

# 茄子耐冷性生理生化指标的研究

姚明华\* 徐跃进\*\* 李晓丽 袁黎

(华中农业大学园艺系, 武汉 430070)

**摘要:**研究了8个耐冷性不同的茄子材料对低温的反应。结果表明,茄子的耐冷性与电导率在5℃下呈显著负相关,与可溶性糖含量及脯氨酸含量均呈显著正相关,且材料间差异较明显;18℃下种子活力指数与茄子的耐冷性呈极显著正相关。以上测定项目均可作为茄子耐冷性生理生化指标。

**关键词:**茄子;耐冷性;指标

**中图分类号:** S 641.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2001) 06-0527-05

茄子 (*Solanum melongena* L.) 是喜温植物, 低于 15℃ 植物生长迟缓, 低于 5℃ 茎叶会受到伤害; -1~-2℃ 下就会冻死<sup>[1]</sup>。种子发芽的最低温为 15℃。茄子早春育苗期间常常会遇到低温灾害性天气, 死苗现象较为严重。随着我国节能型日光温室的普及与推广, 对耐低温保护地茄子专用品种的需求愈来愈强烈。本研究试图寻求简单、准确的耐冷性鉴定方法和指标, 提高耐低温材料及品种的鉴定和筛选的效率, 以期能为茄子耐寒育种提供依据。

## 1 材料与方方法

### 1.1 材料

供试品种经历年选纯, 对低温表现不同。其编号分别为 (1) 广西野生茄 (青圆形), (2) 四川皇太子早茄 (紫黑卵圆), (3) 上海条茄 (紫黑长形), (4) 日本紫长茄 (紫黑长形), (5) 洛阳早茄 (青卵圆形), (6) 辽宁长茄 (青长形), (7) 广东紫长茄 (紫红长形), (8) 湖南油罐茄 (紫红卵圆)。

### 1.2 方法

低温胁迫下的冷害指数计算和种子活力指数的测定参照王孝宣等<sup>[2]</sup>的冰箱处理法和垂直发芽法。试验设 15、18、21、25℃ 4 个不同的温度处理, 重复 4 次, 按顾增辉等<sup>[3]</sup>的方法计算发芽率, 萌发指数 (G) 和活力指数 (Vi)。 $G = \sum (G_t/Dt)$ ,  $Vi = S \times \sum (G_t/Dt)$ ,  $G_t$  为 t 日的发芽数,  $Dt$  为相应的发芽日数, S 为幼苗生长长度。电导百分率的测定参照谷崇光<sup>[4]</sup>的方法, 计算公式为: 电导百分率 (%) = [第一次电导率值 (B) - 本底值 (A)] / [第二次电导率值 (C) - 本底值 (A)] × 100。可溶性糖含量的测定用蒽酮比色法<sup>[5]</sup>, 脯氨酸含量的测定采用磺基水杨酸法<sup>[5]</sup>。设 3 个不同温度, 5、15 和 25℃, 每处理每品种 5 株, 置于光照培养箱内光照 12 h/d, 光照强度为 4 000 lx, 24 h 后取全株叶片

收稿日期: 2001-04-12; 修回日期: 2001-06-25

\*现在湖北省农科院作物所工作; \*\*通讯作者。

测定, 以 25 ℃ 处理为对照, 试验重复 3 次。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同茄子材料的耐冷性

茄子在四叶一心时对低温比较敏感, 不同品种的冷害程度不同。在 (2 ± 2) ℃ 温度下处理茄子幼苗 48 h, 1 号野生茄子受冷害最轻, 每处理只有 1~2 株发生 1 级冷害; 4 号冷害也较轻, 每处理只有 3~4 株发生 1 级冷害, 2 号亦是如此, 每处理只有 5~7 株发生 1 级冷害; 3 号、5 号、6 号为中等程度冷害, 大多数为 1 级和 2 级冷害; 7 号和 8 号冷害程度较重, 大多数为 2 级和 3 级冷害。1~8 号的耐冷指数 (冷害指数的倒数) 分别为 26.95、6.00、2.51、10.80、2.57、2.20、1.44、1.57。

### 2.2 茄子种子活力指数与耐冷性的关系

茄子种子活力指数随温度的下降而减小, 但耐冷性强的品种下降幅度小于耐冷性较弱的品种。在 25 ℃ 下品种间的差异不明显, 与茄子的耐冷性相关不显著; 在 21 ℃ 下品种间种子活力指数的差异也不明显, 但种子活力指数与耐冷性呈极显著的正相关,  $r = 0.9244^{**}$ ; 在 18 ℃ 下品种间种子活力指数差异较明显, 与耐冷性呈极显著的正相关,  $r = 0.8482^{**}$ ; 而 15 ℃ 下 5~8 号品种的下胚轴长度为 0, 因而活力指数也为 0 (表 1)。因此, 综合考虑相关性和差异性, 可用 18 ℃ 下茄子种子的活力指数来鉴定茄子的耐冷性。

表 1 不同温度处理下茄子种子活力指数

Table 1 The vigor index of eggplant seed under different treatment temperature

| 编号<br>No. | 品种<br>Variety                     | 活力指数 Vigor index |                 |             |            |
|-----------|-----------------------------------|------------------|-----------------|-------------|------------|
|           |                                   | 25               | 21              | 18          | 15         |
| 1         | 野生茄 Wild eggplant                 | 113.0935 bc AB   | 50.3750 a A     | 27.9303 a A | 0.3368 a A |
| 2         | 皇太子早茄 Huang Tai Zi early eggplant | 115.7843 a A     | 45.791 bc BC    | 19.7550 c C | 0.2518 b B |
| 3         | 条茄 Tiao eggplant                  | 109.0675 bc AB   | 45.0505 bcde BC | 10.5560 d D | 0.2385 b B |
| 4         | 紫长茄 Long purple eggplant          | 114.1753 ab AB   | 47.1078 b AB    | 24.2290 b B | 0.2603 b B |
| 5         | 早茄 Early eggplant                 | 107.9610 c AB    | 45.1963 bcd BC  | 9.9200 d E  | 0 c C      |
| 6         | 长茄 Long eggplant                  | 108.4670 bc AB   | 43.3153 cde BC  | 8.2850 e E  | 0 c C      |
| 7         | 紫长茄 Long purple eggplant          | 110.0928 bc AB   | 42.8600 e C     | 3.0850 f F  | 0 c C      |
| 8         | 油罐茄 You Guan eggplant             | 107.4108 c B     | 42.3365 de C    | 3.6275 f F  | 0 c C      |

### 2.3 茄子幼苗叶片电导率与耐冷性的关系

在 5 ℃ 下, 1、4 号茄子的电导率较小, 分别为 3.57 % 和 7.94 %, 其耐冷性较强。7、8 号的电导率较大, 分别为 23.54 % 和 21.26 %, 其耐冷性较弱。2、3、5、6 号品种的耐冷性介居上述两类型之间, 分别为 10.21 %, 17.53 %, 12.18 %, 19.35 %。以上 8 个材料电导率差异明显, 且与茄子的耐冷性呈显著的负相关,  $r = -0.8176^*$ 。因此, 测量茄子幼苗叶片电导率可以鉴定茄子的耐冷性。

### 2.4 茄子幼苗叶片可溶性糖的含量与耐冷性的关系

25 ℃ 下, 品种间可溶性糖含量虽有一定的差异, 但与耐冷性的相关不显著。随着温度的下降, 可溶性糖的含量逐渐增加, 在 15 ℃ 下各品种增加的幅度较小, 与耐冷性相关不显著; 5 ℃ 下的增加幅度高于 15 ℃, 各品种间有一定的差异, 且与茄子的耐冷性呈极显著

正相关, 相关系数  $r = 0.9281^{**}$ , 其中, 耐冷性强的 1、4 号分别较对照增加了 2.68 和 2.65 倍, 而耐冷性弱的 7、8 号分别较对照仅增加了 1.19 和 1.64 倍, 耐冷性中等的 2、3、5、6 号则分别较对照增加了 2.48、1.64、1.20 和 1.55 倍 (表 2)。因此, 从总的趋势来看, 耐冷性强的品种可溶性糖含量的增加幅度大于耐冷性弱的品种。所以, 测量 5 条件下茄子幼苗叶片的可溶性糖含量可以大体上鉴定茄子耐冷性强弱。

表 2 茄子不同品种在不同温度下可溶性糖含量的平均值

Table 2 The average of soluble sugar content of eggplants under different temperature (%)

| 编号<br>No. | 品种<br>Variety                    | 可溶性糖含量 The content of soluble sugar |              |            |
|-----------|----------------------------------|-------------------------------------|--------------|------------|
|           |                                  | 25                                  | 15           | 5          |
| 1         | 野生茄 Wild eggplant                | 0.8376 a A                          | 0.9422 bc AB | 3.0838 a A |
| 2         | 皇太子早茄 Huang TaiZi early eggplant | 0.5110 de E                         | 0.7178 d C   | 1.7798 c C |
| 3         | 条茄 Tiao eggplant                 | 0.6430 bc CD                        | 0.9895 ab A  | 1.7001 c C |
| 4         | 紫长茄 Long purple eggplant         | 0.7053 b BC                         | 0.8823 C B   | 2.5777 b B |
| 5         | 早茄 Early eggplant                | 0.7876 a AB                         | 1.0194 a A   | 1.7300 c C |
| 6         | 长茄 Long eggplant                 | 0.6604 bc CD                        | 0.7070 d C   | 1.6826 c C |
| 7         | 紫长茄 Long purple eggplant         | 0.5757 cd DE                        | 0.6300 e CD  | 1.2613 d D |
| 8         | 油罐茄 You Guan eggplant            | 0.4784 e E                          | 0.6081 e D   | 1.2613 d D |

### 2.5 茄子幼苗叶片脯氨酸的含量与耐冷性的关系

25 下, 茄子幼苗叶片中脯氨酸的含量除 1 号品种外都较低, 不同品种之间差异不明显, 但与茄子的耐冷性相关极显著, 相关系数  $r = 0.9348^{**}$ ; 温度为 15 时, 脯氨酸含量上升幅度不大, 不同品种间差异明显, 且与耐冷性呈极显著的正相关, 相关系数  $r = 0.9792^{**}$ ; 温度为 5 时脯氨酸含量上升幅度较大, 不同品种间差异更加明显, 耐冷性强的品种的增加幅度大大高于耐冷性弱的品种, 且与茄子的耐冷性呈显著正相关, 相关系数  $r = 0.7609^*$ 。因此, 测定幼苗叶片脯氨酸的含量即可鉴定出不同茄子的耐冷性。

表 3 茄子不同品种在不同低温下脯氨酸含量的平均值

Table 3 The average of Pro content of eight eggplant varieties under different temperature (%)

| 编号<br>No. | 品种<br>Variety                    | 脯氨酸的含量 The content of Pro |              |              |
|-----------|----------------------------------|---------------------------|--------------|--------------|
|           |                                  | 25                        | 15           | 5            |
| 1         | 野生茄 Wild eggplant                | 0.0257 a A                | 0.0318 a A   | 0.0364 a A   |
| 2         | 皇太子早茄 Huang TaiZi early eggplant | 0.0030 b B                | 0.0057 c C   | 0.0095 d D   |
| 3         | 条茄 Tiao eggplant                 | 0.0030 b B                | 0.0048 cd CD | 0.0050 e E   |
| 4         | 紫长茄 Long purple eggplant         | 0.0024 bc BCD             | 0.0084 b B   | 0.0258 c C   |
| 5         | 早茄 Early eggplant                | 0.0027 b BC               | 0.0049 cd CD | 0.0293 b B   |
| 6         | 长茄 Long eggplant                 | 0.0025 bc BCD             | 0.0041 de CD | 0.0044 ef EF |
| 7         | 紫长茄 Long purple eggplant         | 0.0019 c D                | 0.0022 f E   | 0.0033 fg EF |
| 8         | 油罐茄 You Guan eggplant            | 0.0021 c CD               | 0.0032 ef DE | 0.0039 gf F  |

## 3 讨论

以不同类型的茄子为材料, 进行低温胁迫下的冷害指数、种子活力指数、电导率、脯

氨酸、可溶性糖变化等各种指标的比较, 能从不同的角度反映出不同茄子的耐冷性差异, 均可用来衡量茄子的耐冷性强弱。

活力指数不仅包括了发芽指数, 而且还包括了下胚轴长度, 因此能较客观地反映种子的发芽速率和下胚轴生长速度, 适于大量品种资源的初步筛选。

自 30 年代 Dexter<sup>[6]</sup>等提出电导法以来, 不少学者对其进行了改进<sup>[7~8]</sup>。本研究表明, 低温 (5 ) 处理 1 d, 材料间的抗冷性差异非常明显, 且与茄子的耐冷性呈显著负相关。虽然有的学者提出临界致死低温 (0 ±1) , 但这会对茄子造成不可逆的伤害, 甚至死亡。因此在抗冷育种中利用致死低温进行耐冷材料和亲本的鉴定和筛选, 将会造成一些耐冷性材料的丢失, 同时临界低温所消耗的能源也较高, 不利于鉴定工作。另外, 还有的学者将半致死温度作为植物耐冷性的生态指标, 但由于测定时存在系统误差, 电解质渗出率为 50 % 时的温度与半致死温度有时会不一致, 若测定植物组织在一系列低温下的电解质渗出率并配以 Logistic 方程, 利用拐点温度可以表示组织半致死温度, 但有时试验结果经常不一致<sup>[9]</sup>, 而且该方法步骤较多也不利于大量材料的耐冷鉴定工作。

脯氨酸在植物处于低温胁迫时, 它使植物具有一定的抗性和保护作用, 它能维持细胞结构、细胞运输和调节渗透压等<sup>[10]</sup>。本研究表明, 常温下品种间的脯氨酸含量存在着差异, 而且这种差异与品种的抗冷性呈极显著正相关, 在受低温诱导后, 这种差异性更加明显。另外还研究发现, 野生种的脯氨酸含量不论是在常温还是低温下要远大于其它栽培型品种, 这可能与它本身的遗传因子和长期所处的环境条件有关。可溶性糖是温度胁迫下细胞内的保护物质, 其含量与多数植物的抗冷性成正相关, 但也有植物的可溶性糖含量与其抗冷性无关<sup>[11]</sup>。

由于植物抗冷性是由多种特异的数量性抗冷基因调控的<sup>[12]</sup>。因此, 对抗性的评价也必须是多方面的。许多学者<sup>[10,13]</sup>指出: 指标单一化很难反映植物的抗冷性实质, 应该同时采用几种方法相互印证, 才能得出正确的结论。

## 参考文献:

- 1 日本农业渔村文化协会编. 蔬菜生物生理学基础. 北京农业大学译. 北京: 农业出版社, 1985. 281~294
- 2 王孝宣, 李树德, 东惠茹, 等. 低温胁迫对番茄苗期和花期若干性状的影响. 园艺学报, 1996, 23 (4): 349~354
- 3 顾增辉, 徐本美, 郑光华, 等. 测定种子活力方法之探讨 II—发芽的生理测定性. 种子, 1982, (3): 11~17
- 4 谷崇光. 电导百分率测定黄瓜的耐热性. 上海蔬菜, 1991 (1): 33~34
- 5 李合生主编. 植物生理生化实验原理和技术. 北京: 高等教育出版社, 2000. 195~197, 260~261
- 6 Dexter S J, Tottingham W E, Graber L F. Investigations of the hardiness of plants by measurement of electric conductivity. Plant Physiol, 1932, 7: 63~78
- 7 朱月林, 曹寿椿, 刘祖琪. 致死低温确定法的改进及其在不结球白菜上的验证. 园艺学报, 1988, 15 (1): 51~56
- 8 Sukumaran V P, Weiser C J. An excised leaflet test for evaluating potato frost tolerance. Hortscience, 1972, 7: 467~468
- 9 Gusta L V, Fowler D B. Factors affecting the cold survival of winter cereals. Can J Plant Sci, 1977, 57: 213~219
- 10 王荣富. 植物抗寒指标的种类及其应用. 植物生理学通讯, 1987 (3): 49~55
- 11 刘祖琪, 张石城. 植物抗性生理学. 北京: 中国农业出版社, 1994. 43~44
- 12 简令成. 植物抗寒机理研究的新进展. 植物生理学报, 1992, 9 (3): 17~22
- 13 刘学义. 大豆抗旱性评定方法探讨. 中国油料, 1986 (4): 23~26

## Studies on Biochemical and Physiological Indices of Chilling Tolerance in Eggplant

Yao Minghua, Xu Yuejin, Li Xiaoli, and Yuan Li

(Department of Horticulture of Hua Zhong Agricultural University, Wuhan 430070)

**Abstract :** Eight eggplant varieties were studied for their chilling tolerance identification by using chilling index under low temperature stress, seed vigor index, electric conductivity percentage, soluble sugar content and Pro content target test. The results showed that electric conductivity percentage at 5 had significant negative correlation with the cold-tolerance of the varieties, vigor index of seed at 18 had high significant positive correlation with the cold-tolerance of the varieties, soluble sugar and Pro content at 5 had significant positive correlation with the cold-tolerance of the varieties, and the differences were obvious among the varieties. These determined items may be used as the indices of chilling tolerance of eggplants.

**Key words :** Eggplant; Chilling tolerance; Index

### “中国园艺学会第九届全国会员代表大会暨学术讨论会”在渝召开

“中国园艺学会第九届全国会员代表大会暨学术讨论会”于 2001 年 11 月 18~22 日在重庆召开。出席会议的有中国园艺学会名誉理事长相重扬, 重庆市副市长陈光国, 中国科协学会部朱文辉, 农业部科教司、种植业司, 西南农业大学, 重庆市农业局和农科所有关领导以及第八届理事会全体成员, 团体会员代表、地方学会秘书长和来自全国 29 个省(市)、自治区的论文代表共 223 人。

会议的主要内容是, 总结学会工作, 进行学术交流和地方学会工作交流, 选举产生第九届理事会, 讨论“中国园艺学会章程”(修改稿), 召开《园艺学报》编委会等。第八届理事会领导分别做了学会 4 年来的工作报告、修改章程报告与财务报告。中国工程院院士方智远、陈俊愉, 以及园艺界专家、领导分别做了题为“国家科技计划项目介绍”、“加入世贸组织后我国园艺业面临的形势及对策”、“绿色园艺—21 世纪中国园艺发展的方向”、“中国花卉生产产业化”等专题演讲。会议收录论文 106 篇, 出版了《中国园艺学会第九届学术年会论文集》。与会代表分果树、蔬菜、西瓜甜瓜、观赏园艺 4 个专业组和地方学会秘书长组进行学术交流和讨论。代表们对第八届理事会 4 年来卓有成效的工作给予肯定, 同时提出了学会活动应与国际接轨, 活动形式要多样化; 应规范园艺方面的学术名词, 慎重审批某些分会的成立等建议。李树德主编主持召开了《园艺学报》编委扩大会, 会议对《园艺学报》近年的工作成绩给予了充分肯定, 并对今后的工作提出了许多意见和建议。

代表大会选举产生了中国园艺学会第九届理事会。朱德蔚为理事长; 张上隆、韩振海、方智远、邹学校、高俊平、张启翔、刘君璞为副理事长; 屈冬玉为秘书长; 张松林为常务副秘书长; 王有年、吕英民为副秘书长(另一副秘书长人选待定)。新任理事 141 人, 常务理事 52 人。

会上对上海园艺学会等 10 个先进地方学会进行了表彰。经过全体代表的共同努力, 此次大会圆满完成了各项议程, 对今后的工作必将起到积极的推动作用。

(胡鸿)