

# 丘陵旱地一年两熟制条件下小麦、玉米 阶段耗水量研究

杨占平<sup>1</sup>, 薛毅芳<sup>1</sup>, 李保昌<sup>2</sup>, 史福刚<sup>1</sup>, 张新文<sup>3</sup>

(1. 河南省农业科学院 植物营养与资源环境研究所, 河南 郑州 450002 2 河南省水利水电学校,  
河南 周口 466001; 3 辉县市张村乡农业技术推广站, 河南 辉县 453612)

**摘要:** 以野外定位观测的方法, 对河南省辉县市张村的冬小麦耗水量进行了测定。结果表明, 小麦在 4500~6000 kg/hm<sup>2</sup> 产量水平下, 耗水量 216.3~345.2 mm, 播种—返青、返青—抽穗、抽穗—成熟不同生育阶段耗水量分别占全生育期总耗水量的 25.9%~36.9%、22.0%~31.1%、31.9%~52.2%, 但年际间变幅悬殊较大; 夏玉米在 6750~7500 kg/hm<sup>2</sup> 产量水平下, 耗水量为 299.6~462 mm, 分别占同期自然降水量的 81.3%~97.4%, 播种—拔节、拔节—大喇叭口、大喇叭口—成熟不同生育阶段耗水量分别占全生育期总耗水量的 17.1%~17.3%、34.5%~39.1%、43.6%~48.4%。小麦、玉米拔节以后耗水强度明显增加, 拔节期、灌浆期是小麦 2 个重要的水分需求期, 大喇叭口期是玉米的重要水分需求期, 在目前河南省中北部丘陵旱地, 自然降水对玉米水分保证率较高, 而对小麦保证率较低, 节水补灌重点应放在夏粮作物上。

**关键词:** 丘陵旱地; 一年两熟制; 小麦; 玉米; 阶段耗水量

**中图分类号:** S12 S13 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2010)10-0057-04

## Research on Crop Stage Water Consumption with Two Crops A Year on Dry land in Hilly Areas

YANG Zhanping, XUE Yifang, LI Baichang, SHI Fugang, ZHANG Xinwen

(1. Institute of Plant Nutrition Agricultural Resources and Environmental Science Henan Academy of Agricultural Sciences Zhengzhou 450002 China 2 Henan Water Conservancy and Hydroelectric Power School Zhoukou 466001 China 3 Agricultural Technique Centre of Zhangcun Town of Huixian County Huixian 453612 China)

**Abstract:** BY using field monitoring methods, the village, the water consumption of winter wheat grown Zhangcun town of Huixian county Henan province were determined. Water consumption can reach 216.3—345.2 mm at the yield level of 4500—6000 kg/ha. The water consumption percentage constitution of different growing period was 25.9%—36.9% between seeding and reviving stages, 22.0%—31.1% between reviving and heading stages, and 31.9%—52.2% between heading and maturation. The variation was great among different years. When the yield level of corn was 6750—7500 kg/ha, water consumption 299.6—462 mm which account for 81.3%—97.4% of precipitation during the period of the year. The water consumption percentage constitution of different growing period was 17.1%—17.3% between seeding and jointing stages, 34.5%—39.1% between jointing and trumpet stages, and 43.6%—48.4% between trumpet and maturation stages. For both wheat and corn, the water consumption density increased dramatically after jointing stage. The jointing and seed filling stages were two important periods for wheat water consumption. The trumpet stage was important for corn. In the dry-land hilly areas of mid-

收稿日期: 2010-04-14

基金项目: 国家“863”节水农业项目(2006AA100215)

作者简介: 杨占平(1964-)男, 河南临颖人, 副研究员, 主要从事土壤水分和农艺节水研究。

dle and north Henan Province at the current situation, natural precipitation can generally meet the water demand of autumn grain crops, while for summer grain crops, it is inadequate. So the emphases of water saving irrigation should be on the summer grain crops.

Key words: Dry land in hilly areas; Double cropping system; Wheat; Corn; Sage water consumption

丘陵旱作农业区水资源相对短缺, 农田灌溉条件较差, 历来以雨养旱作农业为主。水分供应状况是影响丘陵旱地作物产量的主要因素之一, 直接影响着当地农业经济持续稳定发展和农民生活的进一步改善<sup>[1-3]</sup>。自然降水年际变化较大, 年内季节分配不均, 如何根据不同作物、不同生育阶段的需水耗水特点, 有针对性合理分配利用有限水资源, 提高水资源利用效率和旱地农田降水生产潜力, 对提高旱地农业生产能力、改善生态环境、促进经济持续发展等具有重要意义。鉴此, 于 2005—2007 年对丘陵旱地小麦—玉米一年两熟制条件下作物不同生育阶段的耗水量进行了定位测定, 以期合理利用旱地水资源和指导旱地农业生产提供理论依据。

1 材料和方法

试验定位观测点设在河南省辉县市张村乡小山前村, 试验地为当地有代表性的农地, 地势平缓, 有一定补灌条件, 年平均降水量为 589.2 mm, 土壤类型为褐土, 质地重壤, 有机质 14.5 mg/kg, 速效氮 108.4 mg/kg, 速效磷 24.9 mg/kg, 速效钾 126.3 mg/kg<sup>[4]</sup>, 土壤凋萎湿度为 9.7% ~ 12.4%, 田间持水量为 25.2% ~ 27.6%<sup>[5]</sup>。在土壤剖面按 20 cm、40 cm、60 cm、80 cm、100 cm、120 cm 等不同土层深度埋入 FDR 土壤水分测定探头, 在每月的 5 日、15 日、25 日前后对其进行观测<sup>[6]</sup>。同时用 FDR 土壤水分测定探头测定土壤表层

含水量。

FDR 土壤水分测定仪器为江苏南通中天精密仪器有限公司生产的 MEM-160 型便携式测墒仪。

小麦品种为新麦 12 号, 播量为 135 kg/hm<sup>2</sup>, 施肥量为纯 N 120 ~ 150 kg/hm<sup>2</sup>, 纯 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 75 kg/hm<sup>2</sup>。夏玉米品种为农大 108, 种植密度为 4.8 万 ~ 5.25 万株/hm<sup>2</sup>, 施肥量为纯 N 144 kg/hm<sup>2</sup>。夏秋两季均采用常规种植和田间管理。

2 结果与分析

2.1 小麦、玉米全生育期耗水量

2.1.1 小麦全生育期耗水量 从小麦阶段耗水量的测定结果看, 在小麦产量 4500 ~ 6000 kg/hm<sup>2</sup> 水平下, 全生育期 (10 月上旬—翌年 6 月上旬) 耗水量 216.3 ~ 345.2 mm, 但年际间变幅悬殊较大, 2006—2007 年度全生育期耗水量仅为 2005—2006 年度耗水量的 62.7%。2005—2006 年度小麦全生育期耗水中, 消耗土壤水 174.2 mm, 占总耗水的 50.5%, 自然降水 171 mm, 占总耗水的 49.5%; 2006—2007 年度小麦全生育期耗水中, 消耗土壤水 12 mm, 自然降水 114.3 mm, 补灌 90 mm, 土壤水、自然降水分别占总耗水的 5.6%、52.8% (表 1、表 2), 这说明小麦全生育期耗水量与同期自然降水和播种时土壤的土体储水量有密切关系, 也说明小麦生育期间水分供应状况是重要的生产限制因素之一。

表 1 2005—2006 年小麦生育阶段耗水情况

| 测定时间 /<br>(年 月 日)     | 1.2 m 土体含水量 /mm | 同期降水量 /mm | 阶段耗水量 /mm | 耗水强度 /(mm/d) | 阶段耗水比率 /% |
|-----------------------|-----------------|-----------|-----------|--------------|-----------|
| 2005-10-05            | 378.5           |           |           |              |           |
| 2005-12-15<br>(越冬前)   | 376.8           | 63.7      | 65.4      | 0.93         | 18.9      |
| 2006-02-15<br>(越冬—返青) | 330.5           | 16.0      | 62.3      | 1.04         | 18.0      |
| 2006-04-27<br>(返青—抽穗) | 256.1           | 32.8      | 107.2     | 1.53         | 31.1      |
| 2006-05-05<br>(灌浆前期)  | 244.6           | 15.9      | 27.4      | 3.43         | 7.9       |
| 2006-05-17<br>(灌浆中期)  | 237.9           | 42.6      | 49.3      | 4.11         | 14.3      |
| 2006-05-25<br>(灌浆后期)  | 204.3           | 0         | 33.6      | 4.2          | 9.7       |
| 耗水合计                  |                 |           | 345.2     |              |           |

表 2 2006—2007年小麦生育阶段耗水情况

| 测定时间 /<br>(年 月 日)     | 1. 2 m <sup>2</sup> 土体含水量 /mm | 同期降水量 /mm   | 阶段耗水量 /mm | 耗水强度 /(mm/d) | 阶段耗水比率 /% |
|-----------------------|-------------------------------|-------------|-----------|--------------|-----------|
| 2006-10-15            | 286.3                         |             |           |              |           |
| 2006-12-15<br>(越冬前)   | 299.5                         | 49.7        | 36.5      | 0.60         | 16.9      |
| 2007-02-25<br>(越冬—返青) | 289.2                         | 9.1         | 19.4      | 0.28         | 9.0       |
| 2007-03-06<br>(返青—拔节) | 275.7                         | 0           | 13.5      | 0.68         | 6.2       |
| 2007-04-27<br>(拔节—抽穗) | 251.5                         | 9.9         | 34.1      | 0.83         | 15.8      |
| 2007-05-06<br>(灌浆前期)  | 268.8                         | 36.9(补水 30) | 19.6      | 2.18         | 9.1       |
| 2005-05-19<br>(灌浆中期)  | 329.5                         | 98.7(补水 60) | 38.0      | 2.92         | 17.6      |
| 2007-05-25<br>(灌浆后期)  | 299.8                         | 0           | 29.7      | 4.95         | 13.7      |
| 2007-06-05<br>(灌浆—成熟) | 274.3                         | 0           | 25.5      | 2.55         | 11.8      |
| 耗水合计                  |                               |             | 216.3     |              |           |

2.1.2 玉米全生育期耗水量 2005年和 2006年,夏玉米产量 6750~7500 kg/hm<sup>2</sup>,玉米全生育期耗水量 299.6~462 mm,分别占同期自然降水量的 81.3%~97.4%(表 3、表 4)表明玉米的生育期与自然降水基本同步,除降水偏少的缺水年型外,一般情况下自然降水基本上能够较好的满足其生长发育需求。

表 3 2005年玉米生育阶段耗水情况

| 测定时间 /<br>(年 月 日)       | 1. 2 m <sup>2</sup> 土体含水量 /mm | 同期降水量 /mm | 阶段耗水量 /mm | 耗水强度 /(mm/d) | 阶段耗水比率 /% |
|-------------------------|-------------------------------|-----------|-----------|--------------|-----------|
| 2005-06-15              | 350.3                         |           |           |              |           |
| 2005-07-05<br>(拔节前)     | 342.9                         | 71.5      | 78.9      | 3.16         | 17.1      |
| 2005-08-07<br>(拔节—大喇叭口) | 361.7                         | 178.1     | 159.3     | 4.98         | 34.5      |
| 2005-09-18<br>(大喇叭口—成熟) | 362.9                         | 225.0     | 223.8     | 5.20         | 48.4      |
| 合计                      |                               | 474.6     | 462.0     |              |           |

表 4 2006年玉米生育阶段耗水情况

| 测定时间 /<br>(年 月 日)       | 1. 2 m <sup>2</sup> 土体含水量 /mm | 同期降水量 /mm | 阶段耗水量 /mm | 耗水强度 /(mm/d) | 阶段耗水比率 /% |
|-------------------------|-------------------------------|-----------|-----------|--------------|-----------|
| 2006-06-06              | 234.1                         |           |           |              |           |
| 2006-07-05<br>(拔节前)     | 262.7                         | 80.5      | 51.9      | 2.08         | 17.3      |
| 2006-08-05<br>(拔节—大喇叭口) | 296.5                         | 150.8     | 117.0     | 3.90         | 39.1      |
| 2006-09-20<br>(大喇叭口—成熟) | 302.8                         | 137.0     | 130.7     | 2.90         | 43.6      |
| 合计                      |                               | 368.3     | 299.6     |              |           |

2.2 小麦、玉米不同生育阶段耗水强度与耗水量  
2.2.1 小麦生育阶段耗水强度与耗水量 从小麦生育阶段耗水强度测定结果可以看出,小麦自返青拔节以后耗水强度明显增加,在小麦灌浆中后期达到最大值;从小麦阶段耗水量占全生育期总耗水量的比例上看,返青以前占 25.9%~36.9%,返青—抽穗占 22.0%~31.1%,抽穗—成熟占 31.9%~52.2%(表 1、表 2)。返青拔节后小麦的耗水强度和耗水量均呈现明显增加趋势,也说明拔节期、灌浆期是小麦 2个重要的水分需求时期和水分消耗时期,保证这两个时期水分供应对满足小麦生长发育和产量至关重要,这一测定结果与前期限量灌溉田间试验基本一致<sup>[7]</sup>。同时,从阶段耗水比例和耗水强度也可以发现,越冬前的阶段耗水与该阶段的作

物生长量比较,耗水数值偏高,主要原因可能是田间土壤无效蒸发大,这说明在该阶段采取适宜的农艺措施减少水分的无效损失很有必要。

2.2.2 玉米生育阶段耗水强度与耗水量 从玉米生育阶段耗水情况看,拔节前阶段耗水占总耗水量的 17.1%~17.3%,拔节一大喇叭口阶段耗水占总耗水量的 34.5%~39.1%,大喇叭口一成熟阶段耗水占总耗水量的 43.6%~48.4%。拔节前的耗水强度为 2.08~3.16 mm/d,拔节一大喇叭口的耗水强度为 3.9~4.98 mm/d,大喇叭口一成熟的耗水强度为 3.9~5.2 mm/d(表 3、表 4),表明玉米自拔节以后耗水强度明显增加,前期耗水量占总耗水量的 20%左右,中后期的耗水量占总耗水量的 80%左右。

本研究结果表明,目前在河南省中北部丘陵旱地,自然降水对玉米的水分保证率较高,而对小麦的保证率较低,节水补灌的重点应放在小麦上。

### 3 小结与讨论

1) 在小麦 4500~6000 kg/hm<sup>2</sup> 产量水平下,全生育期耗水量 216.3~345.2 mm,但年际间变幅悬殊较大;小麦全生育期耗水量与同期自然降水和播种时土壤的土体储水量有密切关系,小麦生育期间水分供应状况是重要生产限制因素之一。

2) 在夏玉米 6750~7500 kg/hm<sup>2</sup> 产量水平下,全生育期耗水量为 299.6~462 mm,分别占同期自然降水量的 81.3%~97.4%,表明玉米的生育期与自然降水基本同步,除降水偏少的缺水年型外,自然降水基本上能够满足其生长发育需求。

3) 小麦播种—返青、返青—抽穗、抽穗—成熟不同生育阶段耗水分别占 25.9%~36.9%、

22.0%~31.1%、31.9%~52.2%,小麦返青拔节以后耗水强度明显增加,灌浆中后期达到最大值,拔节期、灌浆期是小麦 2 个重要的水分需求期。

4) 玉米播种—拔节、拔节—大喇叭口、大喇叭口—成熟不同生育阶段耗水分别占 17.1%~17.3%、34.5%~39.1%、43.6%~48.4%,拔节前耗水强度为 2.08~3.16 mm/d,拔节一大喇叭口的耗水强度为 3.9~4.98 mm/d,大喇叭口—成熟耗水强度为 3.9~5.2 mm/d,表明玉米自拔节以后耗水强度明显增加。

5) 在目前河南省中北部丘陵旱地,自然降水对玉米的水分保证率较高,而对小麦的保证率较低,节水补灌重点应放在小麦上。

### 参考文献:

- [1] 武继承, 杨稚娟, 何方, 等. 试论河南省旱地节水农业发展的有效途径[J]. 河南农业科学, 2006(1): 5-8
- [2] 杨琳, 景继海, 赵佰图. 旱地小麦抗旱性鉴定指标研究[J]. 现代农业科技, 2009(17): 19-20
- [3] 史国安, 魏良友, 陈明灿, 等. 模拟不同降水类型旱地冬小麦产量性状的通径分析[J]. 干旱地区农业研究, 2000 18(3): 64-68
- [4] 中国土壤学会农业化学专业委员会. 土壤农业化学常规分析方法[M]. 北京: 科技出版社, 1983
- [5] 中国科学院南京土壤研究所土壤物理研究室. 土壤物理性质测定法[M]. 北京: 科学出版社, 1978
- [6] 孔祥旋, 杨占平, 王恒宇. 砂质潮土农田土壤水分定位研究[J]. 干旱地区农业研究, 2000 18(3): 76-82
- [7] 孔祥旋, 杨占平, 武继承, 等. 限量灌溉对冬小麦产量和水分利用的影响[J]. 华北农学报, 2005 20(5): 64-66