

# 逆境胁迫下罗布麻生理响应研究

王 雷, 黄 国 庆, 李 瑶, 吴 琼, 王 东 凯, 曹 涤 非

(黑龙江省科学院 高技术研究院, 黑龙江 哈尔滨 150020)

**摘 要:**以罗布麻为试材,研究了盐碱、干旱和低温条件下,不同胁迫时期罗布麻过氧化物酶(POD)活性、超氧化物歧化酶(SOD)活性、丙二醛(MDA)含量的变化情况。结果表明:盐碱、干旱、低温条件下,罗布麻 POD 活性表现出先升高后降低的趋势。盐碱、干旱条件下,罗布麻 SOD 活性呈现先升高后下降的趋势;在低温胁迫条件下,随着胁迫时间的延长,罗布麻 SOD 活性先下降后上升。盐碱胁迫条件下,罗布麻 MDA 含量均高于对照;干旱和低温胁迫条件下,除在干旱胁迫后的 24 h 和低温 48 h 罗布麻 MDA 含量极显著地高于对照外,其余时间点罗布麻 MDA 含量均低于对照。综上结果表明,罗布麻对盐碱、干旱、低温胁迫的响应存在差异,盐碱胁迫对罗布麻的伤害最大,造成抗氧化酶活性减弱,活性氧清除能力下降,细胞膜被破坏。

**关键词:**罗布麻;抗逆性;逆境胁迫;生理响应

**中图分类号:**S 563.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)23-0136-03

罗布麻(*Apocynum venetum* L.)属夹竹桃科罗布麻属多年生宿根亚灌木植物,又称野麻、泽漆麻、茶叶花、红麻等,主要分布在新疆、青海、甘肃、宁夏、山东等省区<sup>[1]</sup>。罗布麻对环境要求不严,抗逆性强,大量成片地分布于盐碱、沙荒、河滩地上,耐寒、耐旱、耐盐碱、耐风沙,适于多种气候和土质<sup>[2-3]</sup>。另外,罗布麻纤维细长、柔

软、有光泽、抗拉力强,素有“野生纤维之王”的美誉<sup>[4-5]</sup>;罗布麻有很高的药用价值,其根、茎、叶、花均可入药,罗布麻叶含芸香甙、槲皮素等多种成分,有防治感冒、镇咳、降血压、降血脂、抗炎、抗过敏等功效<sup>[6-7]</sup>。关于罗布麻植物生理学的研究,多见盐碱胁迫下对罗布麻种子萌发<sup>[8-9]</sup>、幼苗生长影响<sup>[10]</sup>的研究,但干旱、低温条件下,对罗布麻幼苗的氧化胁迫影响研究相对较少。该研究通过对盐碱、干旱、低温胁迫条件下,罗布麻幼苗在不同胁迫时期 POD 活性、SOD 活性、MDA 含量的测定,对罗布麻逆境胁迫下的生理响应机制进行了初步探讨,以期对罗布麻在盐碱地治理上的应用提供理论依据和参考。

**第一作者简介:**王雷(1980-),女,博士,副研究员,现主要从事植物抗逆生理和分子生物学等研究工作。E-mail:wleileyu@163.com.

**基金项目:**黑龙江省青年科学基金资助项目(QC2011C115);黑龙江省科学院春苗专项资助项目(CM12H01)。

**收稿日期:**2014-07-14

## Research on Reproductive Biology of Aloe Male Sterility in Introduction Area

ZHAO Hong-yan

(College of Life Science and Biotechnology, Xinxiang University, Xinxiang, Henan 453002)

**Abstract:** Taking *Aloe vera* L. as test material, integrated application anatomy, optical microscopy, fluorescence microscopy and paraffin method of combining technology, morphology, cytology, reproductive biology study of the angle through field trials and laboratory analysis were studied. The results showed that the aloe anther wall's growth was fundamental style, the cellular layer when differentiated completely from outside to inside was in turn: the epidermis, the endothecium, the middle layer and the tapetum, its tapetum was glandular. For the development of male gametophyte, in microspore mother cell meiosis, the cytoplasm division was of simultaneous types and procreant microsporocyte tetrad was eudipleural. The mature anthers belonged to a two-cell type. At the same time, pollen mother cells in the process of meiosis occurred abnormality, showed a small spore were different degree of abortion, resulted in a large number of abortion pollen, for the performance of male sterility.

**Keywords:** *Aloe vera* L.; introduction area; morphology; embryology; sterility

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料罗布麻(*Apocynum venetum* L.)种子由东北林业大学林学院王洪峰老师惠赠。

### 1.2 试验方法

将罗布麻种子用 10% NaClO 溶液消毒 5 min, 无菌水冲洗 4~5 次, 接种于 MS 培养基中。昼/夜温度为 26℃/22℃, 光照 16 h/d, 黑暗 8 h/d。待罗布麻植株长出 6 片真叶时, 将其移栽到营养土: 蛭石: 珍珠岩(4: 1: 2)的营养基质中进行培养。生长 40 d 左右, 将其分成 3 组, 分别用 0.2 mol/L NaHCO<sub>3</sub> 溶液、20% PEG6000、5℃ 低温进行胁迫处理, 在胁迫前(对照组)和胁迫后的 12、24、48、72 h 取罗布麻叶片, 每组重复 3 次。

### 1.3 项目测定

采用愈创木酚法测定罗布麻叶片 POD 活性; 采用氮蓝四唑(NBT)光化学还原法测定 SOD 活性; 采用硫代巴比妥酸比色法测定 MDA 含量<sup>[11-12]</sup>。

### 1.4 数据分析

采用 Excel 2003 进行数据整理及作图, 利用 SPSS 11.0 统计软件对试验所得数据进行单因素方差分析<sup>[13-15]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 逆境胁迫对罗布麻幼苗 POD 活性的影响

由图 1 可以看出, 在盐碱和干旱胁迫条件下, 罗布麻 POD 活性呈现先升高后下降的趋势, 在胁迫后的 12、24、48 h, POD 活性均极显著地高于对照( $P < 0.01$ ), 在胁迫后 72 h, POD 活性极显著地低于对照( $P < 0.01$ )。在低温胁迫下, 罗布麻 POD 活性均极显著地高于对照( $P < 0.01$ )。

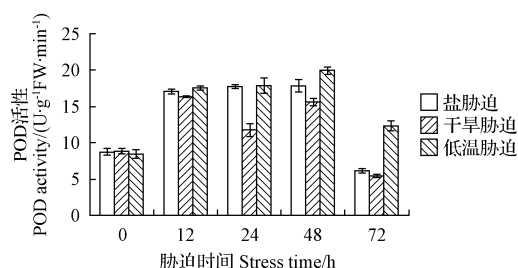


图 1 逆境胁迫对罗布麻 POD 活性的影响

Fig. 1 POD activity of *Apocynum venetum* L. under abiotic stress

### 2.2 逆境胁迫对罗布麻幼苗 SOD 活性的影响

由图 2 可知, 盐碱胁迫条件下, 罗布麻 SOD 活性先升高后下降, 在胁迫后 12 h, 罗布麻幼苗 SOD 活性略高于对照, 随着胁迫时间延长 SOD 活性下降, 最低值出现在胁迫后 48 h, SOD 活性极显著地低于对照( $P < 0.01$ )。

干旱条件下, 罗布麻 SOD 活性先升高后下降, 胁迫后 12、24、72 h 罗布麻 SOD 活性极显著地高于对照( $P < 0.01$ ), 但胁迫后 48 h, SOD 活性显著地低于对照( $P < 0.05$ )。低温胁迫条件下, 罗布麻幼苗 SOD 活性均低于对照, 胁迫后 48 h SOD 活性极显著地低于对照( $P < 0.01$ ), 胁迫后 24 h SOD 活性显著地低于对照( $P < 0.05$ )。

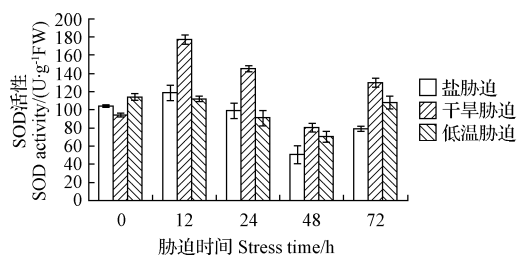


图 2 逆境胁迫对罗布麻 SOD 活性的影响

Fig. 2 SOD activity of *Apocynum venetum* L. under abiotic stress

### 2.3 逆境胁迫对罗布麻幼苗 MDA 含量的影响

由图 3 可以看出, 盐碱胁迫条件下, 罗布麻 MDA 含量均高于对照, 其中胁迫后 12、24 h MDA 含量极显著高于胁迫前水平( $P < 0.01$ )。干旱条件下, 除胁迫后 24 h 罗布麻 MDA 含量极显著地高于对照( $P < 0.01$ ), 其余时间均低于对照, 其中胁迫后 12、48 h 罗布麻 MDA 含量显著地低于对照( $P < 0.05$ )。低温胁迫条件下, 罗布麻 MDA 含量先下降后上升, 其中胁迫后 12 h MDA 含量极显著地低于对照( $P < 0.01$ ), 随着胁迫时间的延长, MDA 含量升高, 在胁迫后 48 h MDA 含量极显著高于对照( $P < 0.01$ )。

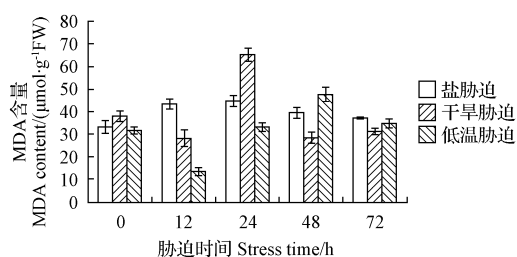


图 3 逆境胁迫对罗布麻 MDA 含量的影响

Fig. 3 MDA content of *Apocynum venetum* L. under abiotic stress

## 3 结论与讨论

盐碱、干旱和低温胁迫是影响植物生命活动的重要环境因子, 在逆境胁迫条件下, 植物正常的生命活动受到影响, 在内部结构、外部形态和生理功能上将发生一系列的改变。当植物处于逆境环境时, 植物叶片失绿、叶绿素合成受阻<sup>[16]</sup>, 氧化还原失衡, 活性氧大量积累<sup>[17]</sup>, 从而造成植物细胞膜系统稳定性降低, 如膜流动性降

低、膜脂成分的改变、膜透性的增大、细胞水势的下降等。

植物体内有效清除活性氧的系统分为酶促和非酶促 2 类,其中起主要作用的是活性氧清除酶系统,超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)和过氧化物酶(POD)是活性氧清除酶系统的重要保护酶。SOD 是植物体内第一个清除活性氧的关键酶,在有机体活性氧代谢中处于重要地位,它将超氧阴离子自由基( $O_2^{\cdot-}$ )歧化为  $H_2O_2$ <sup>[18]</sup>。生成的  $H_2O_2$  可通过 GSH-AsA 循环来清除<sup>[19]</sup>,也可通过 CAT 和 POD 的降解来清除,最终都是将  $H_2O_2$  分解为  $H_2O$  和  $O_2$ 。盐碱、干旱、低温条件下,罗布麻 SOD 和 POD 活性多表现出先升高后下降的趋势,SOD 和 POD 活性迅速增强,可以有效地清除活性氧,降低活性氧对罗布麻细胞的伤害。在低温胁迫条件下,随着胁迫时间的延长,罗布麻 SOD 活性先下降后上升,这可能是由于低温胁迫与干旱、盐碱胁迫信号转导途径不同,所以导致植物体内第一个清除活性氧的关键酶 SOD 活性变化趋势差异。

丙二醛(MDA)是膜脂过氧化最重要的产物之一,其含量可以反映植物遭受逆境伤害的程度。盐碱胁迫条件下,罗布麻 MDA 含量均高于对照,说明盐碱胁迫对罗布麻造成氧化伤害。干旱和低温胁迫条件下,分别在干旱胁迫后 24 h 和低温 48 h MDA 含量极显著高于对照,其余时间中多低于对照,这说明 POD、SOD 等保护酶对活性氧的有效清除遏制了 ROS 对膜脂的伤害,使得 MDA 含量下降。

(该文作者还有赵金海、孙尧,单位同第一作者。)

#### 参考文献

- [1] 张卫明,肖正春,顾龚平,等. 罗布麻资源利用与罗布麻植物分类问题[J]. 中国野生植物资源,2006,25(2):15-19.
- [2] 方学良,廖代富. 罗布麻的耐旱、耐盐和耐砂性[J]. 土壤通报,1979

(1):39-41.

- [3] 李庆华. 松嫩草原罗布麻主要抗氧化成分积累动态及其抗氧化活性[D]. 长春:东北师范大学,2007.
- [4] 黄翠蓉,王宝根. 罗布麻/棉混纺织物的研制开发[J]. 上海纺织科技,2003,31(3):27-29.
- [5] 吕锐,苏冬梅,孟林. 罗布麻纤维的抗菌性能研究[J]. 青岛大学医学院学报,2006,42(1):71-72.
- [6] 徐仰仓,洪利亚,李飞飞,等. 罗布麻对小鼠缺氧损伤的保护作用及机制研究[J]. 江苏中医药,2010,42(7):74-76.
- [7] Kamata K, Seo S, Nakajima J. Constituents from leaves of *Apocynum venetum* L [J]. J Nat Med, 2008, 62:160-163.
- [8] 荆瑞英,刘庆超,王静,等. 盐胁迫对罗布麻种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 北方园艺,2012(9):43-46.
- [9] 丛建民,陈凤清,潘娜,等. 驯化与野生罗布麻种子形态及活力差异研究[J]. 种子,2012,31(11):4-8.
- [10] 侯蕊,曹帮华,赵建诚,等. 盐碱胁迫对罗布麻生长及生理指标的影响[J]. 山东农业科学,2012,44(9):38-42.
- [11] 郝建军,刘延吉. 植物生理学实验技术[M]. 沈阳:辽宁农业科学技术出版社,2001:71-73,144-145,180-181.
- [12] 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,2003:123-124,268-269,274-276.
- [13] 林杰斌,陈湘,刘明. SPSS 11.0 统计分析实务设计宝典[M]. 北京:中国铁道出版社,2002:245-248.
- [14] 杜荣骞. 生物统计学[M]. 北京:高等教育出版社,1999:135-145.
- [15] 朱洪文,宋力. 应用统计[M]. 北京:高等教育出版社,2004:188-199.
- [16] Sheoran I S, Singal H R, Singh R. Effect of cadmium and nickel on Photosynthesis and the enzymes of the Photosynthetic carbon reduction cycle in Pigeonpea (*Cajanus cajan* L.)[J]. Photosynth Res, 1990, 23:345-351.
- [17] Stohs S J, Bagchi D. Oxidative mechanisms in the toxicity of metal ions[J]. Free Radic Biol Med, 1995, 18(2):321-336.
- [18] Alscher R G, Erturk N, Heath L S. Role of superoxide dismutase (SODs) in controlling oxidative stress in plants[J]. Experimental Botany, 2002, 53(372):1331-1341.
- [19] Noctor G, Foyer C H. Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control[J]. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 1998, 49:249-279.

## Research on Physiological Response of *Apocynum venetum* Under Abiotic Stress

WANG Lei, HUANG Guo-qing, LI Yao, WU Qiong, WANG Dong-kai, CAO Di-fei, ZHAO Jin-hai, SUN Yao

(Institute of Advanced Technology, Heilongjiang Academy of Sciences, Harbin, Heilongjiang 150020)

**Abstract:** Taking *Apocynum venetum* as materials, POD activity, SOD activity and MDA content were studied under salinity, drought and low temperature conditions during different stress periods. The results showed that POD activity decreased after an initial increase under salinity, drought and low temperature conditions, so as SOD activity under salinity and drought stress. But SOD activity of *Apocynum venetum* decreased at first and then increased. MDA content was higher than control under salinity stress, but it was lower than control under drought and low temperature conditions except 24 h of drought and 48 h of low temperature. These results indicated that it was different of *Apocynum venetum* in response to salt, drought and cold stress. Salt stress made *Apocynum venetum* damaged most, the activity of enzyme declined, and active oxygen scavenging capacity decreased as well as cell membrane destroyed.

**Keywords:** *Apocynum venetum*; resistant ability; abiotic stress; physiological response