

梁发辉,王 芳,杨静慧,等. 盐胁迫下 2 种樱桃砧木的生理变化[J]. 江苏农业科学,2015,43(8):171-173.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.08.056

# 盐胁迫下 2 种樱桃砧木的生理变化

梁发辉,王 芳,杨静慧,何 飒,王丹丹,徐慧洁

(天津农学院园艺系,天津 300384)

**摘要:**为了选择耐盐樱桃砧木,以黑山樱(*Cerasus maximowiczii*)和四川樱桃(*Cerasus szechuanica*)为试材,通过不同浓度(0.0.2%、0.4%、0.6%)的 NaCl 胁迫处理,研究植株的生理生化指标(MDA 含量、SOD 酶活性、POD 酶活性、Prp 含量、叶绿素 b 含量)。结果表明,各盐胁迫浓度下,四川樱桃的 MDA 含量均高于黑山樱;除对照外,黑山樱的 SOD 酶活性在各盐胁迫浓度下均较四川樱桃的低;在 0.4%~0.6% 的高盐浓度下,黑山樱的 POD 酶活性较高,耐盐性较强;在≤0.2% 的低盐浓度下,四川樱桃的 POD 酶活性较高;在各盐胁迫浓度下,黑山樱的 Pro 含量均高于四川樱桃而叶绿素 b 含量均低于四川樱桃。隶属函数综合分析认为,黑山樱耐盐性(0.8)强于四川樱桃(0.2)。

**关键词:**大樱桃;砧木;耐盐性;盐胁迫;生理生化指标

**中图分类号:**S662.501 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)08-0171-03

大樱桃是我国北方落叶果树中成熟较早的树种之一,素有“春果第一枝”之称。大樱桃色泽鲜艳、营养丰富,最新研究发现,大樱桃还含有花色素、花青素和花红素等,这些生物素都有重要的医药价值<sup>[1]</sup>。大樱桃果实发育期短,在果实生

长期不施农药,是真正无污染的绿色水果,深受人们的喜爱。由于大樱桃不耐贮藏和运输,适宜在大城市周边地区发展,就近供应。天津地区拥有较多的消费群体,因此在天津周边地区发展大樱桃栽植具有广阔的市场前景<sup>[2]</sup>。

大樱桃适宜生长的土壤 pH 值为 6.0~7.5<sup>[3]</sup>,我国种植大樱桃的中北部地区土壤的 pH 值为 7.0~7.8,为微碱性土壤,在这种 pH 值范围内大樱桃基本可以正常生长。由于天津大部分地区为轻度或中度盐碱地,在天津地区选育耐盐樱桃砧木对于充分利用盐碱地,为农民创收具有重要意义<sup>[4]</sup>。因此,本试验通过分析盐胁迫下樱桃砧木的生理生化反应和变化,比较了黑山樱(*Cerasus maximowiczii*)砧木和四川樱桃(*Cerasus szechuanica*)砧木的耐盐性,为大樱桃在天津地区的发展提供理论依据。

收稿日期:2014-07-28

基金项目:天津市科学技术委员会重大科技专项(编号:12ZCDZNC04800);天津市科学技术委员会基础研究处项目(编号:14JCTPJ00530);天津市科学技术委员会成果转化项目(编号:14ZXNZNC0040)。

作者简介:梁发辉(1978—),女,黑龙江鹤岗人,硕士,讲师,从事园林植物与观赏园艺方向的研究。E-mail:fahuilang@126.com。

通信作者:杨静慧,博士,教授,从事园艺和生物技术方面的教学与研究工作。E-mail:jinghuiyang2@aliyun.com。

## 参考文献:

- [1] 罗学兵,贺良明. 草莓的营养价值与保健功能[J]. 中国食物与营养,2011,17(4):74-76.
- [2] 张广华,葛会波,李青云,等. 草莓不同叶位叶片光合特性研究[J]. 河北农业大学学报,2004,27(4):37-39.
- [3] 燕丽萍,金 芳,郑平生. 四种草莓光合特性的研究[J]. 甘肃农业大学学报,2004,39(6):620-624.
- [4] 刘卫琴,汪良驹,刘 晖,等. 遮阴对丰香草莓光合作用及叶绿素荧光特性的影响[J]. 果树学报,2006,23(2):209-213.
- [5] 苏培玺,杜明武,张立新,等. 日光温室草莓光合特性及对 CO<sub>2</sub> 浓度升高的响应[J]. 园艺学报,2002,29(5):423-426.
- [6] 于泽源. 最新草莓栽培与保鲜加工技术[M]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,1995:33.
- [7] 张其德. 测定叶绿素的几种方法[J]. 植物学通报,1985,3(5):60-64.
- [8] 王平荣,张帆涛,高家旭,等. 高等植物叶绿素生物合成的研究进展[J]. 西北植物学报,2009,29(3):629-636.
- [9] 张守仁. 叶绿素荧光动力学参数的意义及讨论[J]. 植物学通

报,1999,16(4):444-448.

- [10] Maxwell K, Johnson G N. Chlorophyll fluorescence - a practical guide[J]. Journal of Experimental Botany,2000,51(345):659-668.
- [11] 颜志明,孙 锦,郭世荣. 外源脯氨酸对盐胁迫下甜瓜幼苗生长、光合作用和光合荧光参数的影响[J]. 江苏农业学报,2013,29(5):1125-1130.
- [12] 陈贻竹,李晓萍,夏 丽,等. 叶绿素荧光技术在植物环境胁迫研究中的应用[J]. 热带亚热带植物学报,1995,3(4):79-86.
- [13] 何炎红,郭连生,田有亮. 7 种针阔叶树种不同光照强度下叶绿素荧光猝灭特征[J]. 林业科学,2006,42(2):27-31.
- [14] 马瑞娟,张斌斌,俞明亮,等. 6 个桃品种光合特性及叶绿素荧光特性比较[J]. 江苏农业学报,2010,26(6):1334-1341.
- [15] 解思敏,董晓玲,杜根盛. 新红星苹果叶片解剖构造与光合特性的研究[J]. 山西农业大学学报,1993,13(1):9-12.
- [16] Yong A J. The photoprotective role of carotenoids in higher plants[J]. Physiology Plant,1991,83:702-708.
- [17] 魏 捷,贾桂英,余 辉,等. 青海高原不同海拔地带生长的珠芽蓼光合特性的比较[J]. 生物物理学报,1998,14(3):150-156.

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

黑山樱种子购买于河北秦皇岛,四川樱桃种子采自于四川平武山区。

### 1.2 方法

试验采用 NaCl 溶液进行盐胁迫,设置 4 个浓度处理,分别为 0(对照)、0.2%、0.4% 和 0.6%。将经过低温沙藏后的种子用清水洗净,在蛭石苗床上进行播种,待长出 2 张真叶后,移入带托花盆中,每盆 3 株。缓苗 4 周后,用相应浓度盐水进行胁迫处理,每处理 5 盆(5 次重复)。

处理 4 周后,同组植株随机选取叶片,测其丙二醛(MDA)含量、超氧化物歧化酶(SOD)活性、过氧化物酶(POD)活性、游离脯氨酸(Pro)含量以及叶绿素 b 含量。每组处理 3 次重复,每次读数 3 次重复,运用公式计算各项指标。MDA 含量的测定:采用硫代巴比妥酸比色法<sup>[5]</sup>;SOD 酶活性测定:采用抑制氮蓝四唑法(NBT)光化还原法<sup>[5]</sup>;POD 酶活性测定:采用愈创木酚比色法<sup>[5]</sup>;Pro 含量测定:采用酸性茚三酮比色法<sup>[5]</sup>;叶绿素 b 含量的测定:采用分光光度法<sup>[5]</sup>。试验所用分光光度计品牌为 PerKinElmer,型号为 Lambda 35。

试验数据用 SPSS 和 Excel 进行差异显著性分析和作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 盐胁迫对 2 种樱桃叶片 MDA 含量的影响

由图 1 可知,四川樱桃的 MDA 含量随 NaCl 浓度升高呈现出先升高后下降的趋势,且在 NaCl 浓度为 0.2% 时达到最大值。在各盐胁迫浓度下,四川樱桃的 MDA 含量均高于黑山樱。黑山樱在不同 NaCl 浓度处理时,MDA 含量内存在显著差异,四川樱桃在 NaCl 浓度为 0.6% 时与对照差异不显著,其余各浓度均差异显著。MDA 是脂质过氧化作用的产物,植物在逆境胁迫下,体内产生大量的活性氧,活性氧通过脂质过氧化作用形成氢过氧化物,氢过氧化物可以分解产生 MDA,MDA 间接反映了膜受损状况。因此,从叶片中 MDA 含量随 NaCl 处理浓度的变化看,在 0.2% NaCl 处理下,四川樱桃和黑山樱 MDA 大量积累,膜受损情况严重<sup>[6-7]</sup>,而黑山樱的变化幅度要小于四川樱桃,可见黑山樱对盐胁迫有一定的调节能力,其耐盐性强。因此,从 MDA 含量看,黑山樱的耐盐性较强,四川桃较差。

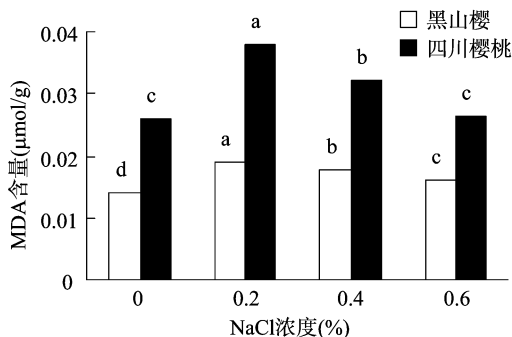


图1 盐胁迫下 2 种樱桃叶片 MDA 含量

### 2.2 盐胁迫对 2 种樱桃叶片 SOD 酶活性的影响

由图 2 可知,黑山樱和四川樱桃的 SOD 酶活性随 NaCl

浓度升高均呈现先升高后下降的趋势,黑山樱和四川樱桃在 NaCl 浓度为 0.2% 时 SOD 酶活性达到最大值。在各盐胁迫浓度下,黑山樱的 SOD 酶活性低于四川樱桃。

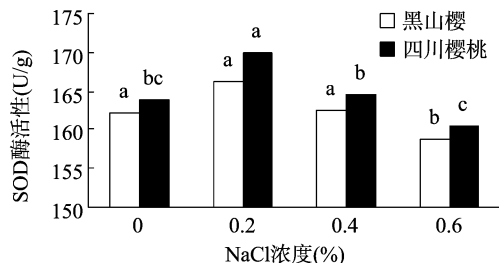


图2 盐胁迫下 2 种樱桃叶片中 SOD 酶活性

在 0~0.4% NaCl 处理时黑山樱 SOD 酶活性差异不显著,当 NaCl 浓度达到 0.6% 时黑山樱 SOD 酶活性与其他处理差异显著。除对照外,四川樱桃 SOD 酶活性在不同浓度 NaCl 处理时均有显著差异。

SOD 酶是防御系统中的重要酶类,在逆境下其活性增加可以减轻活性氧代谢对膜的伤害,增强植物对逆境的抗性;但在严重的逆境下,SOD 酶活性将下降<sup>[8-10]</sup>。四川樱桃的 SOD 酶活性在盐胁迫下下降趋势明显,没有明显的调节作用;因此,从 SOD 酶活性看,黑山樱的耐盐性较强,四川樱桃较差。

### 2.3 盐胁迫对 2 种樱桃叶片 POD 酶活性的影响

由图 3 可知,黑山樱和四川樱桃的 POD 酶活性都表现出随 NaCl 浓度升高而先升高后下降的趋势。其中,在低盐浓度下(盐浓度为 0~0.2%)四川樱桃的 POD 酶活性高,在 NaCl 浓度为 0.2% 时达到最大值,比对照提高了 433%。在高盐浓度下(盐浓度为 0.4%~0.6%)黑山樱的 POD 酶活性高,并在 NaCl 浓度为 0.4% 时达到最大值,比对照提高了 586%。黑山樱与四川樱桃在各盐胁迫浓度下 POD 酶活性均差异显著。

POD(过氧化物酶)作为抗氧化酶也是逆境胁迫研究中常测定的一项生化指标。在逆境下其活性增加可以减轻活性氧代谢对膜的伤害,增强植物对逆境的抗性<sup>[11-12]</sup>。POD 活性越强,保护效应越强。综合分析可知,在 0.4% NaCl 处理下,黑山樱的 POD 酶仍然在起调节作用,其调节范围较四川樱桃更大。可见,从 POD 酶活性看,黑山樱较耐盐,四川樱桃的耐盐性较差。

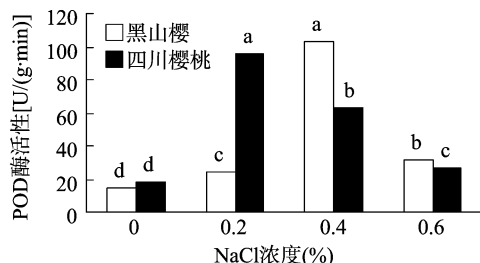


图3 盐胁迫下不同种类樱桃叶片中的POD酶活性

### 2.4 盐胁迫对 2 种樱桃叶片 Pro 含量的影响

由图 4 可知,四川樱桃 Pro 的含量表现出随 NaCl 浓度升高而先升高后下降的趋势,黑山樱的 Pro 含量则先增加后减少再增加,且均在 NaCl 浓度为 0.2% 时达到最大值。在各盐胁迫浓度下,黑山樱的 Pro 含量均高于四川樱桃(0.4% 盐浓

度下无明显差异)。

黑山櫻在 0.4% NaCl 处理时 Pro 含量与其他处理差异显著,在 NaCl 浓度为 0.2%、0.6% 时差异不显著,四川櫻桃在各盐胁迫浓度下 Pro 含量差异显著。

植物在不良环境胁迫下,脯氨酸含量会显著增加<sup>[13]</sup>,在盐胁迫条件下抗性强的植物体内的脯氨酸含量较多,脯氨酸也是盐生植物的一个非常重要的调节渗透压物质。因此,从游离脯氨酸含量变化看,黑山櫻和四川櫻桃在盐浓度为 0.2% 时 Pro 含量都迅速增加,但在盐浓度为 0.6% 时黑山櫻 Pro 含量又急剧上升,说明黑山櫻较耐盐,四川櫻桃的耐盐性较差。

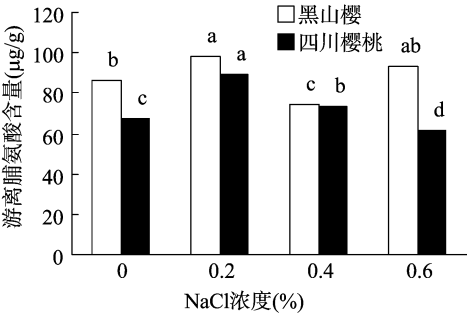


图4 盐胁迫下2种櫻桃叶片中的游离脯氨酸含量

2.5 盐胁迫对 2 种櫻桃叶片叶绿素 b 含量的影响

由图 5 可知,四川櫻桃叶绿素 b 的含量表现出随 NaCl 浓度升高而先升高后下降的趋势,在 NaCl 浓度为 0.2% 时达到最大值,除对照外,在各盐胁迫浓度下,四川櫻桃叶绿素 b 含量均差异显著。黑山櫻叶片中的叶绿素 b 含量受盐胁迫的影响不大,在各盐浓度处理下差异不显著。

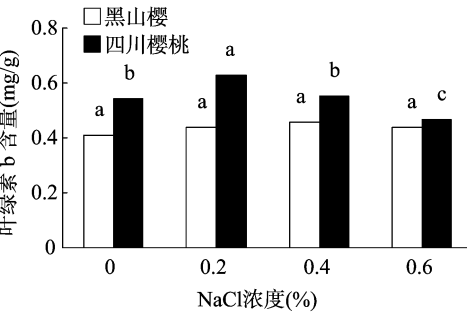


图5 盐胁迫下2种櫻桃叶片中叶绿素b的含量

光合作用是衡量植物合成功能的重要生理指标,而叶绿素是植物光合作用的基础,叶绿素含量的高低往往能客观地反映植物抗性的强弱<sup>[14]</sup>。因此,从叶绿素 b 含量看,四川櫻桃对盐胁迫的调节能力较强,黑山櫻较差。

2.6 盐胁迫下 2 种櫻桃砧木的生理生化指标的综合分析

为了综合分析 2 种植物的耐盐性,根据上述 2 种櫻桃的各个生理指标,计算了在 0.2%、0.4% 和 0.6% 3 个盐浓度下的隶属函数值(表 1),以评估在不同盐浓度下 2 个櫻桃种类的耐盐性。各指标均赋予同等权重。其中,MDA 与耐盐性呈负相关,叶绿素 b 含量、POD 酶活性、SOD 酶活性和游离脯氨酸含量与耐盐性呈正相关。根据隶属函数平均值评价各櫻桃种类的耐盐性,隶属函数平均值越大,耐盐性越强。表 1 显示,黑山櫻的隶属函数平均值为 0.8,四川櫻桃的为 0.2。因此,黑山櫻耐盐性强于四川櫻桃。

表 1 NaCl 胁迫下 2 种櫻桃各生理指标隶属函数平均值和耐盐性

指标	各指标的平均隶属函数值	
	黑山櫻 <i>Cerasus maximowiczii</i>	四川櫻桃 <i>Cerasus szechuanica</i>
丙二醛含量	1	0
SOD 酶活性	1	0
POD 酶活性	1	0
脯氨酸含量	1	0
叶绿素 b 含量	0	1
综合隶属函数值	0.8	0.2
耐盐性排序	1	2

3 小结

叶片的生理生化指标能在一定程度上反映植物的生长状况,本研究结果表明,与四川櫻桃相比,黑山櫻植株叶片具有较低的 SOD 酶活性、MDA 含量和较高的 Pro 含量,SOD 酶活性下降较慢,因此有较强的耐盐性。在低盐浓度下,四川櫻桃的 POD 酶活性较高,说明在低盐胁迫下,该酶有一定的调节能力,此外四川櫻桃的叶绿素 b 含量较高,有一定的耐盐性。因此,综合分析认为,黑山櫻的耐盐性强于四川櫻桃。

参考文献:

[1] 凌青媛. 櫻桃可降低痛风发作[J]. 心血管病防治知识:科普版, 2012(12):58-59.

[2] 于倩玉,宋 亮,于树成. 北方引种欧洲甜櫻桃的可行性研究[J]. 林业勘查设计,2008(2):78-79.

[3] 肖利锁. 大櫻桃栽培技术[J]. 现代农村科技,2013,6(11):39-40.

[4] 王丹丹. 盐胁迫下櫻桃砧木生长、生理生化及解剖结构的研究[D]. 天津:天津农学院,2013.

[5] 李合生,孙 群,赵世杰,等. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000.

[6] 张远兵,刘爱荣,方 蓉. 外源一氧化氮对镉胁迫下黑麦草生长和抗氧化酶活性的影响[J]. 草业学报,2008,17(4):57-64.

[7] 王罗霞,赵志光,王锁民. 一氧化氮对水分胁迫下小麦叶片活性氧代谢及膜脂过氧化的影响[J]. 草业学报,2006,15(4):104-108.

[8] 张小娟,宋 涛,甄晓辉,等. 模拟干旱胁迫对转 C<sub>4</sub> 双基因为水稻幼苗光合功能及部分抗氧化酶活性的影响[J]. 江苏农业学报,2014,30(4):709-715.

[9] 李 敏,王维华,王 然,等. 高温胁迫对菠菜叶片保护酶活性和膜透性的影响[J]. 园艺学报,2004,31(1):99-100.

[10] 白青云,顾振新. 低氧胁迫对发芽粟谷抗氧化酶活性及 GABA 含量的影响[J]. 江苏农业科学,2013,41(12):89-91.

[11] 张志安,张美善,蔚荣海. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2004.

[12] 王志颖,刘 鹏. 柠檬酸抑制剂对铝胁迫下油菜抗氧化酶活性的影响[J]. 江苏农业学报,2013,29(5):957-966.

[13] 廖海兵,孟祥丽,郭卫东,等. 不同砧木对甜櫻桃抗涝性影响[J]. 安徽农业科学,2011,39(22):13335-13339.

[14] 冯丽贞. 桉树叶叶绿素含量与焦枯病抗性的关系[J]. 福建农林大学学报:自然科学版,2008,37(4):365-368.