

冷型小麦灌浆期株间温、湿度的分析

许秀娟, 张嵩午

(西北农林科技大学 生命科学学院, 陕西 杨陵 西农校区 712100)

[摘要] 根据农田小气候观测资料, 分析了冷型小麦陕 229 和对照品种 9430 的农田株间温、湿度, 用 M. n 布德柯法计算了株间的湍流热通量和潜热通量。结果表明, 在灌浆期冷型小麦陕 229 比 9430 株间气温低 $0.1 \sim 1.9^{\circ}\text{C}$, 湍流热通量低 $8.89 \sim 48.47 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 株间水汽压和相对湿度分别高 $20 \sim 220 \text{ Pa}$ 和 $1\% \sim 11\%$, 潜热通量高 $19.85 \sim 240.23 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 即冷型小麦的株间环境具有冷湿的特征。这一特征有利于抗御小麦灌浆期干热天气的危害。

[关键词] 冷型小麦; 温度; 湿度; 湍流热通量; 潜热通量

灌浆

[中图分类号] S162.4

[文献标识码] A

我国北方冬麦区小麦灌浆期处于春末夏初的干旱时期, 此时气候干燥, 日照充足, 空气增温快, 甚至形成干热风危害。干热的大气环境迫使小麦的灌浆过程加快, 干物质的积累提前结束而导致产量下降。为缓解或克服上述不利因素的影响, 除采用必要的农业技术措施外, 培育具有较强调温和抗干热风能力的小麦品种是根本的措施。经研究^[1,2], 在气候、土壤背景相同且栽培措施完全一致的一个小尺度范围内, 陕 229 等品种的冠层温度在灌浆期比陕西关中地区广泛使用的品种持续偏低, 称之为冷型小麦。本文根据冷型小麦陕 229 和对照品种 9430 的田间小气候观测资料分析, 研究了冷型小麦灌浆期农田株间温、湿度和湍流热通量、潜热通量的分配状况。

1 材料与方法

试验设计 试验地设在西北农林科技大学农作一站, 该站位于秦岭北麓、渭河平原西部的头道塬, 属黄淮平原冬麦区, 为暖温带半湿润气候。参试品种有陕 229、9430、小偃 6 号、9405、RB₀ 和偃师 9 号等, 每个品种分 3 个密度 ($120, 240, 360 \text{ 万}/\text{hm}^2$) 共 18 个处理, 随机区组排列, 重复 3 次。全部品种于 1998 年 10 月 21 日播种。

观测记载 在灌浆期, 用 BAU-1 型红外测温仪测定小麦冠层温度。视场角取 $5'$, 比辐射率为 0.98, 观测时感应器置于肩臂高度, 以 $30'$ 瞄准小区内中间的冠层, 其测点为群体生长一致、有代表性的部位, 避开裸地影响。用往返重复读数法测定 54 个小区中间的冠层温度。限于篇幅, 本文仅讨论冷型小麦陕 229 和对照品种 9430 的冠层温度。

在陕 229 和 9430 品种小区 ($240 \text{ 万}/\text{hm}^2$) 进行农田小气候观测。测定温、湿度仪器为阿斯曼通风干湿表, 用往返重复读数法观测空气温、湿度。测风仪器为热球式电风速计, 在

[收稿日期] 2000-01-17

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目 (39870477)

[作者简介] 许秀娟 (1943—), 女, 副教授。

上述两小区中测定风速时,每一高度用两台仪器同时观测,1 min 读 60 次风速,取平均值。为消除仪器误差,第二次读数时,把两台仪器在两小区交换使用。同时记载小麦物候期,测定各小区植株叶片衰老进程,收获时取样分析小麦产量等资料。

2 结果与分析

2.1 冷型小麦灌浆期株间气温偏低

在小麦灌浆期用红外测温仪测定各品种的冠层温度 11 次。经统计,陕 229 比 9430 的冠层温度低 0.2~3.6 °C,平均低 1.4 °C(表 1)。这与张嵩午等^[1,2]的研究一致。但是,其株间的环境气温是否同样具有偏低的特征呢?为此,笔者在小麦扬花至成熟期间的不同时间和不同天气条件下,选择 240 万/hm² 密度处理中相邻的陕 229 和 9430 小区进行了 5 次小气候观测。其中 1999 年 5 月 4 日、13 日和 27 日在 15:30~16:00 进行,天空状况分别为多高云、多低云间阴和碧空无云。5 月 8 日和 29 日的天空状况为晴天少云和晴间多云(中云),小气候观测于 10:30~11:00 进行。

表 1 灌浆期陕 229 和 9430 品种冠层温度的差值

密 度/(万·hm ⁻²)	变 幅	平 均
120	0.2~3.2	1.5
240	0.3~3.0	1.4
360	0.2~3.6	1.3

小气候观测资料表明,不论上午还是下午,晴天或是多云天气,在灌浆期陕 229 和 9430 品种的株间气温均存在差异,冠顶、2/3 株高、0.2 m 和 0.05 m 株高处的气温陕 229 分别比 9430 低 0.1~1.3 °C,0.1~1.5 °C,0.3~1.5 °C 和 0.5~1.9 °C,且该生育期的前期温差较小,在 0.1~0.6 °C,后期温差较大,达 0.4~1.9 °C(图 1)。反映出冷型小麦在灌浆期冠顶以下的株间气温同样具有偏低的特征。

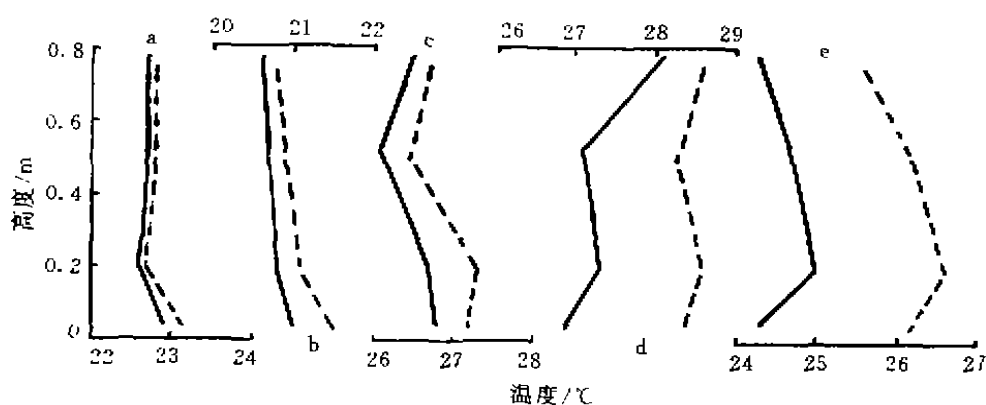


图 1 灌浆期陕 229(实线)和 9430(虚线)株间气温
5 月 4 日(a)、5 月 8 日(b)、5 月 13 日(c)、5 月 27 日(d)、5 月 29 日(e)

2.2 冷型小麦灌浆期株间湿度偏高

衡量空气湿度的常用参数有水汽压和相对湿度。农田小气候观测资料表明,在灌浆期冷型小麦陕 229 株间各高度的空气湿度均比 9430 高。其中,冠顶、2/3 株高、0.2 m 和 0.05 m 株高处的水汽压陕 229 分别比 9430 高 20~40 Pa, 60~120 Pa, 40~220 Pa 和 40~140 Pa。相对湿度分别偏高 1%~6%, 4%~9%, 4%~10% 和 4%~11%, 且差值前期较小,随发育期推进而逐渐变大(图 2),说明冷型小麦灌浆期具有株间湿度偏高的特征。

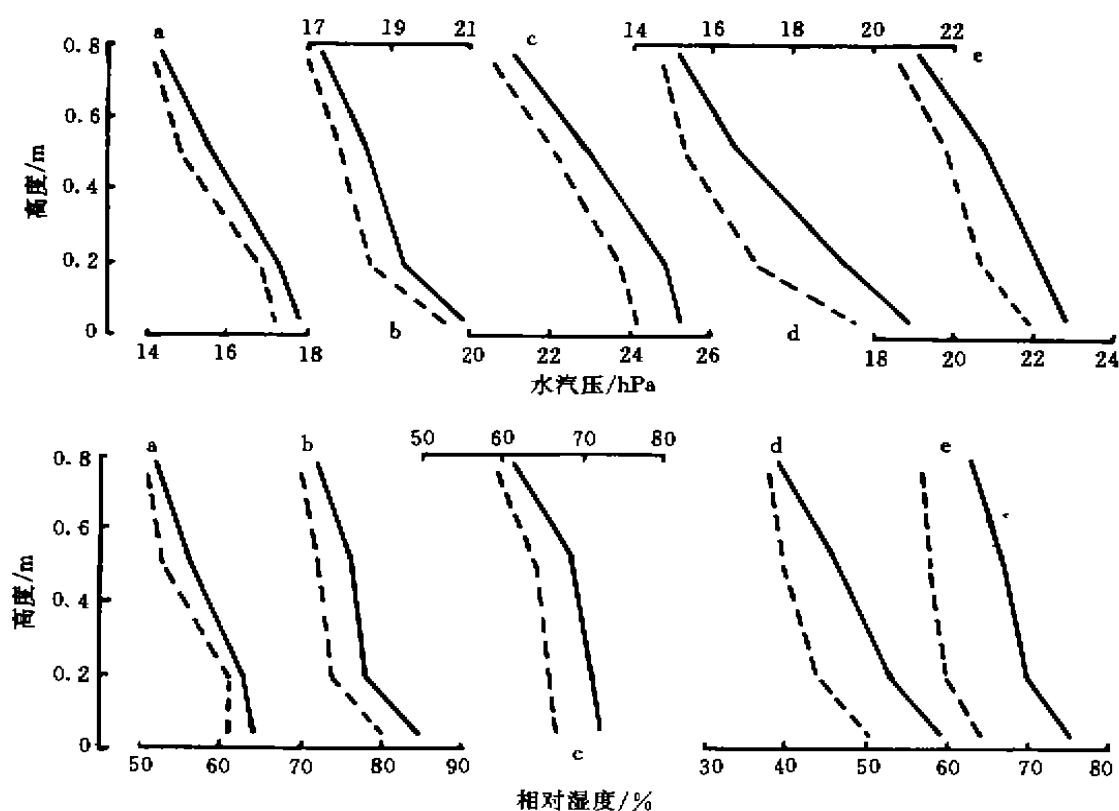


图2 灌浆期陕 229(实线)和 9430(虚线)的株间水汽压与相对湿度

5月4日(a),5月8日(b),5月13日(c),5月27日(d),5月29日(e)

2.3 冷型小麦灌浆期株间湍流热通量偏低、潜热通量偏高

为了分析冷型小麦株间气温偏低、湿度偏高的原因,本文采用 M. u 布德柯法计算了冷型小麦陕 229 和对照品种 9430 的株间 0.2 m~2/3 株高和 2/3 株高~冠顶的湍流热通量和潜热通量,其表达式为^[3]:

$$P = -\rho C_p K \frac{\partial T}{\partial Z}, \quad (1)$$

$$LE = -\rho LK \frac{\partial q}{\partial Z}. \quad (2)$$

式中, P 和 LE 分别为湍流热通量($\text{J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$)和潜热通量($\text{J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$); ρ 为空气密度, 取 $1.3 \text{ kg}/\text{m}^3$; C_p 为定压比热, 取 $1.005 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{度})$; L 为汽化潜热, 取 $2.50 \text{ J}/\text{kg}$; $\frac{\partial T}{\partial Z}$ 和 $\frac{\partial q}{\partial Z}$ 分别是温度垂直梯度和比湿垂直梯度; K 是湍流交换系数(m^2/s), K 由下式计算

$$K = \frac{\alpha^2 (U_2 - U_1)}{\ln \frac{Z_2}{Z_1}} \left[1 + \frac{T_1 - T_2}{(U_2 - U_1)^2} \ln \frac{Z_2}{Z_1} \right] \cdot Z. \quad (3)$$

$$\text{令} \quad K' = \frac{\alpha^2 (U_2 - U_1)}{\ln \frac{Z_2}{Z_1}} \left[1 + \frac{T_1 - T_2}{(U_2 - U_1)^2} \ln \frac{Z_2}{Z_1} \right], \quad (4)$$

$$\text{则} \quad K = K' \cdot Z. \quad (5)$$

式中, α 为卡曼常数(取 0.4); U_1, U_2 和 T_1, T_2 分别是高度 Z_1 和 Z_2 处的风速(m/s)和绝对温度(K); Z 是 Z_1 和 Z_2 间的某一高度(m)。

对(1),(2)式积分, 高度由 Z_1 到 Z_2 , 温度由 T_1 到 T_2 , 比湿由 q_1 到 q_2 , 得

$$P = \rho C_p K' \frac{T_1 - T_2}{\ln \frac{Z_2}{Z_1}}, \quad (6)$$

$$LE = \rho L K' \frac{q_1 - q_2}{\ln \frac{Z_2}{Z_1}}. \quad (7)$$

将小气候观测资料代入(4),(6)和(7)式分别计算了小麦株间 0.2 m~2/3 株高和 2/3 株高~冠顶的湍流热通量和潜热通量, 计算结果见表 2。

表 2 灌浆期株间的湍流热通量(P)和潜热通量(LE) $\text{J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$

观 测 期	0.2 m~2/3 株高				2/3 株高~冠顶			
	P		LE		P		LE	
	陕 229	9430	陕 229	9430	陕 229	9430	陕 229	9430
05-08	9.31	20.22	150.97	131.12	19.24	34.80	343.17	225.40
05-13	38.10	48.54	205.88	151.00	—	—	—	—
05-27	15.48	27.13	351.46	263.86	—	—	—	—
05-29	19.13	28.02	144.74	113.58	98.10	146.57	675.79	435.56

注:①5月13日和27日2/3株高~冠顶为逆温状况,故不计算 P, LE ;②测试地密度为240万/hm²。

由表 2 可见,在相同天气条件下的同一时刻,由于品种不同,农田中用于加热株间空气的湍流热通量和用于作物蒸腾与土壤蒸发的潜热通量存在一定的差异。相对而言,陕 229(冷型小麦)的株间湍流热通量在 0.2 m~2/3 株高和 2/3 株高~冠顶比 9430 低 8.89~11.65 和 15.56~48.47 $\text{J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,而潜热通量高 19.85~87.60 和 117.77~240.23 $\text{J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,这种株间能量分配的差异在一定程度上反映出冷型小麦的小气候环境温度偏低、湿度偏高的原因所在。

3 结论和讨论

(1)冷型小麦在灌浆期不仅冠层体温持续偏低,而且具有冠顶及其以下的各高度株间气温偏低,湿度增高的特征。显然该特征对抗御北方冬麦区该生育期的干热环境胁迫,延

缓衰老和增加粒重十分有利,因此利用冷型小麦的有利基因作为育种材料,有可能培育出高产、稳产和抗干热风的新品种。

(2)灌浆期冷型小麦陕 229 株间水汽压、相对湿度和潜热通量偏高可能与其植株上三叶功能期长,衰老慢有关。据观测,陕 229 在 5 月 17 日倒一、二、三叶的黄叶面积百分率仅为 0.3.5%和 6%,同期 9430 已分别高达 20.5%,43.96%和 92.5%;5 月 24 日陕 229 上三叶的黄叶面积百分率分别为 3%,5%和 9.5%,而 9430 已分别高达 59.5%,90%和 100%。经统计,在灌浆期每 m^2 陕 229 比 9430 约多 100 片绿叶。众所周知,绿叶是植株蒸腾水分和制造养分的重要器官,绿叶越多,蒸腾作用越强,从而造成株间湿度和潜热通量偏高。

[参考文献]

- [1] 张嵩午,宋哲民,闵东红,等.冷型小麦及其育种意义[J].西北农业大学学报,1996,(1):14—17.
- [2] 张嵩午,王长发.冷型小麦及其生物学特征[J].作物学报,1999,(5):608—615.
- [3] 翁笃鸣.小气候和农田小气候[M].北京:农业出版社,1979.

Analysis of temperature and humidity in rows of cold type wheat during milk-filling

XU Xiu-juan, ZHANG Song-wu

(College of Life Science, Northwest Science and Technology University of
Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Based on the observed data of farmland microclimate, this paper analyses temperature and humidity in the field of cold-type wheat Shaan 229 and 9430 (ordinary type wheat). The turbulent heat flux and latent heat flux in rows are calculated with M. H. БУДУКО method. The results show that the air temperature of Shaan 229 in row is 0.1—1.9 °C lower than 9430 during milk-filling and the turbulent heat flux in row decreases 8.89—48.47 J/($m^2 \cdot s$) compared with 9430. The water-vapour pressure, the relative humidity and the latent heat flux of Shaan 229 are 20—220 Pa, 1%—11% and 19.85—240.23 J/($m^2 \cdot s$) higher than 9430, respectively. In other words, the environmental characteristics of the cold type wheat are cooler and wetter in row. This characteristics are favorable to resist the dry-hot weather during milk-filling of wheat.

Key words: cold-type wheat; temperature; humidity; turbulent heat flux; latent heat flux