

不同茄子品种幼苗耐热性比较研究

范 飞¹, 李绍鹏¹, 高新生², 陈艳丽¹

(1. 海南大学 园艺园林学院, 热带作物种质资源保护与开发利用教育部重点实验室, 海南 儋州 571737;

2. 中国热带农业科学院 橡胶研究所, 海南 儋州 571737)

摘 要:以 4 个不同产地茄子品种“新乡糙青茄”、“紫罐茄”、“天子岭紫长茄”、“杭茄一号”为试材,研究了高温胁迫对不同茄子品种幼苗生理指标的影响。结果表明:高温胁迫后,除“新乡糙青茄”外,3 个品种茄子的叶色值 L、b 下降,叶色值 a 和叶绿素含量上升,“杭茄一号”叶绿素含量增幅最大(28.66%);“紫罐茄”和“天子岭紫长茄”的根系活力上升,另 2 个品种表现为先下降后上升;高温胁迫的各品种质膜透性大于未胁迫的,“新乡糙青茄”增幅最大(30.91%);高温胁迫的各品种脯氨酸、MDA 含量比未胁迫的高;除“杭茄一号”的保护酶活性较为稳定外,高温胁迫的各品种保护酶活性均有减少趋势,且“杭茄一号”可溶性蛋白质下降最少,仅为 19.63%。综合比较得出“杭茄一号”的幼苗在高温胁迫下的耐热性较好。

关键词:茄子幼苗;耐热性;高温胁迫;生理指标

中图分类号:S 641.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)15-0015-05

茄子(*Solanum melongena* L.)属茄科茄属 1 a 生草本植物,原产于温带和亚热带,属喜温作物,不耐夏季高

第一作者简介:范飞(1987-),女,硕士研究生,研究方向为植物学生理生化。E-mail:ffxy14@163.com.

责任作者:陈艳丽(1979-),女,河南邓州人,博士,副教授,现主要从事蔬菜设施栽培方面的研究工作。E-mail:150186923@qq.com.

基金项目:海南省自然科学基金资助项目(808118);海南大学青年基金资助项目(qnjj1026);国家级园艺特色专业建设点资助项目(TS2343)。

收稿日期:2013-04-15

温。其生长发育的最适宜温度在 22~30℃,当温度超过 35℃,就会表现出明显的高温伤害症状,导致产量和品质降低^[1]。海南地处热带地区,特别在夏秋季节,气候炎热,平均气温可达 30℃ 以上。短期高温可达 35℃ 以上,近土表温度高达 50~60℃,这种高温天气对喜温蔬菜的生产与供应造成了严重影响,成为海南乃至中国攻克蔬菜夏淡季的突出问题^[2]。因此,选育耐热品种在生产上具有重要意义。通过常规育种手段选育耐热的茄子品种周期较长,若能在苗期实现不同育种材料的耐热性鉴定,可以大大缩短育种进程。目前,在茄子耐热性苗期鉴定方面已经有一些研究,张志忠等^[3]和贾开志

Effect of Different Pruning Quantity on Apple Photosynthetic Ability and Fruit Quality in Full Fruit Period

ZHU Xue-rong, ZHANG Wen, LI Bing-zhi, FAN Chong-hui

(College of Horticulture, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: Taking 18 year-old ‘Red Fuji’ apple tree as materials, the effect of different pruning quantity with light pruning, light pruning+summer pruning, medium pruning, medium pruning+summer pruning, heavy pruning on photosynthetic ability and canopy light intensity, fruit quality of apple tree in full fruit period were studied. The results showed that the suitable pruning quality was winter medium pruning+summer pruning shoots, because the treatment increased the canopy relative light intensity, promoted photosynthetic ability, and improved yields, fruit weight, and fruit quality in full fruit period. The relative canopy relative light intensity were measured in the layer of upper, middle and lower, the photosynthetic rate, stomatal conductance and transpiration rate of apple leaves increased and intercellular CO₂ concentration decreased greatly when winter pruning degree was increased gradually. When winter pruning degree was increased, the fruit yields, fruit weight, firmness, the content of soluble solid and vitamin C, anthocyanin increased and the content of titratable acid decreased significantly.

Key words: apple tree in full fruit period; pruning quantity; photosynthetic ability; canopy light intensity; fruit quality

等^[4]研究认为,热害指数、恢复指数、膜相对电导率、脯氨酸含量等可作为不同茄子品种耐热性的筛选指标,而孙保娟等^[5]研究表明,热害指数和膜电导率可以作为苗期鉴定指标,但脯氨酸含量不宜作为苗期鉴定首选指标。但对茄子幼苗其它生理指标是否可以作为鉴定耐热性指标鲜见报道。据此,该试验通过对不同茄子品种的幼苗进行高温胁迫处理,对其多种生理指标进行了比较分析,以筛选出苗期可以抗海南夏秋高温的茄子品种,为在热带地区高温季节培育茄子壮苗,以实现比传统秋茬提早定植和上市的品种提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试 4 个不同产地的茄子品种分别为“新乡糙青茄”(河南新乡市农业科学院培育)、“紫罐茄”(西安市临潼区广兴繁育场)、“天子岭紫长茄”(柳州市兴旺蔬菜良种经营部)、“杭茄一号”(杭州三叶蔬菜种苗公司,杭州市农科院蔬菜研究所)。

1.2 试验方法

试验于 2011 年 8~10 月在海南大学园艺园林学院温室中进行。挑选籽粒饱满的茄子种子,待浸种催芽后,播于装有椰糠、蛭石、珍珠岩混合基质的 50 孔穴盘中(混合比例 3:1:1,每盘基质混入 20 g 腐熟鸡粪)。每处理 1 个穴盘,重复 3 次,幼苗具有 3 片真叶时转入人工气候室中进行高温胁迫处理,设定温度为 40℃/32℃(昼/夜)。分别在处理 0、2、4 d 时取第 1 片和第 2 片叶对相关生理生化指标进行测定。试验处理期间,每次采样后浇 1 次透水,其它管理按照常规进行。

1.3 项目测定

叶片色彩值采用 Konica Minolta CR-400 色彩色差计测定;叶绿素含量采用 SPAD-502 型叶绿素仪进行测定;细胞质膜透性的测定采用电导仪法测定^[6];可溶性蛋白质含量的测定采用考马斯亮蓝 G-250 法^[6];丙二醛(MDA)含量的测定采用 TBA 比色法^[6];超氧化物歧化酶(SOD)活性的测定采用 NBT 还原法^[6];过氧化物酶(POD)活性的测定采用愈创木酚法^[6];过氧化氢酶(CAT)活性的测定采用紫外吸收法^[6];脯氨酸含量的测定采用酸性茚三酮比色法^[6];根系活力的测定采用 TTC 法^[6]。

1.4 数据分析

数据采用 SAS 9.0 软件的 ANOVA 过程进行处理,间差异显著性测验,用 Excel 制图。

2 结果与分析

2.1 高温胁迫对不同茄子品种幼苗叶绿素含量和叶色值的影响

从图 1 可以看出,高温胁迫对不同茄子品种的幼苗叶绿素含量影响不同。“新乡糙青茄”的叶绿素含量随

着胁迫天数的增加而下降,但“杭茄一号”、“紫罐茄”和“天子岭紫长茄”的叶绿素含量随着胁迫天数的增加而增加,“杭茄一号”叶绿素含量增加的幅度最大,增加了 28.66%。高温胁迫对不同茄子品种的幼苗叶色值影响不同。其中“新乡糙青茄”的 L 值和 b 值在高温胁迫 4 d 与高温胁迫前相比增加,而 a 值下降。“杭茄一号”、“紫罐茄”和“天子岭紫长茄”的 L 值和 b 值高温胁迫 4 d 后下降, a 值上升。叶色值 L、a 和 b 的变化表明叶片颜色在胁迫后变为深绿,叶绿素含量也随着胁迫天数增加而上升,说明“杭茄一号”的抗热性较好,有利于植株进行

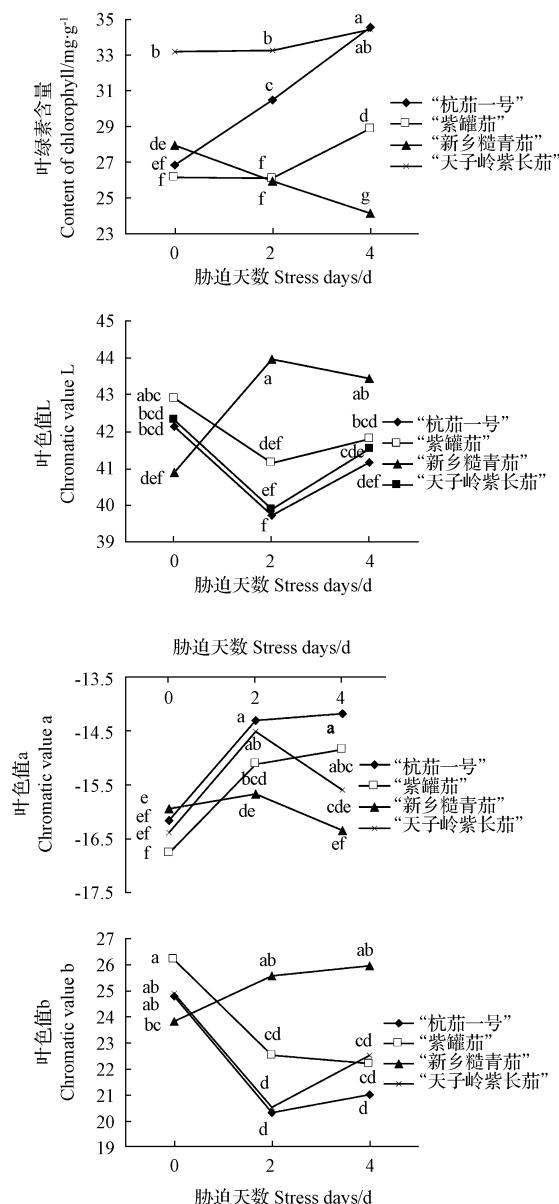


图 1 高温胁迫对不同茄子品种叶绿素和幼苗叶色值 L、a、b 的影响

Fig. 1 Effect of high temperature stress on chlorophyll content and chromatic value L, a, b of different eggplant varieties seedlings

光合作用。

2.2 高温胁迫对不同茄子品种幼苗根系活力的影响

从图2可以看出,高温胁迫对不同茄子品种幼苗根系活力的影响不同。高温胁迫2 d后,“杭茄一号”和“新乡糙青茄”幼苗根系活力均呈显著下降的趋势,而“紫罐茄”和“天子岭紫长茄”根系活力始终呈现上升趋势。高温胁迫4 d后“杭茄一号”和“紫罐茄”幼苗根系活力最大,但“杭茄一号”和“紫罐茄”幼苗根系活力无显著性差异。根系活力较高表明幼苗在高温胁迫后根部对高温有一定的适应性,可以较好的从土壤中吸收养分,缓解高温对幼苗的胁迫。

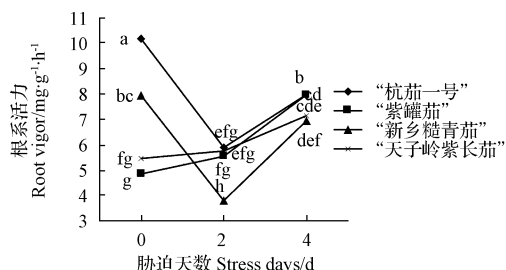


图2 高温胁迫对不同茄子品种幼苗根系活力的影响

Fig. 2 Effect of high temperature stress on root vigor of different eggplant varieties seedlings

2.3 高温胁迫对不同茄子品种幼苗质膜透性与丙二醛含量的影响

从图3可以看出,高温胁迫对不同茄子品种幼苗叶片质膜透性的影响不同。随着高温胁迫天数的增加,

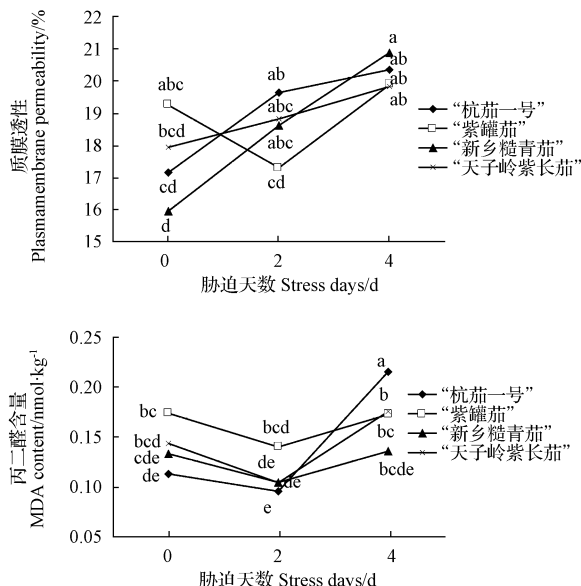


图3 高温胁迫对不同茄子品种幼苗质膜透性和MDA含量的影响

Fig. 3 Effect of high temperature stress on plasmamembrane permeability and MDA content of different eggplant varieties seedlings

“杭茄一号”、“新乡糙青茄”和“天子岭紫长茄”幼苗叶片质膜透性增加,说明细胞膜受到胁迫的破坏透性增大,其中“新乡糙青茄”增加的幅度最大达30.91%,说明高温胁迫对“新乡糙青茄”细胞膜破坏最大。“紫罐茄”在高温胁迫2 d后幼苗叶片质膜透性降低,但高温胁迫4 d后幼苗叶片质膜透性增大,且大于高温胁迫前,胁迫4 d比胁迫前质膜透性增加3.27%,说明高温胁迫对“紫罐茄”细胞膜破坏不明显。在高温胁迫下,不同品种茄子幼苗叶片MDA含量高温胁迫2 d后下降,胁迫4 d后上升。“杭茄一号”MDA含量增加最明显,增幅达90.43%。

2.4 高温胁迫对不同茄子品种幼苗脯氨酸和可溶性蛋白质含量的影响

脯氨酸在植物的抗逆境胁迫中可以防止植物水分散失和提高原生质体的稳定性^[7]。由图4可知,在高温胁迫2 d后,各品种的茄子幼苗脯氨酸含量均有所增加,高温胁迫4 d后脯氨酸含量有所下降但含量仍然大于胁迫前。4个品种中“杭茄一号”幼苗脯氨酸含量增加最明显,增幅达156.882%,脯氨酸含量的增加有利于植物细胞进行自我渗透调节,缓解高温胁迫对植株的伤害。高温胁迫下,4个品种的茄子幼苗叶片可溶性蛋白含量均呈现显著下降的趋势,“杭茄一号”可溶性蛋白含量下降幅度最小(19.63%),且在4个品种中最为稳定,而“天子岭紫长茄”下降幅度最大(54.03%)。可溶性蛋白含量下降越小表明植株对高温的抗性越强,植株细胞自我渗透调节能力越好。

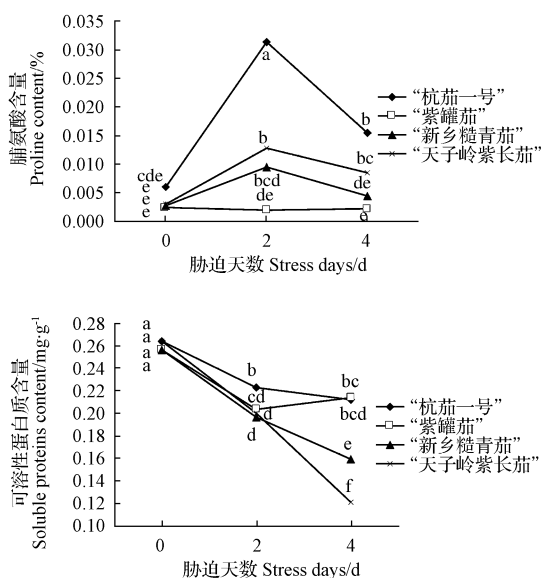


图4 高温胁迫对不同品种茄子幼苗脯氨酸含量和可溶性蛋白质含量的影响

Fig. 4 Effect of high temperature stress on proline content and soluble proteins content of different eggplant varieties seedlings

2.5 高温胁迫对不同茄子品种幼苗保护酶活性的影响

SOD、POD 和 CAT 是植物体内抗氧化系统中重要的保护酶,其主要作用是清除植物机体内的活性氧,维持植物体内活性氧的产生和猝灭的动态平衡,从而减轻活性氧对细胞的伤害^[8-9]。

由图 5 可知,“杭茄一号”、“新乡糙青茄”和“天子岭紫长茄”幼苗叶片 SOD 活性在高温胁迫程度下整体呈现显著上升的趋势,并随着胁迫天数的增加,其活性变化幅度逐渐增强,“紫罐茄”在胁迫 2 d 后 SOD 活性增加,但胁迫 4 d 后 SOD 活性下降至低于胁迫前。4 个品种的茄子幼苗在高温胁迫下,“天子岭紫长茄”SOD 活性增幅 11.27%,其次是“杭茄一号”(增幅 4.23%),增幅最小的是“新乡糙青茄”,“紫罐茄”呈现下降趋势。在 4 个品种中“杭茄一号”和“新乡糙青茄”的 SOD 活性变化较其它 2 个品种稳定。

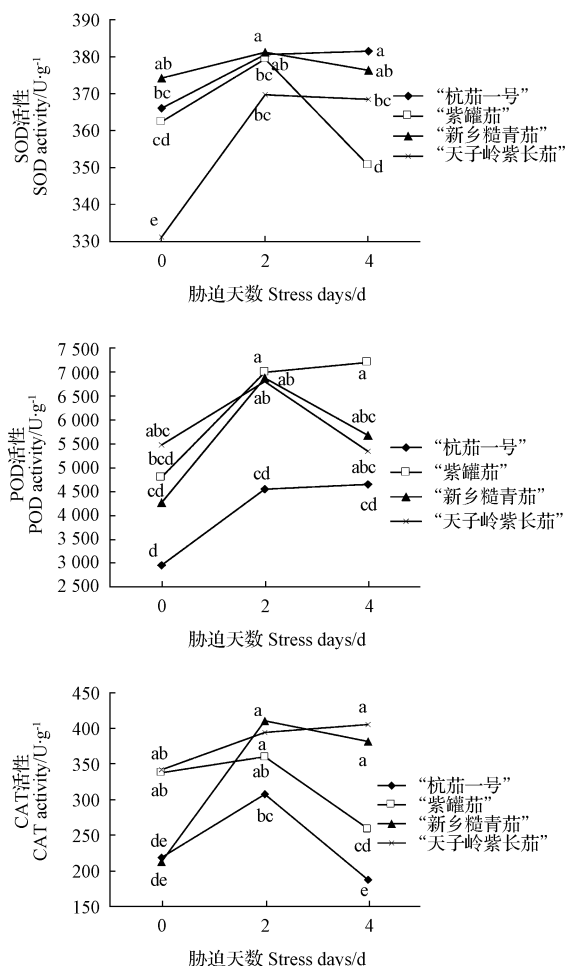


图 5 高温胁迫对不同品种茄子幼苗 SOD、POD 和 CAT 活性的影响

Fig. 5 Effect of high temperature stress on SOD activity, POD activity and CAT activity of different eggplant varieties seedling

“杭茄一号”和“紫罐茄”幼苗叶片 POD 活性随着胁迫程度的增加呈现显著上升的趋势,“新乡糙青茄”和“天子岭紫长茄”在胁迫 2 d 后呈现显著上升的趋势,胁迫 4 d 呈现下降趋势,但整体上 POD 活性是增加的,“杭茄一号”增幅最大(57.18%),“天子岭紫长茄”POD 活性下降 2.44%。且“杭茄一号”在 4 个品种中的 POD 活性最为稳定。

在高温胁迫 2 d 后,4 个品种的茄子幼苗叶片 CAT 活性变化整体呈现显著升高的趋势,但胁迫 4 d 后除了“天子岭紫长茄”继续呈现升高的趋势外,其余 3 个品种的茄子幼苗 MDA 含量呈现下降的趋势,且“紫罐茄”和“杭茄一号”CAT 活性低于胁迫前。

3 结论与讨论

该试验结果表明,“杭茄一号”在叶绿素含量、质膜透性、根系活力、脯氨酸含量及抗氧化系统和可溶性蛋白质含量中的综合反应均较好,因此,从高温胁迫对不同茄子幼苗的生理指标的影响来看,“杭茄一号”相对其它 3 个品种在苗期具有较好的耐高温特性。

温度是影响植物生长的主要因子。近年来,随着温室效应的加剧,植物生产面临着高温胁迫的严峻挑战。脯氨酸是一种细胞亲合溶质,水溶性大,高温胁迫时具有保水作用^[10],在高温胁迫 2 d 后 4 个品种的茄子幼苗脯氨酸含量均有所增加,胁迫 4 d 后“杭茄一号”增加的幅度最大为 156.88%。植物体的游离脯氨酸、可溶性蛋白质和可溶性糖作为渗透保护物质,有利于植物在逆境胁迫下维持细胞的结构和功能^[11-12]。植物在生长过程中不停地产生活性氧,在环境胁迫下由于代谢发生障碍,活性氧会大幅度增加^[13]。高温可能从促进 O₂⁻ 等活性氧形成,钝化 SOD 等抗氧化酶活性以破坏这种平衡,所以高温处理后,叶片中 SOD 活性下降,造成 4 d 后“杭茄一号”的 SOD 活性高于其它品种,且“杭茄一号”的 SOD 活性保持着稳定上升的趋势^[14-15]。

Vani 等^[16]研究认为,高温胁迫会造成植物叶绿体超微结构混乱,瓦解类囊体的结构,但由胁迫后叶绿素含量的变化可以看出,“杭茄一号”、“紫罐茄”和“天子岭紫长茄”幼苗叶绿素含量随着高温胁迫天数的增加而增加,造成这种现象的原因可能是高温使这 3 个品种的茄子加速合成叶绿素进行光合作用,对抗高温逆境。在高温胁迫下,膜脂的过氧化会产生 MDA,造成细胞膜系统的损伤,严重时会导致植物的死亡^[17]。李森等^[18]在对番茄进行高温胁迫的研究时发现,高温处理植株叶片中 MDA 含量显著增加。高温胁迫 4 d 后 4 个品种的茄子幼苗 MDA 含量均有不同程度的增加,但“杭茄一号”的 MDA 含量增幅最大为 90.43%。虽然大多数学者认为植物 MDA 含量与耐热性呈负相关,但对不结球白菜的

研究结果表明,植物 MDA 含量并未表现出与耐热性相关^[19],因此 MDA 含量不一定能反应植物的耐热性。

该试验测定了高温胁迫下茄子幼苗的多种生理指标,从苗期生理指标的变化方面比较了不同茄子品种的耐高温能力,而高温胁迫对不同品种茄子整个生育期的影响,尚需进一步研究。

参考文献

- [1] 王炳天. 茄子高产栽培[M]. 北京:金盾出版社,1992:10-12.
- [2] 王玉彦,党选民. 适于热带及亚热带地区发展的园艺设施种类及功能[J]. 西南园艺,2002(30):57-58.
- [3] 张志忠,吴菁华,黄碧琦,等. 茄子耐热性苗期筛选指标的研究[J]. 中国蔬菜,2004(2):4-7.
- [4] 贾开志,陈贵林. 高温胁迫下不同茄子品种幼苗耐热性研究[J]. 生态学杂志,2005,24(4):398-401.
- [5] 孙保娟,李植良,黎振兴,等. 茄子耐热性苗期鉴定研究[J]. 广东农业科学,2007(2):27-29.
- [6] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 2 版. 北京:高等教育出版社,2006.
- [7] 张昭其,段学武,庞学群,等. 冷激对采后香蕉几个与耐热性有关的生理指标的影响[J]. 植物生理学通讯,2002,38(4):333-335.
- [8] 王忠. 植物生理学[M]. 北京:中国农业出版社,2003:438-439.
- [9] Kalir A, Poljakoff M A. Changes in activity of malate dehydrogenase, catalase, peroxidase and superoxide dismutase in leaves of *Halimione*

portulacoides (L.) aellen exposed to high sodium chloride concentrations[J]. Ann Bot, 1981, 47: 75-85.

- [10] 利容千,王建波. 植物逆境细胞及生理学[M]. 武汉:武汉大学出版社,2002:199-200.
- [11] 蒋明义,郭绍川,张学明. 氧化胁迫下稻苗体内积累的脯氨酸的抗氧化作用[J]. 植物生理学报,1997,23(4):347-352.
- [12] Smirnov N. The role of active oxygen in the response of plant to water deficit and desiccation[J]. New Phytol, 1993, 125: 27-32.
- [13] 张桂莲,陈立云,张顺堂,等. 高温胁迫对水稻剑叶保护酶活性和膜透性的影响[J]. 作物学报,2006,32(9):1306-1310.
- [14] 李建建. 高温胁迫对黄瓜幼苗生理生化特性影响及其生理机制的研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2006.
- [15] 李荣华,郭培国,张华. 高温胁迫对不同耐热性菜心材料生理特性的差异研究[J]. 北方园艺,2012(1):1-6.
- [16] Vani B, Pardha S P, Prasanna M. Alteration in chloroplast structure and thylakoid membrane composition due to *in vivo* heat treatment of rice seedlings: correlation with the functional changes [J]. Journal of Plant Physiology, 2001, 158: 583-592.
- [17] 陈少裕. 膜脂过氧化与植物逆境胁迫[J]. 植物学通报, 1989, 6(4): 211-217.
- [18] 李森,李天来. 短期昼间亚高温对番茄叶片抗氧化酶活性的影响[J]. 沈阳农业大学学报,2009,40(2):135-139.
- [19] 刘燕燕,沈火林,刘以前. 高温胁迫对不结球白菜幼苗生长及生理指标的影响[J]. 华北农学报,2005,20(5):25-29.

Comparative Study on the Heat Tolerance of Different Eggplant Varieties at Seedling Stage

FAN Fei¹, LI Shao-peng¹, GAO Xin-sheng², CHEN Yan-li¹

(1. Key Laboratory of Protection and Development Utilization of Tropical Crop Germplasm Resources, Ministry of Education, College of Horticulture and Landscape, Hainan University, Danzhou, Hainan 571737; 2. Institute of Rubber Research, Chinese Academy of Tropical Agricultural Science, Danzhou, Hainan 571737)

Abstract: Four eggplants seedlings ‘Xinxiangcaoqing eggplant’, ‘Ziguan eggplant’, ‘Tianzilingzichang eggplant’, ‘Hang No. 1 eggplant’ from different regions were selected as materials, the effect of high temperature stress on different varieties were analyzed. The results showed that the chromatic value L, b decreased and chromatic value a and chlorophyll ascended of all varieties seedlings except the variety of ‘Xinxiangcaoqing eggplant’ after stress of high temperature, chlorophyll content of ‘Hang No. 1 eggplant’ raised as high as 28.66%. The root activity of ‘Ziguan Eggplant’ and ‘Tianzilingchang eggplant’ raised, while that of the other two varieties first declined then increased. Plasmamembrane permeability of all varieties was greater than that of those without high temperature stress, especially the variety ‘Xinxiangcaoqing eggplant’, its growing rate reached to 30.91%, proline content was greater than that of those without high temperature stress. MDA content was greater than that of those without high temperature stress. Protective enzyme activity of all types decreased, but protective enzyme activity of the variety ‘Hang No. 1 eggplant’ was relatively stable and its soluble protein content dropped the least (19.63%). Thus it could be concluded that heat tolerance of the variety ‘Hang No. 1 eggplant’ was preferable to other varieties of eggplants in seedling stage.

Key words: seedlings of eggplant; heat resistance; high temperature stress; physiological indexes