

盐度对碱蓬幼苗地上部分膜脂过氧化作用的影响*

刘建国

赵可夫

(中国科学院海洋研究所, 青岛, 266071) (山东师范大学, 济南, 250014)

摘要 于1987年, 用盐度为0, 100, 200, 500, 1 000 mmol/L NaCl的Hoagland完全培养液培养碱蓬, 测定幼苗地上部分膜脂过氧化产物丙二醛(MDA), 同时研究超氧化物歧化酶(SOD)的活性。结果表明, (1)盐胁迫明显影响MDA含量: 12h之内, 各种盐胁迫均使MDA量较对照组低; 12h之后, 低盐度(100 mmol/L)继续使MDA较对照降低, 而高盐度(≥ 200 mmol/L)则促使MDA累积。(2)碱蓬体内SOD活性也明显受到盐胁迫的影响: 12h之内, 不同盐胁迫均使其活性较对照增大; 12h之后, 低盐度继续增加SOD活性, 而高盐度则降低其活性。MDA和SOD活性之间存在负相关性。上述结果表明, 碱蓬的盐伤害与自由基有关。

Mccord 等于1969年提出的自由基学说^[9], 现已广泛应用于需氧生物毒害机理研究。已证明逆境条件下, 植物体伤害与自由基有关^[1, 3, 4, 5, 10]。Kalier报道盐生植物 *Halimone portulacoides* 在盐胁迫条件下的伤害与自由基无关^[8], 刘建国报道非盐生植物小麦的盐伤害与自由基有关^[3]。本文以盐生植物碱蓬为材料, 进一步研究植物的盐伤害是否与自由基有关, 以探讨盐对植物膜系统伤害的机制。

一、材料与方法

碱蓬 [*Suaeda salsa* (L.) Pall] 是于1986年采集于山东省东营市海沼泽地, 属稀盐盐生植物。种子经0.5%氯化高汞消毒5min, 自来水冲洗种子至无氯化高汞; 播种在砂基中培养, 每天淋适量Hoagland完全培养液, 在 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 、光照12h、光强4 000lx条件下萌发和幼苗培育。待第四片真叶长出时, 幼苗移栽于花盆中, 置于自然条件下培养, 4周后幼苗长至15cm高, 重新移入室内驯化4天, 进行实验。用含0, 100, 200, 500, 1 000 mmol/L NaCl的Hoagland完全培养液处理, 于0, 12, 24, 48, 72, 96h取样, 电子天平称重后, 锡纸包装, 液氮冰冻, 再放入 -20°C 冰箱中待测。按Heath等方法测丙二醛(MDA)^[7], 依Giannoplitis和Ries的方法测超氧化物歧化酶(SOD)活性^[6]。

质膜透性的测定, 取大小、叶龄一致的肉质化小叶, 用锋利刀片切成1cm小段, 6段一组, 精细称重, 在蒸馏水中多次用软毛刷洗涤后, 移入试管中, 材料上方轻轻盖一洁净尼龙网, 加3ml重蒸馏水。真空渗入三次, 在 25°C 恒温水浴中静止一小时, 测原电导。再将试管置于沸水中, 杀死碱蓬材料, 冷至 25°C , 测总电导。质膜透性以100mg鲜材料中原电导

* 本文是硕士论文一部分, 在山东师范大学植物抗性实验室内完成。

收稿日期: 1989年11月1日。

占总电导的百分数表示。

称重法测蒸腾量,实验前测出各组碱蓬蒸腾基数,作为修正,消除材料差异带有的误差。于不同时间称碱蓬和盆的总重量,其差为这段时间内的蒸腾量,数据经修正后,即得出盐度对蒸腾作用的影响。

上述实验中,每个数据至少做了五个重复。

二、结果及讨论

1. 盐度对 MDA 的影响

碱蓬经不同盐度处理后,其 MDA 随时间的变化见图 1。12h 之内,盐胁迫均使 MDA 较对照组低,MDA 是膜脂过氧化产物,能可靠地反映膜脂过氧化作用的强弱^[2]。上述结果说明,在 12h 之内,盐胁迫降低膜脂过氧化作用;12h 之后,低盐度(100mmol/L NaCl, 后同)继续降低 MDA 含量,而高盐度(≥ 200 mmol/L NaCl, 后同)却使 MDA 增多。这说明,12h 之后,低盐胁迫降低了膜脂过氧化作用,而高盐胁迫却加强了细胞的膜脂过氧化作用。

2. 盐度对 SOD 活性的影响

碱蓬经盐处理后,其体内 SOD 活性变化见图 1。12h 之内,各种盐度处理均使 SOD 活性增高。由于 SOD 是广泛存在于生物体内,消除自由基的主要酶之一,其活性增加意

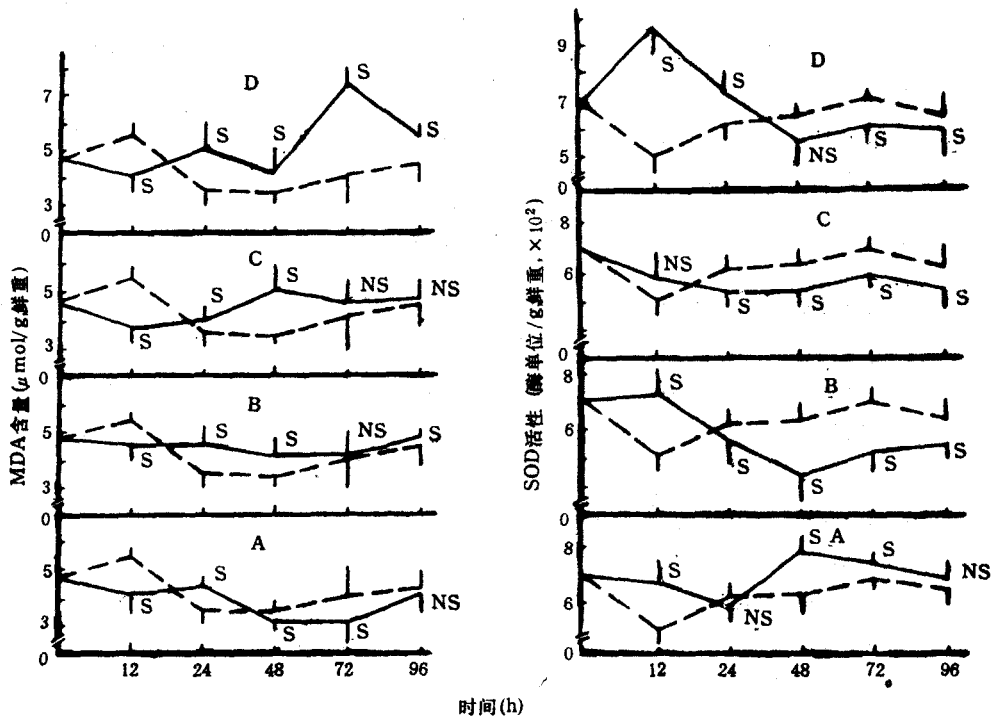


图 1 盐度对碱蓬 MDA 和 SOD 活性的影响

Fig. 1 Effect of salinity on MDA and SOD activity in *Suaeda salsa*

虚线为对照;实线为盐处理 (A = 100, B = 200, C = 500, D = 1000mmol/L NaCl)。

S 表示差异显著; NS 表示差异不显著。

味着消除自由基能力加强,推测由自由基诱导的膜脂过氧化作用可能降低。事实上,12h 盐处理降低了膜脂过氧化水平(见结果 1)。在 12h 之后,低盐度继续使 SOD 活性较对照组增加,而高盐度则使 SOD 活性降低。这表明高盐胁迫下,碱蓬体内阻碍膜脂发生过氧化的能力下降。比较结果后可以看出,盐度对 MDA 和 SOD 活性影响恰好相反,二者之间呈负相关,其方程为:

$$y = 5.68 - 2.02 \times 10^{-3}x$$

式中, y 为 MDA 的量($\mu\text{mol/g}$ 鲜重); x 为 SOD 活性(酶单位数/ g 鲜重)。相关系数 $r = -0.25$ 。

表 1 盐度对碱蓬质膜透性的影响

Tab. 1 Effect of salinity on membrane permeability in *Suaeda salsa*

盐处理 (mol/L NaCl)	时 间 (h)				
	12	24	48	72	96
0	2.491	2.037	2.570	2.091	2.306
100	2.372	2.345	2.734	2.201	2.456
200	3.146	3.188	2.903	2.348	3.132
500	3.006	2.937	3.564	3.209	4.274
1000	3.242	4.132	3.346	4.058	5.403

3. 盐度对质膜透性的影响

质膜透性是反映膜伤害程度的敏感指标,盐度对碱蓬质膜透性的影响见表 1。低盐度条件下其透性和对照变化不大,这说明碱蓬在低盐度下质膜没有遭到破坏,功能正常;高盐度条件下,其透性较对照组高,这说明碱蓬受到盐伤害,膜遭到损伤功能丧失。

4. 盐度对蒸腾作用的影响

蒸腾是反映植物生长的指标之一,其值大表明生长快,反之则表明生长慢。盐度对碱蓬蒸腾作用的影响见图 2。在低盐度下,碱蓬蒸腾量和对照相等,这说明在该条件下生长正常;在高盐胁迫下,蒸腾量明显小于对照组,且盐度越高,降低愈明显,这说明在这种条件植物遭受盐害,生长受抑制。

综上所述,可以认为,在高盐胁迫下碱蓬受伤害的过程有自由基参与,自由基平衡学说适用于解释盐伤害。其机制如下,在高盐胁迫下,碱蓬体内 SOD 活性降低,消除自由基的能力下降,自由基产生大于消耗,结果相对地累积,过多的自由基与膜上不饱和脂肪酸发生化学连锁反应,膜结构改变,功能丧失,透性增加,有机物质和无机离子外渗,生长降低。

至于在 12h 盐胁迫下,MDA 降低,SOD 活性增大,这可能是植物对盐的一种最初的保护性适应。而低盐度条件下碱蓬不受盐害的原因,可以认为碱蓬本身属盐生植物,其生

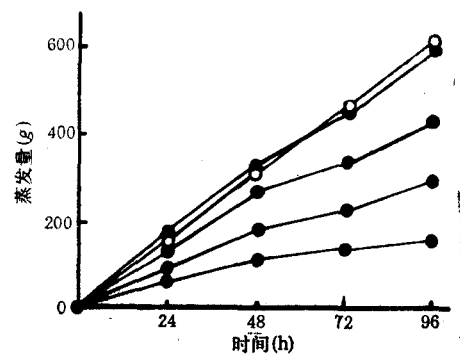


图 2 盐度对碱蓬蒸腾作用的影响
Fig. 2 Effect of salinity on transpiration in *Suaeda salsa*

○—○—○ 为对照; ●—●—● 为盐处理
(B = 100, C = 200, D = 500,
E = 1000mmol/L NaCl)。

态环境为海滩沼泽地带,长期适应的结果,生长尚需一部分盐。

参 考 文 献

- [1] 王以柔、刘鸿先、李平等,1986。在光照和黑暗条件下低温对水稻幼苗光合器官膜脂过氧化作用的影响。植物生理学报 12(3): 244—251。
- [2] 王爱国、邵从本、罗广华,1986。丙二醛作为植物脂质过氧化指标的探讨。植物生理通讯 2: 55—57。
- [3] 刘建国、赵可夫,1989。NaCl对小麦幼苗叶片膜脂过氧化作用的影响。曲阜师范大学学报 15(3): 69—74。
- [4] Bucker, E. R. and S. E. Martin, 1981. Superoxide dismutase (EC. 1, 15. 1. 1.) activity in thermal stressed *Staphylococcus aureus*. *Appl. Environ. Microbiol.* 41(2): 449—454.
- [5] Dhindsa, R. S. and W. Matowe, 1981. Drought tolerance in two mosses: correlated with enzymatic defence against lipid peroxidation. *J. Exp. Bot.* 32: 79—91.
- [6] Giannoplities, C. N. and S. K. Ries, 1977. Superoxide dismutase purification and quantitative relationship with water soluble protein in seedling. *Plant Physiol.* 59: 315—318.
- [7] Heath, R. L. and L. Packer, 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Arch. Biochem. Biophys.* 125: 189—198.
- [8] Kalier, A. and A. Poijakoff-Mayber, 1981. Changes in activity of malate dehydrogenase, catalase, peroxidase and superoxide dismutase in leaves of *Halimione protulacoides* (L.) Aellen exposed to high sodium chloride concentration. *Ann. Bot.* 47: 75—85.
- [9] Mccord, J. M. and I. Fridovich, 1969. Superoxide dismutase: An enzymic function for erythrocyte protein (Homocuprein). *J. Bio. Chem.* 224: 6 049—6 055.
- [10] Senaratna, T., D. M. Bryan and H. S. Robert, 1985. Stimulation of dehydration injury to membranes from soybean axes by free radicals. *Plant Physiol.* 77: 472—474.

EFFECT OF SALINITY ON MEMBRANE-LIPID PEROXIDATION IN SEEDLING OF SEEPWEED [*SUAEDA SALSA* (L.) PALL]

Liu Jianguo

(Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao, 266071)

Zhao Kefu

(Shandong Normal University, Jinan, 250014)

ABSTRACT

Seepweed, a halophytic plant, were collected from marine marshes in Dongying city and cultured in greenhouse from seed germination to seedling in 1987. The seedlings as experimental materials were treated with Hoagland nutrient solution containing 0,100,200,500,1 000 mmol/L NaCl. The changes of membrane-lipid peroxidation after salt treatment were analysed by determining malondialdehyde (MDA). We also studied the reason of membrane-lipid peroxidation by measuring superoxide dismutase (SOD) activity.

The results showed that MDA and SOD activity were related to salinity. A marked decrease of MDA and significant increase of SOD activity were observed within 12 h salt treatment. After 12h, lower salinity (100mmol/L NaCl) led a decrease of MDA and an increase of SOD activity, but high salinity (≥ 200 mmol/L NaCl) led to an accumulation of MDA and decrease of SOD activity. There was a negative relationship between MDA and SOD activity.

The salt injury of seepweed was partially resulted from membrane lipid-peroxidation induced by free radicals.