

# 高温对菜薹活性氧产生及保护酶活性的影响

李荣华<sup>1</sup>, 郭培国<sup>1,\*</sup>, 张 华<sup>2</sup>, 郑岩松<sup>2</sup>, 黄红弟<sup>2</sup>, 夏岩石<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>广州大学生命科学学院, 广州 510006; <sup>2</sup>广州市农业科学研究院, 广州 510308)

以 4 个在耐热性上存在明显差异的菜薹(菜心)品种(系)作为材料, 其中‘四九-19 号’和‘油绿 501’为耐热性强的品种, ‘太油 50-1’和‘3T6’为耐热性弱的品系。采用人工气候箱模拟广州地区盛夏初秋田间的高温, 在持续高温胁迫下测定 4 个材料活性氧产生速率和保护酶的活性。超氧化物阴离子产生速率采用羟胺氧化法测定。 $H_2O_2$  采用丙酮提取,  $Ti(IV)$ -PAR 比色法测定。丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸显色法, 超氧化物歧化酶(SOD)活性采用 NBT 光化还原法, 过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚法, 过氧化氢酶(CAT)活性采用碘量法测定。

高温胁迫下, 4 个材料叶片中超氧化物阴离子产生速率在胁迫处理的前 3 d 增加缓慢, 且各材料间的差异不明显; 随着高温胁迫时间的延长, 产生速率加快, 且耐热性弱的材料明显高于耐热性强的材料; 胁迫 7 d 时耐热性强的材料的超氧化物阴离子产生速率只有耐热性弱的材料的 50% 左右。 $H_2O_2$  含量变化与高温胁迫下超氧化物阴离子的产生速率变化趋势基本一致, 短期(1 d)高温胁迫下 4 个材料叶片中  $H_2O_2$  含量无明显差异; 但随着胁迫时间的延长, 耐热性弱的材料明显高于耐热性强的材料; 胁迫 7 d 时各材料的  $H_2O_2$  含量均显著高于对照, 表明 4 个材料均出现了高含量的  $H_2O_2$  状态。连续高温胁迫下 4 个材料中 SOD、POD 和 CAT 酶活性均出现先升后降且耐热性强的高于耐热性弱的现象。其中 SOD 酶活性在耐热性强的材料中表现为在胁迫 5 d 后下降, 耐热性弱的在胁迫 3 d 后下降且胁迫 7 d 低于对照。高温胁迫下耐热性强的材料 POD 酶活性上升持续时间较长且幅度较大, 胁迫 5 d 达峰值; 耐热性弱的材料高温胁迫 1~3 d 基本不变, 之后反而下降。耐热性强的材料 CAT 酶活性高温胁迫 1 d 时增幅很小, 3 d 时急剧升高, 随后逐渐下降; 而耐热性弱的材料胁迫 1 d 就急剧升高, 之后逐渐下降, 并且其下降幅度大于耐热性强的材料。4 个材料叶片中 MDA 含量在短期(1 d)高温胁迫下均增加不显著, 但随着高温胁迫时间的延长, 耐热性弱的材料迅速上升且显著高于耐热性强的材料; 耐热性强的材料在胁迫处理的前 3 d 增加较少, 之后才呈明显上升的趋势。

这些结果表明, 短期高温胁迫增加 4 个菜薹的超氧化物阴离子产生速率和  $H_2O_2$  含量, 但清除活性氧的酶类如 SOD、POD 和 CAT 的活性亦随之增加, 此阶段活性氧的生成和清除达到动态平衡。但随着高温胁迫时间的延长, 活性氧大量产生, 而 SOD、POD 和 CAT 酶活性增加的幅度较小, 甚至出现不同程度下降, 活性氧的清除和产生之间的动态平衡被打破, 耐热性弱的材料活性氧大量积累并与膜脂产生反应, 导致 MDA 急剧上升并积累; 而耐热性强的材料活性氧增幅平缓, 清除活性氧的酶在高活性水平上持续的时间较长, 表现出较低的 MDA 含量。

**关键词:** 菜薹; 活性氧; 保护酶; 高温胁迫

**中图分类号:** S 634.5

**文献标识码:** A

**文章编号:** 0513-353X (2011) S-2542-01

**收稿日期:** 2011-07-20

**基金项目:** 国家自然科学基金项目(30871526); 广州市科技支撑计划项目(2009Z1-E801)

\* 通信作者(E-mail: guopg@gzhu.edu.cn; Tel: 020-39366911)