

外源物质对大扁杏花器抗寒性的影响

白建军

(甘肃省林业科学技术推广总站, 兰州 730046)

摘要:早春异常低温常会对大扁杏花器官造成伤害,导致大扁杏产量降低甚至绝产。本试验采用两种植物生长调节剂(赤霉素、芸苔素)和稀土微肥处理样树,在蕾期和花期分别测定其花器官中脯氨酸、MDA 含量。结果表明:浓度大于等于 1.4 mg/mL 的芸苔素溶液可以提高低温胁迫后花器官中脯氨酸含量,还可以抑制低温胁迫下脂膜过氧化作用,并降低低温胁迫下花器官中 MDA 含量;浓度大于等于 0.08 mg/mL 的赤霉素溶液可以抑制低温胁迫下脂膜过氧化作用,并降低低温胁迫下花器官中 MDA 含量;低温稀土微肥对低温胁迫后花器官中脯氨酸、MDA 含量影响较小。

关键词:植物生长调节剂;脯氨酸;MDA;稀土微肥;大扁杏;花器;冻害

中图分类号:S662.2, S482.99 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-7461(2008)01-0082-05

Effects of Exogenous Regulating Substances on Cold Resistance Capacity of *Prunus armeniaca* × *sibirica* Blossom Organs

BAI Jian-jun

(Gansu Forestry Science and Technology Extension Station, Lanzhou, Gansu 730046, China)

Abstract: Abnormal low temperature in early spring often hurts blossom organs of *Prunus armeniaca* × *sibirica*, resulting in low yields or even no yields of the fruit. In this experiment, we treated the trees with two kinds of plant hormones (GA, BR) and rare element fertilizer. During the flower-bud period and blossom period, we measured the contents of proline and molondialdepioyde in blossom organs both under the normal temperature and the artificial cold stress. The results showed that much higher BR could improve proline content in the blossom organs in cold stress. The treatment also repressed the membrane lipid peroxidation effects and decreased the molondialdepioyde content. Much higher GA can repress the membrane lipid peroxidation effects and decreased the molondialdepioyde content; Rare element fertilizer showed little effect on proline content and moiondialdepioyde content.

Key words: plant hormones; proline; MDA; rare element fertilizer

大扁杏(*Prunus armeniaca* × *sibirica*)是蔷薇科杏属植物,其适应性强,结果年限长,栽培要求较低,管理容易,近几年在我国北方栽培面积逐年增多,成为“三北”地区推行“退耕还林还草”生态建设的良好树种。但是,大扁杏存在着产量低且不稳定的问题^[1],其主要原因大扁杏花期常遭遇异常低温危害,低温危害表现:第一花期花粉粒发展缓慢,败育花多,不完全花比率高,坐果率低;第二阻碍昆虫活动,影响正常受粉受精,从而造成大幅度的减产;第三冻坏花器官,使其失去授粉受精能力或死亡。

如何防治冻害是国内外关注的焦点之一。国外对大扁杏的相关报道很少。国内对其花期防冻技术研究如下:其一,对其花期抗寒品种的选育^{[1][12]};其二,通过生产栽培管理技术提高园内温度,达到防冻目的^[3]。其三,研究 INA(ice nucleation activity bacteria 简称 INA 细菌)细菌与杏花器官抗寒性的关系^[4]。其四:研究植物生长调节剂对花期花器官抗寒性影响^[5]。然而,多种植物生长调节剂(如 GA、BR、稀土元素)混合使用对大扁杏花期花器官抗寒性的影响尚未报道。因此,本试验通过 GA、BR、稀土 3 种

收稿日期:2006-06-05 修回日期:2007-07-18

作者简介:白建军(1968-),男,甘肃甘谷人,工程师,现主要从事林业科学技术研究与推广工作。

植物生长调节剂混合使用,研究其对大扁杏花器抗寒性的影响。

1 研究地区概况

研究区位于甘肃省中部干旱黄土区的会宁县杨集乡陇川苗圃。当地海拔 1 510 m,主要土壤类型为灰钙土,成土母质为黄土。土壤 pH 为 7.80,有机质含量约为 9 g/kg,全盐含量为 26 g/kg,肥力状况较差,土壤贫瘠。年平均气温 8℃,绝对低温-27℃,绝对高温 37.3℃,≥10℃的年积温为 2 520.3℃。年平均降雨量 312.8 mm,蒸发强烈,干燥度为 3.24,无霜期 173 d,属温带季风性气候地带。

2 材料与方法

2.1 研究材料

试验材料选筛选甘肃省近年引进较成功、有较强抗性正常生长的大扁杏(龙王帽),龙王帽于 1999 年 3 月 19 日在会宁县杨集乡陇川苗圃定植。

2.1 试验方法

试验采用喷施 GA、BR 和稀土微肥 3 种植物外源物质处理。每种植物外源物质有 3 个水平(表 1)。2005 年 3 月,在试验地内,按照正交试验设计布置喷施植物外源物质试验共 18 个处理,每个处理设置样树 3 棵,另设空白对照 3 棵,试验重复 3 次。

表 1 大扁杏丰产园正交试验因素水平

Table 1 The elements and levels of orthogonal experiments design for high-yield apricots orchard

试验水平	试验因素		
	赤霉素 A/g·L ⁻¹	芸苔素 B/g·L ⁻¹	稀土微肥 C/g·L ⁻¹
水平 1	0.02	0.70	0.40
水平 2	0.05	1.05	0.60
水平 3	0.08	1.40	0.80

对大扁杏在花芽萌动期喷施 3 种外源物质处理,3 月 7~8 日喷施 GA,9~10 日喷施 BR,11 日喷施稀土微肥。在大扁杏花蕾期,于 3 月 15 日从正常发育枝条剪取花枝(花蕾总重>2.00 g),分别摘取 0.30 g 花蕾测定 MDA 的含量和 Pro 的含量,剩余花枝用纱布包裹放在生化培养箱在-4~-2℃低温处理 24 h,取出平衡 10 h 后,分别摘取 0.30 g 花蕾测定 MDA 的含量和 Pro 的含量。在大扁杏花期,4 月 2 日从正常发育枝条剪取花枝(花朵总重>2.00 g),分别摘取 0.30 g 花朵测定 MDA 的含量和

Pro 的含量,剩余花枝用纱布包裹放在生化培养箱在-2~0℃低温处理 24 h,取出平衡 10 h 后,分别摘取 0.30 g 花朵测定 MDA 的含量和 Pro 的含量。MDA(丙二醛)测定硫代巴比妥酸法,Pro 含量的测定采用磺基水杨酸法^[14]。

试验测得数据如下结果(表 2)。

表 2 大扁杏花器抗寒生理指标含量表

Table 2 Results of resistance of flower

编号	花蕾脯氨酸含 量/mg·ml ⁻¹	花蕾 MDA 含量 /mg·ml ⁻¹	花朵脯氨酸含 量/mg·ml ⁻¹	花朵 MDA 含 量/mg·ml ⁻¹
1	0.304	0.211	0.125	0.816
2	0.339	0.161	0.128	0.786
3	0.267	0.514	0.118	1.188
4	0.252	0.522	0.122	1.213
5	0.413	0.523	0.140	0.765
6	0.402	0.483	0.137	1.026
7	0.294	0.736	0.111	1.320
8	0.314	0.767	0.082	1.401
CK	0.178	0.316	0.147	0.587

3 结果与分析

Pro 积累与逆境下植物体内 Pro 含量的增加是植物体对外界环境变化适应的结果,低温胁迫植株体内 Pro 含量的增加与植株抗寒性的增强切相关。MDA 含量是细胞膜脂质过氧作用的反映,MDA 的含量可以作为判断植物抗寒力的一项生理指标,MDA 的含量和植物的抗寒性有一定的负相关。

3.1 单项喷施外源物质对大扁杏花器抗寒性影响

3.1.1 喷施 GA 对大扁杏花器抗寒性的影响 本试验结果表明,喷施 GA 对大扁杏花器 Pro 的积累和 MDA 含量减少效果显著(图 1,图 2)。其中,花蕾中 Pro 的积累和 MDA 含量减少以喷施 GA 水平 1 (0.02 g/L¹ GA)效果最为明显;花朵中 Pro 的积累以喷施 GA 水平 2 (0.05 g/L GA)效果最为明显;MDA 含量减少以喷施 GA 水平 1 (0.02 g/L GA)效果最为明显。在各喷施处理水平之间,不同处理样树上的花蕾中 Pro 的积累表现出随 GA 喷施量的增加而减小的趋势,而花朵中表现出喷施 GA 有利于 Pro 的积累,但各喷施处理水平及对照差异不显著,这说明喷施 GA 水平 1 有利于花器在逆境条件下 Pro 的积累;不同处理样树上的花蕾和花朵中 MDA 含量表现出随 GA 喷施量的增加而增加的趋势,说明喷施 GA 水平 1 有利于花器在逆境条件下抑制 MDA 产生。

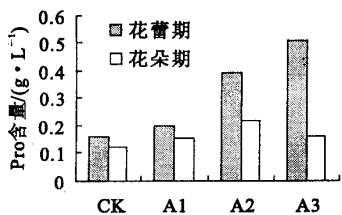


图 1 喷施 GA 对大扁杏花器脯氨酸含量的影响
Fig. 1 Effect of fertilizer on proline content of flower

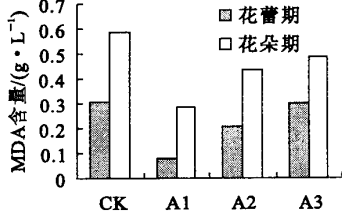


图 2 喷施 GA 对大扁杏花器 MDA 含量的影响
Fig. 2 Effect of fertilizer on MDA content of flower

3. 1. 2 喷施 BR 对大扁杏花器抗寒性的影响 试验结果表明,喷施 BR 对大扁杏花器 Pro 的积累和 MDA 含量减少效果显著(图 3,图 4)。其中,花蕾中 Pro 的积累和 MDA 含量减少以喷施 BR 水平 3 (0.08 g/L BR)效果最为明显,花朵中 Pro 的积累以喷施 BR 水平 2 (0.05 g/L BR)效果最为明显,MDA 含量减少以喷施 BR 水平 3 (1.40 g/L BR)效果最为明显。在各喷施处理水平之间,不同处理样树上的花蕾中 Pro 的积累表现出随 BR 喷施量的增加而增加的趋势,而花朵中表现出喷施 BR 有利于 Pro

的积累,但各喷施处理水平及对照差异不显著,这说明喷施 BR 水平 3 有利于花器在逆境条件下 Pro 的积累,喷施 BR 水平 2 效果较显著;总的来说,不同处理样树上的花蕾和花朵中 MDA 含量表现出随 BR 喷施量的增加而减少的趋势,说明喷施 BR 水平 3 有利于花器在逆境条件下抑制 MDA 产生。

3. 1. 3 喷施稀土微肥对大扁杏花器抗寒性的影响 试验结果表明,喷施稀土微肥对大扁杏花器 Pro 的积累和 MDA 含量减少有一定作用(图 5,图 6),但各喷施处理水平及对照差异不显著。

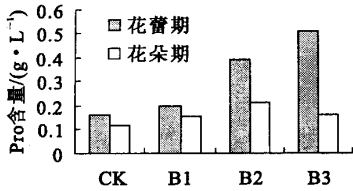


图 3 喷施芸苔素对大扁杏花器脯氨酸含量的影响
Fig. 3 Effect of fertilizer on proline content of flower

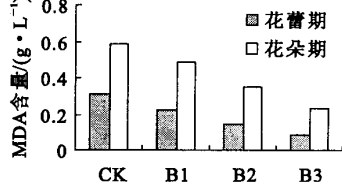


图 4 喷施芸苔素对大扁杏花器 MDA 含量的影响
Fig. 4 Effect of fertilizer on MDA content of flower

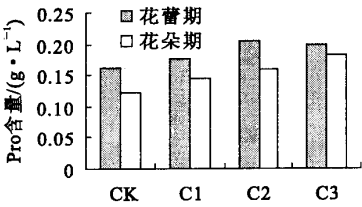


图 5 喷施稀土微肥对大扁杏花器脯氨酸含量的影响
Fig. 5 Effect of fertilizer on proline content of flower

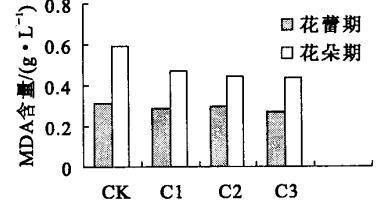


图 6 喷施稀土微肥对大扁杏花器 MDA 含量的影响
Fig. 6 Effect of fertilizer on MDA content of flower

对试验结果的分析进一步表明,合理分别喷施 GA、BR、稀土微肥对大扁杏花器抗寒性有影响,在低温胁迫下,不同处理水平花器中 Pro 含量高于对照,不同处理水平花器中 MDA 含量低于对照。而且各处理水平及对照花蕾 Pro 含量明显高于花朵,花蕾 MDA 含量明显低于花朵,说明花蕾的抗寒性强于花朵。

3. 2 交叉喷施外源物质对大扁杏花器抗寒性影响
3. 2. 1 交叉喷施外源物质对大扁杏花蕾 Pro 含量的影响 从表 3 可看出,喷施 BR(B)对大扁杏花蕾中 Pro 积累影响最大,其次为 GA(A),再为交叉喷施 GA 和 BR,而单施稀土微肥(C)、交叉喷施 GA 和稀土微肥、交叉喷施稀土微肥和 BR 施作用影响不明显。

表 3 大扁杏丰产园喷施处理花器脯氨酸含量的方差分析

Table 3 Variance analysis of proline content in fertilizer treated flower for high-yield apricots orchard					
变异来源	Df	SS	MS	F	Fa
A	2	0.009 4	0.004 70	11.83	$F_{0.1}(2,7)=3.26$
B	2	0.012 6	0.006 30	15.64	$F_{0.1}(4,7)=2.96$
C	2	0.001 6	0.000 80	1.93	$F_{0.05}(4,7)=4.12$
A×B	4	0.023 2	0.005 80	11.61	$F_{0.01}(4,7)=7.85$
A×C	4	0.003 6	0.000 90	1.78	
B×C	4	0.002 4	0.000 60	1.18	
e	7	0.001 0	0.000 13		
总变异	17				

回归分析,得方程:

$$\hat{y}=0.143\ 2-0.034\ 3x_1+0.039\ 8x_2-0.012\ x_1x_2$$
 (1)

\hat{y} 为大扁杏花器中生理指标含量增减量; x_1 为 GA 喷施浓度; x_2 为芸苔素喷施浓度; x_2 为稀土微肥喷施浓度。下同。

从回归方程(1)看出,喷施 GA 浓度与大扁杏花蕾 Pro 含量增量呈负相关,喷施 BR 浓度与大扁杏花蕾 Pro 含量增量呈正相关,喷施稀土微肥浓度与大扁杏花蕾 BR 含量增量不相关。试验浓度范围内,喷实施高浓度 GA 不利于大扁杏花器官中 Pro 含量的增加,此与图 1 结果相符;喷施高浓度 BR 利于大扁杏花器官中 Pro 含量增加,此与图 3 结果相符。

3.2.2 喷施外源物质对大扁杏花蕾 MDA 含量的影响 从表 4 可看出,喷施土 BR(B)抑制大扁杏花蕾中 MDA 积累影响最大,其次为交叉喷施 GA 和 BR,再为 GA(A),而单施稀土微肥(C)、交叉喷施 GA 和稀土微肥、交叉喷施稀土微肥和 BR 施作用影响不明显。

表 4 大扁杏丰产园喷施处理花蕾 MDA 含量的方差分析

Table 4 Variance analysis of MDA content in fertilizer treated flower for high-yield apricots					
变异来源	Df	SS	MS	F	Fa
A	2	0.014 0	0.007 00	8.78	$F_{0.1}(2,7)=3.26$
B	2	0.016 0	0.008 00	9.54	$F_{0.1}(4,7)=2.96$
C	2	0.005 6	0.002 80	2.43	$F_{0.05}(4,7)=4.12$
A×B	4	0.009 0	0.002 25	8.30	$F_{0.01}(4,7)=7.85$
A×C	4	0.002 5	0.000 63	1.22	
B×C	4	0.002 2	0.000 55	1.08	
e	7	0.000 9	0.001 29		
总变异	17				

经回归分析,得方程:

$$\hat{y}=0.07+0.042x_1-0.44x_2$$
 (2)

万方数据

从回归方程(2)看出,喷施 GA 浓度与大扁杏花蕾 MDA 含量增量呈正相关,喷施 BR 浓度与大扁杏花蕾 MDA 含量增量呈负相关,喷施稀土微肥浓度与大扁杏花蕾 MDA 含量增量不相关。试验浓度范围内,喷实施高浓度 GA 有利于大扁杏花蕾中 MDA 含量的增加,此与图 2 结果相符。

3.2.3 交叉喷施外源物质对大扁杏花蕾 Pro 含量的影响 从表 5 可看出,喷施土 BR(B)对大扁杏花蕾中 Pro 积累影响最大,其次为交叉喷施稀土微肥和 BR,再为交叉喷施 GA 和 BR,而单施 GA(A)、稀土微肥(C)、交叉喷施 GA 和稀土微肥作用影响不明显。

经回归分析,得方程:

$$\hat{y}=0.026\ 7-0.012\ 6Z_2+0.009\ 3Z_1Z_2+0.004\ 7\ Z_1Z_3$$
 (3)

从回归方程(3)看出,喷施 BR 浓度与大扁杏花蕾 BR 含量增量呈正相关,喷施稀土微肥浓度与大扁杏花蕾 BR 含量增量不相关,喷施 GA 浓度与大扁杏花蕾 BR 含量增量不相关,但喷施交叉 GA 和稀土微肥、稀土微肥和 BR 浓度与大扁杏花蕾 Pro 含量增量正相关。

表 5 大扁杏丰产园喷施处理花器脯氨酸含量的方差分析

Table 5 Variance analysis of proline content in fertilizer treated flower for high-yield apricots orchard					
变异来源	Df	SS	MS	F	Fa
A	2	0.001 6	0.000 80	2.24	$F_{0.1}(2,7)=3.26$
B	2	0.013 0	0.006 30	14.60	$F_{0.1}(4,7)=2.96$
C	2	0.001 2	0.000 60	1.76	$F_{0.05}(4,7)=4.12$
A×B	4	0.007 4	0.001 86	5.84	$F_{0.01}(4,7)=7.85$
A×C	4	0.002 5	0.000 63	1.22	
B×C	4	0.022 0	0.000 50	11.93	
e	7		0.000 13		
总变异	17				

3.2.4 喷施外源物质对大扁杏花蕾 MDA 含量的影响 从表 6 可看出,喷施土 BR(B)抑制大扁杏花蕾中 MDA 积累影响最大,其次为 GA(A),再为交叉喷施 GA 和 BR,而单施稀土微肥(C)、交叉喷施 GA 和稀土微肥、交叉喷施稀土微肥和 BR 作用影响不明显。

经回归分析,得方程:

$$\hat{y}=0.479-0.067x_1-0.2173x_2$$
 (4)

进一步从回归方程(4)看出,喷施 GA 浓度与大扁杏花蕾 MDA 含量增量呈负相关,喷施 BR 浓度与大扁杏花蕾 MDA 含量增量呈负相关,喷施稀土

微肥浓度与大扁杏花朵 MDA 含量增量正相关。试验浓度范围内,喷施高浓度 GA 有利于抑制大扁杏花朵中 MDA 含量的增加,此与图 2 结果一致;同时喷施高浓度 BR 有利于抑制大扁杏花朵中 MDA 含量的增加,此与图 2 结果一致。

表 6 大扁杏丰产园喷施处理花蕾 MDA 含量的方差分析
Table 6 Variance analysis of MDA content in fertilizer treated flower for high-yield apricots orchard

变异来源	Df	SS	MS	F	Fa
A	2	0.03569	0.017845	22.30	$F_{0.1}(2,7)=3.26$
B	2	0.03780	0.018900	26.03	$F_{0.1}(4,7)=2.96$
C	2	0.00560	0.00280	2.43	$F_{0.05}(4,7)=4.12$
A×B	4	0.04126	0.010315	15.44	$F_{0.01}(4,7)=7.85$
A×C	4	0.0025	0.00063	1.22	
B×C	4	0.0022	0.00055	1.08	
e	7	0.0009	0.00129		
总变异	17				

4 结论和讨论

通过合理喷施外援物质调整植物各种渗透调节物质的合成、代谢,在受到低温胁迫下,提高植物 Pro 含量,抑制植物发生膜脂过氧化作用,减少植物 MDA 含量,可以达到增强植物的抗寒性的目的。综合本试验中各喷施处理对抗寒指标的影响发现,无论在那个处理水平,各处理水平花器中 Pro 含量都高于对照,不同处理水平花器中 MDA 含量都低于对照,此结果表明喷施 GA、BR、稀土微肥对大扁杏花器抗寒性有影响作用。

大扁杏花器抗寒性指标的变化主要受蕾期喷施外援物质单项和交互作用的影响,可明显提高大扁杏花器中 Pro 含量,同时明显降低大扁杏花器 MDA 含量。其中,高大扁杏花器中 Pro 含量最好的喷施方案为:蕾期 0.02 g/L GA+1.40 g/L BR,花期 0.08 g/L GA+1.40 g/L BR;降低大扁杏花器 MDA 含量最好的喷施方案为:蕾期 0.02 g/L GA+1.05 g/L BR,花期 0.08 g/L GA+1.40 g/L BR。在早春低温下 0.05 g/L GA、0.08 g/L GA 浓度不利于花蕾对其吸收,随着气温升高,0.008 g/L GA 浓度利于花朵对其吸收;不同喷施影响大扁杏

花器抗寒性的机理是复杂的,在同一施肥水平下,大扁杏的光合作用、蛋白质代谢、碳水化合物代谢处于不同的水平,导致其 Pro、MDA 含量不能同时达到最佳状态。由于目前对控制植物低温胁迫反应的调节网络(regulatory network)还不完全了解,所以,究竟哪一种或哪几种抗寒指标对大扁杏抗寒性评价的贡献最大,仍需进一步研究。

稀土微肥对低温胁迫下花器官中 Pro、MDA 含量影响较小。分析其原因,认为可能由于所选抗寒指标与稀土微肥浓度的相关性不明显,Pro 含量、MDA 含量并不能准确反映出稀土微肥对大扁杏花器官抗寒力的影响。稀土微肥不能很好的保护自由基清除系统,从而抑制低温胁迫下花器官中膜脂过氧化作用。所以,针对稀土微肥的作用机理研究有待于进一步深入。

参考文献:

[1] 王飞,王华,李嘉瑞,等. 杏品种花期耐寒性研究[J]. 园艺学报, 1999. 26(6):356-359.

[2] 张加延. 中国李杏资源及开发利用研究[M]. 北京:中国林业出版社,1997. 154-170.

[3] 胡键平. 仁用杏丰产栽培技术的初探[J]. 山西果树, 2001 (4): 54-56.

[4] 杨建民,李绍华. 冰核细菌对杏花器官抗寒性的影响[J]. 园艺学报,2002. 29(1):20-24.

[5] 韩宏伟,王建友. 植物生长调节剂对巴旦杏保花保果效应的研究[J]. 新疆农业科学,2002,38(2):66-69.

[6] 潘瑞炽. 植物生理学[M]. 北京:高等教育出版社,2001. 180-200.

[7] 袁志发. 实验设计及分析[M]. 北京:高等教育出版社,2001. 346-387.

[8] 罗正荣. 植物激素与抗寒力的关系[J]. 植物生理学通讯, 1989(3):70-72.

[9] 石雪晖. 低温胁迫对柑橘离体叶片质膜透性和 MDA 及 V-C 的含量的影响[J]. 湖南农业大学学报,1997. 23(1):36-40.

[10] 蔺经. 渗透胁迫对杏叶片膜脂过氧化及保护酶的影响[J]. 北方果树,2001(3):9-11.

[11] 王荣富. 植物抗寒指标的种类及其应用[J]. 植物生理学通讯,1987(3):49-45.

[12] 冯建灿,张玉洁. 低温胁迫对喜树幼苗 SOD 活性、MDA 和脯氨酸含量的影响[J]. 园艺学报. 2001. 28(2):197-202.

[13] 高俊风. 植物生理学实验技术[M]. 西安世界图书出版社, 2001. 197-202.