

氯化镧对水稻幼苗耐冷性的影响(简报)

李美茹 刘鸿先 王以柔

(中国科学院华南植物研究所, 广州 510650)

EFFECT OF LaCl_3 ON COLD TOLERANCE OF RICE SEEDLINGS

Li Meiru Liu Hongxian Wang Yirou

(South China Institute of Botany, Academia Sinica, Guangzhou 510650)

钙既是植物必需的大量元素, 对细胞膜的稳定有积极的调节作用, 又是胞内的第二信使物质。近年来, 在研究植物耐冷性的机理中, 钙的作用正引起人们的注意^[1]。Minorsky^[2]首次提出 Ca^{2+} 可能是传导植物细胞冷害的胞内信使物质。当胞液中的 Ca^{2+} 升高之后, 由于参与 Ca^{2+} 运转机制之一的膜上 Ca^{2+} -ATP 酶失活, 使细胞积累大量 Ca^{2+} , 造成细胞 Ca^{2+} 毒害, 这可能是植物冷害的原因之一。 La^{3+} 为稀土元素, 其离子半径与 Ca^{2+} 相似, 这种化学上的相似性, 使 La^{3+} 可以结合到某些钙结合蛋白的钙结合位点上^[3]。用电子显微镜观察到 La^{3+} 往往定位于细胞壁中间片层含钙区和质膜外表面上结合钙的地方, 因而它被认为是质膜上钙通道的堵塞剂或钙的拮抗物。 La^{3+} 的存在大大阻碍了钙进入细胞内^[4]。因此, 可借助 La^{3+} 对 Ca^{2+} 的拮抗作用, 研究 Ca^{2+} 信使在调节植物抗冷力中的作用。但另一些研究认为 La^{3+} 能取代 Ca^{2+} 在细胞膜上的位置, 并在一定条件下产生与 Ca^{2+} 相似的作用, 这对维持细胞膜的稳定性及对养分的吸收、运转均起了一定的促进作用, 因此, La^{3+} 同 Ca^{2+} 在生物学作用上的相似性使 La^{3+} 被称为“超级钙”^[3,5]。低浓度与高浓度 La^{3+} 对细胞的生物学效应不同^[6]。氯化镧对植物抗冷性的影响如何? 还未见有报道。本文探讨一定浓度的氯化镧预处理水稻幼苗对幼苗抗冷性的影响, 并对影响的因素作一讨论。

1 材料与方法

材料培养和处理 以水稻 (*Oryza sativa*) 特三矮 2 号品种为实验材料。有蒸馏水浸泡种子 24 h, 用湿纱布包裹后置恒温箱 (28 °C) 催芽 1 d; 将种子分别排列在放有蛭石的培养皿中, 放入恒温箱内生长 24 h; 取出置于培养架上, 在光强 $30 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 温度 28 ± 1 °C 下生长 11 d, 这时用 10 mmol/L 氯化镧溶液灌根处理 3 d, 然后移至 1 °C, $160 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 的培养箱里进行冷胁迫处理 2 d, 随后取出, 置于生长培养架上, 让其恢复生长。在恢复生长的第 3 天, 统计幼苗的成活率。幼苗叶片的各种测定分别在氯化镧处理的第 4 天和冷胁迫后进行。

叶片叶绿素含量测定 按 Arnon 方法^[7]。

过氧化物酶 (POD)、过氧化氢酶 (CAT) 和超氧化物歧化酶 (SOD) 活性的测定 酶液的提

取以 1 g 鲜重的水稻幼苗叶片加入 5 ml 的磷酸缓冲液 (pH7.8), 研磨成匀浆在 $16000 \times g$ 下离心 20 min, 上清液作酶活性分析用, SOD 活性方法按刘鸿先等方法^[8], POD 和 CAT 酶活性按曾韶西等方法^[9]。

叶片细胞丙二醛含量测定 按王以柔等方法^[10]。

叶片细胞相对电导率的测定 按刘鸿先等方法^[8]。

2 实验结果

2.1 氯化镧处理对冷胁迫后水稻幼苗存活率的影响

水稻幼苗经冷胁迫处理后, 其存活率只有 50%, 但经氯化镧预处理的幼苗, 其存活率高达 100%, 说明氯化镧处理显著地提高了水稻幼苗抗冷胁迫伤害的能力。

本实验还观察到经氯化镧预处理 3 d 的水稻幼苗, 叶色浓绿, 其叶绿素含量比未经氯化镧处理的高 18.9%。在冷胁迫后, 未经氯化镧预处理的幼苗, 其叶片绿色变淡; 而经氯化镧预处理的, 叶色依然保持冷胁迫前的状态。

2.2 氯化镧对水稻幼苗叶片细胞保护酶活性的影响

实验结果表明氯化镧处理对叶片细胞 POD 和 CAT 的活性无影响, 但明显地提高了 SOD 的活性 (图 1B)。冷胁迫明显地降低了 POD、CAT 和 SOD 的活性。经氯化镧预处理的幼苗, 其 POD 和 CAT 活性也受到冷胁迫处理明显地抑制, 但 SOD 的活性虽亦受冷胁迫的抑制, 但其活性仍高于对照 (图 1A)。说明氯化镧处理有明显提高 SOD 活性的作用, 而且可保护 SOD 免遭冷胁迫的伤害。

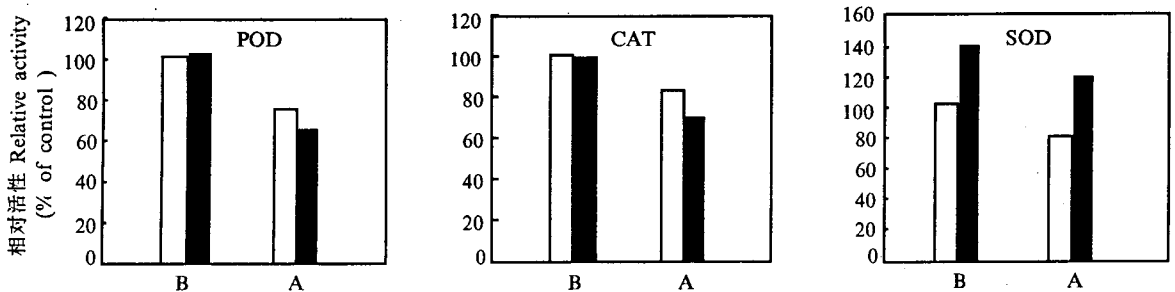


图 1 氯化镧对水稻幼苗受冷胁迫叶片 POD、CAT、SOD 活性的影响

Fig. 1 Effect of LaCl₃ on the activities of POD, CAT and SOD in leaves of rice seedlings under chilling stress

B = 冷胁迫前; A = 冷胁迫后; □ = 无 LaCl₃; ■ = LaCl₃

Rice seedlings treated without (□) or with (■) 10 mmol/L LaCl₃ for 3 d before (B) or after (A) chilling at 1 °C under a photon flux density of 160 μmol m⁻²s⁻¹ for 2 d

2.3 氯化镧对水稻幼苗叶片细胞膜脂过氧化及膜透性的影响

致使植物发生伤害的低温能明显地引起细胞膜透性的改变, 导致离子大量泄漏。通常以测定植物组织外渗液的电导率来表示细胞膜结构功能受损伤的程度。丙二醛 (MDA) 是细胞膜脂过氧化反应的重要产物, 一般以 MDA 含量作为发生膜脂过氧反应的主要指标。氯化镧处理稍微降低了叶片电解质渗出率, 但不影响 MDA 的含量 (图 2B)。冷胁迫明显地提高了叶片电解

质渗出率和MDA的值,但经氯化镧预处理的幼苗,其电解质渗出率和MDA不受冷胁迫处理的影响(图2A),这说明了氯化镧可能有稳定水稻幼苗叶片细胞膜结构,以免遭冷胁迫损伤的作用。

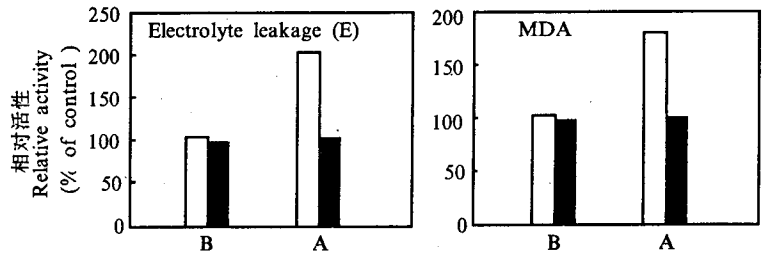


图2 氯化镧对水稻幼苗受冷胁迫叶片电解质渗漏率和丙二醛含量的影响
Fig. 2 Effect of LaCl_3 on electrolyte leakage and MDA content in leaves of rice seedlings under chilling stress
Symbols and legend are as in Fig. 1

3 讨论

有研究认为 La^{3+} 可以促进植物长根发芽,增加叶绿素含量,提高光合效率,降低细胞外渗透液的电导率; La^{3+} 在生物作用上与 Ca^{2+} 相似而被称为“超级钙”^[3,5,6,11]。从我们的实验结果看,氯化镧对水稻幼苗可降低冷胁迫的伤害,表现为显著地提高了幼苗经冷胁迫处理后的存活率。这可能与氯化镧有提高叶绿素含量,提高和稳定SOD活性(图1),缓解冷胁迫诱发的细胞膜脂过氧化(图2),稳定细胞膜的结构有关(图2)。另一方面, La^{3+} 被认为是细胞膜上钙通道的抑制剂,阻止胞外 Ca^{2+} 流入胞液中,也即阻止了胞内 Ca^{2+} 信使的调节作用。Minorsky^[2] 提出 Ca^{2+} 可能是传导细胞低温的胞内信使。Zocchi和Hanson^[12] 证明冷胁迫时,植物体中胞外的 Ca^{2+} 流入细胞,据此,我们推测氯化镧提高水稻幼苗的抗冷力也可能与氯化镧有中断传导冷胁迫伤害的 Ca^{2+} 信息作用有关。

参考文献

- 1 李美茹, 刘鸿先, 王以柔. 植物细胞中的抗寒物质及其与植物抗冷性的关系. 植物生理学通讯, 1995, 31(5):328-334
- 2 Minorsky P V. An heuristic hypothesis off chilling injury on plants. A role for calcium as the primary physiological transducer of injury. Plant Cell Environ, 1985, 8:75-94
- 3 Poovarlah B W. Effects of inorganic cations on ethephon-induced increases in membrane permeability. J Amer Soc Hort Sci, 1979, 104:164-166
- 4 Peterson T A, Swauson E S, Hull R J. Use of lanthanum to trace apoplasmic solute transport in intact plants. J Exp Bot, 1986, 37(179):807-822
- 5 周世恭. 镧在植物学研究中的应用. 植物学通报, 1992, 9(2):26-29
- 6 常江. 镧对稻、小麦根组织细胞膜透性和营养元素吸收积累的影响. 植物生理学通讯, 1991, 27(1):17-21
- 7 Arnon D I. Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol, 1949, 24:1-14
- 8 刘鸿先, 曾韶西, 王以柔等. 低温对不同耐寒力的黄瓜 (*Cucumis sativus*) 幼苗子叶细胞器中超氧化物歧化酶(SOD)的影响. 植物生理学报, 1985, 11(1):48-57
- 9 曾韶西, 王以柔, 刘鸿先. 低温光照下黄瓜子叶叶绿素降低的可能酶促机制. 植物生理学报, 1991, (2):17-23
- 10 王以柔, 刘鸿先, 李平等. 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, 1986, 12(3):244-251
- 11 胡勤海, 叶兆杰. 稀土元素的植物生理效应. 植物生理学通讯, 1996, 32(4):296-300
- 12 Zocchi G, Hanson J B. Calcium influx into corn roots as a result of cold shock. Plant Physiol, 1982, 70:318-319