

大樱桃不同品种花器官抗寒性的初步研究

施海燕^{1,2}, 呼丽萍^{1,2}

(1. 甘肃省大樱桃工程技术研究中心, 甘肃 天水 741001; 2. 天水师范学院, 甘肃 天水 741001)

摘要:以“先锋”、“红灯”、“宇宙”、“佳红”、“巨红”、“早大果”、“胜利”、“8-102”、“8-129”大樱桃品种为试材, 观察和测定了蕾期及盛花期经 4、2、0、-2、-4、-5、-6℃人工低温胁迫处理后的受冻指数、电导率、MDA 含量、可溶性糖含量、花粉活力变化。结果表明: 9 个大樱桃品种的抗冻能力依次为: “先锋” > “红灯” > “巨红” > “早大果” > “宇宙” > “胜利” > “佳红” > “8-129” > “8-102”; 大樱桃不同花器官在同一低温条件下, 抗冻能力依次为花瓣 > 花梗 > 雄蕊 > 雌蕊, 蕾期抗寒性大于盛花期; 花粉活力随着低温胁迫的加剧而迅速降低。

关键词:大樱桃; 花粉活力; 生理指标; 抗寒性

中图分类号:S 662.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)02-0005-04

大樱桃原产于欧洲, 引入我国栽培已有一百多年, 是目前栽培效益最高的果树树种之一。但大樱桃在开花期易遭受低温冻害, 轻者出现减产, 重者造成绝收, 从而给生产带来巨大的经济损失。因此, 低温冻害已成为大樱桃生产和发展的主要限制因素之一^[1]。天水地区地处东经 104°35′~106°44′、北纬 34°05′~35°10′之间, 年均气温 11.5℃, 年均降水量 574 mm。据调查, 2010 年 4 月的冻害造成天水大樱桃全面绝收, 直接经济损失达 7 000 万元以上。如何避免和减轻低温危害, 选育出花期

抗寒性强的品种, 是近年来不少学者一直在研究的课题。目前有关果树抗寒生理、种质资源的抗寒性鉴定以及抗寒育种等方面的研究取得了很大的进展, 但有关大樱桃的研究多集中在品种生物特性及抗寒栽培技术等方面^[2-9], 对其抗寒性的研究则较少。该试验研究了 9 种大樱桃品种花器官的抗寒性, 对大樱桃抗寒品种的选育以及制定有效的防冻措施具有重要的理论和现实意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料分别采自天水市果树研究所大樱桃 (*Prunus avium* L) 品种园和天水师范学院生物园, 品种为“先锋”、“红灯”、“宇宙”、“佳红”、“巨红”、“早大果”、

第一作者简介:施海燕(1973-), 女, 甘肃天水人, 硕士, 讲师, 现主要从事植物学方面的研究工作。

收稿日期:2011-10-08

Effects of AM Fungi on Drought Tolerance of *Artemisia ordosica* in Unsterilized Soil

ZHANG Huan-shi^{1,2}, QIN Pei², PAN Shao-ming¹, HE Xue-li³

(1. High-tech Research Institute, Nanjing University, Lianyungang, Jiangsu 222000; 2. Halophyte Research Lab of Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210093; 3. College of Life Science and Technology, Hebei University, Baoding, Hebei 071002)

Abstract: The effects of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) (*Glomus mosseae* and the indigenous AM fungi) on growth and drought tolerance of *Artemisia ordosica* in unsterilized soil was studied in potted culture under well water and drought stress conditions. The results indicated that AMF colonization on *A. ordosica* was significantly decreased by drought stress. Branch number, plant fresh and dry weight of *A. ordosica* were increased by inoculation with AMF under well-watered and drought stress conditions, but height of shoots and stem diameter and plants water status were not significantly improved. Inoculation of the indigenous AMF notably improved the contents of N and P in roots when compared with non-mycorrhizal plant under drought stress, AM fungi inoculation could enhance the contents of the soluble protein, Chl of leaves, and promote the activity of superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), peroxidase (POD), decrease the leaf content of MDA. Thus, the ability of drought resistance of *A. ordosica* was promoted by inoculating the AMF.

Key words: AM fungi; drought stress; *Artemisia ordosica*; unsterilized soil

“胜利”、“8-102”、“8-129”，树龄 12 a。于蕾期、盛花期在树冠中部分别剪取各品种生长健壮、枝龄和物候期一致的花枝，带回实验室备用。

1.2 试验方法

将花枝分别置于 4、2、0、-2、-4、-5、-6℃ 7 个温度条件下进行人工低温胁迫，12 h 后取出，于室内静置 20 min，进行受冻指数和生理指标的观察与测定。

1.3 项目测定

1.3.1 受冻指数 各处理的材料分别随机抽样 60 朵花，统计蕾期、盛花期的花及花器官(花瓣、雄蕊、雌蕊、花梗)受冻情况，冻害分级标准为：0 级：无变褐现象；1 级：器官褐变面积为 0~25%；2 级：器官褐变面积为 25%~50%；3 级：器官褐变面积为 50%~75%；4 级：器官褐变面积为 75%~100%。按下式计算受冻指数：受冻指数 = $\sum(\text{受冻级别} \times \text{该级褐变花朵数}) / (\text{总花朵数} \times \text{最高级别数}) \times 100$ 。

1.3.2 质膜透性 低温胁迫后，各处理随机摘取 30 朵花分别浸泡在蒸馏水中放置 24 h 后，进行过滤，测定滤出溶液的电导值^[10]。

1.3.3 MDA 含量 采用硫代巴比妥酸(TBA)法，参照张志良等^[10]的方法进行测定。

1.3.4 可溶性糖含量 采用双组分分光光度计法，参照张志良等^[10]的方法进行测定。

1.4 数据分析

各项生理指标测得结果均使用 Spss 16.0 进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同低温胁迫后不同品种花的受冻指数

由表 1、表 2 可知，9 个供试品种，无论是花蕾还是花朵，经低温胁迫处理后，其花器官各组织(花瓣、雄蕊、雌蕊、花梗)均开始褐变，呈水渍状，并萎蔫皱缩。随冻害程度的加剧，褐变及萎蔫程度加剧。随低温胁迫程度的增强，各品种的受冻指数均呈显著上升的趋势，且花蕾受冻指数均小于盛开花受冻指数。经多重比较分析可知，在同一低温胁迫条件下，各品种受冻指数存在明显差异。说明各品种间存在显著或极显著差异，温度对花器受冻程度有着极其显著的影响。在 -2~-6℃ 范围内，9 个供试品种花蕾的平均受冻指数由小到大依次为：“先锋”、“红灯”、“巨红”、“早大果”、“宇宙”、“胜利”、“佳红”、“8-129”、“8-102”，盛开花朵和花蕾的试验结果一致。此外，花蕾在 -4℃ 时开始出现冻害症状，而花朵则在 -2℃ 时就出现冻害症状，说明花蕾的抗寒性比盛开花强。

该试验选取抗冻性强的前 3 个品种进行同一低温条件下不同器官受冻性比较。由表 3 可知，在 -4℃ 条件下，雌蕊的受冻指数大于雄蕊，雄蕊的受冻指数大于

表 1 大樱桃各品种花蕾在不同低温胁迫下的受冻指数(LSD)

品 种 Cultivar	温度 Temperature/℃						%
	2	0	-2	-4	-5	-6	
“宇宙”“Kocmhgecka”	0	0	0	19.4e	28.7de	50.0b	
“先锋”“Van”	0	0	0	18.1f	25.3f	42.4d	
“胜利”“Hpectnkhan”	0	0	0	20.3d	23.4g	55.9a	
“红灯”“Hongdeng”	0	0	0	17.1g	28.0e	42.7d	
“早大果”“Pynhonnouhax”	0	0	0	16.8g	21.2h	46.2c	
“巨红”“Juhong”	0	0	0	17.4fg	29.4d	44.6c	
“佳红”“Jiahong”	0	0	0	22.2c	30.8c	59.1a	
“8-102”	0	0	0	36.9a	43.6a	56.6a	
“8-129”	0	0	0	32.5b	41.2b	51.0b	

表 2 大樱桃各品种盛开花朵在不同低温胁迫下的受冻指数(LSD)

品 种 Cultivar	温度 Temperature/℃						%
	2	0	-2	-4	-5	-6	
“宇宙”“Kocmhgecka”	0	0	14.7e	29.3c	53.8c	61.3c	
“先锋”“Van”	0	0	11.4f	21.6e	40.5g	52.8f	
“胜利”“Hpectnkhan”	0	0	22.2a	34.4a	45.2f	62.4c	
“红灯”“Hongdeng”	0	0	14.6e	27.1d	37.5h	54.4e	
“早大果”“Pynhonnouhax”	0	0	17.3d	21.7e	50.5d	56.1d	
“巨红”“Juhong”	0	0	16.4d	27.2d	49.3e	55.0de	
“佳红”“Jiahong”	0	0	19.4c	29.7c	57.1a	64.9b	
“8-102”	0	0	21.5ab	32.1b	55.3b	67.8a	
“8-129”	0	0	20.8b	31.2b	53.7c	65.6b	

表 3 -4℃ 条件下大樱桃不同花器官的受冻指数

品 种 Cultivar	The damage index of -4℃ temperature				%
	雌蕊 Pistil	雄蕊 Stamen	花瓣 Petal	花梗 Petal	
“先锋”“Van”	18.1	8.7	8.5	7.4	
“红灯”“Hongdeng”	20.2	17.6	16.8	8.8	
“巨红”“Juhong”	21.7	18.2	18.9	9.5	

花瓣，花瓣的受冻指数大于花梗。即花梗的抗寒性最强，雄蕊和花瓣的抗寒性次之，雌蕊的抗寒性最弱，且 3 个供试品种均表现出一致的变化趋势。

2.2 不同低温胁迫后各品种的电导率

当植物受到低温影响时，细胞的质膜透性会发生不同程度的增大，电解质外渗，以致电导率增大。抗寒性强的品种，细胞透性增大程度较小，且透性的变化可以逆转，容易恢复正常。反之，不抗寒品种的细胞透性增加程度大，且不可逆转，以致造成伤害甚至死亡。因此，品种的电导率越小，其抗寒能力越强^[11]。

由表 4~6 可知，无论是花瓣、雄蕊或雌蕊，经低温胁迫后各品种的电导率均随胁迫程度的增强呈上升趋势，且不同花器官间电导率的变化规律一致。经 LSD 分析，在同一低温胁迫条件下，各品种的电导率存在明显

差异,其电导率值大小依次为:“8-102”、“8-129”、“佳红”、“胜利”、“宇宙”、“早大果”、“巨红”、“红灯”、“先锋”,说明各品种间在低温胁迫后的电导率存在显著差异,不同温度对花器受冻程度也有着极其显著的影响。上述结果与不同品种、不同温度下花及花器官受冻指数的实际调查结果相符,且各品种和花器官的抗寒顺序一致。

表4 大樱桃不同品种花瓣电导率(LSD)

Table 4 The electrolytes of petal in different temperature $\mu\text{S}/\text{cm}$

品 种 Cultivar	温度 Temperature/℃					
	4	2	0	-2	-4	-6
“宇宙”‘Kocmhgecka’	1.58a	1.53a	1.74ab	1.81ab	1.89bc	2.12ab
“先锋”‘Van’	1.49a	1.64ab	1.68b	1.87a	1.95b	2.00b
“胜利”‘Hpectnkhan’	1.60a	1.65a	1.76ab	1.91a	1.82c	2.14ab
“红灯”‘Hongdeng’	1.54a	1.59ab	1.69b	1.89a	1.95b	2.01b
“早大果”‘Pynhonnouhax’	1.58a	1.63ab	1.71ab	1.82ab	1.78c	2.07b
“巨红”‘Juhong’	1.56a	1.60ab	1.74ab	1.67b	1.97ab	2.03b
“佳红”‘Jiahong’	1.62a	1.67a	1.78ab	1.84a	1.98ab	2.21a
“8-102”	1.60a	1.66a	1.79ab	1.86a	2.08a	2.23a
“8-129”	1.62a	1.69a	1.81a	1.85a	2.01ab	2.20ab

表5 大樱桃不同品种雄蕊电导率(LSD)

Table 5 The electrolytes of stamen in different temperature $\mu\text{S}/\text{cm}$

品 种 Cultivar	温度 Temperature/℃					
	4	2	0	-2	-4	-6
“宇宙”‘Kocmhgecka’	1.06b	1.29ab	1.44b	1.85b	2.09ab	2.29ab
“先锋”‘Van’	1.01b	1.24b	1.38bc	1.81b	2.14ab	2.16b
“胜利”‘Hpectnkhan’	1.15ab	1.38a	1.53ab	1.94a	2.18a	2.30ab
“红灯”‘Hongdeng’	1.01b	1.25b	1.40ab	1.92ab	2.05b	2.17b
“早大果”‘Pynhonnouhax’	1.05b	1.28ab	1.53bc	1.84b	2.09ab	2.21b
“巨红”‘Juhong’	1.02b	1.36ab	1.31c	1.78b	2.16ab	2.18b
“佳红”‘Jiahong’	1.16a	1.39a	1.53ab	1.94ab	2.18a	2.40a
“8-102”	1.14ab	1.38a	1.55a	1.96a	2.20a	2.32ab
“8-129”	1.12ab	1.39a	1.57a	1.94ab	2.17a	2.31ab

表6 大樱桃不同品种雌蕊电导率(LSD)

Table 6 The electrolytes of pistil in different temperature $\mu\text{S}/\text{cm}$

品 种 Cultivar	温度 Temperature/℃					
	4	2	0	-2	-4	-6
“宇宙”‘Kocmhgecka’	1.55ab	1.88a	2.12ab	2.32ab	2.68b	2.95b
“先锋”‘Van’	1.45b	1.78a	2.02b	2.42a	2.59c	2.86c
“胜利”‘Hpectnkhan’	1.57a	1.90a	2.14ab	2.35ab	2.72ab	2.99ab
“红灯”‘Hongdeng’	1.47b	1.80a	2.15a	2.26b	2.32d	2.90bc
“早大果”‘Pynhonnouhax’	1.52ab	1.85a	2.11ab	2.41a	2.78a	3.05a
“巨红”‘Juhong’	1.48ab	1.87a	2.05b	2.25b	2.61bc	2.88bc
“佳红”‘Jiahong’	1.57a	1.82a	2.09ab	2.29ab	2.57c	2.96b
“8-102”	1.49ab	1.88a	2.08ab	2.29b	2.73ab	2.95b
“8-129”	1.50ab	1.90a	2.00b	2.30ab	2.79a	2.93bc

2.3 不同低温胁迫下各品种的 MDA 含量

MDA 是膜脂质过氧化产物,其含量多少是膜脂质过氧化作用强弱的一个重要指标。MDA 在低温胁迫下使膜结构和功能受到损伤,使膜透性增加,细胞功能失调,从而导致细胞死亡。在不同的低温条件下,MDA 的

含量与植物的抗寒性呈负相关,抗寒性强的品种 MDA 含量少,抗寒性弱的品种 MDA 含量多^[12-13]。

由表 7 可知,经低温胁迫后各品种 MDA 含量均随胁迫程度的增加而呈上升趋势,但在 MDA 含量上升过程中,出现高峰的早晚不同。LSD 分析表明,不同品种间的 MDA 含量有明显差异,其含量由高到低依次为:“8-102”、“8-129”、“佳红”、“胜利”、“宇宙”、“早大果”、“巨红”、“红灯”、“先锋”,说明不同品种经低温胁迫后的 MDA 含量存在极显著差异,不同温度对花器受冻程度有着极其显著的影响。

表7 大樱桃各品种不同低温胁迫下的 MDA 含量(LSD)

Table 7 The content of malondialdehyde of different

品 种 Cultivar	温度 Temperature/℃					
	4	2	0	-2	-4	-6
“宇宙”‘Kocmhgecka’	0.89ab	0.82b	1.21c	1.28bc	1.90d	2.54b
“先锋”‘Van’	0.78b	0.53d	1.00d	1.04d	1.92d	2.21c
“胜利”‘Hpectnkhan’	0.95ab	0.87ab	1.23bc	1.34b	2.04c	2.59ab
“红灯”‘Hongdeng’	0.82b	0.79b	1.35ab	1.17c	1.87d	2.23c
“早大果”‘Pynhonnouhax’	0.87b	0.66c	1.18c	1.23c	2.06c	2.53b
“巨红”‘Juhong’	0.84b	0.53d	1.41a	1.21c	1.99cd	2.31c
“佳红”‘Jiahong’	0.98a	0.92a	1.29b	1.39ab	2.20b	2.66ab
“8-102”	0.87b	0.64c	1.25bc	1.42ab	2.37a	2.70a
“8-129”	0.85b	0.62c	1.27bc	1.44a	2.34a	2.68a

2.4 不同低温胁迫下各品种的可溶性糖含量

可溶性糖一方面是原生质代谢可直接利用的原料,另一方面又增加了原生质的浓度,使冰点降低,缓冲细胞质过度脱水,保护细胞质胶体不至于遇冷凝固,减少细胞内结冰,因而可以提高植物的抗寒性。在不同低温条件下,可溶性糖的含量与植物的抗寒性呈正相关,抗寒性强的品种可溶性糖含量高^[14]。

由表 8 可知,经低温胁迫后不同品种的可溶性糖含量随温度降低而升高,且不同品种间的可溶性糖含量有明显差异,其含量由高到低依次为:“先锋”、“红灯”、“巨红”、“早大果”、“宇宙”、“胜利”、“佳红”、“8-129”、“8-102”,说明各品种抗冻能力存在极其显著差异。

表8 大樱桃不同品种可溶性糖的含量(LSD)

Table 8 The content of soluble solids of different

品 种 Cultivar	温度 Temperature/℃					
	4	2	0	-2	-4	-6
“宇宙”‘Kocmhgecka’	3.72	3.45	4.33	5.18	7.15	7.83
“先锋”‘Van’	3.91	3.89	4.89	6.30	7.59	8.52
“胜利”‘Hpectnkhan’	3.52	3.21	4.27	4.15	6.42	7.56
“红灯”‘Hongdeng’	3.84	3.81	4.58	5.98	7.74	8.30
“早大果”‘Pynhonnouhax’	3.79	3.65	4.71	5.06	7.12	8.13
“巨红”‘Juhong’	3.77	3.74	4.61	5.24	7.08	8.23
“佳红”‘Jiahong’	3.14	3.04	4.32	4.59	6.23	6.97
“8-102”	3.73	3.68	4.66	5.32	7.13	8.33
“8-129”	3.71	3.70	4.67	5.30	7.26	8.25

2.5 不同低温胁迫后的花粉萌发率

取综合性状好、抗冻性较强的“先锋”进行低温胁迫下花粉萌发率试验。由表 9 可知,在 6 种低温胁迫条件下 12 h 后,“先锋”的花粉萌发率呈现降低趋势,并随着胁迫强度的增加,花粉生活力明显降低,至 -6°C 时,花粉则失去萌发能力。

表 9 不同温度条件下的花粉萌发率

Table 9 The pollen germination rate of different temperature %						
温度 Temperature / $^{\circ}\text{C}$	4	2	0	-2	-4	-6
花粉的萌发率 Pollen germination rate / %	79.14	75.46	39.17	36.91	20.77	0

3 结论与讨论

通过观察和测定 9 个大樱桃品种的花蕾和盛开花在不同低温胁迫处理后的受冻指数、电导率、丙二醛(MDA)含量和可溶性糖含量, 0°C 以上温度条件下,4 项生理指标的变化不大,维持在同一水平;而 0°C 以下,4 项生理指标均随温度的降低而升高。从其生理生化指标的变化规律分析判断可知,9 个品种花器官的抗寒力强弱依次为“先锋”、“红灯”、“巨红”、“早大果”、“宇宙”、“胜利”、“佳红”、“8-129”、“8-102”;蕾期抗寒力大于盛花期,花瓣抗寒力大于雄蕊,雄蕊抗寒力大于雌蕊。花器受冻指数与低温胁迫程度呈显著正相关,各项生理指标均与花的受冻指数的实际观察相符,且各品种的抗寒性顺序一致。另外,试验显示大樱桃花粉萌发率与胁迫温度呈显著负相关,即花粉生活力随着低温胁迫程度的加剧而失去活力。

大樱桃抗寒性是一个非常复杂的生理生化过程,除

受遗传因素、嫁接砧木抗寒力的影响外,还受到自身的生长势、枝条成熟度等因素的影响。但该试验结果可以说明,大樱桃不同品种花器官的抗寒性是有明显差异的。电导率、丙二醛(MDA)含量、可溶性糖含量等生理指标可作为其抗寒性鉴定的有效方法。

参考文献

- [1] 王少敏,高华君,王忠友,等.核果类果树花器霜冻及其防护措施[J].中国果树,2002(1):30-31.
- [2] 胡正刚,王建先,张猛虎.我国甜大樱桃的生产现状及前景[J].烟台果树,1998,62(2):829.
- [3] 于强,秦海林,张述华,等.大樱桃冻害的发生和防御[J].烟台果树,2005,89(1):45.
- [4] 刘润元.提高甜樱桃抗寒性的八项栽培措施[J].北京农业,2000(12):19.
- [5] 谭维军,赵向东,孔维军,等.天水市甜樱桃裂果成因调查[J].甘肃农业科技,2006(8):54-55.
- [6] 张洪胜.大樱桃的采后处理与品质控制[J].烟台果树,2005,91(3):42.
- [7] 杨秀芹,梁郅光,陈超,等.2 种不同肥料对大樱桃叶片和果实品质的影响[J].河北科技师范学院学报,2007,21(4):7-11.
- [8] 张建阁,李泽文,邱景刚.介绍几种甜樱桃的砧木[J].河北果树,1997,33(2):28-29.
- [9] 陈学森.杏及大樱桃花器冻害调查[J].园艺学报,2001,28(4):373.
- [10] 张志良,瞿伟菁.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2004:274-276.
- [11] 曲柏宏.利用电导法测定苹果新品种的抗寒性[J].北方果树,1998(1):5-6.
- [12] 陈贵.提取植物体内的 MDA 的溶剂及 MDA 作为衰老指标的探讨[J].植物生理学通讯,1991,27(3):44-46.
- [13] 李荣富,梁莉,胡晓红,等.低温对杏花丙二醛含量及过氧化物酶与超氧化物歧化酶活性的影响[J].内蒙古农业科技,2005(6):29-30.
- [14] 张基德,李玉梅,陈艳秋,等.梨品种枝条可溶性糖、脯氨酸含量变化规律与抗寒性的关系[J].延边大学农学报,2004,12(4):281-285.

A Preliminary Study on The Cold Resistance of Different *Prunus avium* L. Cultivar

SHI Hai-yan^{1,2}, HU Li-ping^{1,2}

(1. Gansu Engineering Technology Research Centre for *Prunus avium* L. Production, Tianshui, Gansu 741001; 2. Tianshui Normal University, Tianshui, Gansu 741001)

Abstract: Nine *Prunus avium* L. varieties including ‘Van’, ‘Hongdeng’, ‘Juhong’, ‘Pynhonnouhax’, ‘Kocmhqeck’, ‘Hpectnkhan’, ‘Jiahong’, ‘8-129’, ‘8-102’ were used as materials, the changes of cold indexes, electrical conductivity, MDA content, soluble solid and pollen vitality were observed and determined at bud and florescence stage under low temperature stress. The results showed that the descending order of cold resistance of different varieties were ‘Van’ > ‘Hongdeng’ > ‘Juhong’ > ‘Pynhonnouhax’ > ‘Kocmhqeck’ > ‘Hpectnkhan’ > ‘Jiahong’ > ‘8-129’ > ‘8-102’. At the same temperature, the descending order of cold resistance of floral organ were ‘petal’ > ‘pedicel’ > ‘stamen’ > ‘pistil’. The bud stage appeared strong cold resistance. The pollen vitality quickly decreases with increased low temperature stress.

Key words: *Prunus avium* L.; pollen vitality; photosynthetic indexes; cold resistance