

## 三种蔬菜作物高温下蒸腾、种子活力 和 ATP 的变化及其与抗热性的关系<sup>①</sup>

金新文<sup>②</sup> 沈征言  
(中国农业大学园艺学院)

**摘要** 芹菜、菜豆和辣椒 3 种蔬菜作物。取其抗热性有明显差异的品种各 1 或 2 对为材料,研究高温对蒸腾、种子活力及萌动种子 ATP 水平的影响。结果表明,高温胁迫下 3 种蔬菜的蒸腾强度升高,1 天中变化加剧,且抗热品种更为明显;种子活力和 ATP 水平受热胁迫而下降,其下降率抗热品种均低于相应的热敏型品种。初步认为,高温下上述 3 项指标的变化幅度可望作为作物抗热性的鉴定指标。

**关键词** 抗热性;蒸腾作用;种子活力;ATP 水平;蔬菜作物

**分类号** S601

### Changes of Transpiration, Seed Vigor and ATP Level under Heat Stress and Their Relations with Heat Resistance in Three Kinds of Vegetable Crops

Jin Xinwen Shen Zhengyan  
(College of Horticulture Sciences, CAU)

**Abstract** Pairs of cultivars of celery (*Apium graveolens*), common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and hot pepper (*Capsicum annuum* L.) which are different in heat resistance were investigated to know effects of high temperature stress on transpiration, seed vigor and adenosine triphosphat(ATP) level in Germinated seeds as well as the different response of tested cultivars. The results indicated that the increasing of transpiration rate in heat-resistant cultivars were much higher than that in heat-susceptible ones under high temperature stress. Seed vigor and ATP level were both decreased after heat-stress treatment. However, the decreasing rate of heat-resistant cultivars were less than that of susceptible ones. Thus, there is a possibility of using the changes in transpiration rate, seed vigor and ATP level as the indicators of assessing the heat resistance of various cultivars in vegetable crops.

**Key words** heat-resistance; transpiration; seed vigor; ATP level; vegetable crops

不论喜温还是喜凉蔬菜,高温都是造成夏秋淡季的重要原因,选育抗热品种是克服夏淡的重要途径之一。而科学的作物抗热性鉴定指标和简易的测定方法又是成功的决定性因素。

电导法鉴定作物耐热能力尚为实用。但对蔬菜作物来说一般要一定苗龄的植株作试材<sup>[1]</sup>。前人试验表明,试材培养条件的差异影响结果的可比性<sup>[2,3]</sup>,用于作大量品种的耐性鉴定时

收稿日期:1998-02-24

①为国家自然科学基金资助项目 39470499

②金新文,新疆石河子农业大学,832003

有很大局限性。我们过去的试验表明,抗热性不同的菜豆品种间蒸腾强度有明显差异<sup>[1]</sup>。弄清蒸腾与抗热性之间的关系有利于新鉴定指标的开拓。如以萌动种子为抗性鉴定材料,则既可省去育苗的设备和花费,更可避免育苗条件的差异对结果准确性的干扰,为规模化的鉴定提供可能性。前人对种子的多方面研究发现种子活力最能全面反映种子的生命力和生产力<sup>[5]</sup>,也提到萌动种子ATP水平先于种子活力表现出来,是一项更为敏感的指标<sup>[6]</sup>。因此,我们以芹菜代表喜凉爽蔬菜,以菜豆和辣椒代表喜温蔬菜,采用从大量品种中筛选出来的抗热性差异显著的5对品种为试材比较了抗热性不同的基因型在相应的高温胁迫下蒸腾、种子活力及萌动种子ATP水平的变化规律,以期对作物抗热性机理的这几个侧面作初步探讨,为鉴定指标的开拓提供依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料及其培养

选用生长习性相同,据田间表现和实验室鉴定抗热性有明显差异的4个芹菜品种:意大利夏芹、上农一号和黄金芹、白杆芹;4个菜豆品种:85CT-49762、Strike和BBL-47、BBL-240;以及2个辣椒品种:湘研五号和苏椒二号为试材<sup>[7]</sup>。其中前二(或一)者为抗热型品种,后者为热敏型品种。

幼苗种在蛭石为基质的营养杯中,在以自然光为主要光源的非封闭式生长箱中培养;定期浇灌营养液并移动苗杯位置以保证育苗条件的一致。昼夜温度分别控制在3种蔬菜各自的生长最适温条件下(25/20±1)℃(菜豆)、(28/20±1)℃(辣椒)和(25/15±1)℃(芹菜)。待幼苗有数片充分展开的叶片时开始测蒸腾,取样部位菜豆为第2片复叶;辣椒第7,8片叶;芹菜第9,10片叶。

### 1.2 测定方法

**1.2.1 蒸腾强度的测定** 引用容积法原理<sup>[8]</sup>改进的称重法测定蒸腾强度。注水八分满的小瓶以薄膜封口,膜上穿一小孔。将一片叶的叶柄置水中从叶柄处割断,立即通过膜上小孔插入水中,将此插叶水瓶置25℃常温生长箱中作对照;分别放入37℃(喜温菜)和35℃(喜凉菜)的生长箱内作高温胁迫处理。早晨开始处理,每隔2h依次快速称量各插叶小瓶重,2次重量之差为期间瓶中叶片蒸腾损耗的水分。最后测出叶面积,算出蒸腾率。每处理各测20个小瓶。

**1.2.2 种子活力指数的测定** 辣椒和芹菜小粒种子采用玻璃板垂直发芽方法<sup>[5]</sup>。菜豆种子在培养皿中发芽。重复3次。

以3种蔬菜各自最适发芽温度为常温(芹菜20℃,辣椒28℃,菜豆25℃)。以最适于显示耐热性差别的温度为胁迫高温,本试验统一以45℃下4h作为胁迫条件。

用简化活力指数(发芽率×生长势)作为种子活力衡量指标。生长势在辣椒和芹菜用胚根长度表示,菜豆用胚根鲜重表示。

**1.2.3 萌动种子ATP水平测定** ATP含量以荧光素酶法<sup>[9]</sup>。因种子大小和萌芽特性不同,3种蔬菜的取样方法也不同。萌动种子经高温胁迫后,菜豆取7~8mm长胚根10条;芹菜取100粒辣椒取30粒萌动种子。用纯丙酮固定,加热5min,待丙酮挥发后,加入蒸馏水定量(菜豆,5mL,芹菜,3mL;辣椒,4.5mL);加热提取7~8min后迅速冷却待测。取0.25mL提取液置于FG-200分光光度计中,注入1mL荧光素酶,记录发光强度高峰值。

## 2 结果与分析

### 2.1 高温对蒸腾强度的影响

3种作物10个参试品种一致表现了蒸腾强度随温度升高而增强的固有规律。本试验的发现是蒸腾率在高温下的增强幅度因品种抗热性而异。在常温下芹菜和辣椒抗热品种的日均蒸腾率近于或低于热敏型品种的,但当气温升高到相应的胁迫高温时,芹菜抗热品种意大利夏芹和上农一号日均蒸腾率分别增长了212%和120%,而热敏型的黄心芹和白杆芹的增长率仅分别50%和51%;辣椒的抗热型品种湘研五号的日均蒸腾率比常温下增长了204%,而热敏型的苏椒二号仅增长了80%(图1,A,C)。说明在胁迫高温下抗热型品种蒸腾率增长速度明显大于热敏型的。菜豆在本实验中则表现为,无论在常温或高温下抗热的85CT-和Strike的蒸腾率均明显大于热敏型的BBL-47和BBL-240(图1,B)。品种间蒸腾率绝对值的差别远大于增长幅度之差。

在一天不同时段中,生长箱虽被设定了恒定温度,但因光照和相对湿度的变化参试作物的蒸腾强度在不同时段中呈现出差异,如以一天中蒸腾的最高点与最低点之差来表示其波动的大小,从图2可见,常温下各品种蒸腾率在不同时段中较平稳;高温条件下,参试作物抗热品种蒸腾强度在一天中不同时段的变化均明显大于热敏型品种的。

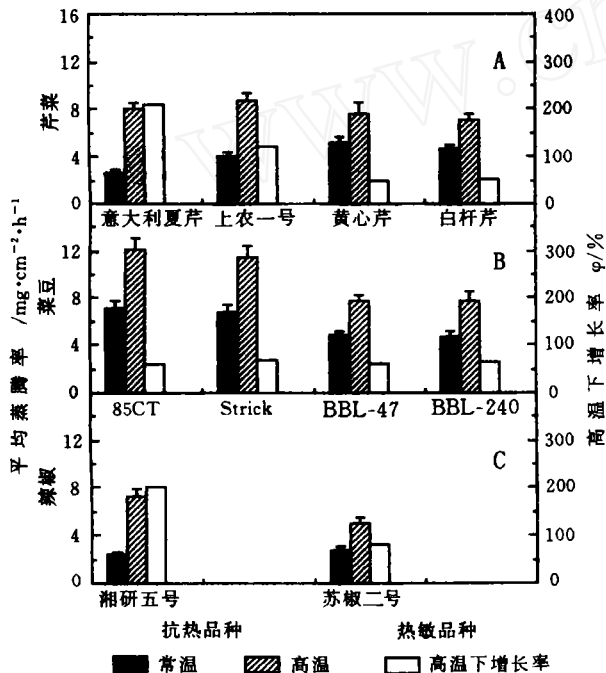


图1 高温下参试蔬菜日平均蒸腾率变化

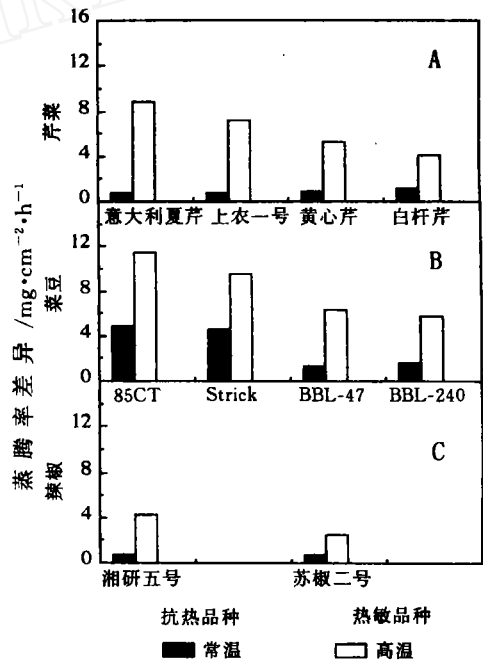


图2 高温下一天中最高与最低蒸腾率差异的变化

### 2.2 高温胁迫对种子活力的影响

试验表明,3种参试蔬菜的种子在萌发过程中如受到高温胁迫,活力均会下降,下降程度

因品种的抗热性而异。芹菜、菜豆和辣椒的抗热型品种热胁迫后种子活力指数下降度与其对照之比分别为 24.0%, 46.0% 和 41.7%; 而它们各自的热敏型品种的种子活力指数下降率分别为 53.6%, 65.0% 和 56.4%; 即比抗热型的多下降了约 15%~30% (图 3)。可见, 经热胁迫的种子活力指数相对下降值与品种抗热性相关。

### 2.3 高温对萌动种子 ATP 水平的影响

种子开始萌动胚根未露阶段其 ATP 水平即会受高温诱导而发生变化。研究结果表明, 芹菜、菜豆和辣椒的种子萌动过程中如经高温胁迫其 ATP 水平均受影响而下降, 下降幅度与品种抗热性相关。图 4 表明了, 芹菜、菜豆和辣椒的抗热型品种热胁迫后 ATP 水平的下降分别为其对照的 37.0%, 22.0% 和 22.0%; 而它们各自的热敏型品种则分别下降 45.0%, 30.0% 和 43.0%, 比相应的抗热品种多下降了 8%~21% 不等。

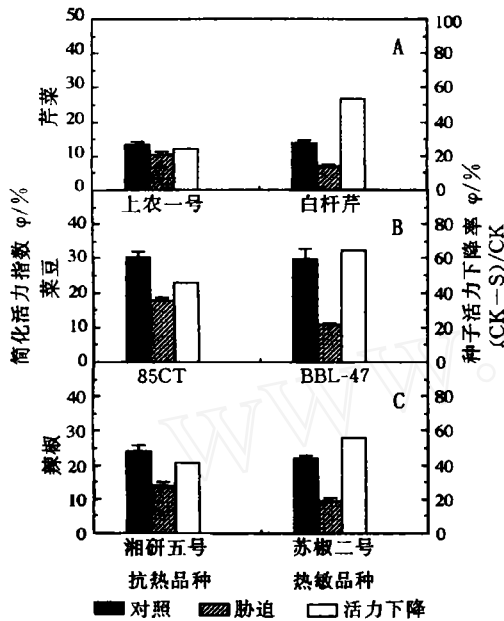


图 3 参试蔬菜在胁迫高温下的种子活力变化

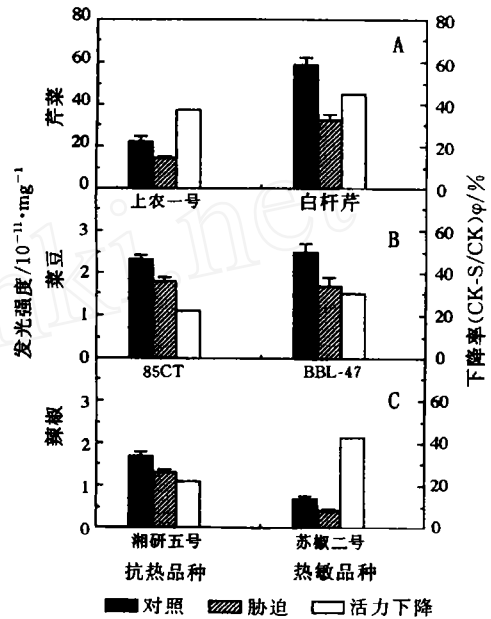


图 4 参试蔬菜在胁迫高温下 ATP 含量变化

## 3 结论和讨论

蒸腾强度在高温条件下升高幅度及其在不同时段的变化与品种的抗热性成正相关。有望成为植物抗热性鉴定指标之一。菜豆在本试验中表现略不同于芹菜和辣椒。其抗热品种的蒸腾率在常温下也明显高于热敏品种, 故转入高温时蒸腾率绝对值的增长远大于高温/常温的相对增长率。原因可能有二: 其一, 菜豆的抗热模式有异于其他二者; 其二, 菜豆的适温范围较窄, 25℃ 时已受胁迫, 抗热品种已开始产生适应反应而表现出蒸腾率的升高。

萌动种子经热胁迫后 ATP 水平和种子活力均受抑制而下降, 且下降幅度与参试品种的抗热性呈负相关。二者均有望成为种子阶段鉴定作物抗热性的衡量指标。ATP 水平的变化虽

先于种子活力变化表现出来,但出于所料的是它不比种子活力更敏感,难于成为优中择优的筛选指标。测定 ATP 含量更依赖于技术设备,故热胁迫下种子活力指数的下降率可能是种子阶段测定抗热性更简易实用的指标。

上述 3 项要真正作为筛选指标,达到规范应用,尚有待于对更广泛的作物和品种作相关性 & 许多参数的测定。

### 参 考 文 献

- 1 Chen H H, Shen Z Y. Adaptability of crop plants to high temperture stress. *Crop Sci*, 1982,7~8
- 2 Levitt J. Responses of Plant to Environmental Stress. Vol. 1, New York: Academic Press,1980
- 3 赵丽. 影响热锻炼诱导菜豆叶片耐热性效应的因素及热诱导效应的传导. [研究生论文]. 北京农业大学, 1994
- 4 林鸣. 菜豆热锻炼提高耐热性及高温胁迫过程中一些生理、生化变化的研究. [研究生论文]. 北京农业大学,1992
- 5 徐本美,顾增辉. 种子活力及其测定法. *北京农业科学*,1983,(1):35~38
- 6 Ching T M, et al. Correlation of field emergence rate and seed vigor criteria in barley cultivars. *Crop Sci*, 1977,17:312~314
- 7 沈征言. 高温对菜豆生育影响及菜豆不同基因型的耐热性差异. *中国农业科学*,1993,26(3):50~55
- 8 赵可夫. 作物抗性生理. 北京:农业出版社,1990
- 9 顾增辉,徐本美. 种子吸胀及萌发阶段 ATP 水平测定方法的探讨. *植物生理学通讯*,1983,(5):55~60