

半干旱区不同补灌水量对玉米产量及水分利用效率的影响

冯艳春¹, 黄日², 李雪花³, 张丽华^{1*}, 郑金玉^{1*}

(1. 吉林省农业科学院, 长春 130033; 2. 安图县明月镇农业技术推广站, 吉林 安图 133600; 3. 图们市月晴镇农业技术推广站, 吉林 图们 133102)

摘要:为了探讨半干旱区玉米增产水分高效的最佳补水灌溉制度,在半干旱区洮南市进行补水灌溉试验,试验设4个量级灌水定额(10、20、30、40 mm),灌水方式为膜下滴灌,以当地常规无膜沟灌50 mm为对照。结果表明,与沟灌50 mm相比,玉米产量和水分利用效率膜下滴灌40 mm显著提高,而膜下滴灌30 mm水分利用效率显著提高,产量却无显著差异。所以,吉林省西部半干旱区生育期间补水灌溉40 mm×3次效果最佳。

关键词:半干旱区; 灌溉制度; 玉米产量; 水分利用效率

中图分类号: S513

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2020)06-0005-03

Effect of Different Supplementary Irrigation Water on Maize Yield and WUE in Semi-arid Area

FENG Yanchun¹, HUANG Ri², LI Xuehua³, ZHANG Lihua^{1*}, ZHENG Jinyu^{1*}

(1. Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033; 2. Agricultural Technology Promotion Station of Mingyue Town, Antu 133600; 3. Agricultural technology promotion Station of Yueqing Town, Tumen 133102, China)

Abstract: In order to investigate the optimal irrigation system for maize to increase yield and water content, four levels of irrigation quota (10, 20, 30, 40 mm) were investigated in Taonan City, a semi-arid area. The irrigation method was film drip irrigation, but 50 mm groove irrigation was taken as control. The irrigation mode was drip irrigation under the film, and the local conventional furrow irrigation without film was used as the control. The results showed that compared with furrow irrigation of 50 mm, the yield and WUE of corn under drip irrigation under film of 40 mm were significantly increased, while the WUE of 30 mm under drip irrigation under film was significantly increased without significant difference in yield. Therefore, the best effect is to irrigate 40 mm×3 times during the growth period in the semi-arid area of western Jilin Province.

Key words: Semi-arid areas; Irrigation schedule; Maize yield; WUE

玉米是我国主要粮食作物,吉林玉米播种面积和总产量分别占全国12%和15%左右,而吉林省半干旱区玉米播种面积占全省30%以上^[1],该区域春季干旱多风,夏季高温少雨,十年九旱,≥10℃的年活动积温2 900~3 200℃·d,年蒸发量1 500~

1 900 mm^[2],年平均降水量300~400 mm,且时空分布不均,春播及生育期间缺水已成常态,严重影响玉米产量,一般年份也可减产玉米20%~30%^[3]。水资源短缺已成为半干旱区玉米生产的首要限制因子。补水灌溉是当地农业生产的重要环节,尤其是春季播种时,补灌种床水是玉米正常出苗的关键,而补灌方式多为小白龙沟灌,造成水资源严重浪费。前人研究节水灌溉和膜下滴灌技术多针对不同节水灌溉方式对玉米耗水规律、需水量、产量、水分利用效率等的影响和试验地区玉米的灌溉制度^[4-13],有关吉林省西部半干旱区灌水量或灌溉制度的研究较少。本试验研究半干旱区不同补灌水量对玉米产量及水分利用效率的影响,以期在当地玉米节水灌溉提供理论指导和技术支撑。

收稿日期: 2019-04-06

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFD0300605); 国家玉米产业体系项目(Cars-02-42); 公益性行业(农业)科研专项(201503116-05)

作者简介: 冯艳春(1971-),女,副研究员,硕士,从事玉米耕作与栽培研究。

通讯作者: 张丽华,女,硕士,研究员, E-mail: zhanglh_3161@163.com
郑金玉,男,硕士,研究员, E-mail: zhengjinyu741216@163.com

1 材料与方 法

试验地点:吉林省洮南市洮福乡万福村。

自然环境:试验区属温带大陆性季风气候,年平均温度4~6℃。年平均降水量为400 mm左右,年蒸发量1 700~1 800 mm,无霜期140~150 d,≥10℃积温在2 800℃·d以上,属于半干旱类型区。土壤为淡黑钙土,有机质含量低,保水保肥能力差。春

季多大风少雨,十年九旱。

试验设计:供试玉米品种先玉335,种植密度6.5万株/hm²。以农民常规灌溉方式无膜沟灌50 mm为对照,试验处理采用膜下滴灌,灌水定额设为10、20、30、40 mm,共4个处理,在玉米生长发育过程中土壤含水率低于土壤水分控制下限指标时进行补水灌溉(表1)。生育期间灌水3次。小区面积50 m²,3次重复,随机排列。

表1 不同生育时期的土壤水分下限控制标准

生育阶段	苗期-拔节期	拔节期-抽雄期	抽雄期-灌浆期	灌浆期-成熟期
土壤湿度(%)	65	70	75	70

研究方法:采用质量烘干法测定各生育时期0~100 cm土壤含水量,调查植株形态指标、单株干物质积累量及产量指标,利用DPSv 7.05进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同灌水量对玉米生物量积累的影响

表2 不同灌溉处理的玉米生物量积累情况

灌水定额(mm)	10	20	30	40	50
单株叶面积(cm ²)	540.6cB	1 366.3aA	1 337.5aA	1 393.5aA	848.2bB
单株干物重(g)	4.09b	9.74a	10.32a	10.47a	5.99b

玉米拔节期调查单株叶面积和单株干物质积累量,结果见表2。由表2可知,膜下滴灌20~40 mm玉米单株叶面积和单株干物重均(极)显著高于沟灌50 mm和滴灌10 mm,且沟灌50 mm叶面积显著高于滴灌10 mm,而滴灌20~40 mm间玉米叶面积和单株生物量差异均不显著。

2.2 不同灌水量对玉米穗部性状的影响

由表3可知,玉米有效穗长灌水40 mm显著高于灌水10 mm和50 mm,与20~30 mm灌水量间无显著性差异;秃尖长灌水定额20 mm和40 mm最短,其次为灌水30 mm和10 mm,灌水50

mm秃尖最长,且3个量级间均达到差异极显著水平;穗粒数灌水40 mm显著高于灌水10~20 mm和50 mm,与灌水30 mm差异不显著;百粒重各处理间无显著性差异;灌水20~50 mm较灌水10 mm可极显著提高出籽率。

表3 不同灌溉处理的玉米穗部性状变化

灌水定额(mm)	10	20	30	40	50
有效穗长(cm)	17.4b	17.9ab	17.9ab	19.2a	17.3b
秃尖长(cm)	1.8bB	1.5cC	1.8bB	1.5cC	2.1aA
穗粒数	559b	562b	577ab	591a	559b
百粒重(14%水)(g)	34.1a	34.6a	34.0a	34.5a	34.9a
出籽率(%)	76.0bB	83.7aA	84.1aA	82.6aA	83.2aA

2.3 玉米产量对灌水量的响应

由图1可知,在膜下滴灌10~40 mm区间,玉米产量随灌水量的增加而增加,灌水40 mm时产量达到峰值,无膜沟灌50 mm产量下降。灌水40 mm玉米产量显著高于膜下滴灌30 mm和无膜沟灌50 mm,极显著高于膜下滴灌10~20 mm;无膜

沟灌50 mm与膜下滴灌20~30 mm间玉米产量差异不显著,却极显著高于滴灌10 mm。

2.4 不同灌水量对土壤含水率的影响

由表4可知,土壤含水率玉米苗期灌水40~50 mm>20~30 mm>10 mm,且达到显著水平;成熟期滴灌40 mm极显著高于10 mm,沟灌50 mm与

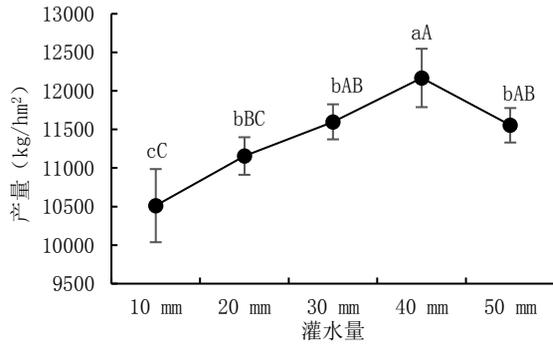


图1 不同补灌水量对玉米产量的影响

滴灌 10 ~ 40 mm 间土壤含水率差异不显著。

2.5 不同灌水量的水分利用效率

由图2可见,膜下滴灌4个量级间的水分利用

效率无显著性差异,却极显著高于常规灌溉(无膜沟灌 50 mm)。

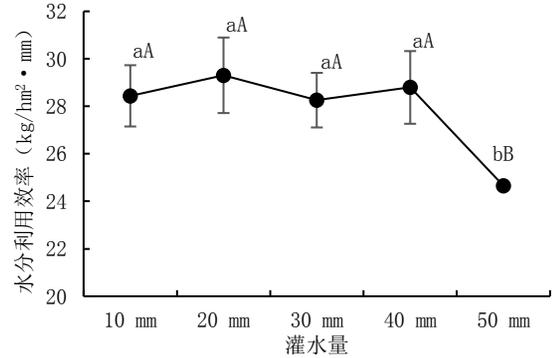


图2 不同灌水量的水分利用效率

表4 玉米苗期和成熟期土壤含水率

灌水定额 (mm)	10	20	30	40	50
苗期土壤含水率 (%)	14.54cB	15.85bA	15.85bA	16.74aA	16.72aA
成熟期土壤含水率 (%)	14.11bB	15.31abAB	15.35abAB	16.51aA	15.48abAB

3 结 论

3.1 膜下滴灌 40 mm 的玉米生物量较其它处理积累速度快、积累量多,收获时玉米穗长最长、秃尖最短、穗粒数最多,从而获得最高产量。与 40 mm 相比膜下滴灌 30 mm 和无膜沟灌 50 mm 的秃尖长显著增加,有效穗长和穗粒数降低;玉米产量滴灌 30 mm 和沟灌 50 mm 较滴灌 40 mm 显著降低,而滴灌 30 mm 和沟灌 50 mm 间产量差异不显著。

3.2 膜下滴灌 40 mm 苗期土壤含水率显著高于膜下滴灌 30 mm。高的土壤含水量能够给玉米生长发育提供较充足的水分供应,从而获得高的玉米产量,而沟灌 50 mm 虽然含水率高,但因无覆盖保墒,地表蒸发量大,植株吸收利用率低,致使穗粒数显著减少,影响玉米产量的提高。

3.3 膜下滴灌各量级水分利用效率均极显著高于无膜沟灌 50 mm,说明覆膜可以减少地表水分蒸发,提高水分利用效率。

在吉林省西部半干旱区,生育期内降雨量 292 mm(当地气象部门提供数据)条件下,膜下滴灌 40 mm×3 次抗旱增产效果最佳。

参考文献:

[1] 赵炳南,朱风文,杨威,等.吉林省西部半干旱区玉米灌溉现状分析及对策[J].吉林农业科学,2010,35(6):8-10,

15.
[2] 李 闯,刘吉平.基于 GIS 技术的吉林省西部农业生态安全预警系统设计[J].安徽农业科学,2011,39(16):9980-9981.
[3] 黄荣辉,杜振彩.全球变暖背景下中国旱涝气候灾害的演变特征及趋势[J].自然杂志,2010,32(4):187-195.
[4] 刘玉涛,王宇先,郑丽华,等.旱地玉米节水灌溉方式的研究[J].黑龙江农业科学,2011(10):16-17.
[5] 郭相平,孙景生.玉米节水灌溉技术及其研究进展[J].玉米科学,2000,8(1):60-62,90.
[6] 刘战东,肖俊夫,刘祖贵,等.膜下滴灌不同灌水处理对玉米形态、耗水量及产量的影响[J].灌溉排水学报,2011,30(3):60-64.
[7] 郑利均,贾 彪,何海兵,等.膜下滴灌制种玉米需水量与需水规律的研究[J].新疆农业科学,2013,50(11):2000-2005.
[8] 郭松年,张 芮.膜下调亏滴灌对制种玉米耗水规律及产量的影响[J].灌溉排水学报,2009,28(3):31-34.
[9] 张 芮,成自勇.调亏对膜下滴灌制种玉米产量及水分利用效率的影响[J].华南农业大学学报,2009,30(4):98-101.
[10] 刘玉洁,李援农,潘 韬,等.不同灌溉制度对覆膜春玉米的耗水规律及产量的影响[J].干旱地区农业研究,2009,27(6):67-72.
[11] 张建保,周立华,孟 超,等.覆膜玉米节水灌溉制度试验研究[J].宁夏农林科技,2008(3):39-41.
[12] 栾英颖,郑德春,张国君.吉林省黑土资源现状及治理对策[J].东北农业科学,2018,43(5):41-42.
[13] 刘文明.基于农户角度的吉林省耕地可持续利用分析[J].东北农业科学,2018,43(3):39-42.

(责任编辑:刘洪霞)