

文章编号: 1007-4929(2005)04-0022-02

温室番茄滴灌灌水指标试验研究

王贺辉, 赵恒, 高强, 韩淑敏

(中国科学院石家庄农业现代化研究所, 河北 石家庄 050021)

摘要:研究了日光温室中番茄的需水量、需水规律、产量与耗水量的关系。对日光温室番茄进行了滴灌灌水制度的研究。根据番茄不同生育期的生理特性及其需水特性确定其相应适宜的土壤含水率范围(占田间持水量的百分比)为:苗期 45%~55%,开花坐果期 55~75%,坐果期 65~85%。不同生育期的灌水定额为:苗期 10~15 mm,开花坐果期 15~25 mm,结果期 20~30 mm。

关键词:温室;番茄;滴灌;灌溉制度

中图分类号:S274 文献标识码:A

1 试验条件和方法

1.1 试区基本条件

本次试验番茄品种为从法国新引进的法 2018 番茄。2001 年 9 月 23 日定植。

土壤为壤土稍偏粘,土壤 pH 值为 7.0~7.5,有机质含量为 1.94%,速效氮含量为 48.25 mg/kg,速效磷含量为 25.1 mg/kg,速效钾为 147 mg/kg,田间持水量 30%。

试验地点在中科院石家庄农业现代化研究所内的温室内进行,温室规格为 8 m×40 m 的三连栋的日光温室,温室顶部为双层膜充气覆盖,两侧为聚碳酸酯中空板,自动开启。南端有 3 组风机,北端有湿帘。内有遮阳网。在温室每跨的中间布置小型的首部,首部上安装有施肥灌、网式过滤器。每跨分 3 个小区,每个小区由 3 畦组成,另外两侧有 1 行的隔离带,为防止小气候的影响。每行跨度为 1.3 m,每畦种植 1 行作物,行距为 50 cm,作物间距为 30 cm,每行种 60 棵植株。每行作物布置 1 条滴灌带,然后用 1 m 宽白色地膜覆盖,滴灌带滴头间距为 30 cm,在 0.1 MPa 压力下滴头流量为 2.0 L/h。灌溉方式为膜下滴灌。小区滴水量有水表计量。

本实验温室内用最高温度表和最低温度表测定该日光温室内的空气和地面最高温度和最低温度,曲管地温表测 5 cm、10 cm、15 cm、20 cm 地温,用 20 cm 口径标准蒸发皿测定日光温室内地蒸发量。用负压计监测距滴灌带滴头 10 cm 处,深度分别为 5 cm、10 cm、25 cm、30 cm、40 cm、50 cm 的土壤水势。以 15~25 cm 的水势来指导番茄的灌溉用水量。同时定期取

土用烘干法测定土壤含水量作为校正。

1.2 试验设计

番茄整个生长期划分为 3 个主要生育期(苗期、开花着果期、结果期)。考虑到试验是在日光温室内进行,棵间蒸发相对来说较露地小些。所以,适宜灌水下限定为 45%~50%(占田间持百分比)。在试验实际实施过程中,难以严格控制灌水下限,故每处理均设有一个范围值。试验于 2001 年秋冬实施,每次滴灌水量分别采用不同的高(H)、中(M)、低(L)控制水平,其每次滴灌水量分别为:25 mm、15 mm,根据 3 个主要生育期按正交回归进行试验设计,共设 6 种处理方式(见表 1)。同期有一跨温室作为对比温室,采用传统经验滴灌方法,按照以往的方法负责灌水控制。在试验中控制的土壤水分指该阶段计划土壤湿润层的土壤含水量。根据番茄生长发育特点,不同生育阶段根系活动范围不同,苗期为 30 cm(首次取土为 80 cm),开花坐果期为 50 cm,结果后期为 60 cm。

表 1 番茄灌水制度试验设计方案表

处理	灌水量/mm	苗期/%	开花坐果期/%	结果期/%
1		45	55	65
2	15	50	65	75
3		55	75	85
4		45	55	65
5	25	50	65	75
6		55	75	85
对照	传统经验灌水			

收稿日期:2005-01-07

作者简介:王贺辉(1971-),男,工程师。

2 试验结果分析

2.1 日光温室滴灌番茄需水规律

日光温室滴灌番茄的需水量在全生育期的变化规律可以通过番茄的日需水量在全生育期的变化过程进行分析,在滴灌条件下,番茄适宜的需水量在全生育期内的变化过程,在适宜水分条件下,日光温室番茄的需水规律表现为前期小,中期大,后期小的变化规律,需水高峰出现在结果盛期,最大需水强度达到了 6.10 mm/d,平均日耗水强度达 5.50 mm/d。

这种变化规律反映了番茄植株在苗期植株体尚小,虽然当时气温较高,其蒸腾作用较小,需水强度也较小;开花坐果期植株虽然进入营养生长与生殖生长的并进阶段,但此时温度尚偏低,相对来说,植株生长还较缓慢,其需水强度仍偏小。在适宜灌溉条件下,需水强度主要随气温的升高番茄植株体的增大和蒸腾力的增强而加大。结果盛期,正值 2 月中旬至 3 月上旬,温室气温白天在 22~30℃ 之间,夜间在 13~17℃ 之间。番茄植株迅速长大,需水强度也随之增大,植株的生长状况逐渐由营养生长、生殖生长并进转变为以生殖生长为主的生长趋势。大量的果实在此期趋向成熟,故需水量也最大。到结果后期,随着果实的不断采摘,植株体逐渐转向衰老,内部生理活动亦在减缓,需水强度开始下降,日需水量也随之降低。

2.2 番茄全生育期滴灌水量与产量的关系

日光温室番茄滴灌是一种先进的灌水方法,它是通过输水管内的有压水流经过消能滴头将灌溉水以水滴的形式一滴一滴地滴入作物根部附近土壤进行灌溉,在滴灌条件下,日光温室番茄的产量与需水量、灌水量的关系,系统研究资料不多,传统的灌水方法沟灌、畦灌认为蔬菜是水作物,水多则产量高。这种说法是否科学?通过上述试验分析,说明了这一问题。

由表 2 可知,在试验中,与对照相比,作为控制的平均增产 11.39%,最高增产 17.16%。有个别小区产量与传统经验灌水的产量差不多,这是由于各生育期灌水下限处于比较高的水平,土壤中湿度较大,因而使土壤中通气空隙减少,不利于根系的发育。而苗期时所处的地温较高,不利于苗期蹲苗,因此造成作物减产。而试验中的 1、4、5 处理,其苗期、开花坐果期、结果期控制下限分别为:45%~55%、55%~75%、65%~85%,其产量相对于对比平均增加 15%。

滴灌番茄的大部分根系主要分布在 10~40 cm 的耕作层

表 2 番茄滴灌处理增产与节水量表

处理	累计滴灌水量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)	产量/ ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)	增产/ %	节水率/ %
1	216	64 952	13.93	46.6
2	228	64 779	13.63	44.1
3	211	63 472	11.34	47.6
4	422	66 789	17.16	25.0
5	355	64 861	13.78	18.5
6	326	62 278	9.24	24.3
对照	496	57 005		

内,因此根据试验结果,可以得出番茄高产的灌水指标为:苗期计划湿润层深度为 25 cm,适宜的土壤含水率范围为:45%~65%,开花坐果期计划湿润层深度为:40 mm,适宜的土壤含水率范围为:55%~75%,结果期计划湿润层深度为:40 mm,适宜的土壤含水率范围为:65%~85%。

从试验中可以看出,各小区灌水比传统经验灌水方法平均节水 36.4%,最大节水量达到 47.6%,增产 11.34%,最小节水量 18.5%,增产 13.78%。本试验中节水量最小的小区,也就是产量增加比较大的小区。因此,该滴灌节水量可达 18.5~47.6%,节水效果十分显著。

在试验中,除灌水制度不同外,其他如定植日期,施肥水平以及管理水平等都是相同的。传统滴灌每次灌水量达到 25~50 mm,一次灌水量大,灌水周期长,灌水后,超过田间持水量的水量基本上以重力水的形式向深层渗漏,造成灌溉水的大量损失。同时,较大的灌水强度不但造成水分渗漏,而且易使土壤中养分淋溶损失,造成土壤养分亏缺,影响番茄的生长和产量。

而本试验中通过对番茄不同生育期控制灌水,每次滴灌水量 15~25 mm,使计划湿润层土壤含水量达到田持的 55%~90%,这样不但湿润了土壤、保持土壤良好的通气性能,而且不容易造成土壤水分、养分的深层渗漏,形成适宜的土壤水肥环境,利于番茄的生长和提高产量。

2.3 温室滴灌对番茄品质的影响

由于滴灌改变了日光温室内环境条件和土壤水分状况,因而使番茄各个生育阶段的农艺性状均比传统的灌溉好,增产显著。滴灌的温室番茄果实性状发育好,单株果数、果重均有不同程度的增加。并且滴灌还控制了番茄的病害的发生,滴灌灌水量小,土壤水分蒸发少而降低相对湿度,提高地温,大大减轻了番茄病虫害的危害,如温室白粉虱、番茄立枯病、叶腐病等。

3 结 语

通过温室番茄滴灌试验研究,可以得出如下几点初步认识。

(1)温室滴灌使番茄的质量品质提高了一个等级,产量增加明显,病虫害明显减小,使经济效益显著提高。

(2)番茄各生育期适宜的土壤含水率范围占田持的百分比分别为:苗期 45%~50%,开花坐果期 55%~75%,结果期 65%~85%。苗期计划湿润层深度为 25 cm,开花坐果期计划湿润层深度为 40 cm,结果期计划湿润层深度为 40 cm。

(3)采用合理的滴灌灌水指标,相对于传统的经验滴灌灌水具有一定的增产省水效果,特别是节水效果显著。

(4)了解了番茄各个生育阶段对水分的敏感程度,在日光温室栽培生产中,就可以把宝贵的水资源分配给番茄对水分最为敏感的时期,以达到既节水又优质高产的目的,番茄优化灌溉制度可为设施保护地节水农业提供科学的用水依据。把有限的水资源用到关键时期,既稳定产量,又减少蔬菜污染,使蔬菜生产向着无公害方向转化,促进生态农业向着良性循环发展。

(本文得到了河北农科院蔬菜研究所高志杰研究员的大力支持。)

(下转第 25 页)

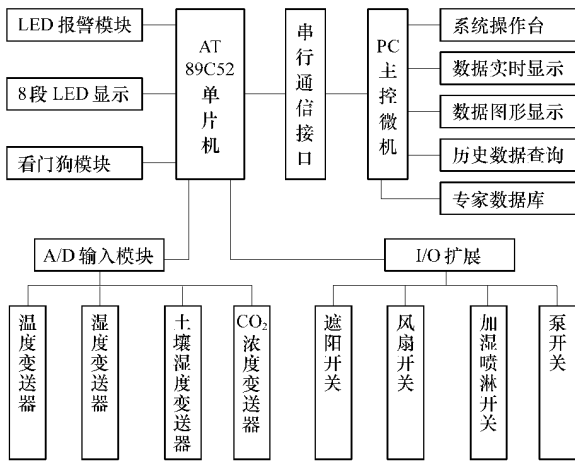


图3 系统总结构图

控能力,分别在2003年的冬季(2月)和夏季(7月),运用以上3控制子系统,调节并记录温室内的环境温度和湿度,以露天环境参数为对照,结果见表1。

表1 大气、大棚的温湿度对照表(部分)

时间	温度/℃		湿度/%	
	大气	温室	大气	温室
2003-02-04 11:00	14.5	22.5	56.0	78.2
2003-02-13 12:50	12.0	19.5	72.0	82.5
2003-02-25 13:30	22.0	31.5	47.0	75.5
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2003-07-10 10:35	31.0	25.5	57.5	76.5
2003-07-20 13:40	33.5	26.5	81.0	79.0
2003-07-30 10:25	31.0	25.0	75.0	69.0

从表1可见,在2003年冬季(2月)的3个时期,温室内温度分别从14.5℃、12.0℃和22.0℃上升到22.5℃、19.5℃和31.5℃,比对照分别提高55.2%、62.5%和43.2%。温室内相对湿度从56.0%、72.0%和47.0%上升到78.2%、82.5%和75.5%,比对照提高39.6%、14.6%和60.6%。可见在福建冬季低温干燥的气候,在不采用人为加热的条件下,本系统的微喷灌系统、遮阳系统和开窗系统能有效地提高温室内温度和湿度。特别是在温度和湿度都较低时,调控效果尤其明显。温度的最大调控程度可达62.5%,湿度的最大调控效果可达60.6%。

从表1还可见,在夏季(7月)的3个不同时期,温室内温度分别从31.0℃、33.5℃和31.0℃下降到25.5℃、26.5℃和25.0℃,比对照分别降低17.7%、20.9%和19.4%。温室内相对湿度从57.5%、81.0%和75.0%变化为76.5%、79.0%和69.0%,与对照相比,提高了33.0%、-2.5%和-8.0%。可见在福建夏季高温的气候,在不采用人工制冷的条件下,本系统的微喷灌系统、遮阳系统和开窗系统能有效地降低温室内温度,最大调控程度可达20.9%。而温室内湿度可根据生长的需求进行适当的调节。

3 结语

本系统运用自动化控制系统,依据各名贵花卉生长发育的栽培要求,调控温室大棚内的大气温度、大气湿度、土壤湿度、

CO₂供应量等生态环境因子,为各名贵花卉生长创造适宜的生态环境条件。本智能系统具有以下特点。

(1)控制方式的科学性。将长期积累起来的名贵花卉栽培的实践经验与科学的调控技术相结合,使名贵花卉生产的管理方式由经验化走向科学化。

(2)控制技术的先进性。将人工智能控制策略应用于本系统,名贵花卉栽培专家咨询系统可根据花卉不同生长发育期的需水规律,指导作物的水肥控制管理。

(3)控制模式的开放性。本系统采用模块化、结构化设计,为系统的更新、提高和扩充打下基础,以适应不同花卉品种的栽培管理要求,适应现代高效农业发展的要求。

当然,本系统尚待进一步的优化和完善。如应深入分析温室内各环境参数间的互作效应,完善调控方法,以提高控制效果。

参考文献:

- [1] 黄丹枫. 关于温室工程发展的思考[J]. 上海交通大学学报, 1998,1:2-3.
- [2] 李萍萍. 我国温室的生产现状与亟待解决的技术问题探讨[J]. 农业工程学报, 1996,27(3):135-139.
- [3] Joseph Baum. Pc-based Enviromental Control System For Plant and Animal Structures Asae, 87-4551.
- [4] R. L. Korthals et. Greenhouse Modeling for Enviroment Control Asae, 89-4014.
- [5] 房健. 荷兰玻璃温室蔬菜种植的特点[J]. 世界农业, 2000, (10):26-27.
- [6] 陶卫民. 国外设施农业发展的方向和重点[J]. 广西农业机械化, 2002,(3):1.
- [7] 浙江农业大学. 蔬菜栽培学总论[M]. 第3版. 北京:中国农业出版社,2001.
- [8] 汪炳良. 南方大棚蔬菜生产技术大全[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [9] 陈立新. 高效日光节能温室建造与环境管理[J]. 北方园艺, 2001,(4):1.

(上接第23页)

参考文献:

- [1] 张腾福,郭来珍,张雪珍. 保护地蔬菜滴灌技术的应用中国蔬菜[J]. 1993,(5):40-42.
- [2] HaroldC. Randall, SalvatoreJ. Locascio. Root Growth and Water Status of Trickle-irrigatedCucumber and Tomato[J]. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 1988,113(6):830-835.
- [3] 李天来,何莉莉,印东生. 日光温室和大棚蔬菜栽培[M]. 北京:中国农业出版社,1997.
- [4] 茆智. 节水灌溉试验,灌排工程新技术[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1993.
- [5] 北京农业大学. 蔬菜栽培学[M]. 北京:农业出版社.
- [6] 曾向辉. 温室西红柿滴灌灌水制度的试验研究[J]. 灌溉排水, 1999,18(4)23-26.
- [7] 李建明. 温室番茄节水灌溉指标的研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2000-02,31(1):110-112.
- [8] 徐淑贞. 日光温室滴灌番茄需水规律及水分生产函数的研究与应用[J]. 节水灌溉, 2001(4):26-28.