

车八岭林下植物叶绿素分布模式 及对光照条件的响应

张友胜¹, 张苏峻², 李镇魁¹

(1 华南农业大学 林学院, 广东 广州 510642; 2 广东省生态公益林管理中心, 广东 广州 510170)

摘要:采用样方法研究了广东省始兴县车八岭国家级自然保护区林下植物叶绿素含量与林冠开度、林下散射光立地因子、叶面积指数之间的相关性以及不同物种林下植物叶绿素含量之间的差异。结果显示:大叶新木姜 *Neolitsea levinei* 和蕲荊 *Castanopsis fissa* 叶片叶绿素含量随林冠开度增加而增加;蕲荊叶片叶绿素含量随林下散射光立地因子增加而增加;木荷 *Schima superba* 及唐竹 *Sinobambusa tootsik* 叶片叶绿素含量随叶面积指数增加而增加;它们均达到显著的线性相关($P < 0.05$)。在同种条件下,种间叶绿素含量差异显著。

关键词:林下植物; 叶绿素含量; 林冠开度

中图分类号:S718.512.2

文献标识码:A

文章编号:1001-411X(2007)03-0113-03

Chlorophyll Distribution Patterns of Understory Plants and Their Response to Light Condition in Chebaling

ZHANG You-sheng¹, ZHANG Su-jun², LI Zhen-kui¹

(1 College of Forestry, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China;

2 Guangdong Center for Noncommercial Ecological Forest Management, Guangzhou 510170, China)

Abstract: Relationships of chlorophyll from understory plants to canopy openness, understory indirect site factor (ISF) and leaf area index (LAI) were investigated using quadrat method. Spatial heterogeneity of chlorophyll content in Chebaling National Nature Reserve, Shixing County, Guangdong Province, was also investigated. The results indicated that chlorophyll content in leaves of *Neolitsea levinei* and *Castanopsis fissa* increased with canopy openness; Chlorophyll content in leaves of *Castanopsis fissa* increased with ISF, and chlorophyll content in leaves of *Schima superba* and *Sinobambusa tootsik* increased with LAI. All the above variables showed significant linear correlation with leaf chlorophyll content ($P < 0.05$). This study also showed that chlorophyll content from different species varied significantly.

Key words: understory plants; chlorophyll content; canopy openness

测量叶绿素的传统方法具有时间长、花费高、损伤叶片等缺点,在大田、林场实际工作中并不适用。日本最近发明了一种快速、无破损地测量叶片含氮量的仪器 SPAD(soil and plant assessment device)叶绿素仪,根据植物叶绿素对光线吸收得到叶绿素指数(SPAD 值)的大小来定量描述叶片的“绿色度”。由于这个“绿色度”与植株叶片组织的氮含量可以通过回归方程得出一定的相关性,据此便可判断叶片中叶绿素含量的高低,进而预计作物、林木施肥量等

指标。SPAD 叶绿素仪在日本设计的目的是测量水稻的氮需求量^[1],因此,这种设备主要应用在水稻^[2,3]、小麦、玉米、棉花、酥油草等小叶片作物中。也有很多关于 SPAD 叶绿素仪在林木中应用的报道,如使用 SPAD 叶绿素仪测量红枫叶片绿色度,以测得的数值而导出的叶片叶绿素含量与实际含量的相关性很好,故可用 SPAD 值代替植物的叶绿素含量^[4]。使用 SPAD 叶绿素仪对小无花果 *Platanus occidentalis*、三叶杨 *Populus heterophylla*、枫香 *Liquidambar styraciflua*

收稿日期:2006-09-18

作者简介:张友胜(1976—),男,博士研究生,E-mail:yszhangscu@126.com

基金项目:广东省科技计划项目(2002C20703)

作物的叶水势 (leaf water potential, 简称 LWP) 被认为是最能反映作物本身水分状况的指标之一^[8]. 本研究采用在 9:00—10:00 之间观测的叶水势来分析其与 CWSI 的关系. 图 3 可以看出, 叶水势随生育期而逐渐降低, 这与 Howell^[9] 的观测结果一致. 由叶水势与 CWSI 的关系^[6-7] 可知, CWSI 更能反映作物本身的水分状况.

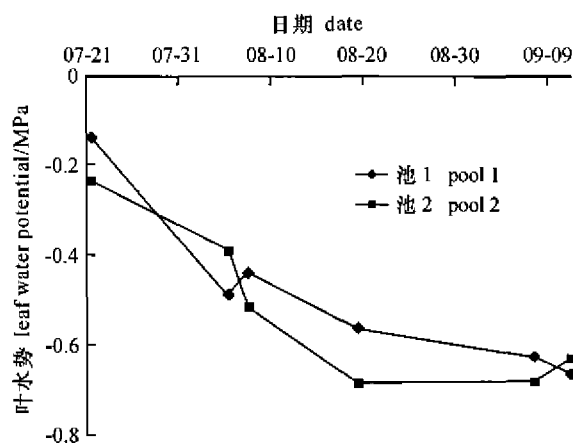


图 3 夏玉米叶水势在不同生育期的变化

Fig.3 The variation of leaf water potential of summer maize in different development stages

3 小结

本研究把 Idso^[3] 提出的 CWSI 经验模型和 Jackson^[4-5] 提出的 CWSI 理论模型同时应用到了夏玉米的试验中. 通过田间试验, 对理论模型和经验模型计算出的水分胁迫指数进行了对比, 发现经验模型的结果经常性地溢出 0~1 的范围, 理论模型在乳熟期至成熟期的 CWSI 则没有像经验模型的 CWSI 那样上升很快. 经验模型的 CWSI 日际波动比理论模型要大些, 不同日期的 CWSI 比较时, 对于经验模型只能固定 1 d 中的某个时间来采集数据, 而对于理论模型基本上可以在 1 d 中任意时间采集数据. 2 种模型计算出来的 CWSI 和土壤含水量的相关性都比较显著, CWSI 理论模型与叶水势的相关性也比较好, 其更

能反映作物本身的水分状况. 在作物的旱情监测中 CWSI 只能用来指导灌溉的时间, 不能用它来确定灌溉量, 必须结合其他的方法进行.

经验模型因所需参数少而容易确定从而应用方便. 零平面位移和粗糙长度与作物高度的比值是理论模型中的 2 个关键参数, 如果能够准确测试并合理取值, 理论模型在夏玉米旱情预测方面的应用则会比较理想.

参考文献:

- [1] 袁国富, 唐登银, 罗毅, 等. 基于冠层温度的作物缺水研究进展[J]. 地球科学进展, 2001, 16(1): 49-54.
- [2] 袁国富, 罗毅, 孙晓敏, 等. 作物冠层表面温度诊断冬小麦水分胁迫的试验研究[J]. 农业工程学报, 2002, 18(6): 13-17.
- [3] IDSO S B, JACKSON R D, PINTER P J J R, et al. Normalizing the stress degree day for environmental variability[J]. Agricultural Meteorology, 1981, 24: 45-55.
- [4] JACKSON R D, IDSO S B, REGINATO R J. Canopy temperature as a crop water stress indicator[J]. Water Resource Research, 1981, 17: 1133-1138.
- [5] JACKSON R D, KUSTAS W P, CHOUDHURY B J. A reexamination of the crop water stress index[J]. Irrigation Science, 1988, 9(4): 309-317.
- [6] 崔晓, 许利霞, 袁国富, 等. 基于冠层温度的夏玉米水分胁迫指数模型的试验研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(8): 22-24.
- [7] 王卫星, 宋淑然, 许利霞, 等. 基于冠层温度的夏玉米水分胁迫理论模型的初步研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(5): 194-196.
- [8] KRAMER P J. Measurement of plant water status: Historical perspectives and current concerns[J]. Irrigation Science, 1988, 9(4): 275-287.
- [9] HOWELL T A, MUSICK J T, TOLK J A. Canopy temperature of irrigated winter wheat[J]. Transactions of the ASAE, 1986, 29: 1692-1698.

【责任编辑 周志红】

1 材料与方法

试验于2004年7—9月在中国科学院禹城综合试验站进行,试验地土壤为壤土,试验的玉米品种为农大108,试验的设计及试验数据的观测详见文献[6]。作物水分胁迫指数(CWSI)可以定义为^[6]:

$$CWSI = \frac{(t_c - t_a) - (t_c - t_a)_{\text{II}}}{(t_c - t_a)_{\text{ul}} - (t_c - t_a)_{\text{II}}}$$

式中, t_c 指作物冠层温度(℃), t_a 指空气温度(℃), $(t_c - t_a)_{\text{II}}$ 是作物处于潜在蒸发状态下的冠气温差(℃),即冠气温差的下限, $(t_c - t_a)_{\text{ul}}$ 是作物处于无蒸腾条件下的冠气温差(℃),即冠气温差的上限。

理论上CWSI的取值为0~1,0表示作物处于完全不缺水状况,1表示作物处于非常严重的缺水状况。

基于Idso等^[3]提出的CWSI经验模型,确定了冠气温差的上、下限方程,建立了华北平原夏玉米的CWSI经验模型。具体处理和取值详见文献[6]。基于Jackson等^[4,5]提出的CWSI理论模型,提出了华北平原夏玉米的理论模型。具体处理和取值详见文献[7]。

2 结果与分析

图1为水分池2中午12:00的CWSI经验模型和理论模型在华北平原下玉米不同生育期的变化比较图。从图1可以看出它们之间的差异:经验模型经常性地溢出0~1的范围,对于理论模型来说则很少出现溢出0~1的情形,其值比经验模型高些,理论模型中的冠气温差上下限方程都是动态的,而不是如经验模型那样将它们固定为一个回归直线,因此只要观测的数据可靠,计算的阻力参数足够精确,冠层足够密闭以满足理论模型所基于的假设条件,那么理论模型所获得的值就愈趋于合理,也就能较好地反映由土壤水分和大气状况引起的作物缺水

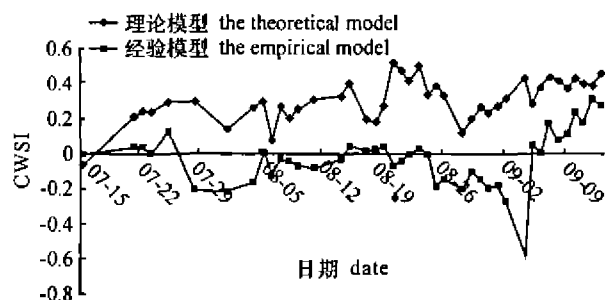


图1 CWSI经验模型与理论模型的比较

Fig.1 Comparisons between the empirical and theoretical models of CWSI

状况;理论模型在乳熟期至成熟期(9月1—13日)的CWSI则没有像经验模型的CWSI那样上升很快。8月28日之后夏玉米已经进入了乳熟期至成熟期,这时夏玉米的光合作用很弱,且这段时间没有降雨,CWSI应变化不大。

图2a为2个水分池的经验模型在7月25日从上午9:00至下午17:00的CWSI的变化曲线。从图2a可以看出,它随着时间有规律地以抛物线的趋势变化,基本上和温度的日际变化一致,可见由经验模型得到的CWSI的大小和气温有一定的关系,是受温度影响的,若想比较该作物不同日期的水分胁迫情况,则要测量每天相同的CWSI。图2b为理论模型的变化曲线,理论模型在全天的变化则基本上稳定,在某个值附近波动,只有在16:00之后有上扬的趋势,可见只要在全天的任意一个时间得到的CWSI就能确定作物的水分胁迫。

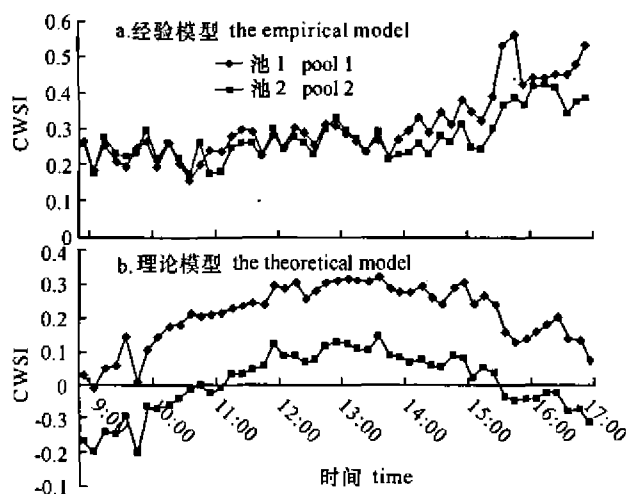


图2 CWSI经验模型和理论模型日际变化(07-25)

Fig.2 The daytime variation of the empirical and the theoretical models of CWSI

经验模型CWSI与土壤含水量变化的相关性显著,相关系数(R) = 0.37,略大于 $R_{0.10,19} = 0.369$ ^[6],对于理论模型,二者也呈显著变化, $R = 0.4976$,略大于 $R_{0.05,15} = 0.482$ ^[7],2个模型所得到的CWSI随土壤含水量的增加均呈现减小的趋势,说明CWSI反映出了土壤水分含量对作物缺水状况的影响。但是这种趋势是比较离散的,在同一CWSI下土壤有效水分含量的差异有时候相差1倍以上。作物冠层表面温度是能量平衡的结果,既反映土壤水分影响作物的蒸腾作用即潜热变化,同时大气状况也影响能量平衡过程,因此基于冠层表面温度的CWSI这一指标并非仅受土壤水分状况的影响,这种离散关系是必然的。