

花期和幼果期低温对玉露蟠桃花果器官的影响

杜纪红, 叶正文*, 苏明申, 周慧娟, 李雄伟, 张夏南 (上海市农业科学院林木果树研究所, 上海 201403)

摘要 [目的]研究低温对蟠桃花粉活力、雌蕊受冻率和幼果受冻率的影响。[方法]在低温培养箱中对玉露蟠桃和锦绣黄桃离体带花朵枝条进行不同温度和不同时间的低温处理并测定相关指标。[结果]低温处理降低了2个品种桃花药的花粉量和花粉萌发率, 但是对花粉管长度的影响不显著, 2个品种间差异不显著; 玉露蟠桃柱头较锦绣黄桃柱头抗冻; 玉露蟠桃的幼果较锦绣黄桃品种不抗冻害, -2℃处理2h与-4℃处理1h后玉露蟠桃的受冻率达40.91%与48.94%(锦绣黄桃受冻率为7.69%和21.05%)。[结论]初步分析认为玉露蟠桃较锦绣黄桃品种坐果率低的主要原因是幼果受到低温的影响比较大, 因此幼果期需要做好抗霜冻低温的防御工作, 花期与幼果期温度不能低于-4℃。

关键词 蟠桃; 低温; 花粉量; 雌蕊; 幼果

中图分类号 S662.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)02-0037-03

Effects of Low Temperature Stress in Florescence and Young Fruiting Period on Flowers and Fruits Organ of Yulu Flat Peach
DU Ji-hong, YE Zheng-wen, SU Ming-shen et al (Forestry and Pomology Research Institute, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201403)

Abstract [Objective] To study the effects of low temperature stress on the pollen viability, pistil frostbite rate and young fruit frostbite rate of flat peach. [Method] The branches with flowers of Yulu flat peach and Jinxiu yellow peach cultivars were treated with different temperature and time duration in low temperature incubator, and then the relevant indexes were investigated. [Result] Low temperature treatment reduced the pollen amount and pollen germination with small variance among cultivars, but it didn't affect the pollen tube length. The pistil damage of Yulu flat peach was less affected by chilling treatment than the Jinxiu yellow peach. The young fruit frostbite rate of Yulu flat peach were 40.91% and 48.94% at -2℃ treating for 2 h and -4℃ treating for 1 h and more serious than Jinxiu yellow peach which the young fruit frostbite rate were 7.69% and 21.05%, respectively. [Conclusion] The main reason of low fruit setting of Yulu flat peach under chilling stress is the young fruits are more sensitive, so good defense against frost and cold need to be done in young fruit period. The temperature cannot be lower than -4℃ in the florescence and young fruiting period.

Key words Flat peach; Low temperature; Pollen quantity; Pistil; Young fruit

蟠桃是桃的变种, 为我国的特异资源。蟠桃味甜汁多, 素有“仙桃”之称, 深受消费者的喜欢。南方地区3月中旬至4月下旬经常遇到零度以下的天气, 大部分桃品种自然授粉坐果率下降, 最大变化幅度达30%^[1]。低温主要会影响桃花朵的雌蕊与雄蕊, 造成雌蕊伤害与花粉量及花粉生活力下降, 坐果率下降, 导致减产。幼果期的果实对低温同样很敏感, 春季的倒春寒很容易造成大量落果。在生产中蟠桃比普通桃更容易受到外界环境的影响造成落果减产, 表现为露地栽培产量不稳, 设施栽培往往没有产量, 给种植户造成严重的经济损失, 但是目前对蟠桃花器和幼果在低温胁迫条件下受到的伤害程度尚没有研究。笔者通过研究低温胁迫对蟠桃花器及幼果的影响, 探讨低温对蟠桃座果的影响, 以期为提高蟠桃坐果率奠定理论基础。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况 试验地位于上海市庄行镇, 地理坐标为121.3°E, 30.5°N, 属亚热带海洋性季风气候, 四季分明, 温和湿润, 雨量充沛, 适宜农作物生长。夏季气候炎热, 出梅后高温伏旱, 常有台风、暴雨和潮汛发生; 冬季温度低、雨水少、干燥寒冷, 冰冻有雪, 常有冷空气南侵, 出现寒潮天气。1985—2003年, 全镇年平均气温为16℃, 年平均日照为1 919.8 h, 年平均降雨量为1 221.4 mm, 年平均无霜期为234 d。

1.2 材料 试验品种为玉露蟠桃和锦绣黄桃, 这2个品种

均是上海地区的主栽品种。

1.3 试验设计与方法 试验材料种植在上海市农业科学院庄行试验基地, 树龄5年, 株行距为2 m × 4 m, 主干形树形, 常规管理。盛花初期, 剪取具有80%大花苞的桃树枝条放于水桶中, 摘除小的花蕾及盛开的花, 仅保留即将开放的大苞花蕾, 第2天清晨当大部分花开放时(此时室内弱光花药尚未开散), 再去除没有开放的花苞, 这样可以确保所有的花都处于同样发育状态, 将枝条分成3份, 每份5~10根, 插入水中, 放置于-2℃冷藏室内进行处理, 在处理1、3和5 h时各拿出1份, 将枝条上的花朵随机取20朵, 取下所有花药, 一部分用于测定花粉量, 一部分用硫酸纸包埋, 硅胶中阴干, 放在-20℃保存备用, 测定花粉活力, 3次重复。将处理过的枝条在室温放置12 h后进行柱头的受冻调查。-4℃低温处理与-2℃处理方法相同, 对照不进行低温处理。

花后25 d(根据往年倒春寒的时间选择的), 剪取带幼果的桃树枝条插入水中, 每个品种在0、-2℃下均处理1 h和2 h及-4℃下处理1 h(因为查文献得知-4℃对幼果伤害很重, 并且上海地区该时间段的历史温度-4℃没有超过2 h的记录, 所以仅做1 h处理, 不再做更长时间的处理)。处理结束后常温放置12 h后, 调查果实受冻比例。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 花粉量测定。参考朱更瑞等^[2]方法随机取100粒花药放入10 mL离心管中, 3次重复, 将试管在35℃烘箱中放置24 h至花粉全部散开, 加入一定比例的六偏磷酸钠进行悬浮, 然后稀释10倍后用移液枪取2 μL在显微镜下观察花粉个数, 重复5次, 计算单个花药花粉粒数。

基金项目 上海市果树产业体系[沪农科产字(2017)第7-02号]。
作者简介 杜纪红(1981—), 女, 河北昌黎人, 助理研究员, 硕士, 从事果树生理研究。*通讯作者, 研究员, 博士, 从事桃树栽培生理和遗传育种研究。
收稿日期 2017-11-10

1.4.2 离体花粉萌发率统计和花粉管长度测定。离体花粉萌发率的测定参照姜雪婷等^[3]方法,略有改动。将花粉均匀播于固体培养基(10%蔗糖+1%琼脂+0.01%硼酸)上,重复3次,置于光照培养箱中,25℃暗培养3h后,于显微镜下拍照并统计花粉萌发率和测定花粉管长度。

花粉管长度大于花粉粒直径视为萌发,每个重复观察5个视野,每视野 ≥ 20 粒花粉,统计萌发率;显微镜下测量花粉管长度,每个重复测量20根具有代表性的花粉管的长度。

1.4.3 雌蕊受冻率测定。低温处理后将枝条放常温下12h后调查雌蕊受冻情况,以柱头变褐为受冻标准,每处理调查不少于30个柱头,雌蕊受冻率=受冻雌蕊数量/调查雌蕊总量 $\times 100\%$ 。

1.4.4 果实受冻率调查。用解剖刀纵剖桃果,调查参考朱更瑞等^[4]方法,幼果子房与胚完好、没有变色为无冻害,只要果实子房或者胚变褐色或者黑色都被认为是受到冻害,受冻率=受冻果数/总果数 $\times 100\%$,调查20个。

1.5 数据处理 采用Excel统计分析数据作图,SPSS软件进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 低温处理对花粉量的影响 低温条件下,由于受到冻害部分花药不能正常散粉。随着低温处理时间的延长和温度的降低,花粉量呈下降趋势(表1)。 -2℃ 低温处理1h条件下,各品种花粉量迅速下降,锦绣黄桃、玉露蟠桃花粉量分别下降到对照的38.09%、47.62%,此后随着低温时间的延长下降缓慢。 -4℃ 低温处理1h条件下,锦绣黄桃

表1 低温处理对花粉量的影响

Table 1 Effects of different low temperature treatments on the pollen quantity

处理时间 Treatment time//h	锦绣黄桃 Jinxiu yellow flesh peach		玉露蟠桃 Yulu flat peach	
	-2℃	-4℃	-2℃	-4℃
	0	3 500 ± 177 a	3 500 ± 177 a	2 625 ± 144 a
1	1 333 ± 289 b	1 083 ± 148 b	1 250 ± 250 b	1 000 ± 121 b
3	1 167 ± 146 b	1 056 ± 129 b	1 167 ± 125 b	917 ± 107 b
5	1 000 ± 106 b	1 000 ± 134 b	1 000 ± 89 b	833 ± 114 b

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different small letters within the same column mean significant differences ($P < 0.05$)

表3 低温处理对离体花粉管长度的影响

Table 3 Effects of different low temperature treatments on the pollen tube length *in vitro*

处理时间 Treatment time//h	锦绣黄桃 Jinxiu yellow flesh peach		玉露蟠桃 Yulu flat peach	
	-2℃	-4℃	-2℃	-4℃
	0	578.59 ± 80.12 ab	578.59 ± 80.12 ab	519.79 ± 112.42 a
1	462.38 ± 72.85 b	495.83 ± 103.95 b	481.52 ± 71.86 ab	480.13 ± 78.45 bc
3	608.51 ± 111.61 a	671.71 ± 58.32 a	481.17 ± 63.14 ab	444.29 ± 75.15 c
5	614.76 ± 212.24 a	537.63 ± 102.48 b	439.77 ± 91.28 b	487.88 ± 112.54 a

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different small letters within the same column mean significant differences ($P < 0.05$)

2.2 低温处理对雌蕊受冻率的影响 从表4可以看出, -2℃ 处理1、3、5h后锦绣黄桃雌蕊受冻率分别为40.91%、

和玉露蟠桃花粉量分别下降到对照的30.94%、38.10%,此后随着低温时间的延长花粉量缓慢下降。

2.2 低温处理对离体花粉萌发率的影响 从表2可看出, -2℃ 低温条件下随着处理时间的延长,花粉的离体萌发率都呈下降趋势, -2℃ 低温处理1、3、5h后锦绣黄桃的花粉萌发率下降到对照的83.91%、69.33%、56.15%,除1h处理外均显著低于对照。 -2℃ 低温处理1、3、5h后玉露蟠桃花粉萌发率下降到对照的66.00%、61.99%、43.65%,均显著低于对照,但不同时间处理之间差异不显著。

-4℃ 低温处理的花粉萌发率下降速度较 -2℃ 快,处理1、3、5h后锦绣黄桃的花粉萌发率分别降低到对照的64.26%、54.66%、46.47%,玉露蟠桃花粉萌发率降低到对照的56.59%、46.09%、53.25%, -4℃ 低温处理后2个品种均显著低于对照。

表2 低温处理对离体花粉萌发率的影响

Table 2 Effects of different low temperature treatments on the pollen germination rate *in vitro*

处理时间 Treatment time//h	锦绣黄桃 Jinxiu yellow flesh peach		玉露蟠桃 Yulu flat peach	
	-2℃	-4℃	-2℃	-4℃
	0	73.53 ± 5.08 a	73.53 ± 5.08 a	37.73 ± 2.65 a
1	61.70 ± 8.55 ab	47.25 ± 8.60 b	24.90 ± 2.38 b	21.35 ± 3.24 b
3	50.98 ± 1.70 bc	40.19 ± 5.20 b	23.39 ± 2.82 b	17.39 ± 2.21 b
5	41.29 ± 0.54 c	34.17 ± 1.18 b	16.47 ± 3.59 b	20.09 ± 1.66 b

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different small letters within the same column mean significant differences ($P < 0.05$)

2.3 低温处理对离体花粉管长度的影响 从表3可以看出, -2℃ 条件下,锦绣黄桃花粉管长度随着低温处理时间的增加略有上升趋势,但是各处理与对照差异不显著。低温处理后的玉露蟠桃花粉管长度均低于对照,但是差异不显著(5h处理除外)。

-4℃ 条件下,锦绣黄桃花粉管长度随处理时间的增加呈下降趋势(3h处理除外),但是与对照差异不显著。玉露蟠桃花粉管长度呈下降趋势,各处理与对照差异显著(5h处理差异不显著),说明低温处理对花粉管伸长的影响差异是不显著的。

75.20%、100.00%,玉露蟠桃雌蕊受冻率分别为33.33%、62.50%、85.00%,说明 -2℃ 低温对柱头的伤害很严重,但

是玉露蟠桃比锦绣黄桃雌蕊受冻率低 7.58 百分点、12.70 百分点和 15.00 百分点,说明玉露蟠桃雌蕊较锦绣黄桃抗冻。锦绣黄桃和玉露蟠桃在 $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下处理 1 h,受冻率均超过 90%,在生产中严重影响产量。

表 4 低温处理对雌蕊受冻率的影响

Table 4 Effects of different low temperature treatments on the pistil frostbite rate %

处理时间 Treatment time//h	锦绣黄桃 Jinxiu yellow flesh peach		玉露蟠桃 Yulu flat peach	
	$-2\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-4\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-2\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-4\text{ }^{\circ}\text{C}$
1	40.91 c	91.67 a	33.33 c	90.00 b
3	75.20 b	89.66 a	62.50 b	96.43 a
5	100.00 a	96.97 a	85.00 a	100.00 a

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different small letters within the same column mean significant differences ($P < 0.05$)

2.5 低温处理对幼果受冻率的影响 由表 5 可知,在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下处理幼果 1 h 与 2 h,基本没有造成幼果冻伤。 $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下处理 1 h,锦绣黄桃幼果受冻率为 2.86% 和 7.69%,而玉露蟠桃幼果受冻率为 14.29% 和 40.91%,是锦绣黄桃受冻率的 5.0 倍和 5.3 倍,说明玉露的幼果更容易受到低温伤害。 $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下处理 1 h 后锦绣黄桃和玉露蟠桃幼果受冻率分别达 21.05%、48.94%,其中玉露蟠桃的受冻比例是锦绣黄桃的 2.3 倍,可见玉露蟠桃果实对低温的耐受能力较锦绣黄桃低。

表 5 低温处理对幼果受冻率的影响

Table 5 Effects of different low temperature treatments on the young fruit frostbite rate %

处理时间 Treatment time//h	锦绣黄桃 Jinxiu yellow flesh peach			玉露蟠桃 Yulu flat peach		
	$0\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-2\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-4\text{ }^{\circ}\text{C}$	$0\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-2\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-4\text{ }^{\circ}\text{C}$
1	0	2.86	21.05	0	14.29	48.94
2	0	7.69	—	0	40.91	—

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different small letters within the same column mean significant differences ($P < 0.05$)

3 结论与讨论

张荣萍等^[5]在水稻研究中发现开花期低温胁迫影响花药和花粉发育成熟,使花药不能正常开裂、散粉不足,可育花粉率和柱头花粉萌发率降低,直接影响受精结实,成为结实率降低的主要原因之一。季枫等^[6]研究表明,蟠桃开花时期,如遇温度在 $-2.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下时,花蕊授粉能力降低;王华东等^[7]研究结果表明,随着低温处理时间延长,不同桃花品种的萌发率有所下降,低温持续 5 h 以内,萌发率降幅较小,5 h 后萌发率下降明显。该试验中 2 个品种桃花朵低温 (-2 、 $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$) 处理 1~5 h 花粉萌发率下降到对照的 18%~58%,与王华东等^[7]的试验结果略有不同,可能因为其采取先将花药自然阴干再进行低温处理,而该研究采用的是将当天盛开的新鲜花朵的枝条直接放入冷库中进行低温处理,花粉湿度大,所以花粉粒受到的低温影响也比较大。花粉量和花粉萌发率的降低,使得有活力的花粉总量降低,影响桃树的授粉

与座果。低温胁迫条件下锦绣黄桃和玉露蟠桃的花粉量和花粉萌发活力下降的幅度差异不显著,说明影响蟠桃坐果率的关键原因不是低温对花粉量和花粉活力的影响。建议蟠桃生产中应该间种花粉量大的抗冻害的桃树品种以弥补低温造成的有效花粉数量降低的影响。

刘铁铮等^[8]研究结果认为花器抗冻能力从大到小依次是花瓣、雄蕊、雌蕊。该研究发现 $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下处理 1 h 对雌蕊已造成严重伤害,与前人结论基本一致。该试验中 $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下处理 1、3、5 h 后玉露蟠桃比锦绣黄桃雌蕊受冻率低 7.58 百分点、12.70 百分点和 15.00 百分点,说明玉露蟠桃雌蕊较锦绣黄桃抗冻。推测蟠桃较圆桃抗冻是因为蟠桃的子房呈扁圆形,花柱短粗,柱头扁平形,而圆桃子房呈圆形并且比蟠桃子房小,花柱细长,柱头呈圆形且小,容易受到冻害。2 个品种在 $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下处理 1 h,受冻率均超过 90%,在生产中严重影响产量,蟠桃生产中花期环境温度不能低于 $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

杨春祥^[9]研究表明油桃幼果较柱头、雄蕊更容易受到低温伤害, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 伤害较小, $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 伤害开始增加。朱彬彬等^[10]在设施促成栽培中发现低温对设施栽培玉露蟠桃幼果造成的伤害大于花期,可直接导致落果。该研究发现 $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温处理 1~2 h,玉露蟠桃幼果受冻率由 14.29% 增加到 40.91%,比锦绣黄桃高出 4.0 倍与 4.3 倍,说明玉露蟠桃幼果较锦绣黄桃易受冻害。在枇杷^[10]中的研究表明,种胚对低温胁迫最敏感,最先受到低温伤害,蟠桃较圆桃更容易受到低温的影响推测是因为蟠桃呈扁圆形,种仁到果顶和果柄的距离较圆桃短,更容易遭受较低温的影响。

生产中尤其是设施栽培中,要在花期密切注意温度变化,温度不能低于 $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$,因为 $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 对雌蕊和幼果的伤害很大,最低温度高于 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 才不会对幼果和雌蕊造成伤害。遇到倒春寒天气,应采取提前灌水、烟雾处理及人工授粉等辅助措施,减轻或避免冻害。如果出现霜冻伤害后尽量做好精细化管理,尽快恢复树势,后期注意控制树势,防止旺长。

参考文献

- [1] 许建兰,张斌斌,马瑞娟,等.春季异常气候对桃树蚜虫发生及坐果率的影响[J].江西农业学报,2014,26(11):21-23.
- [2] 朱更瑞,襄方成,左覃元,等.桃花粉量的测定与分析[J].果树科学,1998(4):360-363.
- [3] 姜雪婷,杜玉虎,张绍铃,等.梨 43 个品种花粉生活力及 4 种测定方法的比较[J].果树学报,2006,23(2):178-181.
- [4] 朱更瑞,王平,陈昌文,等.强霜冻对油桃幼果期坐果的影响及防御措施[C]//中国园艺学会桃分会第三届学术研讨会论文集.西安:中国园艺学会,2012.
- [5] 张荣萍,马均,蔡光泽,等.开花期低温胁迫对四川攀西稻区水稻开花结实的影响[J].作物学报,2012,38(9):1734-1742.
- [6] 季枫,杨举芳.蟠桃栽培的生态气候适应性分析[J].北京农业,2013(36):194-195.
- [7] 王华东,唐红.低温对桃花花粉生活力的影响[J].安徽农业科学,2009,37(11):4955-4956.
- [8] 刘铁铮,付雅丽,刘京绵,等.低温胁迫对杏扁花器官抗寒性的影响[J].河北农业科学,2013,17(1):39-41.
- [9] 杨春祥.早熟油桃抗寒性的研究[D].泰安:山东农业大学,2005.
- [10] 朱彬彬,夏琼,王斌,等.温度对露地及设施栽培“玉露”蟠桃开花坐果的影响[J].上海农业科技,2011(1):152-153.
- [11] 赖静.低温胁迫下枇杷幼果生理及细胞结构变化的研究[D].雅安:四川农业大学,2014.