

控制性交替灌溉对玉米生长发育的影响

李彩霞^{1,2}, 陈晓飞^{1*}, 殷春燕³, 王铁良¹, 杨国范¹

(1. 沈阳农业大学水利学院, 辽宁 沈阳 110161; 2. 中国农业科学院农田灌溉研究所, 河南 新乡 453003; 3. 山东省利津县农业局, 山东 利津 257400)

摘 要: 在沈阳地区潮棕壤土上, 采用蒸渗仪对不同控制性交替灌溉处理下玉米生长发育、产量和水分生产效率进行分析。结果表明, 控制性交替灌溉抑制了玉米地上部分生长, 处理 2(控制隔沟交替灌水, 灌水定额为 2/3M)的产量最高, 比处理 1(均匀灌水, 灌水定额为 M)增产 4.8%, 节水 13.3%, 处理 3(控制隔沟交替灌水, 灌水定额为 1/2M)最节水但产量最低, 确定处理 2(2/3M)为最优灌溉制度。

关键词: 控制性交替灌溉; 玉米; 生长发育; 水分生产效率; 灌溉制度
中图分类号: S275.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)05-0081-03

近年来我国的一些学者通过室内和田间实验对玉米等大田作物进行了控制性交替灌溉技术的试验研究^[1~4], 并在西北地区对已经成熟的内容进行了推广应用, 但是, 在东北地区这方面的研究尚处于空白阶段。因此本研究拟对沈阳地区玉米不同控制性交替灌溉制度下的生长状况和水分利用情况等进行研究, 找出适合当地条件的玉米优化控制性交替灌溉制度, 为该技术在沈阳乃至东北地区的推广和应用提供理论依据。

1 材料与方法

试验于 2005 年 5 月在沈阳农业大学试验场进行。试验区位于北纬 41°44', 东经 123°27', 海拔 44.7

m, 土质为潮棕壤土, 耕作层平均土壤容重为 1.38 g/cm³, 田间持水率为 35.8 cm³/cm³, 凋萎系数为 0.24 cm³/cm³, 试验期平均地下水埋深为 4.8 m。

试验采用有底蒸渗仪进行, 每个蒸渗仪的面积 1.2 m×1.0 m, 深为 1 m。有移动式防雨棚。供试作物为玉米, 玉米品种为沈玉 17, 5 月 18 日播种, 生育期 130 d。种植规格为行距 60 cm, 株距 40 cm。作物的主要根系层的水分控制下限为田间持水率的 67%, 主要根系层深度(表示为 h)在玉米拔节期以前为 0.4 m, 拔节~抽雄期为 0.6 m, 抽雄期以后为 0.8 m, 当主要根系层深度内垄的含水率达到控制下限时开始灌水。

控制灌溉试验设计如表 1。

表 1 不同处理下各生育阶段的灌水定额(mm)
Table 1 Experiment design of controlled alternate irrigation

生育阶段及灌溉次数 Growth period and irrigation times	处理 1(M) Treatment 1	处理 2(2/3M) Treatment 2	处理 3(1/2M) Treatment 3
	均匀灌水 Uniform irrigation	控制隔沟交替灌水 Controlled furrow alternate irrigation	控制隔沟交替灌水 Controlled furrow alternate irrigation
拔节前 Before shooting(mm)	47	32	24
拔节~抽雄 Shooting~tasseling(mm)	71	47	35
抽雄后 After tasseling(mm)	83	55	41
灌水次数 Irrigation times(次)	6	7	7
重复次数 Repetition	3	3	3

表中处理 1 为均匀灌水区, 即沟沟灌水, 处理 2 和处理 3 为隔沟交替灌水, 处理 1~3 的灌水定额用关系量分别表示为 M、2/3M 和 1/2M。均匀灌水为

每次在各沟均匀灌水; 隔沟交替灌水为首次灌水的沟, 下次使其干燥, 首次干燥的沟, 下次灌水湿润, 以后这样反复交替进行。

收稿日期: 2006-03-27
基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40272102)
作者简介: 李彩霞(1978—), 女, 蒙古族, 硕士, 研究方向为水土环境与生态工程。E-mail: gylx0944@sina.com
* 通讯作者: 陈晓飞(1964—), 女, 博士后, 博士生导师, E-mail: chenxiao20302@vip.163.com
(C)1994-2025 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1.2 试验观测项目

1.2.1 作物生长状况的测定 作物生育期观测及生长状况:在玉米进入三叶期后,开始进行基部茎粗、株高、叶面积和黄叶数的观测,每次在每个处理选取具代表性的三株测定,最后取平均值。以后观测选取固定植株。

1.2.2 灌浆进程测定 灌浆期在各处理选定株高、抽穗期及穗位高度一致的穗株作为待测植株,每隔 4 d 测定 1 次,每次在同一株玉米雌穗上相同部位取 10 粒玉米籽粒,在烤箱中烘干(80℃)后测定 10 粒重。

表 2 不同试验处理玉米的基部茎周长、株高(cm)和叶面积指数的变化

Table 2 Variation of stem basal diameter, plant height and leaf area of corn under different treatments

试验处理 Treatment		日 期(月—日)					Date(m—d)			
		06—06	06—14	06—20	06—27	07—03	07—16	07—24	08—08	08—27
处理 3(1/2M) Treatment 3	茎粗 Stem diameter	2.30	3.80	7.48	9.47	10.60	10.61	10.70	10.75	10.80
	株高 Plant height	13.20	27.90	61.88	73.43	89.70	176.40	249.60	259.70	260.70
	LAI	0.06	0.39	0.90	2.15	3.41	5.83	6.40	6.60	6.71
处理 2(2/3M) Treatment 2	茎粗 Stem diameter	2.30	3.85	6.87	9.20	11.10	11.20	11.30	11.40	11.40
	株高 Plant height	13.20	28.27	59.30	81.97	92.60	181.60	255.00	263.80	266.00
	LAI	0.06	0.33	0.86	2.13	3.31	6.32	6.54	6.71	6.93
处理 1(M) Treatment 1	茎粗 Stem diameter	2.30	4.03	6.23	9.97	11.03	11.10	11.10	11.20	11.20
	株高 Plant height	13.20	28.33	58.77	72.00	88.80	190.20	258.00	264.60	270.70
	LAI	0.06	0.29	0.68	2.06	3.16	6.42	6.72	7.08	7.10

注:LAI 为叶面积指数。Note: LAI means leaf area index.

2.2 控制性交替隔沟灌对玉米叶片衰老的影响

表 3 的结果可以看出,由于水分胁迫使玉米的营养生长受到抑制,处理 2(2/3M)到成熟期的黄叶

数最少,生育期相应延迟,对叶面积的生长起到促进的作用。处理 3 的玉米黄叶数最多,生长后期的黄叶数急剧增加,超过了处理 1(M)。

2 结果与分析

2.1 控制性交替灌溉对玉米的茎粗、株高和叶片生长的影响

由表 2 的结果可以看出,在玉米的营养生长期(7 月 3 日以前),基部茎粗、株高和叶面积的生长很快,营养期以后,表中各项的值变化很小。到成熟期,处理 2(2/3M)的茎周长最大,处理 3(1/2M)最小;处理 1(M)的植株最高,叶面积最大。

表 3 不同水分处理对玉米生育期叶片衰老的影响

Table 3 Effect of water treatments on leaf decrepitude during growth period of corn

试验处理 Treatment	单株黄叶数(片) Number of yellow leaves per plant						
	7 月 27 日 Jul. 27	8 月 8 日 Aug. 8	8 月 18 日 Aug. 18	8 月 28 日 Aug. 28	9 月 9 日 Sep. 9	9 月 19 日 Sep. 19	9 月 28 日 Sep. 28
处理 1(M) Treatment 1	2.2	3.0	3.9	5.2	6.1	7.9	8.6
处理 2(2/3M) Treatment 2	2.3	3.2	3.9	4.9	5.9	7.7	8.0
处理 3(1/2M) Treatment 3	2.7	3.4	4.0	4.8	5.5	7.7	8.9

2.3 控制性交替灌溉对玉米灌浆进程的影响

由表 4 可得,处理 1、处理 2 和处理 3 在生育期内的平均灌浆速度分别为 0.097、0.092 和 0.091 g/d。

2.4 控制性交替灌溉对玉米产量和水分生产率影响

为了评价控制性交替沟灌的节水效果,对水分

消耗与产出的关系进行了研究,水分生产效率指标是一个合适的评价参数^[4]。表 5 给出了不同处理下玉米的灌溉水分生产效率(WUEI)和总的水分生产效率(WUEET)。

表 4 不同试验处理对玉米灌浆进程(g/10 粒)的影响

Table 4 Effect of treatments on milk-filling process of corn (g/10 grains)

试验处理 Treatment	日期(月-日) Date(m-d)								
	08—08	08—13	08—18	08—23	08—27	08—31	09—06	09—14	09—24
处理 1(M) Treatment 1	0.083	0.327	0.710	1.391	1.953	2.458	2.966	3.445	3.925
处理 2(2/3M) Treatment 2	0.061	0.264	0.671	1.319	1.883	2.305	2.765	3.299	3.932
处理 3(1/2M) Treatment 3	0.075	0.304	0.755	1.333	1.916	2.334	2.915	3.505	3.699

表 5 不同控制灌溉方式下的玉米水分生产效率

Table 5 Water use efficiency of corn under different irrigation modes

试验处理 Treatment	产量(kg/hm ²) Yield	灌水量(mm) Irrigation capacity	灌溉水分生产效率 WUEI(kg/m ³)	耗水量(mm) Water consumption	总水分生产效率 WUEET(kg/m ³)
处理 3(1/2M) Treatment 3	8466.4	311.0	2.72	317.8	2.66
处理 2(2/3M) Treatment 2	9599.7	376.6	2.55	379.6	2.53
处理 1(M) Treatment 1	9156.0	434.6	2.11	442.1	2.07

从表 5 中可以看出,均匀沟灌的灌水量和耗水量都大于交替沟灌。交替沟灌的 WUEI 和 WUEET 均大于均匀沟灌。从灌水量和耗水量的量化角度来看,处理 2 的产量最高,比处理 1 增产 4.8%;以处理 1 为对照,处理 2 和处理 3 的灌水量分别减小了 13.3%和 32.8%,耗水量分别降低了 14.1%和 28.1%。

3 讨 论

可见,对于交替灌溉,适当的水分胁迫(处理 2),会增加茎粗,利于壮苗,但是过分胁迫(处理 3)会使茎粗减小,对壮苗不利且影响玉米的生长发育;而且过分胁迫也对株高和叶面积生长起抑制的作用,叶面积的减小是作物减少蒸腾、防御干旱的一种

方式,但同时叶面积的减小也是产量下降的一个主要因素,保证作物群体有一定合理的叶面积是实现作物节水获得高产的关键。处理 2(2/3M)的产量和水分生产效率都最高,实现了节水和增产的双重目标,处理 2 为最优灌溉设计。

参 考 文 献:

[1] 康绍忠.控制性交替灌溉——一种新的农田节水调控思路[J].干旱地区农业研究,1997,15(1):1—6.

[2] 康绍忠.控制性作物根系分区交替灌溉的理论与试验[J].水利学报,2001,(11):80—86.

[3] 孙景生.控制性交替灌溉技术的研究进展[J].农业工程学报,2001,17(4):1—5.

[4] 孙景生.交替隔沟灌溉提高农田水分利用效率的节水机理[J].水利学报,2002(3):64—68.

Effect of controlled alternate irrigation on growth of corn

LI Cai-xia^{1,2}, CHEN Xiao-fei¹, YIN Chun-yan³, WANG Tie-liang¹, YANG Guo-fan¹

(1. College of Water Conservancy, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China; 2. Institute of Farmland Irrigation, Xinxiang, Henan 453003, China; 3. Lijin Bureau of Agriculture, Lijin, Shandong 257400, China)

Abstract: The lysimeter was adopted to investigate growth, yield and water use efficiency of corn on aquic brown soil in Shenyang under different treatments of controlled alternate irrigation. The results indicated that controlled irrigation restrained the growth of overground part of corn effectively. Compared with treatment 1 (irrigation quota: M), treatment 2 (irrigation quota: 2/3M) increased yield by 4.8%, and decreased water consumption by 13.3%; treatment 3 (irrigation quota: 1/2M) consumed the least water and its yield was also the lowest. Therefore, treatment 2 was determined as the optimal irrigation system.

Keywords: controlled alternate irrigation; corn; growth; water use efficiency; irrigation system