

# 土壤水与冬小麦产量形成的关系 及节水灌溉方案\*

林 琪 石 岩 位东斌

(莱阳农学院旱作研究所, 山东莱阳 265200)

**摘 要** 在大田及防雨旱棚池栽控水条件下对土壤水分与冬小麦产量形成的关系及节水灌溉方案确立进行了研究。结果表明, 小麦产量形成的起点土壤含水量为田间持水量的 30%, 最佳产量形成的土壤含水量为田间持水量的 80%, 土壤含水量超过 80%, 产量下降; 小麦最高产量年耗水量为 9000mm<sup>2</sup>/hm<sup>2</sup>, 经济产量年耗水量在 6000mm<sup>2</sup>/hm<sup>2</sup>左右, 高产麦田的节水灌溉方案为底墒水、拔节水和灌浆水。

**关键词** 冬小麦 土壤水 产量形成 灌溉方案

在小麦产量形成过程中对水分的需求是不可替代的因素。近年来, 研究者为如何合理利用水资源、降低耗水量、提高水分利用效率做了大量工作, 并取得很大进展。但过去的研究多从小麦生育过程中分出一个或几个生育阶段进行研究, 大多以某一水或某几水对产量形成的贡献作为生产上制定灌水方案的依据<sup>[1-6]</sup>, 而对小麦全生育期水分利用缺乏系统的控制和观测。采用大田控水及防雨旱棚池栽两种措施, 小麦全生育期实行“定标”控水, 同时对不同水分处理土壤水分的利用和产量形成进行了研究, 以期在生产上节水高产提供依据。

表 1 不同灌水处理

## 1 材料和方法

试验于 1994~1996 年在莱阳农学院农学系实验站(安排防雨棚内池栽和大田控制浇水次数的试验小区)和安丘市前儒林村(大田控制浇水次数的试验小区)进行。在大田条件

处 理	各 生 育 期 灌 水 量 (mm /hm <sup>2</sup> )						总 计 灌 水 量
	底 水	冬 水	起 身 水	拔 节 水	挑 旗 水	灌 浆 水	
1	900	—	—	—	—	—	900
2	900	—	—	900	—	—	1800
3	900	—	—	900	—	900	2700
4	900	—	900	900	—	900	3600
5	900	—	900	900	900	900	4500
6	900	900	900	900	900	900	5400

下设置不同灌水处理(表 1), 不同灌水小区间设置隔离带, 灌水量用水表计量控制; 防雨棚池

栽培设计为: 设五个目标含水量处理 (全生育期控水), 即处理 1(占田间持水量的 30%, 下同)、处理 2(45%)、处理 3(60%)、处理 4(80%)、处理 5(> 80%), 各处理重复 3次, 随机区组排列。莱阳点选用品种为鲁麦 14号, 安丘县选用品种为鲁麦 7号。大田小区面积  $32\text{m}^2$ ; 池栽面积  $4\text{m}^2$ , 深 1.5m; 防雨旱棚内池栽。大田试验小区水分用 LNW-50c 智能中子仪测定, 水表控制水量。小麦整个生育过程进行常规观察。所得数据进行统计分析。试验地基础养分状况见表 2

表 2 试验地基础养分状况 (2~20cm)

基点	有机质 (mg/g)	全氮 (mg/g)	速效氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
莱阳	10.1	0.563	90.5	30.6	80
安丘	13.3	0.675	113.4	90.5	115

## 2 结果与讨论

### 2.1 产量与耗水量的关系

莱阳点 3 年的水分研究结果表明 (表 3), 产量与耗水量呈同步增长, 小麦每公顷 6000~7500kg 的产量水平, 耗水量 (按常规计算) 均在 4500~9000mm/hm<sup>2</sup> 之间, 与以往的研究比较, 耗水量下限下降 1500~3000mm/hm<sup>2</sup> 而产量水平却明显上升, 这种产量的上升和耗水量的稳定下降说明水分生产率在提高, 而水分生产率的提高除与水分本身的时空分布有关外, 与地力的提高和栽培技术的改进有密切关系。

安丘点的产量结果 (表 3)

表 3 产量与耗水量的关系 (1994~1996)

要比莱阳高出 1500kg/hm<sup>2</sup> 左右, 但其耗水量从总体上看相差较少, 明显反映出产量上升幅度大于耗水量上升幅度。分析安丘点产量上升速度大于耗水量上升速度的原因主要与土壤肥力高密切相关, 从表 2 的比较中可以看出, 土壤肥力的提高无疑使水分贮存和供应得到改善, 相同处理的浇水量必然收到更高的产量效果。

地点	处理 (浇水次数)	产量 (kg/hm <sup>2</sup> )		耗水量 (mm/hm <sup>2</sup> )	
		幅度	平均	幅度	平均
莱阳	1	4800~6000	5530.5C <sub>d</sub>	3450~4500	3672.0
	2	6000~7200	6646.5B <sub>c</sub>	3750~4500	4479.0
	3	7500~7800	7660.5A <sub>b</sub>	4950~6000	5557.5
	4	7350~7950	7719.0A <sub>a</sub>	6000~7200	6550.5
	5	7200~7650	7588.5A <sub>b</sub>	7200~7950	7677.0
	6	7500~7800	7702.5A <sub>a</sub>	8250~9000	8929.5
安丘	1	6000~7500	6678.0D <sub>d</sub>	3900~4500	4347.0
	2	6000~7500	7225.5C <sub>c</sub>	4950~5250	5736.6
	3	6750~9000	8754.0B <sub>b</sub>	6000~7200	6651.0
	4	8700~9000	9082.5A <sub>a</sub>	7500~9000	8229.0
	5	8700~9000	8976.0A <sub>b</sub>	8250~9300	8803.5
	6	8850~9150	9019.5A <sub>a</sub>	9000~9450	9372.0

### 2.2 产量形成的土壤含水量起点和最高点

生产实践表明, 我国北方主要产麦区的高产麦田即使严重干旱年份也不至于发生绝产, 颗粒不收。从我区高产麦田的土壤贮水能力看, 一般按土层 1m 计算, 贮水量在 4500mm/hm<sup>2</sup> 左右, 可利用的有效水 3000mm/hm<sup>2</sup> 左右, 基本保证经济产量形成的需要。从本课题利用防雨旱棚池栽的全生育期控水不同处理看出, 全生育期土壤含水量一致控制在 30% 左右时, 经济产

量几乎不能形成或者勉强形成。所以土壤相对含水量在全生育期保持在30%左右可视为经济产量形成的土壤含水量起点。研究指出,土壤相对含水量在60%~80%之间是产量形成的最佳含水量,因而土壤相对含水量在全生育期保持在80%左右可视为经济产量形成的土壤含水量高点。对池

表4 土壤水分对产量和经济系数的影响(池栽)

处理	穗数 (万/hm <sup>2</sup> )	穗粒数 (个/穗)	千粒重 (g)	籽粒产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	经济 系数
1	292.5	20.50	43.8	2617.5Dd	0.38
2	269.0	30.20	44.1	4737.0Cc	0.41
3	501.0	33.35	45.3	7440.0Aa	0.40
4	504.0	33.80	46.0	7564.5Aa	0.39
5	494.2	31.80	44.8	6992.5Bb	0.38

栽处理的小麦长相观察认为60%和80%的处理没有直观上的差别,只是千粒重的不同形成产量上的差异,这种千粒重的差异在直观上是很不容易觉察到的,而对千粒重差异的原因分析认为,主要是由于80%的土壤水分含量更有利于后期根系活力的保持和延长,所以对粒重的增长有利。土壤相对含水量超过80%时小麦的长相表现为苗期生长缓慢,中期生长过旺,后期容易发生贪青甚至倒状现象,千粒重的增长得不到充分发挥,产量下降。

### 2.3 小麦节水高产灌溉方案

7500kg小麦每公顷耗水量的下限在5250~6600mm之间,比传统的经验耗水量7500~9000mm减少1500mm左右。因此,高产麦田推广节水农业大有前途。随耗水量增加,小麦产量增加,安丘点和莱阳点耗水量分别达到6600mm/hm<sup>2</sup>和5550mm/hm<sup>2</sup>(即浇三水)时,产量达到最大值,供水量继续增加,籽粒产量虽有增加,但3~6水处理间差异不显著。因此,小麦全生育期以浇3水(底墒水、拔节水和灌浆水)为最佳浇水方案。

在3水的时间安排上,首先浇足底墒水。底墒好,是培育壮苗的关键一环。在前期壮苗的基础上,浇拔节水,促进分蘖成穗,促穗粒数发育。第三水应安排在灌浆中期,既能保证后期的光合作用,增加灌浆强度,又为后茬的玉米播种提供墒情,确保玉米苗全、苗齐及足量壮苗基数,又能满足小麦灌浆期水分需要,起到一水二用的效果。

### 参 考 文 献

- 1 山仑. 我国西北地区植物水分研究与旱地农业增产. 植物生理学通讯, 1983(5): 7~10
- 2 朱自玺,等. 冬小麦耗水量和耗水规律分析. 气象, 1987, 13(2): 29~32
- 3 陈玉民. 华北地区冬小麦需水量图与灌溉需水量评价研究. 水利学报, 1987(11): 10~20
- 4 李玉山. 渭北塬区农田水分供需特征和低定额灌溉研究. 中国农业科学. 1985(4): 42~48
- 5 李玉山, 喻宝屏. 土壤深层贮水对小麦产量效益的研究. 土壤学报, 1980, 17(1): 34~54
- 6 Kram er P.J. Water relations of plants New York: Academic Press, 1983 342~347

# Relations Between Soil Water and Yield Formation and Determination of Water-saving Irrigation Scheme in Winter Wheat

Lin Qi Shi Yan Wei Dongbin

(The Institute of Dry Land Crop Laiyang Agricultural College, Laiyang 265200)

**Abstract** The relations between soil water and yield formation and determination of water-saving irrigation scheme in winter wheat fields and rain-proof shelter have been studied. The results show: the starting point of yield formation is relative water content 30%; the best point of yield formation is relative water content 80%; if soil water content is more than relative water content 80%, yield decreases; the maximum wheat yield consumes 9000mm<sup>3</sup>/ha of water; the economic wheat yield consumes 6000mm<sup>3</sup>/ha<sup>2</sup> of water; the water-saving irrigation scheme in high-yield wheat field consists of base water, jointing water and grain filling water.

**Key words** Winter wheat Soil water Yield formation Irrigation scheme