

## 低能氩离子注入对甜瓜种子发芽及幼苗某些生理生化指标的影响

齐丽杰 李冠\* 杜钰

新疆大学生命科学与技术学院, 乌鲁木齐 830046

**摘要** 以能量 25 keV、不同剂量 Ar<sup>+</sup> 离子注入甜瓜种子, 其发芽率均有所降低, 且可不同程度提高 O<sub>2</sub><sup>-</sup> 产生速率和 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 含量, 同时过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)和超氧化物歧化酶(SOD)活性增加, 膜脂过氧化产物丙二醛(MDA)含量下降; 剂量过大时, CAT、SOD 活性下降, MDA 含量上升。

**关键词** Ar<sup>+</sup> 离子束; 甜瓜种子; 保护酶; 活性氧

## Effect of Low Energy Ions Implantation on Seed Germination and Several Physiological and Biochemical Indexes of Musk Melon (*Cucumis melo* L.) Seed

QI Li-Jie, LI Guan\*, DU Yu

College of Life Science and Technology, Xinjiang University, Urumqi 830046, China

**Abstract** The results showed that the different dosages of Ar<sup>+</sup> ion beam with energy of 25 keV could inhibit the germinating rate and increase the rate of O<sub>2</sub><sup>-</sup> generation and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> content, and the activities of catalase (CAT), peroxidase (POD) and superoxide dismutase (SOD) were enhanced but the MDA content was decreased. However, excessive dosage of Ar<sup>+</sup> ion beam irradiation reduced the activities of CAT and SOD and increased MDA content.

**Key words** ion beam of argon; *Cucumis melo* L. seed; protective enzymes; activated oxygen

低能离子注入具有诱变率高, 突变率广, 可控性强等特点, 近十几年来在生物学领域发展迅速, 且在水稻、小麦等作物以至微生物品种诱变和改良中的应用已有一些报道<sup>[1,2]</sup>。离子束集能量沉积、质量沉积、动量交换与电荷交换多种因子于一体, 还能引起氨基酸和肽链等生物小分子的变异、碱基缺失和 DNA 链的断裂及突变、细胞表面刻蚀和细胞膜通透性的改变, 以及其它一系列生理性状的变化。因此, 离子束在生物育种工作中有很好的应用前景<sup>[3]</sup>。

新疆甜瓜 (*Cucumis melo* L.) 品质优良, 但近年来其品质有所下降且病虫害日益严重。本文探讨低能氩离子注入对甜瓜种子发芽和幼苗某些生理生化指标的影响, 以期能为用离子束诱变甜瓜新品种以及决定剂量范围提供参考。

### 材料与方 法

新疆甜瓜 (*Cucumis melo* L.) 主栽品种“伽师”和“皇后”种子由新疆农业科学院提供。Ar<sup>+</sup> 离子由新疆大学离子束生物工程中心 LCD-1000 型离

子注入机注入。选取 2 个品种饱满的种子分别置于 6 个靶盘, 种胚向上, 注入能量为 25 keV, Ar<sup>+</sup> 离子注入剂量分别为: 2×10<sup>16</sup>、4×10<sup>16</sup>、5×10<sup>16</sup>、6×10<sup>16</sup>、7×10<sup>16</sup> ions·cm<sup>-2</sup>。对照放入靶室进行抽真空处理。靶室真空度 10<sup>-3</sup> Pa, 脉冲注入。

将 2 个品种各处理和对照种子经消毒后接种于 MS 培养基上, 置于 26℃ 下萌发。每处理 3 次重复, 每个重复 100 粒。第 10 天统计发芽率, 第 15 天取真叶测定生理生化指标。

过氧化物酶(peroxidase, POD)活性测定采用愈创木酚法<sup>[4]</sup>, 过氧化氢酶(catalase, CAT)活性的测定参照文献 5 的方法, 超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)活性测定参考文献 6 的方法。丙二醛(malondialdehyde, MDA)含量测定参照文献 7 的方法。O<sub>2</sub><sup>-</sup> 产生速率测定参考文献 8 的方法, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 含量的测定参照文献 9 的方法。以上测定均重复 3 次。

收稿 2004-11-22 修定 2005-05-16

\*通讯作者(E-mail: guanli@xju.edu.cn, Tel: 0991-8583290)。

## 结果与讨论

### 1 氩离子注入对甜瓜种子发芽特性的影响

接种于MS培养基上的甜瓜种子3 d左右开始萌发, 10 d后的统计结果显示, 处理后的发芽率随注入剂量的不同而变化, 总趋势是剂量越大, 发芽率越低(图1)。说明剂量越高, 种子受到的辐射损伤越大, 自身修复能力降低。但变化的趋势稍有不同, “皇后”种子的发芽率呈现先降后升再降的马鞍形曲线, 这可能与生物材料的自我修复作用有关。将2个品种分别经6个剂量处理后的种子发芽率的原始数据, 用SPSS 12.0 统计分析软件进行分析, 结果表明不同品种贡献的离差平方和为6696.694, 均方为6696.694。不同剂量贡献的离差平方和为21417.250, 均方为4283.450。可见, 不同剂量的影响要比品种的影响大。他们对应的 $F$ 值和相伴概率分别是726.148、0.000和464.470、0.000, 说明不同品种和不同剂量都对发芽率造成了显著的影响, 这里品种和剂量交互作用的离差平方和为1805.472, 均方为361.094。 $F$ 值和相伴概率分别为39.155和0.000, 表明他们的交互作用对观察结果有显著影响。

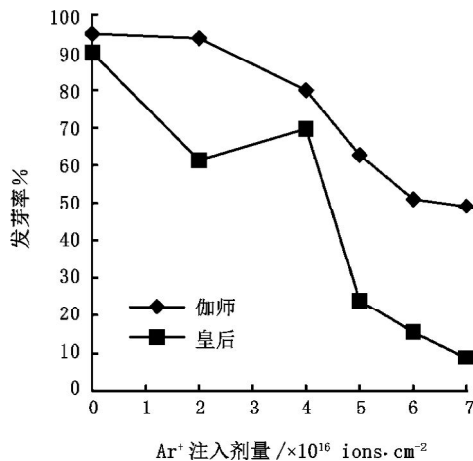


图1 离子注入对甜瓜种子发芽率的影响  
Fig.1 Effect of Ar<sup>+</sup> ion implantation on seed germination of musk melon

### 2 氩离子注入对甜瓜幼苗活性氧自由基的影响

$O_2^-$  伤害植物的机制之一在于参与启动膜脂过氧化或膜脂脱脂作用, 从而破坏膜结构。 $H_2O_2$  不

是自由基, 但由于其具有强氧化性, 也可以造成毒害。图2表明, 随着离子注入剂量的增加, 幼苗中 $O_2^-$  产生速率和 $H_2O_2$  含量都升高, 但两指标升高的程度不同, “皇后”品种的变化较为剧烈, 呈现先增加后下降再上升的趋势, 在 $4 \times 10^{16}$  ions·cm<sup>-2</sup> 剂量时达到峰值之后开始下降。表明“皇后”品种对离子束辐射的敏感性更强一些。

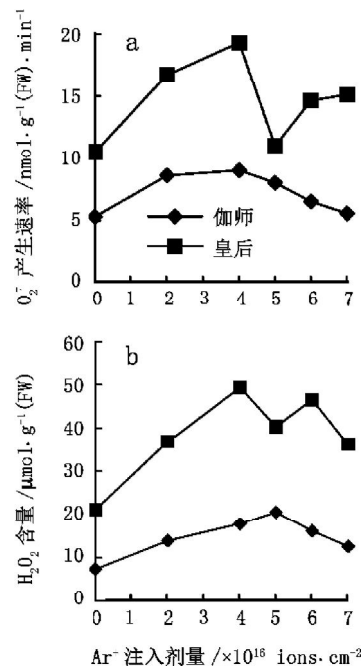


图2 离子注入对甜瓜幼苗中 $O_2^-$  产生速率和 $H_2O_2$  含量的影响

Fig.2 Effect of Ar<sup>+</sup> ion implantation on  $O_2^-$  generation rate and  $H_2O_2$  content of musk melon

### 3 氩离子注入对甜瓜幼苗POD、CAT和SOD活性的影响

“伽师”、“皇后”幼苗的POD酶活性随着离子注入剂量的增大而逐渐上升(图3-a), 其相关系数分别为0.44、0.81 ( $P < 0.05$ )。CAT、SOD酶活性都有提高, 且均随着离子注入剂量的增大而呈现出先上升后下降的趋势(图3-b、c)。“伽师”的CAT和SOD活性、“皇后”的CAT和SOD活性与剂量之间的相关系数分别为0.25 ( $P < 0.05$ )、0.35 ( $P < 0.05$ )与0.37 ( $P < 0.05$ )、0.49 ( $P < 0.05$ )。这表明生物体为了防止膜脂过氧化作用, 通过提高参与膜保护的酶的活性来减轻环境中逆因子对细胞的损伤。只是两品种甜瓜幼

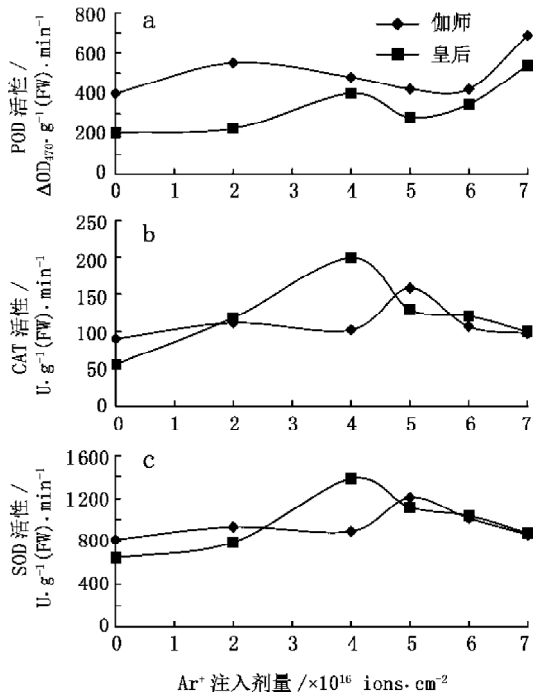


图3 离子注入对甜瓜幼苗POD、CAT和SOD活性的影响  
Fig.3 Effect of  $\text{Ar}^+$  ion implantation on activities of POD, CAT and SOD of musk melon

苗的CAT、SOD酶活性达到峰值的剂量不同,“伽师”在 $5 \times 10^{16} \text{ ions} \cdot \text{cm}^{-2}$ 剂量时酶活最大,而“皇后”则在 $4 \times 10^{16} \text{ ions} \cdot \text{cm}^{-2}$ 剂量时活性最大,且前者酶活变化趋势没有后者明显(图3-b、c),说明不同甜瓜品种对离子束辐射的敏感性不同。

#### 4 氩离子注入对甜瓜幼苗MDA含量的影响

甜瓜经离子注入后其幼苗MDA含量都呈现先下降后上升的趋势,“伽师”、“皇后”分别在剂量 $5 \times 10^{16}$ 、 $4 \times 10^{16} \text{ ions} \cdot \text{cm}^{-2}$ 时MDA的含量达到最低点,之后出现上升的趋势(图4)。说明离子注入起始阶段生物体自身修复系统发挥了作用,脂质过氧化作用受到了削弱;当离子剂量过大时,细胞损伤严重,保护酶活性可能受到抑制,因而膜质过氧化产物积累。

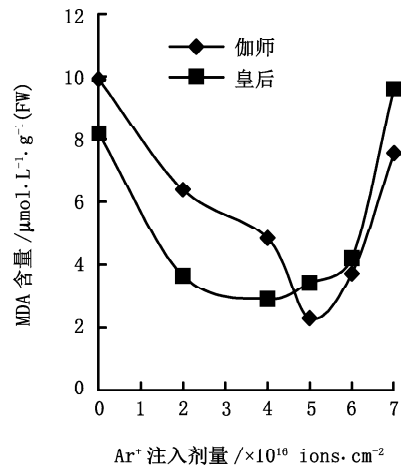


图4 离子注入对甜瓜幼苗MDA含量的影响  
Fig.4 Effect of  $\text{Ar}^+$  ion implantation on MDA content of musk melon

#### 参考文献

- 汪秀峰, 张有顺. 皖稻42号(中粳63)的选育及栽培技术. 安徽农业科学, 1999, 27(5): 453~456
- 余增亮, 霍裕平. 离子注入生物学研究述评. 安徽农业大学学报, 1994, 21(3): 221~225
- 周长芳, 钦佩, 谢民等. 离子注入对狐米草几种生理生化指标的影响. 植物生理学通讯, 2002, 38(3): 237~239
- 张志良. 植物生理学实验指导. 北京: 高等教育出版社, 1990. 210~212
- 罗广华, 王爱国, 邵从本等. 高浓度氧对水稻幼苗的伤害和活性氧防御酶的研究. 中国科学院华南植物研究所集刊 1989, (4): 169~176
- Giannoplitis CN, Ries SK. Superoxide dismutase I. Occurrence in higher plants. Plant Pathol, 1977, 12: 309~314
- 赵世杰, 许长成, 邹琦等. 植物组织中丙二醛测定方法的改进. 植物生理学通讯, 1994, 30(3): 207~210
- 王爱国, 罗广华. 植物的超氧物自由基与羟胺反应的定量关系. 植物生理学通讯, 1990, (6): 55~57
- 林植芳, 李双顺, 林桂珠等. 衰老叶片和叶绿体中 $\text{H}_2\text{O}_2$ 的积累与膜脂过氧化的关系. 植物生理学报, 1988, 14(1): 16~22