

不同灌水量对青海高原地区线辣椒产量和耗水规律的影响

李全辉, 李江, 张广楠, 邵登魁, 王亚艺, 侯全刚

(青海省农林科学院 园艺研究所, 青海 西宁 810016)

摘要:以“青线椒 1 号”为试材,在青海省农林科学院试验站日光温室内进行了单次 562、437、312、187、62 m³/hm² 5 种不同灌水量对线辣椒生长发育及产量影响的试验,测定分析了不同处理下土壤含水率、土壤电导率、土壤温度及线辣椒植物学性状和产量性状的变化。结果表明:在 1 个灌水周期内,各处理土壤含水量总体呈下降趋势;562、437、312 m³/hm² 处理下的电导率呈现高-低-高的变化趋势,187、62 m³/hm² 处理下电导率随时间变化的趋势较为平缓,没有明显升高或降低的趋势;土壤温度随灌水量的减小而升高;不同灌水量下辣椒株高、茎粗、产量差异显著;从节水高效模式来看,312 m³/hm² 的灌溉处理为最经济灌水量。

关键词:“青线椒 1 号”;灌水量;产量;耗水规律

中图分类号:S 641.307⁺.1(244) **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)09-0008-04

辣椒是我国人民喜食的蔬菜之一。目前,我国辣椒种植面积仅次于白菜,居蔬菜作物第 2 位,而其产值和效益则高于白菜而雄居于蔬菜作物之首^[1]。我国的西北、西南、东北和湖南、湖北、江西等地位于著名的辣椒种植带范围内。近年来,青海省也在积极发展辣椒产业,目前种植面积已达 3 335 hm² 左右。地处青海省黄河谷地的循化、尖扎、贵德、乐都、民和等县因具有光照时间长、年均气温高、无霜期长等得天独厚的气候优势,非常适合辣椒的生产,同时青海省及地方政府出台了一系列优惠政策有效促进了辣椒产业在省内的发展。“青线椒 1 号”是青海省农业科学院依据当地气候特点培育的线辣椒新品种,其色艳、肉厚、椒长、味香而不辣、品质好和富有营养,丰产性、抗病性均较好,具有良好的推广前景^[2]。

水资源缺乏已严重阻碍了我国农业生产。而深居内陆的青海高原地区干旱少雨,水资源更为匮乏。因此在高原地区农业生产中科学用水,提高水分利用效率,使有限的水资源发挥更大的经济效益,已成为当前迫切需要解决的一个重要课题。现通过田间试验,从不同灌水量入手,根据土壤水分平衡原理,研究不同灌水条件对“青线椒一号”生长发育的影响,以期“青线椒一号”

生产种植选择出最佳灌水量及合理制订节水灌溉方案,达到高产、高效、节水目的提供參考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试辣椒品种为“青线椒 1 号”,于 2011 年 3 月 10 日播种育苗,5 月 10 日定植,定植行距 40 cm,株距 30 cm。垄宽 1 m,垄长 8 m。

1.2 试验方法

该试验在青海省农林科学院园艺所试验站日光温室内进行。试验共设 5 个灌水处理,单次灌水量分别为:处理 1:562 m³/hm²,处理 2:437 m³/hm²,处理 3:312 m³/hm²,处理 4:187 m³/hm²,处理 5:62 m³/hm²;每处理 3 次重复,小区面积 5 m²。每小区之间用油毡隔断,深 60 cm,以防止水分侧渗,灌水方式为膜上沟灌。全生育期共灌水 10 次,时间分别为:苗期 2 次,开花坐果期 3 次,膨果期 3 次,成熟期 2 次,用水表记录各小区灌水量。其它管理措施同大田生产。

1.3 项目测定

每小区选 5 株定点测定。测定 1 个灌水周期内上午 9:30 和下午 16:00 各处理的土壤温湿度,土壤含水率及土壤电导率(用 WETWET 土壤多参数测定仪);植物学性状在成熟期用钢尺和游标卡尺分别测株高、茎粗、株幅、叶长、叶宽等性状。产量在 75% 辣椒红熟时一次采收,分小区计产并折合 667 m² 产量;用水表记录各小区灌水量。

1.4 数据分析

试验数据均采用 Excel 和 DPS 统计软件进行分析。

第一作者简介:李全辉(1983-),男,硕士,助理研究员,研究方向为蔬菜作物育种。E-mail:liquanhui_2008@163.com。

基金项目:农业科技成果转化基金资助项目(2010GB2G200512);青海省遗传与生理重点实验室资助项目。

收稿日期:2012-12-17

2 结果与分析

2.1 不同灌水量对土壤含水率的影响

土壤含水率是土壤中所含水分的数量,一般是指土壤绝对含水量,即 100 g 烘干土中含有若干克水分,也称土壤含水率,是农业生产中一个重要参数。该试验各处理自 2011 年 7 月 28 日浇水后测定其含水量。由图 1 可以看出,在 1 个灌水周期内,各处理土壤含水量总体呈下降趋势,同时各处理土壤含水量的变化趋势较为一致。至 2011 年 8 月 11 日下午 16:00,含水量降至最小值,此时第 5 处理(单次灌水量 $62 \text{ m}^3/\text{hm}^2$)含水量仅为 2.2%,植株开始萎蔫。

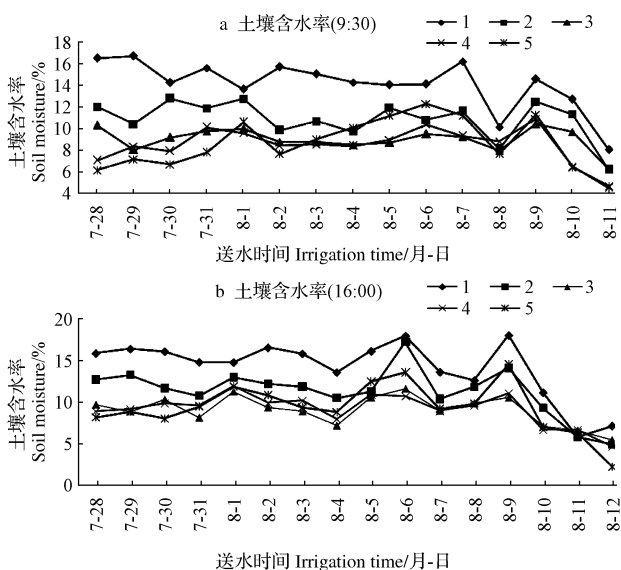


图 1 1 个灌水周期内各处理土壤含水率的变化规律

Fig. 1 The soil moisture variation of each treatment within an irrigation cycle

2.2 不同灌水量对土壤电导率的影响

土壤电导率(Soil conductivity)指土壤溶液传导电流的能力,是以数字形式来表示土壤溶液的导电能力,它同时也是间接推测土壤溶液中离子成分总浓度的指标,跟作物的产量和品质有密切联系。由图 2-a 可以看出,1、2、3 处理(灌水量 $562, 437, 312 \text{ m}^3/\text{hm}^2$)的电导率呈现高-低-高的变化趋势,4、5 处理($187, 62 \text{ m}^3/\text{hm}^2$)的电导率随时间变化的趋势较为平缓,没有明显升高或降低的趋势,这可能是由于 1、2、3 处理在刚开始测量时水分没有完全渗入,导致电导率较高,随着时间的推移,水分逐渐渗入,电导率开始下降,至后期随着土壤水分逐渐蒸发,土壤含水量增加,电导率再次升高。4、5 处理可能因灌水量较小,土壤含水量较低,而导致电导率变化不明显。图 2-b 为下午 16:00 时测量的各处理电导率,可以看出各处理的电导率随时间变化的规律不甚明显,这可能是由于下午过高的地温影响了电导率测定的准确性。其中 2011 年 8 月 11、12 日时因土壤太干没能测量出土

壤电导率。对于土壤含水率和土壤电导率的确切关系有待进一步深入的研究。

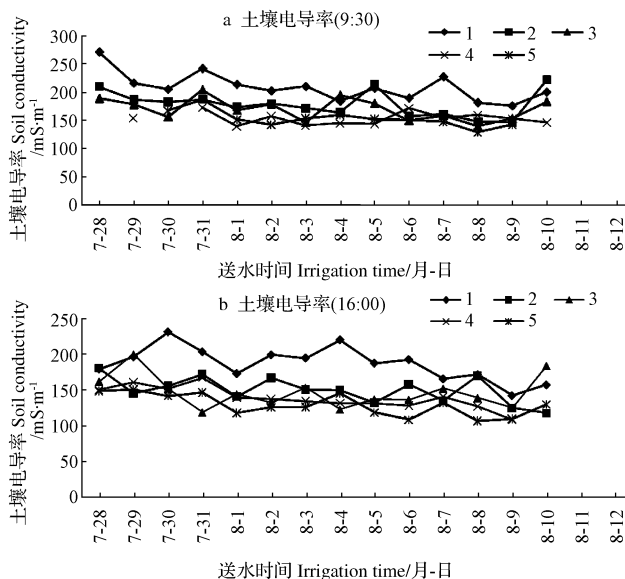


图 2 1 个灌水周期内各处理土壤电导率的变化规律

Fig. 2 The soil conductivity variation of each treatment within an irrigation cycle

2.3 不同灌水量对土壤温度的影响

由图 3 可知,在 1 个灌水周期内,土壤温度的总体变化趋势是随时间的推移逐渐升高,而且各处理之间的变化趋势是一致的。其中,4、5 处理(灌水量 $187, 62 \text{ m}^3/\text{hm}^2$)无论 9:30 还是 16:00 测定的土壤的温度都明显高于 1、2、3 处理($562, 437, 312 \text{ m}^3/\text{hm}^2$),这说明土壤温度随灌

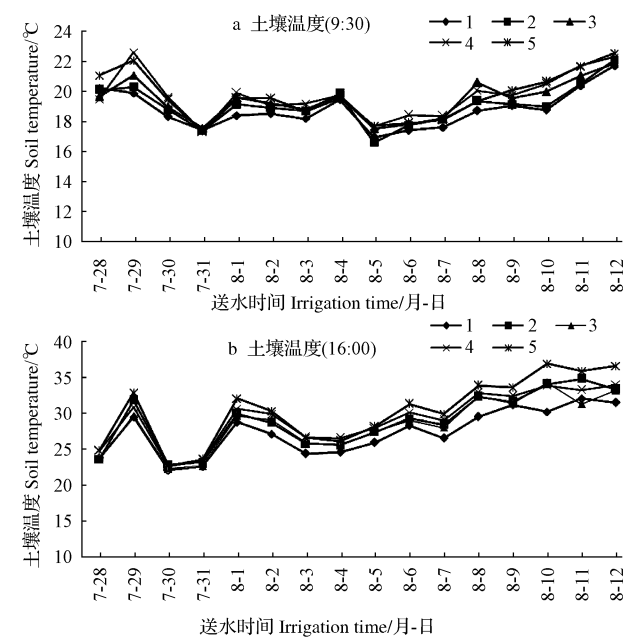


图 3 1 个灌水周期内各处理土壤温度的变化规律

Fig. 3 The soil temperature variation of each treatment within an irrigation cycle

水量的减小而升高,但升高和降低的幅度不是很大。

2.4 土壤含水率、土壤电导率、土壤温度的日变化规律

为揭示一天之内土壤各指标的变化情况,取 8 月 1 日测量的数值进行分析。由图 4 可以看出,16:00 时含水量略高于 9:30 时的含水量,这可能是由于下午随着植株蒸腾作用的加强,根系吸水力增强,从而提高了土壤孔隙的含水量。同时随着灌水量的降低土壤含水量降低。由图 5 可以看出,9:30 时测量的土壤电导率高于 16:00 的土壤电导率,且随灌水量的减少,土壤电导率降低。由图 6 可知,全天内 16:00 时的土壤温度明显高于 9:30 时的温度,并且随灌水量的减少,土壤温度升高。

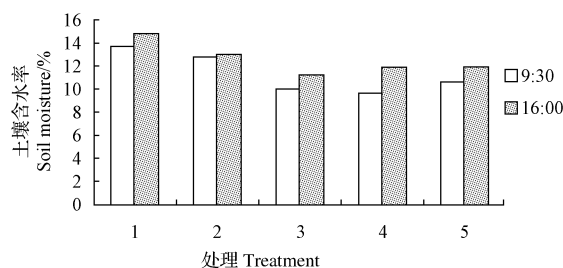


图 4 土壤含水率的日变化规律

Fig. 4 Diurnal variation of soil moisture

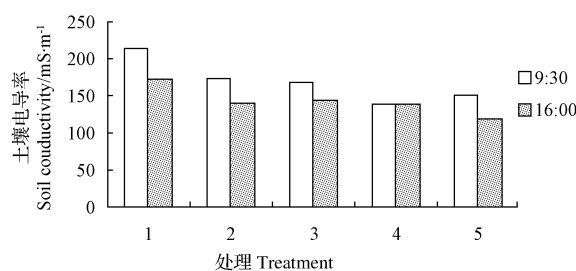


图 5 土壤电导率的日变化规律

Fig. 5 Diurnal variation of soil conductivity

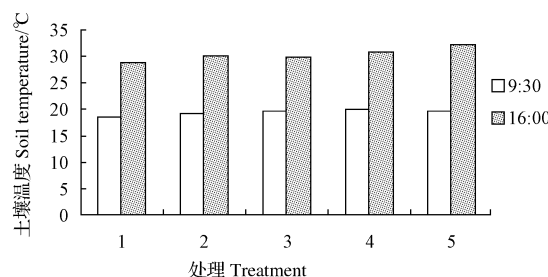


图 6 土壤温度的日变化规律

Fig. 6 Diurnal variation of soil temperature

表 1

不同灌水量对设施辣椒植物学性状及产量的影响

Table 1

The effect of different irrigation amounts on the botanical characters and yield of chili pepper

处理 Treatments	株高 Plant height/cm	株幅 Plant width/cm	茎粗 Stem diameter/cm	叶长 Length of leaf/cm	叶宽 Width of leaf/cm	小区产量 Plot yield/kg	667 m² 产量 Yield of 667 m²/kg	公顷产量 Yield of hectare/kg
1	88.359a	78.0a	1.0492a	8.36a	3.74ab	13.82a	1 843.59	27 653.82
2	84.900a	75.6ab	1.0330a	7.95bc	3.49bc	13.65a	1 820.91	27 313.65
3	83.700a	65.7b	1.0288a	7.29ab	3.36a	13.48a	1 798.23	26 973.48
4	74.350ab	61.7ab	0.8392b	6.58c	3.20c	11.21b	1 495.41	22 431.21
5	65.300b	41.2c	0.7804b	6.55c	2.97abc	9.13c	1 217.94	18 269.13

2.5 不同灌水量对设施辣椒生长及产量的影响

2.5.1 不同灌水量对辣椒植株生长发育的影响 由表 1 可以看出,不同的灌水量对植株的生长发育有明显的影响。处理 5 的株高显著低于其它 4 个处理,其它 4 个处理间差异不明显;在株幅方面,处理 1 明显高于其它 4 个处理,处理 2、3、4 间差异不明显,处理 5 的株幅显著低于其它 4 个处理。在茎粗方面,处理 1、2、3 显著高于处理 4、5;不同灌水量对叶长、宽也有显著的影响,处理 1 的叶长显著长于其它 4 个处理,处理 2、3 间差异不明显,但显著高于处理 4、5,处理 5 叶长最小。

2.5.2 不同灌水量对辣椒产量的影响 由表 1 可以看出,处理 1、2、3 的植物生长发育状况均显著优于处理 4、5。其中处理 1、2、3 间差异不明显。在不同的处理条件下,不同的灌水量对辣椒产量有显著影响,其中处理 1、

2、3 间差异不明显,但显著高于处理 4、5;处理 5 产量最低。

综合以上分析,不同的灌水量对辣椒植株生长发育及产量都有显著影响,因此结合作物需水规律及节水灌溉的需要,初步确定处理 3 为最佳的灌水量,即单次灌水 $312 \text{ m}^3/\text{hm}^2$,以全生育期灌水 10 次计,每 667 m^2 线辣椒种植地共需水 200.8 m^3 。

3 结论与讨论

我国温室蔬菜生产中水分管理缺乏科学的量化指标,主要是丰水高产型的经验灌溉,常规蔬菜生产水分管理比较粗放,仅凭经验对蔬菜进行灌溉^[3-4],青海高原地区设施蔬菜栽培多沿袭传统的大水大肥耕种方式,不仅造成水资源浪费,而且由于单次灌水量过大,引起设

施内空气湿度加大,诱发病害的发生;一方面易造成减产,另一方面由于加大了农药的使用量而导致蔬菜产品的质量级别下降。因此,该试验设计不同梯度的灌水量,并对土壤的电导率和温度进行测量,研究“青线椒 1 号”的需水规律,建立了合理的灌溉制度。

土壤学的研究表明,土壤电导率包含了土壤养分与理化特性的丰富信息。土壤电导率能不同程度地反映土壤中的盐分、水分、有机质含量,土壤质地结构和孔隙率等参数的大小^[5-6]。有效获取土壤电导率,对于确定各种田间参数时空分布的差异具有重大意义,从而也为基于信息和知识的现代精细农业的普及推广打下基础^[7-8]。该研究发现处理 1、2、3 的电导率呈现高-低-高的变化趋势,处理 4、5 的电导率随时间变化的趋势较为平缓,下午 16:00 时测量的各处理的电导率随时间变化的规律不甚明显,这可能是由于下午过高的地温影响了电导率测定的准确性。对于土壤含水率和土壤电导率的确切关系以及电导率跟作物产量的形成关系等方面有待进一步深入的研究。

土壤温度在一定程度上也会影响作物产量的形成^[9]。在该试验中,处理 4、5 无论 9:30 还是 16:00 测定的土壤的温度都明显高于处理 1、2、3,这说明土壤温度随灌水量的减小而升高,但升高和降低的幅度不是很大。

为了达到节水、优质、高效的调控目的,对线辣椒新品种“青线椒 1 号”的生物学性状及产量性状进行调查,

表明处理 3,即单次灌水 $312 \text{ m}^3/\text{hm}^2$,以全生育期灌水 10 次计,每 667 m^2 线辣椒种植地共需水 200.8 m^3 的灌水量可保证同等产量的同时,降低水分消耗,是西北旱区温室辣椒适宜的灌溉量,可达到节水高效的目的。这与李甫斌^[10]对长辣椒需水规律的研究结果基本一致。

以上结论是通过试验后提出的需水量和灌溉制度,由于该试验只进行了 1 a,加上条件限制,故试验结果有一定局限性,仅供参考。

参考文献

- [1] 申爱民,赵香梅.我国辣椒生产概况及发展方向[J].农业科技通讯,2010(6):5-7.
- [2] 侯全刚.线辣椒新品种青线椒 1 号[J].中国蔬菜,2011(9):32.
- [3] 李清明,邹志荣,郭晓冬,等.不同灌溉上限对温室黄瓜初花期生长动态、产量及品质的影响[J].西北农林科技大学学报,2005,33(4):47-51.
- [4] 韩清芳,马林,苗吸旺.窑窖集水节水灌地膜栽培辣椒研究初探[J].干旱地区农业研究,1999,17(2):45-48.
- [5] 李民赞,王琦,汪懋华.一种土壤电导率实时分析仪的试验研究[J].农业工程学报,2004,20(1):51-55.
- [6] 刘广明,杨劲松.土壤含盐量与土壤电导率及水分含量关系的实验研究[J].土壤通报,2001,32(S0):85-87.
- [7] 孙宇瑞,汪懋华.一种土壤电导率测量方法的数学建模与实验研究[J].农业工程学报,2001,17(2):20-23.
- [8] 孙宇瑞.非饱和土壤介电特性测量理论与方法的研究[D].北京:中国农业大学,2000.
- [9] Iremiren G O,王胜利.土壤温度对玉米生长和产量的影响[J].杂粮作物,1990(2):27-28.
- [10] 李甫斌.长辣椒需水量与灌溉制度研究[J].甘肃农业,2005(11):98.

Effects of Different Irrigation Amounts on Yield and Water Requirement of Chili Pepper in Qinghai Plateau

LI Quan-hui, LI Jiang, ZHANG Guang-nan, SHAO Deng-kui, WANG Ya-yi, HOU Quan-gang
(Institute of Horticulture, Qinghai Academy of Agricultural and Forestry, Xining, Qinghai 810016)

Abstract: Taking ‘Qinghai chili pepper No. 1’ as material, the effect of different irrigation amounts ($562, 437, 312, 187, 62 \text{ m}^3/\text{hm}^2$) on growth and yield of chili pepper in Qinghai Academy of Agriculture and Forestry Experiment Station solar greenhouse were conducted, the soil moisture, soil conductivity, soil temperature, botany and yield traits of chili pepper were analyzed under different treatments. The results showed that in an irrigation cycle, the soil moisture presented overall downward trend in each treatment. The soil conductivity of $562, 437, 312 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ treatments rendered high-low-high trend and $187, 62 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ treatments changed relatively gentle, without significantly raising and lowering trend. The soil temperature increased with the reduction in the amount of irrigation. The plant height, stem diameter and yield had obvious difference under different irrigation amounts. From the water-saving efficiency mode, $312 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ treatment was the most economical irrigation amount.

Key words: ‘Qinghai chili pepper No. 1’; irrigation amount; yield; water requirement