

# 激光平地膜上灌溉量和灌溉频率 对洋葱耗水量和产量的影响

魏野畴, 李娟, 韩建峰, 张付平, 王雅婷, 符崇梅

(甘肃省酒泉市农业科学研究院, 甘肃 酒泉 735000)

**摘要:** 在激光平地的基础上, 进行了灌溉量和灌溉频率对地膜洋葱耗水量和产量影响的裂区试验。结果表明, 洋葱产量随灌溉量的增加而下降, 最佳灌溉量为 420 mm, 产量达  $1.26 \times 10^5 \sim 1.31 \times 10^5$  kg/hm<sup>2</sup>, 比灌溉量 840 mm 的处理增产了 4.1%~4.8%, 节水率达 50%。洋葱生育期灌水 7 次的较灌水 14 次的产量为高。随着灌溉定额的减小, 洋葱耗水量也减小, 但相应的产量逐渐增大, 水分利用效率较高。洋葱需水量呈抛物线形变化, 即生长前期、后期小, 中期大, 该规律与土壤水分变化相一致。

**关键词:** 激光平地; 灌溉量; 灌溉频率; 洋葱; 产量

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2012)06-0030-04

中图分类号: S633.2, S275

## Effects of Irrigation Amount and Frequency on Water Consumption and Yield of Mulched Onion on Land Graded with Laser Guidance

WEI Ye-chou, LI Juan, HAN Jian-feng, ZHANG Fu-ping, WANG Ya-ting, FU Chong-mei

(Jiuquan Agricultural Sciences Research Academy, Jiuquan, Gansu 735000, China)

**Abstract:** Split plot design experiments were conducted to study the effects of irrigation amount and timing on onion water consumption and yield on lands graded with laser guidance. The results showed that the yield decreased with increasing water, the yield of the optimal irrigation amount(420 mm) varied between 12.6 and 13.1 ten thousand kg/hm<sup>2</sup>, 4.1%~4.8% higher than the treatments with irrigation amount of 840 mm. This indicated a water-saving rate of 50%. The onion yield with 7 times irrigations was higher than that with 14 times. With the irrigation quota decreased, the onion water consumption was also reduced, while the corresponding yield increased and the efficiency of water was improved. The onion water requirements showed a parabola trend, i. e., low in the early and final growth stages and high in the middle growth stage, which was consistent with soil moisture variations.

**Keywords:** laser land grading technology; irrigation amount; irrigation frequency; onion; yield

全球 95% 的灌溉面积采用地面灌溉技术。农田表面平整状况是影响农田灌溉效率与效果的关键因素。农田不平整可导致灌溉水被浪费, 作物的抗倒、抗病虫能力降低而减产。改善农田表面状况, 可以提高灌溉水利用率和作物产量<sup>[1]</sup>。激光平地技术是目前世界上最先进的土地精细平整技术<sup>[2]</sup>。酒泉市洋葱年种植面积约  $7.0 \times 10^3$  hm<sup>2</sup>。洋葱生育期灌水 6~8 次, 多则达 12 次, 灌水量 700~1 000 mm。然而, 酒泉市降水少(36.8~176 mm), 蒸发强烈(2 148

~3 140 mm)。水资源紧缺已成为制约当地经济社会发展的瓶颈<sup>[3]</sup>。目前国内学者对膜上灌玉米、棉花等作物需水量、水分利用效率、土壤水分变化和产量等影响的研究有大量报道<sup>[4-10]</sup>, 但多为控制性小区试验, 在生产中应用激光平地条件下灌溉量、灌水时期对地膜洋葱耗水量和产量的影响的研究还不多见。本试验探讨不同灌溉量、灌溉频率条件下地膜洋葱耗水规律、增产增效作用, 提出合理的灌水定额和灌溉定额, 为发展节水生态型农业提供依据。

收稿日期: 2012-01-04

修回日期: 2012-08-14

资助项目: 酒泉市“十二五”科技计划项目“膜上微灌节水高效集成技术研究与开发”(应用技术与开发-2070402); 甘肃省星火计划项目“酒泉市移民区耐盐碱节水作物引选及高产高效技术示范”(1105NCXF130)

作者简介: 魏野畴(1964—), 男(汉族), 甘肃省渭源县人, 副研究员, 主要从事农业节水技术、农业可持续发展等方面的研究。E-mail: jqnksw-yc@126.com。

通信作者: 李娟(1981—), 女(汉族), 甘肃省景泰县人, 硕士, 助理研究员, 主要从事农业节水灌溉新技术方面的研究。E-mail: juanli81125@163.com。

## 1 试验概况

### 1.1 试验地基本情况

试验于2010年在酒泉市农业科学研究所试验场进行。海拔高度为1470 m,年平均降雨量85.3 mm,蒸发量2184 mm,年均气温8.5℃,≥0℃的积温为2140.8℃,≥10℃的有效积温1466.3℃,无霜期130 d。年日照时数3033.4 h,年太阳总辐射量6076.9 MJ/m<sup>2</sup>。试验地为沙壤土,土壤含有机质8.5 g/kg,pH值为8.1,水解N含量57.5 mg/kg,速效P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>含量48.0 mg/kg,速效K<sub>2</sub>O含量177.5 mg/kg。地下水埋深>10 m。

### 1.2 试验设计

试验采用裂区设计。主处理为灌溉频率(A),A<sub>1</sub>每隔7 d灌水1次(全生育期灌水14次),A<sub>2</sub>每隔14 d灌水1次(全生育期灌水7次);灌溉量为副处理(B),B<sub>1</sub>灌溉定额840 mm(含定植水,下同)。B<sub>2</sub>灌溉定额588 mm。B<sub>3</sub>灌溉定额420 mm。3次重复(表1)。小区规格为2.8 m×6 m=16.8 m<sup>2</sup>。试验地使用激光平地机平整土地。每小区从试验地外拉土加埂,埂宽50 cm,高30 cm。每小区间均采用145 cm塑料膜对折,埋深50 cm,地表面埂中间高20 cm塑料膜防渗漏处理。根据洋葱生长发育规律,把洋葱生育期分为:移苗期—三叶期,三叶期—八叶期,八叶期—膨大期,膨大期—成熟期共4个生育阶段。

表1 灌水设计及处理编号

灌溉量/mm	灌溉频率(d/次)	
	14	7
840	处理1	处理4
588	处理2	处理5
420	处理3	处理6

### 1.3 田间管理

试验地前茬玉米。洋葱2月9日日光温室内育苗,选用当地主栽品种。4月中旬结合耙耱平地,施纯氮105 kg/hm<sup>2</sup>,纯磷210 kg/hm<sup>2</sup>作底肥。4月20日覆膜。采用宽145 cm黑色地膜,每小区覆两膜,膜面宽120 cm。5月9日移栽,每膜种9行,株行距为15 cm×17 cm,膜间距为30 cm,保苗3.5×10<sup>5</sup>株/hm<sup>2</sup>。5月11日灌第1水。6月3日和9日用20%毒死蜱乳油800倍喷雾防治蓟马。灌4水时用20%毒死蜱乳油12 kg/hm<sup>2</sup>在水口处随水冲施防治葱蛆、蓟马。结合灌3水、4水、5水分别追施尿素150,225,225 kg/hm<sup>2</sup>。全生长期人工除草3次。8月31日收获。其他管理同大田洋葱。

### 1.4 灌水方法

移苗后保持每小区膜间地面高度与膜面相平。每次用1.5 W(出水速度15 m<sup>3</sup>/h)抽水机抽水,用水表计量灌水量,通过膜孔、膜间土壤使水渗入到作物根部。

### 1.5 测试内容和方法

(1) 土壤含水率。采用烘干法在每次浇水前(每隔7 d)分层测定地表以下0—60 cm土层的土壤含水率。每次灌水前后、洋葱移栽前、收获后加测。

(2) 洋葱生物学特性调查。根据洋葱生育生长特性调查生长情况,记载生育期、生物学性状等。

(3) 洋葱考种计产量。收获时每小区选取10株进行考种,单收计产。

(4) 土壤贮水量、耗水量分析。

土壤贮水量用公式:  $W=0.1\gamma\cdot v\cdot h$

式中:W——不同深度的土壤贮水量(mm); $\gamma$ ——土壤相对含水量(%); $v$ ——土壤平均容重(g/cm<sup>3</sup>); $h$ ——土壤深度(cm)。

耗水量计算公式:  $ET_c=W_1-W_2+R+I$

式中:ET<sub>c</sub>——作物耗水量;W<sub>1</sub>——播种时土壤贮水量;W<sub>2</sub>——收获时土壤贮水量;R——降水量;I——灌水量。

(5) 水分利用效率、灌水效益分析。水分利用效率计算公式:  $WUE=Y/ET$

式中:WUE——水分利用效率;Y——鲜葱产量;ET——作物生育期内的耗水量。

## 2 结果与分析

### 2.1 灌溉量对洋葱产量的影响

洋葱生育阶段灌溉量与产量的关系如图1所示。由图1可以看出,在2种灌溉频率条件下,洋葱产量随灌溉量的增加而降低,最佳灌溉量为420 mm,产量达1.26×10<sup>5</sup>~1.31×10<sup>5</sup> kg/hm<sup>2</sup>,相较灌溉量840 mm的处理增产了4.1%~4.8%,节水率达50%。洋葱生长期测定表明,相同灌溉频率条件下,灌溉量越大洋葱三叶期—八叶期叶片数发育偏迟,叶丛高日均生长量越小,膨大期、成熟期推迟,洋葱贪青晚熟。说明适宜的灌溉量对洋葱缓苗和生长发育有利。

### 2.2 灌溉时期对洋葱产量的影响

洋葱生育期灌溉频率与产量的关系见图2。由图2可以得出,在3种灌溉量条件下,洋葱产量随着灌溉频率的减少而增加。说明洋葱生育期灌水7次较灌水14次的产量高。在相同灌溉量条件下,灌溉频率7 d较14 d的处理洋葱三叶期—八叶期叶片数

发育早 5~6 d, 叶丛高日均生长量高 1.33~7.09 cm, 三叶期、八叶期、膨大期各提前 2~4 d, 4~5 d 和 1~3 d。说明少量多次的灌溉方式利于洋葱前期生长。

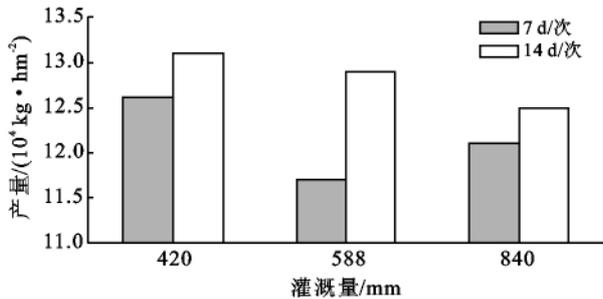


图 1 不同灌溉频率下灌溉量与产量的关系

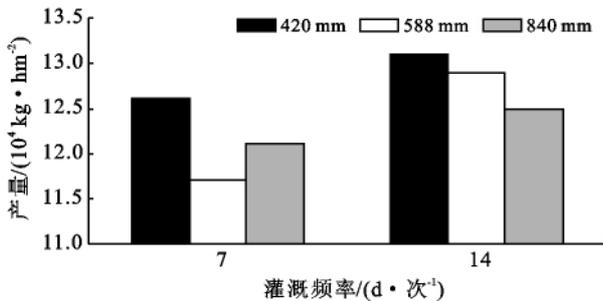


图 2 不同灌溉量条件下灌溉频率与产量的关系

### 2.3 不同处理土壤水分动态变化

土壤水分连续动态监测结果表明, 洋葱生长前期土壤含水量较高, 其后整体呈下降趋势, 洋葱成熟前后缓慢上升。说明洋葱需水量各生长阶段随气候、个体的变化有差异。土层 0—20 cm 范围土壤含水量变

化相对较大, 40—60 cm 范围内含水量变化相对较小。在相同灌溉频率条件下, 随灌溉量的减少土壤含水量下降, 而且随土壤深度的增加含水量下降幅度越大。相同灌溉量条件下, 灌溉频率 7 d 处理的土壤含水量变化相对高于 14 d 的处理, 而且 0—20 cm 土层内土壤含水量变化幅度明显大于 40—60 cm 土层。

### 2.4 洋葱产量与全生育期耗水量之间的关系

不同处理洋葱耗水量、产量和水分利用效率结果表明(表 2), 随着灌溉定额的减小, 洋葱耗水量也减小, 但相应的产量逐渐增大, 水分利用效率提高。产量最高的处理所对应的灌溉定额是 420 mm, 基本能够满足洋葱田间生长生育阶段的需水要求。灌水过量造成洋葱茎叶徒长, 贪青晚熟, 不利于取得高产。

### 2.5 洋葱不同生育阶段需水规律

根据水量平衡方程<sup>[11]</sup>, 利用灌水前后实际测定结果, 计算洋葱的实际耗水量。在试验条件下, 地下水补给和径流量很小不予考虑, 移栽至收获期降雨量很少, 为 15.4 mm。由表 3 可知, 洋葱生长阶段耗水量呈抛物线型。即洋葱生长前、后期需水量小, 中期需水量大。以八叶—膨大期需水量最高。该规律与土壤水分变化相一致。耗水强度呈现波浪型, 即移栽—三叶期高, 三叶—八叶期低, 八叶—膨大期高, 膨大期—成熟期低。其原因是移栽—三叶期气温相对低, 作物叶面生长逐渐活跃, 加之植株小、膜孔开放, 风速较大, 耗水强度高。八叶—膨大期时值 6 月下旬至 7 月中旬, 气温偏高, 叶片生长达到高峰, 营养生长开始活跃, 耗水强度高。相同灌溉频率条件下, 随着灌溉量的增大洋葱各生长阶段耗水量、耗水强度增大。

表 2 洋葱耗水量、产量和水分利用效率

项目	处理 1	处理 2	处理 3	处理 4	处理 5	处理 6
灌溉定额/mm	840	588	420	840	588	420
耗水量/mm	900.6	645.4	499.3	898.7	628.0	455.9
产量/(10 <sup>4</sup> kg · hm <sup>-2</sup> )	12.45	12.95	13.06	12.13	11.74	12.76
水分利用效率/(kg · m <sup>-3</sup> )	14.82	22.02	31.10	14.44	19.96	30.38

表 3 不同处理对洋葱生长阶段耗水量、耗水量模系数和耗水强度的影响

处理编号	移栽—三叶期 (0509—0520)			三叶—八叶期 (0521—0620)			八叶—膨大期 (0621—0713)			膨大—成熟期 (0714—0825)		
	CA	CP	CD	CA	CP	CD	CA	CP	CD	CA	CP	CD
1	176.3	0.20	16.03	186.2	0.21	6.01	348.4	0.38	15.15	189.7	0.21	4.41
2	134.0	0.21	12.18	109.4	0.17	3.53	263.4	0.41	11.45	138.6	0.21	3.22
3	98.5	0.20	8.96	82.8	0.17	2.67	210.2	0.42	9.14	107.8	0.21	2.51
4	188.4	0.21	17.13	202.8	0.22	6.54	329.4	0.37	14.32	178.1	0.20	4.14
5	102.2	0.17	9.29	144.4	0.23	4.65	249.9	0.39	10.87	131.5	0.21	3.06
6	78.5	0.17	7.14	103.4	0.22	3.34	186.2	0.42	8.10	87.8	0.19	2.04

注: CA 为耗水量(mm); CP 为耗水量模系数(各生育阶段洋葱耗水量/总耗水量, %); CD 为耗水强度(各生育阶段洋葱耗水量/生育阶段天数, mm/d)。

### 3 结论

(1) 洋葱产量随灌溉量的增加而下降,最佳灌溉量为 420 mm,产量达  $1.26 \times 10^5 \sim 1.31 \times 10^5$  kg/hm<sup>2</sup>,比灌溉量 840 mm 增产 4.1%~4.8%,节水率达 50%。洋葱生长期灌水 7 次较 14 次的产量高。随着灌溉定额的减小,洋葱耗水量也减小,但相应的产量逐渐增大,水分利用效率趋于提高。产量最高的处理所对应的灌溉定额是 420 mm,基本能够满足洋葱田间生长生育阶段的需水要求。灌水过量造成洋葱茎叶徒长,贪青晚熟,不利于取得高产。

(2) 洋葱生长前、后期耗水量小,中期耗水量大。以八叶一膨大期耗水量最高。该时期也是生态区年度气温最高的阶段。在洋葱田间管理上,生长前后期适当控制灌水量,中期适当增大灌水量,利于洋葱产量的形成。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 司永胜,刘刚,杨政,等.激光平地系统的开发与试验[J].江苏大学学报:自然科学版,2009,30(5):441-445.  
[2] 沈晖,田军仓,王宏伟.激光控制平地技术的研究进展

[J].宁夏工程技术,2007(6):122-126.

- [3] 符崇梅,魏野畴,李娟,等.不同灌溉量、滴灌频率及水肥耦合对洋葱产量和水分利用率的影响[J].节水灌溉,2011(8):36-39.  
[4] 李应海,田军仓.膜上灌玉米节水灌溉制度与氮磷配比试验研究[J].节水灌溉,2009(12):12-13.  
[5] 张永玲,肖让,成自勇.膜上灌对河西绿洲灌区玉米水分利用效率和产量的影响[J].节水灌溉,2010(5):9-10.  
[6] 韩娜娜,王仰仁,孙书洪,等.灌水对冬小麦耗水量和产量影响的试验研究[J].节水灌溉,2010(4):4-7.  
[7] 裴学艳,宋乃平,王磊,等.灌溉量和灌溉时期对紫花苜蓿耗水特性和产量的影响[J].节水灌溉,2010(1):26-30.  
[8] 张振华,蔡焕杰,柴红敏,等.膜上灌作物需水量和地膜覆盖效应试验研究[J].灌溉排水,2002(3):11-14.  
[9] 张永玲,肖让,成自勇.河西内陆灌区膜上灌节水增产技术[J].农机化研究,2008(4):218-220.  
[10] 韩丙芳,田军仓,杨金忠.玉米膜上灌溉条件下土壤水、热运动规律的研究[J].农业工程学报,2007,23(12):85-89.  
[11] 郭元裕.农田水力学[M].北京:中国水利水电出版社,1997.

(上接第 29 页)

- [6] Laflen J M, Elliot W J, Flanagan D C, et al. WEPP—predicting water erosion using a process-based model [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1997, 52(2):96-102.  
[7] Shi Zhihua, Yan Fenglin, Li Lu, et al. Interrill erosion from disturbed and undisturbed samples in relation to topsoil aggregate stability in red soils from subtropical China[J]. Catena, 2010, 81(3):240-248.  
[8] Pandey A, Chowdary V M, Mal B C, et al. Application of the WEPP model for prioritization and evaluation of best management practices in an Indian watershed[J]. Hydrological Processes, 2009, 23(21):2997-3005.  
[9] Abaci O, Papanicolaou A N T. Long-term effects of management practices on water-driven soil erosion in an intense agricultural sub-watershed: Monitoring and modelling[J]. Hydrological Processes, 2009, 23(19):2818-2837.  
[10] 王建勋,郑粉莉,江忠善,等. WEPP 模型坡面版在黄土丘陵沟壑区的适用性评价:以坡度因子为例[J].泥沙

研究,2008(6):52-60.

- [11] 王建勋,郑粉莉,江忠善,等. WEPP 模型坡面版在黄土丘陵沟壑区的适用性评价:以坡长因子为例[J].水土保持通报,2007,27(2):50-55.  
[12] 陈晓燕,何丙辉,缪驰远,等. WEPP 模型在紫色土坡面侵蚀预测中的应用研究[J].水土保持学报,2003,17(3):42-44.  
[13] 代华龙,曹叔尤,刘兴年,等.基于 WEPP 模型的紫色土坡面水蚀预报[J].中国水土保持科学,2008,6(2):60-65.  
[14] 刘远利,郑粉莉,王彬,等. WEPP 模型在东北黑土区的适用性评价:以坡度和水保措施为例[J].水土保持通报,2010,30(1):139-145.  
[15] Shen Zhenyao, Gong Yongwei, Li Yanhong, et al. A comparison of WEPP and SWAT for modeling soil erosion of the Zhangjiachong watershed in the Three Gorges Reservoir area[J]. Agricultural Water Management, 2009, 96(10):1435-1442.  
[16] 闫峰陵,李朝霞,史志华,等.红壤团聚体特征与坡面侵蚀定量关系[J].农业工程学报,2009,25(3):37-41.