

# 田野菟丝子寄生对薇甘菊气孔行为的影响

陈 华<sup>1,2</sup>, 胡晓颖<sup>1</sup>, 沈 浩<sup>1</sup>, 曹洪麟<sup>1</sup>, 叶万辉<sup>1\*</sup>

(1. 中国科学院 华南植物园, 广州 510650; 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049)

**摘 要:** 田野菟丝子寄生已成为当前控制薇甘菊入侵蔓延的最佳生物防治手段之一。应用扫描电子显微镜技术, 观察并统计分析田野菟丝子寄生对薇甘菊叶片气孔形态参数的影响, 为了解寄生对薇甘菊生理特征的影响提供一定的形态学依据。结果表明, 田野菟丝子寄生对薇甘菊叶片的气孔长宽比和气孔面积产生显著影响: 对照薇甘菊叶片的气孔长宽比和气孔面积表现为双峰日变化动态; 而被寄生的薇甘菊的叶片气孔长宽比和气孔面积则表现为单峰日变化规律。对照薇甘菊气孔的长宽比分别在 12:00 和 10:00, 气孔面积分别在 10:00 和 14:00 达到日变化中的最大值与最小值; 在 15:00 到 16:00 气孔长宽比和气孔面积再一次达到一个峰值, 使气孔长宽比和气孔面积的日波动形成一个双峰曲线。被寄生的薇甘菊的叶片气孔长宽比和气孔面积则表现出单峰曲线, 峰值分别出现在 12:00 和 14:00。田野菟丝子寄生对薇甘菊的气孔密度没有产生显著影响。

**关键词:** 田野菟丝子; 薇甘菊; 寄生; 气孔参数

中图分类号: Q948.12 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2008)05-0655-06

## Influence of the obligate parasite *Cuscuta campestris* on the leaf stomatal behavior of its host *Mikania micrantha*

CHEN Hua<sup>1,2</sup>, HU Xiao-Ying<sup>1</sup>, SHEN Hao<sup>1</sup>, CAO Hong-Lin<sup>1</sup>, YE Wan-Hui<sup>1\*</sup>

(1. South China Botanical Garden, the Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China;

2. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract:** It has been recognized that the use of the obligate parasite *Cuscuta campestris* is one of the most effective means of biologically controlling the invasive weed *Mikania micrantha*. In order to provide some certain morphological evidences underlying the effects of *C. campestris* on the physiology of *M. micrantha*, we studied the influence of *C. campestris* infection on the morphological parameters of leaf stomata of *M. micrantha* under a scanning electron microscope. The results indicated that infection with *C. campestris* had significant effects on diurnal stomatal behavior of *M. micrantha* leaves. Both stomatal length to width ratio and stomatal area of the leaves in the control plants showed a bimodal diurnal pattern, while those for the infected exhibited a mono-peak pattern. The diurnal peak values of stomata length to width ratio and stomatal area of the control leaves appeared at 12 h and 10 h, while the minimum values appeared at 10 h and 14 h, respectively. From 15 h to 16 h, the ratio and stomatal area reached another less peak value. For the leaves of the infected *M. micrantha*, the mono-peak values of the stomata length to width ratio and stomatal area appeared at 12 h and 14 h, respectively. The results also indicated that infection with *C. campestris* had no significant effects on the stomatal density of *M. micrantha* leaves.

**Key words:** *Cuscuta campestris*; *Mikania micrantha*; parasitism; stomatal parameters

收稿日期: 2007-08-05 修回日期: 2007-12-25

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(30470345); 广东省自然科学基金重点项目(05200701)[Supported by the National Natural Science Foundation of China(30470345); the Natural Science Foundation of Guangdong Province(05200701)]

作者简介: 陈华(1982-), 女, 山东泰安人, 硕士生, 主要从事植物生理生态和保护生态学研究。

\* 通讯作者(Author for correspondence, E-mail: why@srbg.ac.cn)

薇甘菊(*Mikania micrantha*)为菊科(Asteraceae)假泽兰属植物,原产于中、南美洲,20世纪50年代后传入东南亚和印度等地,形成入侵性,素有“一分钟一英里杂草(mile-a-minute weed)”之称(Waterhouse, 1994; Zhang等, 2004)。它所到之处将森林等植被夷为薇甘菊的单物种草地,严重威胁当地生态系统,使生物多样性严重丧失,造成难以弥补的经济损失(Zhang等, 2004)。野外观察发现,寄生植物田野菟丝子(*Cuscuta campestris*)对薇甘菊的生长发育和繁殖具有强烈的抑制作用(Parker, 1972; 管启杰等, 2002; Shen等, 2005; Lian等, 2006)。田野菟丝子为旋花科(Convolvulaceae)菟丝子属的一年生全寄生草本植物,其寄主范围非常广泛,完全依靠寄主获取资源,强烈抑制寄主的生长甚至导致寄主的死亡(Dinelli等, 1993; Dawson等, 1994)。

气孔是植物吸收CO<sub>2</sub>,散失水分的主要通道,是植物与外界信息交流的主要窗口,直接影响着植物的蒸腾作用、光合作用等主要的生理活动,在植物的生长发育过程中起着十分重要的作用。研究表明,气孔的开度与水分、温度、光照等环境因素以及植物本身的特征密切相关,但是很少有研究涉及到种间关系对植物气孔形态的影响(Linton等, 1998; 马清温等, 2005; 徐芬芬等, 2005; Yang等, 2005; 祖元刚等, 2005; Shen等, 2006)。

目前,对薇甘菊的研究主要包括形态分类、生物学和生态学特性、危害及防治等,而对于其被寄生后的形态学和生理学研究不多(张炜银等, 2002; Zhang等, 2004; Shen等, 2005)。本研究从植物种间寄生关系出发,以被田野菟丝子寄生与未被寄生的薇甘菊叶片为研究对象,利用扫描电子显微镜观察薇甘菊叶片气孔的形态及分布,了解叶片气孔形态和分布的日变化动态过程,探索田野菟丝子寄生对薇甘菊叶片气孔形态和生理学的影响,旨在为利用田野菟丝子寄生控制薇甘菊的生物防治提供理论参考。

## 1 材料和方法

### 1.1 扫描电镜材料采集及前处理

2006年9月22日(晴朗天气),在中国科学院华南植物园试验地中选择6个时间点(8:00、10:00、12:00、14:00、16:00和18:00)分别采集叶样:数枚被田野菟丝子严重寄生的薇甘菊植株(两者维管系统已相互连通,寄生系统完全建立并成熟)叶片和未

被寄生的薇甘菊叶片。切取叶片主脉两侧0.5 cm × 1.0 cm的片段即刻用4%戊二醛固定24 h(4℃)以上,经0.1 mol/L PBS冲洗,1%锇酸固定(4℃),梯度乙醇脱水,叔丁醇过渡, JFD-310型冷冻干燥仪进行干燥后粘台,于JFC-1600型离子溅射仪上镀铂10 nm。最后,在JSM-6360LV扫描电镜上观察、拍照,并测量计算气孔面积、气孔长宽及其比值、气孔密度(胡晓颖等, 1999)。气孔面积以长宽之积计算;气孔的长宽比可判断气孔形状,比值越接近于1,气孔越近似圆形;以随机视野中单位叶面积内的气孔数目计算气孔密度。周围环境的光合有效辐射以9月27日(晴朗天气)测得的数据作参考(图1)。

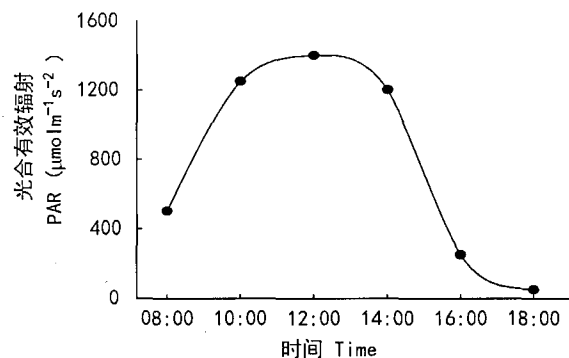


图1 实验地2006年9月27日的光合有效辐射  
Fig. 1 Photosynthetically active radiation at the study site on September 27, 2006

### 1.2 数据分析

所有的差异显著性检验均应用统计分析软件SPSS 11.0进行,当 $P < 0.05$ 时表示有统计学意义。其中,寄生处理的薇甘菊和对照之间的气孔形态指标在各时间点的差异以 Student's t-test 的方法进行 t 检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 薇甘菊叶片表皮形态

薇甘菊叶片上下表皮都有气孔分布,下表皮较多(图版 I:1);气孔具有6~8个副卫细胞,两者共同组成气孔器(stomatal apparatus)或气孔复合体(stomatal complex)(图版 I:2)。在叶片表面有大量的腺体和腺毛分布(图版 I:3,4)。

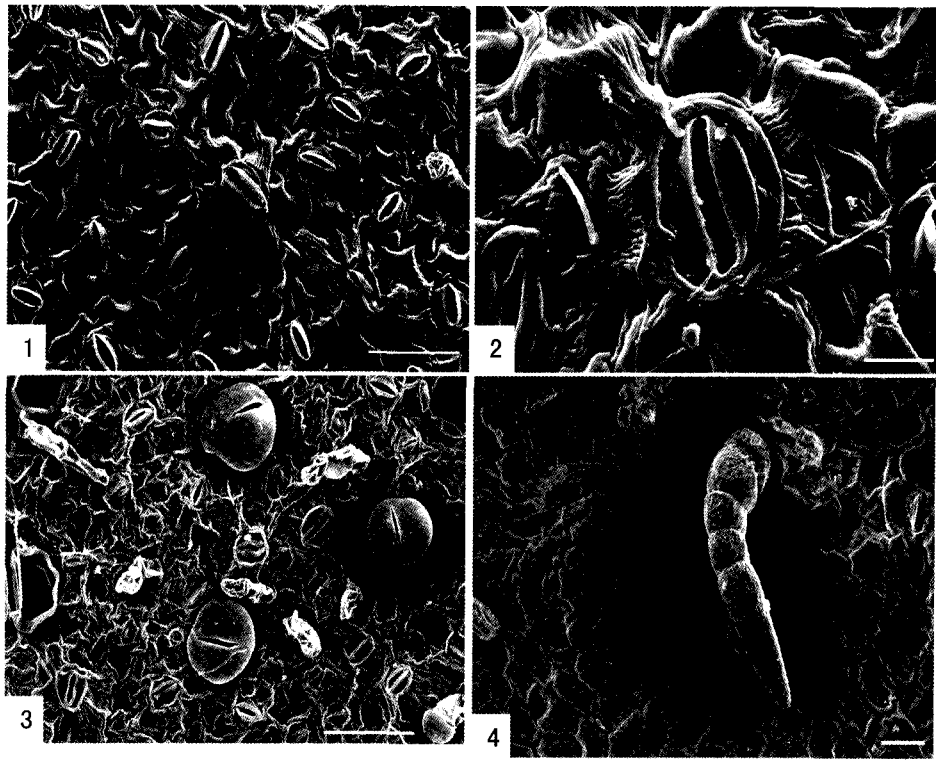
### 2.2 田野菟丝子寄生对薇甘菊叶片气孔参数日动态变化的影响

2.2.1 气孔面积日变化 薇甘菊叶片的上、下表皮气孔面积的日动态变化如图2所示。由图2:A可

以看出,对照薇甘菊叶片上表皮气孔面积呈现“双峰”的日动态变化:10:00 气孔开度达到最大,随后开始下降并于 12:00 到达第一个谷值;15:00 左右又上升到另一个峰值。而被寄生的薇甘菊叶片上表皮气孔面积则表现出“单峰”的趋势:最大气孔开度出现在 13:00 前后,相比对照推迟了近 3 h,其气孔开度值为  $35 \mu\text{m}^2$ ,是对照两个峰值的中值且此峰幅较宽。值得注意的是,在接近黄昏光照降到很低(约为  $50 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )时,气孔开度又有所升高,达  $30 \mu\text{m}^2$ ,而对照却接近为 0。t 检验表明,在 10:00 ( $P=0.001$ )和 18:00 ( $P=0.023$ )对照和被寄生薇

甘菊的叶片上表皮气孔面积存在显著差异。

对于叶片下表皮(图 2:B),无论是对照还是被寄生植株的叶片气孔面积全天的“双峰”和“单峰”态势与上表皮基本相同。但是,对照植株的叶片下表皮气孔面积在上、下午出现的峰值明显低于上表皮;被寄生植株的叶片下表皮气孔面积的峰值相比上表皮不仅明显增高(接近  $50 \mu\text{m}^2$ ),而且峰值出现的时间也推迟了近 2 h,表现出一定的滞后(图 2)。t 检验表明,10:00 ( $P=0.004$ )和 14:00 ( $P=0.011$ )对照与被寄生薇甘菊的叶片下表皮气孔面积存在显著差异。



图版 I 薇甘菊叶片下表皮的扫描电镜特点

Plate I The characteristics of leaf abaxial epidermis of *Mikania micrantha* under SEM

1. 气孔,标尺=50  $\mu\text{m}$ ; 2. 气孔复合体,标尺=10  $\mu\text{m}$ ; 3. 腺体与腺毛,标尺=50  $\mu\text{m}$ ; 4. 腺毛形态,标尺=20  $\mu\text{m}$ 。

1. Stomata, Bar=50  $\mu\text{m}$ ; 2. Stomatal complex, Bar=10  $\mu\text{m}$ ; 3. Glandular body and hair, Bar=50  $\mu\text{m}$ ; 4. Morphology of glandular hair, Bar=20  $\mu\text{m}$ .

2.2.2 叶片气孔长宽比日变化 由图 3:A 可见,对照薇甘菊叶片上表皮气孔长宽比与图 2:A 所示的上表皮气孔面积在 14:00 前表现出相反的变化趋势。10:00 气孔长宽比最小,即最接近于圆形;12:00 气孔长宽比最大。被寄生薇甘菊的上表皮气孔长宽比在 8:00 最大,在其它时间则保持在一个较稳定的水平上(图 3:A)。t 检验结果显示,对照与被寄生薇甘菊叶片上表皮气孔长宽比在 10:00 ( $P=0.037$ )和 18:00 ( $P=0.020$ )存在显著差异。

对照薇甘菊的叶片下表皮气孔长宽比在 14:00 出现一个峰值,其它时间则基本保持在恒定水平。而被寄生植株的叶片下表皮气孔长宽比在上午波动较大,在 10:00 出现一个峰值,随后于 12:00 下降至最低点,在下午则基本保持在 15 左右,表现出平缓变化的状态。由此可见,在对照叶气孔长宽比保持平稳的时候寄生叶却起伏波动很大,相反,在对照叶存在一定波动时寄生叶却处于较稳定状态。t 检验表明,对照与被寄生植株叶片下表皮气孔长宽比在 10:00 具

有极显著性差异 ( $P < 0.001$ ), 而在 14:00 则差异不显著。

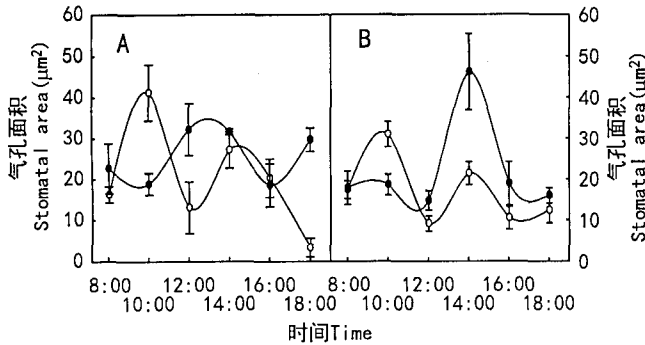


图 2 田野菟丝子寄生对薇甘菊上(A)、下(B)表皮气孔面积的影响

Fig. 2 Influence of infection by *Cuscuta campestris* on the stomatal area of adaxial(A) and abaxial(B) epidermis of *Mikania micrantha* leaves

Open circles (○), uninfected *M. micrantha* plants; filled circles (●), infected *M. micrantha* plants by *C. campestris*.

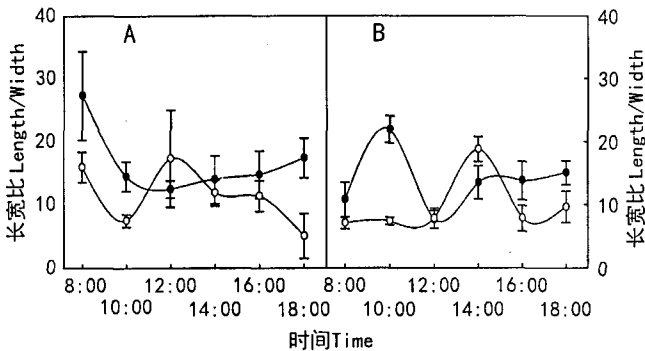


图 3 田野菟丝子寄生对薇甘菊上(A)、下(B)表皮气孔长宽比的影响

Fig. 3 Influence of infection by *Cuscuta campestris* on the ratio of stomatal length and width of adaxial (A) and abaxial (B) epidermis of *Mikania micrantha* leaves

Open circles (○), uninfected *M. micrantha* plants; filled circles (●), infected *M. micrantha* plants by *C. campestris*

2.2.3 叶片气孔密度 经统计分析, 对照与被寄生的薇甘菊叶片上、下表皮气孔密度的日变化趋势一致, 全天保持在稳定水平, 对照与寄生间不存在显著差异。

### 3 讨论

#### 3.1 薇甘菊叶片表皮形态特征

本研究表明, 薇甘菊叶片表面存在有大量腺体和腺毛。薇甘菊较强的化感作用可能与此结构有关

(Bogidarmani, 1989; Ismail & Mah, 1993; 邵华等, 2003), 但有关其分泌器官与所分泌的各种化感物质之间的关系有待于进一步研究。

#### 3.2 气孔参数的日动态变化

植物的光合作用与叶片气孔的关系密切 (Barrs & Klepper, 1968; Troughton & Cowan, 1968; Ogawa, 1982; Yang 等, 2005)。光合作用的日变化受气孔调节, 通常分气孔限制和非气孔限制。当气孔开放时  $CO_2$  进入细胞间隙并扩散到叶肉细胞在叶绿体中被 Rubisco 羧化, 在进行光合作用的同时也通过气孔将  $O_2$  和水蒸汽释放出去。因此植物叶片进行光合作用凡影响气孔开度的因素都将影响光合作用, 如水分、叶面温度、 $CO_2$  浓度、光强等。

有的植物叶片尤其是阔叶和对日辐照角度小的, 其光合作用日变化多呈“双峰”状 (尹秀玲等, 2006), 9:00~10:00 的峰值高于下午的峰值, 中午由于强光和高的叶面温度导致气孔关闭从而常发生光抑制现象。光合作用日变化“双峰”模式在薇甘菊同样能观察到 (Deng 等, 2004)。图 2、3 表明, 未被田野菟丝子寄生的薇甘菊植株叶片的上、下表皮气孔开度均表现出这种“双峰”模式。当中午实验地周围环境中光照增强 (图 1) 和温度升高以及空气湿度下降时, 气孔可及时调整自身的形状与开度, 通过收缩气孔和降低导度完成自我保护与维持。可见, 气孔参数的变化与环境中温度、光照、水分等条件息息相关 (刘霞, 2004; 马清温等, 2005; Yang 等, 2005)。

然而, 对于被田野菟丝子寄生的薇甘菊, 其叶片的这种关系被改变 (图 2、3), 其叶片上表皮的气孔开度 10:00 和 15:00 左右的峰值被抑制, 显然寄主在两个最佳条件下的光合作用也会相应受到抑制。叶片上表皮在 12:00~14:00 光强最强和在近黄昏光强降低到  $50 \mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$  时均可提高或维持一定的气孔开度。同时, 被寄生薇甘菊的叶片下表皮气孔在 14:00 也出现一个明显的峰值, 因此推测被田野菟丝子寄生后, 薇甘菊叶片气孔可能适时地作出适应性调节。出现这种现象的原因可能是叶片需要蒸腾, 因为虽然中午过量的光产生了光抑制, 但寄生植物为从寄主中吸收水分和营养而需要维持一定的膨压, 因此上表皮气孔在整个下午都保持一定水平的开度。

#### 3.3 气孔开度

气孔面积与气孔的长宽比在一定程度上都能指示气孔的开度。气孔面积越大, 则气孔开度越大。气孔长宽比指示气孔形状, 其值越大气孔越细长, 开度

越小;其值越小,气孔则越接近于圆形。对照薇甘菊的气孔开度由气孔长宽比与气孔面积指示的结果相同,在 10:00 左右达最大,12:00~14:00 最小,这与朱明功等(2005)和尹秀玲等(2006)的研究结果相同,说明薇甘菊的气孔开度同样受到温度、水分、光照等因素的制约。被田野菟丝子寄生后,薇甘菊的叶片气孔开度在中午前后达到最大,在 10:00 却较低,与对照存在差异。以往在研究影响气孔开度的因素时,多从环境角度(如水分、温度、养分、CO<sub>2</sub> 浓度等)和植物本身(如种类、叶片老幼、叶片分布部位、角质层等)出发(马清温等,2005;郑淑霞等,2005;徐芬芬等,2005;张岁岐等,2005),未见从种间关系如寄生的角度去研究对气孔开度的影响。本实验尽量排除前两方面因素的影响,首次探索了寄生植物对寄主叶片气孔开度的影响,发现寄生作用的影响不同于以上两个因素,薇甘菊在被田野菟丝子寄生后其叶片的气孔行为存在一定的滞后现象,中午左右气孔开度最大。

在细胞水平上,气孔行为还受到保卫细胞中离子通道、Ca<sup>2+</sup>、CaM、K<sup>+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、蛋白酶、磷酸酯酶、激素等物质的影响(Shen 等,2006),其中植物激素在这个过程中起到重要作用。因此我们推测,被寄生薇甘菊之所以存在这种异常的气孔行为可能是田野菟丝子在发生寄生后会产生某些信号物质,薇甘菊感知并通过调整自身的生理状态来适应田野菟丝子的寄生,降低了对外界环境变化的敏感性,使本身的损失降至最低,这也许是薇甘菊对抗田野菟丝子的寄生侵入而产生的一种自我保护和自我防御的对策。另外,田野菟丝子寄生可能会导致薇甘菊体内的内源激素(如脱落酸等)相对含量的变化,薇甘菊则通过激素调控途径调节气孔活动,使其达到形态与功能上的统一。

### 3.4 气孔密度

气孔密度并非植物本身固有的一个属性。环境信号不仅能调控气孔的行为也能改变叶片的气孔数量和密度(Webb & Baker,2002),同时气孔密度还与植物的生长时期相关(尹秀玲等,2006)。本研究发现,田野菟丝子寄生对薇甘菊叶片的气孔密度未产生显著的影响,说明薇甘菊主要是通过调节气孔的开闭时间与开度大小来调节蒸腾、光合作用,从而应对田野菟丝子的寄生,而不是通过改变单位叶面积内气孔的数量(即气孔密度)来完成的。

致谢 中国科学院华南植物园的陈贻竹研究员在本文的修改和完成中给予了大力的指导和帮助,李玲同学为本文提供 PAR 参考数据,在此深表感谢。

### 参考文献:

- 刘霞. 2004. 气孔开度实验的改进. 实验室研究与探索[J], 23(12): 154-155.
- 胡晓颖,徐信兰,王学海,等. 1999. 三种兰花蕉叶表皮形态特征的比较研究[J]. 云南农业大学学报, 14(4): 26-29
- Barrs HD, Klepper B. 1968. Cyclic variations in plant properties under constant environmental conditions[J]. *Physiol Plant*, 21: 711-730
- Bogidaranti R. 1989. Impact of *Mikania* spp. on forestry and agriculture land(in Indonesian)[J]. *Bul Penelit Hutan*, 511: 29-40
- Dawson JH, Musselman LJ, Wolswinkel P, et al. 1994. Biology and control of *Cuscuta*[J]. *Rev Weed Sci*, 6: 265-317
- Deng X, Ye WH, Feng HL, et al. 2004. Photosynthetic characteristics of invasive weed *Mikania micrantha* and its indigenous congener *M. cordata* (Asteraceae) in South China[J]. *Bot Bull Acad Sin*, 45: 213-220
- Dinelli G, Bonetti A, Tibiletti E. 1993. Photosynthetic and accessory pigments in *Cuscuta campestris* and some hosts[J]. *Weed Res*, 33: 253-260
- Ismail BS, Mah LS. 1993. Effects of *Mikania micrantha* on germination and growth of weed species[J]. *Plant Soil*, 157: 107-113
- Lian JY, Ye WH, Cao HL, et al. 2006. Influence of obligate parasite *Cuscuta campestris* on the community of its host *Mikania micrantha*[J]. *Weed Res*, 46: 441-443
- Linton MJ, Sperry JS, Williams DG. 1998. Limits to water transports in *Juniperus osteosperma* and *Pinus edulis*; implications for drought tolerance and regulation of transpiration [J]. *Funct Ecol*, 12: 906-911
- Ma QW(马清温), Li FL(李凤兰), Li CS(李承森). 2005. Coefficients of variation and factors affecting stomatal parameters(气孔参数的变异系数与影响因素)[J]. *J Beijing Fore Univ*(北京林业大学学报), 27(1): 19-23
- Ogawa T. 1982. Simple oscillations in photosynthesis of higher plants[J]. *Biochim Biophys Acta*, 681: 103-109
- Parker C. 1972. The *Mikania micrantha* problem[J]. *Pest Articles and News Summaries*, 18: 312-315
- Shao H(邵华), Peng SL(彭少麟), Zhang C(张弛), et al. 2003. Allelopathic potential of *Mikania micrantha* (薇甘菊的化感作用研究)[J]. *Chin J Ecol*(生态学杂志), 22(5): 62-65
- Shen H, Ye WH, Hong L, et al. 2005. Influence of the obligate parasite *Cuscuta campestris* on growth and biomass allocation of its host *Mikania micrantha*[J]. *J Exp Bot*, 56: 1 277-1 284
- Shen ZX, Wang GX, Liu ZQ, et al. 2006. Network regulation of calcium signal in stomatal development[J]. *Acta Pharm Sin*, 27: 950-958
- Troughton JH, Cowan IR. 1968. Carbon dioxide exchange in cotton; some anomalous fluctuations[J]. *Science*, 161: 281-283
- Waterhouse DF. 1994. Biological Control of Weeds; Southeast Asian Prospects[M]. 125. ACIAR, Canberra, Australia
- Webb AAR, Baker AJ. 2002. Commentary stomatal biology; new techniques, new challenge[J]. *New Phytol*, 153: 365-75
- Xu FF(徐芬芬), Zeng XC(曾晓春), Ye LM(叶利民). 2005.

- Effect of environmental factors on leaf stomatas(环境条件对植物叶片气孔的影响)[J]. *Anhui Agric Sci Bull*(安徽农学通报), **11**(7):38-41
- Yang HM, Zhang JH, Zhang XY. 2005. Regulation mechanism of stomatal oscillation[J]. *J Integr Plant Biol*, **47**:1 159-1 172
- Yin XL(尹秀玲), Wang JX(王金霞), Duan ZQ(段志青), et al. 2006. Study on the stomatal density and daily change rule of the wheat(气孔密度及日变化规律的研究)[J]. *Chin Agric Sci Bull*(中国农学通报), **22**(5):237-242
- Zan QJ(管启杰), Wang BS(王伯荪), Wang YJ(王勇军), et al. 2002. The ecological evaluation on the controlling *Mikania micrantha* by *Cuscuta campestris*(田野菟丝子控制薇甘菊的生态评估)[J]. *Acta Sci Nat Univ Sunyatseni*(中山大学学报(自然科学版)), **41**(6):60-63
- Zhang LY, Ye WH, Cao HL, et al. 2004. *Mikania micrantha* in China-an overview[J]. *Weed Res*, **44**:42-49
- Zhang SQ(张步岐), Li JH(李金虎), Shan L(山仑). 2001. Regulation of the plant stomatal movement under drought condition(干旱下植物气孔运动的调控)[J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*(西北植物学报), **21**(6):1 263-1 270
- Zhang WY(张炜银), Wang BS(王伯荪), Liao WB(廖文波), et al. 2002. Progress in studies on an exotic vicious weed *Mikania micrantha*(外域恶性杂草薇甘菊研究进展)[J]. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), **13**(12):1 684-1 688
- Zheng SX(郑淑霞), Shangguan ZP(上官周平). 2005. Relationship between stomata parameters of plants and atmospheric CO<sub>2</sub> concentration change(陆地植物气孔参数与大气 CO<sub>2</sub> 浓度变化)[J]. *Ecol Sci*(生态科学), **24**(3):264-267
- Zu YG(祖元刚), Wang WJ(王文杰), Yang PJ(杨逢建), et al. 2005. Stomatal regulation on the gas exchange of *Eupatorium adenophorum*; implication on its invasive ability(紫荆泽兰叶片气体交换的气孔调节特性对其入侵能力的意义)[J]. *Sci Silv Sin*(林业科学), **41**(3):25-35

(上接第 639 页 Continue from page 639)

在栽培措施选择上应有所侧重。早春应加强对二年生棉株的肥水管理和修剪,促进二年生棉株早生快发,选留适量的结果母枝,不留叶枝;促进早期有较多的结铃量,并通过调节结果枝和结铃数量来提高单铃重和衣分。

在广西种植抗虫杂交棉,产量高、品质优,具有良好的发展前景。宿生棉栽培可固定杂种优势,延长生长期,提高产量。同时,来年不需重新播种,可减少种子投入。所研究的 5 个品种中,中 928 F<sub>1</sub> 二年生栽培的皮棉产量高,棉纤维品质优良,产量构成因素匹配好,可在冬季无霜或轻霜地区进行二年生栽培并应用于生产。

宿生陆地棉栽培的产量和品质与品种有关,也与栽培管理有关。关于宿生陆地棉栽培的理论与技术措施尚需进一步研究。

#### 参考文献:

- 倪金柱. 1986. 棉花栽培生理[M]. 上海:上海科学技术出版社:389-391
- 黎绍惠,王坤波,张香娣,等. 2000. 海南冬季植棉特点[J]. 中国棉花, (1):36
- 孟玉江,贾民权,李树诚. 2005. 再生棉的栽培及开发利用[J]. 农村科技, (9):7

- 王坤波,胡绍安,黎绍惠. 1991. 野生棉的引种及研究[J]. 中国棉花, (1):13-15
- 王坤波,刘国强. 1992. 我国棉花野生资源研究的现状与展望[J]. 作物品种资源, (2):11-13
- 王坤波,刘国强,刘金定,等. 1999. 美国棉花种质资源和遗传改良[J]. 中国棉花, **26**(3):2-5
- 王坤波,赵新华. 2002. 印度棉花考察简报[J]. 中国棉花, **29**(2):9-11
- 汪若海. 2005. 棉花的生物学特性与品种改良[J]. 中国棉花, **32**(1):17-19
- Chen GP(陈国平), Zhang X(张新), Zhou RY(周瑞阳), et al. 2007. A preliminary report on the testing introduced insect-resistant cultivars of upland cotton in Guangxi(广西引种抗虫陆地棉试验初报)[J]. *Southwest China J Agric Sci*(西南农业学报), **22**(3):370-374
- Dong HZ(董合忠), Li WJ(李维江), Tang W(唐薇), et al. 2005. Research progress in physiological premature senescence in cotton(棉花生理性早衰研究进展)[J]. *Acta Gossypii Sin*(棉花学报), **17**(1):56-60
- Gotmare V, Singh P, Mayee CD, et al. 2004. Short communication genetic variability for seed oil and seed index in some wild species and perennial races of cotton[J]. *Plant Breeding*, **123**(2):207-208
- Wang KB(王坤波). 2000. On specific permanent populations and their prospected application in cotton(论棉花永久性群体种类特色与应用价值)[J]. *Acta Gossypii Sin*(棉花学报), **12**(1):40-44