

不同品种牡丹萌芽过程中组织抗冷性的变化

王 玮¹, 张旭东^{1,2}, 施 江¹, 高双成¹, 王 哲¹, 史国安¹

(1. 河南科技大学 农学院, 洛阳市牡丹生物学重点实验室, 河南 洛阳 471003; 2. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:以牡丹品种“洛阳红”和“凤丹白”为试材, 利用热电偶测温仪测定萌芽过程中不同部位(老茎、鳞片、幼叶、幼茎、苞叶、萼片、花瓣)组织的过冷点及冰点温度, 分析牡丹萌芽过程中不同组织抗冷性的变化。结果表明:“洛阳红”和“凤丹白”在萌芽过程中, 不同部位组织的过冷点和冰点温度均呈上升趋势, 抗冷能力逐渐减弱。“洛阳红”抗冷能力强于“凤丹白”。比较相同时期花器官的过冷能力, 7 个部位有差异, 其中新生幼茎和萼片抗冷性最强。表明牡丹开花前具有抵抗-3~-5℃左右突发低温天气急变的能力。

关键词:牡丹; 花器官; 过冷点; 冰点; 抗冷性

中图分类号:S 685. 11 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)06-0052-05

牡丹(*Paeonia suffruticosa* Andr. cv)原产中国, 具有极高的观赏价值和药用价值, 现已形成中原牡丹品种群、西北牡丹品种群、江南牡丹品种群和西南牡丹品种群等四大品种群。全国各地主要从山东菏泽、河南洛阳和安徽铜陵等中原地区引种栽培^[1]。在长期的引种栽培实践中, 发现冬季平均气温高于 10℃或低于 0℃的地区引种的牡丹进行露地栽培时均不能正常开花^[2]。

中原地区牡丹花芽一般在 2 月初萌动, 露地自然开花期为 4 月中下旬, 该时段冷空气活动较频繁, 常出现剧烈降温, 甚至在开花期间出现雨雪霜冻等低温天气, 导致部分牡丹品种花芽败育现象, 对牡丹生产管理提出了严峻的挑战。我国南方和北方的温差迥异, 对中原牡丹北移或南移造成一定难度, 因此测定各牡丹品种的抗寒能力, 选择抗寒性较低的品种南移, 抗寒性较强的品种北移, 可为中原牡丹向全国推广和应用提供重要理论依据^[2-4]。

现以“洛阳红”、“凤丹白”为试材, 利用热电偶测温仪测定了 2 个牡丹品种萌芽过程中不同组织结冰点和

过冷点温度的变化, 以期了解牡丹萌芽过程中花器官抗冷能力的变化动态, 为中原牡丹萌芽过程中安全应对突发极端低温天气以及优质牡丹品种北移或南移引种栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试“洛阳红”、“凤丹白”均于 2012 年 2~4 月采自河南科技大学牡丹园, 参考成仿云等^[1]对牡丹开花物候分期, 采集及测定时间依次为 2 月 13 日(萌动期)、2 月 19 日(萌发期)、3 月 2 日(显叶期)、3 月 9 日(张叶期)、3 月 16 日(展叶期)、3 月 27 日(风铃期)、4 月 4 日(露色期)。

1.2 试验方法

1.2.1 天气气温数据采集 采用洛阳孟津气温观测站数据, 记录每日最高和最低气温。

1.2.2 花器官外部形态指标测定 用游标卡尺对花芽及花蕾直径、长度进行测量。

1.2.3 过冷点、冰点测定方法 参考 Meng Q R 等^[5]的方法有改动, 采集牡丹花枝器官, 利用热电偶测温仪分别测定其花器官相关组织(老茎、鳞片、幼叶、幼茎、苞叶、萼片、花瓣)的过冷点及冰点。测温仪与计算机连接, 另一端上分出 2 根探针, 1 根插入组织材料, 放到-20℃冰箱中, 另 1 根放到含冰水混合物的保温桶中。组织材料经历突然降温的过程通过软件显示在计算机上。测定过程中若组织分化不明显, 则按同一组织部位测量。为减少误差, 每一次插针标准相同。

1.3 数据分析

采用 DPS(6.01 版)及 Microsoft Office Excel 2003 软件处理。

第一作者简介:王玮(1983-), 男, 在读硕士, 研究方向为牡丹生物学。E-mail: wwtxxm@163. com.

责任作者:史国安(1963-), 男, 博士, 教授, 硕士生导师, 研究方向为植物生理学。E-mail: gashi1963@163. com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30740013, U1204323); 河南省自然科学基金资助项目(112300410081); 河南省重大科技专项资助项目(091100110100); 洛阳市科技支撑计划资助项目(0901063A, 1201002A); 河南科技大学重大前期预研资助项目(2011CX004); 河南科技大学研究生创新基金资助项目(CXJJ-YJS-Z022)。

收稿日期:2012-11-23

2 结果与分析

2.1 萌芽过程中气温变化

在影响牡丹开花的生态因子中,温度起主要作用,牡丹花期早晚、开花时间长短以及开花质量好坏均与温度有直接关系,温度升高促使花期提前,温度降低则导致花期延迟^[6-7]。早春花芽分化后受温度影响最大,花蕾显现期温度变化决定了后期花蕾的生长发育是否正常,气温平缓升高时牡丹开花质量较高,花蕾发育过程中突遇极端天气会严重降低牡丹开花质量甚至导致花朵败育^[8]。由图1可知,2012年2月14日至4月8日洛阳市气温上升过程中有多次降温,且到3月中上旬仍有0℃以下低温出现。据观察,4月7日洛阳平均温度达17.5℃时,“洛阳红”、“凤丹白”开始开放。

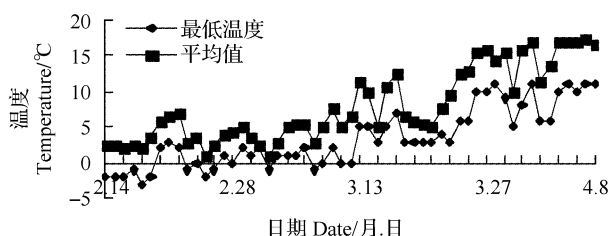


图1 2012年洛阳地区牡丹萌芽过程中气温状况

Fig.1 Temperature conditions during sprout of tree peony in Luoyang area in 2012

2.2 萌芽过程中花器官外部形态变化

影响牡丹开花的主要生态因子包括温度、降雨量、相对湿度、风霜和光照等。随着气温上升,日照时间增长,每年2月中上旬花芽开始萌动发育。由图2可知,“洛阳红”花芽在2月中旬之前变化不明显,从2月下旬开始加速生长发育,花芽长度变化最明显。3月中旬花蕾加速膨大,到露色期达到最大值。由图3可知,“凤丹白”花芽在2月上、中旬变化不明显,从2月下旬开始加速生长发育,外部形态有明显变化。3月中旬花蕾加速

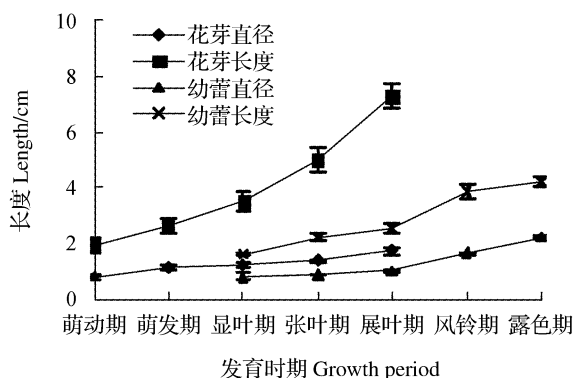


图2 “洛阳红”萌芽过程中花器官外部形态变化

Fig.2 The morphology changes of floral organs of 'Luoyanghong' during sprout

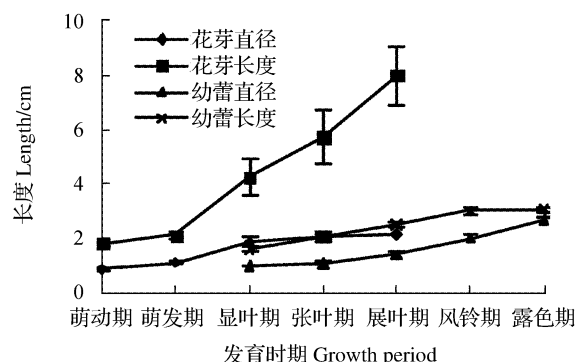


图3 “凤丹白”萌芽过程中花器官外部形态变化

Fig.3 The morphology changes of floral organs of 'Fengdanbai' during sprout

膨大,到露色期达到最大值。

由图1~3可以看出,牡丹萌芽过程与温度变化有密切关系。就露地栽培而言,2月中旬花芽开始萌动,之后膨大、顶端开裂、花蕾伸长;平均温度6.5℃以上时开始显蕾放叶、花芽长度迅速增加;平均温度8.8℃以上花蕾直径及长度迅速增大。同时,牡丹每一发育时期对温度的感受不同,花芽、花蕾分别在萌发期和展叶期对温度比较敏感。

2.3 冻结温度曲线

牡丹花器官不同部位在同一冻结温度的冻结过程中,显示的温度与时间关系曲线即‘冻结温度曲线’。由图4可知,在-20℃静止冷空气中,牡丹花器官温度迅速下降,当降到过冷点后温度骤然上升。这是由于花器官细胞溶液从液态转变为固态时释放潜热,温度上升,冻结温度曲线出现峰值跳跃,回升到一定温度后,冰晶核形成,温度不再上升,晶体增长,放热与吸热处于平衡状态,使花器官温度在一段时间内极缓慢变化,此时温度即结冰点。随后温度继续下降,大部分水分冻结成冰,由于冰的潜热大,降温慢,因此曲线较平坦。

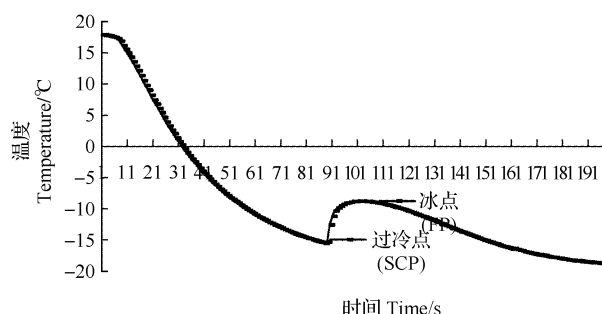


图4 冻结温度曲线

Fig.4 Freezing temperature curve

2.4 萌芽过程中花器官过冷点变化

过冷点是植物遭受低温胁迫时自我保护的重要机制,值越低则表明该组织部位抗冷性越强^[9]。由表1可

知,2个牡丹品种随花芽生长发育,同一组织部位的过冷点值均呈升高趋势,达极显著差异。2个品种的最高过冷点分别露色期的鳞片,值分别为 $-8.44 \pm 1.37^{\circ}\text{C}$ 、 $-7.84 \pm 3.56^{\circ}\text{C}$ 。分析表明,“洛阳红”、“凤丹白”花器官各组织部位间的过冷点有差异。萌芽早期、中期分化的花蕾表现出较低的过冷点,到露色期,花瓣的抗冷能力明显下降。

比较2个牡丹品种花器官过冷点,萌芽早期,“洛阳红”除老茎外,其余6个部位的过冷点均低于“凤丹白”,其花器官抗冷能力相对较强,萌动敏感温度较“凤丹白”低,抗低温能力较“凤丹白”强,因此其在初春低温环境下发育较“凤丹白”稍早;萌芽中、后期2个品种花器官各部位过冷点差异不明显。

表 1 不同发育时期牡丹花器官过冷点差异

Table 1 Differences of supercooling points of floral organs of tree peony at different developmental stages °C								
品种 Varieties	时期 Period	老茎 Old stem	鳞片 Squama	幼叶 Initial leaf	幼茎 Initial stem	苞叶 Bract	萼片 Sepal	花瓣 Petal
“洛阳红” ‘Luoyanghong’	萌动期	-13.88cC	-14.02dD	-16.00b	ND	-16.98cC	-16.98dD	-16.98cC
	萌发期	-12.66bcBC	-12.66cdD	-14.57B	ND	-15.10dC	-15.10cdCD	-15.10cC
	显叶期	-11.60bBC	-11.41cCD	-14.13B	ND	-15.45deC	-14.79cCD	-12.50bBC
	张叶期	-11.73bcBC	-12.23cdD	-14.13B	ND	-15.81deC	-14.45cC	-11.25bAB
	展叶期	-10.92bAB	-10.20bBC	-10.39aA	-11.52b	-11.24bAB	-11.43bB	-11.48bAB
	风铃期	-8.54aA	-8.79aAB	-10.80aA	-9.26a	-12.60cB	-11.71bB	-12.13bBC
	露色期	-10.81bAB	-8.44aA	ND	-12.81b	-9.81aA	-9.27aA	-9.48aA
“凤丹白” ‘Fengdanbai’	萌动期	-14.50eD	-12.82cC	-13.82cC	ND	-13.70bcAB	-13.70bcAB	-13.70cdCD
	萌发期	-12.96deC	-13.26cC	-14.26cC	ND	-15.57cB	-15.57cB	-15.57dD
	显叶期	-12.14cdC	-13.53cC	-13.57cC	ND	-14.45cbB	-14.61cB	-13.01bcBCD
	张叶期	-11.65cBC	-12.59cC	-10.81bB	ND	-11.08aA	-12.70abAB	-11.89bcBC
	展叶期	-10.35abAB	-10.72bB	-9.68abA	-13.38b	-12.79abAB	-12.62abAB	-11.40bB
	风铃期	-10.50bAB	-9.64bB	-10.51b	-11.32a	-12.18abAB	-12.01aAB	-12.33bcBC
	露色期	-9.21aA	-7.84aA	-8.93aA	-11.17a	-11.01aA	-11.75aA	-8.27aA

注:同列数字后不同大、小写字母分别表示差异达 0.01 和 0.05 显著水平。ND 表示没有测量。下同。

2.5 萌芽过程中花器官冰点变化

冰点是很多植物低温生存的限制因子。在冷胁迫下,植物通过调节自身代谢,避开组织结冰而适应低温环境,冰点越低则表明其耐冷性越强^[10]。由表 2 可知,

“洛阳红”、“凤丹白”同一组织部位的冰点,随花芽萌动发育呈升高趋势,差异极显著。2个品种最高冰点分别是风铃期的萼片($-4.04 \pm 0.81^{\circ}\text{C}$)、露色期的花瓣($-3.80 \pm 0.54^{\circ}\text{C}$)。2个品种花器官露色期能承受的最

表 2 不同发育时期牡丹花器官冰点差异

Table 2 Differences of freezing points of floral organs of tree peony at different developmental stages °C								
品种 Varieties	时期 Period	老茎 Old stem	鳞片 Squama	幼叶 Initial leaf	幼茎 Initial stem	苞叶 Bract	萼片 Sepal	花瓣 Petal
“洛阳红” ‘Luoyanghong’	萌动期	-9.20cC	-10.06cC	-9.44eD	ND	-7.98cCD	-7.98dC	-7.98dB
	萌发期	-8.27cC	-8.94bcBC	-6.58bcBC	ND	-6.23bBC	-6.23cB	-6.23cB
	显叶期	-5.63bB	-7.30aAB	-7.36cdBC	ND	-9.75dD	-7.46dC	-4.53aA
	张叶期	-5.76bB	-7.71abABC	-7.66dC	ND	-9.75dD	-7.77dC	-4.92abA
	展叶期	-5.28bAB	-6.75aA	-5.19aA	-5.07bB	-4.48aA	-4.55abA	-4.59abA
	风铃期	-4.22aA	-6.71aA	-6.12abAB	-4.65aA	-4.88aA	-4.04aA	-4.73abA
	露色期	-5.34bB	-7.41cC	ND	-5.65bB	-5.22aAB	-5.02bA	-5.22bA
“凤丹白” ‘Fengdanbai’	萌动期	-9.32eD	-9.71cB	-8.05dC	ND	-7.21cCD	-7.21cdC	-7.21cC
	萌发期	-7.95dD	-9.11cB	-5.91cbB	ND	-6.71bcBC	-6.71cC	-6.71cC
	显叶期	-6.96cC	-8.42cB	-8.62dC	ND	-9.00dD	-8.12dC	-5.11bB
	张叶期	-6.45cC	-8.15cB	-6.44cB	ND	-6.47bcBC	-6.82cdC	-5.41bB
	展叶期	-5.54bB	-6.87bAB	-5.53bB	-6.10bB	-5.52bAB	-5.16bB	-5.15bB
	风铃期	-4.54aA	-6.48abAB	-3.90aA	-4.22aA	-4.31aA	-4.07aA	-4.17aA
	露色期	-4.29aA	-5.27aA	-5.62bcB	-4.37aA	-5.63bAB	-4.80abAB	-3.80aA

低温度值分别为 -3.23°C 和 -3.26°C ,所以当露色期长时间遭遇低于这种低温天气时,花芽发育可能受到一定阻碍,甚至出现冻伤现象,应该适当采取一定的保护措施。

分析发现,“洛阳红”、“凤丹白”花器官老茎、鳞片、幼叶、幼茎、苞叶、萼片、花瓣在萌芽不同阶段的冰点有差异。总体来看,“洛阳红”的冰点较“凤丹白”低,表明其抗冷性较高。萌芽早期,2个品种鳞片冰点最低,此时鳞片一定程度上保护着花器官内部组织;“洛阳红”萌芽后期,鳞片衰退,冰点较低,其余各组织部位冰点差异不明显,“凤丹白”萌芽中、后期花瓣的冰点稍高,苞叶稍低,其余部位冰点差异不大。

2.6 萌芽过程中花器官过冷能力(ΔE)分析

组织过冷能力(ΔE),就是从过冷点到冰点的“跃升

表 3

不同发育时期牡丹花器官过冷能力(ΔE)差异

Table 3 Differences of supercooling abilities of floral organs of tree peony at different developmental stages

 $^{\circ}\text{C}$

品种 Varieties	时期 Period	老茎 Old stem	鳞片 Squama	幼叶 Initial leaf	幼茎 Initial stem	苞叶 Bract	萼片 Sepal	花瓣 Petal
“洛阳红” ‘Luoyanghong’	萌动期	4.69bcBC	3.96aA	6.56bB	ND	9.00aA	9.00aA	9.00aA
	萌发期	5.58aAB	3.71aAB	9.10aA	ND	8.86aA	8.86aAB	8.86aAB
	显叶期	6.00aA	4.11aA	6.77bB	ND	5.70cdBC	7.34bBC	7.98abABC
	张叶期	5.96aA	4.51aA	6.84bB	ND	6.06bcdBC	6.68bC	6.32cC
	展叶期	5.64aAB	3.44abAB	5.20cBC	6.45ab	6.76bcB	6.89bC	6.89bcBC
	风铃期	4.32cC	2.08bcBC	4.68cC	5.68b	7.28bB	7.68bABC	7.40bcABC
	露色期	5.47abABC	1.04cC	ND	7.16a	4.59dC	4.25cD	4.26cC
“凤丹白” ‘Fengdanbai’	萌动期	5.18a	3.11bA	5.77bcBC	ND	6.48bcdBC	6.48b	6.48bcBC
	萌发期	5.01a	4.14abAB	8.35aA	ND	8.95aA	8.95a	8.95aA
	显叶期	5.18a	5.12aA	4.95cdC	ND	5.46cdBC	6.43b	7.90abAB
	张叶期	5.20a	4.44bA	4.37cdC	ND	4.62dC	5.88b	6.27bcBC
	展叶期	4.81a	3.86bA	4.15dC	7.28abC	7.26abcABC	7.46b	6.25cBC
	风铃期	5.96c	3.16bB	6.61bB	6.54bB	7.87abAB	8.08ab	8.16aAB
	露色期	4.92cdC	2.57bB	3.31dC	6.80b	5.38cdC	6.96b	4.46cC

随着温度升高、光照时间增长,花芽解除休眠,开始萌动发育,发生着一些列生理生化变化。呼吸速率升高,为生长发育提供物质和能量;组织含水量升高,参与新陈代谢;其体内多种储藏物质开始转化,可溶性糖、可溶性蛋白等含量发生变化;促进休眠激素含量降低,打破休眠激素含量升高等。这些变化使得组织过冷点、冰点均呈升高趋势,最终导致其过冷能力呈降低趋势。组织过冷能力越低,其抗冻缓冲力、自我恢复能力、耐储藏能力越低,在突发低温严寒环境下越易受到伤害。

3 结论与讨论

牡丹抗寒性的强弱同品种的遗传性、本身的营养发育状况、外界低温程度和栽培条件均有关,品种的遗传性起主导作用,对其抗寒性进行综合研究,选择中原牡丹品种中抗寒性相对优异的品种,为中原牡丹在寒地

值”,在一定程度上反应组织部位御寒能力。 ΔE 值越大表示组织能承受温度变化范围越大,抗冷能力越强^[9]。

由表3可知,“洛阳红”、“凤丹白”花器官同一部位随着生长发育,其过冷能力呈减弱趋势。萌芽后期鳞片过冷能力最弱,“洛阳红”(1.04 \pm 0.57 $^{\circ}\text{C}$),“凤丹白”(2.57 \pm 1.80 $^{\circ}\text{C}$)。这时鳞片内多种物质含量相对萌动开始阶段变化明显,本身御寒耐冷机制不完善,趋于退化,保护花器官内组织的生理作用基本丧失。

“洛阳红”、“凤丹白”花器官不同部位在不同萌芽阶段的过冷能力差异明显。幼叶、幼茎、花蕾(苞叶、萼片、花瓣)全过程表现相对较高过冷能力,它们的组织发育完善,抗冷能力较强;而萌芽后期鳞片由于衰退,其过冷能力明显弱于其它部位。

的推广和应用提供重要理论依据^[3]。温度是影响牡丹花期的重要环境因素之一,不同品种间花期差异性很大,有的甚至相差数十天,成花期若遇极端温度可导致花蕾败育^[11]。中原牡丹南移引种主要受冬季低温和夏季高温多湿的制约,南移后受暖冬影响大,成花率较低^[2]。寒地植物均具有通过过冷而避免结冰进而得以生存的能力^[12]。以此为理论的冰点及过冷点测定已广泛应用于果实保鲜、鲜切花冷藏及抗寒能力鉴定中^[13-16]。

该试验通过测定中原常见牡丹品种“洛阳红”和“凤丹白”花芽萌发到露色过程中过冷点及冰点的变化,对牡丹花芽分化过程中抗冷能力进行研究,以期对牡丹防寒越冬、引种栽培、反季催花等提供技术参考及理论依据。研究表明各个组织部位的抗冷性有显著差异。并

且随着时间推移,其各组织部位的过冷点和冰点均呈升高趋势,其组织过冷能力呈减弱趋势。分析不同时期组织过冷能力(ΔE),处于萌芽早期的各花器官过冷能力最强;而萌芽后期对寒冷缓冲能力相对较弱,这与王俊娟等^[17]、Li T G 等^[18]研究结论一致。通过冰点及过冷点对“洛阳红”和“凤丹白”抗冷能力分析,发现“洛阳红”抗冷能力稍强于“凤丹白”这与金研铭等^[19]指出的长势强且花大色艳的牡丹品种更适合引种栽培的结果一致。

中原牡丹品种较多,抗冷机制具有复杂性、不稳定性、多面性及遗传多样性。因此,各牡丹品种抗冷性的测定除冰点及过冷点的测定外仍需要生理生化及分子生物学的相关学科的专家学者综合评定,进而为中原牡丹向全国推广提供理论与实践指导^[20-22]。

参考文献

- [1] 成仿云,李嘉珏,陈德忠.中国紫斑牡丹[M].北京:中国林业出版社,2005.
- [2] 李宗艳.滇中地区引种牡丹的生态分析[J].云南林业科技,2003(2):47-49.
- [3] 任丽,岳桦.4种中原牡丹在哈尔滨地区的抗寒性研究[J].植物研究,2010,30(2):228-237.
- [4] 张黎,施孝贞.银川灌区紫斑牡丹引种试验[J].农业科学研究,2005,26(1):34-36.
- [5] Meng Q R, Liang Y Q, Wang W F, et al. Study on supercooling point and freezing point in floral organs of apricot[J]. Agricultural Sciences in China, 2007, 6(11): 1330-1335.
- [6] 史国安,杨正申,王长忠,等.温度和化学药剂对牡丹切花乙烯释放及贮藏品质的影响[J].北方园艺,1997(6):62-63.
- [7] 贺漫媚,朱纯,陈妙贤,等.温度对多花野牡丹花芽分化的影响[J].广西热带农业,2006(6):44-45.
- [8] 田玉广.牡丹开花质量受温度影响试验浅析[J].陕西农业科学,2010

(4):85-86.

- [9] 申春苗,汪良驹,王文辉,等.12个梨品种果实冰点温度的测定与影响因素分析[J].南京农业大学学报,2011,34(1):35-40.
- [10] 姚明华,徐跃进,李晓丽,等.茄子耐冷性生理生化指标的研究[J].园艺学报,2001,28(6):527-531.
- [11] 张翠英,王英,黄玉芳,等.气候变暖对菏泽牡丹花期的影响及花期预测模型[J].中国农业气象,2009,30(2):251-253.
- [12] Reyes-Diaz M, Ulloa N, Zuniga-Feest A, et al. Arabidopsis thaliana avoids freezing by supercooling[J]. Journal of Experimental Botany, 2006, 57(14):3687-3696.
- [13] James C, Seignemartin V, James S J. The freezing and supercooling of garlic (*Allium sativum* L.) [J]. International Journal of Refrigeration, 2009, 32:253-260.
- [14] 胡位荣,张昭其,蒋跃明,等.采后荔枝冰温贮藏的适宜参数研究[J].中国农业科学,2005,38(4):797-802.
- [15] 鲁周民,张忠良,江海清,等.采后板栗冰点及呼吸强度变化研究[J].西北林学院报,2002,17(1):11-14.
- [16] 史国安,孟海燕,李委涛,等.牡丹花器官结冰点和过冷却点的研究[J].园艺学报,2011,38(S):2627.
- [17] 王俊娟,叶武威,樊保香.陆地棉不同生长阶段抗冷性初报[J].中国棉花,2006,33(4):8-9.
- [18] Li T G, Visperas R M, Vergara B S. Correlation of cold tolerance at different growth stages in rice[J]. Acta Horticulturae Sinica, 1981, 23(3):203-207.
- [19] 金研铭,徐惠风,李亚东,等.牡丹引种及其抗寒性的研究[J].吉林农业大学学报,1999,21(2):37-39.
- [20] 王毅,杨宏福,李树德.园艺植物冷害和抗冷性的研究[J].园艺学报,1994,21(3):239-244.
- [21] 赵雪梅.国内牡丹引种栽培研究[J].赤峰学院学报(自然科学版),2010,26(2):22-24.
- [22] 张革艳.北方地区引种牡丹的栽培技术[J].北方园艺,2007(8):167-168.

Changes of Cold Resistance of Floral Organs During Sprout in Different Tree Peony Cultivars

WANG Wei¹, ZHANG Xu-dong^{1,2}, SHI Jiang¹, GAO Shuang-cheng¹, WANG Zhe¹, SHI Guo-an¹

(1. Luoyang Key Laboratory of Peony Biology, College of Agriculture, Henan University of Science and Technology, Luoyang, Henan 471003;

2. College of Forestry, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: Taking the cultivars ‘Luoyanghong’ and ‘Fengdanbai’ of tree peony as test materials, the supercooling points (SCP) and freezing points (FP) of tree peony were measured in seven different parts (old stem, squama, initial leaf, initial stem, bract, sepal, petal) by thermocouple, the changes of cold resistance of floral organs were studied. The results showed that with floral organs sprouting, the supercooling point and the freezing point increased, which indicated that the cold resistance decreased. The cold resistance of ‘Luoyanghong’ was stronger than that of ‘Fengdanbai’. Comparing supercooling points of the seven parts of the same stage, freezing points displayed apparent diversity and the cold resistances of initial stems and sepals were the strongest. The results suggested that tree peony had the ability to resist sudden changes of cryogenic climate around -3°C to -5°C before flowering.

Key words: tree peony; floral organ; supercooling point; freezing point; cold resistance