

# 旱塬特大干旱年冬小麦肥效的异常性分析

党廷辉 彭琳 戴鸣钧

中国科学院  
水利部 西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100

## 提 要

该文通过对比分析表明:特大干旱年份,磷肥肥效显著,氮肥肥效受抑。与一般年份截然相反。造成这种异常的原因,与氮、磷的生理特性及吸收机理密切相关。

关键词: 旱塬 特大干旱年 冬小麦 肥效的异常性

## Analysis on Unusual Property of Fertilization Effect upon Winter Wheat on Aridplain in the Worst Drought Year

Dang Tinghui Peng Li Dai Mingjun

(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation, Academia Sinica and  
Ministry of Water Resources, Yangling Shaanxi, 712100)

## Abstract

On the basis of analysis and contrast, It was showed that efficiency of phosphorus fertilization was very good but that of nitrogen fertilizer was limited in the worst drought years, which is completely different from that of general years. The unusual property of fertilization effect upon winter wheat closely related to N and P specific physiology characteristics and mechanism of N and P absorption.

**Key words** aridplain the worst drought year winter wheat unusual property of fertilization effect

长武县1991年7月至1992年遭受六十年一遇的特大干旱,小麦播前底墒加生育期降水仅为358.7mm(1991年7月至1992年6月),比历年同期平均降水减少38.6%。冬小麦生长发育受到严重影响,全县小麦平均亩产为64.6kg,比前三年平均产量减少67.3%。这种特殊的气候条件,化肥肥效也表现出异常性。

## 一、试验概况

1984年,我们在长武县十里铺塬地,布设了长期肥料试验,截至1992年底,已获得了8年的试验资料。试验包括两个部分:

1. 试验一。设ck、M、N、P、NP、NPM、(ck为对照、M为有机肥5t/亩、N为4kg/亩、P(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)为4kg/亩、6个处理、重复3次、共设18个小区,小区面积0.1亩,顺序排列。

2. 试验二。方案见表1,设17个处理,重复3次,共51个区,小区面积0.033亩,顺序排列。

表1 试验方案

编 号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
因子水平 (kg/亩)	N	0	0	0	3	3	3	6	6	6	6	6	9	9	9	12	12	12
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	6	12	3	6	9	0	3	6	9	12	3	6	9	0	6	12

表2 1992年与前7年平均产量结果比较

处理	产量 (kg/亩)	增产量 (kg/亩)	增产率 (%)	产量 (kg/亩)	增产量 (kg/亩)	增产率 (kg/亩)
CK	67.0	0	0	117.4	0	0
M	128.6	61.9	91.9	171.3	53.9	45.9
N	24.1	-42.9	-64.0	165.2	47.8	40.7
P	93.4	26.4	39.4	117.4	0	0
NP	95.8	28.8	43.0	234.7	117.3	99.9
NPM	102.1	35.1	52.4	292.2	174.8	148.9
备注	特大干旱年			前7年平均		

然而,1992年,单施N肥,每亩减产42.9kg,增产率为-64.0%;单施P肥,则每亩增产26.4kg,增产率为39.4%。单施N由前7年的增产转为减产,单施P肥由前7年的平产转为增产。

然而,M、NP、NPM处理,在特大旱年,亦表现出明显的增产作用。不同的是,M处理的增产率高过NPM处理的增产率,这可能与N肥效果不佳有关。

2. 氮肥—产量效应。单施N肥减产。然而在不同的磷肥基础上,氮肥随用量的增加,肥效又有何变化呢?

由表3可知,无论是P<sub>0</sub>、P<sub>6</sub>,还是P<sub>12</sub>条件下,特大干旱年份,施氮肥的产量及增产效果均比前7年平均结果低很多,氮肥肥效受到极大抑制。从图1来看,氮肥用量在试验范围内(0~12kg/亩)。除P<sub>0</sub>时,氮肥表现减产外,P<sub>6</sub>、P<sub>12</sub>条件下,氮肥均表现增产。但在此用量范围内,氮肥——产量曲线已出现峰值。而一般年份,三种条件下,产量曲线一直表现上升势头,未显示高峰。

从氮肥效应方程:

$$1992年 P_0时 \quad y = 64.79 + 10.19x - 0.8198x^2$$

$$P_{12}时 \quad y = 64.30 + 10.70x - 0.7528x^2$$

$$前7年 P_0时 \quad y = 113.47 + 22.83x - 0.8310x^2$$

$$P_{12}时 \quad y = 116.47 + 24.08x - 0.8347x^2$$

一次项系数也可看出,同一磷肥用量下,特大干旱年氮肥肥效远远低于前7年平均结果。从方程计算出最高产量施肥量:P<sub>6</sub>条件下,1992年为6.21kg/亩,一般年为13.74kg/亩;P<sub>12</sub>条件下,1992年为

供试土壤为黑垆土,作物为冬小麦(131)。有机肥为牛粪,氮肥为尿素,磷肥为过磷酸钙,肥料均于播前一次施入。

## 二、试验结果与分析

### (一)特大干旱年肥料效应的异常性

1. 肥料—产量效应。由表2可以看出,特大干旱的1992年,纯施N、纯施P、肥料效应表现出十分明显的异常。前7年结果,单施N肥,平均每亩增产47.8kg,增产率为40.7%;单施P肥,平均每亩不增产,增产率为

表3 1992年与前7年氮肥肥效比较

处 理	肥底 N(kg/亩)	1992年结果			前7年平均结果		
		产量 (kg/亩)	增产量 (kg/亩)	增产率 (%)	产量 (kg/亩)	增产量 (kg/亩)	增产率 (%)
P <sub>0</sub>	0	46.4	0	0	115.0	0	0
	6	37.0	-9.4	-20.3	198.6	83.6	72.7
	12	42.6	-3.8	-8.2	201.6	86.6	75.3
P <sub>6</sub>	0	62.5	0	0	109.7	0	0
	3	91.9	29.4	47.0	183.5	73.8	67.3
	6	98.5	36.0	57.6	215.9	106.2	96.8
	9	83.4	20.9	33.4	248.8	139.1	126.8
	12	72.0	9.5	15.2	270.0	160.3	146.1
P <sub>12</sub>	0	64.4	0	0	116.5	0	0
	6	101.4	37.0	57.5	230.9	114.4	98.2
	12	84.3	19.9	30.9	285.2	168.7	144.8
备 注		1992年结果			前7年平均结果		

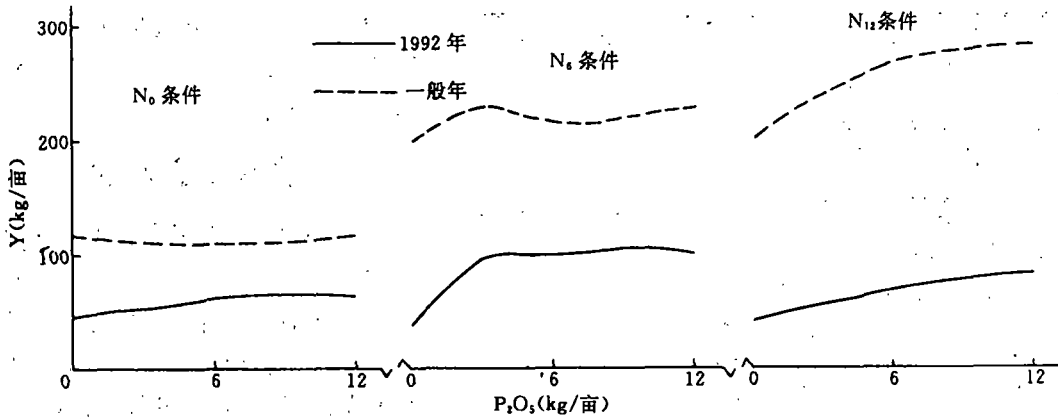


图1 不同磷肥基础上氮肥效应曲线

7. 11kg/亩, 一般年为14. 42kg/亩。经济最佳施肥量:  $P_0$ 条件下, 1992年为4. 66kg/亩, 一般年为

表4 1992年与前7年磷肥肥效比较

处 理	肥底 $P_2O_5$ (kg/亩)	1992年结果			前7年平均结果		
		产量 (kg/亩)	增产量 (kg/亩)	增产率 (%)	产量 (kg/亩)	增产量 (kg/亩)	增产率 (%)
$N_0$	0	46.4	0	0	115.0	0	0
	6	62.5	16.1	34.7	109.7	-5.3	-4.6
	12	64.4	18.0	38.8	116.5	1.5	1.3
$N_6$	0	37.0	0	0	198.6	0	0
	3	95.7	58.7	158.6	229.5	30.6	15.6
	6	98.5	61.5	166.2	215.9	17.3	8.7
	9	103.2	66.2	178.9	221.8	23.2	11.7
	12	101.4	64.4	174.1	230.9	32.3	16.3
$N_{12}$	0	42.6	0	0	201.6	0	0
	6	72.0	29.4	69.0	270.0	68.4	33.9
	12	84.3	41.7	97.9	285.2	83.6	41.5
备 注		1992年结果			前7年平均结果		

12. 20kg/亩;  $P_{12}$ 条件下, 1992年为5. 41kg/亩, 一般年为12. 90 kg/亩。特大干旱年份, 最高产量施氮量和经济最佳施肥量均比一般年份低200%。

3. 磷肥—产量效应。由表4看出, 特大干旱年份, 各种氮肥基础上, 磷肥均表现增产效果。尽管其产量整体上比一般年低很多, 但磷肥的增产率较一般年份高几倍到十几倍。

从图2看, 特大干旱年份,  $N_0$ 、 $N_6$ 、 $N_{12}$ 条件下,  $P_2O_5$ 用量在

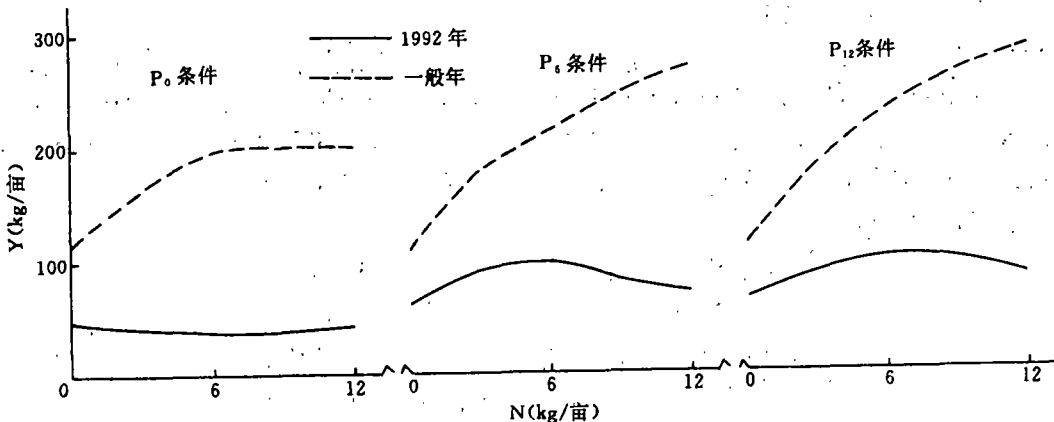


图2 不同氮肥基础上磷肥效应曲线

0~12kg/亩范围内, 产量均随磷肥用量的增加而增加。而一般年份, 在低氮条件下,  $N_0$ 、 $N_6$ 时, 磷肥

无效或效果不显著,且无规律性。由此可知,磷肥在特大干旱年,增产效果是肯定的,而且是十分显著的。但其肥效大小受氮用量的影响,当氮肥用量过低或过高时,则肥效降低。

在特大干旱年份,3种供氮条件下,磷肥的效应方程为

$$N_0: y = 46.38 + 3.87x - 0.1972x^2$$

$$N_6: y = 42.86 + 15.89x - 0.9452x^2$$

$$N_{12}: y = 42.60 + 6.33x - 0.2375x^2$$

从方程计算得,最高产量及经济最佳施磷量为: $N_0$ 时,9.81kg/亩、2.46kg/亩; $N_6$ 时,8.41kg/亩,6.87kg/亩; $N_{12}$ 时,13.32kg/亩、7.22kg/亩。

前7年结果,在 $N_0$ 、 $N_6$ 时,磷肥施用效果不大,且无规律性,因而就无法求得合理施肥量。这有待今后进一步探讨。但在 $N_{12}$ 时,磷肥效应仍表现抛物线型,其效应方程为

$$y = 201.62 + 15.83x - 0.7389x^2$$

求得最高产量及经济最佳施磷量为10.71kg/亩和8.75kg/亩。特大干旱年比一般年份,峰值拖后出现,磷肥肥效提高。

## (二)特大干旱年肥效异常性分析

### 1. 产量结构因子分析。

由表5表明:在特大干旱年份,单施N减产的直接原因是小麦分蘖、亩穗数和千粒重比对照明显降低,说明土壤湿度降低到一定程度,单施N将大幅度降低亩穗数和千粒重。与N处理相反,单

表5 1992年不同施肥处理的产量结构

处理	基本苗 (万/亩)	分蘖 (个/株)	亩穗数 (万/亩)	穗粒数 (粒/穗)	千粒重 (g)
CK	14.7	2.54	15.1	11.8	43.0
M	13.5	4.68	18.5	17.2	49.0
N	13.6	2.13	8.1	12.9	39.0
P	14.0	3.47	16.4	18.8	47.0
NP	14.3	5.44	14.2	17.2	45.0
NPM	14.0	6.03	14.9	16.5	47.0

施P表现增产,是由于小麦分蘖、亩穗数、穗粒数和千粒重均比对照增加很多。同时说明干旱年施P增加小麦产量构成因子是十分显著的。

### 2. 氮、磷生理作用与吸收机理分析。

资料表明:磷能提高原生质胶体的水合程度与细胞的充水性,使其维持在胶体状态,并增加原生质的粘性

与弹性,这就增加了原生质对局部脱水和过热的抵抗能力。同时,施用磷肥能促进根系发育,使根能伸入到较深的湿润土层中吸收水分,从而减轻干旱的危险。从我们对种、收土壤湿度的监测结果,也证明了这一点。另外,P素以接触吸附吸收为主,其移动性小,受土壤水分影响不大。磷促进根系发育,也为养分吸收创造了有利条件。

然而,氮则缺乏磷的上述生理特性,它以离子交换吸收为主,它在土壤中的移动、吸收受水分影响较大。当土壤水分极度亏缺时,利用率降低,肥效延缓,贪青晚熟,甚至根系局部 $NH_4^+-N$ 浓度过高,影响根系发育,不利于小麦的正常生长,导致减产薄收。