

# 热激处理对甘蓝幼苗叶片细胞膜系统 热稳定性的影响

陈碧华<sup>1</sup>, 罗庆熙<sup>2</sup>, 王广印<sup>1</sup>, 李贞霞<sup>1</sup>, 孙涌栋<sup>1</sup>

(1. 河南科技学院 园林学院, 河南 新乡 453003, 2. 西南大学 园艺园林学院, 重庆 400716)

**摘要:** 采用二因素(热激温度、热激时间)二次回归正交旋转组合设计, 对耐热性不同的 2 个甘蓝品种的种子进行了热激处理, 然后在苗期测定了甘蓝幼叶中细胞膜的电解质渗漏量。结果表明: 热激处理后不耐热品种叶片中细胞膜透性的增幅大于耐热品种, 热激温度、热激时间二因素与细胞膜热稳定性之间有显著的回归关系, 并且回归分析出最优热激处理组合为 42℃ 2.3 h。

**关键词:** 甘蓝; 热激处理; 电解质渗漏量

中图分类号: S63.5.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2007)05-0060-03

## The Effect of Heat Shock Treatment on Heat Thermostability of Cellular Membrane System in Cabbage Seedling Leaves

CHEN Bi-hua<sup>1</sup>, LUO Qing-xi<sup>2</sup>, WANG Guang-yin<sup>1</sup>, LI Zhen-xia<sup>1</sup>, SUN Yong-dong<sup>1</sup>

(1. College of Horticulture and Landscape, Henan College of Science and Technology, Xinxiang 453003, China;

2. College of Horticultural Landscape, Southwest Agricultural University, Chongqing 400716, China)

**Abstract:** The two-factor (temperature and time of heat shock) quadratic regression orthogonal rotation combination design was used to study the effects of heat shock treatment on seedling heat durability of two cabbage varieties with different heat tolerance, by measuring the amount of electrolyte leakage of cellular membrane. The result showed that the leaf cell membrane permeability of heat sensitive variety increased more than that of heat tolerant variety after heat shock treatment. The cell membrane thermostability had extremely remarkable regression with the temperature, and the optimum combination of heat shock was 42℃ for 2.3 h.

**Key words:** Cabbage; Heat thermostability; The amount of electrolyte leakage

结球甘蓝 (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.) 俗称甘蓝, 属十字花科芸苔属 (*Brassica* L.) 甘蓝的一个变种。我国结球甘蓝年种植面积约 266 667 hm<sup>2</sup> 以上, 占我国蔬菜总种植面积的 25% ~ 30%<sup>[1]</sup>。而秋冬甘蓝的播种一般在 6~7 月, 正值夏季高温季节, 给秋冬甘蓝的夏季育苗带来很多困难。近年来蔬菜耐热性研究备受关注<sup>[2-5]</sup>, 但甘蓝的耐热性研究较少有报道。细胞膜系统是热损伤和抗热的中心, 细胞膜系统的热稳定性反映了植物耐热能力。目前人们大多将细胞膜热稳定性和高温半致死温度、时间作为植物抗热性的鉴定指标<sup>[6]</sup>。笔者对热激处理后甘蓝幼苗叶片细胞膜透性进行了研究, 旨

在为提高甘蓝幼苗的耐热性提供理论技术参数。

### 1 材料和方法

#### 1.1 试验材料

本试验所用甘蓝品种分别为耐热的夏光甘蓝、不耐热的京丰一号甘蓝, 由河北邢台恒力种子公司提供。

#### 1.2 试验处理

试验采用二因素(热激温度、热激时间)二次回归正交旋转组合设计, 各因素的上下水平及变化区间见表 1。

根据因素水平编码值表的格式, 计算出诸因素

收稿日期: 2007-01-12

基金项目: 河南省科技攻关项目 (0424040014); 河南科技学院重点科研项目资助基金 (040110)

作者简介: 陈碧华 (1972-), 女, 河南新乡人, 讲师, 硕士, 主要从事蔬菜栽培生理生态及设施园艺研究。

每个水平编码值的相应量(表 2)。

表 1 热激处理试验各因素的上下水平及变化区间

| Tab. 1 Levels and changes of factors with heat shock treatment |   |  |
|--|---|--|
| 水平<br>Levels   | Z <sub>1</sub> (热激温度/℃)<br>Z <sub>1</sub> (Temperature) | Z <sub>2</sub> (热激时间/h)<br>Z <sub>2</sub> (Time) |
| Z <sub>2j</sub>  | 48  | 4  |
| Z <sub>1j</sub>  | 38  | 1  |
| Δ <sub>j</sub>   | 3.54  | 1.06   |

本试验中的热激处理温度和热激处理时间二因素分别以 Z<sub>1</sub>、Z<sub>2</sub> 表示, 其水平编码后共设 9 个处理

表 3 二因素二次回归正交旋转组合设计的结构矩阵(热激处理)

| 处理<br>Treatments |  | 编码 Codes       |                |                |                               |                             |                             | 处理水平 Levels        |                    |
|------------------|--|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|
|                  |  | x <sub>0</sub> | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | x <sub>1</sub> x <sub>2</sub> | x <sub>1</sub> <sup>2</sup> | x <sub>2</sub> <sup>2</sup> | Z <sub>1</sub> (℃) | Z <sub>2</sub> (h) |
| 1                |  | 1              | 1              | 1              | 1                             | 0.5                         | 0.5                         | 47                 | 4                  |
| 2                |  | 1              | 1              | -1             | -1                            | 0.5                         | 0.5                         | 47                 | 1.5                |
| 3                |  | 1              | -1             | -1             | -1                            | 0.5                         | 0.5                         | 40                 | 4                  |
| 4                |  | 1              | -1             | 1              | 1                             | 0.5                         | 0.5                         | 40                 | 1.5                |
| 5                |  | 1              | 1.414          | 0              | 0                             | 1.5                         | -0.5                        | 48                 | 2.5                |
| 6                |  | 1              | -1.414         | 0              | 0                             | 1.5                         | -0.5                        | 38                 | 2.5                |
| 7                |  | 1              | 0              | 1.414          | 0                             | -0.5                        | 1.5                         | 43                 | 4                  |
| 8                |  | 1              | 0              | -1.414         | 0                             | -0.5                        | 1.5                         | 43                 | 1                  |
| 9                |  | 1              | 0              | 0              | 0                             | -0.5                        | -0.5                        | 43                 | 2.5                |

注: 表中 x<sub>1</sub>、x<sub>2</sub> 分别代表热激处理温度和热激处理时间的因素编码值, Z<sub>1</sub>、Z<sub>2</sub> 分别代表热激处理温度、热激处理时间  
Note: x<sub>1</sub> and x<sub>2</sub> means codes of temperature and time with heat shock, Z<sub>1</sub> and Z<sub>2</sub> means temperature and time with heat shock, respectively

1.3 调查内容与方法

通过上述设计方法对耐热性不同的甘蓝品种的种子进行吸胀后热激处理, 然后将各个处理的种子分别播种于 30 cm×20 cm 塑料育苗盘内, 在自然条件下育苗。等幼苗长至 5~6 片叶时, 各品种选取生长状态一致的 20 株幼苗置于光照培养箱中进行高温胁迫。胁迫温度为 36.5℃, 光周期为 12 h/12 h (昼/夜), 胁迫时间为 6 d。然后以幼苗展开叶为材料进行取样, 采用电解质渗透法测定细胞膜透性。

2 结果与分析

热激处理对甘蓝幼苗叶片细胞膜透性的影响如图 1 所示。

由图 1 可以看出, 热激处理后不耐热品种京丰一号幼苗叶片中膜透性的增加大于耐热品种。并且二者均在 40℃ 4 h、40℃ 1.5 h、43℃ 1 h 处理时比较低, 在 43℃ 2.5 h 处理时表现最低。表明热激处理对不耐热品种细胞膜的热稳定性的破坏程度大于耐热品种。

根据试验结果对夏光甘蓝进行回归分析, 建立如下温度时间耦合回归模型:

$$\hat{y} = 9.74 + 0.89x_1 + 0.52x_2 + 0.72x_1x_2 + 1.91x_1^2 + 1.08x_2^2$$

组合, 各处理组合详见表 3。

表 2 热激处理试验的因素水平编码表

| Tab. 2 Codes form of the factors levels with heat shock treatment |   |  |
|---|---|--|
| Z <sub>aj</sub>   | Z <sub>1</sub> (热激温度/℃)<br>Z <sub>1</sub> (Temperature/℃) | Z <sub>2</sub> (热激时间/h)<br>Z <sub>2</sub> (Time/h) |
| + 1 414   | 48  | 4  |
| 1   | 47  | 4  |
| 0   | 43  | 2.5  |
| - 1   | 40  | 1.5  |
| - 1 414   | 38  | 1  |

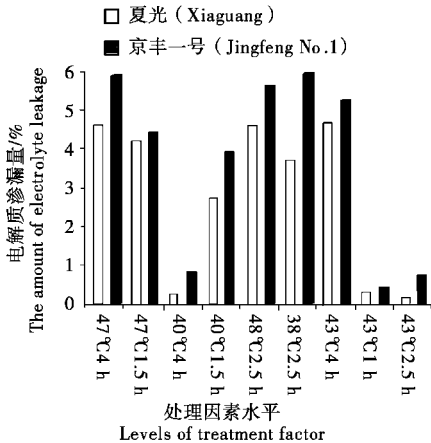


图 1 热激处理后电解质渗漏量的变化

Fig. 1 Changes of amount of electrolyte leakage with heat shock treatment

经 F 检验,  $F = 8.58^{**} > F_{(0.01)} = 5.64$ , 说明温度、时间二因素与电解质渗漏量之间存在极显著的回归关系, 对回归系数进行 T 检验结果表明, 其中, 温度二次项  $x_1^2$  达 0.001 极显著水平, 一次项  $x_1$ 、一次项  $x_2$ 、交互项  $x_1x_2$ 、时间二次项  $x_2^2$  达显著水平, 常数项不显著。由此可见: 在温度、时间二因素中, 温度对电解质渗漏量的影响大于时间。并且回归分析还表明电解质渗漏量的最优回归值  $y = 0.47$  (%), 最优编码水平值  $x_1 = -0.20$ ,  $x_2 = -0.21$ , 最优试验水平值为  $Z_1 = 42.31(℃)$ ,  $Z_2 = 2.28(h)$ 。

根据试验结果对京丰一号甘蓝进行回归分析,建立如下温度时间耦合回归模型:

$$\hat{y} = 0.68 + 0.64x_1 + 0.65x_2 + 1.12 x_1x_2 + 2.38x_1^2 + 0.93x_2^2$$

经过 F 检验,  $F = 9.10^{**} > F_{(0.01)} = 5.64$ , 说明温度、时间二因素与电解质渗漏量之间存在极显著的回归关系, 对回归系数进行 T 检验结果表明, 其中温度二次项  $x_1^2$  达 0.001 极显著水平, 常数项、一次项

$x_1$ 、一次项  $x_2$ 、时间二次项  $x_2^2$ 、交互项  $x_1x_2$  达显著水平。由此可见: 在温度、时间二因素中, 温度对电解质渗漏量的影响大于时间。并且回归分析还表明电解质渗漏量的最优回归值  $y = 0.17(\%)$ , 最优编码水平值  $x_1 = -9.45$ ,  $x_2 = -0.17$ , 最优试验水平值为  $Z_1 = 42.67(^{\circ}\text{C})$ ,  $Z_2 = 2.32(\text{h})$ 。

由以上分析可知, 热激处理对甘蓝电解质渗漏量影响的最优温度、时间组合见表 4。

表 4 热激处理对甘蓝电解质渗漏量影响的最优温度、时间组合

| 品种<br>Varieties     | 最优处理温度/ $^{\circ}\text{C}$<br>Temperature | 最优处理时间/h<br>Time | 最优电解质渗漏量/%<br>Electrolyte leakage |
|---------------------|---|------------------|-----------------------------------|
| 夏光 Xiaguang         | 42.3                                      | 2.3              | 0.47a                             |
| 京丰一号 Jingfeng No. 1 | 42.7                                      | 2.3              | 0.17b                             |

由表 4 可知: 对于不同品种的甘蓝而言, 经过最优热激温度处理后, 其幼苗电解质渗漏量表现为夏光< 京丰一号。

### 3 讨论

细胞膜不仅是细胞与环境之间的界面, 而且还是物质转换、能量转换、信息交流传递的重要场所, 一系列重要生命现象均与细胞膜有关。各种逆境对细胞的影响首先作用于质膜, 逆境胁迫对质膜结构和功能的影响通常表现为选择性的丧失, 电解质和某些小分子有机物大量渗漏<sup>[7]</sup>。以上分析表明, 温度、时间二因素与电解质渗漏量之间存在极显著的回归关系, 经过最优温度处理后, 2 个品种的电解质渗漏量都有所降低, 在温度处理过程中, 处理温度的高低和处理时间的长短影响着电解质渗漏量的大小, 并且处理温度对电解质渗漏量的影响作用大于处理时间。植物在高温胁迫下细胞膜损伤与质膜透性增加是高温伤害的本质之一。不同作物的相对电导率研究表明, 耐热品种的细胞膜通常具有较高的稳定性。本研究结果也再一次证实了这一结论, 即甘蓝幼苗的电解质渗漏量与品种的耐热性具有相关性, 耐热性不同的 2 个品种的电解质渗漏量表现夏光< 京丰一号; 经过最适温度处理后, 3 个品种的电解质渗漏量都降低, 从而可以降低组织受到的伤害,

在一定程度上提高其耐热能力。

另外, 对试验结果进行回归分析还表明: 热激温度、热激时间二因素与细胞膜热稳定性之间有显著的回归关系, 并且回归分析出最优热激处理组合为  $42^{\circ}\text{C}2.3 \text{ h}$ 。本试验结果可以为秋冬甘蓝的夏季育苗提供技术参数。

### 参考文献:

[1] 李明远. 2000 年蔬菜植保科技的展望[J]. 中国蔬菜, 1996(2): 1- 3.

[2] 叶陈亮, 柯玉琴, 陈伟. 大白菜耐热性的生理研究——叶片水分和蛋白质代谢与耐热性[J]. 福建农业大学学报, 1996, 25(4): 490- 493.

[3] 马德华, 庞金安, 霍振荣, 等. 高温对黄瓜幼苗膜脂过氧化作用的影响[J]. 西北植物学报, 2000, 20(1): 141- 144.

[4] 张宗申, 利容千, 王建波. 外源  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{La}^{3+}$ 、EGTA 处理对辣椒叶片热激反应的影响[J]. 武汉大学学报, 2000, 46(2): 253- 256.

[5] 廖飞雄, 潘瑞炽. 热胁迫下菜心脯氨酸含量变化及其在耐热中的作用[J]. 华南师范大学学报(自然科学版), 2001, 46(2): 45- 48.

[6] 赵福庚, 何龙飞, 罗庆云. 植物逆境生理生态学[M]. 化学工业出版社, 2004: 176.

[7] 王宝山. 生物自由基与植物膜伤害[J]. 植物生理学通讯, 1988(2): 12- 16.