

# 不同降水年型小麦丰产抗灾技术的研究

郝明德 党廷辉

张俊兴 胡克昌

(中国科学院水土保持研究所·陕西杨陵·712100)(长武县综合治理站)  
水利部

**摘要** 旱作小麦在不同降水年型的产量反应相差甚大,主要原因是降水年季分布不均匀,根据不同降水年型确定小麦丰产抗旱技术,从品种、播期、播量,施肥种类和肥料配比及田间管理等方面采取相应对策,取得小麦生产的最佳效益。

**关键词** 降水年型 小麦 丰产 抗旱

## High Yield and Dry-resistant Techniques of Winter Wheat in Different hydrological Year

*Hao Mingde Dang Tinghui*

*(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and  
Ministry of Water Resources, 712100, Yangling, Shaanxi)*

*Zhang Junxing Hu Kechang*

*(Comprehensive Control Station of Changwu County)*

**Abstract** The great difference of wheat yield exists among different hydrological year because the distribution of rain is not seasonally uniform. The high yield and dry-resistant techniques are determined depending on the different hydrological year. Many measures, including breed, fertilizer and field management, should be taken to get best benefit of winter wheat production.

**Key words** hydrological year; wheat; high yield; dry-resistance

黄土高原地区属雨养农业区,地表水资源匮乏,灌溉面积仅限于川道地区,占耕地面积10%左右。地下水埋藏较深,一般在60m以上,绝大部分农田水分靠降水供给,降水与农业生产息息相关,由于降水年季分布不均匀,降水变率较大,粮食作物产量出现大面积、大幅度波动现象,此种现象称之旱作产量波动性,是旱作农业的基本规律之一。旱作农业科技任务不是消除其波动性,而是在较高水平上波动,长武试区10年攻关证实了这一关。

长武王东沟试区所代表的高原沟壑区面积约5.3万km<sup>2</sup>,耕地200多万hm<sup>2</sup>,其中粮田面积占80%左右,是所在省份被誉之为“粮仓”的主要粮食生产基地。但该区域粮食生产低而不稳。长武王东沟试验区通过近10年来系统的田间试验和大面积丰产示范的方法,“七五”完成旱作粮食作物短期内大幅度增产的理论和技术的,“八五”在遭受连年干旱,且有两个特大干旱年

出现的严酷情况下,粮食生产5年平均 $3\ 724.5\text{kg}/\text{hm}^2$ ,处历史较高水平。属黄土高原和同类型区上等水平。1995年是自1929年后66年来成灾最严重的一年,时至9月底降水量 $222.8\text{mm}$ ,仅为常年降水量 $44.4\%$ ,仍取得粮食单产 $1\ 360.5\text{kg}/\text{hm}^2$ 的收成,与70年代正常年份产量水平持平,这表明粮食生产综合抗灾能力的提高,此项技术对促进该区域粮食生产持续发展,振兴地方经济有着现实意义。

## 1 区域小麦生产状况

本区历史上作物种植以小麦、高粱、谷糜为主,自50年代玉米引种成功后,玉米取代了高粱的地位,形成以小麦、玉米为主的一年一熟种植制度。小麦占粮田面积 $80\%$ 左右,玉米占 $10\%$ 左右,二者产量水平代表了本区粮食生产水平。豆科作物本是本区养地作物和饲草资源,由于效益甚低,种植面积连年下降,不足 $5\%$ ,豌豆已绝迹,苜蓿面积日见减少,禾本科连作已成为唯一的种植方式。

本区自然灾害频繁,旱、涝、风、霜、雹、虫等灾害交替发生或同时发生,在各种灾害中以干旱危害最大。早在4000年前,干旱对农业生产就构成威胁。特大干旱给农业生产以毁灭性打击,给人民生活造成极大困难。明崇祯年间出现的大旱,造成赤地千里、人相食的悲惨景观,民国18年大旱,据长武县志记载“麦播前连续数十日无雨,来年小麦几乎无收”,“民不能生,死者以千计”。当时的长武县人口仅数万人,可见旱灾之惨。

“八五”期间是历史罕见的少雨期,连年干旱,且有两次特大干旱发生,第一次发生在1991年6月至1992年5月持续350天,降水量比同期降水量减少 $48\%$ ,属特大干旱,造成二茬作物歉收;第2次发生在1994年7月至1995年8月,持续400天,降水量比同期减少 $51.9\%$ ,又造成一茬作物歉收和二茬作物绝收,加之其它灾害频繁出现,1991年4月20日一次寒潮使长势喜人的小麦歉收,1995年6月2日一场冰雹使小麦落粒 $7.8\%$ ,减产 $10\%$ 左右,粮食生产受到严重威胁。

本区有较好的农业生态气候条件,塬面海拔 $1\ 220\text{m}$ ,气候温和湿润,年均气温 $9.1\text{℃}$ , $\geq 10\text{℃}$ 积温 $3\ 029\text{℃}$ ,热量一年一熟有余,年降水量 $584\text{mm}$ ,季节性分布不匀,7~9月降水量占全年总降水量 $55\%$ ,但由于土层深厚,具有土壤水库效应,不均匀的降水得以转变为较均匀供水,有利于提高降水利用率,土质疏松,匀质、作物根系可分布在 $2\text{m}$ 以下,增大了对养分、水分的吸收。

## 2 不同降水年型小麦产量

我们以小麦生育年(上年7月~第2年6月底)降水量增减在 $10\%$ 以内为常态年,增减超过 $10\%$ 为干旱年、丰水年划分降水年型。冬小麦常态年占 $36.8\%$ ,干旱年占 $29.9\%$ ,丰水年占 $34.2\%$ 。

表1是不同降水年型王东沟试区、长武县小麦产量变化情况。70年代以前,不论干旱年、常态年、丰水年王东沟试区小麦产量皆在 $1\ 500\text{kg}/\text{hm}^2$ 以下,变化范围在 $607.5\sim 1\ 267.5\text{kg}$ ,平均 $882.0\text{kg}$ ,丰水年小麦产量波幅(最高产量与最低产量之比)为 $1.2$ ,常态年为 $1.5$ ,干旱年为 $1.8$ 。70年代(1971~1980年)产量变化范围在 $817.5\sim 1\ 564.5\text{kg}$ 之间,丰水年为 $1.1$ ,常年为 $1.6$ ,干旱年为 $2.2$ ，“六五”期间产量变化范围在 $1\ 950\sim 3\ 217.5\text{kg}$ 之间,波幅为 $1.6$ ；“七五”自试区建立以来不断更新品种,增加肥料投入,特别是大幅度增加化肥投入,小麦产量大幅

度增长,在特大丰水年最高产量出现在 1989 年降水量增加 34.5%,小麦产量为 4 701kg/hm<sup>2</sup>,比所在长武县增长 52.5%,干旱年以 1987 年产量最高为 1 870.5kg/hm<sup>2</sup>;变化范围在 1 870.5~4 701kg 之间波幅为 2.5,“八五”期间王东试区及所在的长武县出现了历史上罕见的高频率大强度干旱,造成 5 季作物大幅度减产或绝收,被列为陕西省旱灾最重的年份。试区小麦产量变化范围在 894kg~4 944kg 之间,5 年平均 3 037.5kg/hm<sup>2</sup>,处历史较高水平。在常态年型的 1993 年 142.2hm<sup>2</sup> 小麦产量为 4 944kg/hm<sup>2</sup>;在世界旱作产量上也是罕见记录。特大干旱年的 1992 年产量 1 536kg/hm<sup>2</sup>。在自民国 18 年以来灾情最重的 1995 年,产量达 894kg/hm<sup>2</sup>,与 70 年代的常态年产量水平相当。在常态降水年份大丰收,特大干旱年份与以前正常年份产量持平,这充分说明长武试区粮食综合丰产能力、综合抗灾能力的增强。除了采用抗旱高肥型新品种外,与 10 年科技攻关大力推广增施肥料,特别是大幅度增施化肥等物质投入,培肥地力等丰产技术措施和加强农业基础设施,改善农业生态环境息息相关。

表 1 不同降水年型降水量与小麦产量关系

I 常态年 (生育年降水量增减在 10%以内)														
项 目	1961	1962	1968	1970	1975	1978	1979	1981	1982	1986	1988	1990	1993	1994
降水量(mm)	554.6	529.6	545.4	542.8	619.0	548.3	536.9	546.7	639.6	599.5	558.3	558.2	616.8	575.9
降水量增减%	-4.9	-9.2	-6.4	-6.9	6.2	6.0	-7.1	-6.2	9.7	2.8	-4.2	-4.2	5.8	-1.2
试区产量(kg/hm <sup>2</sup> )	660	907.5	1012.5	712.5	178.5	1095	1485	1950	2835	2341.5	3132	4179	4944	3930
长武县产量(kg/hm <sup>2</sup> )	757.5	877.5	1012.5	712.5	1957.5	1387.5	1747.5	2182.5	2835	2580	2385	2910	3022.5	2376
试区比所在县增减%	-14.8	3.4	0	0	-9.7	-26.7	-17.7	-11.9	0	-10.2	31.3	43.6	63.6	65.4
II 干旱年 (生育年降水量减少 10%以上)														
项 目	1958	1960	1966	1969	1972	1973	1977	1980	1987	1992	1995			
降水量(mm)	479.4	406.4	390.6	497.6	461.1	400.5	488.9	448.1	480.5	362.2	318.1			
降水量增减%	-17.8	-30.3	-33.0	-14.6	-20.9	-31.3	-16.1	-23.1	-17.6	-37.9	-45.4			
试区产量(kg/hm <sup>2</sup> )	615	825	607.5	1132.5	1057.5	1125.0	832.5	510	1870.5	1536	894.0			
长武县产量(kg/hm <sup>2</sup> )	697.5	832.5	840	1162.5	1057.5	990.0	1245	487.5	1500	969	649.5			
试区比所在县增减%	-13.4	-0.1	-27.6	-2.6	0	13.6	-49.5	4.6	24.7	58.5	37.6			
III 丰水年 (生育年降水量增加 10%以上)														
项 目	1959	1963	1964	1965	1967	1971	1974	1976	1983	1984	1985	1989	1991	
降水量(mm)	682.3	668.2	706.7	732.0	769.2	734	747.6	841.1	735.7	708.3	674.1	784.3	665.5	
降水量增减%	17	14.6	21.2	25.6	31.9	25.9	28.2	44.3	26.2	21.5	15.6	34.5	14.2	
试区产量(kg/hm <sup>2</sup> )	1267.5	1012.5	585	1177.5	960	1597.5	1530	1477.5	3060	3217.5	2100	4701	3885	
长武县产量(kg/hm <sup>2</sup> )	922.5	772.5	547.5	1192.5	1215.0	1785	1702.5	1717.5	2835	2692.5	2190	3082.5	2865	
试区比所在县增减%	37.4	31.1	6.8	-1.3	-26.6	-11.7	-11.3	-16.2	7.9	19.5	-4.3	52.5	35.6	

注:1964 年因小麦锈病发生而减产

### 3 不同降水年型小麦生产对策和措施

#### 3.1 采用丰产、抗旱高肥型新品种

试区所在的长武县冬小麦经历了农家种、引种、自育良种阶段,目前抗旱高肥型品种为主栽品种。表 2 是长武几个主栽小麦品种的产量水平,随之一次品种更新,产量上一个台阶。

表 2 品种演替与产量水平

品 种	五枝麦	钱交麦	702	72-11-4	长武 131
试验年限(年)	1963~1966	1965~1970	1973~1985	1978~1991	1984~1995
平均产量(kg/hm <sup>2</sup> )	1506	3111	3583.5	3820.5	4425

在传统农业生产条件下,其小麦品种是清一色的早薄性品种,随着农业生产条件改善和育种技术发展,早肥型小麦逐渐推广,并出现早肥高产型品种,长武131即属此类型。长武131是长武县农技中心培育的小麦品种,在土壤肥力状况较好情况下,增产显著,在丰水年份,品种优势尤其突出。长武131的示范推广,对试区小麦取得大幅度增产发挥了重要作用。1987年长武131占麦田面积2.3%,1989年占70.4%,1993年占84%,今后几年内仍是主栽品种。长武农技中心新育成的89(1)-3-4早肥高产型品种,性状优于长武131,有希望成为长武131的替代品种。

### 3.2 不同降水年型氮、磷肥效应方程

通过对不同降水年型小麦氮、磷肥效应分析可知,丰水年份当氮肥施用量未达到一定量时,施用磷肥效应差,甚至出现负效应,当氮肥满足时,磷肥效应显著。在常态年、干旱年随氮肥用量提高、磷肥增产效益增大。丰水年份当磷肥施用满足时,加大氮肥投入均有增产作用,肥料报酬率随氮肥用量增加出现递减,干旱年份磷肥施用量比较小时,加大氮肥用量投入投资效益低或无效益。在保证磷肥用量水平下,无论丰水年、常态年、干旱年,施用氮肥其效益显著。

由此可见无论何种降水年份NP配合施用其效应显著,丰水年份更应注意氮肥用量才能发挥磷肥效益。表3是不同降水年型NP化肥效应方程,在丰水年份,保证磷肥用量前提下,增大氮肥用量;常态年份,NP化肥皆可取最佳量施用;干旱年份,更应注意磷肥投入,即丰水年NP比为2.3:1,常年以NP比1.3:1,干旱年NP比为1:1较为适宜,才能充分发挥氮磷肥效应。

表3 不同降水年型氮磷肥效应方程

降水年型	肥底 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/hm <sup>2</sup> )	氮肥效应方程	肥底 N (kg/hm <sup>2</sup> )	磷肥效应方程
丰水年	0	$y=1617+24.51X-1.3347X^2$	0	$y=1616.7-5.43X+0.4333X^2$
	90	$y=1381.95+21.26X-0.5262X^2$	90	$y=3200.4-0.8024X+0.01825X^2$
	180	$y=1575+20.55X-0.4750X^2$	180	$y=3145.5+15.28X-0.7625X^2$
常态年	0	$y=954+24.58X-1.2194X^2$	0	$y=952.5+4.88X-0.3889X^2$
	90	$y=1207.65+27.06X-1.1127X^2$	90	$y=2555.7+8.78X-0.5048X^2$
	180	$y=991.5+29.53X-1.0708X^2$	180	$y=2743.5+14.03X-0.5903X^2$
干旱年	0	$y=1546.5+9.71X-0.5708X^2$	0	$y=1546.5+1.39X-0.0597X^2$
	90	$y=1737.15+20.00X-1.2127X^2$	90	$y=2179.5+11.17X-0.5571X^2$
	180	$y=1668+23.03X-1.3125X^2$	180	$y=2060.85+11.18X-0.5069X^2$

### 3.3 不同降水年型的作物布局

调整作物布局,干旱年份压缩小麦种植面积,扩大大秋和经济作物面积,以秋补夏稳定总产,以经保粮稳定收入。特大干旱年在维持人均食用粮食基本自给情况下,以工副业增加人均收入,增加抗灾能力。

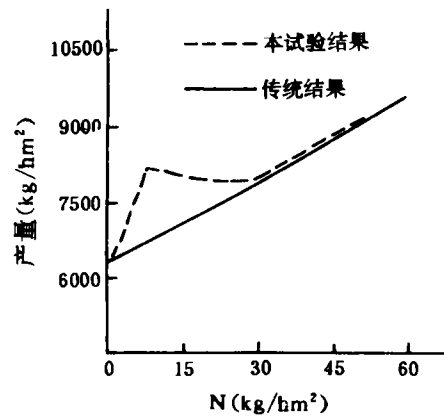
在小麦生产上选好茬口,选择底墒较好烤烟地、瓜菜类等经作地种植小麦。

休闲期抓好蓄水保墒措施、早耕、深耕、疏松土壤、麦草还田、雨后耙磨。

(下转第27页)

图中实线部分。考虑上述氮肥低用量点氮肥效应曲线见图中虚线部分。

从附图看出,低用量氮肥效应曲线,本试验结果与传统看法是不一致的。在 $0\sim 30.00\text{ N kg/hm}^2$ 范围内,春玉米氮肥效应曲线不是平缓上升,而是表现为 $0\sim 7.50\text{ N kg/hm}^2$ 段急剧上升, $7.50\sim 30.00\text{ N kg/hm}^2$ 段低微回落或相对稳定。这可能与玉米属氮素敏感且为 $C_4$ 作物有关。真正原因,还有待进一步研究。



附图 本试验与传统氮肥效应曲线比较

### 3 小结

(1)氮肥对春玉米的增产潜力很大。正常降水年份,玉米产量每 $\text{hm}^2$ 实现 $15\text{t}$ 粮的可能性是存在的,用一元二次方程模拟结果得知,正常降水年份,氮的最高产量施肥量约为 $403\text{kg/hm}^2$ 。

(2)施极少量的氮肥,不但能够促进玉米的生长发育,增加产量,而且能够改善品质,取得显著的经济效益。

(3)氮用量在 $0\sim 30.00\text{kg/hm}^2$ 范围内,产量曲线有一个峰值出现,与传统看法有所不同。

### 参 考 文 献

- 1 彭琳.黄土旱塬粮食高产记录及其启示.国土开发与整治,1993,(1)
- 2 张锡梅等.黄土高原主要粮食作物高产农艺措施最佳组合方案的研究.《土地资源及生产力研究》,北京:科学技术文献出版社,1991,69~77
- 3 陈伦寿,李仁岗主编.农田施肥原理与实践.北京:农业出版社,1984,29~34
- 4 潘瑞炽,董愚得编.植物生理学.北京:高等教育出版社,1984,102~105,107~111

(上接第5页)

### 3.4 适时播种

根据多年播种期试验,常态年适宜播期为9月15日~22日,当夏季降雨增加或减少 $80\text{mm}$ 时,播期相应提前或推后 $2\sim 3$ 天。干旱年份推迟播期,并减少播量,以 $225\sim 240$ 万基本苗/ $\text{hm}^2$ 为宜,控制群体,减少无效率对水分、养分的消耗;丰水年提前播期,减小播量,保持合理的群体越冬。

### 4 几点建议

(1)在不同降水年型选用小麦丰产抗灾技术措施,可使常态年丰收,干旱年少减产。

(2)除采用相同旱作丰产措施外,不同降水年型小麦丰产抗灾措施差异主要在品种选择、控制播期和播量以及氮磷化肥配比及施用量上,丰水年份在满足磷肥用量基础上加大氮肥投入量,常态年份氮磷化肥最佳量配合施用,播种期采用适宜播期,播量采用适宜播量。干旱年份推迟播期,减少播量加大磷肥用量,适当减少氮肥用量,氮磷比以 $1:1$ 较为适宜。