

不同灌溉方式对辣椒生长、产量和水分生产效率的影响

程 明¹ 周继华¹ 安顺伟¹ 贾松涛² 黄以华¹ 王志平¹

(¹北京市农业技术推广站, 北京 100029; ²北京市通州区农业技术推广站, 北京 102200)

摘 要: 以农大 602 辣椒为试材, 利用张力计控制辣椒灌溉时期与灌溉量, 分别研究膜下滴灌、膜上沟灌和膜下沟灌 3 种灌溉方式对日光温室辣椒生长及产量的影响。结果表明: 膜下滴灌全生育期耗水量最少, 辣椒产量和水分生产效率最高, 水分生产效率较膜上沟灌、膜下沟灌分别提高 $2.04 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 和 $1.81 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。综合耗水量、产量等因素, 膜下滴灌是秋冬茬日光温室辣椒生产适宜的灌溉方式。

关键词: 灌溉方式; 辣椒; 日光温室; 产量; 水分生产效率

中图分类号: S607¹.1; S641.3 文献标识码: A 文章编号: 1000-6346 (2011) 22/24-0092-04

Effects of Different Irrigation Modes on Pepper Growth, Yield and Water Use Efficiency

CHENG Ming¹, ZHOU Ji-hua¹, AN Shun-wei¹, JIA Song-tao², HUANG Yi-hua¹, WANG Zhi-ping¹

(¹Beijing Agricultural Technology Extension Center, Beijing 100029, China; ²Tongzhou Agricultural Technology Extension Center, Beijing 102200, China)

Abstract: Effects of 3 irrigation modes including trickling irrigation under mulch, furrow irrigation above mulch and furrow irrigation under mulch on the growth and yield of pepper (*Capsicum annuum* L.) 'Nongda 602' were studied. The results showed that water consumption of trickling irrigation under mulch was ranked the lowest, while its pepper yield and water use efficiency were ranked the highest respectively. Water use efficiency of trickling irrigation under mulch was $2.04 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ and $1.81 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ higher than furrow irrigation above mulch and furrow irrigation under mulch, respectively. Thereby, trickling irrigation under mulch was the preferable irrigation mode for autumn-winter greenhouse pepper.

Key words: Irrigation mode; Pepper; Solar greenhouse; Yield; Water use efficiency

膜下滴灌、膜上沟灌和膜下沟灌具有改善温室小气候、增产、节水、省肥、省工、减少病虫害等优点, 在日光温室蔬菜生产中广泛应用(许恩军等, 2004; 赵财等, 2006)。本试验采用张力计控制灌溉时期与灌溉量, 研究膜下滴灌、膜上沟灌和膜下沟灌条件下日光温室辣椒(*Capsicum annuum* L.)的耗水规律、植株长势、产量等的变化, 为秋茬日光温室辣椒栽培提供参考。

收稿日期: 2011-08-03; 接受日期: 2011-10-11

基金项目: 现代农业产业技术体系北京市果类蔬菜创新团队项目

作者简介: 程明, 农艺师, 专业方向: 农业节水, E-mail: chengmingtuiguang@163.com

1 材料与方法

试验于 2010 年 7~11 月在北京市通州区宋庄镇双埠头村日光温室内进行, 属半湿润大陆性气候, 四季分明, 热量条件好, 10℃以上积温 4 185.4℃, 0℃以上积温 4 618.0℃。土壤为壤土, 0~20 cm 土层含有机质 16.80 g·kg⁻¹、全氮 1.19 g·kg⁻¹、碱解氮 107.31 mg·kg⁻¹、Olsen-P 36.25 mg·kg⁻¹, 速效钾 213.00 mg·kg⁻¹, 表层土壤容重 1.53 g·cm⁻³。

1.1 试验设计

供试辣椒品种为农大 602, 采用大小行栽培, 小行距 50 cm, 大行距 80 cm, 株距 35 cm, 小区面积 26.4 m²。7 月 25 日定植, 11 月 16 日拉秧。设 3 个处理: 膜下滴灌, 膜上沟灌, 膜下沟灌。利用张力计控制土壤水分, 每个小区埋设 1 个张力计。当达到作物的灌溉下限时进行灌溉, 辣椒苗期土壤吸力 -25~-10 kPa, 结果期土壤吸力 -20~-10 kPa。浇定植水 30.0 mm, 各处理均灌水 6 次, 总灌水量分别为: 膜下滴灌 159.5 mm, 膜上沟灌 188.5 mm, 膜下沟灌 188.5 mm (注: 1 mm=10 m³·hm⁻²; 下同)。肥料施用采用常规方法, 各处理田间栽培措施一致。

1.2 测定项目

1.2.1 植株生长性状 每小区选 3 株辣椒挂牌, 分别在苗期、开花坐果期、结果中后期测定株高、茎粗和叶片数。株高指土壤表面到植株生长点的垂直距离, 使用卷尺测量; 茎粗指子叶基部平行于子叶方向的植株横径, 使用游标卡尺测量; 叶片数为叶片完全展平的功能叶数目。

1.2.2 土壤含水量 定植前、每生育期开始前与结束时和拉秧后测定每个小区 0~80 cm 土层的含水量, 灌溉前加测。每 20 cm 一层, 每小区 5 次重复, 同层混合取样, 采用烘干法测定土壤含水量 (彭世琪等, 2008)。

1.2.3 水面蒸发量 将直径 20 cm 的蒸发皿悬挂在与辣椒冠层同高的位置, 并随着辣椒的生长及时调整位置。每天早晨定时加入 20 mm 水, 并于第 2 天早晨同一时间收集蒸发皿中剩余的水, 根据水的高度差记录 24 h 内的水面蒸发量。每小区布置 1 个蒸发皿, 测定辣椒水面蒸发量。

1.2.4 作物耗水量 作物耗水量 (ET) 采用水量平衡法计算 (原保忠和康跃虎, 2000)。

$$ET=P+I+Q-\Delta R-\Delta S$$

式中: ET 为耗水量, P 为降水量, I 为灌溉量, Q 为地下水流, ΔR 为净地表径流量, ΔS 为土壤储水量的变化量。

在本试验条件下, $P=0$, $\Delta R=0$; 地下水较深的情况下可以认为 $Q=0$ 。方程可以简化为:

$$ET=I-\Delta S$$

$$\Delta S=10\sum(\Delta\theta_i\times H_i)$$

式中: i 为土壤层次, $\Delta\theta_i$ 为土壤第 i 层在给定时段内体积含水量变化, H_i 为土壤第 i 层土壤的厚度。

每 20 cm 的土壤体积含水量通过烘干法测得, 某段时间的灌水量可以由水表直接读出, 某段时间内的耗水量 (ET) 除以这段时间的天数就得到耗水强度。

1.2.5 渗漏量 每处理在灌水沟的正下方埋设 1 个渗漏仪, 渗漏仪的上缘位于地面下 80 cm 处, 每次灌溉前都要用水泵将渗漏仪中的水抽出, 并用事先标定好的水桶或量筒测定水量。

2 结果与分析

2.1 不同灌溉方式对灌水量和灌溉水分配的影响

从表 1 可以看出, 在相同生育期内, 膜下滴灌与膜上沟灌和膜下沟灌相比灌溉量减少; 全生育期膜下滴灌比其他两个处理灌水量均减少 29.0 mm。各处理耗水量、深层渗漏量和土壤储水

变化量所占灌溉量的比例差异较大,但均以耗水量所占比例最大,占总灌溉量的 90%以上,其次为深层渗漏量。

土壤储水量的变化是植株种植前后土壤的含水率变化,若为正值,说明灌溉增加了土壤的含水率;若为负值,说明土壤为作物提供水分。在全生育期内,各处理土壤储水变化量均为负值,土壤储水变化量膜下滴灌>膜上沟灌>膜下沟灌。膜下滴灌土壤储水量减少最多,主要原因是由于灌溉量较少。

渗漏完全是灌溉水的浪费,没有任何的生理意义。在不同生育期内,各处理均为苗期渗漏量最大。膜下滴灌的深层渗漏量小于膜下沟灌和膜上沟灌处理,但处理间差异不大。

作物产量不仅与总耗水量有关,还与作物在不同生育阶段的耗水量有关。结果中后期耗水量较大,主要由于植株处于结果盛期,生长旺盛,并且与温室内较高的温度和较强的光照有一定关系。在相同生育期内,除苗期和开花坐果期外,耗水量以膜下滴灌较低。

2.2 不同灌溉方式对辣椒耗水强度的影响

不同灌溉方式下辣椒的耗水强度均呈现先升高后降低的趋势(图 1),在结果中期达到最大值。主要由于此时期果实进行膨大生长,植株对养分和水分的吸收强度增大。不同灌溉方式相比较,膜下滴灌的耗水强度明显小于膜下沟灌。

2.3 灌溉量与耗水特性的关系

温室潜在蒸发因素对该温室耗水强度的影响,一般用自由水面的蒸发强度来表示,本试验采用以水面蒸发代替自由水面蒸发。由表 2 可以看出,随着辣椒的生长,各处理耗水量/水面蒸发量的比值均为先增加后降低,在结果中期达到最大值。不同处理全生育期耗水量/水面蒸发量大小顺序为膜下沟灌>膜上沟灌>膜下滴灌。

2.4 不同灌溉方式对辣椒植株生长的影响

不同灌溉方式下辣椒株高均随辣椒生育进程而增加,膜下滴灌处理辣椒株高在各生育期均为最大,但处理间差异不显著。不同灌溉方式下辣椒茎粗变化与株高相似,膜下滴灌处

表 1 不同灌溉方式对土壤水分的影响 mm

处理	生育期	灌溉量	土壤储水变化量	深层渗漏量	耗水量
膜下滴灌	苗期	58.3	-3.8	24.0	38.1
	开花坐果期	39.7	-10.3	8.4	41.6
	结果中期	43.9	-11.4	9.6	45.7
	结果末期	17.6	-16.8	4.2	30.2
	全生育期	159.5	-42.3	46.2	155.6
膜上沟灌	苗期	64.0	-4.2	33.3	34.9
	开花坐果期	42.8	-11.5	10.1	44.2
	结果中期	59.1	-7.6	13.9	52.8
	结果末期	22.6	-17.1	4.6	35.1
	全生育期	188.5	-40.4	61.9	167.0
膜下沟灌	苗期	64.0	-3.7	32.6	35.1
	开花坐果期	42.8	-8.9	12.4	39.3
	结果中期	59.1	-11.1	12.5	57.7
	结果末期	22.6	-14.4	3.9	33.1
	全生育期	188.5	-38.1	61.4	165.2

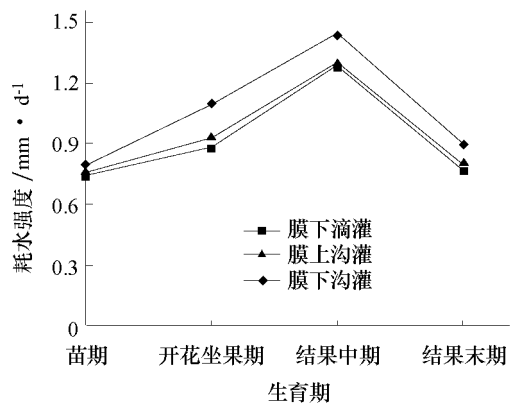


图 1 不同灌溉方式对辣椒耗水强度的影响

表 2 不同灌溉方式对辣椒耗水特性的影响

处理	生育期	耗水量/mm	水面蒸发量/mm	耗水量/水面蒸发量
膜下滴灌	苗期	38.1	58.4	0.65
	开花坐果期	41.6	56.3	0.74
	结果中期	45.7	55.1	0.83
	结果末期	30.2	42.3	0.71
	全生育期	155.6	212.1	0.73
膜上沟灌	苗期	34.9	54.4	0.64
	开花坐果期	44.2	55.4	0.80
	结果中期	52.8	62.4	0.85
	结果末期	35.1	53.6	0.65
	全生育期	167.0	225.8	0.74
膜下沟灌	苗期	35.1	52.1	0.67
	开花坐果期	39.3	50.4	0.78
	结果中期	57.7	66.2	0.87
	结果末期	33.1	49.0	0.68
	全生育期	165.2	217.7	0.76

理茎粗在各生育期均显著高于其他处理。叶片数和最大叶面积的变化趋势亦与株高相似(图2)。

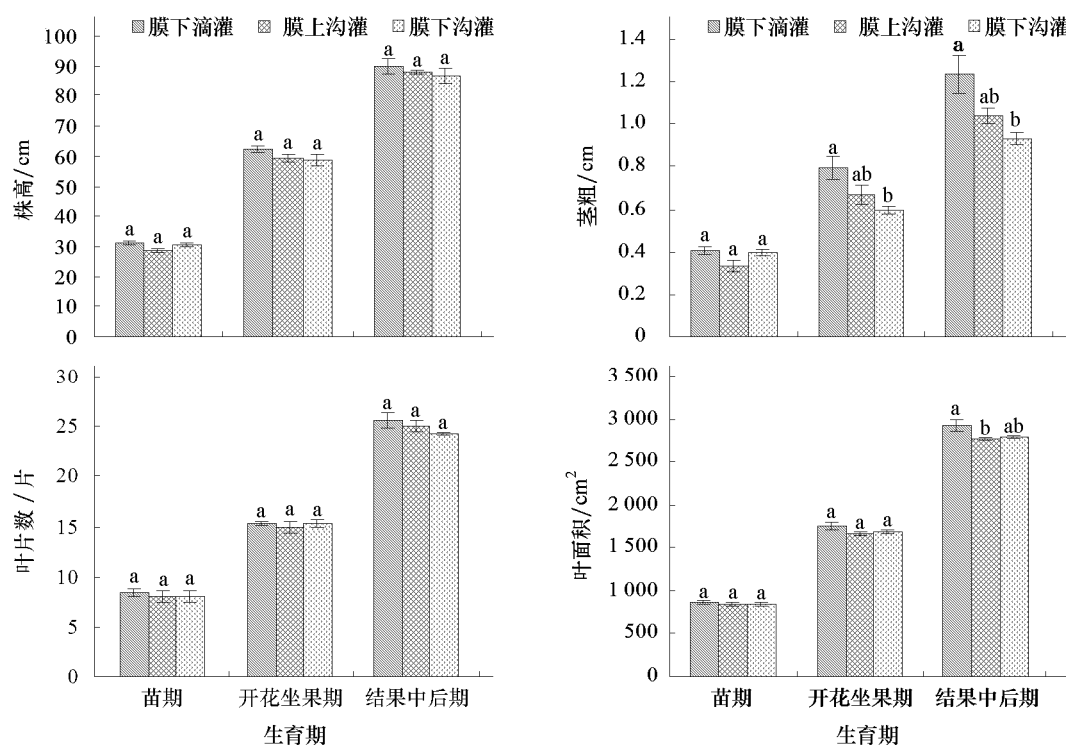


图2 不同灌溉方式对辣椒植株生长的影响

图柱上不同小写字母表示差异显著 ($\alpha=0.05$)。

2.5 不同灌溉方式对辣椒产量及水分生产效率的影响

从表3可以看出,采用膜下滴灌辣椒的产量最高,达 $2\,637\text{ kg} \cdot (667\text{ m}^2)^{-1}$;膜上沟灌处理产量最低,为 $2\,489\text{ kg} \cdot (667\text{ m}^2)^{-1}$,这可能与膜上沟灌辣椒植株长势较弱有关。采用膜下滴灌时植株产量较高,耗水量较低,因而水分生产效率最高,较膜上沟灌和膜下沟灌分别提高 $2.04\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 和 $1.81\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

表3 不同灌溉方式对辣椒产量及水分生产效率的影响

处理	产量	耗水量	水分生产效率
	$\text{kg} \cdot (667\text{ m}^2)^{-1}$	mm	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
膜下滴灌	2 637	155.6	16.94
膜上沟灌	2 489	167.0	14.90
膜下沟灌	2 502	165.2	15.13

3 小结

在辣椒整个生育期内,膜下滴灌与膜上沟灌、膜下沟灌相比,灌溉量均减少 29.0 mm ;耗水量分别减少 11.40 mm 和 9.60 mm ;3个处理土壤储水变化量均有所减少,其中膜下滴灌减少量最大;各处理间深层渗漏量差异很小。膜下滴灌产量最高,分别较膜上沟灌、膜下沟灌增加 $148\text{ kg} \cdot (667\text{ m}^2)^{-1}$ 和 $135\text{ kg} \cdot (667\text{ m}^2)^{-1}$,水分生产效率分别提高 $2.04\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 和 $1.81\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。因此,综合耗水量、产量等因素,膜下滴灌是秋茬日光温室辣椒生产适宜的灌溉方式。

参考文献

- 彭世琪,钟永红,崔勇,严昌荣. 2008. 农田土壤墒情监测手册. 北京: 中国农业科学技术出版社: 8.
- 许恩军,闫鹏,孔晓民,谢志华. 2004. 大棚蔬菜滴灌施肥技术的效应分析. 土壤肥料, (2): 37-40.
- 原保忠,康跃虎. 2000. 番茄滴灌在日光室内耗水规律的初步研究. 节水灌溉, (3): 25-27.
- 赵财,黄高宝,邓忠. 2006. 三种节水灌溉技术对日光温室黄瓜生产效率及经济效益的影响. 甘肃农业大学学报, 41 (1): 52-55.