

仁用杏 3 个生理指标与抗寒性的关系研究

杨向娜, 魏安智*, 杨途熙, 郑 元

(西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨陵 712100)

摘 要:对低温胁迫下 3 个仁用杏品种 1 a 生休眠枝中可溶性蛋白质含量、SOD 和 POD 酶活性的变化及与抗寒性的关系进行了研究。结果表明,随着温度的降低,可溶性蛋白质含量、SOD 和 POD 活性呈现先上升后下降的变化趋势,且与仁用杏抗寒性呈正相关关系。但可溶性蛋白与抗寒性相关性较小,不宜单独用作抗寒性鉴定指标。SOD 和 POD 活性与抗寒性相关密切, -24°C 时的 SOD 活性或 -28°C 时的 POD 活性可作为快速鉴定仁用杏抗寒性的指标。3 个仁用杏品种休眠期的半致死温度分别为:一窝蜂 -53.7°C 、优一 -50.8°C 、龙王帽 -36.0°C , 其抗寒性排序为一窝蜂 $>$ 优一 $>$ 龙王帽。

关键词:仁用杏;可溶性蛋白;SOD;POD;抗寒性

中图分类号:S662.201

文献标识码:A

文章编号:1001-7461(2006)03-0030-04

Studies on Relationships Between Soluble Protein Contents, SOD and POD Activity and Cold Resistant Ability of 3 Apricot Varieties

万方数据

YANG Xiang-na, WEI An-zhi, YANG Tu-xi, ZHENG Yuan

(College of Forestry, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The changes of soluble protein contents, superoxide dismutase (SOD) and peroxidase (POD) activities and their relationship with cold resistant ability in year dormancy wattles of 3 varieties apricot under high cold stress were studied. The results showed that, with the temperature going down, the trends of soluble protein contents, SOD and POD activity increased at first, then decreased. They were all positively correlated with cold resistant ability of apricot. But there was little correlation between the content of soluble protein and the cold resistance, indicating that the content of soluble protein was not suitable to be used as a appraisal index independently for cold resistance in apricot. SOD and POD activities were closely related to the cold resistance. SOD activity at -24°C and POD activity at -28°C could be used as rapid indexes in cold resistance identify for apricot. The critical lethal temperature of 3 varieties of kernel apricot in one-year-dormancy were -53.7°C (Yiwofeng), -50.8°C (Youyi) and -36.0°C (Longwangmao) respectively. As a result, the order of cold resistance for three varieties studied was Yiwofeng $>$ Youyi $>$ Longwangmao.

Key words: apricot; soluble protein; superoxide dismutase; peroxidase; cold resistance

仁用杏为我国重要的出口创汇型经济树种,我国每年出口杏仁 0.7~0.8 万 $\text{t}^{[1]}$,创汇居我国出口土特产之首位。但是,仁用杏开花早,花期、幼果期极

易遭受低温危害,常导致减产、甚至绝收,给生产造成重大损失^[2,3]。因此,进行仁用杏抗寒性的深入研究,成为近年来仁用杏研究的热点问题之一。

收稿日期:2005-12-14 修回日期:2005-12-27

基金项目:陕西省重大科技项目。

作者简介:杨向娜(1980-),女,陕西蓝田人,在读硕士,主要从事林木遗传改良研究工作。

* 通讯作者:魏安智,男,研究员,主要从事林木遗传育种研究工作。

本试验以仁用杏冻害易发区的陕北地区3个主栽品种“一窝蜂”、“优一”、“龙王帽”为研究对象,分析了仁用杏几个抗寒指标的动态变化规律及其与抗寒性的关系,对3个品种的抗寒性进行了比较,以期

1 材料与方法

1.1 材料

1月上旬,在陕北安塞县的杏种质资源圃中选择8~12 a生、树势中等的“优一”、“龙王帽”、“一窝蜂”仁用杏各3株,在每株外围中部的东、西、南、北4个方向截取长度30 cm左右、直径相近、无病虫害的枝条,立即腊封剪口并装入泡沫箱内带回实验室^[4]。

1.2 低温胁迫处理

将所采得的枝条于超低温冰箱进行人工冷冻处理,处理温度为CK(田间温度-9℃)、-20、-24、-28、-32、-36℃,降温速度为4℃/h,达到所需温度后维持8 h。随后以同样速度升温,达到室温(12℃)时取出并置于室内静置10 h后进行相关指标测定。

1.3 相关指标的测定

- 每样品测定均设3次重复。
- 1.3.1 可溶性蛋白质含量 采用考马斯亮蓝G250法测定^[5]。
- 1.3.2 SOD(超氧化物歧化酶)活性 采用氮蓝四唑比色法测定^[5]。

1.3.3 POD(过氧化物酶)活性 采用愈创木酚比色法测定^[5]。

1.3.4 细胞相对电导率及半致死温度LT₅₀ 用DDS-11C型电导仪测定电导值。每样品称重2.0 g,放入50 mL三角瓶中加入40 mL蒸馏水。于室内静置4 h,测得的电导值为煮沸前电导值(μΩ·cm⁻¹)。然后将样品煮杀10 min,静置2 h,测得的电导值为煮沸后电导值(μΩ·cm⁻¹)。用以下公式求得相对电导率:

电解质渗出率=煮沸前电导值/煮沸后电导值×100

对电解质渗出率配以Logistic方程求得半致死温度LT₅₀^[6],以LT₅₀作为仁用杏实际抗寒性的评定依据。

1.3.5 萌芽率统计 将不同低温处理的材料中的一部分进行沙藏,并于萌芽前进行水培,统计花芽与叶芽萌芽率。

2 结果与分析

2.1 品种抗寒性的确定

由表1可看出,仁用杏电解质渗出率随处理温度的降低呈上升趋势,不同品种间渗出率差异显著,表明品种间抗寒性存在着显著差异。从3个品种渗出率变化趋势可看出,龙王帽变化波动较大,表明该品种对低温比较敏感,抗冻性较差,优一和一窝蜂变化较小,表明对低温变化不敏感,抗冻能力较强。

表1 低温胁迫下仁用杏3个品种的电解质渗出率^①
Table 1 Electrolyte leakage of 3 kernel apricot varieties under low temperature stress

品种	CK	-20℃	-24℃	-28℃	-32℃	-36℃	配合方程	LT ₅₀ /℃	R
一窝蜂	34.69A	36.79A	38.67A	39.79A	40.54A	43.54A	y=15.71/(1+2.36e ^{-0.016x})	-53.73	0.974 7
优一	35.59B	34.35B	36.53B	38.07B	40.21B	43.43B	y=37.73/(1+2.90e ^{0.021x})	-50.78	0.996 6
龙王帽	36.97C	37.52C	42.05C	43.19C	43.67C	52.26C	y=19.91/(1+3.13e ^{-0.032x})	-35.98	0.921 5

①表中的字母A、B、C表示α=0.01极显著水平,凡是相同字母即为差异不显著,不同字母即为差异显著。以下相同。

对电解质渗出率配合Logistic回归方程求得3个品种的半致死温度(LT₅₀)分别为,优一-50.8℃、龙王帽-36.0℃、一窝蜂-53.7℃。说明3个品种中,一窝蜂抗寒能力最强,优一居中,龙王帽最差。这一结论与对低温处理枝条的萌芽率实测结果相符(表2),证明半致死温度能够反映品种的实际抗寒性。

2.2 低温下仁用杏可溶性蛋白、SOD、POD的变化与抗寒性的关系

2.2.1 不同品种可溶性蛋白含量变化及与抗寒性的关系 可溶性蛋白亲水性强,可显著增加细胞亲水力、束缚水含量和原生质弹性,可降低原生质内结冰而致死的温度^[7]。

表 2 不同低温处理后 3 个品种萌芽率与抗寒性

Table 2 Sprout percentage in three apricot varieties under different low temperature and cold resistance

品种		萌芽率/%						抗寒性
		CK	-20℃	-24℃	-28℃	-32℃	36℃	
一窝蜂	叶芽	98.06	80.00	46.23	31.31	26.47	10.23	强
	花芽	95.83	51.43	35.71	16.67	0.00	0.00	
优一	叶芽	96.26	57.69	33.33	20.69	13.46	3.69	中等
	花芽	93.98	40.48	32.14	8.33	0.00	0.00	
龙王帽	叶芽	90.06	40.21	28.63	16.38	11.54	0.00	差
	花芽	90.21	29.17	26.19	7.69	0.00	0.00	

从表 3 可看出,各温度下,抗寒性强的品种可溶性蛋白的含量均高于抗寒性弱的品种,且品种间差异达到极显著,表明蛋白质含量与品种的抗寒性间呈正相关关系。

从 3 品种可溶性蛋白的总体变化趋势来看,随着处理温度的降低,抗寒性不同的品种的可溶性蛋白含量都有一个先上升后下降的变化趋势。其中,抗寒性中等的优一和抗寒性差的龙王帽品种在-28℃时可溶性蛋白含量达到最大,而抗寒性强的一窝蜂

品种可溶性蛋白含量在-32℃时达到最大。表明抗寒性强的品种可溶性蛋白含量峰值出现晚于抗寒性弱的品种。进一步对可溶性蛋白与半致死温度进行相关分析发现,各温度下可溶性蛋白与半致死温度的相关系数为-0.648 9~-0.700 6(表 4),均未达到显著水平,表明可溶性蛋白含量与抗寒性间虽具相关性,但相关较小。因此认为,可溶性蛋白含量不宜单独用作仁用杏抗寒性的评价指标。

表 3 低温胁迫下仁用杏 3 个品种可溶性蛋白质含量、SOD 活性和 POD 活性

Table 3 Soluble protein content, SOD activity and POD activity of 3 kernel apricot varieties under low temperature stress

指标	品种	CK	温度/℃				
			-20℃	-24℃	-28℃	-32℃	-36℃
蛋白质含量 /mg·L ⁻¹	一窝蜂	0.698 4A	0.878 9A	0.950 6A	0.990 0A	1.017 0A	0.971 8A
	优一	0.284 6B	0.296 1B	0.328 1B	0.368 0B	0.351 1B	0.310 3B
	龙王帽	0.235 4C	0.250 7C	0.261 1C	0.322 2B	0.315 7C	0.289 5B
SOD 活性 /u·g ⁻¹ ·h ⁻¹	一窝蜂	605.45A	634.9A	666.32A	691.72A	665.68A	639.67A
	优一	561.10B	588.41B	650.55B	660.82B	626.34B	603.25B
	龙王帽	429.21C	502.56C	547.21C	601.11C	564.89C	549.03C
POD 活性 /u·g ⁻¹ ·h ⁻¹	一窝蜂	118.86A3	132.42A	152.40A	174.37A	196.47A	173.39A
	优一	87.74B	105.56B	149.25B	153.89B	173.85B	133.54B
	龙王帽	28.74C	63.75C	72.95C	100.72C	137.42C	124.66C

2.2.2 不同品种 SOD 活性变化及与抗寒性的关系
SOD、POD 是植物体内的内源保护酶系统,可有效清除因环境胁迫而累积的生物自由基,因而在保护生物免遭逆境伤害方面具有重要作用^[7]。对 3 个仁用杏品种的 SOD 酶活性测定结果表明(表 3),各温度下抗寒性强的品种 SOD 活性均大于抗寒性弱的品种,即一窝蜂>优一>龙王帽。方差分析和多重比较显示,在相同低温下,不仅抗寒性不同的各品种间 SOD 活性总体差异达到极显著,而且抗寒性强的

品种(一窝蜂)与抗寒性中等的品种(优一)间、抗寒性强的品种(一窝蜂)与抗寒性差的品种龙(王帽间)、抗寒性中等的品种(优一)与抗寒性差的品种(龙王帽)间 SOD 活性差异也达到显著水平。说明 SOD 活性与品种的抗寒性呈正相关关系,品种的 SOD 活性越大,其抗寒能力就越强。从总体变化趋势来看,3 个品种的 SOD 活性随温度的变化模式基本相同,明显地表现为先升后降,即在 CK(田间温度)与-28℃间呈上升趋势,在-28℃时达到最大,

之后呈下降。对 SOD 与半致死温度进行相关分析结果显示,各温度下 SOD 与半致死温度的相关系数 $-0.967\ 7\sim-0.999\ 4$ (表 4),其中,以 $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的相关系数($-0.999\ 4$)为最大,且达到显著水平。表明 SOD 活性与仁用杏品种的抗寒性相关密切,可用 $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的 SOD 酶活性反映仁用杏品种的抗寒性。

2.2.3 不同品种 POD 活性变化与抗寒性的关系

从表 3 可以看出,随着温度的降低,在 CK 与 $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间,各品种的 POD 活性随着温度的降低而增大,在 $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时达到最大, $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以后 POD 活性逐渐减小,表明随着温度的降低对细胞膜产生伤害的氧自由基增多,POD 酶清除自由基对膜伤害随之增强,并在 $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时清除自由基对膜伤害的能力达到最大。 $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之后,低温可能已对膜造成严重伤害、对

酶系统造成破坏,导致 POD 活性下降。在不同品种间,POD 活性存在极显著差异,抗寒性强的品种(一窝蜂)POD 活性显著大于抗寒性中等的品种(优一),抗寒性居中的品种(优一)POD 活性显著大于抗寒性较弱的品种(龙王帽)。POD 活性大小排序与品种的抗寒性大小排序一致,表明 POD 活性与品种的抗寒性间具有正向相关关系,品种 POD 活性越大,抗寒能力就越强。相关分析表明,不同温度下 POD 活性与品种的半致死温度间相关系数为 $-0.752\ 1\sim-0.999\ 2$,且在 $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时相关系数最大,并达显著水平,表明 POD 活性与仁用杏品种的抗寒性相关密切,因此,可用 $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的 POD 酶活性反映仁用杏品种的抗寒性。

表 4 低温胁迫下仁用杏生理指标与抗寒性(LT₅₀)的关系

Table 4 Relationship between physiological indexes and cold resistance(LT₅₀)of kernel apricot under low temperature stress

生理指标	相关系数					
	CK	-20℃	-24℃	-28℃	-32℃	-36℃
蛋白质含量	-0.700 6	-0.677 3	-0.694 4	-0.674 8	-0.662 5	-0.648 9
SOD 活性	-0.996 1	-0.980 5	-0.999 4*	-0.982 7	-0.970 9	-0.967 7
POD 活性	-0.981 8	-0.970 7	-0.992 7	-0.999 2*	-0.972 8	-0.752 1

3 结论与讨论

可溶性蛋白、SOD、POD 与仁用杏抗寒性间呈正相关关系,抗寒性强的品种可溶性蛋白含量和 SOD、POD 活性均高于抗寒性弱的品种。随着温度的降低,可溶性蛋白含量和 SOD、POD 活性变化均表现为先上升、后下降的趋势,但抗寒性强的品种可溶性蛋白含量峰值出现早于抗寒性弱的品种。3 个仁用杏品种休眠期的半致死温度分别为,一窝蜂 $-53.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、优一 $-50.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、龙王帽 $-36.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。抗寒力大小为:一窝蜂>优一>龙王帽。

仁用杏可溶性蛋白含量虽然与抗寒性呈正相关关系,但相关性较小,不宜单独用作仁用杏抗寒性的评价指标。由于 SOD、POD 活性与品种的抗寒性相关密切,并分别在 $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时最大,且达显著水平,因此认为用 $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的 SOD 或 $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的

POD 活性指标来反映仁用杏品种的抗寒性,不但简便快捷,而且可靠,可作为快速鉴定仁用杏抗寒性的鉴定指标。

参考文献:

[1] 王浩杰,朱贵,张玉国,等.对我国山杏仁生产大发展的探索[A].张加延,张有林.李杏资源研究与利用进展[C].北京:中国农业科学技术出版社,2002.25-27.

[2] 杨建民,李艳华,杨敏生,等.几个仁用杏品种抗寒性比较研究[J].中国农业科学,1999,32(1):46-50.

[3] 王飞,陈登文,李嘉瑞,等.杏花及幼果的抗寒性研究[J].西北植物学报,1995,15(2):133-137.

[4] 王飞,王华,陈登文,等.杏品种花器官耐寒性研究[J].园艺学报,1999,26(6):356-359.

[5] 高俊凤主编.植物生理学实验技术[M].西安:世界图书出版社,2001.

[6] 唐士勇. Logistic 方程在果树半致死温度测定中的应用[J].北方果树,1993(4):23-24.

[7] 李彦慧,佟爱民,刘冬云,等.廊坊杨抗寒性研究[J].河北农业大学学报,2005,28(4):23-26.