



陈澍,蔡世平,姜维,等.两种桑树对盐胁迫的生理响应[J].黑龙江农业科学,2022(12):24-28.

## 两种桑树对盐胁迫的生理响应

陈澍,蔡世平,姜维,黄嘉泳,王溢

(仲恺农业工程学院 园艺园林学院,广东 广州 510225)

**摘要:**为了探究不同品种桑树根部对盐胁迫的生理响应机制,本研究以桂桑和蛋白桑为试验材料,研究3个不同NaCl浓度处理下两个品种桑树根部的生理生化指标变化。结果表明,与正常生长组(CK)相比,超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化物酶(POD)的活性均随着盐浓度的增加呈现先增加后降低的趋势,且当浓度为 $50\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,两者酶活性都达到最高值;过氧化氢酶(CAT)活性随着盐浓度的增加呈现出持续上升的变化趋势,在盐分浓度从 $0\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 升高到 $50\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 阶段,其活性变化趋势比 $50\sim 100\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 更加明显;盐胁迫后,两种桑树幼苗根部的丙二醛(MDA)含量均低于对照组,且当盐浓度达到 $100\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,桂桑根部MDA含量低于蛋白桑;桂桑根部的过氧化氢( $\text{H}_2\text{O}_2$ )含量呈现下降的趋势,蛋白桑根部的过氧化氢( $\text{H}_2\text{O}_2$ )含量呈现先上升后下降的变化趋势。综合两个桑树品种根系的生理生化指标结果,可初步推断桂桑的抗盐性强于蛋白桑。

**关键词:**桑树;根部;耐盐性;抗氧化酶;丙二醛

桑树(*Morus alba* L.)是我国重要的乡土树种,分布广泛、经济价值高,种类繁多且生命力顽强,对环境具有较强的适应能力,具有改善空气质量、保水固土防沙的作用,是治理荒漠化、盐渍化土地和保持水土等的重要生态树种<sup>[1]</sup>。桑树在我国干旱与半干旱地区被作为生态防护林、行道树和经济树种使用,是极有潜力成为改善生态环境脆弱区域植被条件、实现农作物种植结构调整的树种之一。

土壤盐渍化已经成为全球性的生态和资源问题,盐渍化是引起土地荒漠化和土地退化的主要原因。植物在盐渍化土地的生长过程中,会经常受到干旱、盐碱、高温等不利于生长发育的条件胁迫,造成离子毒害、渗透胁迫、水分和养分缺乏等问题。许祥明等<sup>[2]</sup>对植物抗盐机理的研究进展分析表明,盐胁迫对植物生长发育影响显著,盐胁迫对植物的外在形态及内在的生物化学特性有一定的影响。张国英等<sup>[3]</sup>探究盐胁迫对桑种子发芽及幼苗生理生化特性的影响中,发现盐浓度在 $0\sim 75\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,桑树种子发芽率仍能保持在95%以上,当盐浓度超过这个区间之后,发芽率明

显下降。林天宝等<sup>[4]</sup>探讨NaCl胁迫对桑苗生理生化指标的影响,结果显示在经过盐胁迫后,对照组、0.15%NaCl胁迫组全部成苗,其余盐胁迫组几乎没有种子萌发,与对照组相比,实验组的4个桑树品种在生长过程中均发现具有植株较矮、发育较为缓慢、叶片较小的特点,研究结果与张国英等<sup>[3]</sup>基本上相同。孙景波等<sup>[5]</sup>探究盐胁迫对桑树幼苗生长、叶片水状况和离子分布的影响,结果显示在盐胁迫下,桑树幼苗新生的器官生长缓慢。目前,大多数研究分析倾向于桑树的地上部分,地下部分研究较少。在轻度盐胁迫下,为了提高抗盐性,减少盐害对自身的负面影响,桑树幼苗会增加根冠比,但是随着盐浓度的增加,桑树根系能力相应减弱,此时桑树幼苗提高对盐害的抵抗能力主要通过光合作用等代谢途径来实现;渗透调节是植物适应盐碱胁迫的主要生理机制,高等植物体内存在两种调节方式:一是通过有机小分子溶质进行调节,二是通过无机离子进行调节,而植物主要在根部完成对体内无机离子的调节。由此可知,桑树根部与地上部分相互配合作用,一起形成了在盐胁迫下的适应机理,两者有着密切的关系。

为了探究不同品种桑树根部对盐胁迫的生理响应机制,本研究以桂桑和蛋白桑为研究材料,比较和分析桑树根部的SOD、POD、CAT活性及MDA、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 含量在不同盐胁迫浓度下的变化,以期初步研究桑树根部响应盐胁迫的生理机制,为桑树在盐渍化土地应用推广奠定理论依据。

收稿日期:2022-09-10

基金项目:广东省教育厅青年创新人才项目(2019KQNCX050);广州市基础与应用基础研究项目(202201011164)。

第一作者:陈澍(2001—),男,本科生,专业方向为植物生理与生物化学研究。E-mail:chenshu010201@163.com。

通信作者:王溢(1991—),男,博士,讲师,从事植物逆境生理与分子生物学研究。E-mail:wangyi@zhku.edu.cn。

# 1 材料与方法

## 1.1 材料

供试桑树材料为两年生桂桑 12 号和蛋白桑实生苗,由仲恺农业工程学院园艺园林学院森林培育教研室提供。

## 1.2 方法

1.2.1 试验设计 2021 年 9 月将桑树幼苗移栽在花盆(高 27 cm,上口径 23 cm,下口径 15 cm)中,盆中土为黄土、营养土和蛭石(体积比为 2:3:1)。盆栽试验设置在仲恺农业工程学院温室大棚,待生长 1 个月后开始试验。从两个品种中随机挑选生长健壮、没有病虫害和长势基本相同的桑树各 9 株,每盆 1 株,进行盐胁迫处理前,需提前 5 d 进行控水,让试验中浇灌的盐水可以在土壤中更好地扩散;在盆底放置塑料托盘,防止试验中土壤盐分下渗丢失。

本试验分别配置 3 种梯度进行盐胁迫处理,即 0 mmol·L<sup>-1</sup> (CK)、50 mmol·L<sup>-1</sup> (T50)、100 mmol·L<sup>-1</sup> (T100),3 次重复。试验期间,每隔 5 d 浇灌 1 次相应浓度的盐溶液和蒸馏水进行处理。

1.2.2 测定项目及方法 处理 28 d 后采集桑树根系,使用氯化硝基四氮唑蓝法测定 SOD 活性<sup>[6]</sup>;使用愈创木酚比色法测定 POD 活性<sup>[7]</sup>;使用紫外分光光度法测定 CAT 活性<sup>[8]</sup>;使用硫代巴比妥酸法测定 MDA 含量<sup>[6]</sup>;H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 含量的测定参考刘俊等<sup>[9]</sup>的方法。

1.2.3 数据分析 采用 Origin Pro 9.1 与 Excel 2003 软件进行数据分析处理。

# 2 结果与分析

## 2.1 盐胁迫对桑树根部 SOD 活性的影响

在盐胁迫处理 28 d 后,桂桑和蛋白桑根部中的 SOD 活性都产生了比较明显的变化(图 1)。从盐胁迫处理浓度上看,桂桑和蛋白桑根部的 SOD 活性均随盐胁迫浓度升高呈先升高后下降的趋势,并且在盐胁迫浓度为 50 mmol·L<sup>-1</sup> 时 SOD 活性最高,桂桑和蛋白桑分别比 CK 增加 39.84% 和 90.38%。盐胁迫浓度为 100 mmol·L<sup>-1</sup> 时桂桑和蛋白桑根部 SOD 活性分别比 CK 增加 13.00% 和 35.30%。桂桑和蛋白桑根部 SOD 活性在 3 个盐胁迫处理间均差异显著( $P\leq 0.5$ )。

从品种间比较来看,在 CK 中,桂桑根部的 SOD 活性比蛋白桑的高 20% ( $P\leq 0.5$ );在盐胁迫浓度为 50 mmol·L<sup>-1</sup> 时,桂桑的 SOD 活性比蛋白桑低 12%;在 CK 和盐胁迫浓度为 50 mmol·L<sup>-1</sup> 中,两者 SOD 活性差异显著( $P\leq 0.5$ );在盐处理浓

度为 100 mmol·L<sup>-1</sup> 时,桂桑根部的 SOD 活性与蛋白桑的 SOD 活性基本持平。以上结果表明,随着盐浓度的增加,蛋白桑 SOD 活性增长和降低的变化趋势明显大于桂桑,说明蛋白桑受盐胁迫影响更明显且桂桑的抗盐性更强。

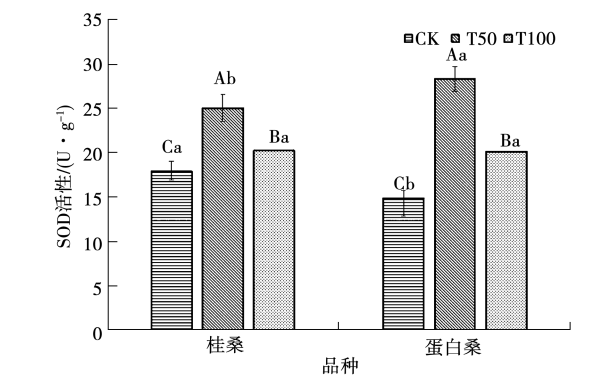


图 1 盐胁迫对桑树根部 SOD 活性的影响  
注:不同大写字母表示同一品种不同盐胁迫浓度处理间差异显著( $P\leq 0.05$ );不同小写字母表示同一盐胁迫浓度不同品种间差异显著( $P\leq 0.05$ )。下同。

## 2.2 盐胁迫对桑树根部 POD 活性的影响

由图 2 可知,从盐胁迫处理浓度上看,随着盐胁迫浓度的升高,桂桑和蛋白桑根部的 POD 活性都表现出先增加后减少的趋势,并且在盐胁迫浓度达到 50 mmol·L<sup>-1</sup> 时,两个品种的桑树根部的 POD 活性同时达到最大值,分别比 CK 增加 300.16% 和 240.90%。盐胁迫浓度为 100 mmol·L<sup>-1</sup> 时桂桑和蛋白桑根部 SOD 活性分别比 CK 增加 155.81% 和 136.36%,桂桑和蛋白桑根部 POD 活性在 3 个盐胁迫处理间均差异明显( $P\leq 0.5$ )。

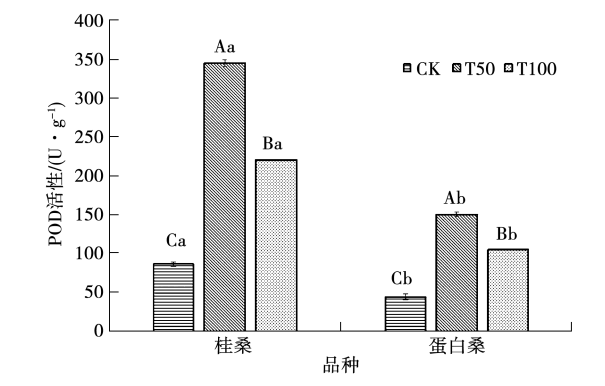


图 2 盐胁迫对桑树根部 POD 活性的影响

从品种间比较来看,桂桑根部 POD 与蛋白桑根部 POD 之间的差异显著( $P\leq 0.5$ )。在 CK 中,桂桑根部 POD 活性比蛋白桑高 95.45%,在盐胁迫浓度为 50 mmol·L<sup>-1</sup> 时,桂桑根部 POD 活性比蛋白桑高 130%。而当盐胁迫浓度为 100 mmol·L<sup>-1</sup> 时,桂桑根部 POD 比蛋白桑高 110.54%。此外,

桂桑与蛋白桑之间的 POD 活性保持一定的规律:在不同的盐浓度胁迫下,桂桑的 POD 活性都比蛋白桑的高一倍左右。以上结果可以得知,桂桑的抗盐性优于蛋白桑。

### 2.3 盐胁迫对桑树根部 CAT 活性的影响

由图 3 可知,从盐胁迫处理浓度上看,桂桑和蛋白桑根部的 CAT 活性都呈现出持续上升的趋势,均在盐胁迫浓度为  $100\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  时达到最大值。分别比 CK 高  $60.85\%$  和  $183.85\%$ ,且差异显著( $P\leq 0.5$ )。桂桑和蛋白桑根部 CAT 活性在盐胁迫浓度从  $0\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  升高到  $50\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  的差异比  $50\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  升高到  $100\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  的差异更加明显。

从品种间比较来看,在 CK、 $50\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $100\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  三个不同的盐胁迫浓度下,桂桑根部的 CAT 活性都显著高于蛋白桑( $P\leq 0.5$ ),且在 CK 中两者的差异较 50 和  $100\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  两个盐胁迫浓度中更明显。在 CK 中,桂桑根部 CAT 活性比蛋白桑高  $103.1\%$ ,在盐胁迫浓度为  $50\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  和  $100\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  中,桂桑根部 CAT 活性分别比蛋白桑高  $11.89\%$  和  $15.09\%$ 。以上结果可知,桂桑抗盐能力强于蛋白桑。

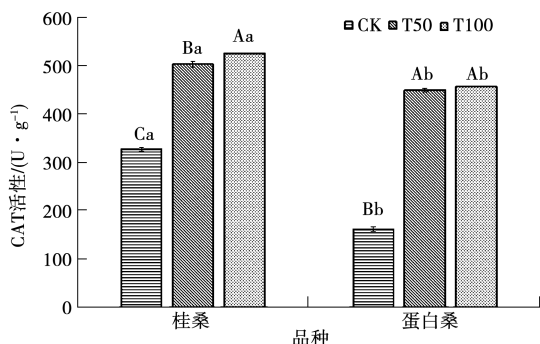


图 3 盐胁迫对桑树根部 CAT 活性的影响

### 2.4 盐胁迫对桑树根部 MDA 含量的影响

由图 4 可知,从盐胁迫处理浓度上看,桂桑根部的 MDA 含量呈现出持续下降的趋势,在盐胁迫浓度为  $100\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  时达到最低值,在盐胁迫浓度为 50 和  $100\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  时 MDA 含量分别为 CK 的  $71.71\%$  和  $29.82\%$ 。而蛋白桑根部 MDA 含量呈现先下降后上升的趋势。在盐胁迫浓度为  $50\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  时达到最低值,为 CK 中的  $55.14\%$ ;在盐胁迫浓度为  $100\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  时,蛋白桑根部 MDA 含量也比 CK 中低  $24.04\%$ 。桂桑和蛋白桑根部的 MDA 含量在 3 个盐胁迫处理间均差异显著( $P\leq 0.5$ )。

从品种间比较来看,在 CK 与盐胁迫浓度为

$50\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  两组中,桂桑根部的 MDA 含量均显著高于蛋白桑根部( $P\leq 0.5$ ),比蛋白桑高  $59.43\%$  和  $105.78\%$ ;而在盐胁迫浓度为  $100\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  时,桂桑根部的 MDA 含量显著小于蛋白桑( $P\leq 0.5$ ),为蛋白桑根部 MDA 含量的  $62.69\%$ 。以上结果说明,与蛋白桑相比,桂桑根部的抗盐性较强。

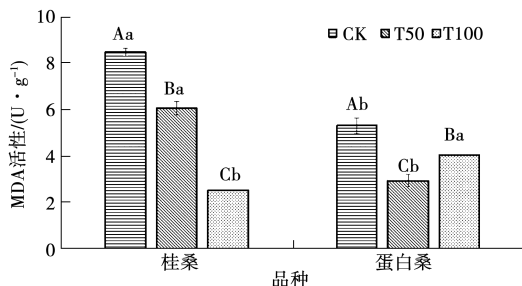


图 4 盐胁迫对桑树根部 MDA 含量的影响

### 2.5 盐胁迫对桑树根部 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 含量的影响

由图 5 可知,从盐胁迫处理浓度上看,桂桑根部的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 含量呈现持续缓慢下降的变化趋势,但不同盐胁迫处理浓度中桂桑根部的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 含量差异并不显著( $P>0.5$ ),分别为 CK 中的  $99.53\%$  和  $91.67\%$ ;蛋白桑根部的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 含量呈现先上升后下降的变化趋势且均高于 CK,在盐胁迫处理浓度为  $50\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  时,蛋白桑根部含量达到最大值,比 CK 高  $22.39\%$ ,但各盐胁迫浓度处理间差异不显著( $P>0.5$ )。

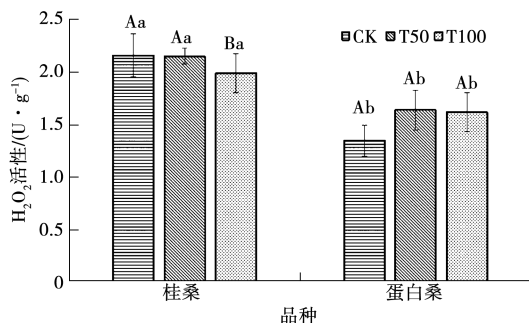


图 5 盐胁迫对桑树根部 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 含量的影响

从品种间比较来看,尽管桂桑根部的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 含量呈现降低趋势,但是在不同浓度的盐胁迫下,桂桑 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 含量均显著高于蛋白桑( $P\leq 0.5$ ),分别较蛋白桑根部 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 含量高  $61.19\%$ 、 $31.09\%$  和  $22.98\%$ 。以上结果可能说明蛋白桑根部在盐胁迫下敏感度高于桂桑根部。

## 3 讨论

盐胁迫是主要的非生物胁迫之一,当植物受到盐胁迫时,会破坏植物细胞正常的生理代谢,如降低植物幼苗的植株高度和干物质量、降低植物



的光合速率、减缓植物新生器官的生长等<sup>[10-11]</sup>。植物根系是需要直接接触盐渍环境的部位,也是第一个对盐渍环境响应的器官。根系的主要功能是吸收矿质营养和水分,其生长状态和活力情况直接影响植物地上部分的生命活动。Ssiram 等<sup>[12]</sup>的研究表明,盐胁迫会导致  $\text{Na}^+$  在植物细胞中过多的累积,并破坏植物体内活性氧的产生与清除系统的动态平衡,大量的活性氧会导致细胞丧失完整的膜结构、加剧细胞膜脂过氧化和脱脂作用,损伤膜脂等。在植物体内也存在多种活性氧清除机制,大致分为两种类型,一种是有复杂的酶类抗氧化防御系统,通常指的细胞保护酶系统主要包括 SOD、CAT 和 POD,这 3 种酶活性的变化趋势在一定程度上能反映植物抗逆能力<sup>[13]</sup>;另一种是非酶类的抗氧化防御机制,其中直接参与活性氧清除的物质有谷胱甘肽、类胡萝卜素、抗坏血酸、半胱氨酸等,这些不但能与活性氧直接发生化学反应,将活性氧还原,而且还能间接地参与活性氧清除<sup>[14]</sup>。在植物的耐受范围内,例如在轻度和中度的盐胁迫下,植物体内会通过增加保护酶的活性,来清除过量的活性氧,降低膜脂氧化的程度,维持体内活性氧的平衡。本研究发现,随着盐浓度的增加,两个品种桑树苗的 3 种保护酶中 SOD、POD 的活性呈现出先升高后降低的趋势,可能是因为高浓度( $100 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ )盐处理导致活性氧清除系统失衡,超过了 SOD、POD 调控的最大限度,SOD、POD 酶活性的变化趋势与胡博<sup>[15]</sup>进行的盐胁迫下 4 个种源桑苗生理特性变化的发现基本一致。桂桑和蛋白桑根部的 CAT 活性从对照条件到  $50 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  盐处理时显著增加,而盐处理浓度  $50 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  到  $100 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  则呈现出缓慢的上升趋势,总体呈现出随着盐处理浓度增加而上升的变化趋势,表明 CAT 酶是桑树根部调控和响应盐胁迫的关键因子。在盐胁迫下桂桑和蛋白桑根部的 SOD 活性、POD 活性、CAT 活性较对照组均有提高,在对照组中,桂桑根部 3 种酶的活性基本上都大于蛋白桑,桂桑根部的 SOD 活性和 CAT 活性变化幅度均小于蛋白桑根部,桂桑根部的 POD 活性在盐浓度为  $50 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  时的变化幅度较蛋白桑的大,因此从整体上看,蛋白桑受盐胁迫影响更明显。膜系统是盐害的主要部位,当在盐胁迫下受到损害时,会有大量的 MDA 产生,细胞中的物质也会流失<sup>[16]</sup>。桂桑和蛋白桑根部的 MDA 含量在盐胁迫下均小于对照组,盐浓度为  $100 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  的桂桑根部 MDA 含量比蛋白

桑根部少,可能说明桂桑根部对盐的耐受性比蛋白桑根部强。此外增加活性氧的表达可能会让植物对逆境产生快速的反应<sup>[17]</sup>,随着盐胁迫浓度的增加,桂桑根部  $\text{H}_2\text{O}_2$  含量低于对照组,蛋白桑根部的含量则有缓慢增加的趋势,均高于对照组,进一步说明了在盐胁迫环境下,蛋白桑根部比桂桑根部更敏感。植物根组织是直接接触盐渍环境的部位,更是受盐胁迫影响最显著的器官,但植物根系响应盐胁迫是一个多因素、多基因复合作用的过程。下一步将拓展分子水平的研究,如蛋白质和转录组学,进一步挖掘桑树响应盐胁迫的关键蛋白和基因,并结合生理指标,解析桑树响应盐胁迫的分子和生理机制,为培育耐盐品种奠定坚实的理论基础。

## 4 结论

在盐胁迫下,随盐胁迫浓度的增加,桂桑和蛋白桑根部的 SOD 活性、POD 活性均表现出先增加后降低的变化趋势,而 CAT 活性则是呈现持续上升的趋势。在各盐分浓度梯度下,桂桑根部 SOD 活性、POD 活性和 CAT 活性整体上均高于蛋白桑根部,而在盐浓度为  $50 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  时,蛋白桑根部的 SOD 活性高于桂桑根部。随盐胁迫浓度的增加,桂桑根部的 MDA 含量呈现持续下降的趋势;蛋白桑根部的 MDA 含量则表现出先下降后上升的趋势,但在  $100 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  的盐浓度下,蛋白桑根部的 MDA 含量依旧低于对照组。随着盐胁迫浓度的增加,桂桑根部  $\text{H}_2\text{O}_2$  含量呈现出下降的变化趋势;蛋白桑根部  $\text{H}_2\text{O}_2$  含量表现出先上升后下降的变化趋势。根据在盐胁迫下两个品种桑苗的生理特性变化,初步推断桂桑抗盐能力大于蛋白桑。

## 参考文献:

- [1] 秦俭,何宁佳,黄先智,等. 桑树生态产业与蚕丝业的发展[J]. 蚕业科学,2010,36(6):984-989.
- [2] 许祥明,叶和春,李国. 植物抗盐机理的研究进展[J]. 应用与环境生物学报,2000,6(4):379-387.
- [3] 张国英,谈建中,刘美娟. 盐胁迫对桑种子发芽及幼苗生理生化特性的影响[J]. 蚕业科学,2004,30(2):191-194.
- [4] 林天宝,刘岩,张薇,等.  $\text{NaCl}$  胁迫对桑苗生理生化指标的影响[J]. 浙江农业科学,2013,13(12):1667-1672.
- [5] 孙景波,孙广玉,刘晓东,等. 盐胁迫对桑树幼苗生长、叶片水分状况和离子分布的影响[J]. 应用生态学报,2009,20(3):543-548.
- [6] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2006.
- [7] 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,2003:123-124.

- [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,2006;164-167.
- [9] 刘俊,吕波,徐朗莱. 植物叶片中过氧化氢含量测定方法的改进[J]. 生物化学与生物物理进展,2000,27(5):548-551.
- [10] 牟晓璐,汤圆强,李涛,等. 番茄耐盐性研究进展[J]. 福建热作科技,2019,44(2):62-65.
- [11] 张会慧,张秀丽,李鑫,等. NaCl 和 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 胁迫对桑树幼苗生长和光合特性的影响[J]. 应用生态学报,2012,23(3):625-631.
- [12] SSIRAM P K, TYAGI A. Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants[J]. Current Science, 2004,86(3):407-421.
- [13] FRIDOVICH I. The biology of oxygen radicals[J]. Science, 1978,201:875-880.
- [14] 全先庆,高文. 盐生植物活性氧的非酶促清除机制[J]. 安徽农业科学,2003,31(3):499-501.
- [15] 胡博. 盐胁迫下四个种源桑苗生理特性变化的研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2020.
- [16] 成广雷,张海娇,赵久然,等. 临界胁迫贮藏条件下不同基因型玉米种子活力及生理变化[J]. 中国农业科学,2015,48(1):33-42.
- [17] 杜秀敏,殷文璇,赵彦修,等. 植物中活性氧的产生及清除机制[J]. 生物工程学报,2001,17(2):121-125.

## Physiological Responses of Two Mulberry Species to Salt Stress

CHEN Shu, CAI Shi-ping, JIANG Wei, HUANG Jia-yong, WANG Yi

(College of Horticulture and Landscape Architecture, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou 510225, China)

**Abstract:** In order to explore the physiological response mechanism of mulberry roots of different varieties to salt stress, this study took Guisang and Danbaisang as experimental materials to study the changes of physiological and biochemical indexes of mulberry roots of two varieties under different NaCl concentrations. The results of setting three concentration gradients showed that compared with the normal growth group (CK), the activities of superoxide dismutase (SOD) and peroxidase (POD) increased first and then decreased with the increase of salt concentration in 50 and 100 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl treatments, and when the concentration was 50 mmol·L<sup>-1</sup>, the enzymatic activities of both reached the highest value; Catalase (CAT) activity showed a continuous upward trend with the increase of salt concentration. At the stage of salt concentration rising from 0 mmol·L<sup>-1</sup> to 50 mmol·L<sup>-1</sup>, the change trend of CAT activity was more obvious than that of 50 mmol·L<sup>-1</sup> to 100 mmol·L<sup>-1</sup>; After salt stress, the content of malondialdehyde (MDA) in the roots of two mulberry seedlings was lower than that of the control group, and when the salt concentration reached 100 mmol·L<sup>-1</sup>, the content of MDA in the roots of guisang was lower than that of proteinsang; The content of hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) in the roots of Guisang showed a downward trend, and the content of hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) in the roots of Danbaisang showed a change trend of increasing first and then decreasing. Based on the results of physiological and biochemical indexes of the roots of two mulberry varieties, it can be preliminarily concluded that the salt resistance of Guisang is stronger than that of Danbaisang.

**Keywords:** *Morus alba* L.; root; salt-tolerance; antioxidant enzyme; malondialdehyde

### 协办单位

黑龙江省作物学会

黑龙江省农业科学院水稻研究所

黑龙江省农业科学院克山分院

黑龙江省农业科学院黑河分院

黑龙江省农业科学院绥化分院

黑龙江省农业科学院佳木斯分院

黑龙江省农业科学院牡丹江分院

内蒙古丰垦种业有限责任公司