

DOI:10.11937/bfyy.201501016

秋冬茬青椒膜下滴灌技术研究

王 妍¹, 丰 雪², 李 波¹

(1. 沈阳农业大学 水利学院, 辽宁 沈阳 110866; 2. 沈阳农业大学 理学院, 辽宁 沈阳 110866)

摘 要:通过温室内田间小区试验,在固定的灌水周期情况下研究了不同灌水定额对秋冬茬青椒生长、产量及水分生产效率的影响,以确定青椒的适宜灌溉制度,为日光温室秋冬茬青椒膜下滴灌合理灌溉提供科学的参考依据。结果表明:当灌溉定额在一定范围内时,青椒株高、茎粗随着灌水定额的增大而增大,但当灌溉定额超过 280 mm 时,灌水将抑制青椒的生殖生长,导致青椒产量下降,水分生产效率降低;当灌溉定额为 260 mm 时,产量和水分生产效率最高。

关键词:膜下滴灌;灌水定额;生长指标;产量;水分生产效率

中图分类号:S 641.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)01-0058-04

辣椒营养丰富,其维生素 C 含量高居各类蔬菜榜首。我国是最大的辣椒种植国家,也是最大的辣椒消费国。冬季辣椒的栽培均在日光温室内进行,日光温室蔬菜灌溉研究大多采用滴灌、渗灌和管灌等方式^[1-5]。冬季日光温室内光照较低温度较弱,为防止降低土壤温度增加空气湿度,通常要减少灌水次数,这将导致作物生长发育受到阻碍,造成作物产量降低^[6]。冬季温室膜下滴灌技术具有明显的增温降湿效果,有利于作物的生长,防止病虫害流行,大大提高作物产量、品质和水分利用效率。灌水定额指作物一次灌溉所需要的水量,合理的灌水定额,不仅能促进作物的正常生长发育和产量品质的提高,而且能够使水分得到充分利用,没有深层渗漏损失。宋文等^[7]为制定合理的保护地蔬菜栽培灌溉制度,对渗灌条件下黄瓜灌水定额进行研究。以色列研究学者以番茄作为供试材料进行试验研究,每天灌水 1 次和灌水 2 次的处理间番茄产量没有明显的差异,而每隔 2 d 灌溉 1 次的番茄产量低于每隔 3 d 灌溉 1 次的产量^[8]。刘学军等^[9]在膜下滴灌条件下,选用灌水定额、灌水周期、灌水次数作为灌水控制指标,对辣椒灌溉制度

展开试验研究,通过对试验数据分析得出日光温室春茬青椒适宜的膜下滴灌灌溉制度。制定科学合理的灌溉制度不仅能够促进作物生长,而且能够提高作物产量和水分效率。现采用灌水定额法,研究了温室秋冬茬青椒膜下滴灌合理灌溉制度,以期秋冬茬日光温室青椒栽培提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验区位于沈阳农业大学综合试验基地,该区属于温带半湿润大陆性气候,日照充足,雨热同期,年平均气温 6.2~9.7℃,全年降水量 600~800 mm,全年无霜期 155~180 d,受季风影响,降水主要集中在夏季,季节间温差较大,四季分明,春秋两季气温变化迅速,持续时间短,气温由西南向东北递减。

温室内土壤为棕壤土,土层深厚,土壤肥力较高,质地比较均一,土壤容重 $\gamma=1.52 \text{ g/cm}^3$,土壤田间持水量为 $\theta_t=40.5\%$ (体积含水率),地下水埋深大于 5 m,不考虑地下水补给对土壤水分状况的影响。供试土壤的养分状况见表 1。

表 1 土壤养分状况

全氮 ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	全磷 ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	全钾 ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	碱解氮 ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	速效磷 ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	速效钾 ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	有机质 ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	pH 值
1.17	1.04	20.25	56.41	47.87	140.25	10.50	6.35

第一作者简介:王妍(1988-),女,硕士,现主要从事生态环境及节水灌溉理论和技术等研究工作。E-mail:979523997@qq.com.

责任作者:李波(1969-),女,博士,副教授,现主要从事生态环境及节水灌溉理论和技术等研究工作。E-mail:liboluck@126.com.

基金项目:辽宁省教育厅一般资助项目(L2012239)。

收稿日期:2014-09-11

1.2 试验材料

供试青椒品种为“35-619”,采用大垄双行种植,垄宽 1.2 m,每条大垄上种植青椒 10 株,2 行分布,青椒种植模式如图 1 所示。

1.3 试验方法

1.3.1 试验布置 试验灌溉方式为重力膜下滴灌,选择

株高茎粗一致的幼苗于 2012 年 9 月定植。试验设 4 个水分处理,每个处理 3 次重复,各处理间用埋深 60 cm 的塑料薄膜隔开,以防水分互渗。试验小区布置如图 2 所示(相同图案填充代表相同水分处理)。

1.3.2 试验设计 试验将青椒全生育期划分为苗期、开花着果期、结果盛期和结果后期 4 个阶段。青椒全生育期灌溉制度设计见表 2。即 T1(192 mm)、T2(230 mm)、

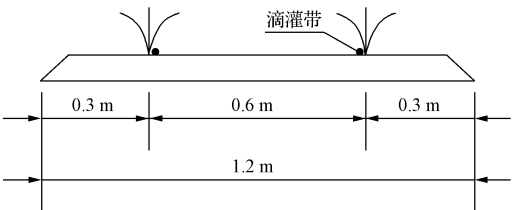


图 1 青椒种植模式示意图

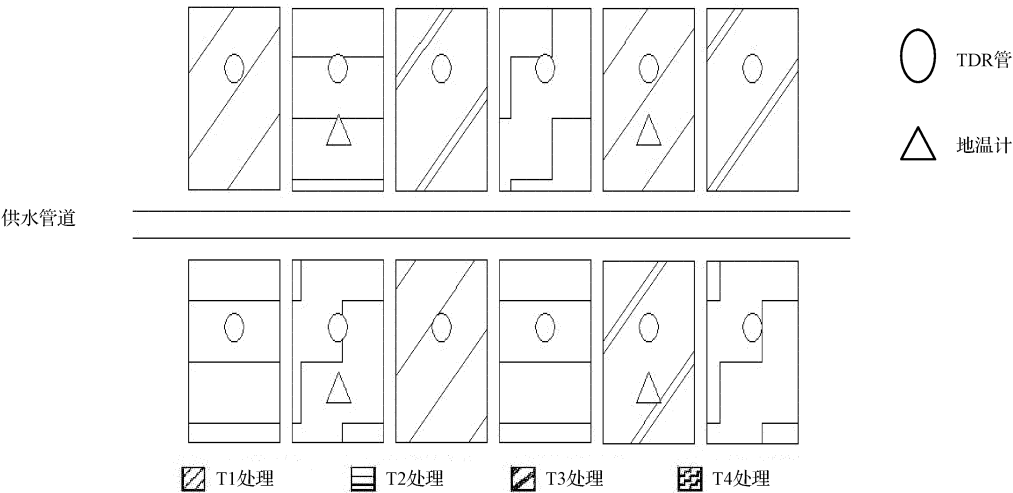


图 2 试验小区布置图

T3(260 mm)、T4(280 mm)4 个水平,灌水周期均为 10 d,青椒 4 个生育阶段灌水次数依次为 2、4、6、4 次。试验共设置 4 个处理,每处理 3 次重复。青椒定植后,每个处理都适当灌溉定植水 1 次,以保证青椒成活。每条大垄中间埋设 1 根 TDR 管,采用德国进口的时域反射仪(TDR)分别监测深度为 0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm、30~40 cm 的土壤含水率。青椒生长状况每隔 10 d 观测 1 次。

表 2 秋冬茬青椒灌溉制度试验设计

生育期	灌水定额			
	T ₁ 处理	T ₂ 处理	T ₃ 处理	T ₄ 处理
苗期(2 次)	10	10	10	10
开花期(4 次)	10	15	15	20
结果盛期(6 次)	12	15	20	20
结果后期(4 次)	15	15	15	15
合计	192	230	260	280

1.4 项目测定

株高采用钢卷尺直接测量,茎粗用游标卡尺在地面以上 1 cm 处测量直径。果实成熟过程中定期采收青椒,测量其单株青椒鲜重,得出各处理总产量,并换算成公顷产量。

2 结果与分析

2.1 膜下滴灌青椒土壤水分动态变化规律

试验在日光温室内进行,不受雨雪影响,采用膜下滴灌方式灌溉,蒸发量较小忽略不计,因此,灌溉是影响

土壤水分的最直接的因素。从图 3 可以看出,灌水定额越大,灌水量越多,土壤含水率越高。灌水周期内无水分补给,不同水分处理土壤含水率均呈下降趋势。

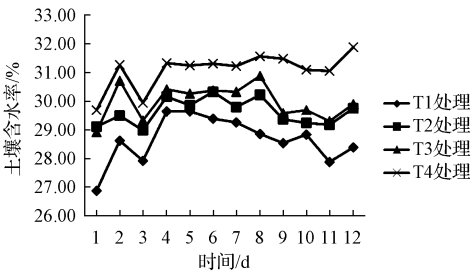


图 3 同一灌水周期不同水分处理 0~40 cm 土层内平均土壤含水率动态变化

2.2 不同水分处理对青椒全生育期生长指标的影响

2.2.1 全生育期不同水分处理膜下滴灌青椒株高变化规律

株高是研究植物动态生长的一项重要指标。该试验采用株高相同的同一供试品种定植,因此,不同生育期内灌水量的多少直接影响青椒的株高。图 4 为全生育期不同水分处理下青椒株高的变化。从图 4 可以看出,随着生育期的延长,各处理株高逐渐增大。膜下滴灌不同的水分处理间,青椒的株高变化趋势一致,均呈“S”型曲线,前期生长缓慢,随后进入生长阶段株高生长较快,后期增长速率趋于平缓,各处理株高生长总趋势变化为 T4>T3>T2>T1。在青椒苗期,即作物生长

初期,植株比较矮小,且生长缓慢,青椒长势均匀,株高无明显差异。在青椒进入生长期以后,植株生长迅速,需水量增加,不同水分处理对青椒的株高影响较大。随着各处理的进行,T4处理灌水量增大,促进青椒对水分的吸收,生长迅速,其增长速率明显大于其它3种灌水处理。生长后期植株增长趋于平缓,究其原因是结果盛期果实膨大开始摄取较多的水分和养分,导致植株增长速度变缓。

表3 不同水分处理株高测量数据

处理	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	20.9	21.3	22.3	22.4
2	21.4	21.0	22.1	22.9
3	21.5	21.1	21.8	22.3
4	20.8	21.4	22.3	22.0
5	21.3	21.4	22.2	22.6
6	21.2	21.6	22.2	22.8
平均值	21.18	21.30	22.15	22.50

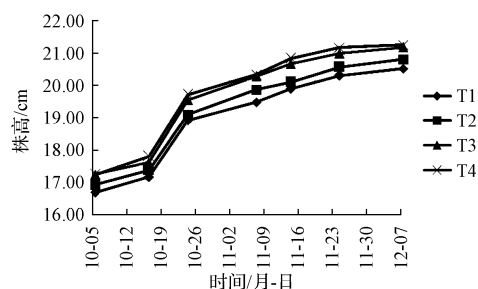


图4 全生育期不同水分处理青椒株高变化规律

2.2.2 全生育期不同水分处理膜下滴灌青椒茎粗变化规律 茎粗反映了作物生长的健壮程度,不同水分处理下茎粗生长速率随着生育期的变化呈现不同的趋势,从图5可以看出,不同处理青椒的茎粗随生育期的延长而

增粗,茎粗与株高变化趋势一致,仍为T4处理>T3处理>T2处理>T1处理,灌水量越大,植株越健壮。

表4 不同水分处理茎粗测量数据

处理	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	10.14	10.38	11.10	10.91
2	10.35	10.65	10.72	11.24
3	10.20	11.05	11.06	11.41
4	10.22	10.89	10.69	11.05
5	9.85	10.86	10.86	11.31
6	10.13	10.84	10.78	11.80
平均值	10.15	10.78	10.87	11.29

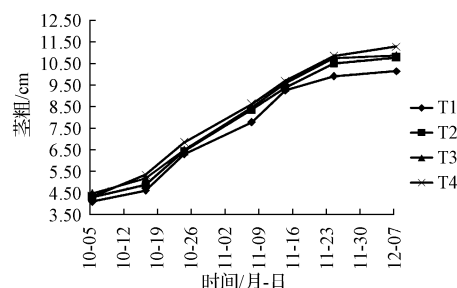


图5 全生育期不同水分处理青椒茎粗变化规律

2.3 青椒水分生产效率研究

水分利用效率(WUE)是指在一定作物品种和耕作栽培条件下植物消耗单位水资源量所获得的产量或产值,水分利用效率是评价植物生长适宜程度的综合生理生态指标,它实质上反映了植物耗水与其干物质生产之间的关系。秋冬茬青椒膜下滴灌各处理生育期灌水定额、产量、水分利用效率试验结果见表5,可以看出,4个水分处理中T3处理产量和水分利用效率最高,说明在生育阶段适当的水分亏缺有利于提高青椒产量和水分的利用效率。

表5 秋冬茬青椒灌溉制度试验结果

生育期	处理	灌水	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
定植-苗期 20 d (2012年9月4—24日)		灌水定额/mm	10	10	10	10
		灌水次数	2	2	2	2
		阶段灌水量/mm	20	20	20	20
开花坐果期 40 d (2012年9月25日至11月3日)		灌水定额/mm	10	15	15	20
		灌水次数	4	4	4	4
		阶段灌水量/mm	40	60	60	80
结果盛期 60 d (2012年11月4日至2013年1月3日)		灌水定额/mm	12	15	20	20
		灌水次数	6	6	6	6
		阶段灌水量/mm	72	90	120	120
结果后期 20 d (2013年1月4—24日)		灌水定额/mm	15	15	15	15
		灌水次数	4	4	4	4
		阶段灌水量/mm	30	30	30	30
全生育期 140 d (2012年9月4日至2013年1月24日)		灌水定额/mm	11.6	14.3	16.4	17.8
		灌水次数	14	14	14	14
		阶段灌水量/mm	162	200	230	250
产量		产量/(kg·hm ⁻²)	1 029.6	1 308.5	1 838.3	1 719.9
		排序	4	3	1	2
水分生产效率		水分效率/(kg·m ⁻³)	6.36	6.54	7.99	6.88
		排序	4	3	1	2

从图 6 可以看出,青椒的产量和水分利用效率与不同水分处理分别呈抛物线关系,关系式分别为: $Y = -99.32X^2 + 756.6X + 327.2$; $WUE = -0.325X^2 + 1.927X + 4.562$ 。式中, Y 为青椒产量(kg/hm^2), WUE 为水分利用率(kg/m^3), X 为不同水分处理。灌水定额过大或过小,都不利于青椒产量和水分利用率的提高,适宜的灌水定额可以明显提高作物的水分利用率和产量。从图 6 可以看出,T3 处理为最佳灌溉方案。灌水定额较低时,产量和水分利用率也低,其原因由于是灌水定额低,灌水量少,不能够满足作物需水要求,导致作物产量和水分利用率低下。灌水定额较大时,灌水量增大,土壤水分完全超出作物的需水要求,导致空气潮湿,易引起病虫害,致使产量和水分效率降低,造成水资源浪费。

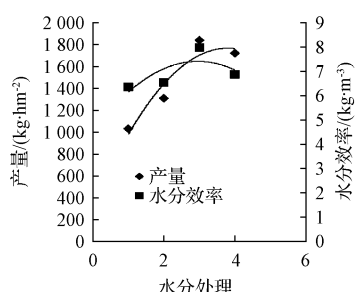


图 6 不同水分处理对青椒产量和水分利用效率的影响

3 结论

该试验只考虑相同灌水周期条件下不同灌水定额对日光温室膜下滴灌秋冬茬青椒长势、品质、产量和水分利用效率的影响。该试验结果表明,当灌水定额在

一定范围内时,青椒株高、茎粗随着灌水定额的增大而增大。但当灌水定额过大,达到 280 mm 时,造成植株徒长,抑制青椒的生殖生长,不利于青椒开花坐果,导致青椒产量下降,水分生产效率降低。灌水定额为 260 mm,苗期灌水定额为 10 mm,灌水 2 次;开花着果期灌水定额为 15 mm,灌水 4 次;结果盛期灌水定额为 20 mm,灌水 6 次;结果后期灌水定额为 15 mm,灌水 4 次。水分处理处理产量和水分生产效率最高,可以作为温室秋冬茬青椒膜下滴灌灌溉制度。

参考文献

- [1] 诸葛玉平,张玉龙,李爱峰,等. 保护地番茄栽培渗灌灌水指标的研究[J]. 农业工程学报,2002,18(2):53-57.
- [2] 李久生,饶敏杰,张建军. 干旱区玉米滴灌需水规律的田间试验研究[J]. 灌溉排水学报,2003,22(1):16-21.
- [3] 张玉龙,张继宁,黄毅,等. 塑料大棚番茄栽培不同渗灌量对耕层土壤性质的影响[J]. 农业工程学报,2004,20(2):105-108.
- [4] 王贺辉,赵恒,高强,等. 温室番茄滴灌灌水指标试验研究[J]. 节水灌溉,2005(4):22-25.
- [5] 田义,张玉龙,于娜,等. 温室地下滴灌灌水控制下限对番茄生长发育、果实品质和产量的影响[J]. 干旱地区农业研究,2006,25(5):88-92.
- [6] Li S, Xue X Z, Guo W S, et al. Effects of water supply tension on yield and water use efficiency of greenhouse cucumber[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2010(2):337-345.
- [7] 宋文,张玉龙,韩巍,等. 渗灌灌水定额对温室黄瓜产量和水分利用效率的影响[J]. 农业工程学报,2010,26(8):61-66.
- [8] Pasternak D, Malach Y D. Irrigation with brackish water under desert conditions X. irrigation management of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mills) on desert sand dunes[J]. Agr Water Manage, 1995, 28(2):121-132.
- [9] 刘学军,何宝银,张上宁. 日光温室辣椒滴灌灌溉制度试验研究[J]. 水资源与水土保持学报,2010,21(2):60-67.

Study on Drip Irrigation Technology of Green Pepper in both Autumn and Winter

WANG Yan¹, FENG Xue², LI Bo¹

(1. College of Water Conservancy, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866; 2. College of Science, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866)

Abstract: Through a field experiment in the greenhouse, different irrigation quota in the case of a fixed irrigation cycle impact on green peppers growth, yield and water productivity in both autumn and winter were studied, to determine the suitability of irrigation regime. The results showed that when irrigation quota within a certain range, the height and stem diameter of green pepper with the increase of irrigation quota; but when irrigation quota was too large to reach 280 mm, irrigation would inhibit the reproductive growth of green pepper, cause peppers lower production, reduce water use efficiency; when irrigation quota was 260 mm, yield and water use efficiency were the highest, could be used as indicators of appropriate irrigation for drip irrigation of green peppers.

Keywords: drip irrigation; irrigation quota; growth indicators; yield; water use efficiency