

紫外辐射增加后麦田的小气候特征研究(II)

何雨红, 郑有飞, 王传海

(南京气象学院环境科学系, 江苏 南京 210044)

摘 要: 利用小麦灌浆期作物群体小气候和农田地温观测资料, 分析研究了过量紫外线照射后农作物群体小气候(如湿度、风速、土温等)的时空分布特征, 发现 UV – B 处理下的小麦群体湿度午前比对照区小, 午后湿度比对照区大, CK、T1、T2 组群体内外空气湿度最大差值分别为 38. 3%、30. 6%、23. 5%。UV – B 的增加导致小麦群体的中下部风速较大, 成熟期小麦, 在大风天气里, UV – B 处理组的小麦比对照处理的更易倒伏, 小麦群体的风速在垂直方向上分布为: 顶部> 2/3 处> 基部> 1/3 处; UV – B 的增加对麦田的土壤温度也有影响, 强 UV – B 处理下的地温比对照处理的地温高, 10 cm 地温的上升幅度在不同处理存在显著差异, CK 和 T2 的 10 cm 地温变化范围分别是 12 ℃—14 ℃、12. 8 ℃ — 16 ℃。

关键词: 小麦; 紫外辐射; 小气候; 时空分布

中图分类号: S131 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000 – 0267(2002)06 – 0485 – 04

Feature of Micro – climate in Wheat Field Under a Enhanced UV – B Radiation

HE Yu-hong, ZHENG You-fei, WANG Chuan-hai

(Department of Environmental Sciences, Nanjing Institute of Meteorology, Nanjing 210044, China)

Abstract: Temporal and spatial distributing characteristics of micro – climate in wheat field under enhanced UV – B radiation, are evaluated with observations. It has been shown that the humidity of the wheat under UV – B radiation was lower than under control in morning and higher in afternoon. In the cases of CK, T1 and T2, the peak values of interior and exterior parts of the wheat were 38. 3%, 30. 6% and 23. 5% respectively. Under enhanced UV – B radiation, with wind speed of middle – low part of the wheat increased, resulting in the wheat at mature age easily falling under the gale weather. The vertical distribution of the wind speed was as following: the top> portion of 2/3> bottom> portion of 1/3. The soil temperature under UV – B radiation was higher than that under control. The soil temperature at 10 cm was obviously different from CK, T1 and T2 with variation of 12℃ to 14℃ under CK and from 12. 8℃ to 16℃ under T2, respectively.

Keywords: wheat; UV – B radiation; micro – climate; temporal and spatial distribution

大气平流层臭氧的耗减使到达地球表面的紫外辐射(UV – B)强度增加,已引起越来越多人的重视。有研究发现^[1-3],小麦经紫外辐射后,群体结构发生了一系列的变化,进而影响作物群体内辐射和温度状况^[4]。本文通过田间试验观测资料,进一步研究了紫外辐射增强条件下灌浆期小麦群体内的湿度、风和地温特征及其时空变化规律,并对其影响原因进行了初步探讨,为研究紫外辐射增强对作物的影响提供更全面的事实依据。

收稿日期: 2001 – 09 – 18

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40175029);海外青年学者合作研究基金资助(4000028503)

作者简介: 何雨红(1978—),安徽安庆人,南京气象学院环境科学系,硕士在读。

1 资料和方法

试验于 1998 年—1999 年及 2000 年—2001 年两次在南京气象学院农气试验站内小麦试验小区里进行。供试品种为扬麦 158,植株密度大约为 600 万 · hm⁻²,试验田土壤肥力中等偏上,按常规方法进行田间管理。分别在 1998 年及 2000 年的 11 月 1 日播种,出苗后即进行 UV – B 辐射处理至收获。

试验分 3 个水平处理,CK、T1(弱)、T2(强),CK 为自然光照,T1、T2 为在自然光照基础上增加 UV – B 辐射,采用了国产“黑—光”灯,其光谱为 280—400 nm(宽波段紫外辐射,UV – AB),强度为 0. 25 和 0. 75 W · m⁻²,分别相当于南京地区夏天日平均紫外辐射

强度增加了 3.8% 和 11.4%, 每日照射(7:00—17:00) 10 h。观测时间是 1998 年 4 月 29 日(晴)和 2001 年 4 月 13 日(晴), 此时, 小麦处于灌浆期。观测时间为从早上 6:00 到下午 18:00, 每隔 1 h 观测 1 次。具体观测项目如下:

(1) 湿度: 用通风阿斯曼干湿表测小麦基部、小麦群体高度的 1/3 处、2/3 处及顶部的干球温度和湿球温度, 用湿度查算表查算相对湿度值。

(2) 风速: 用热速仪测小麦基部、小麦群体高度的 1/3 处、2/3 处及顶部的风速。

(3) 地温: 用曲管地温表分别测地表以下 5 cm、10 cm、15 cm 和 20 cm 的地温。

2 结果与分析

紫外辐射的增加对作物的群体结构有着重要的

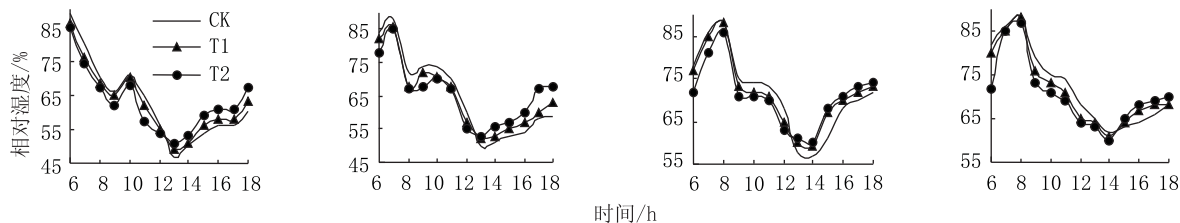


图 1 UV-B 增加对小麦群体顶部(左 1)、2/3 处(左 2)、1/3 处(左 3)和基部(右)相对湿度的影响

Figure 1 Effects of enhancement of UV-radiation on top (left 1), portion of 2/3 (left 2), portion of 1/3 (left 3), base (right) of wheat community and relative humidity

中上部 13:00 时达最低值, 中下部 14:00 时达最低值, 如顶部在 13:00 时达最小值, 此时 CK、T1、T2 相对湿度分别为 47%、49%、51%, 小麦群体基部的相对湿度 14:00 时达最小值, 此时 CK、T1、T2 相对湿度分别为 60%、61%、62%。这与气温和辐射的变化是一致的, 一般而言, 在气温最高、太阳辐射最强时, 相对湿度最低。

分析午前 CK 的湿度大于处理 T1 和 T2 的原因, 仍然可从作物群体角度考虑, CK 的小麦植株较密集, 叶片较宽, 小麦群体内部温度随太阳辐射增加缓慢, 因而其湿度降低也较缓慢, 而 T1、T2 因强 UV-B 照射下植株矮化, 叶子变小, 在午前随着太阳辐射的增加, 气温上升较快, 湿度降低速度也较快。午后由于太阳辐射减弱, 气温迅速下降, 但因 CK 处理小麦群体长得较密, 气温不易降低, 空气凝结比 T1、T2 慢, CK 的相对湿度反而较低, 因此, 午后三个处理组小麦群体湿度的水平分布与午前正好相反。

2.1.2 各处理组相对湿度的垂直变化

影响。王传海^[3]等研究表明, UV-B 增强会导致小麦植株变矮, 茎变细, 叶面积变小, 密度变稀, 叶基角变小。而群体结构的变化又会影响到群体内部的小气候因子(风速、湿度、地温等), 因此 UV-B 辐射增加会影响作物群体的小气候。如密度不同, 对群体空气活动影响力不同, 从而造成农田中风速也不同; 叶面积大小不同, 对光照的遮蔽度不同, 作物群体地温不同。以下对小麦进行分层观测后的小气候数据做进一步分析。

2.1 湿度的时空分布规律

2.1.1 小麦群体不同高度层湿度的时间变化

(1) 从图 1 可以看出, 小麦群体各个层次上的相对湿度的日动态基本为午前: CK> T1> T2, 午后: T2> T1> CK。

(2) 中上部和中下部最低值出现时间有所不同,

各处理组小麦群体顶部的空气相对湿度均低于群体内部(图 2)。群体各处理都有自高向低逐步增大, 越接近地面越大的规律。但在不同处理中, 变化的趋势不一样。CK、T1、T2 组群体内外空气湿度最大差值分别为 38.3%、30.6%、23.5%, 与气温的变化相似。

2.2 风速的时空分布规律

2.2.1 小麦群体不同高度层风速的时间变化

(1) 在顶部、2/3 处 UV 辐射下的风速较 CK 大(表 1), 因为观测时正值灌浆时刻, UV-B 增加, 干物质累积少, 速度慢, 整体对空气流动阻力小, 所以风速大。在 1/3 处和基部, 强 UV-B 处理下的小麦群体的风速最大。因为强紫外线照射下, 小麦植株较矮, 叶片短小, 株茎较小, 易通风。

(2) 小麦群体 2/3 处、1/3 处和基部的风速在 8:00—14:00 有减小趋势, 到 14:00 达最低值, 14:00 之后风速又开始逐步增大。原因在于风速的变化与小麦群体内外温度差异有关。在 8:00—14:00, 随着太

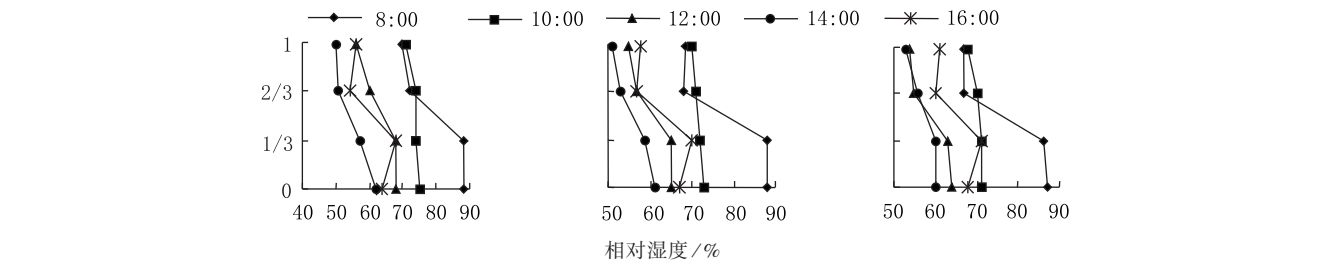


图 2 UV - B 增加对小麦群体 CK(左)、T1(中)、T2(右)的相对湿度影响(注:1——顶部,2/3——2/3 处,1/3——1/3 处,0——基部)

Figure 2 Effects of enhancement of UV - radiation on CK (left), T——1 (middle), T——2 (right), and relative humidity of wheat community (Notice: 1——top, 2/3——2/3 portion, 1/3——1/3 portion, 0——base)

表 1 UV - B 对小麦群体顶部、2/3 处、1/3 处及基部风速的影响

Table 1 Effects of enhancement of UV - radiation on wind speed at top, portion 2/3 and portion 1/3 of wheat community

时间	顶部			2/3 处			1/3 处			基部		
	CK	T1	T2	CK	T1	T2	CK	T1	T2	CK	T1	T2
6: 00	0. 24	0. 21	0. 31	0. 2	0. 22	0. 24	0. 1	0. 12	0. 18	0. 1	0. 18	0. 22
8: 00	0. 5	0. 7	0. 9	0. 3	0. 45	0. 5	0. 21	0. 23	0. 25	0. 25	0. 3	0. 36
10: 00	0. 4	0. 5	0. 6	0. 3	0. 45	0. 5	0. 18	0. 22	0. 24	0. 23	0. 24	0. 35
12: 00	0. 2	0. 24	0. 27	0. 18	0. 2	0. 25	0. 12	0. 14	0. 15	0. 17	0. 19	0. 22
14: 00	0. 18	0. 2	0. 3	0. 11	0. 13	0. 15	0. 06	0. 1	0. 11	0. 08	0. 13	0. 12
16: 00	0. 2	0. 24	0. 4	0. 2	0. 24	0. 5	0. 18	0. 2	0. 22	0. 2	0. 24	0. 4
18: 00	0. 3	0. 36	0. 75	0. 2	0. 26	0. 38	0. 16	0. 2	0. 21	0. 19	0. 18	0. 23

阳辐射逐渐增加,小麦群体的内外温度差异越来越小,内外空气对流减弱,风速降低,到 14:00 时温度差异最小,此时风速最小。14:00 时之后,太阳辐射逐渐变弱,小麦群体外部温度下降比内部温度下降快得多,从而内外温度差异逐渐增大,风速也逐渐增大。

2. 2. 2 各处理组风速的垂直变化

小麦群体的风速垂直分布规律(表 1)为:顶部> 2/3 处> 基部> 1/3 处。1/3 处的风速最小,这是因为小麦是禾本科植物,叶子大部分集中在 2/3 处—1/3 处之间,有效的阻挡了风力。基部属小麦群体的最低层,风速也很小,但由于小麦叶子较少,风速比 1/3 处大。此外,小麦群体的顶部,由于没有其他植被的阻挡,风速最大。

2. 3 地温的时空分布规律

2. 3. 1 小麦群体不同高度层地温的时间变化

不论是地表以下 5 cm、10 cm、15 cm 还是 20 cm 的地温,均是 T2> T1> CK(图 3)。在 10:00—14:00,随着太阳辐射不断增加,地表温度上升速率增大,不同深度的地温也不断增加。5 cm 的地温日变化幅度最大,尤其是 T2 处理的 5 cm 地温,它的日变化范围为 12℃—17.8℃,T2、T1、CK 的 5 cm 地温平均增长率分别为 0.483℃·h⁻¹、0.475℃·h⁻¹和 0.458℃·h⁻¹。原因在于 T2 在强 UV - B 辐射照射下小麦群体小麦的茎秆变细,叶面积减少,透射到地表的太阳辐射最多,随着太阳辐射的增加,地温增加大于对照处理。

2. 3. 2 各处理组地温的垂直变化

在 10:00 之前,5 cm 的地温低于其它深度的地温

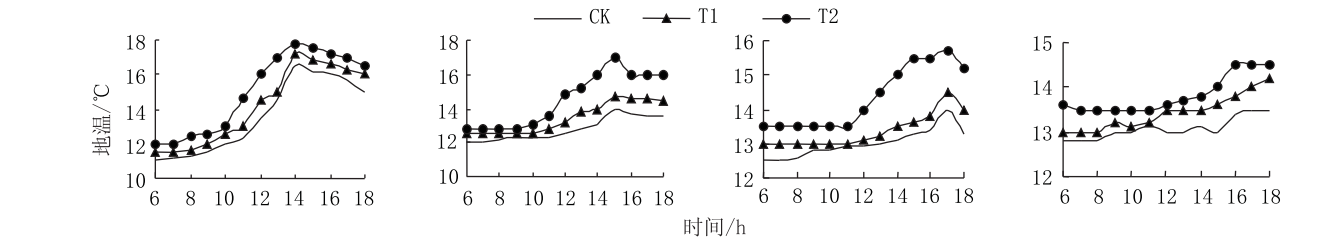


图 3 UV - B 增加对麦田 5 cm(左 1)、10 cm(左 2)、15 cm(左 3)、20 cm(右)地温的影响

Figure 3 Effects of enhancement of UV - radiation on soil temperatures at different depths of 5 cm (left 1), 10 cm(left 2), 15 cm(left 3)and 20 cm(right)

(图 4), 它们的大小顺序为 $20\text{ cm} > 15\text{ cm} > 10\text{ cm} > 5\text{ cm}$ 。这是因为夜间地表的长波辐射使土壤向外释放热量, 导致土壤在夜间温度的变化幅度自上而下逐渐减小。随着太阳的不断升高, 地表温度迅速增加, 5 cm 的地温上升最快, 10 cm 地温次之, 但 10 cm 地温的上升幅度在不同处理存在显著差异, CK 和 T2 的 10 cm 地温变化范围是分别是 $12\text{ }^{\circ}\text{C} - 14\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $12.8\text{ }^{\circ}\text{C} - 16\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。 20 cm 的地温变化幅度很小。T2 的 5 cm 地温在 $10:00$ 左右开始大于 10 cm 的地温, 而 CK 和 T1 的 5

cm 地温大于 10 cm 则有延迟现象。各深处的土壤温度一般在午后至日落达到最高值。 $14:00$ 之后, 太阳辐射减弱, 地温开始下降, 下降时间从地表向下也有延迟效应, 5 cm 的地温 $14:00$ 后开始下降, 10 cm 则落后些, 再次是 15 cm 。 20 cm 的地温在观测时段内, 温度变化虽不大, 却一直是上升的。

3 结论与讨论

(1) UV - B 的增加, 造成小麦群体的结构产生变

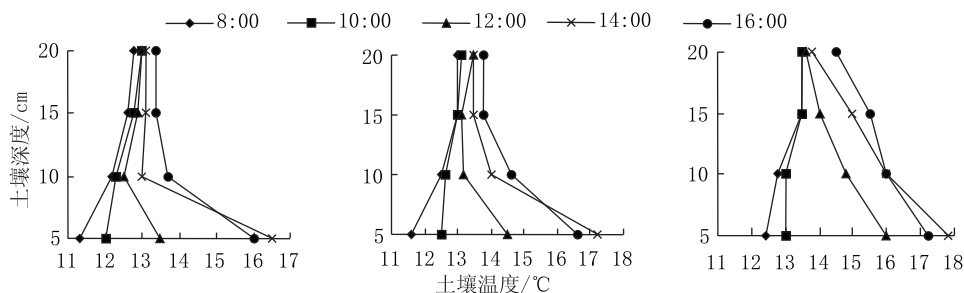


图 4 UV - B 对麦田 CK(左)、T1(中)、T2(右)处理地温的影响

Figure 4 Effects of enhancement of UV - radiation on soil temperature of CK (left), T - 1 (middle), T - 2 (right)

化, 最终导致小麦群体的湿度午前比对照区小, 午后比对照区大。这种温湿的变化会增加病虫害的发生概率, 削弱小麦中下部的蒸腾量, 给小麦的正常生理活动造成了一定程度的影响。

(2) UV - B 的增加, 使小麦叶面积减少, 株茎变细, 导致小麦群体的中下部风速较大。在小麦的成熟期, 大风天气会导致 UV - B 处理的小麦比对照处理的更易倒伏。这种现象在试验时也曾观测到。

(3) UV - B 的增加对麦田的土壤温度也有影响。强 UV - B 处理下的地温比对照处理的地温高, 这会增加土壤水分的蒸发量, 在干旱条件下不利于作物的蒸腾作用, 影响作物对营养物质和矿物质的吸收和运转。

参考文献:

- [1] 郑有飞, 杨志敏, 颜景义, 等. 作物对太阳紫外辐射增加的生物效应及其评估[J]. 应用生态学报, 1995, 6(3).
- [2] 郑有飞, 颜景义, 万长建, 等. 紫外辐射增加对农作物的影响及其对策[J]. 中国农业气象, 1996, 17(4): 50 - 53.
- [3] 王传海, 郑有飞, 何雨红, 等. 紫外辐射增加对小麦群体结构的影响[J]. 南京气象学院学报, 2000, 23(2): 204 - 210.
- [4] 郑有飞, 何雨红, 甘思旧, 等. 紫外辐射增加后麦田的小气候特征[J]. 农业环境保护, 21(5): 406 - 409.
- [5] 申双和, 吴洪颜, 等. 棉花冠层小气候特征研究[J]. 气象科学, 1999, 19(1): 50 - 56.
- [6] 常 杰, 潘晓东, 葛 滢, 等. 青冈常绿阔叶林内的小气候特征[J]. 生态学报, 1999, 19(1): 68 - 75.

更正

(1) 本刊 2002 年第 5 期 406 至 409 页刊登的论文《紫外辐射增加后麦田的小气候特征研究(I)》基金项目应为国家自然科学基金资助项目(40175029)和海外青年学者合作研究基金资助(4000028503)。

(2) 本刊 2002 年第 5 期 439 至 442 页刊登的论文《克百威 甲基对硫磷对湘云鲫脑 AchE 活性的影响》一文作者应为: 林亲铁^{1,2}, 杨仁斌¹, 肖艳云³, 李适宇², 彭晓春², 作者单位: 1. 湖南农业大学环境科学系; 2. 中山大学环境科学研究所; 3. 湖南省洞口县环保局。

特此更正, 并向作者表示歉意。