

焦灰敏,党艳青,周小魏,等. NaCl 胁迫对 6 种苹果砧木生长及生理指标的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(19):165-167.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.19.039

NaCl 胁迫对 6 种苹果砧木生长及生理指标的影响

焦灰敏¹, 党艳青¹, 周小魏¹, 努尔买买提·阿布地热木¹, 龙建春¹, 王飞雪¹, 王新建^{1,2}

(1. 塔里木大学植物科学学院, 新疆阿拉尔 843300; 2. 新疆生产建设兵团南疆特色果树生产工程实验室, 新疆阿拉尔 843300)

摘要:以山定子、海棠果、SH、红叶海棠、北美海棠、花红 2 年生实生苗为试材, 对其进行不同浓度 (0.25%、0.50%、0.75%、1.00%) NaCl 胁迫处理, 以不加盐为对照, 通过对其株高、茎粗、叶绿素含量以及 SOD、POD 活性的测定, 比较其耐盐性差异。结果表明, 盐胁迫对 SH 平均株高生长量有较大的影响; 对山定子平均茎粗生长量也有较大的影响; 海棠果、红叶海棠叶绿素含量受盐胁迫的影响较小; 同时盐胁迫对海棠果 SOD、POD 活性的影响也相对较小。综上结合灰色关联度可以初步推断, 海棠果受盐胁迫的影响相对较小。

关键词:苹果砧木; 盐胁迫; 生长指标; 生理指标

中图分类号: S661.101 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)19-0165-03

新疆地区分布着较大面积的盐碱地, 占灌区耕地总面积的 32.07%, 新疆各地区土壤盐渍化程度有所不同, 其中最为严重的是天山南麓、塔里木盆地西部各灌区。苹果是南疆园艺产业中比较重要的果树, 对苹果属砧木耐盐性的研究具有重要的意义。有关苹果属砧木耐盐性的研究多有报道, 马丽清等以珠美海棠和山定子为试材, 研究得出, 珠美海棠在盐胁迫条件下膜保护酶系统的活性较高^[1]。刘兵在对珠美海棠和新疆野苹果组培苗耐盐性研究中发现, 在相同盐胁迫条件下, 珠美海棠叶片中超氧化物歧化酶 (SOD)、过氧化物酶 (POD)、过氧化氢酶 (CAT) 活性和脯氨酸含量均高于新疆野苹果^[2]。有研究发现, 盐胁迫下红三叶海棠、卢氏红果和樱叶海棠叶片中 SOD 活性升高幅度较大, 珠美海棠叶片中 SOD 活性保持相对稳定, M26 在盐胁迫后期 SOD 活性才开始下降^[1,3-4]。通过杨涓等的研究可知, 盐胁迫下, 苹果叶片通过积累无机离子和可溶性物质来降低细胞渗透势和维持细胞正常的生理代谢^[5]。到目前为止, 有关盐胁迫对山定子、海棠果、SH、红叶海棠、北美海棠、花红实生后代生理指标影响的研究鲜见报道。本试验对苹果属 6 种砧木不同盐浓度胁迫处理后生理指标进行分析, 以期对南疆苹果生产选育适宜的砧木类型提供科学的理论指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料、时间、地点

以 2016 年在阿拉尔地区采集的 SH、海棠果、山定子、北美海棠、红叶海棠、花红种子繁育的 2 年生实生幼苗为试验材料, 将其栽于塔里木大学园艺试验站智能温室中, 栽培基质以蛭石、草炭、珍珠岩按体积比为 10:7:3 进行配制, 浇灌改良霍格兰营养液 (pH 值 6.8~7.0)。

收稿日期: 2018-06-19

基金项目: 新疆生产建设兵团重大科技项目 (编号: 2016jb03-1)。

作者简介: 焦灰敏 (1992—), 女, 重庆人, 硕士研究生, 研究方向为果树遗传育种。E-mail: 2577614307@qq.com。

通信作者: 王新建, 硕士, 教授, 研究方向为果树学。E-mail: wxjzky@163.com。

1.2 试验设计

采用 NaCl 溶液进行胁迫处理, 其浓度分别设为 0.25%、0.50%、0.75%、1.00%, 以清水作为对照 (CK)。每个处理选生长健壮的 30 株 2 年生实生苗用于试验, 重复 3 次。为避免高浓度盐处理造成冲击效应^[6], 用逐步增加盐浓度的方法, 每天施加增加 0.20% 的 NaCl 溶液, 直到达到计划处理浓度。胁迫处理第 12 天开始采样并测定各指标。

1.3 试验方法

1.3.1 生长指标的测定 NaCl 处理前测量已标记好植株的株高、茎粗, 试验结束后再分别测定。株高采用钢卷尺进行测量; 茎粗采用电子数显游标卡尺进行测量。

1.3.2 生理指标的测定 取样部位为自生长点向下第 3~4 张完全展开叶。采用 95% 乙醇测定叶绿素含量^[7], NBT (氮蓝四唑) 光化还原法测定超氧化物歧化酶 (SOD) 活性^[8], 愈创木酚显色法测定过氧化物酶 (POD) 活性^[8]。

1.4 数据处理

应用 DPS 7.05 和 Excel 2010 软件进行数据分析及绘图。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫对存活植株生长指标的影响

2.1.1 盐胁迫下存活植株株高相对生长量的变化 不同盐浓度处理对存活单株株高相对生长量的影响差异不大。由图 1 可以看出, 山定子、海棠果、SH 随着盐浓度的增加, 株高的相对生长量呈现出先下降后上升的趋势, 山定子株高的相对生长量最低值出现在 0.75% NaCl 处理下, 海棠果和 SH 则出现在 0.50% NaCl 处理下, 且山定子株高的相对生长量在低浓度时下降速度较缓慢, 海棠果和 SH 的下降速度较快, 说明低盐浓度对海棠果和 SH 的影响比山定子大。红叶海棠、北美海棠、花红随盐浓度的增加株高的相对生长量变化趋势为“下降—上升—下降—上升”, 且红叶海棠、北美海棠株高相对生长量的最低值均出现在盐浓度为 0.25% 处理下, 而花红株高相对生长量的最低值则出现在盐浓度为 0.75% 处理下, 在 0.25% 盐浓度处理下, 红叶海棠和北美海棠的下降速度大于花红, 而在 0.75% 盐浓度时, 花红的下降速度则大于红叶

海棠和北美海棠,说明低浓度胁迫对红叶海棠和北美海棠的影响大于花红,而高浓度胁迫则相反。

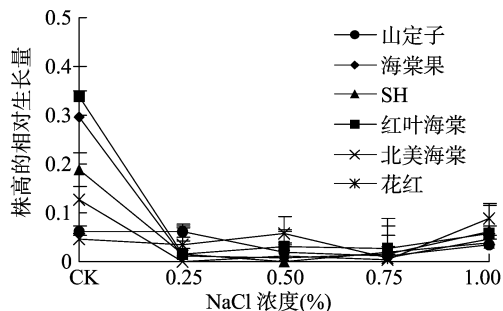


图1 盐胁迫下存活植株株高相对生长量的变化

2.1.2 盐胁迫下存活植株茎粗相对生长量的变化 盐胁迫对6种苹果砧木存活植株茎粗相对生长量的影响如图2所示,可以看出,山定子、SH、北美海棠茎粗的相对生长量随盐浓度的增加而呈现出“上升—下降—上升”的趋势,其中山定子、SH、北美海棠共出现2次峰值,分别在盐浓度为0.25%和1.00%时,且均大于对照,但其最小值却有所差异,山定子茎粗的相对生长量的最小值出现在0.75% NaCl 处理下,SH 和北美海棠出现在0.50% NaCl 处理下,说明山定子、SH、北美海棠茎粗受盐浓度的影响差异较大。红叶海棠茎粗的相对生长量随 NaCl 浓度升高的变化趋势为先升高后降低,花红的变化趋势与之相反。海棠果的变化趋势则接近于山定子、SH 系和北美海棠,表现为“上升—下降—上升—下降”,说明海棠果茎粗的相对生长量受盐浓度变化影响较大。

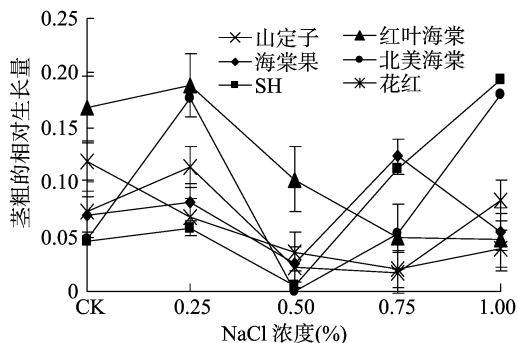


图2 盐胁迫下存活植株茎粗相对生长量的变化

2.2 盐胁迫对存活植株生理指标的影响

2.2.1 盐胁迫对6种苹果砧木叶绿素含量的影响 由图3可知,山定子、SH、花红叶绿素含量随盐浓度的增加呈现的变化趋势为先上升后下降再上升,第1次峰值均出现在盐浓度为0.25%时,且此时SH的叶绿素含量达最大值,第2次峰值出现在盐浓度为1.00%时,此时山定子和花红叶绿素含量达到最大值;山定子和SH叶绿素含量的最小值均出现在盐浓度为0.75% 处理下;花红叶绿素含量的最小值出现在盐浓度为0.50%。红叶海棠叶绿素含量的最小值出现在盐浓度为0.75%。海棠果叶绿素含量随着盐浓度的增加表现出下降—上升—下降—上升的变化趋势,最大值出现在盐浓度为0.50%时,其次为1.00%,0.25% NaCl 处理下的叶绿素含量最小。北美海棠叶绿素含量的变化趋势与海棠果相反,最小值出现在盐浓度为0.50%时,并且小于对照和1.00% NaCl 处理下的叶绿素含量。说明6种砧木叶绿素含量受盐胁迫的

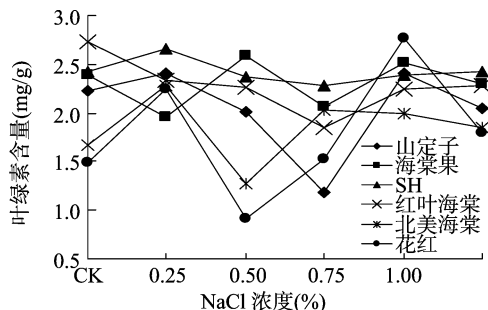


图3 盐胁迫对6种苹果砧木叶绿素的影响

影响有所差异。

2.2.2 盐胁迫对6种苹果砧木叶片超氧化物歧化酶活性的影响 由图4可以看出,在不同盐浓度下各参试植物叶片内SOD活性的变化趋势略有不同,山定子、海棠果、SH、红叶海棠、花红叶片内SOD活性的变化趋势为先上升后下降再上升,且盐处理均大于对照。盐处理下,山定子和海棠果盐处理的最小值出现在0.75% NaCl 处理下,但山定子的最大值出现在0.50% NaCl 处理下,而海棠果的最大值出现在0.25% NaCl 处理下。盐处理下,SH和花红叶片内SOD活性的最大值出现在盐浓度为1.00%时,SH SOD活性的最小值出现在盐浓度为0.50%时,花红SOD活性的最小值出现在盐浓度为0.25%时;红叶海棠叶片内SOD活性的最大值出现在盐浓度为0.50%时,盐最小值出现在0.25% NaCl 处理下。北美海棠叶片内SOD活性变化趋势为先上升后下降,盐处理后的SOD活性最大值出现在盐浓度为0.50%时,最小值出现在盐浓度为0.25%时,最小值仅占最大值得13%。

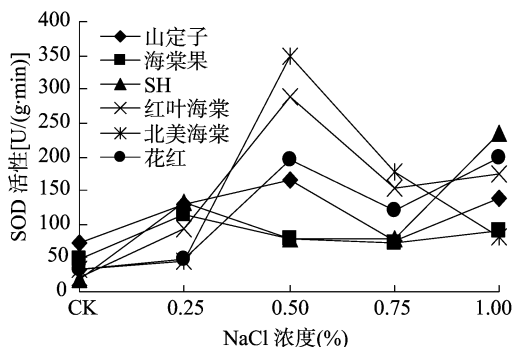


图4 盐胁迫对苹果叶片SOD活性的影响

2.2.3 盐胁迫对6种苹果砧木叶片过氧化物酶活性的影响 由图5可知,在不同盐浓度下各参试植物叶片内POD活性的变化趋势有所不同,山定子POD活性随盐浓度增加而呈现先下降后上升再下降的变化趋势,在盐浓度为0.25%时出现最小值,盐浓度为0.75%时出现最大值。海棠果和花红叶片内POD活性随NaCl浓度升高的变化趋势为先上升后下降的趋势,其余3种参试植物叶片内POD活性呈波动的变化趋势。NaCl处理下,海棠果和花红的POD活性最大值出现在盐浓度为0.75%处理下,海棠果的POD活性最小值出现在盐浓度为1.00%处理下;花红POD活性的最小值出现在盐浓度为0.25%处理下。SH、红叶海棠、北美海棠POD活性的最大值出现在盐浓度为0.25%时,SH和红叶海棠盐POD活性的最小值出现在盐浓度为0.50%时,北美海棠POD活性在盐浓度为1.00%时出现最小值。

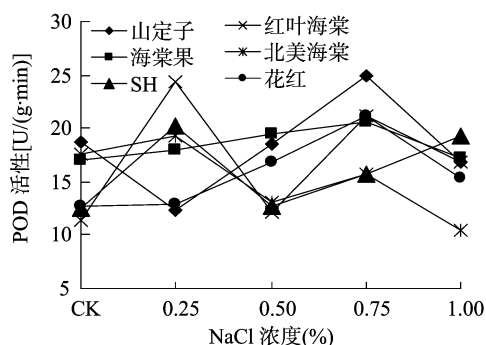


图5 盐胁迫对 6 种砧木 POD 活性的影响

2.3 灰色关联度分析

对 6 种苹果砧木相关指标进行灰色关联度分析,结果(表 2)表明,等权关联度和加权关联度虽有差异,但并未影响关联度的排列,排序依次为红叶海棠、海棠果、SH、山定子、北美海棠、花红,由此可以判断红叶海棠的耐盐性最强,其次为海棠果,花红的耐盐能力最差。

表 2 6 种砧木的等权关联度、加权关联度及排序

名称	等权关联度	等权关联序	加权关联度	加权关联序
山定子	0.537 8	4	0.550 8	4
海棠果	0.644 6	2	0.661 7	2
SH	0.575 7	3	0.600 4	3
红叶海棠	0.867 1	1	0.872 9	1
北美海棠	0.516 4	5	0.521 1	5
花红	0.414 2	6	0.421 2	6

3 结论与讨论

在盐胁迫过程中,植物能维持正常的生长和发育,是筛选耐盐品种最直观的和方便的标准。盐胁迫条件下,植物生长量及其相对生长量的变化可以作为鉴定其耐盐能力强弱的指标,生长量和相对生长量越小,说明其耐盐能力越差。本试验中,6 种参试植物,随着盐浓度的升高存活植株株高的相对生长量大致呈先下降再上升的趋势,但红叶海棠、北美海棠、花红表现为先下降再上升再下降再上升的波动变化趋势,说明盐处理对参试植物产生了不一样的影响,相对生长量有着不同程度的变化,盐胁迫处理后各处理株高平均增量分析,SH 的平均增量最低,说明盐胁迫对 SH 的株高有较大的影响。红叶海棠茎粗的相对生长量随 NaCl 浓度的升高呈现先升高后下降的变化趋势,在盐浓度为 0.25%~1.00% 时,先较快的下降,再缓慢的下降。从盐胁迫处理后各处理茎粗平均增量分析,山定子和花红的平均增量较低,且其的变化幅度相对较小,说明盐胁迫对山定子茎粗增量有较大的影响。

研究发现,盐胁迫下大多数植物叶绿素含量随着盐浓度的上升而下降,其主要原因是因为盐胁迫提高了叶绿素酶的活性,使叶绿素合成受到影响,并且使叶绿素加快分解和衰老^[9-11]。但骆建霞等关于苹果属不同砧木耐盐性的研究发现,叶绿素含量随盐浓度的增加先升高后下降或者是先下降后上升^[12],本研究结果发现,叶绿素含量并不单一随盐浓度的增加而下降,而是呈现出了先上升后下降再上升、先下降再上升再下降再上升等多种变化趋势,说明叶绿素含量的变化在一定程度上受参试植物的影响。本研究发现,盐处理后

SH、海棠果、红叶海棠叶绿素含量的平均值较大,说明其受盐胁迫的影响较小,其中 SH 叶绿素含量平均值最大,可能是因为其自身的影响造成的,有待进一步深入分析。

盐胁迫可以影响植物体内保护酶的活性,SOD、POD 是保护酶的重要组成部分,主要作用是清除植物体内的自由基和减轻盐胁迫带来的伤害。有研究报道,在盐胁迫下 SOD、POD 可以相互协同作用^[13]。张志晓等关于 5 种苹果砧木耐盐性生理指标的研究发现,在盐胁迫条件下,叶片中 SOD、POD 活性随着盐浓度的升高出现 2 种不同的变化趋势,一种为随着盐浓度的增加而先升高后下降再升高的趋势,另一种为随着盐浓度的增加而先下降后升高再下降的趋势^[14],本试验中山定子、海棠果、SH、红叶海棠、花红叶片内 SOD 活性的变化趋势为先上升后下降再上升,山定子 POD 活性随盐浓度增加而呈现先下降后上升再下降的变化趋势。本研究发现,海棠果 SOD、POD 活性最大值与最小值之间的差值最小,而且其各处理间的变化幅度也较小,说明盐处理对其伤害较小,或者说盐胁迫对其伤害还未达到需要通过激发其保护酶活性来降低伤害的程度,而其余参试植物这 2 种酶的活性变化幅度较大,很难判断其受害程度,所以需要对其进行更进一步的探索。

盐胁迫后各参试植物的各指标变化规律不同,可能是因为不同砧木对盐胁迫的响应机制不同,综上结合灰色关联度可以初步推断海棠果受盐胁迫的影响相对较小。

参考文献:

- [1] 马丽清,韩振海,周二峰,等. 盐胁迫对珠美海棠和山定子膜保护酶系统的影响[J]. 果树学报,2006,23(4):495-499.
- [2] 刘兵. 苹果属两种植物组织培养及耐盐性研究[D]. 天津:天津农学院,2011.
- [3] 尹蓉. 苹果属植物幼苗对盐胁迫的耐性评价及生理响应[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2011.
- [4] 卢艳. 不同苹果砧木组合耐盐性研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2011.
- [5] 杨涓,许兴. 盐胁迫下植物有机渗透调节物质积累的研究进展[J]. 宁夏农学院学报,2003,24(4):86-91.
- [6] 陈年来,马国军,张玉鑫,等. 甜瓜种子萌发和幼苗生长对 NaCl 胁迫的响应[J]. 中国沙漠,2006,26(5):814-819.
- [7] 冯一峰. 新疆引进优良鲜食枣品种的评价与筛选[D]. 阿拉尔:塔里木大学,2015.
- [8] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000:164-169.
- [9] 杜中军,翟衡,潘志勇,等. 盐胁迫下苹果砧木光合能力及光合色素的变化[J]. 果树学报,2001,18(4):200-203.
- [10] 卢艳,王飞,韩明玉,等. NaCl 胁迫对 4 种砧木组合苹果的生长及光合特性的影响[J]. 西北农业学报,2011,20(8):106-110.
- [11] Sotiropoulos T E. Effect of NaCl and CaCl₂ on growth and contents of minerals, chlorophyll, proline and sugars in the apple rootstock M4 cultured *in vitro*[J]. Biologia Plantarum,2007,51(1):177-180.
- [12] 骆建霞,吴建强,曾丽荣,等. 不同苹果砧木叶片解剖结构及色素含量对盐胁迫的响应[J]. 天津农学院学报,2015,22(2):1-5.
- [13] 徐璐. 盐胁迫对木槿几种生理指标的影响[J]. 天津农业科学,2015,21(6):142-145.
- [14] 张志晓,曾丽蓉,赵嘉菱,等. 5 种苹果砧木的生长及生理特性对盐胁迫的响应[J]. 北方园艺,2017(3):19-25.