

冠层温度和气温的差与冬小麦生长的关系

THE RELATIONSHIP BETWEEN DIFFERENCE OF
CANOPY AND AIR TEMPERATURES AND
GROWTH IN WINTER WHEAT

刘瑞文, 董振国

5512.101

作物冠层温度与气温的差(简称冠气温差,下同)可指示作物的水分状况^[1-3],也可作为作物生长环境的一个综合指标。目前,关于冠层气温差指示作物生长的报道尚少,本文就这一问题进行了初步探讨。

1 材料与方法

试验于1987年和1988年在中国科学院北京农业生态系统试验站进行。土壤为壤质褐潮土,有机质含量在15.0g/kg左右,土壤持水量229.0g/kg。麦田按常规方法管理,春季以后浇3—4次水。设充分湿润(相对含水量>80%)和干旱(相对含水量<60%)小区作对照,小区面积为20×20m²。

田间小气候观测项目:太阳总辐射,光合有效辐射,气温、湿度和风速。麦田封垄后,用AG-42型红外测温仪观测麦田冠层温度和作物层下土壤表面温度,观测4个方位取平均值,仪器与作物层呈45°角,观测前后用黑体靶式标定仪标定测温仪温度。白昼冠层温度(T_c)和气温(T_a)分别取7:00—19:00间2h观测一次的平均值,白昼 $T_c - T_a$ 记为 T_{ca} 。

麦株生物量测定:常规田采用8点取样,充分湿润和干旱区分别为3点取样,每7d一次。拔节前每点取20茎,以后取10茎。分别测量株高,叶面积,根、茎、叶和穗鲜重及干重。定点密度观测,与生物量测定同步。测定籽粒灌浆速度,自开花起开始,隔2d取一次样,直至腊熟,每小区分别取30穗,常规田取50穗。

2 试验结果

2.1 冠层温度和气温的变化

冠层温度(T_c)指作物冠层叶、茎及穗表面温度的平均值。观测结果表明(图1),冬小麦生长拔节至孕穗期,白昼 T_{ca} 负值最大,以后 T_{ca} 负值逐渐减小。乳熟期后, T_{ca} 出现正值。

2.2 T_{ca} 与冬小麦生长的关系

2.2.1 与叶面积增长率的关系

按叶面积生长变化过程将其划分为3个阶段(图2),Ⅰ: LAI 上升阶段(返青—孕穗),Ⅱ: LAI 相对稳定阶段(孕穗—开花),Ⅲ: LAI 下降阶段(开花—成熟)。

分析Ⅰ、Ⅱ阶段资料表明(图3), T_{ca} 和叶面积增长率($\Delta LAI/\Delta t$)有直线相关,回归方程:

$$\text{I: } \Delta LAI/\Delta t = 0.0323 - 0.0441T_{ca} \quad r = -0.974^{**}$$

$$\text{II: } \Delta LAI/\Delta t = 0.273 - 0.081T_{ca} \quad r = -0.758^{**}$$

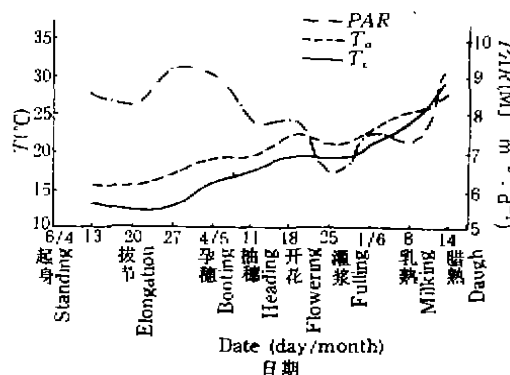
图1 白昼 T_c 与 T_a 的长期变化(1988)

Fig. 1 The changes of canopy temperature (T_c) and air temperature (T_a) in the field of winter wheat (1988)

* 本文承蒙周允华先生指正,谨此表示感谢。

本文于1991年7月17日收到,修改稿于1993年5月20日收到。

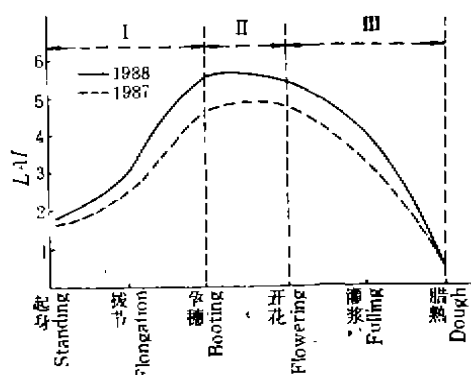


图2 冬小麦群体叶面积动态变化

Fig. 2 Dynamical changes of LAI in the winter wheat

field

叶面积增长率(Ⅱ阶段增长率为负)随 T_{c-a} 负值增大而增大。

表1表明,Ⅰ阶段,当 $T_{c-a} \leq -1.5^\circ\text{C}$,表明水分、光照等环境条件良好, LAI 相对稳定期可延长至灌浆期,对籽粒产量的构成有利;反之, T_{c-a} 负值小(如干旱小区), LAI 相对稳定期缩短,产量下降。

表1 Ⅱ阶段 T_{c-a} 与 LAI 下降值Table 1 T_{c-a} and increment in LAI during Ⅱ Stage of winter wheat

年 份	1987				1988			
处 理 Treatment	孕穗—开花 Booting to Flowering		开花—灌浆 Flowering to Filling		孕穗—开花 Booting to Flowering		开花—灌浆 Flowering to Filling	
	T_{c-a}	ΔLAI	T_{c-a}	ΔLAI	T_{c-a}	ΔLAI	T_{c-a}	ΔLAI
常规田 Normal moisture capacity field	-1.5	-0.30	-1.6	-0.48	-1.7	-0.28	-1.5	-0.52
充分湿润区 Wetting soil plot	-2.1	-0.25	-2.0	-0.47	-2.3	-0.24	-2.0	-0.49
干旱区 Drought plot	-0.9	-0.54	-1.0	-0.98	-1.1	-0.47	-0.7	-1.05

2.2.2 与群体生长的关系

净同化率(NAR)^[4],表示单位叶面积干物重的增长速率,单位: $\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$,平均表达式为:

$$\overline{NAR} = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1} \cdot \frac{\ln L_2 - \ln L_1}{L_2 - L_1} \quad (3)$$

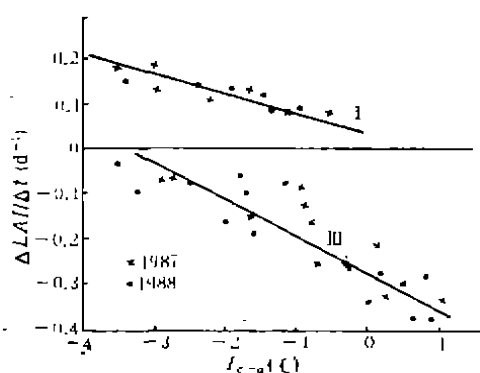
相对生长率(RGR)^[4],表示在某一时间内,单位干物重的生长效率,简化为 R ,单位: d^{-1} ,平均表达式:

$$\overline{R} = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_2 - t_1} \quad (4)$$

式中 W_1 、 W_2 、 L_1 、 L_2 和 t_1 、 t_2 分别表示前后两次测定的干重,叶面积和时间。

统计分析表明(图4), T_{c-a} 分别与 $\overline{NAR}$ 、群体干物质相对生长率($\overline{R}$)、籽粒相对生长率($\overline{R}_g$)呈直线相关,回归方程:

$$\overline{NAR} = -1.82 - 3.50T_{c-a} \quad (5)$$

图3 Ⅰ、Ⅱ阶段 $\Delta LAI/\Delta t$ 与 T_{c-a} 的关系Fig. 3 The relationship between daily increment in LAI ($\Delta LAI/\Delta t$) and T_{c-a} during I (Standing to Booting) and II (Flowering to Maturity) of winter wheat

$$r = -0.952^{**}$$

$$\bar{R} = -0.0177 - 0.0273T_{c-a} \quad (6)$$

$$r = -0.963^{**}$$

$$\bar{R}_k = 0.056 - 0.044T_{c-a} \quad (7)$$

$$r = -0.820^{**}$$

3 分析与讨论

T_{c-a} 负值大,意味着光、温、水适宜,气孔开度大,光合酶系统活性强,光合作用强烈,净同化率高,叶面积增长快,干物质积累量大。小麦生长至开花期后, T_{c-a} 负值大,表明植物生命力还很旺盛,叶片枯黄速率慢,灌浆期叶一日积(LAD)值大,利于籽粒灌浆,粒重高。因此 T_{c-a} 很好地反映了小麦的生长过程。关于如何建立冠气温差与植物生长的数学模型,进行定量研究,并将其用于指导农田生产,及监测植物生长发育有待进一步研究。

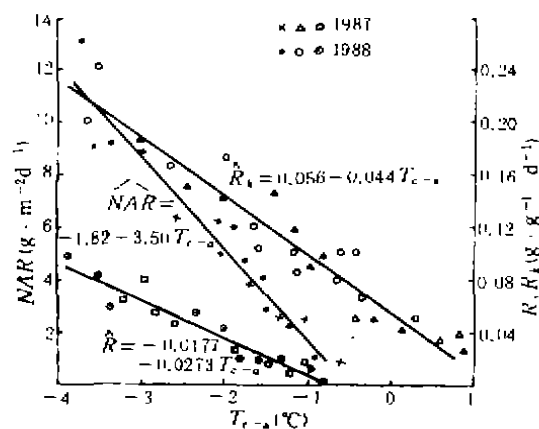


图4 小麦群体 $\bar{NAR}$ 、 $\bar{R}$ 、 $\bar{R}_k$ 与 T_{c-a} 关系
Fig. 4 The relationship between T_{c-a} and mean net assimilation rate ($\bar{NAR}$), dry matter relative growth rate ($\bar{R}$), kernel relative growth rate ($\bar{R}_k$) of winter wheat

参 考 文 献

- [1]张仁华. 以红外辐射信息为基础的估算作物缺水状况的新模式. 中国科学, 1986, (7): 776—784
- [2]董振国. 农田作物层温度初步研究——以冬小麦、夏玉米为例. 生态学报, 1984, 4(2): 141—148
- [3]董振国. 作物层温度与土壤水分的关系. 科学通报, 1986, 31(8): 608—610
- [4]Hunt R. (陆宪辉译). 植物生长分析. 北京, 科学出版社, 1980, 11—15

刘瑞文 董振国

Liu Rui-Wen Dong Zhen-Wguo

(中国科学院地理研究所, 北京, 100101)

(Institute of Geography, Academia Sinica, Beijing, 100101)