

低温下六个苹果新品种抗性生理指标的比较

闫忠业, 吕天星, 王冬梅, 刘志, 伊凯*

辽宁省果树科学研究所, 辽宁熊岳115009

摘要: 以6个苹果新品种为试材, 在-45~-20 °C之间设置6个温度梯度处理, 测定一年生休眠枝条的丙二醛(MDA)含量、过氧化物酶(POD)活性以及脯氨酸含量, 对6个苹果品种抗寒性进行评价。结果表明: 低温处理后, ‘望山红’的MDA含量一直较高, ‘七月鲜’的MDA含量较低且稳定; ‘七月鲜’的POD活性最高, 但各品种间差异不显著; ‘岳阳红’的脯氨酸含量最高, 显著高于其他品种, 其他品种间差异不显著, ‘七月鲜’的脯氨酸含量较稳定。可见, ‘七月鲜’的抗寒力最强, ‘望山红’较弱, 其他品种介于两者之间。抗寒品种表现为枝条中MDA含量低且较稳定, POD活性高, 脯氨酸含量稳定。

关键词: 苹果; 抗寒性; 丙二醛; 过氧化物酶; 脯氨酸

Comparison of Resistant Physiological Index among Six New Apple Cultivars after Low Temperature Treatment

YAN Zhong-Ye, LÜ Tian-Xing, WANG Dong-Mei, LIU Zhi, YI Kai*

Liaoning Province Institute of Pomology, Xiongyue, Liaoning 115009, China

Abstract: In order to evaluate cold tolerance of dormant shoots from six apple cultivars, we measured the contents of malondialdehyde (MDA) and proline, and the activity of peroxidase (POD) after the shoots were treated at six different temperatures from -45 °C to -20 °C. It was found that MDA content was always high in ‘Wangshanhong’ shoots, and was always low and stable in ‘Qiyuexian’ after low temperature treatment. POD activity in ‘Qiyuexian’ shoots was highest, but was not significantly different from those in other cultivars. Proline content in ‘Yueyanghong’ shoots was highest and significantly higher than others, while there was no difference among the others. Proline level in ‘Qiyuexian’ shoots was stable. The results indicate that cold tolerance of ‘Qiyuexian’ is strongest and of ‘Wangshanhong’ is weakest, and of other cultivars is intermediate. The apple cultivars with strong cold tolerance show low and stable level of MDA, stable level of proline and high activity of POD in shoots.

Key words: apple; cold resistance; MDA; POD; proline

苹果在我国栽培面积很广, 目前, 我国苹果产量和栽培面积均居世界首位。在我国北方, 由于低温限制, 许多大苹果品种不适宜栽培。因而, 在我国北方苹果栽培区对发展的苹果品种抗寒性评价就显得非常重要。在生产中常用田间调查法进行品种抗寒性评价, 也有不少通过枝条电导法进行抗寒性鉴定的报道。而通过测定丙二醛(malondialdehyde, MDA)和游离脯氨酸含量及过氧化物酶(peroxidase, POD)活性变化进行抗逆性评价在苹果(赵德英等2009)、梨(张基德等2004)、樱桃(李勃等2006)、葡萄(张亚冰等2006)、杏(陈钰等2008; 郑元等2008)、坚果(岳海等2010)、草莓(Koehler等2012)、石榴(Akbar等2012)中都已报道。

近年来, 辽宁省果树所选育出一系列苹果新品种, 这些品种的抗寒性如何, 需要采用与抗寒相

关的生理指标进行评价。本文通过对苹果枝条中MDA和游离脯氨酸含量、POD活性变化的测定, 对辽宁省果树所近年来选育的6个新品种‘岳帅’、‘岳苹’、‘望山红’、‘七月鲜’、‘绿帅’、‘岳阳红’的抗寒性进行评价, 从而为这些新品种的发展区域提供理论依据。通过了解和掌握这些与抗寒性相关的生理指标, 进一步深入评价重要的苹果种质资源, 从而为亲本的选择提供理论支持, 加快苹果新品种选育, 使推出的新品种更有效地为生产服务。

收稿 2014-11-12 修定 2015-01-05

资助 现代农业产业技术体系建设专项资金(CARS-28)、辽宁省博士启动基金项目(20071061)、辽宁省科技攻关项目(2011204001)。

* 通讯作者(E-mail: lnyikai@163.com; Tel: 0417-7033992)。

材料与amp;方法

试材选用辽宁省果树科学研究所苹果育种资源的八至十年生苹果(*Malus domestica* Borkh.) ‘岳帅’、‘岳萃’、‘望山红’、‘七月鲜’、‘绿帅’、‘岳阳红’6个品种。‘岳帅’、‘岳萃’、‘望山红’为晚熟品种, ‘岳阳红’为中晚熟品种, ‘绿帅’为中熟品种, ‘七月鲜’为早熟品种。

在2010年1月上旬, 熊岳地区日平均气温为 $-14.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, 苹果枝条达到深度休眠期, 选取6个品种一年生中等健壮的休眠枝条各6条, 用蒸馏水冲洗干净, 置于低温冰箱中, 设置 -45 、 -40 、 -35 、 -30 、 -25 、 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 6个温度梯度处理, 以 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 室温

下不经低温处理的枝条为对照, 每处理重复3次。枝条在低温冰箱中处理24 h, 取出, 在室温解冻后, 取皮部, 分别提取皮部的游离脯氨酸、POD、MDA。游离脯氨酸含量测定采用酸性茚三酮染色法, POD活性测定采用愈创木酚法, MDA含量测定采用硫代巴比妥酸(TBA)法(李合生等2000)。

实验结果

1 MDA含量的变化

由图1可以看出, 苹果枝条中MDA含量在不同品种间差异较大。‘望山红’、‘岳帅’、‘七月鲜’及‘岳阳红’都是在常温下MDA出现最高值, 而‘岳萃’和‘绿帅’在 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 处理时MDA含量最高。在7

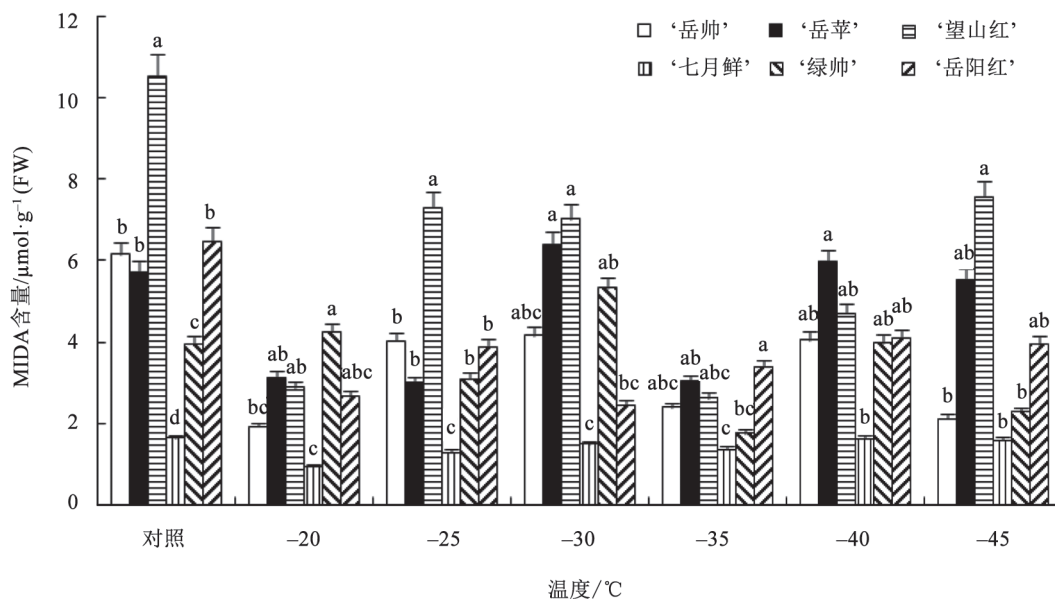


图1 不同低温处理后苹果枝条中MDA含量的变化

Fig.1 The change in MDA content in apple branch after different low temperature treatments

不同的小写英文字母表示差异显著($P<0.05$); 图2和3同此。

个温度下‘望山红’和‘岳萃’中MDA含量的平均值均显著高于‘七月鲜’。‘望山红’在经不同温度处理后MDA含量始终保持较高水平, ‘七月鲜’处于最低的水平。可见, ‘七月鲜’抗寒性最强, 其次是‘岳阳红’、‘岳帅’、‘绿帅’、‘岳萃’, ‘望山红’的抗寒性最差。低温处理后, 抗寒品种‘七月鲜’枝条中MDA含量低且较稳定。

2 POD活性的变化

由图2可以看出, ‘七月鲜’苹果经 $-40\sim-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的

低温处理后, POD活性逐渐升高; $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温处理后, 活性明显降低。‘岳萃’、‘岳帅’、‘绿帅’的POD活性变化相对稳定, 没有大的变化。‘望山红’、‘岳帅’经 $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 处理后POD活性出现最高值, ‘岳萃’和‘七月鲜’经 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 处理后POD活性最高, ‘绿帅’和‘岳阳红’分别在 -20 和 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 处理下POD活性最强。在7个温度下‘七月鲜’中POD活性的平均值最高, 其次是‘岳萃’, 但各品种间差异不显著。低温处理后, 抗寒品种的枝条中POD活性较高。

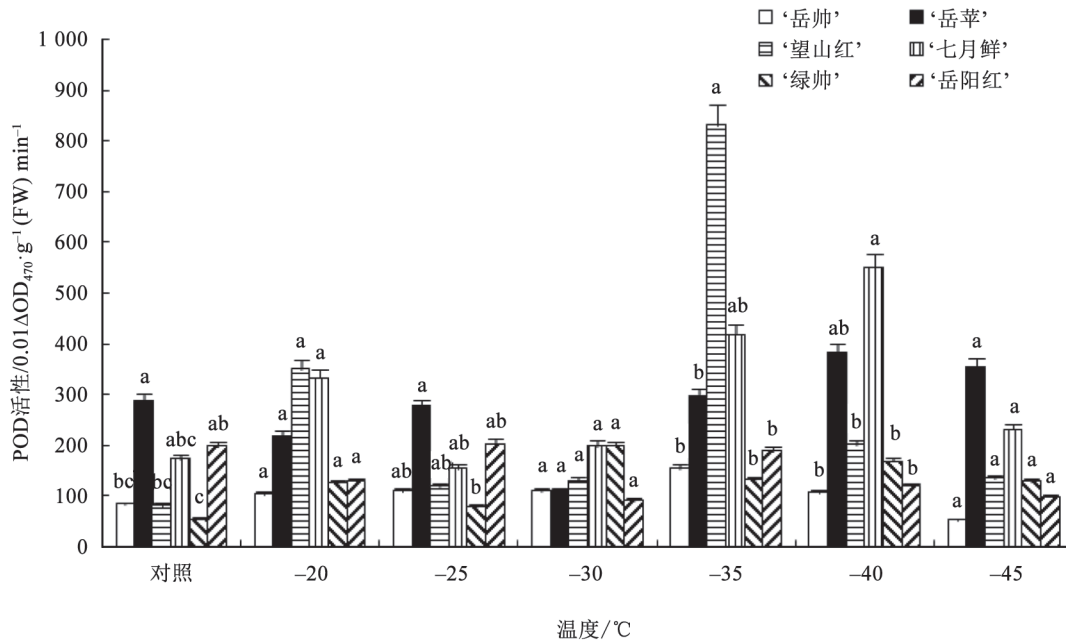


图2 不同低温处理后苹果枝条中POD的活性变化

Fig.2 The change in POD activity in apple branch after different low temperature treatments

3 脯氨酸含量的变化

由图3可以看出, '七月鲜'在常温下脯氨酸含量最高; '岳阳红'经-20 °C低温处理后出现最高值, '岳帅'和'岳萃'在-25 °C下含量最高, 随后有逐渐降低的趋势; '望山红'和'绿帅'分别在-40和-45 °C

出现最高值。7个温度下的脯氨酸含量平均值为'岳阳红'最高, 显著高于其他品种, 其他品种间差异不显著。'七月鲜'在不同低温处理下, 脯氨酸含量相对稳定, 没有大的变化; 而'岳阳红'在不同处理间的差异较大。可见, 低温处理后, 抗寒品种枝

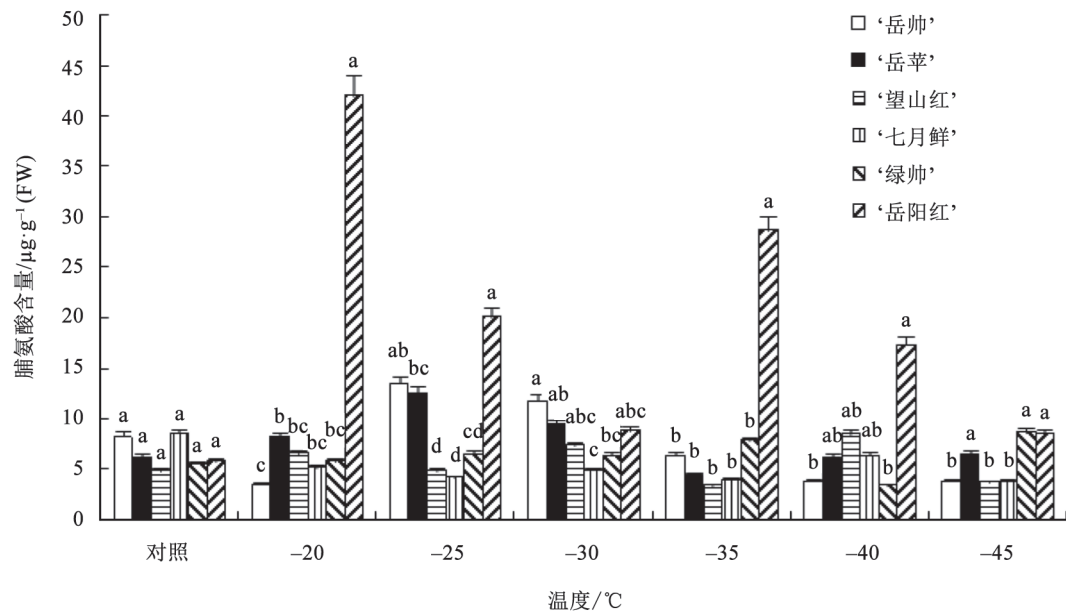


图3 不同低温处理后苹果枝条中脯氨酸含量的变化

Fig.3 The change in proline content in apple branch after different low temperature treatments

条中脯氨酸含量较稳定。

讨 论

6个苹果品种的物候期除了成熟期不同外,休眠期、萌芽期、落叶期都相差不明显。‘七月鲜’抗寒性强,除了与其携带有亲本铃铛果的抗寒性遗传因素外,也与其果实成熟早、树体恢复好、冬季营养回流好从而提高其抗寒性有关;而‘望山红’抗寒性差主要是由于富士系品种本身抗寒性差,成熟晚,树体营养消耗多,特别在降温早的年份,叶片不完全脱落,使其营养回流差,树体没有做好充分准备就进入内休眠阶段,从而降低了其树体的抗寒性。

‘七月鲜’苹果枝条中MDA含量处于一个比较低且稳定的水平,而其他品种的变化幅度大。因此,可以把低温处理后MDA含量低作为抗寒性的重要指标,把MDA含量的相对稳定作为苹果抗寒性鉴定的辅助指标。郑元等(2008)、岳海等(2010)的研究表明,在低温处理后MDA含量增加,将MDA含量作为氧化损害的指标,MDA含量越高,损害越严重,抗寒性越差,即MDA含量与抗寒性呈负相关;这与本实验结果基本一致。

POD是植物细胞内重要的保护酶之一,其活性越高,保护生物膜的作用就越强,抵御逆境损害的能力也越强(陈钰等2008)。在逆境条件下POD活性出现先升后降的趋势(徐叶挺等2008),这与本研究结果较一致。随着处理温度的降低,POD活性升高。本实验结果表明,‘七月鲜’中POD活性最高,即抗寒性强的品种中POD活性高于抗寒性弱的品种,以防止因冷害产生的毒害物质的积累,减轻由膜脂过氧化所引起的膜伤害,增加机体的抗寒能力。但当达到一定低温后,POD活性下降(陈钰等2008;克热木·伊力等2010)。

对于脯氨酸作为抗寒性的鉴定指标,有不同的报道。石榴品种随着气温降低,脯氨酸含量升高(Akbar等2012);抗寒性最强的樱桃砧木脯氨酸

绝对含量变化最稳定,不同砧木枝条中脯氨酸绝对含量与抗寒性并不存在相关关系(李勃等2006)。本研究结果表明,‘七月鲜’在不同低温处理下,脯氨酸含量相对稳定,抗寒力也较强;而‘岳阳红’的抗寒力强,脯氨酸含量最高,变化较大。说明脯氨酸含量与抗寒力强弱没有明显的相关性,脯氨酸含量变化不仅仅受低温影响,还受其他因素制约(徐炯达等2009;张基德等2004)。

参考文献

- 陈钰,郭爱华,姚月俊,姚延椿(2008). 休眠期内不同杏品种枝条中SOD、POD酶活性的变化. 山西农业大学学报(自然科学版), 28 (1): 49~50
- 克热木·伊力,买合木提·卡热,龙春跃,艾合买提·阿不都热依木(2010). 不同产量库尔勒香梨枝条抗寒性的评价. 新疆农业科学, 47 (2): 230~236
- 李勃,刘成连,杨瑞红,刘庆忠(2006). 樱桃砧木抗寒性鉴定. 果树学报, 23 (2): 196~199
- 李合生,孙群,赵世杰,章文华(2000). 植物生理生化实验原理和技术. 北京: 高等教育出版社, 164~165, 258~261
- 徐炯达,朴成日,高文浩,李美兰(2009). 延边地区苹果梨抗寒生理研究. 延边大学农学学报, 3 (1): 26~31
- 徐叶挺,李疆,罗淑萍,杨文英,周长发(2008). 低温胁迫下野生巴旦杏抗寒生理指标的测定. 新疆农业大学学报, 31 (4): 1~4
- 岳海,李国华,李国伟,陈丽兰,孔广红,梁国平(2010). 澳洲坚果不同品种耐寒特性的研究. 园艺学报, 37 (1): 31~38
- 张基德,李玉梅,陈艳秋,李莉(2004). 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. 延边大学农学学报, 26 (4): 281~285
- 张亚冰,刘崇怀,潘兴,郭景南,马锋旺(2006). 盐胁迫下不同耐盐性葡萄砧木丙二醛和脯氨酸含量的变化. 河南农业科学, (4): 84~86
- 赵德英,刘国成,吕德国,秦嗣军,马怀宇,王浩(2009). 寒富苹果果异性状评价. 果树学报, 26 (1): 6~12
- 郑元,杨途熙,魏安智,宋晓军,杨向娜(2008). 低温胁迫对仁用杏几个抗寒生理指标的影响. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 36 (1): 163~167
- Akbar A, Soloklui G, Ershadi A (2012). Evaluation of cold hardiness in seven Iranian commercial pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. HortScience, 47 (12): 1821~1825
- Koehler G, Wilson RC, Goodpaster JV, Sonstebly A, Lai X, Witzmann FA, You J-S, Rohloff J, Randall SK, Alsheikh M (2012). Proteomic study of low-temperature responses in strawberry cultivars (*Fragaria × ananassa*) that differ in cold tolerance. Plant Physiol, 159: 1787~1805