

节点渗灌灌水控制上限对番茄生长及产量和品质的影响

崔 宁, 张玉龙, 刘 洋, 信东旭, 宋 文, 韩 琳

(沈阳农业大学 土地与环境学院 辽宁省农业资源与环境重点实验室 辽宁 沈阳 110866)

摘 要: 采用日光温室小区栽培试验的方法, 通过对番茄株高和茎粗、产量、果实品质等指标进行比较, 探讨了温室栽培茄果的节点渗灌灌水控制上限适宜取值范围。结果表明: 在土壤质地中等的试验地上, 当节点渗灌管埋深 30 cm、计划湿润层厚度 30 cm、湿润比取 0.5、灌水控制下限取土壤水吸力 30 kPa 时, 将土壤水吸力 12 kPa 作为灌水控制上限, 有利于番茄植株生长发育, 可以达到较高产、优质、节水的目的。

关键词: 节点渗灌; 灌水控制上限; 番茄产量; 生长; 品质

中图分类号: S 641. 207 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001—0009(2010)07—0053—04

渗灌, 又名地下滴灌, 将灌水管埋在地下, 灌溉水通过渗灌管管壁上的微孔向外渗出浸润周围土壤, 从而实

现对作物根层土壤的水分补给的一种灌溉方法^[1]。灌溉水进入土壤后, 在毛管或重力作用下扩散到根系层, 省水、增产效果明显^[2]。节点式渗灌管是该课题组在地下滴灌的基础上研发出来的, 是一种新型高效的节水灌溉技术。自该技术推广以来, 节点式渗灌在沈阳周边地区的保护地生产中应用面积逐步扩大, 并表现出明显的节水、增产、防病虫、改善土壤理化性质、便于灌水与施肥施药结合等优点。

控制灌水的指标包括灌水时间、灌水次数、一次灌水量、灌水控制上限和灌水控制下限等参数。其中, 灌水控制下限和上限是最重要的 2 个指标。分别是指某

第一作者简介: 崔宁(1984), 男, 辽宁省鞍山市人, 在读硕士, 现从事土壤改良与农业节水方面研究工作。E-mail: woop07@163.com。
通讯作者: 张玉龙(1954), 男, 教授, 博士生导师, 现主要从事土壤改良及旱作农业方面的研究工作。E-mail: ylsau@163.com。
基金项目: 辽宁省农业节水关键技术集成与示范资助项目(2008212003); 辽宁省教育厅创新团队资助项目(2007T156); 辽宁省博士启动资助项目(20061043)。
收稿日期: 2010—01—11

与品种有关。可以采取增加基质表面湿度来防治。
裂隙: 裂隙发生在佛焰苞边缘, 严重时两侧都可发生, 主要发生在温室及相对湿度高、植株快速生长期, 可通过降低夜温防治。
蓝斑和玻璃化: 浅色花品种易发生玻璃化, 红色和橘红色品种易发生蓝斑。由于根压过高, 而细胞较弱, 使其中的水分被压到间隙所致, 为暂时现象, 植株蒸腾作用加强便会消失。在基质 pH 值、EC 值以及 K 含量

(低于 2.5 mmol/L) 较低时易发生, 若基质湿度高则会加重症状。可以通过栽培初期维持较低温室、提高湿度、增强通风、避免植株活力过强来预防。冷害: 茎和花上生有同心的棕色圆环, 气温低于 12℃时会发生, 叶片上也易发生。

参考文献

[1] 刘燕. 园林花卉学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2004.

Culture and Management Technics of *Anthurium andraeum* in Greenhouse of Beijing

ZHANG Bao-zhu¹, TIAN Yun², XIAO Ju-qing¹, LI Hui¹, ZHANG Xiao-he¹

(1. Daxin Nursery of Beijing, Beijing 100083; 2. Key Laboratory Soil and Water Conservation and Desertification Combating Ministry of Education, College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083)

Abstract: The conditions of *Anthurium andraeum* cultivation, production and operation process, fertilization and pest control was carried out in Beijing, summed up a set of management measures to facilitate the operation of *Anthurium andraeum* in the Beijing area greenhouses to promote and optimize the production of great significance.
Key words: *Anthurium andraeum*; greenhouse; cultivation; technology

一深度层次土壤需要进行灌溉时的含水状况、灌水后水分含量所要达到的目标值,实际上要解决的是什么时候开始灌水和一次灌多少水的问题。土壤水管理是保护地生产的关键环节之一,灌水量的多少直接影响保护地土壤水分利用效率。灌水量过大可导致水资源浪费,保护地盐渍化,棚内湿度加大,病虫害加重,农产品品质下降。灌水量过小,则作物生长过程中缺水,根系活力降低,果实果径变小,产量下降。保护地灌溉的基本要求在于适量地补充根系土壤水分,使温室内水、肥、

气、热等多个因子相互协调。因此,单次灌水量确定的是否合理,直接关系到渗灌这一方法优势的发挥。以番茄为供试作物,采用保护地小区栽培试验的方法,将计划湿润层的厚度、湿润比设定为固定值,在灌水控制下限(灌水初始点)相同的条件下,将灌水控制上限设定为试验处理,通过比较不同灌水控制上限处理番茄的生长长势、果实产量及品质,对单次灌水定额的灌溉效果进行评价,为保护地蔬菜节水、优质、稳产、高效栽培提供理论依据和实践指导。

表 1

0~20 cm 土层土壤的基本性质

pH 值	有机质	全氮	碱解氮	全磷	速磷	全钾	速钾	机械组成/%				孔隙度	田间持水量
	/g·kg ⁻¹	/g·kg ⁻¹	/mg·kg ⁻¹	/g·kg ⁻¹	/mg·kg ⁻¹	/g·kg ⁻¹	/mg·kg ⁻¹	>0.2 mm	0.2~0.02 mm	0.02~0.002 mm	<0.002 mm	/cm ³ ·cm ⁻³	/cm ³ ·cm ⁻³
6.85	9.18	1.05	99.90	0.62	123.40	25.68	129.60	12.80	39.45	24.10	23.66	0.4063	0.3510

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验在沈阳农业大学科研基地内进行。供试土壤为草甸土,试验开始前地块土壤质地及养分含量状况等条件均匀,耕层土壤理化性状见表 1。

试验在日光温室内进行,供试番茄品种为 L-402。渗灌使用该课题组研制的节点式渗灌管,管壁上开有出水孔,出水孔孔径为 1 mm,5 个出水孔为一组,2 个出水孔间距 1 cm,2 组出水孔中心点距离 30 cm。灌水由地面之上高度 1.5 m 的水桶供水,以低压保持水头稳定。

根据作物根系活动层深度以及前人研究结果^[3],将渗灌管理设参数确定为深度 30 cm、长度 2.8 m、坡度按水平控制。渗灌管下铺 10 cm 宽的塑料薄膜以减少灌水时水分过多地向作物根层以下渗漏;管上盖 2 cm 厚稻壳作为过滤层以防土壤颗粒堵塞管壁上出水微孔。

1.2 试验设计

将灌水控制上限作为试验因素、共 5 个处理,分别为土壤水吸力 6.9、12、18、25 kPa;根据该课题组已有的试验结果^[4],将试验灌水控制下限统一设定为土壤水吸力 30 kPa。试验前于 0~40 cm 土层分层采用“S”形多点取样法采集土样,测定水分特征曲线,得代表性水分特征曲线, $\theta=0.4963[1+(1.3721\psi)^{16.1922}]^{-0.0099}$ 。

式中 ψ 为土壤水吸力(kPa), θ 为土壤含水量(cm³·cm⁻³)。将灌溉控制上限和下限土壤水吸力值代入上式换算成土壤含水量 θ_h 和 θ_l (cm³·cm⁻³),然后用下式计算单次灌水量: $Q(\text{m}^3/\text{hm}^2)=10\,000\times(\theta_h-\theta_l)\times H\times R$ 。式中, Q 为 1 hm² 单次灌水量(m³/hm²); H 为计划湿润层厚度(m),为 0.3 m; R 为湿润比,取 0.5。由 4.2 m² 试验小区面积再算得小区单次灌水量。每个处理设 3 次重复,小区随机排列。

1.3 试验方法

整地前施用腐熟有机肥鸡粪 24 690 kg/hm²。试验

于 2008 年 5 月 5 日定植番茄,2008 年 8 月 10 日试验结束。番茄定植时株距 30 cm,行距 50 cm,番茄定植垄台位置在渗灌管垂直上方,每小区定植 27 株。定植时沟施化学肥料磷酸二铵和硫酸钾各 600 kg/hm²、尿素 150 kg/hm²。定植时充分灌水,番茄第一穗花坐果后开始实施渗灌水分处理。其它田间管理同当地保护地栽培。

在各小区中部按 20、30、40 cm 深度埋设张力计(澳大利亚 ICT 公司生产),用以监测土壤水吸力变化;每天上午 8:00,当 30 cm 深处土壤水吸力达到 30 kPa 时开始灌水,灌水量按算得的单次灌水量控制。定植后在各小区的中部分别选取 3 株番茄,以后每隔 7 d 观测 1 次番茄株高、基部茎粗及病害发生情况。每株番茄保留 3 个果穗然后打尖,共保留 10 个果实。果实成熟后每次采收时记录产量、果数。土壤理化性质及番茄植株、果实等性状的测定均采用常规方法进行^[5]。

2 结果与分析

2.1 不同灌水控制上限处理对番茄长势的影响

2.1.1 番茄株高 以不同灌水控制上限土壤水吸力值为横坐标、以株高为纵坐标绘图,得图 1。番茄栽培需要打尖,但打尖之前、之后番茄的长势因水分条件不同,故各处理之间番茄的株高也会表现出差异。从图 1 可知各处理同一时期株高表现出了随着灌水控制上限增加先上升后下降的变化趋势,即各个生育时期均以灌水控制上限 12 kPa 处理为最大,不过这一差异未达到显著水平。在移栽后 19~26 d,各处理的株高增加值都明显,这是由该番茄品种的生物学术特征决定的。

2.1.2 番茄茎粗 不同时期茎粗观测数据的平均值及方差分析结果列于表 2。从表 2 可知不同处理间番茄茎粗前期差异不显著,后期差异均达到了 1%或 5%显著水平。可以认为这是由于灌水处理不同、即单次灌水量不同所造成的。从表 2 还可以看出,与株高相似,同一时期番茄茎粗随灌水控制上限土壤水吸力值增加均呈

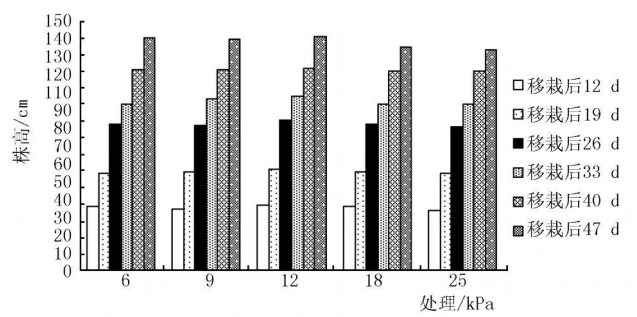


图1 不同灌水控制上限处理株高的变化

先升高、后下降的变化趋势,即各个时期均以土壤水吸力 12 kPa 处理的番茄茎粗最大;该处理番茄茎粗与其它处理间差异达到了 1%或 5%显著水平。由此可以认为当灌水控制上限土壤水吸力为 12 kPa 时,其水分条件有利于番茄植株生长发育,可获得壮苗。

表2 不同灌水控制上限处理番茄茎粗
不同时期的比较

处理/ kPa	移栽后 12 d	移栽后 19 d	移栽后 26 d	移栽后 33 d	移栽后 40 d	移栽后 47 d
6	0.728 aA	0.988 aA	1.090 abA	1.143 bABC	1.204 bAB	1.223 bxB
9	0.731 aA	0.996 aA	1.129 abA	1.279 aAB	1.314 abAB	1.339 abAB
12	0.735 aA	1.026 aA	1.236 aA	1.306 aA	1.388 aA	1.402 aA
18	0.729 aA	0.978 aA	1.064 bA	1.127 bBC	1.197 bAB	1.206 cB
25	0.730 aA	0.983 aA	1.041 bA	1.099 bC	1.176 bB	1.188 cB

注:经 Duncan 检验,大、小写字母分别表示 1%和 5%差异显著水平,下同 3。

2.2 不同灌水控制上限处理对番茄产量的影响

从图 2 中可知 各处理番茄产量的大小排列顺序为:9 kPa>6 kPa>12 kPa>18 kPa>25 kPa,以 9 kPa 处理的产量 67 422 kg/hm² 为最高。其中 12 kPa 处理与其它各处理间番茄产量差异均未达到显著水平。6 kPa、9 kPa 处理间番茄产量差异未达到显著水平,18 kPa、25 kPa 处理间番茄产量差异也未达到显著水平。从图 2 还可知,随着灌水控制上限土壤水吸力的增大,各处理番茄产量也出现与株高、茎粗相同的趋势,即先升高后降低。这说明有适宜的灌水控制上限存在。

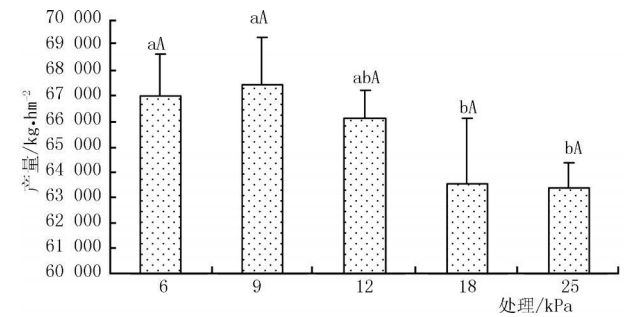


图2 不同灌水控制上限处理对番茄产量的影响

2.3 不同灌水控制上限对番茄品质的影响

2.3.1 Vc 含量 由表 3 可见,25 kPa 处理的 Vc 含量最高,并且与 18 kPa 处理间的差异达到 5%显著水平,与 6、9、12 kPa 处理间差异达到 1%极显著水平。18 kPa 处理与 6、9 kPa 处理间的番茄 Vc 含量差异达到 1%极显著水平,而与 12 kPa 处理间番茄 Vc 含量差异不显著。由表 3 中还可知,随着灌水控制上限土壤水吸力值增大,番茄果实中 Vc 含量呈现出上升的趋势。这表明随着灌水控制上限土壤水吸力值增大、灌溉定额逐渐减小,即水分含量相对较低,越有利于果实中 Vc 含量的提高。

2.3.2 可溶性糖 由表 3 可以看出,各处理番茄可溶性糖的含量排列顺序是 12 kPa>9 kPa>18 kPa>6 kPa>25 kPa;即随着灌水控制上限土壤水吸力的增大,各处理番茄果实可溶性糖含量表现出先升高后降低的变化趋势。12 kPa 处理番茄可溶性糖含量与 25 kPa 处理差异达到 1%显著水平,与 6、18 kPa 处理达到 5%显著水平,而与 9 kPa 处理差异不显著。因此,将灌水控制上限土壤水吸力控制在 9~12 kPa,可以使番茄可溶性糖含量达到较高值。

2.3.3 糖酸比 从表 3 可以看出,在各处理中糖酸比以 12 kPa 处理的 55.79 为最大,以 25 kPa 处理的 39.39 最小;12 kPa 处理糖酸比与 25 kPa 处理间差异达到 1%极显著水平,而与 6、9、12 kPa 处理间的差异不显著。不同处理糖酸比表现为随着灌水控制上限土壤水吸力的增大,各处理番茄糖酸比先降低然后升高再降低的趋势。通过对番茄果实品质指标比较可以得出:在该试验条件下,将土壤水吸力值 12 kPa 作为灌水控制上限进行番茄栽培可以使得番茄果实中有较高的 Vc 和可溶性糖含量,且糖酸比高,有利于优质番茄果实的生产。

表3 不同灌水控制上限处理番茄品质指标的比较

处理/ kPa	Vc/ mg · (100g) ⁻¹	可溶性糖/ %	糖酸比
6	8.42 cC	13.08 bcAB	53.19 aA
9	8.49 cC	14.74 abAB	49.18 aAB
12	10.21 bBC	15.42 aA	55.79 aA
18	10.69 bAB	13.16 bcAB	47.54 abAB
25	12.52 aA	12.05 cB	39.39 bB

3 讨论

节点式渗灌是地下作物根层土壤局部湿润,故才更节水。显然,如果单次灌水量过多、过少都是不可取的。

株高、茎粗是反映植株长势的重要指标^[9]。不同生育期植物的株高、茎粗既决定于自身的遗传特性,也受到土壤水分、养分等环境条件的影响^[7-8]。由图 2 可知随着灌水控制上限土壤水吸力增大,各处理番茄产量出现先上升后降低的变化,这与番茄这种作物自身的需水规律有关。番茄的需水规律表现为前期少、中期多、后期少,需水高峰出现在结果盛期^[9]。在该试验条件下,提高灌水控制上限土壤水吸力值,相应的单次灌水量减

小。进入到结果盛期后,番茄植株转变为以生殖生长为主,少量的单次灌水无法满足其对水分的要求,果实生长发育受影响。相反,如果单次灌水数量过多,灌水后作物根系层土壤水、肥、气、热条件不协调,也会影响作物根系对水分、养分吸收,进而影响到番茄植株体地上部的生产,还会增加地表的作物棵间蒸发,造成水分浪费。在该试验中,9 kPa 处理产量最高,这说明灌水控制上限土壤水吸力 9 kPa 处理的单次灌水量既能适时满足作物对水分的需求,又避免了单次灌水量过大造成的不必要的水分地表蒸发损失。

Vc 又称抗坏血酸,是一种很好的天然抗氧化剂,常用来衡量新鲜果品蔬菜品质好坏。糖酸比是影响蔬菜和水果果实风味品质的重要指标,它决定着果实的口感。该试验结果表明,随着灌水控制上限土壤水吸力值增大、单次灌溉定额逐渐减小,越有利于番茄果实中 Vc 含量的提高。灌水控制上限土壤水吸力值 12 kPa 处理糖酸比、可溶性糖含量最大,但各处理间差异相对较小,这与前人研究结果基本一致^[10]。目前,我国蔬菜生产正在由注重数量向保证高产、优质的方向转变^[10]。该试验采用不同单次灌水量的方法来进行灌溉,结果表明减少单次灌水量能提高番茄果实的 Vc 含量,而且随着亏缺灌溉程度的加深,增加的幅度也增大。但随着单次灌水量的减少,产量随之降低。减少单次灌水量虽然改善了果实的品质,但产量下降,因此,生产中应根据实际情况兼顾产量与品质两者,实施合理的水分管理。

4 结论

番茄的株高、茎粗、果实产量、可溶性糖含量、糖酸

比等指标随灌水控制上限土壤水吸力变化的趋势大致相同,均随着土壤水吸力值增大先升高、再降低;以土壤水吸力 12 kPa 处理番茄植株生长发育最好,果实产量高、品质优。因此,在土壤质地中等的保护地上,当节点式渗灌管理深为 30 cm、计划湿润层厚度为 30 cm、湿润比取 0.5、灌水控制下限为土壤水吸力 30 kPa 时,选择土壤水吸力 12 kPa 为灌水控制上限,相应的单次灌水量取 $101 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 左右是适宜的;以该参数进行保护地番茄栽培灌溉,有利于作物生长发育,可以获得较高产、优质、节水的效果。

参考文献

- [1] 杜尧东,刘作新.渗灌—设施园艺先进的节水灌溉技术[J].资源开发与市场,2000,16(5):266-267.
- [2] 张树森,雷勤明.日光温室蔬菜渗灌技术研究[J].灌溉排水,1994,13(2):30-32.
- [3] 诸葛玉平,王淑红,张玉龙.保护地番茄栽培渗灌技术的研究[J].沈阳农业大学学报,2001,32(1):32-36.
- [4] 诸葛玉平.保护地渗灌土壤水分调控技术及作物增产节水机理的研究[D].沈阳:沈阳农业大学,2001.
- [5] 郝建军,刘延吉.植物生理学实验技术[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,2001.
- [6] 齐红岩,李天来,曲春秋,等.亏缺灌溉对设施栽培番茄物质分配及果实品质的影响[J].中国蔬菜,2004(2):10-12.
- [7] 柏成寿,陆幅.水分胁迫对番茄幼苗生长影响的研究[J].园艺学报,1991,18(4):340-344.
- [8] 姚磊,杨阿明.不同水分胁迫对番茄生长的影响[J].华北农学报,1997,12(2):102-106.
- [9] 徐淑贞,张双宝,鲁俊奇,等.日光温室滴灌番茄需水规律及水分生产函数的研究及应用[J].节水灌溉,2001(4):26-28.
- [10] 刘明池,陈殿奎.亏缺灌溉对樱桃番茄产量和品质的影响[J].中国蔬菜,2002(6):4-6.

Effect of Different upper Irrigation Limit on Growth, Yield and Quality of Tomato under Node Permeation Irrigation

CUI Ning, ZHANG Yu-long, LIU Yang, XIN Dong-xu, SONG Wen, HAN Lin

(College of Land and Environment, Shenyang Agricultural University, Key Laboratory of Agricultural Resource and Environment Liaoning, Shenyang, Liaoning 110866)

Abstract: Adopt test method of field-planting potatoes in sunshine greenhouse. Through comparison of plant height, stem diameter, yield, and quality of fruits and etc, explore proper upper limit of node permeation irrigation for solanberry-planting in greenhouse. The results indicated that when the conditions of that soil quality is average, node permeation irrigation pipe was 30cm deep, planned moist layer was 30 cm thick, moist ration was 0.5, lower limit control of subsurface irrigation was 30 kPa for soil water suction, upper limit control of subsurface irrigation was 12 kPa, it will be beneficial to the growth of potatoes, and attain the objectives of high production, top quality and water-saving.

Key words: node permeation irrigation; upper irrigation limit; yield of tomato; growth; quality of tomato