

# 不同水肥处理对玉米生长指标影响

——以鄂托克旗为例

左海维<sup>1,2</sup> 李彬<sup>1,2,3</sup> 赵健军<sup>1,2</sup> 高远<sup>1,2,3</sup> 李卫平<sup>1</sup>

1 内蒙古科技大学 2 内蒙古自治区农牧业科学院 3 内蒙古宇龙工程建设监理有限公司

DOI:10.12238/as.v8i6.3084

**[摘要]** 在全球气候变化和水资源日益紧缺的大背景下,农业生产面临着严峻挑战。在此背景下,本文聚焦于鄂托克旗的玉米灌溉制度研究。本实验共设置3组不同灌水处理,以 $220\text{m}^3/667\text{m}^2$ 为基准,上下浮动20%设计低水和高水,即低水 $176\text{m}^3/667\text{m}^2$ ,高水 $264\text{m}^3/667\text{m}^2$ 。另设3种不同肥料处理,以 $45\text{kg}/667\text{m}^2$ 为基准,上下浮动20%设计低肥和高肥。控水要素与控肥要素两两结合,共9种不同处理,另外增设高水无肥处理。以鄂托克旗玉米灌溉制度研究为目标,收集了玉米种植区域玉米各项生长指标及生物量产量等多源数据。对不同水肥处理下的玉米各项生长指标进行分析,明确不同水肥环境因子下对玉米生长的影响。

**[关键词]** 鄂尔多斯高原; 水肥一体化; TK601

**中图分类号:** S365 **文献标识码:** A

The influence of different water and fertilizer treatments on the growth indicators of corn

——Take E'toqi Banner as an example

Haiwei Zuo<sup>1,2</sup> Bin Li<sup>1,2,3</sup> Jianjun Zhao<sup>1,2</sup> Yuan Gao<sup>1,2,3</sup> Weiping Li<sup>1</sup>

1 Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou

2 Inner Mongolia Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Hohhot,

3 Inner Mongolia Gu Yulong Engineering Construction Supervision Co., LTD.

**[Abstract]** Against the backdrop of global climate change and increasing water scarcity, agricultural production is facing severe challenges. In this context, this paper focuses on the research on maize irrigation system in Etoke Banner. In this experiment, three groups of different irrigation treatments were set up, with  $220\text{m}^3/667\text{m}^2$  as the benchmark, and the design of low water and high water was 20% up and down, that is, low water was  $176\text{m}^3/667\text{m}^2$  and high water was  $264\text{m}^3/667\text{m}^2$ . In addition, there are 3 different fertilizer treatments, based on  $45\text{kg}/667\text{m}^2$ , and the design of low fertilizer and high fertilizer is designed by 20%. The water control elements and fertilizer control elements were combined in pairs, with a total of 9 different treatments, and high water and no fertilizer treatment were added. With the goal of studying the maize irrigation system in Etoke Banner, multi-source data such as maize growth indexes and biomass yield in maize planting areas were collected. The growth indexes of maize under different water and fertilizer treatments were analyzed, and the effects of different water and fertilizer environmental factors on maize growth were clarified.

**[Key words]** Ordos Plateau; water fertilizer integration; TK601

水资源是农业生产中不可或缺的重要因素,而农业又是用水总量中的最大消耗行业。我国农业灌溉长期以来存在利用效率低下的问题,主要原因在于灌溉设备简陋、系统不配套、智能化程度不高,造成了大量水资源浪费<sup>[1]</sup>。施肥方面仍以传统方式为主,化肥消耗量大而利用率偏低,进一步加重了资源浪费与环

境污染<sup>[2]</sup>。玉米作为全球种植最广泛的三大粮食作物之一,兼具粮食、饲料与工业原料等多重功能,被誉为“谷物女王”<sup>[3]</sup>。其种植面积广、耗水量大,优化玉米灌溉制度,不仅关系到粮食产量和农民收益,也对提高农业水资源利用效率、推动农业绿色发展具有重要意义。传统灌溉施肥方式往往存在水分和养分供给

不平衡、利用效率低下、环境负面效应显著等问题,尤其在玉米等需水需肥较高的作物生产中问题更加突出<sup>[4-5]</sup>。推广水肥一体化技术成为解决上述问题的有效途径。水肥一体化技术通过现代化灌溉设备将可溶性肥料随水同步输送至作物根区,能够实现“以水促肥、以肥调水”的耦合效应,具有节水节肥、省工省时、提高作物产量和品质等多重优势。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验区概况

试验区位于鄂尔多斯市鄂托克旗乌兰镇内蒙古草绿农业科技发展有限责任公司科技创新基地,年日照时数3000h,平均海拔1800m,年降水量250mm,年蒸发量3000mm,降水量主要集中在7-9月,无霜期122d。土壤类型为沙质壤土。

#### 1.2 试验设计

本研究通过田间试验探究灌水与施肥对玉米生长及产量的影响。采用无膜浅埋滴灌技术,设置3种灌水梯度高水264m<sup>3</sup>/667m<sup>2</sup>、中水220m<sup>3</sup>/667m<sup>2</sup>、低水176m<sup>3</sup>/667m<sup>2</sup>和3种施肥梯度高肥54kg/667m<sup>2</sup>、中肥45kg/667m<sup>2</sup>、低肥36kg/667m<sup>2</sup>两两结合,共9个处理,另设高水无肥对照处理。试验监测株高、叶面积、叶绿素、生物量及产量等指标。

#### 1.3 测量项目及方法

株高:每小区选3株代表性样本,测量各时期株高取平均值。

叶绿素:每小区选3株代表性样本,用叶绿素仪测量各时期叶片叶绿素含量取平均值。

叶面积:每小区选3株代表性样本,测量所有叶片的最大长度和最大宽度,采用长、宽乘积计算单株叶面积。

生物量:各时期每小区取3株玉米,分器官杀青烘干至恒重,测定单株地上部干物质累积量。

产量:采用对角线三点取样法,每小区3点×5m行采收测单穗鲜重,取10穗测定籽粒鲜重并按14%标准含水量折算干产。

### 2 不同水肥处理对玉米生长指标的影响

#### 2.1 不同水肥处理对玉米株高影响

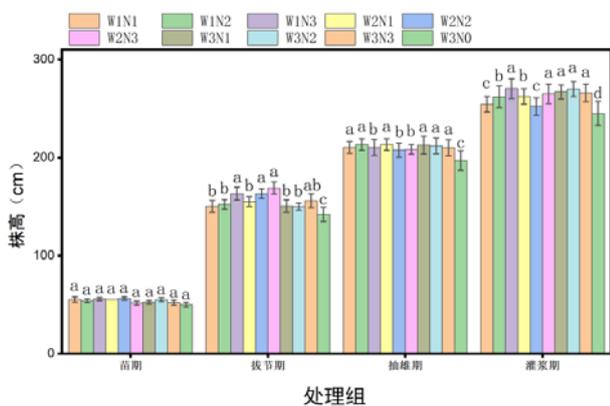


图2.1 作物株高指标

玉米生长发育受水肥条件影响显著,合理的水肥管理可以

提高玉米产量和品质,而株高是反映玉米生长状况的重要指标之一。<sup>[6]</sup>图2.1为玉米不同水肥处理下株高变化情况,玉米生长趋势基本一致,均趋于S型,在拔节期生长较快,到抽穗期和灌浆期增速放缓。由苗期至拔节期株高的增长速度最快,增幅达到194.01%。拔节期至抽穗期株高增长速率有所下降,平均增幅为33.7%。灌浆期是作物生长的关键阶段,平均增幅为23.92%,W2N3组在这一阶段的株高表现较为突出,接近300cm,与W1N3、W3N1、W3N2、W3N3差异不显著。

#### 2.2 不同水肥处理对玉米叶面积及叶绿素影响

玉米的叶面积是衡量作物群体生长状况的关键指标,叶面积的大小直接影响作物的光合作用、蒸腾作用、呼吸作用等生理过程,以及植物与环境之间的物质和能量交换。<sup>[7]</sup>

根据图2.2可知,玉米苗期的平均叶面积为789.78mm<sup>2</sup>,各组团间差异差距不大,这个阶段玉米主要专注于根的生长,地上部分叶片生长发育缓慢。由苗期至拔节期叶面积大幅增加,达到468.84%。抽穗期的平均叶面积为4963.78mm<sup>2</sup>,较拔节期叶面积有所增加,但增幅减小,为31.02%。抽穗期的叶面积增幅较小,作物的生长重点逐渐从叶片扩展转向茎秆的伸长和穗部的分化,此时光合作用的需求量有所减少。灌浆期生长重点转向穗部的发育,主要的营养和水分供应用于果穗的生长和粒重的增加,从而再次放缓叶面积的增幅,仅为24.65%,但叶面积平均值达到了6187.36mm<sup>2</sup>。

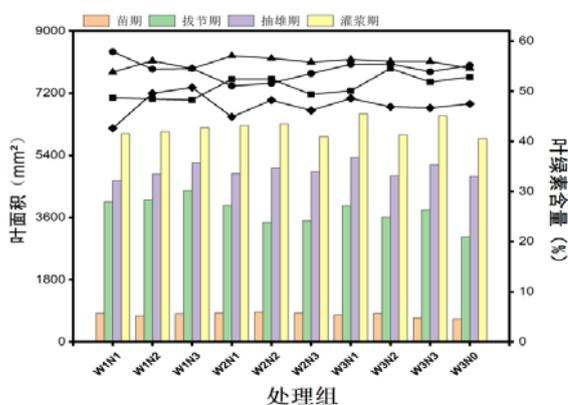


图2.2 作物叶面积及叶绿素含量变化图

#### 2.3 不同水肥处理对玉米生物量影响

图2.3-图2.6为玉米灌浆期与成熟期鲜重与干重情况,根据不同水肥处理下玉米地上生物量的分析,水肥条件对玉米的生物量积累有显著影响。由图可知,不同水肥处理下的玉米地上生物量均呈逐渐增加的趋势。在低水低肥条件下,玉米的生物量积累受限,W2N3处理组地上生物量明显增加,增幅达60%,中水灌溉和较高施肥量下,作物获得了更好的生长条件,促进生物量的积累。W3N2和W3N3组的地上生物量相较略低。总的来说,低水限制生物量增长,高水抑制生物量增长,中水高肥为最优生物量积累组合。

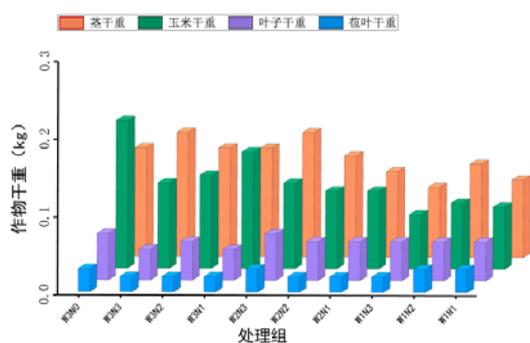


图2.3玉米灌浆期干重变化图

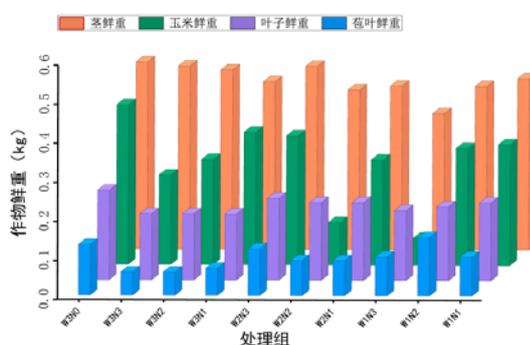


图2.4玉米灌浆期鲜重变化图

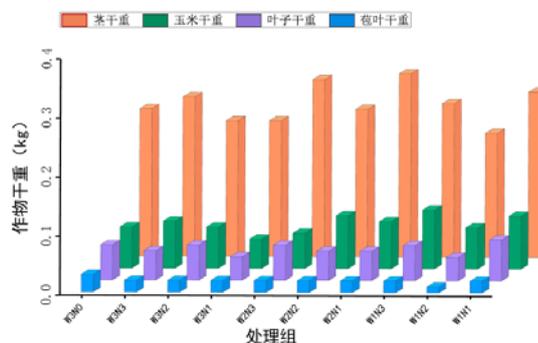


图2.5玉米成熟期干重变化图

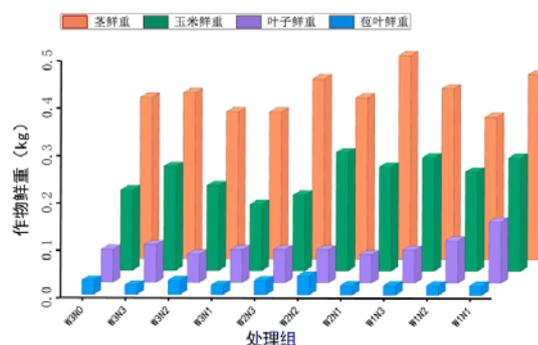
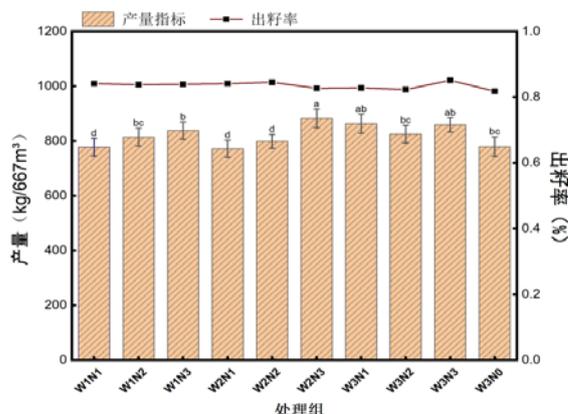


图2.6玉米成熟期鲜重变化图

2.4不同水肥处理对玉米出籽率及产量影响

在玉米的生产过程中,水肥管理对作物的生长和产量具有至关重要的影响。<sup>[8]</sup>图2.7为玉米出籽率及产量的变化趋势。每个处理组下的玉米出籽率差距不大,均在1000左右。在低水条件下,产量随施肥量增加而提升,W1N2比W1N1增产4.78%,W1N3比W1N2增产2.87%,增产效应显著,但增幅递减,表明低水下增肥可改善生长条件。中水灌溉条件下,增产效果更显著,W2N2比W2N1增产3.53%,W2N3较W2N2增产10.44%,说明中水下高肥能显著优化水肥协同效应,大幅提升产量。高水灌溉条件下,增产效应减弱甚至下降,W3N2比W3N1下降4.37%,W3N3比W3N2下降0.51%,过量水肥可能导致生长失衡,抑制产量提升。



2.7玉米出籽率及产量变化图

3 结论

不同水肥处理下玉米苗期的株高、叶面积、叶绿素差距不大,该时期植株主要为根系发育阶段,地上部分生长发育缓慢。植株生长发育主要发生在拔节期、抽雄期,拔节期生长速率最大,至抽雄期与灌浆期增长速率放缓,即拔节期、灌浆期、抽雄期主要为玉米地上部分生长发育阶段,这几个时期适量增加玉米水肥供给有利于植株生长。在相同灌水定额下,玉米株高茎粗等生长指标随着施肥量增加而增加N3>N2>N1。在相同肥料处理下,水分管理呈现W2>W1>W3,随着灌水量增加,植株生长速率先上升再下降。通过产量对比分析,在低水和中水条件下,适量增加施肥量能够显著提高产量,但在高水条件下,过量施肥和灌溉可能导致作物生长的失衡,从而影响产量,W2N3组合在产量上的表现最为优异。

【基金项目】

内蒙古自治区“科技兴蒙”行动重点专项(KJXM2020001-06);国家重点研发计划课题(2016YFC0400305)。

【参考文献】

- [1]沈莹莹,张绍强,吉晔.我国农业灌溉用水量统计方法的确定及工作开展情况[J].中国农村水利水电,2016(11):3.
- [2]高阳,申孝军,杨林林,等.不同水氮处理对玉米-大豆间作群体内作物光能截获、竞争和利用的影响[J].生态学报,2015,35(3):8.

[3] 邹剑秋, 朱凯, 杨镇, 等. 高产, 优质, 多抗, 食用型高粱杂交种辽杂25号选育报告[J]. 辽宁农业科学, 2007(1): 2.

[4] 王宜伦, 刘天学, 赵鹏, 等. 施氮量对超高产夏玉米产量与氮素吸收及土壤硝态氮的影响[J]. 中国农业科学, 2013, 46(12): 2483-2491.

[5] 高洪军, 彭畅, 张秀芝, 等. 长期不同施肥对东北黑土区玉米产量稳定性的影响[J]. 中国农业科学, 2015, 48(23): 10.

[6] 孙占祥, 孙文涛. 水肥互作对玉米生长发育及产量的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2005, 36(3): 4.

[7] 丁宗江. 干旱沙区可降解膜覆盖下滴灌农田水氮互作效

应及灌溉制度优化[D]. 内蒙古农业大学[2025-06-19].

[8] 周元刚. 不同受旱条件下冬小麦和夏玉米冠层光截获特征研究[D]. 西北农林科技大学, 2016.

#### 作者简介:

左海维(1998--), 男, 河北承德人, 硕士研究生, 研究方向为节水灌溉理论与新技术。

#### \*通讯作者:

李卫平(1968--), 男, 陕西神木人, 教授, 博士, 主要从事湖泊水环境演变和水生态修复研究。