

## 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

刘小玲,毛树春\*,韩迎春,李亚兵,范正义,王国平,冯璐,董春旺,朱巧玲

(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,河南 安阳 455000)

**摘要:**2009年春秋2次试验旨在比较基质育苗裸苗移栽、水浮育苗带基质移栽和无土育苗无钵移栽3种方法缓苗期棉苗生理生化指标的差异。2次试验育苗均在温室进行,春季试验幼苗移栽大田采用完全随机区组设计,秋季采用微区设计,均为3次重复。结果表明:3种育苗方法2次试验均因移栽时产生的逆境胁迫而使叶绿素含量、MDA含量在缓苗期内呈现先急剧升高而后迅速下降再趋于平稳的变化规律。缓苗期内SOD、POD、CAT三种酶活性均为先上升后下降再稳定于某个水平,且三者呈现一定的相关性。基质苗从缓苗后期开始,新根生长迅速且在取样结束前总长高于无钵苗,低于水浮苗,但三者无显著性差异。基质苗的干重和叶面积介于水浮苗与无钵苗之间。

**关键词:**棉花;育苗新方法;缓苗期;生化指标

**中图分类号:**S562.048 **文献标识码:**A

**文章编号:**1002-7807(2010)05-0437-06

## Study on Physiological and Biochemical Indicators of Seedling of Three New Seedling-raising and Transplanting Methods at Recovering Stage

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

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

**Abstract:** This study was conducted in spring and fall of 2009 to investigate three new seedling-raising methods (substrate seedling-raising and bare-root transplanting, floating seedling-nursing in nutrient water-bed and transplanting with substrate, as well as soilless seedling-raising and transplanting without carrier) through comparing the physiological and biochemical indicators of the seedlings at recovering stage. Seedlings were nursed in greenhouse. Experiment design was a randomized complete blocks in spring, and a micro-area design in autumn with three replications, respectively, in the field. The results showed that chlorophyll content, MDA content in seedlings of the three methods increased sharply due to the stress, and then decreased rapidly until a certain level and kept steady since then. Similarly, enzymatic activity of SOD, POD, CAT increased at the beginning and then decreased to a certain level and stayed stable. SOD activity changed relatively mildly comparing to that of POD and CAT, and enzymatic activity of the three methods showed a correlative relation. The dry weight, leaf area, and new root length increased along with the reproductive process. Moreover, after recovering stage, new roots of substrate seedling-raising method grew quickly and turned longer than that of soilless seedling-raising method, while less than that of floating seedling-raising method. But there were no significant difference in statistics. The dry weight and leaf area regarding seedlings of substrate seedling-raising method were between the other two methods.

**Key words:** cotton; new seedling-raising methods; recovering stage; physiology and biochemistry indicator

营养钵育苗移栽是棉花增产的一项先进实用技术,然而存在劳动强度大、土传病害多以及技术老化和退化等问题<sup>[1]</sup>。为此,杨铁钢等<sup>[2]</sup>、毛树春等<sup>[3]</sup>和陈金湘等<sup>[4]</sup>先后研究提出无土育苗无钵

收稿日期:2010-01-20 作者简介:刘小玲(1984-),女,在读硕士, [lxfj126@126.com](mailto:lxfj126@126.com); \* 通讯作者, [maosc@cricaas.com.cn](mailto:maosc@cricaas.com.cn)  
基金项目:农业部公益性行业专项(3-5);国家科技支撑计划(2007BAD44B03);公益性院所基金(SJA0908);国家棉花产业技术体系等

移栽(以下简称“无钵苗”)、基质育苗裸苗移栽(简称“基质苗”)和水浮育苗移栽(简称“水浮苗”)等轻简新方法。本研究旨在比较上述3种新方法所育棉苗在缓苗期内的若干生理特征,进而揭示促进棉苗早发的相关机理。而3种育苗移栽方法的育苗成本、棉花产量、品质以及效益有待进一步研究。

## 1 材料和方法

### 1.1 供试材料

供试棉花品种为中棉所57,从中棉种业科技股份有限公司购买。基质育苗的材料来自中棉所综合高效课题组。水浮育苗盘、专用肥及育苗基质均从湖南水木生物公司购买。穴盘及营养包由河南省农业科学院经济作物研究所提供。

### 1.2 试验设计

试验分别于2009年4-5月与8-10月在中国农业科学院棉花研究所东场试验基地进行。3种育苗移栽方法的2次试验分别于4月3日、8月21日在温室播种育苗。基质育苗采用毛树春等基质育苗裸苗移栽方法<sup>[5]</sup>;无土育苗无钵移栽采用杨铁刚等育苗方法<sup>[2]</sup>;水浮育苗采用陈金湘等育苗方法<sup>[4]</sup>。秋季试验育苗时,苗床采用完全随机区组设计,3个处理,3次重复。

春秋2次试验分别于4月28日膜上打孔移栽、9月14日露地移栽。基质苗、水浮苗均为2~3叶期移栽,无钵苗1叶1心期移栽。春季试验栽入一熟制棉田。田间试验采用完全随机区组设计,3个处理,3次重复。小区行长8 m,行距0.8 m,4行区,小区面积25.6 m<sup>2</sup>,移栽密度4.5万株·hm<sup>-2</sup>。秋季试验采用微区设计,在育苗场地进行。3个处理,3次重复。每个处理移栽面积1 m<sup>2</sup>,移栽行距20 cm,株距10 cm。3种方法的棉苗移栽后均无死苗现象。

### 1.3 取样时间与方法

春季试验取样时间为移栽后0 d(4月28日苗床取样)、3 d、6 d、9 d、15 d和18 d,共6次;秋季试验于移栽后0 d(9月14日苗床取样)、6 d、9 d、12 d、15 d和18 d,共6次。

每个重复取5~10株幼苗的倒2叶测定叶绿素含量及酶活性,再取2株棉苗测叶面积及

干、鲜重,2株测根系活力,2株测新生根总长。将叶片用蒸馏水洗净擦干,去除主叶脉并剪碎混匀,称取约0.1 g(鲜重)测叶绿素含量,再分别称取约0.3 g、0.4 g(鲜重)液氮冷冻后测MDA含量、酶活性。棉苗根系用自来水冲净,用镊子取下新根,测新生根长。

### 1.4 测定方法

SOD活性测定采用NBT光化还原法,在560 nm波长下测其吸光值,以抑制NBT光化还原的50%作为一个酶活单位<sup>[6]</sup>;POD活性测定时采用愈疮木酚法,在470 nm波长下每分钟增加0.1为一个酶活单位<sup>[6]</sup>;CAT活性在240 nm波长下每分钟减少0.01为一个酶活单位<sup>[6]</sup>。MDA含量用硫代巴比妥酸测定,在532 nm、600 nm处测定吸光值<sup>[6]</sup>。叶绿素含量测定<sup>[7]</sup>用丙酮、乙醇等体积混合液浸提,在645 nm、663 nm波长下测定吸光值。所用分光光度计型号为岛津UV-2450。叶面积、根长测定采用纷腾9800XL扫描仪扫描成图像,再分别用叶面积计算程序(1.1版)与DT-SCAN计算程序进行计算。测定干重时,先将叶片洗净擦干称鲜重,再在105℃烘箱中杀青15 min,85℃烘干至恒重。

### 1.5 数据处理与分析

数据用EXCEL作图、SAS统计软件进行数据分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 叶绿素含量变化规律

3种处理棉苗的叶绿素含量在2次试验中变化规律较为一致(图1-A、B),棉苗在移栽后叶绿素含量呈现先急剧增加,而后下降再上升的趋势。春季试验3种处理棉苗均于栽后3 d达峰值,秋季试验基质苗、水浮苗于栽后9 d、无钵苗于栽后6 d达峰值。田间调查表明,春秋2次试验无钵苗缓苗时间分别为5 d、7 d,水浮苗分别为5 d、10 d,基质苗分别为9 d、14 d。基质苗叶绿素含量分别在移栽后0~12 d和0~15 d显著高于无钵苗;栽后6~9 d显著高于水浮苗(表1)。移栽后3种处理棉苗均因根系受损伤以及轻度萎蔫致使叶片失水,从而叶绿素含量升高,并存在一段时间的缓苗期。当大量新根长出后,新根迅速吸收

养分和水分,棉苗进入正常生长,叶绿素含量降低,缓苗结束。此后,随着生育进程推进,其含量逐步上升。因此,叶绿素含量由降转升时期就是

缓苗期结束时期。基质苗因裸苗移栽,棉苗受胁迫的程度较水浮苗与无钵苗更严重,叶绿素含量在移栽后一段时间内显著高于水浮苗与无钵苗。

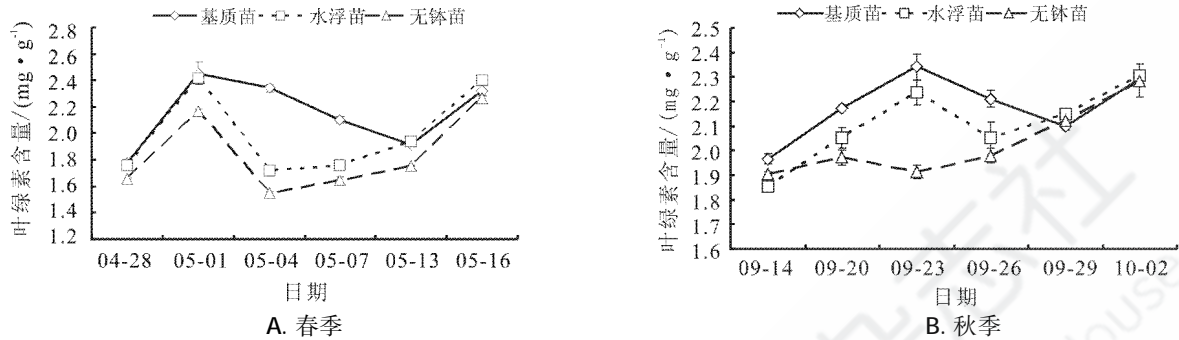


图 1 三种育苗方式叶绿素含量变化

Fig. 1 Variation of chlorophyll content in cotton leaves of the three seedling-raising methods

## 2.2 叶片 MDA 含量变化规律

MDA 是膜脂过氧化产物,其含量高低反映生物膜在逆境胁迫下被伤害的程度<sup>[9]</sup>。春秋 2 次试验 3 种处理棉苗的 MDA 含量同叶绿素含量变化趋势相似,缓苗期内急剧上升,而后快速下降(图 2-A、B)。基质苗 MDA 含量在移栽后显著高于水浮苗,分别于栽后 6 d 和 9 d 显著高于无钵苗(表 1)。基质苗裸苗移栽后,MDA 含量迅速增

加,因缓苗时间较长,缓苗后 MDA 含量仍较高,膜脂受伤害的程度较大。无钵苗育苗时受生长空间(穴孔较小)、养分不足(育苗基质单一)等限制,MDA 含量处于较高水平,栽后增加幅度较其它 2 种苗小。水浮苗因苗床生长旺盛,根系活力较强,移栽后缓苗较快,且 MDA 含量一直处于较低水平。3 种处理棉苗的 MDA 含量由峰值开始下降时期与田间调查缓苗结束时间一致。

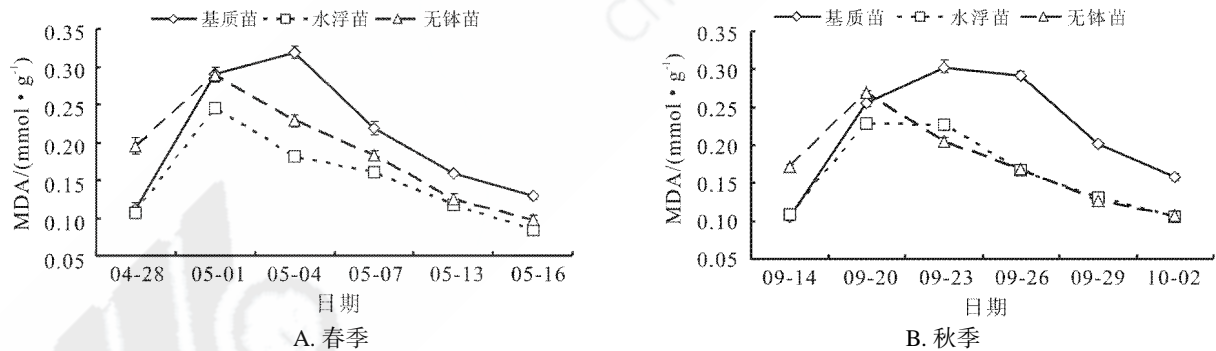


图 2 三种育苗方式叶片 MDA 含量变化

Fig. 2 Variation of MDA content in cotton leaves of three seedling-raising methods

## 2.3 叶片 SOD 活性变化规律

超氧化物歧化酶(SOD)是植物体内的重要保护酶之一,可清除超氧根离子,减少自由基对膜脂的破坏。SOD 活性强弱直接关系到棉苗抵御胁迫的能力<sup>[9-10]</sup>。3 种处理棉苗 2 次试验 SOD 活性变化趋势同 MDA 含量变化一致(图 3-A、B)。棉苗移栽初期,基质苗、水浮苗、无钵苗 SOD 活性峰值分别达 1194、903、1139 与 1084、933、1050。基质苗因裸苗移栽体内产生较多的活性氧,SOD 活性达峰值后一直强于其它 2 种处理棉苗。SOD 活性在 MDA 含量快速下降时期也急剧

降低。缓苗期后 SOD 活性持续缓慢下降,表明棉苗进入正常生长状态。

## 2.4 叶片 POD 活性变化规律

POD 酶催化  $H_2O_2$  生成无害的  $O_2$  和  $H_2O$ <sup>[9-10]</sup>。移栽后酶活性变化趋势与 SOD 酶活性变化相似,先上升后迅速下降再到趋于稳定状态(图 4-A、B),基质苗与水浮苗的上升幅度大于无钵苗。3 种处理棉苗 POD 酶活性与 SOD 酶活性相比对逆境胁迫更敏感,POD 活性下降迅速而 SOD 活性下降较平缓。



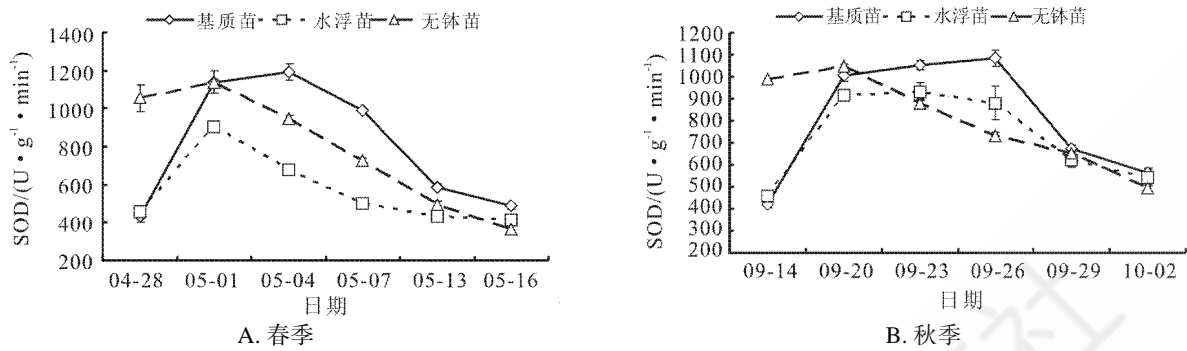


图3 三种育苗方式叶片 SOD 活性变化

Fig. 3 Variation of SOD activity in cotton leaves of three seedling-raising methods

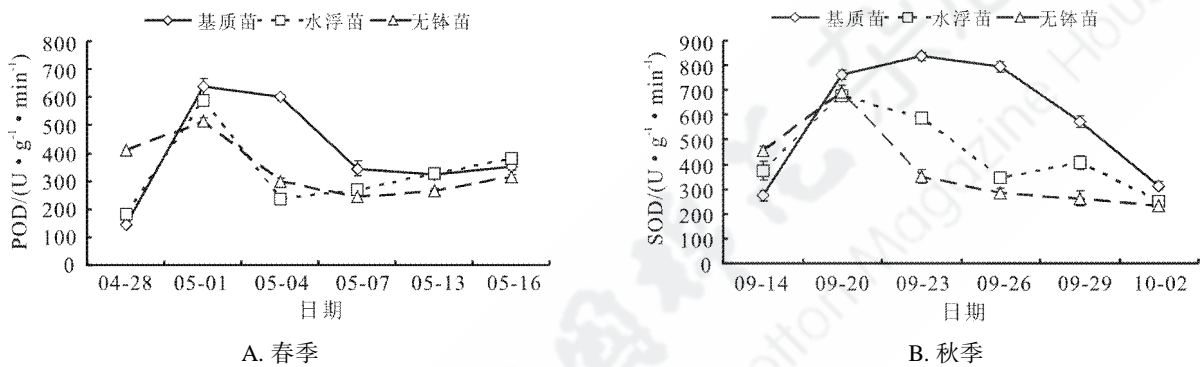


图4 三种育苗方式叶片 POD 活性变化

Fig. 4 Variation of POD activity in cotton leaves of three seedling-raising methods

2.5 叶片 CAT 活性变化规律

CAT 与 POD 均是植物清除体内 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的关键酶<sup>[9-10]</sup>。移栽后酶活性变化规律与 POD 活性一

致(图 5-A、B),均是先快速上升再迅速下降而后趋于平稳,两者呈现较好的相关性,并表现出对逆境胁迫的敏感性。

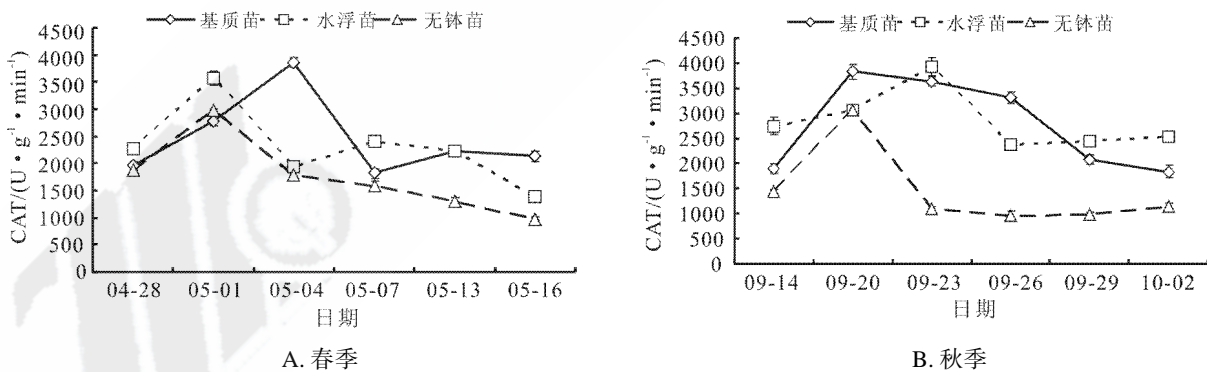


图5 三种育苗方式叶片 CAT 活性变化

Fig. 5 Variation of CAT activity in cotton leaves of three seedling-raising methods

2.6 棉苗叶面积、新根长、干重指标变化规律

叶面积随生育进程增加,水浮苗的叶面积一直大于基质苗与无钵苗,并且与无钵苗的叶面积存在显著性差异,在移栽后 6~18 d、6~12 d 及 18 d 显著高于基质苗;基质苗叶面积在移栽后 0~9 d 显著高于无钵苗(表 1)。水浮苗、无钵苗移栽后长势好于基质苗,叶面积快速增加,基质苗生长较

为缓慢,这与基质苗移栽后缓苗时间较长有关。无钵苗育苗阶段生长环境较差,生长缓慢,导致其苗床期叶面积显著低于其它 2 种苗(表 1)。

水浮苗、无钵苗在移栽后迅速发根,新根总长高于基质苗(表 1)。移栽后初期,基质苗发根较无钵苗与水浮苗慢。水浮苗新根总长在移栽后 9~18 d、6~18 d 大于无钵苗,但仅在移栽后 15 d、

移栽后 6 d 存在显著性差异;与基质苗相比,在移栽后 3~9 d、6~12 d 差异显著(表 1)。缓苗结束后基质苗新根长与无钵苗相比差异不显著。这是由于移栽后初期基质苗缓苗较慢,而缓苗后期快速生根。取样结束时,3 种苗新根总长均无显著性差异。

3 种苗的单株干重随生育进程逐渐增加(表

1)。水浮苗单株干重在移栽后显著高于基质苗和无钵苗,仅移栽后 0 d 与移栽后 9 d 同基质苗差异不显著。这反映水浮苗移栽后生长迅速,积累较多干物质。基质苗与无钵苗仅在移栽后 0~6 d 及移栽后 15 d 存在显著性差异。无钵苗因苗床苗情较差,干重较水浮苗与基质苗低。

表 1 不同育苗方法对棉苗素质的影响

Table 1 Effects of three seedling-raising methods on cotton seedling qualities

项目	育苗方法	日期											
		04-28	09-14	05-01	05-04	09-20	05-07	09-23	09-26	05-13	09-29	05-16	10-02
全株干重 (g·株 <sup>-1</sup> )	基质育苗	0.34a	0.24a	0.35b	0.42b	0.25b	0.46ab	0.33b	0.36b	0.60b	0.44b	0.62b	0.56b
	水浮育苗	0.35a	0.30a	0.41a	0.49a	0.37a	0.62a	0.47a	0.57a	0.73a	0.63a	0.82a	0.77a
	无钵育苗	0.20b	0.25a	0.24c	0.31c	0.26b	0.32b	0.29b	0.35b	0.45c	0.38b	0.47b	0.43b
新根总长 (mm·株 <sup>-1</sup> )	基质育苗	—	—	106.07b	213.77b	156.53c	731.20b	241.99b	333.62b	1569.80ab	1029.73a	1971.37a	1410.13a
	水浮育苗	—	—	369.13a	701.47a	583.17a	1095.47a	1146.63a	1262.67a	1922.50a	1436.56a	2248.07a	1839.13a
	无钵育苗	—	—	386.27a	706.37a	460.41b	976.63a	886.30a	1075.74a	1458.60b	1183.66a	1860.10a	1830.93a
整株叶面积 (cm <sup>2</sup> )	基质育苗	63.49a*	12.53a**	67.20a	76.93b	13.80b	86.25b	13.10b	17.68b	103.88b	23.71ab	113.01b	29.91b
	水浮育苗	65.283a	12.87a	69.14a	106.41a	24.20a	130.58a	25.29a	33.17a	150.76a	36.22a	163.56a	43.36a
	无钵育苗	32.70b	3.20b	36.01b	57.08c	7.60c	71.32c	7.41c	10.92b	98.71b	16.30b	107.36b	21.05b

注:列内均数经 TUKEY TEST 测验,同一栏内不同小写字母表示达到 0.05 显著性水平;\* 为整株叶面积,\*\* 为单株真叶叶面积。

### 3 结论与讨论

2 次试验因育苗、移栽时间不同,以及受气象因素、土壤温度、水分含量等的影响,3 种处理棉苗的各项生理指标在数值上有所差异,且缓苗期长短不同,但并不影响各项指标在移栽后的变化趋势。

基质苗因裸苗移栽而使根系轻度失水,受到逆境胁迫的程度较水浮苗及无钵苗大<sup>[11]</sup>;水浮苗与无钵苗带基质移栽,根系损伤较小,且带根量较多,因而移栽时返苗发棵较快。但缓苗后期,基质苗根系生长较水浮苗与无钵苗快,棉苗长势强<sup>[12]</sup>。

春秋 2 次重复试验表明,3 种处理棉苗的叶绿素和 MDA 含量在移栽后均呈现先上升后下降再上升变化规律,基质苗叶绿素含量、MDA 含量在达峰值后一段时间内始终高于水浮苗与穴盘苗。

3 种处理棉苗因移栽时产生的逆境胁迫,而使棉苗体内 SOD、POD、CAT 3 种保护酶活性增加,以去除植物体内伤害膜结构的活性氧。3 种酶

活性均有不同程度的上升,再不同幅度下降,最后稳定在某一水平,其中 SOD 酶活性上升较快、下降较缓,POD、CAT 酶活性则较 SOD 变化幅度大,先急剧上升再迅速下降,对逆境胁迫反应较敏感。这与崔爱花等<sup>[13]</sup>有关育苗移栽相关生理指标变化规律的结果一致。并且说明棉苗因缓苗时间不长而未受很大伤害,且只有 3 种酶协同作用才能使自由基维持在低水平,促使棉苗很快进入正常生长。基质苗因缓苗较慢,3 种酶活性一直处于较高水平,但并没有影响棉苗后期的生长,且苗情好于穴盘苗,次于水浮苗。3 种苗的 SOD 酶活性在取样结束时已无显著差异<sup>[12-13]</sup>。

3 种处理棉苗的单株干重、叶面积、新根总长均随着生育进程不同程度的上升,基质苗介于水浮苗和无钵苗之间。这与无钵苗苗床生长慢、移栽时苗较小有关。

#### 参考文献:

[1] 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. Illustrations and descriptions of the key technol-

- ogy on the soilless substrate seedling raising and bare root transplanting of cotton [M]. Beijing: Jindun Press, 2005.
- [2] 杨铁钢,谈春松. 棉花工厂化育苗技术及其高产高效技术规范[J]. 河南农业科学, 2003(9): 23-24.
- YANG Tie-gang, Tan Chun-song. Regulations on cotton industrial seedling raising and its high yield and efficiency[J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2003(9): 23-24.
- [3] 毛树春,韩迎春,王国平,等. 棉花“两无两化”栽培技术研究新进展[J]. 中国棉花, 2004, 31(9): 29.
- MAO Shu-chun, Han Ying-chun, Wang Guo-ping, et al. Study on the new development of soilless seedling raising and bare root transplanting technology of cotton[J]. China Cotton, 2004, 31(9): 29.
- [4] 陈金湘,刘海荷,熊格生,等. 棉花水浮育苗技术[J]. 中国棉花, 2006, 33(11): 24-28.
- CHEN Jin-xiang, Liu Hai-he, Xiong Ge-sheng, et al. Cotton floating seedling-nursing in nutrient water-bed[J]. China Cotton, 2006, 33(11): 24-28.
- [5] 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研究进展[J]. 中国棉花, 2007, 34(1): 6-7.
- MAO Shu-chun, Han Ying-chun, Wang Guo-ping, et al. Study on cotton industrial seedling raising and mechanized transplanting [J]. China Cotton, 2007, 34(1): 6-7.
- [6] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社, 2000.
- LI He-sheng. Principles and techniques of plant physiological biochemical experiment[M]. Beijing: Higher Education Press, 2000.
- [7] 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.
- [8] MAHAN R J, Mauget A S. Antioxidant metabolism in cotton seedlings exposed to temperature stress in the field[J]. Crop Science, 2005, 45: 2337-2345.
- [9] WANG W B, Kim Y H, Lee H S, et al. Analysis of antioxidant enzyme activity during germination of alfalfa under salt and drought stresses[J]. Plant Physiology and Biochemistry, 2009, 47: 570-577.
- [10] JALEEL A C, Riadh K, Gopi R, et al. Antioxidant defense responses: physiological plasticity in higher plants under abiotic constraints[J]. Acta Physiology Plant, 2009, 31: 427-436.
- [11] 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 (*Gossypium hirsutum* L.) [J]. Cotton Science, 2008, 20(1): 76-78.
- [12] 唐海明,陈金湘. 漂浮育苗移栽棉花的产量构成及生理特性初探[J]. 棉花学报, 2008, 20(2): 148-150.
- TANG Hai-ming, Chen Jin-xiang. Preliminary study on the yield components and physiological characteristics of cotton transplants in the field by using floating nursing seedling in water-bed[J]. Cotton Science, 2008, 20(2): 148-150.
- [13] 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. ●