

渭北旱塬不同温型小麦农田水分利用状况初探

严菊芳, 张嵩午

(西北农林科技大学理学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 根据陕西合阳农田土壤湿度和小气候观测资料, 分析了冷型小麦“陕 229”和暖型小麦“NR9405”农田的土壤湿度, 并用 A·P 康斯坦丁诺夫法计算了田间蒸散量。结果表明, 在返青到成熟期, 冷型小麦“陕 229”0~30 cm 土层的土壤蒸发较暖型小麦低; 而在拔节~灌浆期, 土壤日耗水量冷型小麦较暖型小麦偏高 31.6%~33.3%, 且农田蒸散量显著偏高。表明冷型小麦由于旺盛的蒸腾作用耗水较多, 土壤蒸发相对较少, 能有效地利用土壤水分。

关键词: 冷型小麦; 土壤湿度; 土壤日耗水量; 蒸散量

中图分类号: S152.7⁺5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2007)06-0066-04

冷型小麦对干旱具有较强的适应能力^[1~4], 为旱地小麦生产提供了一条新的研究途径。为了进一步明确冷型小麦的抗旱机理, 培育出适合旱地生产的小麦新品种, 我们在渭北的合阳安排了试验, 本试验对不同温型小麦农田水分利用状况进行了研究, 以期小麦种植制度区划、抗旱品种的培育及早区的小麦生产提供理论依据。

1 试验区概况及研究方法

1.1 试验区概况

试验于 2003~2005 年于陕西合阳(35°14'N, 110°09'E)西北农林科技大学试验站进行, 属于典型的黄土台原沟壑区, 为半湿润易旱区。年平均气温 11.5℃, ≥10℃年积温 3870.5℃, 无霜期 276 d, 年降水量 552.5 mm, 大于 550 mm 降水量的保证率仅为 45%。1997 年为近 20 年来最早的一年, 年降水量 287.2 mm, 降水量变率为-48.0%。该区很多地方无灌溉条件, 因此选择适宜本地区的耐旱品种是提高当地小麦产量的关键性措施之一。

1.2 试验设计

基本试验区的种植和管理规格为: 前茬为空茬, 肥力达当地中上水平, 一次性施足底肥(肥量视当年底墒情况而定)。参试品种为冷型小麦的典型品种“陕 229”和暖型小麦的典型品种“NR9405”, 两品种相间排列, 重复三次; 小区面积 7 m×10 m, 密度同当地大田, 于当地适宜播种期(9 月 22 前后)带尺点播; 管理按中国半干旱地区品种比较试验的

要求进行。

1.3 测算方法

1) 气象要素。用阿斯曼通风干湿表、热球微风仪测定距地面 20 cm 和 110 cm 高度处的空气温度、空气湿度、风速。测定时间从 10-01~06-10, 每周一次, 遇生育期加测, 午后 14:00 进行。

2) 土壤水分。用土钻取土, 0~20 cm 每 10 cm 取一土样, 20~160 cm 每 20 cm 取一土样, 200 cm 取一土样。测定深度为 0~200 cm, 采用烘干法测定土壤含水量, 并用环刀测定土壤容重。测定时间是从 10-21 起到翌年 06-01, 每 20 d 测一次, 06-10 加测一次。

3) 蒸散量。农田蒸散量按 A·P 康斯坦丁诺夫法简化式计算^[6]:

$$E = 1.29 \times 10^2 \alpha^2 \alpha_q r(R_i) \frac{(U_2 - U_1)(q_1 - q_2)}{(\ln z_2 / z_1)^2} \times 3600 \quad (1)$$

式中, $z_1 = 20$ cm, $z_2 = 110$ cm; U_1 、 U_2 、 q_1 、 q_2 分别为 z_1 、 z_2 高度上的风速和比湿; $q_1 - q_2 = 0.622 \times 10^{-3}(e_1 - e_2)$, e_1 、 e_2 分别为 z_1 、 z_2 高度处的水汽压; $\alpha = 0.38$, $r(R_i) = 1 / \sqrt{1 - R_i}$, R_i 为里查逊数, α_q 为与里查逊数和粗糙度有关的系数; E 为蒸散量 (mm/h)。

2 结果与分析

2.1 农田土壤湿度

图 1 是不同生育期 0~200 cm 土层土壤含水量

收稿日期: 2007-01-20

基金项目: 国家自然科学基金项目(30470333)

作者简介: 严菊芳(1969-), 女, 陕西韩城人, 讲师, 主要从事农业气象及作物栽培研究。

垂直分布图。观察图 1 可发现,4 个生育时期的土壤含水量垂直分布图具有共同的特征,即在 30 cm 左右两曲线有一交点,其上“陕 229”的土壤含水量高于“NR9405”,而在以下“陕 229”的土壤湿度则低于“NR9405”。在交点之上,“陕 229”的土壤湿度比“NR9405”分别偏高 0.4%~0.5%,1.1%~1.4%,1.2%~1.6%,0.5%~0.8%;而在其下则明显偏低。这表明“陕 229”农田土壤蒸发较“NR9405”偏低,而蒸腾耗水偏高。随着生育期后延“陕 229”和“NR9405”农田 40 cm 以下各土层土壤含水量差异增大。返青期,植株较小,二者土壤含水量相差也较小,差值最大的土层为 40 cm,相差 0.9%;拔节期二者土壤含水量差异增大,差值最大的土层为 40~60 cm,相差 1.7%;到了灌浆期其土壤含水量差值达最大,40~60、60~80 cm 土层分别为 2.2%和 1.6%;直至成熟期,各土层均呈现较大差异,在 0.8%~1.4%之间,最大差异土层为 40~60 cm。并且整个生育期两品种土壤含水量的垂直分布规律相同,即由表层向下递减,至 120 cm 土层为最低值,再往下又增加。且越到后期其深层含水量差异越大,在 100~120 cm 土层,其差值由返青期的 0.5%增加到成熟期的 1.3%。经 t 检验,“陕 229”农田土壤湿度

较“NR9405”有显著差异(40~60 cm 土层土壤含水量在 $\alpha=0.02$ 水平呈显著,80~100 cm 土层在 $\alpha=0.01$ 水平呈显著)。这和“陕 229”的蒸腾速率高于“NR9405”相一致^[2,7]。另外,各生育期其剖面含水量最低值都出现在 100~120 cm 土层,这可能是由于土壤结构引起的。

农田浅层的土壤湿度受降水、土壤蒸发和植被覆盖状况等因素的影响。03-15 为冬小麦返青期,此时小麦根系较浅,植株较小,蒸腾耗水少,故二者土壤含水量差异较小。03-6~10 一次降水(降水量 30.8 mm)过程后,致使 03-15 测定时的表层含水量增高,20 cm 以上“陕 229”的土壤湿度仍呈现高于“NR9405”的趋势。04-6~7 有一次降水过程(降水量 12.3 mm),仅使表层 0~20 cm 土壤湿度增加,而在 05-06~10 一场降水过程后(降水量 62.1 mm),05-14 日 0~40 cm 土层土壤湿度较前期明显增加,对小麦灌浆十分有利。后期两品种土壤含水量差异较大,尤其是在较深的土层。这与张嵩午等^[2,10]的研究结果相一致,说明在后期“陕 229”衰老慢,根系活力较“NR9405”旺盛,对深层土壤水利用更充分。而在表层,由于已到成熟期,叶子均变黄干,湿度差异则较小。

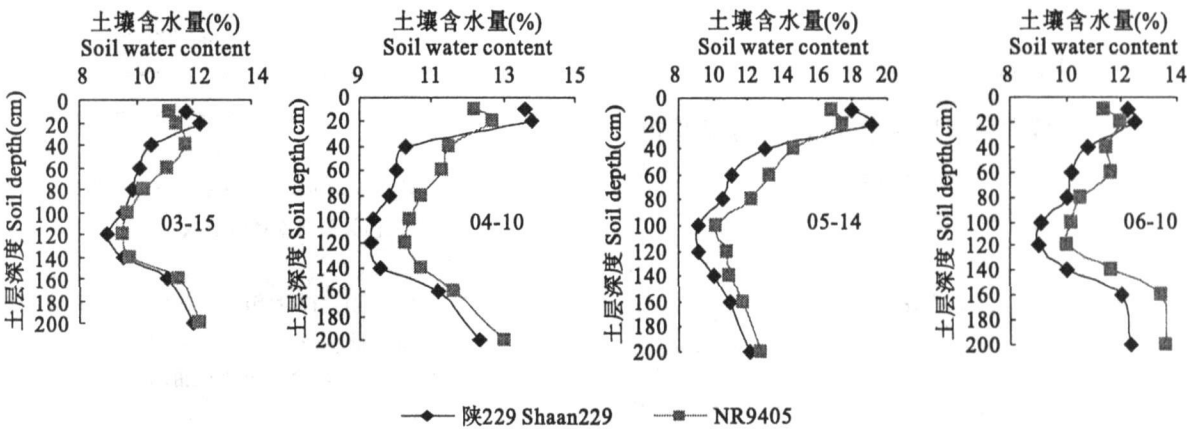


图 1 0~200 cm 土层土壤含水量垂直分布

Fig.1 Vertical distribution of soil water content in 0~200 cm depth

2.2 土壤耗水量日变化

土壤水分日耗量是反映土壤水分随生育期变化的重要指标。根据所观测的资料,用公式 $(W_i - W_{i+t} + R)/t$ 分别计算了冷型小麦“陕 229”和暖型小麦“NR9405”2 m 土层的土壤水分日耗量值。式中 W_i 为 t 时段开始时 2 m 土层土壤储水量, W_{i+t} 为 t 时段末 2 m 土层土壤储水量, R 为 t 时段的降水量, t 为该时段持续天数。依计算绘制出图 2。

由图 2 可看出,在整个时间段内,“陕 229”的日耗水量始终高于“NR9405”,在生长前期,从 10-01 到 01-11,随着气温下降,土壤日耗水量逐渐下降,两者差异也趋于减小;越冬期后随气温回升,土壤日耗水量增加,两品种日耗水量的差值增大,拔节到成熟期一直差异明显(t 检验 $\alpha=0.05$ 水平呈显著),从 03-11 至 06-10,“陕 229”较“NR9405”偏高 0.4~1.1 mm/d,越接近成熟,二者差异越大,这主要是

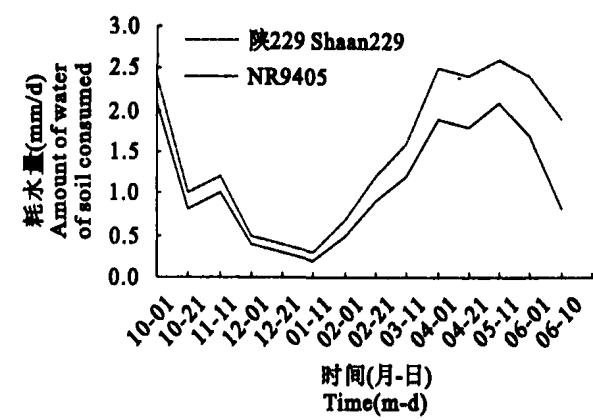


图 2 不同时期土壤耗水量

Fig.2 The cure of the amount of water of soil consumed in different stage

因为“NR9405”后期衰老快,蒸腾明显减弱,农田耗水大多消耗于裸间蒸发,而此时农田土壤湿度较小,

蒸发量小。而“陕 229”则由于较为旺盛的蒸腾作用耗水量较高^[7]。正是由于“陕 229”旺盛的蒸腾作用,才使得其株间气温较“NR9405”偏低^[4],从而延缓了植株早衰,对灌浆非常有利。

2.3 农田蒸散量

作物蒸腾耗水加裸间土壤蒸发即为农田蒸散。把观测所得风速、水汽压及有关常数代入(1)式,计算出从小麦三叶期到成熟期各时期的田间蒸散量,见表 1。

由表 1 可见,冷型小麦“陕 229”的蒸散量均高于“NR9405”,其相对增高率在 17.5%~33.6%之间。经 t 检验,各观测时间两品种的蒸散量在 0.05 显著性水平上存在明显差异。农田蒸散来源于植株蒸腾和土壤蒸发,而土壤湿度资料表明“陕 229”的农田蒸发低于“NR9405”,所以冷型小麦农田蒸散量显著偏高主要是由于其旺盛的蒸腾作用所致。

表 1 不同温型小麦的农田蒸发量(8—17 时总量) (mm)

Table 1 The evaporation quantity in farmland of different type of wheat (total from 8 to 17h)

品种 Variety	蒸散量 Evaporation quantity 日期(月—日)Date(M—d)				
	05—16	05—18	05—20	05—22	05—24
“陕 229”Shaan229	3.52	3.38	3.61	3.58	3.73
NR9405	2.76	2.53	2.97	3.02	3.13

3 结论和讨论

在气候、土壤和栽培措施完全相同的小范围内,各时期冷型小麦在 0~30 cm 处的土壤蒸发较暖型小麦偏低,而在拔节~灌浆期,土壤日耗水量冷型小麦较暖型小麦偏高 31.6%~33.3%,且农田蒸散量显著偏高。表明冷型小麦由于旺盛的蒸腾作用耗水较多,土壤蒸发相对较少,能有效地利用土壤水分。冷型小麦在灌浆期农田蒸散量显著偏高,而 40~60 cm 土层土壤湿度显著偏低,表明其根系吸水能力较强。有研究^[1,2,7]指出,冷型小麦叶片功能期长、绿叶较多,揭示了冷型小麦叶片功能期长与根系发育状况良好有密切关系。这与贺德先等^[8~10]的研究结论相一致,即小麦根系与叶的寿命和生理活动有密切关系。

参考文献:

[1] 冯伯利,高小丽,王长发,等.干旱条件下不同温型小麦叶片衰老与活性氧代谢特征的研究[J].中国生态农业学报,2005,13(4):74—76.

[2] ZHANG Songwu, WANG Changfa, FENG Baili, et al. Some traits of temperature germplasm wheat under extremely unfavorable weather conditions[J]. Progress in Nature Science, 2001, 11(12): 911—917.

[3] 严菊芳,张嵩午,刘党校,等.干旱胁迫下不同温型小麦农田微气象特征研究[J].西北农林科技大学学报(自然版),2006,(10):49—54.

[4] 严菊芳,张嵩午,刘党校.冷型小麦对旱区气候的适应性研究[J].西北农业学报,2006,(6):71—74.

[5] 许秀娟,张嵩午.冷型小麦灌浆期农田小气候分析[J].中国农业生态学报,2002,(4):32—37.

[6] 翁笃鸣,陈万隆,沈觉成,等.小气候及农田小气候[M].北京:农业出版社,1981.40—90.

[7] 张嵩午,王长发.冷型小麦及其生物学特征[J].作物学报,1999,25(5):608—615.

[8] 贺德先.冬小麦植株地上部分与地下部有关性状间的相关性研究Ⅰ.生育前期和中期性状间的相关性分析[J].河南农业大学学报,1994,(1):19—24.

[9] 贺德先.冬小麦植株地上部分与地下部有关性状间的相关性研究Ⅱ.生育后期性状间的相关性分析[J].河南农业大学学报,1994,(增刊):12—16.

[10] 岳寺松.小麦旗叶与根系衰老的研究[J].作物学报,1996,(1):55—58.

Study on the moisture utilization conditions in the farmland
of different type of wheat in Weibei plateau

YAN Ju-fang, ZHANG Song-wu
(College of Sciences, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Based on the observed data of soil moisture and microclimate in the farmland, the soil moisture was analyzed, and the evapotranspiration was also calculated with Law of A·P Constantin’s promise. The results show that the evaporation in 0~30 cm soil layer of cold wheat field is lower than the that of the warm wheat field from turning green stage to maturing stage; The amount of water consumed by the soil a of the cold wheat field a day is 31.6%~33.3% higher than that of the warm wheat field in the jointing stage, forming a vesicle for period, and the evapotranspiration in the farmland of cold wheat on the high side is higher than that of the warm wheat. These show that the field of cold type wheat has higher transpiration and lower evaporation of and higher soil moisture utilization efficiency.

Keywords: cold wheat; the soil moisture; the amount of water consumed by soil a day; transpiration

(上接第 61 页)

The adjustment and optimization of agricultural production structure
in the dry farming knobs of southeast Daxinganling area

GAO Ju-lin¹, CUI Wen-fang¹, LIU Ke-li¹, ZHANG Xiu-mei², WANG Jian-ming³,
HUANG Zhen-gang⁴, HU Ru-xia⁴, ZHAO Hong-yan⁴

- (1. College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010019, China;
2. Hulunbei’er Agriculture Husbandry Bureau, Haila’er, Inner Mongolia 021008, China;
3. Agricultural Technical Extension Center of Arong Banner, Najitun, Inner Mongolia 162750, China;
4. Zhalantun Agricultural Technical Extension Center, Zhalantun, Inner Mongolia 162650, China)

Abstract: The agricultural production structure of three counties in Inner Mongolia is analyzed in use of lin-
er programming method, and agriculture—animal husbandry—combining adjustment and optimization models
were established with cow and sheep raising as the main undertaking in accordance with the advantage of local
resources. When implemented, such models can further optimize the structure of agriculture and animal hus-
bandry in the three counties and increase the total output value of agriculture by 2.15 times, 2.08 times and
1.52 times, and that of animal husbandry by 1.99 times, 1.83 times and 1.29 times respectively. So they are
greatly beneficial to local economic development, ecological restoration and social progress.

Keywords: dry farming knobs; agricultural production structure; adjustment and optimization