

## 不同增温处理对基质育苗移栽棉缓苗期部分生理生化指标的影响

刘芳, 毛树春\*, 韩迎春, 李亚兵, 范正义, 王国平, 朱巧玲, 冯璐, 董春旺

(中国农业科学院棉花研究所 / 农业部棉花遗传改良重点开放实验室 / 棉花生物学国家重点实验室, 河南 安阳 455000)

**摘要:** 试验以露地移栽为对照, 研究了地膜覆盖和地膜覆盖加拱棚 2 种增温处理对基质育苗移栽棉花缓苗期的影响, 结果表明, 在缓苗期内, 不同的增温处理对叶绿素影响不大, 丙二醛 MDA 和脯氨酸含量均随生育进程呈现先增加后下降趋于稳定的趋势, 覆膜和覆膜加拱棚较露地移栽含量低, 温度高有利于缓解棉苗的胁迫程度; 3 种不同处理条件下, 超氧化物歧化酶 SOD 和过氧化物酶 POD 两种酶活性呈现先增加后下降趋于稳定在一个水平, POD 对环境胁迫的反应较大; 缓苗期各处理间棉苗素质没有差异, 缓苗期后, 覆膜加拱棚单株鲜重及叶面积均高于其它处理。说明较高温度有利于缩短移栽棉的缓苗期, 促进棉苗早发。

**关键词:** 棉花; 基质育苗移栽; 缓苗期; 生理生化

**中图分类号:** S562.048 **文献标志码:** A

**文章编号:** 1002-7807(2011)04-0341-06

## Responses of Physiological and Biochemical Indices of Seedling Transplanted Cotton to Different Temperature Treatments in Recovering Stage

LIU Fang, MAO Shu-chun\*, HAN Ying-chun, LI Ya-bing, FAN Zheng-yi, WANG Guo-ping, ZHU Qiao-ling, FENG Lu, DONG Chun-wang

(Cotton Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences/ Key Laboratory of Cotton Genetics Improvement, Ministry of Agriculture/State Key Laboratory of Cotton Biology, Anyang, Henan 455000, China)

**Abstract:** Taking open cultivation as control, this study was to investigate responses of substrate seedling-raising transplanted cotton to two different temperature treatments (film-mulched and plastic tunnel in film-mulched) in recovering stage. The results showed that: during the recovering stage, the different temperature treatments has no significant influence on chlorophyll content, MDA and proline content were all going up at first, and then descending to a steady situation. The content of MDA and proline in film-mulched and plastic tunnel in film-mulched cotton were lower than those of open cultivation. The higher temperature is beneficial to relieve the stress level of cotton seedling. Under three different treatments, SOD activity and POD activity were all going up first, then decreasing to a steady level. POD was more sensitive to the negative environment than SOD. In recovering stage, there were no significant differences in statistics on cotton seedling qualities among three treatments. After recovering stage, the fresh weight and leaf area per plant of plastic tunnel in film-mulched cotton were larger than the others. Higher temperature is beneficial to shorting the recovering stage and promoting the cotton seedling delivery early.

**Key words:** cotton; substrate seedling-raising and transplanting; recovering stage; physiological and biochemical

基质育苗移栽是一项轻简化的栽培技术, 可进一步发展工厂化育苗和机械化移栽, 具有现代农业技术特征<sup>[1-4]</sup>。但是, 移栽植物都存在一定的缓苗期, 毛树春等研究指出, 棉花返苗发棵生长与土壤温度有密切关系<sup>[5]</sup>, 套栽棉田采用地膜覆

盖有利于移栽棉苗生长<sup>[6]</sup>, 地膜覆盖棉花苗期至蕾期叶绿素含量高于露地栽培棉花, 脯氨酸含量则低于露地栽培棉花<sup>[7]</sup>。本试验主要研究不同增温处理对缓苗期间棉花幼苗生理生化指标的影响, 对认识缩短缓苗期有积极作用。

收稿日期: 2010-12-30

作者简介: 刘芳 (1984-), 女, 硕士, [liufang527@126.com](mailto:liufang527@126.com); \* 通讯作者, [maosc@cricaas.com.cn](mailto:maosc@cricaas.com.cn)

基金项目: 农业部公益性行业 (农业) 科研专项 (3-5); 国家科技支撑计划 (2007BAD44B03); 公益性院所所长基金 (SJA0908)

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料及设计

田间试验于 2010 年在中国农业科学院棉花研究所试验基地进行。供试棉花品种为中棉所 72。3 月 29 日播种,按毛树春等方法进行基质育苗<sup>[1,3]</sup>,5 月 6 日(棉苗 2~3 片真叶时)裸苗移栽。试验设 3 个处理,即:露地移栽、地膜覆盖移栽、地膜覆盖 + 拱棚移栽;随机区组设计,重复 3 次。小区行长 8 m,行距 0.8 m,4 行区,小区面积 25.6 m<sup>2</sup>。地膜覆盖宽 80 cm,拱棚高 80~100 cm,拱棚每天上午 9 时以前揭棚,下午 5 时以后覆盖。移栽后每隔 2 d 取样一次,栽后共取样 7 次。

### 1.2 测定内容及方法

地温测定:移栽后利用地温探头 HOBO Weather Station 仪器记录 10 cm 地温。叶绿素含量测定:采用丙酮乙醇混合液提取法,称取鲜重约 0.1 g<sup>[8]</sup>。用硫代巴比妥酸法测定的 MDA 含量<sup>[9]</sup>。茚三酮法测定脯氨酸含量<sup>[10]</sup>。叶片酶活性测定:粗酶液的提取采用同样方法:将棉叶用蒸馏水洗净,去除叶脉,剪碎,称取鲜重约 0.4 g 放入预冷的研钵中,加入 4 mL 预冷的提取液(pH=7.5,0.05 mol·L<sup>-1</sup>Tris-HCl,0.1 mmol·L<sup>-1</sup> EDTA,2% PVP),

在冰浴下迅速研磨成浆,转入 7 mL 离心管中,4℃,15000 r·min<sup>-1</sup> 离心 20 min,上清液即为粗酶液。SOD 酶活性测定是氮蓝四唑光还原法<sup>[11]</sup>;POD 酶用愈疮木酚法<sup>[12]</sup>。每个重复取样 3 株进行鲜重和叶面积测定。叶面积测定采用纷腾 9800 XL 扫描仪扫描成图像,再用叶面积计算程序(1.1 版)进行计算。鲜重直接称重。

### 1.3 数据处理与分析

采用 EXCEL 作图,SAS 统计软件进行数据分析,Duncan 检验法进行多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对 10 cm 地温的影响

采用 HOBO Weather Station 仪器自动记录 10 cm 地温,数据整理结果如图 1。从 5 月 7 日—31 日露地移栽处理最低温度为 18℃,最高温度为 25℃,地膜覆盖移栽处理最低温度 21℃,最高温度为 28℃,覆膜加拱棚处理的最低温度为 23℃,最高温度达到 30℃。不同的覆膜方式对土壤的保温效应存在差异,地膜覆盖较露地能够提高土壤温度 1~4℃,覆膜加拱棚条件下土壤温度提高 2~6℃。地膜覆盖和覆膜加拱棚都能够明显提高土壤温度,起到较好的增温保墒效果。

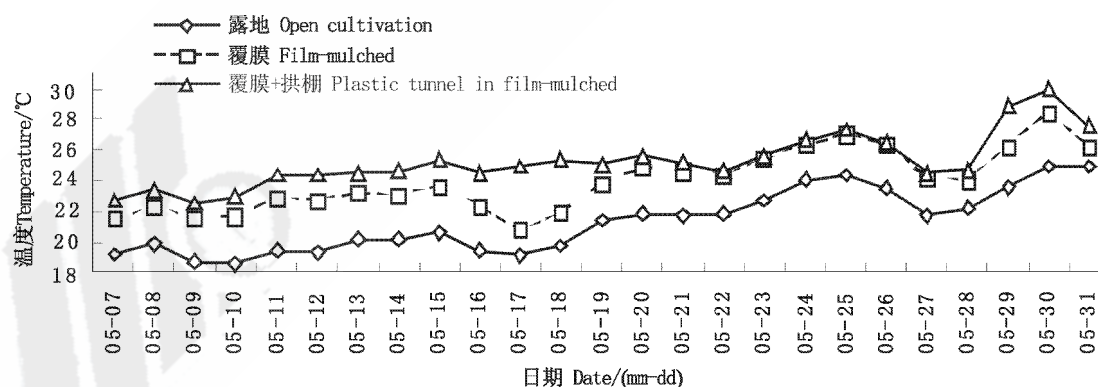


图 1 不同处理条件下 10 cm 地温

Fig. 1 Soil temperature under 10 cm depth of different treatments

### 2.2 不同处理对移栽棉花缓苗期叶绿素含量的影响

叶绿素作为植物进行光合作用的主要色素,是影响光合作用的物质基础,在光合作用过程中起到接受和转换能量的作用。在缓苗期,叶绿素含量呈现下降趋势,缓苗期结束后稍有增高趋势

(图 2),以露地移栽棉花的叶绿素含量相对较高,5 月 20 日和 24 日两次测定表现最明显,从总体看各处理间叶绿素的含量差别不大。

### 2.3 不同处理对移栽棉花缓苗期 MDA 含量的影响

MDA 是膜脂过氧化产物,其含量高低反映

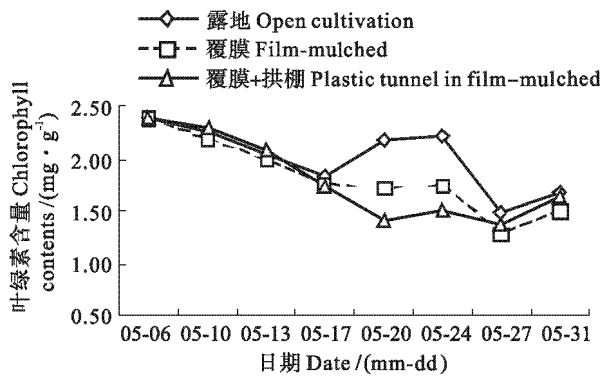


图 2 3 个不同温度水平下棉花叶绿素含量变化

Fig. 2 Variation of Chlorophyll contents in cotton leaves under three different temperatures

了逆境条件下生物膜被破坏程度。露地移栽、覆膜移栽、覆膜加拱棚移栽 3 个处理条件下 MDA 含量变化规律一致,均表现为随生育进程呈现先增加后下降趋于稳定的趋势(图 3),缓苗期结束后开始下降。由图 3 可见,露地移栽和覆膜移栽 2 个处理均在 5 月 17 日达到最大值,而覆膜加拱棚在 5 月 13 日出现峰值,随后就开始下降,说明覆膜加拱棚条件下缓苗期结束的时间要比露地移栽和只覆膜提前。MDA 含量下降,生物膜修复,逆境解除移栽棉花转入正常生长,温度的增加有助于缓苗期的缩短。

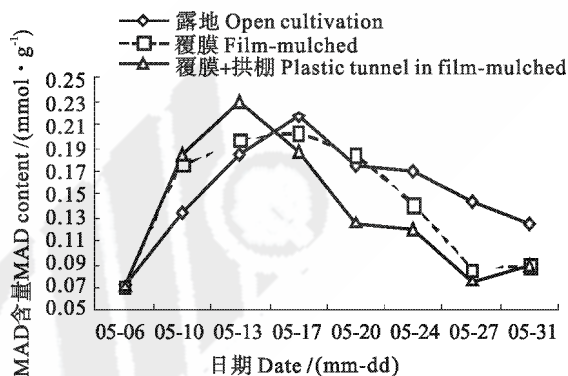


图 3 3 个不同温度水平下棉花叶片 MDA 含量变化

Fig. 3 Variation of MDA content in cotton leaves under three temperatures

#### 2.4 不同处理对移栽棉花缓苗期脯氨酸含量的影响

脯氨酸是植物体内的渗透调节物质之一,受到环境胁迫时脯氨酸会大量积累以降低细胞渗透压保护细胞免受伤害维持正常植物体内生理

环境。脯氨酸积累的原因:(1)脯氨酸合成的反馈抑制作用降低;(2) 活性氧破坏线粒体膜结构使氧化物外渗,减少了脯氨酸的氧化;(3)蛋白质合成受到抑制也就阻断了脯氨酸利用途径<sup>[13-14]</sup>。

不同处理条件下脯氨酸含量变化情况见图 4,棉苗移栽后处于逆境环境中,脯氨酸含量急剧升高。整个取样过程中,露地移栽处理的脯氨酸含量始终高于覆膜和覆膜加拱棚移栽,覆膜加拱棚移栽的脯氨酸含量最小。覆膜移栽和覆膜加拱棚移栽在 5 月 13 日以后脯氨酸含量已经开始下降,并稳定在较低的水平。但是露地移栽仍在上升,5 月 17 日以后才开始降低但是含量仍维持在较高水平。脯氨酸含量下降表明环境胁迫开始解除,缓苗期结束。覆膜和覆膜加拱棚处理的环境温度高有助于棉苗缓苗发棵。

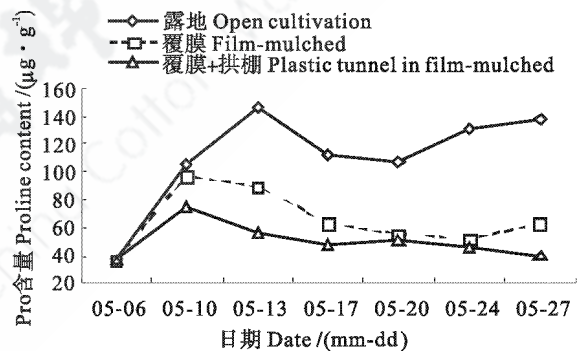


图 4 3 个不同温度水平下棉花叶片脯氨酸含量变化

Fig. 4 Variation of proline content in cotton leaves under three temperatures

#### 2.5 不同处理条件对移栽棉花缓苗期的 SOD, POD 活性影响

SOD, POD 和 CAT 是植物膜脂过氧化过程中的关键性保护酶,能够清除植物体内活性氧的积累,抑制过氧化,消除活性氧对细胞膜系统的伤害,从而有效减缓过氧化产物 MDA 的大量产生及积累,对细胞起到保护作用。3 种不同的处理条件下 SOD 和 POD 两种酶活性先增加后趋于稳定在一个水平(图 5~图 6)。在缓苗期内露地移栽棉花 POD 酶活性出现最大值的时间比覆膜和覆膜加拱棚处理晚,说明增加温度有助于缩短缓苗期,并且在缓苗期结束后露地移栽棉花 POD 活性仍维持在较高水平,覆膜处理次之,覆膜加拱棚酶活性最小。

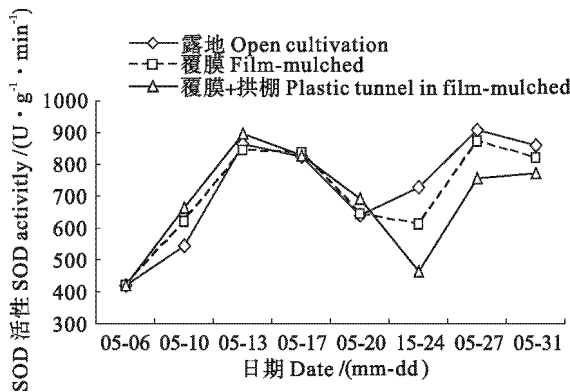


图5 3个不同温度水平下棉花叶片SOD含量变化

Fig. 5 Variation of SOD activity in cotton leaves under three different temperatures

在缓苗期内,即5月17日之前,3种不同温度对SOD活性影响不大,后期则是露地移栽的酶活性高于覆膜和覆膜加拱棚,仍是覆膜加拱棚最小。POD对不同温度条件的反应较SOD要敏感。

### 2.6 不同处理条件对移栽棉花缓苗期鲜重和真叶面积的影响

3个处理的单株鲜重随生育进程增加,但变化幅度较小,7次取样的数据显示(表1):移栽7d以后,覆膜加拱棚显著高于露地移栽,并且缓苗期以后两者间差异达到极显著水平;覆膜加拱棚移栽也是在缓苗期以后极显著高于只覆膜移

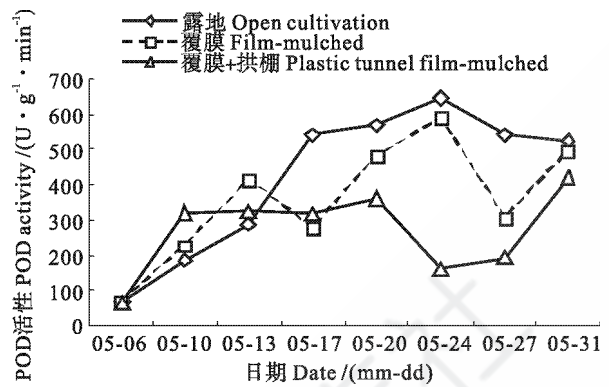


图6 3个不同温度水平下棉花叶片POD含量的变化

Fig. 6 Variation of POD activity in cotton leaves under three different temperatures

栽处理。在移栽后14d覆膜移栽与露地移栽间存在显著性差异,21~25d覆膜移栽与露地移栽间差异性达到极显著。

叶面积和鲜重变化趋势一致,随生育进程逐渐增加(表1),移栽7d以后不同处理间开始出现差异。覆膜加拱棚在移栽后14~25d显著高于露地移栽,并且在17~25d差异性达到极显著水平;移栽后17~25d,覆膜加拱棚处理的单株真叶面积与只覆膜间存在显著性差异,5月27日测定结果存在极显著性差异;只覆膜与露地移栽间仅在移栽后14d和21d存在显著性差异。

表1 3个不同温度水平下单株鲜重和叶面积的差异比较

Table1 Comparison of cotton fresh weight and leaf area per plant under three different temperatures

项目 projects	处理 Treatments	日期 Date/(mm-dd)						
		05-10	05-13	05-17	05-20	05-24	05-27	05-31
单株鲜重 Fresh weight per plant /g	露地 Open cultivation	1.65a	1.68b	1.72a	1.74cB	1.76bB	1.89cC	2.33cB
	覆膜 Film-mulched	1.75a	1.82ab	1.86a	1.96bB	1.95bB	3.09bB	3.31bA
	覆膜加拱棚 Plastic tunnel in film-mulched	1.88a	2.060a	2.06a	2.36aA	2.82aA	3.56aA	4.01aA
单株真叶面积 Leaf area per plant /cm <sup>2</sup>	露地 Open cultivation	11.03a	11.68b	13.50a	14.33b	14.46bB	22.50cB	29.63bB
	覆膜 Film-mulched	13.35a	14.90ab	15.68a	20.09a	23.14bAB	42.69bB	51.92bAB
	覆膜加拱棚 Plastic tunnel in film-mulched	13.36a	16.64a	16.85a	21.47a	38.92aA	76.35aA	89.82aA

注:同一列数据后不同字母表示在P<0.05水平上差异显著(Duncan法)。

Notes: Values in a column followed by different letters are significantly different at P<0.05 according to Duncan's multiple range test.

### 3 结论与讨论

基质育苗移栽过程中会伤断棉苗的根系,破坏棉苗的水分吸收及营养平衡,影响正常的生长代谢,所以移栽后会出现一段时间的缓苗期。棉苗从苗床移栽到棉田,温、光、水、气、肥等各环节

因素均发生了显著变化,处于相对逆境中。棉苗通过自身新陈代谢来适应和抵御逆境,以有利于生长。

MDA含量的变化可以说明逆境解除恢复正常生长的时间,覆膜加拱棚的MDA含量比露地移栽和只覆膜2个处理提前3~4d出现下降。在

缓苗期内, 较高温度环境下的脯氨酸含量低, 受环境胁迫的危害程度较小, 有较强的抗逆能力。不同处理条件下 POD 和 SOD 2 种酶活性变化趋势基本一致, 均会发生不同程度的增加以清除自由基, 抑制过氧化, 减轻活性氧对细胞的伤害起到保护作用。POD 较 SOD 对环境胁迫适应较敏感, 均以覆膜加拱棚处理条件下酶活性最低。

3 个不同温度处理棉苗的单株鲜重及真叶叶面积均随生育进程呈现不同程度上升, 这与刘小玲等<sup>[15]</sup>有关基质育苗移栽棉相关指标的研究结果一致。缓苗期内没有明显差异, 缓苗期后温度高的处理长势优于其它 2 个处理。

地膜覆盖能够改善棉田的土壤结构和理化性质, 温度增加, 土壤颗粒间的水汽膨胀, 空隙变大使得土壤疏松, 容重减小, 孔隙度增大, 通透性提高, 也减轻了灌溉或雨水的冲刷作用, 避免土壤板结现象。由于棉田土壤结构的改善, 膜下土壤微生物的活动加强, 进一步使土壤中有效养分增多, 有利于棉花生长发育。地膜加拱棚则是在此基础上进一步改善了棉田的小气候, 地温不仅高而且变幅小, 还可以抑制地面蒸发, 增温保墒效果更加明显, 表现出“温室”效应。在盖棚情况下, 保护土壤温度相对稳定, 气温和地温之间互有补偿效应。拱棚覆盖后可以明显促进叶子生长, 地上部生长旺盛光合作用增强, 能够更加充分利用光热资源, 吸收和合成功能随之提高。也对棉苗地下部生长发育提供了优势条件, 根系发达则运往地上植株的养分就相应增加, 从而促进棉株的生育进程。因此, 环境温湿度的增加有利于缓解胁迫程度, 可以明显缩短育苗移栽棉花的缓苗期, 促进棉苗的早发。

#### 参考文献:

- [1] 毛树春, 韩迎春. 图说棉花基质育苗移栽[M]. 北京: 金盾出版社, 2009.  
MAO Shu-chun, Han Ying-chun. Illustration and description of seedling transplanted cotton[M]. Beijing: Jindun Press, 2009.
- [2] 毛树春, 韩迎春, 王国平, 等. 棉花工厂化育苗和机械化移栽技术[J]. 中国农业科学, 2006, 39(11): 2395.  
MAO Shu-chun, Han Ying-chun, Wang Guo-ping, et al. The technology of cotton seeding raising in greenhouse and root-naked transplanting by machine[J]. Scientia Agricultural Sinica, 2006, 39(11): 2395.
- [3] 毛树春. 图说棉花无土育苗无载体裸苗移栽关键技术[M]. 北京: 金盾出版社, 2005.  
MAO Shu-chun. Illustration and description of the key technology of the soil-less raising and bare-root transplanting of cotton seedling[M]. Beijing: Jindun Press, 2005.
- [4] 毛树春, 李鹏程, 韩迎春, 等. 裸苗移栽棉花根系形态特征的初步观察[J]. 棉花学报, 2008, 20(1): 76-78.  
MAO Shu-chun, Li Peng-cheng, Han Ying-chun, et al. Preliminary observation on morphological parameters of root system of the root-naked transplanting cotton[J]. Cotton Science, 2008, 20(1): 76-78.
- [5] 毛树春, 韩迎春, 王国平, 等. 棉花基质育苗和裸苗移栽存在问题及克服办法[J]. 中国棉花, 2007, 34(3): 32-34.  
MAO Shu-chun, Han Ying-chun, Wang Guo-ping, et al. The problems and solution of the soilless raising and transplanting of cotton[J]. China Cotton, 2007, 34(3): 32-34.
- [6] 崔爱花, 毛树春, 韩迎春, 等. 裸苗移栽棉花缓苗期抗氧化酶活性和叶绿素含量的变化特点[J]. 棉花学报, 2008, 20(5): 372-378.  
CUI Ai-hua, Mao Shu-chun, Han Ying-chun, et al. Study on antioxidant enzyme activity and chlorophyll content in naked-seedling transplanting cotton on recovering stage[J]. Cotton Science, 2008, 20(5): 372-378.
- [7] 原红娟. 地膜覆盖对棉花苗期至蕾期的生理特征影响研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(7): 2655-2656.  
YUAN Hong-juan. Physiological research on film-mulched cotton from seedling stage to bud stage[J]. Journal of Anhui Agric Sci, 2008, 36(7): 2655-2656.
- [8] 李得孝, 员海燕, 郭月霞, 等. 混合液浸提法测定玉米叶绿素含量的研究[J]. 玉米科学, 2006, 14(1): 117-119.  
LI De-xiao, Yun Hai-yan, Guo Yue-xia, et al. Mixture solution soaking extraction efficiencies of chlorophyll from maize [J]. Journal of Maize Sciences, 2006, 14(1): 117-119.
- [9] 袁朝兴, 丁 静. 水分胁迫对棉花叶片中 IAA 含量、IAA 氧化酶和过氧化物酶活性的影响[J]. 植物生理学报, 1990, 16(2): 179-180.  
YUAN Chao-xing, Ding Jing. Effects of water stress on the content of IAA and the activities of IAA oxidase and peroxidase in cotton leaves[J]. Acta Phytology Sinica, 1990, 16(2): 179-180.
- [10] 朱广廉, 邓兴旺, 左卫能. 植物体内游离脯氨酸的测定[J]. 植物生理学通讯, 1983(1): 35-37.  
ZHU Guang-lian, Deng Xing-wang, Zuo Wei-neng. Study on free proline in plants [J]. Plant Physiology Communications, 1983(1): 35-37.
- [11] 王爱国, 罗广华, 邵从本, 等. 大豆种子超氧化歧化酶的研究

- [J]. 植物生理与分子生物学报, 1983, 9(1): 77.
- WANG Ai-guo, Luo Guang-hua, Shao Cong-ben, et al. Study on super oxide dismutase in soybean seeds[J]. Journal of Plant Physiology and Molecular Biology, 1983, 9(1): 77.
- [12] 朱广廉, 钟海文, 张爱琴. 植物生理学实验[M]. 北京: 北京大学出版社, 1990: 245-248.
- ZHU Guang-lian, Zhong Hui-wen, Zhang Ai-qin. Plant physiology experiment [M]. Beijing: Beijing University Press, 1990: 245-248.
- [13] 汤章城. 逆境条件下植物脯氨酸的积累及其可能的意义[J]. 植物生理学通讯, 1984(1): 15-21.
- TANG Zhang-cheng. The accumulation of plant proline and feasible significance in stress condition [J]. Plant Physiology Communications, 1984(1): 15-21.
- [14] GADALLAH M A A. Effect of water stress, abscisic acid and proline on cotton plants[J]. Journal of Arid Environment, 1995, 30: 315-325.
- [15] 刘小玲, 毛树春, 韩迎春, 等. 棉花三种育苗移栽新方法缓苗期棉苗若干生理生化的比较[J]. 棉花学报, 2010, 22(5): 437-442.
- LIU Xiao-ling, Mao Shu-chun, Han Ying-chun, et al. Study on physiological and biochemical indicators of seedling of three new seedling-raising and transplanting methods at recovering stage[J]. Cotton Science, 2010, 22(5): 437-442. ●

中国棉花杂志  
China Cotton Magazine House

