

# 菠菜抗寒性生理机制的研究

范玉贞

(衡水学院 生命科学系, 河北 衡水 053000)

**摘要:** 在秋、冬季节的自然低温驯化与胁迫条件下, 研究了与菠菜抗寒有关的生理生化指标。结果表明: 随着胁迫温度的降低, 菠菜叶的可溶性糖与游离脯氨酸的变化是先上升后下降, 而根的这 2 项保护指标的变化是持续上升, 而且根的比叶的上升的速度快。在相同的低温胁迫条件下, 叶的 MDA 含量比根的多, 而根 SOD 的活性比叶的高, 表明菠菜的根比叶抗寒性强。

**关键词:** 菠菜; 低温胁迫; 抗寒性; 生理机制

**中图分类号:** S 636.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)11-0063-03

菠菜 (*Spinach*) 是人们经常食用的主要蔬菜。它属于藜科菠菜属的 1、2 a 生草本植物。在华北的大部分地區, 耐寒性较强的尖叶菠菜可以安全越冬, 因此了解低温胁迫对菠菜的生理影响, 探索菠菜的抗寒生理机制, 对于通过基因工程手段提高冷敏感植物的抗寒能力, 选育抗寒性强的品种及其栽培管理都有重要的意义。为

此, 研究了菠菜在秋、冬季节随着温度的降低, 叶片与根的可溶性糖、游离脯氨酸 (Pro)、丙二醛 (MDA) 的含量、超氧化物歧化酶 (SOD) 的活性, 以期了解菠菜在自然环境低温的冷驯化过程中, 这些抗性指标的变化及其与抗寒性之间的关系。

## 1 材料与方法

2008 年 9 月下旬, 将菠菜 9 号播种。于 10 月底 (气温 5~15℃)、11 月底 (-3~8℃)、12 月底 (3~-8℃)、次年的 1 月底 (1~-11℃)、2 月底 (6~-2℃), 选择生长状况一致的叶片与靠近地面的主根为材料 (每次取样的

**作者简介:** 范玉贞 (1952-), 女, 河北景县人, 本科, 教授, 现从事生物化学的教学与研究工作。E-mail: fanyuzhen195110@163.com.  
**收稿日期:** 2009-06-10

[5] 杨允菲, 祝玲, 张宏一. 松嫩平原两种碱蓬群落土壤种子库通量及幼苗死亡的分析[J]. 生态学报, 1995, 15(1): 66-71.  
[6] Khan M A, Irwin A. Ungar Effects of the thermoperiod on recovery seed germination of halophytes from saline conditongs[J]. 1997, 84(2): 279-283.  
[7] 阎顺国, 沈禹颖, 任继周. 等. 盐分对碱茅种子发芽影响的机制[J]. 草地学报, 1994(2): 12-19.

[8] 白旭, 刘长彦, 胡明芳, 等. 盐分和温度以及光照对陆地棉种子萌发的影响[J]. 棉花学报, 2006 18(4): 238-241.  
[9] 黄振英, 张时新, Gutteman Y, 等. 光照、温度和盐分对梭梭种子萌发的影响[J]. 植物生理学报, 2001(7): 275-280.  
[10] 王雷, 田长彦, 张道远, 等. 光照、温度和盐分对囊果碱蓬种子萌发的影响[J]. 干旱区地理, 2005, 28(5): 671-674.

## Effects of Temperature, Light, Salinity and pH on The Germination of *Suaeda* Seeds

QIAO Yong-xu, ZHANG Yong-ping, CHEN Chao, MA Gang

(Department of Life Science, Tangshan Teachers College, Tangshan, Hebei 063000, China)

**Abstract:** *Suaeda* seed to test materials for the study of different temperature, salinity, light and pH of the impact of its infancy. The results proved that, in light and dark conditions, the seed germination rate of no significant impact on its budding visible light had no significant effect. Different temperature and salinity of *Suaeda* seed germination rate of the impact was extremely significant., the seed germination rate as the increase of temperature and gradually increase to 30℃, and with the temperature increase or decrease, the seed germination rate also decreased gradually. The salt solution, the seed germination rate as the concentration of salt solution gradually increased and decreased in 0.8 mol/L salt solution to the lowest level in 0 mol/L of saline solution in the seed germination rate was the maximum. High pH could improve the *Suaeda* salsa seed germination.

**Key words:** *Suaeda*; Light; Temperature; Salt; pH; Germination rate

时间为上午 10~12 时), 测定各项生理生化指标, 每项测定重复 3 次。可溶性糖的含量(%): 用蒽酮比色法测定<sup>[1]</sup>; 游离脯氨酸的含量( $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ ): 用酸性茚三酮比色法测定; 丙二醛(MDA)的含量( $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ ): 用硫代巴比妥酸法测定; SOD 的活性( $\text{U} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ ): 用氮蓝四唑(NBT)法测定<sup>[2]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同测定时间可溶性糖含量的变化

由图 1 看出, 从总体来说, 根可溶性糖的含量都比叶高。从 10 月底到次年的 2 月底, 环境温度的变化是先经过长时间的降低后再回升, 使菠菜也经过了自然冷驯化休眠的过程后返青。从 10 月底到 12 月底, 其叶和根的可溶性糖均随着胁迫温度的降低与时间的延长而增加。根的可溶性糖分别比 10 月底增加了 9%、32%, 而叶的分别增加了 3%、28%。到了 1 月底, 根的比 12 月底增加了 7%, 而叶的却同比下降了 7%。这是因为根在  $1 \sim -11^{\circ}\text{C}$  的条件下还能勉强维持生命活动, 而叶不能抵抗该低温, 甚至细胞结构与代谢也被破坏的结果。2 月底, 随着胁迫温度的上升, 二者的含量都降低了。尽管根比叶下降的多, 但根的含量仍比叶的高。可溶性糖作为渗透保护物质, 既能提高细胞质中溶质的浓度并降低冰点, 又能缓冲细胞遇冷过度脱水, 从而使细胞质胶体溶液不致于遇冷凝固, 细胞膜系统也免遭降解和破坏。同时还是蛋白质遇冷凝固的保护物质, 从而提高植物的抗寒性。该研究根比叶可溶性糖含量高的结果, 说明菠菜根比叶抗寒性强<sup>[3]</sup>。

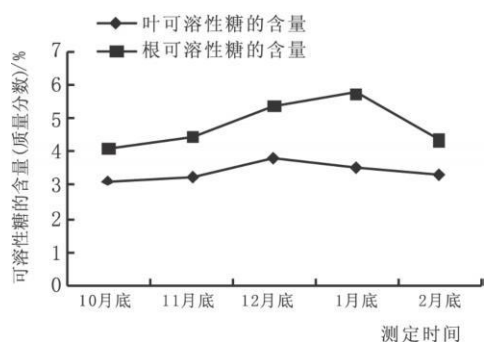


图 1 不同测定时间可溶性糖的含量

### 2.2 不同测定时间游离脯氨酸含量的变化

结果表明, 菠菜叶和根 Pro 的含量变化与可溶性糖相似, 也是随着冷驯化时间(10 月底至 12 月底)的延长与温度的降低而增加, 而且根比叶增加的幅度也大。但是在温度较高的条件下, 根比叶的 Pro 含量低。从 12 月底到 1 月底, 根的 Pro 含量增加了 17%, 叶却下降了 29%。到了 2 月底, 二者的含量都急剧减少了, 而且根比叶下降的多, 但是根的 Pro 含量比 10 月底增加了

253%, 而叶的增加了 56%。说明低温驯化在一定程度上能提高菠菜 Pro 的积累量, 而且根比叶积累的多。

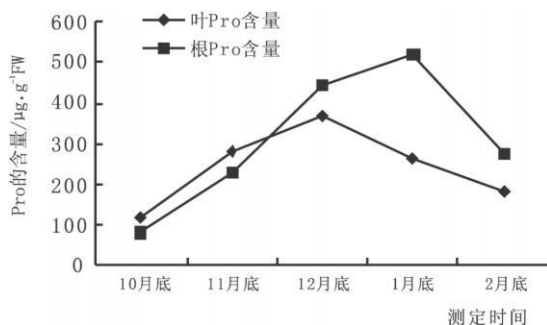


图 2 不同测定时间 Pro 的含量

经研究表明, 许多植物在遭受低温胁迫时, 体内 Pro 含量会迅速提高, 这有助于保持细胞和组织的水分, 提高蛋白质的水溶性, 同时保护酶与细胞的结构稳定。李建设等<sup>[4]</sup>的研究发现, 低温胁迫使茄子体内 Pro 的含量增加幅度与茄子品种的抗寒性强弱成正相关。该研究的结果表明, 随着胁迫温度的降低, 菠菜根 Pro 的含量持续增加, 而且提高幅度也比叶的大, 叶的则表现出先增加后减少的变化, 也证明菠菜的根比叶抗寒性强。

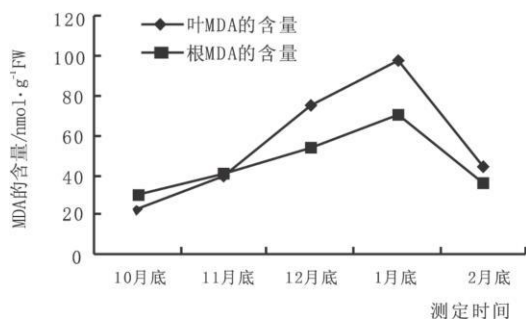


图 3 不同测定时间 MDA 的含量

### 2.3 不同测定时间 MDA 含量的变化

从图 3 看出, 菠菜的叶和根 MDA 的含量升降变化与温度的变化正好相反。虽然在温度较高(10 月底)的情况下, 根的 MDA 含量比叶高, 但是 11 月底、12 月底、1 月底, 叶 MDA 的含量分别比 10 月底的增加了 77%、246%、349%, 而根的分别增加了 37%、80%、137%。到了 2 月底, 由于温度的升高使二者的 MDA 含量都急剧下降了, 但叶的比 10 月底增加了 104%, 根的同比增加了 20%。由 MDA 的变化情况看出, 在相同的胁迫温度与时间条件下, 菠菜叶 MDA 的含量比根的多, 说明叶遭受低温的冻害比根更严重。因为在低温胁迫下, 使植物膜脂质过氧化的产物 MDA 大量积累, 会造成膜透性增加, 细胞内电解质外渗, 导致膜系统的严重损伤, 甚至是

不可逆的致死伤害<sup>[5]</sup>。

2.4 不同测定时间SOD 的活性变化

如果植物遭受低温胁迫的条件超出了自身的抵抗承受能力,不但会加速活性氧与自由基的产生,而且还降低了抗氧化酶系和非酶系统清除活性氧的能力。这些过量积累的自由基与活性氧会引起膜脂质过氧化并破坏膜系统的结构与功能,使细胞内的蛋白质与核酸等生物大分子变性失活,从而进一步加剧对植物的伤害。如果低温胁迫的条件没有超出植物的承受能力,它们也能加快合成抗氧化酶系或提高酶活性,以加速清除这些强氧化剂<sup>[6]</sup>。SOD 是存在于植物细胞中最重要的清除活性氧的酶类之一,主要功能是清除 O<sub>2</sub><sup>-</sup>,使 2O<sub>2</sub><sup>-</sup> + 2H<sup>+</sup> → H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>。由图 4 表明,菠菜的叶和根 SOD 的活性变化与温度的变化也正好相反。从 10 月底到 12 月底,叶 SOD 的活性同比提高了 59%、84%,根的同比提高了 79%、167%。表明在此胁迫温度与时间范围内,尚未超出菠菜叶与根的抗寒承受能力,而且细胞本身也积极发挥抗氧化系统的作用,尽量减轻这些强氧化剂对

细胞的氧化损伤作用。1 月底,根 SOD 的活性略有下降(从 153.67 U · g<sup>-1</sup>FW)下降到 149.86 U · g<sup>-1</sup>FW),而叶的却从 112.07 U · g<sup>-1</sup>FW)下降到 65.13 U · g<sup>-1</sup>FW)。这是因为叶抵抗不了 1 月底的低温,并且已遭到了严重的冻害,因而降低了 SOD 的合成与酶活性所致,而根没有遭受不可逆的致死冻害。2 月底,二者 SOD 的活性都急剧下降了,但是根的仍比叶的高,当然抗氧化保护作用也强。

3 结论

综上所述,随着胁迫温度的下降与时间的延长,菠菜根的保护性物质与 SOD 的活性比叶的高,是根比叶抗寒强的内在原因。这是外界环境低温胁迫伤害与植物体内部主动动员各种保护机制适应逆境,并抵抗胁迫相互作用平衡的结果。这可能也是菠菜在长期的进化过程中形成的适应低温环境的生理机制,因为只要冻不死根,第 2 年春天还能长出新叶并延续正常的生命活动。

参考文献

[ 1 ] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[ M] . 2 版. 北京: 高等教育出版社 2006: 202-204 278-279.  
[ 2 ] 高俊凤. 植物生理学实验指导[ M] . 1 版. 北京: 高等教育出版社 2006: 210-211.  
[ 3 ] 江福英, 李延, 翁伯琦. 植物低温胁迫及其抗性生理[ J] . 福建农业学报, 2002, 17(3): 190-195.  
[ 4 ] 李建设, 耿广东, 程智慧. 低温胁迫对茄子幼苗抗寒性生理生化指标的影响[ J] . 西北农林科技大学学报 2003 11(3): 90.  
[ 5 ] 杨东, 张红, 陈丽萍, 等. 温度胁迫对 10 种菊科杂草丙二醛和可溶性糖的影响[ J] . 四川师范大学学报, 2007, 30(3): 391-394.  
[ 6 ] 代旭兰, 黄敏, 易秀丽, 等. 播娘蒿抗寒性生理研究[ J] . 四川大学学报(自然科学版), 2007, 44(1): 199-202.

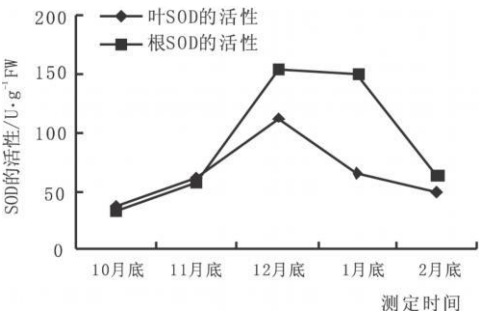


图 4 不同测定时间 SOD 的含量

A Study on Physiological Mechanism of Spinach in The Condition of Cold Stress

FAN Yu-zhen

(Department of Life Science, Hengshui University, Hengshui, Hebei 053000, China)

**Abstract:** In the conditions of autumn and winter low temperature acclimation and the natural stress, the spinach of the cold resistance of the physiological and biochemical indicators was researched. The results showed that with the decrease of the lower temperature stress, the contents of soluble sugar and praline of spinach leaves showed an increase and then a decrease in the change. The Root's protection of these two indicators were rising, and the increasing speed of roots was faster than the leaves. At the same under the conditions of low temperature stress, MDA content in the leaf was much more than that of the root. The SOD activity of root was much higher than leaf. It was showed that the root was stronger than leaf in cold resistance.

**Key words:** Spinach; Low temperature stress; Cold resistance; Physiological mechanism