

# 不同水肥组合对玉米水分利用效率及经济效益的影响

邓长贺, 王孟雪, 王 宁  
(黑龙江八一农垦大学植物科技学院, 大庆 163319)

**摘要:** 对不同肥水组合的玉米水分利用效率及经济效益进行了研究。结果表明: 高肥低水的水分利用效率最低, 经济效益差; 高肥中水、低肥高水组合的水分利用效率较高, 其中低肥高水经济效益最高; 中肥中水条件下可获得较低投入的最佳效益, 但产量较低; 高肥中水的水分利用效率最高, 是高产节水的最佳组合, 经济效益大, 是实现玉米节水高产的重要环节。

**关键词:** 肥水组合; 产量; 水分利用效率; 经济效益

中图分类号: S513.062      文献标识码: A      文章编号: 1002-2767(2008)03-0063-03

## Effects of Different Water and Fertilizer Group on Water Use Efficiency and Economic Benefit in Maize

DENG Chang-he, WANG Meng-xue, WANG Ning  
(Plant Science and Technology College of Heilongjiang August First Land Reclamation University, Daqing 163319)

**Abstract:** The effects of water use efficiency and economic benefit of maize under different water and fertilizer groups have been studied. The results showed: the water use efficiencies under high fertilizer-low water was lowest and economic benefit was lower; the water use efficiencies under high fertilizer-middle water, low fertilizer-high water were higher and economic benefit of the latter was the highest; it could be get the best benefit of lower devotion under middle fertilizer-middle water, but the yield was lower; the water use efficiency of high fertilizer-middle water was the best and economic benefit was higher; it was the best coordination that obtaining high yield and saving water, it was most important link that realized super high yield under high fertilizer-middle water.

**Key words:** water and fertilizer group; yield; water use efficiency; economic benefit

提高作物水分利用效率, 降低耗水系数, 增加经济效益, 是节水灌溉研究的核心, 历来倍受重视。玉米是比较耐旱的作物, 但对干旱有一定的适应范围,

如何提高玉米水分利用效率, 达到高产、高效、经济用水是亟待解决的重要课题。生产实践证明, 影响玉米水分利用效率的因素很多, 施肥量、灌水量及品种、地力等均是重要的影响因子。本试验就不同肥水组合对玉米水分利用效率的影响进行研究, 为大庆地区玉米高产高效, 合理运筹肥水提供理论依据。

源的利用与保护等关键技术上取得重大突破。有选择地引进国内外先进的土壤资源利用经验, 加速推广和利用。提高农民的科技素质, 更好地开发利用紫色土土壤资源。

**参考文献:**

[1] 邓白罗. 紫色土的特性、改良措施及经济林栽培技术[J]. 经济林研究, 2004, 22(4): 23-27.

[2] 林文莲. 福建省紫色土地区水土流失及其防治[J]. 福建水土保持, 1998(7): 24-27.

[3] 中国科学院成都分院土壤研究室. 中国紫色土(上篇)[M]. 北京: 科学出版社, 1994: 1-277.

[4] 戴运兴, 许平贵, 邹智华等. 紫色丘岗区水土流失严重地被恢复技术研究[J]. 中南林学院学报, 1995, 15(2): 184-189.

[5] 周东雄, 陈善治, 邱学军. 紫色土流失区造林技术[J]. 福建林业科技, 1993, 20(2): 50-54.

[6] 朱波, 马志勤, 张先婉. 旱地自然免耕技术对土壤肥力的影响[J]. 西南农业学报, 1996, 9(3): 94-99.

[7] 邓白罗, 谭振辉. 紫色土经济林栽培技术[J]. 山地学报, 2003, 21(2): 201-209.

## 1 材料与方法

试验在黑龙江八一农垦大学试验基地进行, 该区位于黑龙江省大庆市高新技术产业开发区内, 地理坐标为: E125°11', N46°37'。土壤类型为碳酸盐黑钙土, 土壤物理性质良好, 黑土层厚度≥30 cm, 土壤 pH 在 8.0 以下。田间持水量为 33.3%。试验区常年地下水位在 5 m 以下, 对作物生长基本没有影响。

该区地处黑龙江第二积温带, 年有效积温 3 000℃; 年平均气温 5.0℃, 无霜期 140 d; 年最高气温 34.6℃, 最低气温-34℃; 年平均降雨量 440 mm; 全年降雨量 60%~70%集中在 6~8 月; 土壤解冻时间为 4 月中旬; 早霜出现最早日为 9 月 26 日, 最晚日为 10 月 26 日, 5 月初晚霜结束, 年平均 5 级以上大风日数 100 d 左右, 多集中在 4~5 月。

试验基地在 2003 年建成投入使用后, 2004~2006 年连续三年都遇到了比较严重的春旱, 特别在 2006 年 4.5 月经历了长时间的干旱少雨天气, 而此时正值作物播种、出苗的关键期, 给作物的长势造成了严重的阻碍。

土壤田间持水量为 33.3%, 容重为 1.25 g·cm<sup>-3</sup>, 前茬大豆。试验设置施肥量和灌水量二因素, 每因素 3 水平, 2 次重复。施肥量设高肥、中肥、低肥, 定量施用。灌水量设高水、中水、低水, 水表控制, 坐水播种, 设计处理见表 1。供试品种为垦粘 1 号, 生育期 120 d 左右, 5 月 1 日前后播种, 种植密度为 39 000 株·hm<sup>-2</sup>。各处理耗水量按播前全层土壤含水量+灌水量-收获期全层土壤含水量求得, 收获期小区计产, 所得数据进行统计分析。

表 1 试验设计处理

处理	施肥量(N 肥)	坐水量/ m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup>	肥水组合
	种肥+追肥		
N <sub>A</sub>	0	0	低肥低水
N <sub>B</sub>	240	0	高肥低水
N <sub>C</sub>	0	120.0	低肥高水
N <sub>D</sub>	104.22	52.5	中肥中水
N <sub>E</sub>	240	84.0	高肥中水
N <sub>F</sub>	167.33	120.0	中肥高水

注: 磷肥采用过磷酸钙, 钾肥采用 KCl, 均为底肥施用。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同肥水组合产量构成比较

由表 2 看出, 3 种肥量水平下籽粒产量均随灌水量的递增而增加。表明增加坐水量可提高肥效, 有利于玉米产量的提高。但不同肥量水平水量递增的效应不同, 低肥条件下, 水量不同导致差异也比较显著。从不同肥水组合的产量构成看, 肥多水多产量性状优, 肥少水多也有好的产量, 高肥低水严重减

产(见图 1)。

表 2 不同肥水组合产量构成比较

肥水组合	穗粒数	千粒重 /g	生物产量 /kg·hm <sup>-2</sup>	籽粒产量 /kg·hm <sup>-2</sup>	经济 系数
N <sub>B</sub> 高肥低水	523	1382	5792	2201	0.38
N <sub>E</sub> 高肥中水	543	1763	8115	3733	0.46
N <sub>F</sub> 中肥高水	594	2083	8107	3648	0.45
N <sub>D</sub> 中肥中水	471	1369	6712	2752	0.41
N <sub>C</sub> 低肥高水	659	1612	9370	4404	0.47
N <sub>A</sub> 低肥低水	511	1195	6390	2556	0.40

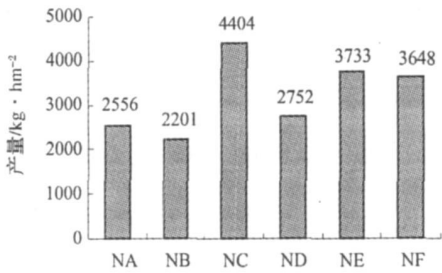


图 1 不同水肥组合下的产量

### 2.2 不同肥水组合水分利用效率的比较

由表 3 可以看出, 耗水量主要受水量的影响, 与坐水量呈正相关( $r=0.804$ ), 施肥量对耗水量亦有促进作用, 但其影响强度低于水的影响, 施肥量对耗水量的促进主要是通过促进植株营养体扩大, 蒸腾量增加所致。籽粒产量随耗水量递增有所增加, 这种趋势在高肥条件下明显, 而在低、中肥量条件下不明显。因此, 从高产角度分析, 增加施肥量, 促进耗水量对籽粒产量有明显正效应。比较不同肥水组合籽粒产量的水分利用效率可以看出, 高肥低水的水分利用效率最低, 仅为 5.6, 而高肥中水、低肥高水组合的水分利用效率较高。因此, 可以认为, 高肥中水是高产的最佳组合。

表 3 不同肥水组合耗水量及水分利用效率的比较

肥水组合	耗水量	籽粒产量 /kg·hm <sup>-2</sup>	水分利用效率 /kg·hm <sup>-2</sup> ·mm <sup>-1</sup>
N <sub>B</sub> 高肥低水	392.87	2201	5.60
N <sub>E</sub> 高肥中水	454.01	3733	8.22
N <sub>F</sub> 中肥高水	479.62	3648	7.61
N <sub>D</sub> 中肥中水	443.92	2752	6.20
N <sub>C</sub> 低肥高水	541.53	4404	8.13
N <sub>A</sub> 低肥低水	377.63	2556	6.77

### 2.3 不同肥水组合的经济效益分析

某一肥水组合效应的优劣, 不能仅用产量高低来衡量, 而要对经济效益做出综合评价, 选取籽粒产量、水分生产率 and 耗水量作评判因素, 建立评判矩阵, 并取各行最大值为 1, 分别求出该行各元素与它的比值, 则评判矩阵为:

M <sub>3×6</sub> =	高肥		中肥		低肥		籽粒产量/kg·hm <sup>-2</sup> 水分生产率/kg·hm <sup>-2</sup> ·mm <sup>-1</sup> 耗水量/mm
	N <sub>B</sub>	N <sub>E</sub>	N <sub>F</sub>	N <sub>D</sub>	N <sub>C</sub>	N <sub>A</sub>	
	2201	3733	3648	2752	4404	2556	
	5.60	8.20	7.61	6.20	8.13	6.77	
	392.87	454.01	479.62	443.92	541.53	377.63	
=	0.50	0.85	0.83	0.62	1.00	0.58	
	0.68	1.00	0.93	0.75	0.99	0.82	
	0.73	0.84	0.89	0.82	1.00	0.70	

上述因素在评判中的作用, 取决于它们的权重, 确定权重的原则按照各因素所有权的平均值, 分别计算其经济价值, 籽粒价格按 0.8 元·kg<sup>-1</sup>, 耗水量按灌水花费折合为 0.7 元·mm<sup>-1</sup>, 水分生产率按籽粒价值的 1/2 计算, 权重矩阵为:

L<sub>1×3</sub> =  $\begin{vmatrix} 3216 \times 0.8 & 3216 \times 0.8 \times 0.5 & 448 \times 0.7 \\ 2513 & 1286 & 314 \end{vmatrix}$

由于耗水量为支出项, 应取负值, 则:  
L<sub>1×3</sub> =  $\begin{vmatrix} 2513 & 1286 & -314 \end{vmatrix}$   
施肥量支出按市场价格计算为 2.48 元·kg<sup>-1</sup>。将 L<sub>1×3</sub> 和 M<sub>3×6</sub> 相乘, 扣除施肥量支出项, 得综合评判结果为:

L<sub>1×3</sub> × M<sub>3×6</sub> =  $\begin{vmatrix} \text{高肥} & \text{中肥} & \text{低肥} \\ \text{N}_B & \text{N}_E & \text{N}_F & \text{N}_D & \text{N}_C & \text{N}_A \\ 1307 & 2563 & 2587 & 2006 & 3472 & 2292 \end{vmatrix}$

从评判结果可以看出, 低肥高水经济效益最高; 中肥中水可获得较低投入条件下的最佳效益; 高肥低水条件下的效益最低。

### 3 讨论

水分利用效率的高低决定于耗水量和产量。降低耗水量或增加产量均可提高水分利用效率。从本研究的结果看, 在大庆地区, 水是影响产量及经济效益的主要因子。因此, 可以在较低肥量下, 增大灌溉量而获得较高产量。当灌水的成本较大时, 中等肥

量与中等水量的组合也可以有较低的投入获得较高产量。从高产高效目标出发, 增加灌水量可获得高产。从节水的目标出发, 增大肥量减少水量可有效地提高水分利用效率, 但必须考虑其最大效益值。

经济效益取决于投入和产出量, 在肥量较大时, 也应加大水量, 达到以水促肥的效果。低肥高水适用于地力、肥力较高的地块, 此时可适当减少肥量, 降低投入增加水量。高肥中水是高产、高水分利用效率的肥水组合, 是实现玉米节水高产的重要技术环节。

#### 参考文献:

[ 1 ] 罗金耀. 节水灌溉理论与技术[ M ]. 武汉: 武汉大学出版社, 2003: 19-21.  
[ 2 ] 马耀光, 张保军, 罗志成. 旱地农业节水技术[ M ]. 北京: 化学工业出版社, 2004.  
[ 3 ] 东先旺, 刘树堂, 陶世荣. 不同肥水组合对夏玉米水分利用效率及经济效益的影响[ J ]. 华北农学报, 2000, 15(1): 81-85.  
[ 4 ] 李凤英, 黄占斌, 山仑. 夏玉米水分利用效率的时空变化规律研究[ J ]. 西北植物学报, 2000, 20(6): 1010-1015.  
[ 5 ] 樊荣峰. 大豆和玉米光合速率、光能利用率对光强响应特征的差异性分析[ J ]. 中国农学通报, 2006, 22(12): 117-122.  
[ 6 ] PLAUT Z. Sensitivity of crop plants to water stress at specific developmental stages; Reevaluation of experimental findings [ J ]. Lsrael J. of Plant Sci., 1995, 43: 99-111.  
[ 7 ] 杨晓光, 沈彦俊, 于沪宁. 夏玉米群体水分利用效率影响因素分析[ J ]. 西北植物学报, 1999, 19(6): 148-153.  
[ 8 ] 邢维芹, 王林权, 李生秀. 非充分灌溉下夏玉米的水肥空间耦合效应研究[ J ]. 陕西农业科学, 2001(3): 1-3.

### 养猪增重有诀窍

- 1 喂铜 在肉猪育肥期添加微量元素铜, 可明显增加猪的体重, 并抑制某些病菌对猪侵害, 保障猪的健康生长。在加拌抗生素的饲料中, 适量加铜元素, 可使猪日增重提高 6.7%, 饲料利用率提高 2%~5%。
- 2 给猪“搬家” 试验表明, 给育肥猪换圈, 可使猪增加食欲, 多上膘, 生长加快。但换圈不宜过勤, 以每月一次为宜。圈的大小、形式要基本相同。每组猪群不要任意调换或掺入新猪, 否则猪群会感到不安, 甚至相互咬头。
- 3 喂维生素 从仔猪断奶的第三天起, 在给母猪喂食时添加 200 mg 维生素 E 和 400 g 胡萝卜, 到母猪发情时, 将这两种添加剂的数量减少 50%, 喂至怀孕后 21 d 为止。采用这种方法, 可使母猪产仔数增加 21.9%, 而且母猪、仔猪体质强壮, 仔猪成活率高。
- 4 喂小苏打 将小苏打加到缺乏赖氨酸的猪饲料内, 可弥补赖氨酸的不足, 有利于粗纤维的消化吸收, 使猪长肉多, 增重快。
- 5 喂糖精 用适量糖精喂猪增重效果好。方法是: 在每 kg 配合饲料中加 0.05 g 糖精, 饲喂时先将糖精溶于水中再拌入饲料中, 可使猪的采食量增加, 日增重可提高 7%。每增重 100 kg 毛猪, 饲料消耗和成本分别下降 4.8% 和 3.5%。
- 6 喂柠檬酸 在猪饲料中添加柠檬酸, 能增加饲料的适口性, 改善猪对营养物质的消化吸收能力, 提高饲料的转化率。在每 kg 饲料中添加 30 g 柠檬酸, 可使猪从日增重 189 g 提高到 216 g。这种方法最适合饲养体重在 5~10 kg 的断奶猪。
- 7 喂甲酸钙 在仔猪断奶后几周饲料中添 1.5 g 甲酸钙, 可使仔猪的生长速度提高 12% 以上, 饲料转化率提高 4%, 并能减少仔猪的发病率。
- 8 喂含氧汽水 用含氧汽水喂养断奶小猪, 每隔 5 d 给断奶小猪饮用 1 次, 小猪日可增重 200~250 g。其中含氧汽水就是在普通的饮水中加入一定比例的氧气, 通常是 1 L 水中注 1 L 氧。如能在汽水中加些催肥剂之类的添加剂, 效果更好。