在遭受低温胁迫后, 牛心梨和山刺番荔枝的伤害程度最轻, 仅伤害到嫩枝和幼叶, 伤害等级判定为 0~1 级; 吉夫纳番荔枝和 AP 番荔枝的细弱枝梢全部干枯, 部分老叶脱落, 伤害等级判定为 1 级; 大目释迦叶片全部脱落, 多数末节枝梢和少量一级分枝枝梢干枯死亡, 伤害等级判定为 2 级; 土种番荔枝叶片全部脱落, 枝梢全部干枯死亡, 40% 植株伤害到主干枝, 伤害等级判定为 2~3 级。

番荔枝起源于热带地区, 对低温较为敏感, 易受寒害, 了解各个番荔枝品种的抗寒能力并推测其可能的生态分布区域,

有利于加强引种和推广工作的针对性和区域性。综上所述, 本试验通过自然低温胁迫, 对 6 个供试番荔枝品种的生理生化和外观形态等指标进行分析, 初步探究各个番荔枝品种的抗寒性。结果表明, 牛心梨、山刺番荔枝、吉夫纳番荔枝和 AP 番荔枝等 4 个品种均适宜于广西中南部区域田间种植。供试番荔枝抗寒性最强的是牛心梨和山刺番荔枝, 其次是吉夫纳番荔枝和 AP 番荔枝, 再次是大目释迦, 抗寒性最差的是土种番荔枝。如果在广西中南部发展大目释迦或土种番荔枝, 大田栽培则需要辅助一定的设施才能抵御极低温天气的危害。

参考文献:

[1] 高爱平, 陈业渊, 李建国, 等. 番荔枝属果树栽培研究进展[J]. 热带作物学报, 2003, 24(2): 91~97.

[2] 李文金. 台湾番荔枝在莆田市的引种表现及栽培技术[J]. 现代农业科技, 2010(21): 139~140.

[3] 苏恩川, 谢国干, 陈小飞, 等. 番荔枝在琼北地区引种栽培的初步调查[J]. 热带林业, 2001, 29(4): 172~177.

[4] 刘世彪. 番荔枝品种非洲骄傲引种试验[J]. 中国果树, 2000(3): 29~30.

[5] 方仁, 尧金燕, 白先进, 等. 凤梨释迦在广西崇左的引种表现及其栽培技术[J]. 中国南方果树, 2015, 44(4): 119~121.

[6] 刘世彪, 陈菁, 胡正海. 7 种番荔枝果树的叶片结构及其与抗寒性关系研究[J]. 果树学报, 2004, 21(3): 241~246.

[7] 刘世彪, 陈菁. 不同种类番荔枝的冻害表现及其抗寒性评价[J]. 云南热作科技, 2001, 24(1): 12~15.

[8] 余文琴. 低温胁迫下番荔枝叶片若干生理生化指标的变化[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2006, 35(2): 161~164.

[9] 李在山, 王佳军, 高洪岐, 等. 果树冻害调查与判定标准[J]. 北方果树, 2012(1): 29~30.

[10] 毛永成, 曾敏, 刘璐, 等. 外源硼酸钠对桂花幼苗抗寒性的影响[J]. 西部林业科学, 2015, 44(6): 82~86.

[11] 张玮, 黄树燕, 吴继林, 等. 低温胁迫对麻竹叶片和根系抗性生理指标的影响[J]. 生态学杂志, 2012, 31(3): 513~519.

[12] 赵黎明, 李明, 郑殿峰, 等. 冷害后植物生理变化及外源物质调控研究进展[J]. 中国农学通报, 2015, 31(12): 217~223.

[13] 张军, 孙树贵, 王亮明, 等. 孕穗期低温对冬小麦生理生化特性和产量的影响[J]. 西北植物学报, 2013, 33(11): 2249~2256.

[14] 邓仁菊, 范建新, 王永清, 等. 低温胁迫下火龙果的半致死温度及抗寒性分析[J]. 植物生理学报, 2014, 50(11): 1742~1748.

[15] 李春燕, 徐雯, 刘立伟, 等. 低温条件下拔节期小麦叶片内源激素含量和抗氧化酶活性的变化[J]. 应用生态学报, 2015, 26(7): 2015~2022.