

文章编号: 1673- 9469(2010) 03- 0104- 03

基于冠层分析仪的冬小麦叶面积指数测算及模拟

武海霞

(河北工程大学 水电学院, 河北 邯郸 056021)

摘要: 为了精确模拟小麦群体生长发育过程, 利用 SUNSCAN 冠层分析仪测定大田冬小麦叶面积指数, 通过变换 Logistic 曲线修正方程拟合冬小麦返青至成熟期的叶面积指数, 从而建立估算冬小麦叶面积指数的半经验公式。通过模拟值和实测值的比较, 相关系数 0.954 2, 达到显著水平 ($p < 0.05$), 表明该方法能有效测算、模拟局地作物叶面积指数的动态变化。

关键词: 冬小麦; 叶面积指数; 冠层分析仪

中图分类号: S512.1

文献标识码: A

Variation regularity of winter- wheat leaf area index basing on plant canopy analyzer

WU Hai-xia

(College of Water Conservancy and Hydroelectric Power, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056021, China)

Abstract: The variation regularity of winter- wheat leaf area index is studied by use of the SUNSCAN plant canopy analyzer to simulate growth and development of winter- wheat in the field. According to the modification of Logistic curve, the semi- empirical formula for estimating leaf area index of winter- wheat is founded to fit the winter- wheat leaf area index from returning green stage to mature stage. The correlation coefficient is 0.954 2 between simulated value and measured value, which is up to positive level ($p < 0.05$). The results show that the method mentioned above can well reflect the dynamic change of crop leaf area index.

Key words: winter- wheat; leaf area index; plant canopy analyzer

叶面积指数可以定量地描述群体水平上叶子的生长和密度变化过程, 是进行植物群体和群落生长分析的一个参数。植物绿色叶片的大小对光能利用、干物质积累、收获量及经济效益都有显著的影响, 是农作物良种选育的一个重要参数^[1-4]。建立适宜的叶面积指数动态模拟模型不仅能反映特定区域作物叶面积指数的动态变化, 也可用于区域作物生长及产量模拟的研究^[5]。常规叶面积测量方法较多, 如纸重法、方格法、干重法、求积仪法、长宽系数法、回归方程法等, 不仅工作量大, 而且对植株具有破坏性。采用先进的数字植物冠层图象分析仪, 适当变换 Logistic 曲线的表达形式, 利用二次多项式拟合该模型, 建立冬小麦返青至成熟期叶面积增长模型, 为进一步模拟小麦群体

生长发育提供基础。

1 材料和方法

1.1 试验地选择

试验于 2006- 2007 年在河北工程大学试验农场进行。试验地土壤肥力中等且均匀一致。供试小麦品种为 941, 于 2006 年 10 月 25 日播种, 2007 年 5 月 25 日收获, 整个生育期为 210d。试验地东西长 60m, 南北长 40m, 种植方式为条播。在实验地选择 3 个具有代表性的观测点, 每隔 10d 左右观测一次, 根据生育期的特点可适当调整观测时间。

收稿日期: 2010- 05- 08

基金项目: 河北工程大学青年科学基金项目

作者简介: 武海霞(1978-), 女, 甘肃天水人, 讲师, 从事农业水利工程方面的教学与研究。

1.2 试验方法

试验采用英国 Delta 公司生产的 SUNSCAN 冠层分析仪, 该设备利用一个鱼眼成像信息采集器和传感器获取二维空间的植被冠层结构信息, 可以避免传统收获法所造成的大规模破坏作物的缺点, 又不受时间的限制, 数据获取量大, 仪器操作容易。

在测定冬小麦的叶面积指数时, 先将冠层分析仪的鱼眼图象捕获器置于冬小麦冠层下方的地面上, 进行平衡校验和指北验证, 然后通过遥控装置将需要分析的图像载入 WinSCANOPY 系统进行数据处理。本次试验测定时间从 2007 年 2 月份开始至成熟期。试验观测图像如图 1 和图 2 所示。

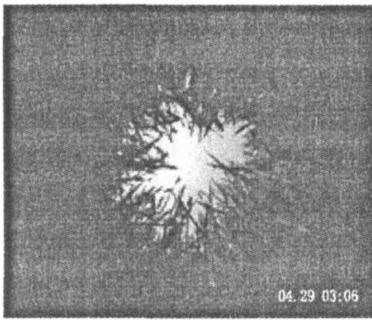


图1 观测点1 4月29日的图像

Fig.1 Picture of NO.1 observation point on Apr. 29th

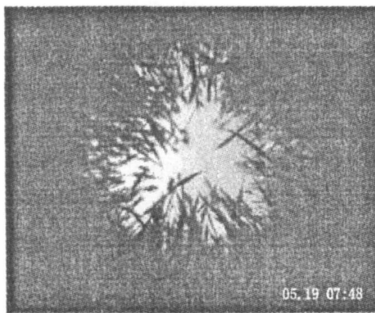


图2 观测点2 5月19日的图像

Fig.2 Picture of NO.2 observation point on May 19th

2 结果与分析

作物叶面积指数随生育期的变化, 符合经典的 Logistic 曲线或其修正形式^[4-7]。小麦在生育前期, 叶面积指数增长缓慢, 且叶面积指数较小, 不易观测, 从出苗以后到越冬这段时间通常采用直线回归的方法计算。越冬期间, 作物遭受一定的冻害, 叶面积指数有所减少, 但变化不大, 也可近似的按照直线回归的方法进行处理。越冬后营养生长和生殖生长并进, 叶面积指数增长迅速, 至小

麦成熟, 营养生长逐渐停止, 叶面积指数缓慢下降, 这段时间叶面积指数的变化呈 Logistic 形式。根据分析, 小麦叶面积指数变化的分段模型可描述为:

$$LAI = a + bt \tag{1}$$

$$LAI = \frac{LAI_{max}}{1 + \exp(a_1 + a_2 t + a_3 t^2)} \tag{2}$$

式中 LAI—小麦的叶面积指数; t —冬小麦播种后的天数; a, b, a_1, a_2, a_3 —待定系数。

结合公式(2), 对返青至成熟期的数据进行拟合。对 Logistic 曲线的修正形式进行变换得到 $\ln(\frac{LAI_{max}}{LAI} - 1) = a_1 + a_2 t + a_3 t^2$, 利用 EXCEL 表格中的图表工具进行二次多项式拟合求得相应的参数, 并进行相关性检验, 相关系数达 0.903 9。经对实测数据和拟合值进行分析, 发现拟合效果较好, 相关系数 0.954 2, 相关性达到显著水平 ($P < 0.05$)。各取样冬小麦叶面积指数如表 1 所示, 拟合结果见表 2 和图 3。

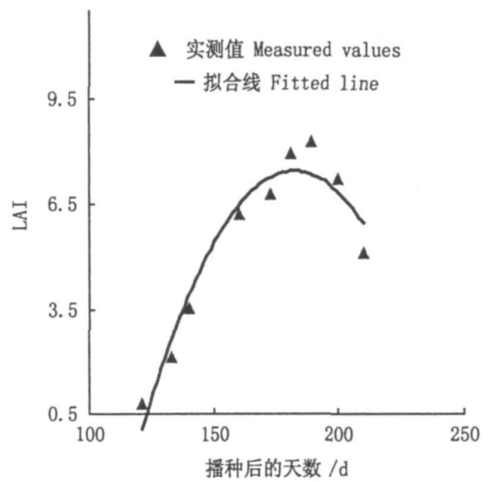


图3 2006—2007年冬小麦叶面积指数与播种后天数之间的关系

Fig.3 Relation between LAI of winter-wheat and days after sowing in 2006-2007

表 1 2006—2007 年冬小麦实测的叶面积指数

Tab.1 Observed leaf area index of winter wheat in 2006- 2007

播后天数 /d	LAI	播后天数/ d	LAI
121	0.81	181	7.95
133	2.13	189	8.31
140	3.52	200	7.26
160	6.24	210	5.12
173	6.82		

表2 冬小麦叶面积指数返青至成熟期随播种后
天数拟合方程参数

Tab.2 Parameters of LAI of winter wheat from regreen
to mature ogeneral growth function of crop

LAI_{max}	a_1	a_2	a_3	R^2
8.82	38.133	-0.440 2	0.001 2	0.903 9

3 结论

叶面积指数的模拟是作物生长发育模拟的重要环节,本文利用电子表格拟合冬小麦返青至成熟期的半经验公式,能较好的模拟出冀南地区冬小麦叶面积指数发育趋势。对于越冬以前生育阶段的研究及电子表格拟合方法准确性验证另文出现。另外,文中建立的模型没有考虑积温、水、肥亏缺以及病虫害的影响,尚有待进一步研究。

参考文献:

[1] 刘占东,段爱旺,高阳,等.河南新乡地区冬小麦叶

面积指数的动态模型研究[J].麦类作物学报,2008,28(4):680-685.

- [2] PENG Y, WEN BIN WU, HUA JUN T. Mapping spa- tial and temporal variations of leaf area index for winter wheat in north china [J]. Agricultural Sciences in China, 2007, 6 (12): 1437- 1443.
- [3] WIEGAND C L, RICHARDSON A J. Leaf area, light inter- ception, and yield estimates from spectral component analysis [J]. Agronomy Journal, 1984, 76: 543- 548.
- [4] 涂修亮,胡秉民,程功煌.小麦叶面积指数变化的模拟[J].作物研究,1999(1):13-14.
- [5] 王希群,马履一,贾忠奎,等.叶面积指数的应用和进展[J].生态学杂志,2005,24(5):537-541.
- [6] 宇振荣,毛振强,马永良.冬小麦及其叶片发育的模拟研究[J].中国农业大学学报,2002,7(5):20-25.
- [7] 于强,傅抱璞,姚克敏.水稻叶面积指数的普适增长模型[J].中国农业气象,1995,16(2):6-8.

(责任编辑 马立)

(上接第90页)

3 结论

1) 轧制过程中,轧件开始时受压应力作用,随着离轧制力作用区域距离的增加,压应力最终变为拉应力;在轧件心部应力则表现为两拉一压状态。

2) 轧件心部的径向应变 ε_r 为压应变,且由心部到外侧 ε_r 值逐渐增大,心部的 ε_r 值最小;轴向应变 ε_z 为拉应变,横截面上的 ε_z 值相差不大。

3) 轧件两端为变形区,轧件中部基本没发生变形,变形呈对称分布;轧制过程中,轧件产生径向压缩和轴向延伸,且轧件应变最大区位置由开始的外部逐渐移至心部,展宽段结束时心部成为应变最大区。

参考文献:

[1] 胡正寰,张康生,王宝雨,等.楔横轧理论与应用

[M].北京:冶金工业出版社,1996.

- [2] 胡正寰,张康生,王宝雨,等.楔横轧零件成形技术与模拟仿真[M].北京:冶金工业出版社,2004.
- [3] 束学道,邢希东,胡正寰,工艺参数对楔横轧多楔轧制成形机理影响分析[J].北京科技大学学报,2005,27(2):222-226.
- [4] 李传民,束学道,胡正寰.楔横轧多楔轧制铁路车轴可行性有限元分析[J].中国机械工程,2006,17(19):2017-2019.
- [5] 束学道,胡正寰.工艺参数对楔横轧特大型轧件内部应力影响分析[J].钢铁,2003,38(12):34-38.
- [6] 何涛,杨竞,金鑫,等.ANSYS 10.0 LS-DYNA 非线性有限元分析实例指导教程[M].北京:机械工业出版社,2007.
- [7] 马振海,胡正寰,杨翠苹,等.楔横轧展宽段的变形特征与应力应变分析[J].北京科技大学学报,2002,24(3):309-312.
- [8] 汪建敏.二辊楔横轧工艺参数的研究[J].模具工业,1997(12):35-40.

(责任编辑 马立)