

渗灌条件下土壤水分对温室秋冬茬茄子生长效应

王铁良, 陈 思, 毛丽珍

(沈阳农业大学 水利学院, 辽宁 沈阳 110866)

摘 要:以“荷兰布利塔”茄子为试材,通过小区试验,研究了渗灌条件下土壤水分对日光温室秋冬茬茄子生长指标、光合指标、产量及水分利用效率的影响。结果表明:渗灌条件下秋冬茬茄子开花坐果期土壤水分控制下限达到了田间持水率的 65%~75%、结果盛期土壤水分控制下限达到了田间持水率的 55%~65%时,有利于促进植株的生殖生长和果实干物质的积累,产量和水分生产率均相对较高,且适度水分亏缺有利于果实品质的提高。

关键词:渗灌;茄子;生长指标;生理指标;品质;水分利用效率

中图分类号:S 641.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)04-0045-04

渗灌是在低压条件下水分通过埋在作物根层的渗灌管渗出,部分水分通过土壤毛细管作用上升到根层被作物利用的灌水技术^[1]。随着农业机械化技术的发展和应用,温室蔬菜生产中渗灌技术由于其独特的优点得到了广大农户的欢迎。在日光温室种植春夏茬茄子时,渗灌技术在温室内湿度控制、病虫害发生率、作物水分利用效率等方面均优于沟灌、滴灌和小管出流灌^[2]。冬季温室农业生产作物对温室内环境有更高的要求,比如空气湿度低、保证地温条件等。尤其土壤水分的控制,直接影响作物的生长情况。日光温室渗灌条件下,不同水分处理对茄子株高、茎粗、叶面积、产量、需水量和水分利用效率有一定影响^[3]。水分过多过少均直接影响作物的生长^[4]。为了摸清温室内秋冬季节渗透条件下土壤水分对茄子生长的效应,现通过小区试验控制土壤水分的下限范围,观测茄子的生长规律和温室内的环境变化特征,分析了日光温室秋冬茬茄子渗灌条件下不同水分处理生长形态指标、生理指标、果实品质、产量和水

分利用效率等参数的变化规律,以期寻求冬季温室茄子生产合理的渗灌管理技术参数。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试作物为“荷兰布利塔”茄子。

供试温室为沈阳农业大学水利学院综合试验基地的日光温室,其覆盖无滴聚乙烯薄膜。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 1.52 g/cm³,土壤田间持水量 40.5%(体积含水率)。土壤耕作层全氮、全磷、全钾含量分别为 1.17、1.04、20.25 g/kg,速效磷、速效钾的含量分别为 47.87、140.25 g/kg,有机质含量为 10.5 g/kg,耕作层土壤 pH 为 6.35。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。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 试验于 2011 年 9 月至 2012 年 2 月进行,将茄子全生育期划分为苗期、开花坐果期、结果期 3 个主要阶段。渗灌试验设计以不同生育阶段的土壤水分下限为控制指标,设 T1、T2、T3、T4、T5 5 个处理(表 1),每个处理 3 次重复。该试验由土壤水分下限和计划湿润层深度来确定灌水时间、整个生育期的灌水次数、灌水定额;灌水定额不包括定植水,茄子定植后,每个处

第一作者简介:王铁良(1965-),男,博士,教授,现主要从事生态环境与节水灌溉理论和技术研究等工作。E-mail: tieliangwang@126.com.

基金项目:辽宁省教育厅一般资助项目(L2012239)。

收稿日期:2013-10-24

Abstract: To determine solar greenhouse architectural and structural form in Inner Mongolia Wuhai non-cultivated land, combined with the geographical features, considering lighting, heat, use and skeleton structure force, and conducted a comprehensive study based on the theoretical analysis, experimental studies and local experience. Proposed a solar greenhouse for the agricultural production in Wuhai non-cultivated land. The solar greenhouse used a number of new materials, and carried out structural optimization, had a certain role model and would be used for further research about non-cultivated agricultural and large-scale construction.

Key words: non-cultivated land; solar greenhouse; architecture and structure

理都适当灌溉定植水 3 次,以保证茄子成活。茄子苗期作相同的非充分处理,灌水下限为田间持水量的 50%~60%;开花坐果期、结果盛期和结果后期设不同水平的处理来控制灌溉。在试验实际实施过程中,难以严格控制灌水下限,故每处理均设范围值。当土壤含水量低于土壤水分控制下限时,补充灌溉水至田间持水量,各处理灌水量按公式 $M = (\theta_{\max} - \theta_{\min}) \times S \times H \times p$ 进行计算。其中 θ_{\max} 、 θ_{\min} 分别为土壤水分控制上、下限(体积含水率), S 为各处理小区面积, H 为计划湿润层深度, p 为土壤湿润比(p 取 0.7)^[5-6]。记录各次的灌水量和灌水时间。

表 1 试验设计

处理	苗期	开花坐果期	结果盛期	结果后期
T1	50%~60%	65%~75%	65%~75%	60%~70%
T2	50%~60%	45%~55%	65%~75%	60%~70%
T3	50%~60%	55%~65%	65%~75%	60%~70%
T4	50%~60%	65%~75%	45%~55%	60%~70%
T5	50%~60%	65%~75%	55%~65%	60%~70%
计划湿润层/cm	20	40	40	40

注:灌水下限以田间持水量的百分比(%)计,灌水上限为田间持水量。

1.2.2 田间管理 试验开始前应进行土壤杀菌消毒,茄子定植前土壤翻耕处理,并施底肥熟鸡粪。2011 年 9 月 4 日定植,1 周后进行试验测量,9 月 17 日给茄子打叉,坐果后用吊绳吊秧,随着植株生长及时缠绕在吊绳上;生长中后期定期摘除无效枝叶,保持通风透光。茄子生长前期应重点防治白粉虱、潜叶蝇、蚜虫等虫害,生长中后期应重点防治白粉病、灰霉病等疫病,控制温室内湿度,减少病虫害发生。

1.3 项目测定

每个处理标记 6 株,分别测量茄子株高、茎粗、叶面积,每 10~15 d 测 1 次。采用 Lcpro+ 便携式光合仪测定不同水分处理的相同位置、相同高度的叶片光合速率、气孔导度、蒸腾速率。结果盛期和结果后期记录每株茄子产量,统计各处理总产量。

2 结果与分析

2.1 渗灌条件下不同土壤水分处理对日光温室茄子形态指标的影响

2.1.1 不同土壤水分处理对茄子株高的影响 株高是反映茄子生长的重要指标之一,水分过多或不足直接对茄子株高产生影响,进而影响光能利用和产量的形成。从图 1 可以看出,不同土壤水分处理下茄子株高的生长

曲线基本呈“S”型。不同土壤水分控制下限对茄子全生育期内的株高均会产生明显的影响,各处理株高的总趋势为 $T5 > T1 > T3 > T4 > T2$ 。在茄子开花坐果期,不同水分处理对茄子的株高影响较大,植株生长迅速,这是由于开花坐果期植株由营养生长转向生殖生长,需水量增加。茄子结果盛期植株增长速度变缓,主要是由于结果盛期促进干物质的积累,果实膨大,故水分的需求也相应的增加。可见茄子开花坐果期土壤水分控制下限达到了田间持水率的 65%~75%,结果盛期土壤水分控制下限达到了田间持水率的 55%~65%,有利于促进植株的生殖生长和果实干物质的积累。

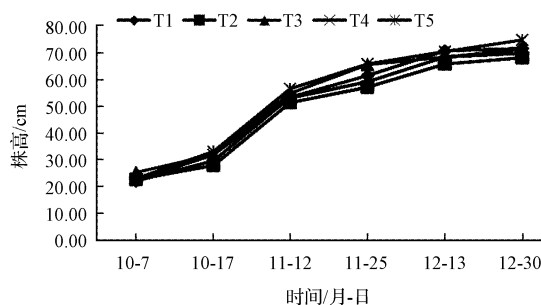


图 1 茄子全生育期不同土壤水分处理茄子株高变化

2.1.2 不同土壤水分处理对茄子茎粗的影响 茎粗的大小直接反映作物长势强弱和健壮程度,茎粗在一定程度上代表着植株同化产物的累积量,茄子茎粗的生长与土壤水分含量有很大关系。茄子生长初期,植株的绝对生长量比较小,对各种养分及水分的吸收量也比较小。随着植株的生长,根系吸收面积、茎叶光合面积的增加和光合能力的增强,植株的长势明显加强,对水分的吸收量也随之增加。从图 2 可以看出,各处理茎粗的总趋势为 $T5 > T1 > T3 > T4 > T2$,生长状况与株高相似;不同水分控制下限处理茄子的茎粗随生育期的延长长势逐渐增强,茎粗增加较快,后期也表现出生长缓慢的现象。因此,要根据植株的生长状况将灌水下限控制在适宜的范围,才有利于植株茎粗的增加。

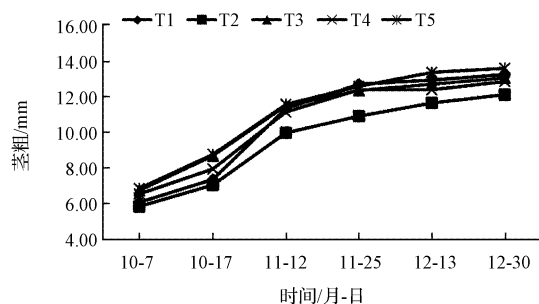


图 2 茄子全生育期不同土壤水分处理茄子茎粗变化

2.2 茄子结果盛期不同土壤水分处理对茄子光合指标的影响

光合作用是绿色植物将光能转化为化学能的过程,水是光合作用的主要原料之一,土壤含水率直接影响作物根系水分吸收,从而对光合作用产生间接影响^[7]。光合速率是单位面积叶片在单位时间内的二氧化碳吸收量除去呼吸后的光合部分,光合速率是衡量作物生理活动强弱的重要指标之一。蒸腾作用是水分从活的植物体表面(主要是叶片)以水蒸汽状态散失到大气中的过程,它是一种复杂的生理过程,既受作物本身形态结构和生理状况的制约,又受外界条件的影响,比如大气湿度、温度、光照、风、土壤条件等^[8]。蒸腾速率是指植物在单位时间、单位叶面积通过蒸腾作用散失的水量。气孔是 CO_2 和水汽进出细胞的共同通道,气孔导度表示的是气孔张开的程度,因此气孔导度对光合作用和蒸腾速率具有一定的调节作用。从图 3~5 可以看出,光合速率、蒸腾速率、气孔导度在不同水分处理之间变化趋势基本相似,即 $\text{T5} > \text{T1} > \text{T3} > \text{T2} > \text{T4}$ 。

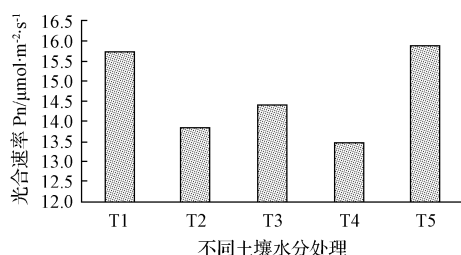


图3 茄子结果盛期不同土壤水分处理间光合速率的比较

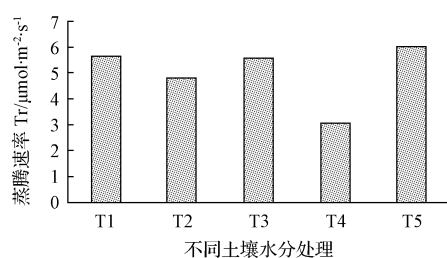


图4 茄子结果盛期不同土壤水分处理间蒸腾速率的比较

2.3 渗灌条件下不同土壤水分处理对日光温室茄子品质的影响

维生素 C 含量、可溶性糖含量、可溶性固形物含量是衡量茄子营养品质的重要指标,其含量高低决定着茄子的营养价值和商品价值。从图 6 可以看出,不同水分处理茄子果实的维生素 C 含量、可溶性糖含量、可溶性

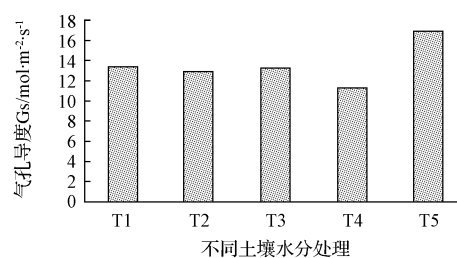


图5 茄子不同土壤水分处理气孔导度的比较

固形物含量差异很小。水分愈亏缺,愈有利于果实中维生素 C 含量的提高,维生素 C 含量大小顺序为 $\text{T2} > \text{T4} > \text{T3} > \text{T5} > \text{T1}$ 。可溶性糖含量和可溶性固形物含量变化规律与维生素 C 含量变化规律相似,水分亏缺也有利于果实中可溶性糖含量和可溶性固形物含量的提高。

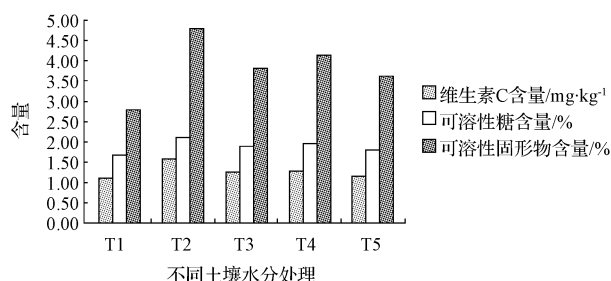


图6 茄子不同土壤水分处理对果实维生素 C 含量、可溶性糖含量、可溶性固形物含量的影响

2.4 渗灌条件下不同土壤水分处理对日光温室茄子产量及水分利用效率的影响

2.4.1 不同土壤水分处理对茄子产量的影响 产量是衡量灌溉水分调控效果重要指标之一,该试验以每垄产量作为处理内的 1 次重复,对不同水分处理间茄子总产量差异进行方差分析做显著性检验。由表 2 可知,处理间差异大于处理内的误差,不同水分处理对茄子产量的影响达 5% 显著水平。从表 3 可以看出, T1 、 T2 、 T3 、 T4 、 T5 处理的总产量分别为 19 111.40、15 653.38、16 541.89、15 518.89、19 122.54 kg/hm^2 ;其中 T5 处理的产量最高,其次是 T1 处理和 T3 处理, T2 处理和 T4 处理由于水分亏缺,相对其它处理产量有所降低。 T1 处理的产量低于 T5 处理的产量,说明灌水量过多,不利于作物的生长,最终导致产量的下降,表明充足而不适宜的水分并不能提高作物产量。 T2 处理与 T4 处理水分控制下限一样,区别在于对茄子不同生育期内进行水分胁迫,结果表明,在茄子结果盛期时受到水分胁迫对产量影响较大。

表2 不同土壤水分处理下茄子总产量方差分析

变异来源	SS	df	MS	F
处理间	39 001 042.0	4	9 750 260.5	13.084*
处理内	7 452 077.6	10	745 207.8	
总变异	46 453 119.6	14		

注:“*”代表不同水分处理茄子产量达到5%显著水平。

表3 不同土壤水分处理下茄子的总产量、灌水量及水分利用效率

处理	总产量 /kg·hm ⁻²	灌水量 /m ³ ·hm ⁻²	水分利用效率 /kg·m ⁻³
T1	19 111.40	2 356.12	8.11b
T2	15 653.38	1 986.86	7.81c
T3	16 541.89	2 049.67	8.07b
T4	15 518.89	2 001.07	7.82c
T5	19 122.54	2 068.35	9.25a

注:同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。

2.4.2 不同土壤水分处理对茄子水分利用效率(WUE)的影响 WUE是指单位灌溉水量所产生的经济产品的数量,是表示作物水分吸收利用过程效率的一个指标。合理的灌溉制度的制定目的在于要使灌溉水量得到充分有效的利用,尽可能用最少的水量获得作物较大产量。从表3可以看出,T5处理的产量最高,且水分利用效率最高,T2处理产量最低,且水分利用率也最低,这是由于其水分控制下限最低造成的,水分亏缺严重影响了茄子产量的增加;T1处理与T5处理产量差异不明显,而水分生产效率差异显著。综上,T5处理的产量和

水分利用效率均很高,灌溉水分得到了充分有效的利用,达到了高产、高效的目的。

3 结论

该试验结果表明,茄子开花坐果期土壤含水率为田间持水率的65%~75%,结果盛期土壤含水率为田间持水率的55%~65%时,茄子生长旺盛,光合作用较强,植株相对高大健壮,品质优良,产量和水分利用效率最大,达到了茄子高产、稳产的目的,使水分得到高效利用。

参考文献

- [1] Su D D, Liu G. The Present Situation and Development Tendency of Percolation Irrigation in China[C]//In: Proceedings of International Symposium on Northeastern Asia Agricultural Development in 21st Century (NEAAD'98). Liaoning Nationalities Press, 1998: 412-414.
- [2] 李波,王铁良,张玉龙,等.日光温室茄子合理灌溉方法初探[J].干旱地区农业研究,2009,27(6):78-82.
- [3] 刘丽娟.日光温室渗灌条件下水分对茄子的节水效应研究[J].内蒙古水利,2011(2):60-62,132.
- [4] Kigalu J M, Kimambo E I, Isaac M, et al. Drip irrigation of tea (*Camellia sinensis* L.) Yield and crop water productivity responses to irrigation[J]. Agricultural Water Management, 2008, 95: 1253-1260.
- [5] 史海滨,田军仓,刘庆华.灌溉排水工程学[M].北京:中国水利水电出版社,2006:122.
- [6] 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.
- [7] 李向文,颜建明,吕剑,等.灌水下限对日光温室番茄生长及生理指标的影响[J].甘肃农业大学学报,2012(5):69-74.

Effect of Soil Moisture on Growth of Greenhouse Eggplant With Infiltrating Irrigation in Autumn-winter

WANG Tie-liang, CHEN Si, MAO Li-zhen

(Water Conservancy College, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866)

Abstract: Taking ‘Holland Bulita’ eggplant as test material, through a plot experiment, the effect of soil moisture on the growth index, photosynthetic index, yield and water use efficiency of greenhouse eggplant with an infiltrating irrigation in autumn-winter were studied. The results showed that the low control limit of soil moisture for eggplant with an infiltrating irrigation in autumn-winter reached 65% to 75% of field moisture capacity during blossom and fruit-setting period, when it reached 55% to 65% of field moisture capacity with a higher yield and higher water productivity during the prime period of fruiting, it was beneficial to the reproduction and growth of the plants as well as the accumulation of fruits dry matter, at the same time a moderate water deficit was good for the improvement of fruit quality.

Key words: infiltrating irrigation; eggplant; growth index; physiological index; quality; water use efficiency