

底部自吸式灌溉对蔬菜生长和水分利用的影响

王 琼, 陈 青 云

(中国农业大学 农学与生物技术学院 北京 100193)

摘 要: 使用自制自动吸水灌溉装置, 研究自吸灌溉对盆栽番茄生长状况和水分利用的影响。结果表明: 自吸灌溉在番茄生长初期能够促进茎粗增加, 抑制株高增加; 自吸式灌溉下番茄根系在土壤各层分布均匀, 中下层土壤中的平均根粗比正常灌溉高 8%~10%; 自吸式灌溉能够极显著提高叶片叶绿素含量, 比正常灌溉高 26.5%; 使用自吸式灌溉番茄的水分利用效率为 60.9 kg/m³ 比正常灌溉高 33%, 差异显著。

关键词: 自动吸水; 盆栽番茄; 生长; 水分利用

中图分类号: S 607⁺.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)15-0190-04

底部自吸式灌溉是一种浇灌植物的新方法, 它的原理跟酒精灯原理类似, 即通过储水槽和垂入槽内水中的吸水材料, 利用土壤吸力、植物的蒸腾拉力以及毛细作用, 使水分沿着吸水材料进入土壤, 满足植物需要。当植物蒸腾作用强, 进入到土壤的水分就多, 供植物利用的水分相应增加; 蒸腾作用弱, 进入到土壤的水分就少, 植物利用的水分相应减少, 从而实现对土壤中的水分进行自动调控。这种方法在盆栽花卉的生产上已经有应用, 水分由下自上进入土壤的方式能够保持表层土壤处于干燥状态, 减少植物灰霉病锈病等病害, 同其它灌水设施相比, 设备制作简单, 能够有效降低花卉生产成本, 自动吸水的特点能够节约灌水所需劳动力^[1-3]。在设施蔬菜生产中这种灌溉方法应用的还很少。与之原理相类似的无压根区地下灌溉技术也尚处在试验研究阶段。

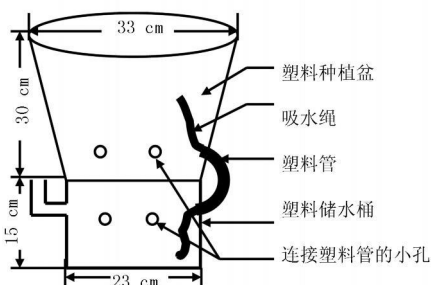


图1 试验装置示意图

Fig.1 Sketch of the experiment device

有研究表明无压根区地下滴灌能够影响番茄根系在土壤剖面不同深度的分布, 提高水分利用率和光合物质积累^[3,5]。

该试验利用自动吸水基本原理, 用自行设计的底部自吸装置盆栽番茄, 探究这种灌水方式对番茄生长及水分利用的影响, 为这种灌水方式在设施蔬菜栽培的进一步研究和应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验装置

底部自吸装置(图1)由3个部分组成, 储水器、种植盆和连接装置。种植盆内装有土, 番茄在种植盆内生长。储水器主要储存水分供种植盆中的植物利用。种植盆内的土和储水器中的水并不直接接触, 而是通过塑料管相连接。考虑到供水的均匀性, 分别在种植盆下



图2 番茄在装置内生长

Fig.2 Planting in the device

第一作者简介: 王琼(1986-), 女, 硕士, 研究方向为设施环境控制。
E-mail: wangqiongletter@163.com.

通讯作者: 陈青云(1958-), 男, 教授, 副院长, 现从事设施园艺工程等方面研究工作。E-mail: chengy@cau.edu.cn.

基金项目: 国家科技支撑计划资助项目(2008BADA6B03)。

收稿日期: 2010-05-25

部和储水器上部设有6对连接孔, 塑料管穿过连接孔将种植盆和储水器连接起来。管内穿有吸水棉纱。使用时, 只需要在储水器中加入足量的水, 水分便可以通过连接装置中的吸水材料由储水器进入种植盆的土壤中

供植株利用。为了防止植物的根伸入储水器,在种植盆底部贴有 25 μm 微孔滤膜。

1.2 试验材料及设计

试验于 2009 年 3 月至 2010 年 3 月在中国农业大学科学园蔬菜系日光温室内进行,日光温室为蓟春型改进日光温室,主要特点为双层钢骨架、双层薄膜覆盖、保温被内置。土样风干后过 2 mm 筛,按 22 g/kg 的发酵鸡粪 3.3 g/kg 的磷钾复合肥的水平混匀施入土中,装入种植盆中,每盆装 18 kg。测定土壤初始含水量,并在移栽前统一浇灌至田间持水量。移栽后开始进行不同灌水处理。供试的番茄品种为朝研 219,是辽宁省朝阳市蔬菜研究所育成的杂交一代种。

该试验设置 3 个处理:正常灌水(CK),采用底部灌溉装置灌水(A),从花期开始使用底部灌溉装置灌水(B)。每个处理重复 15 次。各个重复在温室内按照对比法排列。供试番茄种子经过穴盘育苗后,选取同样大小的番茄苗移栽(9 月 22 日)至种植盆中,并在种植盆上覆盖塑料薄膜防止水分蒸发。在植株生长的初期,CK 和 B 处理都采用一般的灌水方式,而 A 处理采取底部灌溉方式,从花期开始(11 月 10 日),A 和 B 处理都使用底部灌水方式,CK 处理采用正常浇灌方式,一直持续到生长后期。记录每次灌水量。

1.3 项目观测与数据处理

番茄苗移栽至种植盆后,每个处理随机选取 10 株,每 10 天调查一次株高和基部茎粗;番茄坐果后,每 5 天测量一次果实果径。土壤含水量用烘干法进行测量。在番茄生长末期,选取位于植株顶部的第 3 片叶,用 SPAD-502 测量其叶绿素含量。试验结束后,拆开实验装置,记录各处理番茄地上部分生物量,地下部分生物量。各处理分别选取代表性植株一株,采集所有的地下根,用根扫描系统扫描,软件进行分析。以上所得数据用 Excel 软件进行初步统计,Spss 数据软件进行显著性差异分析。

2 结果与分析

2.1 不同灌溉方法对番茄株高、茎粗的影响

由图 3 可看出,使用自吸式灌溉装置进行供水,植株的株高比对照较低,这种状况在植株生长初期(10 月 18 日至 10 月 26 日)尤为明显,从花期开始使用此方式供水,植株的株高和对照却没有明显的差异。在植株生长初期(10 月 18 日至 10 月 26 日),使用自吸式灌溉装置供水能够较明显的增加植株的茎粗,这有助于提高番茄幼苗的抗倒伏能力,而在正常灌水下的植株茎粗几乎没有增加。在植株生长中期,正常灌水植株的茎粗增加较快,之后,正常灌水和自吸式灌水下植株茎粗的增加都比较平稳。自吸式灌溉能够在番茄生长初期促进茎粗增加抑制株高增加。

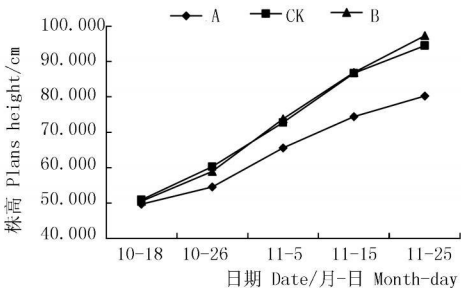


图 3 不同灌溉方法对番茄株高的影响

Fig.3 Effect of different irrigation types on tomato plants height

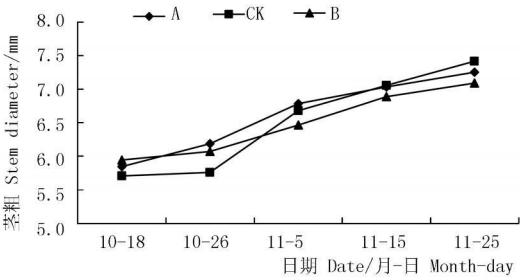


图 4 不同灌溉方法对番茄茎粗的影响

Fig.4 Effect of different irrigation types on tomato stem diameter

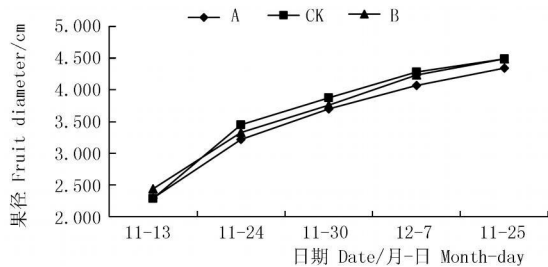
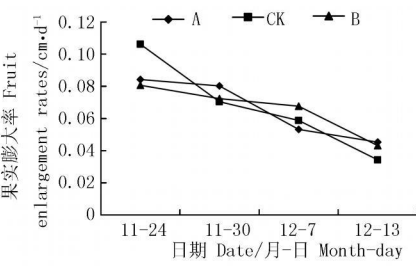


图 5 不同灌溉方法对番茄果实膨大的影响

Fig.5 Effect of different irrigation types on tomato fruit expanding growth



2.2 不同灌溉方法对番茄果实膨大的影响

从图 5(A)中可看出,各处理植株果实随时间的推移都在逐渐膨大。用果实的膨大量和时间相比,得到果实膨大速率,即单位时间果径的增长量,如图 5(B)。从图中可看出,在果实膨大初期,对照的膨大速度较快,A 处理居中,B 处理较慢,A 和 B 之间差异不大。在生长过程中,对照的果实膨大速度迅速下降,而 A 和 B 处理的果实膨大速度下降则先经过较为缓慢的阶段,之后变得较快,然后又变得缓慢,最终 A 处理果实膨大速度最快 B 处理居中,对照的果实膨大速度最慢,A 和 B 之间差异不大。

2.3 不同灌溉方法对番茄叶绿素含量的影响

叶片叶绿素含量的高低能够间接反映叶片光合能力的强弱。从图 6 可看出,采用自吸式底部灌溉和从花期开始使用自吸式底部灌溉方式能够极显著的提高叶片的叶绿素含量,分别比正常浇灌下叶绿素含量高 26.5%和 15.5%,从而可能使叶片具有较高的光合速率。

2.4 不同灌溉方法对番茄根系的影响

根系生长发育状况及在土壤剖面中的时空分布除了受作物种类、品种的影响之外,还受环境因素,特别是是水分因素的影响^[6]。不同的灌水方式会产生不同的土壤水分空间分布。根据植株根系向水性生长原理,必

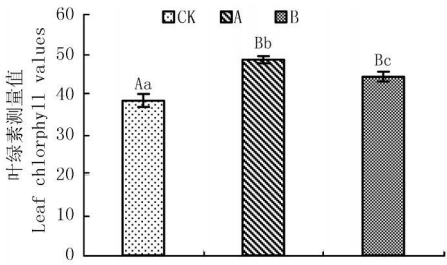


图 6 不同灌溉方法对番茄叶绿素含量影响

Fig. 6 Effect of different irrigation types on leaf chlorophyll content
注:大写字母表示差异极显著($P < 0.01$),小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different capital letters means significantly difference ($P < 0.01$), different smaller letter means difference ($P < 0.05$)

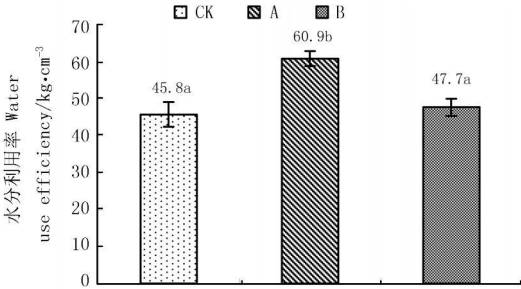


图 7 不同灌溉方法对番茄水分利用率的影响

Fig. 7 Effect of different irrigation types on water use efficiency

表 1 番茄的根系特征参数

Table 1 Root characteristic parameters of tomato plants

处理 Treatments	土层深度 Soil depth/ cm	总根长 Root length/ cm	根表面积 Surf area/ cm ²	根体积 Root volume/ cm ³	平均根直径 Avg diam/ mm	根干重 DryWeight/ g
CK	0~5	4 801.6	536.2	4.941	0.351	0.53
	5~10	6 728.3	690.7	5.656	0.325	0.39
	10~15	1 245.1	148.6	1.423	0.378	0.07
A	0~5	5 944.1	616.6	5.256	0.332	0.50
	5~10	3 545.4	393.5	3.482	0.351	0.18
	10~15	2 814.9	370.9	3.893	0.419	0.20
B	0~5	10 734.1	1 120.4	9.515	0.333	0.99
	5~10	7 611.4	784.6	6.489	0.328	0.42
	10~15	3 816.9	497.7	5.183	0.413	0.22

然会影响根系的分布。从表 1 可看出,随着土壤深度的加深,番茄的总根长总体呈递减趋势。正常灌水处理下中层土壤(5~10 cm)表层土壤(0~5 cm)总根长和底层土壤(10~15 cm)总根长差异较大,达到 4~6 倍左右,而采用自吸式灌溉方式根系在各个土层分布的更均匀,中表层土壤的总根长仅是底层土壤总根长的 1~2 倍。采用自吸式灌溉处理的植株平均根直径在中下层土壤比正常灌溉处理的植株平均根直径大,其中完全采用自吸式灌溉处理的根直径最大,比正常灌水的番茄根直径大 8%~10%左右。这主要是因为自吸式灌溉条件下,

水分从土壤的底部缓慢而持续的进入土壤,使底部的根系更容易吸收水分。此外,由于水分主要通过吸水棉纱进入到土壤,植株根系在棉纱周围分布较多,因此每层土壤中棉纱的多少也会影响到根系的分布。而正常灌溉下,水分由土壤表层进入底层,表层水分更多利于表层根系生长。

2.5 不同灌溉方法对番茄水分利用的影响

如图 7 所示,正常灌水,自吸式灌水和从花期开始使用自吸式灌水 3 种处理下番茄的水分利用效率分别为 45.8kg/m³、60.9kg/m³、47.7 kg/m³。自吸式灌溉比

对照正常灌水的水分利用效率高 33%。自吸式底部灌水和正常灌水的水分利用率差异显著。而从花期开始使用自吸式底部灌水的植株水分利用效率和对照相比差异不显著。可见采用自吸式底部灌水具有较好的节水作用。

3 小结与讨论

底部自吸式灌溉是一种较为新颖的灌溉方式,它能够自动供给土壤水分供植物需要,节约普通灌水需要的人力;它所需生产材料费用低廉,能够有效降低生产成本。这种灌水方式在日本的设施蔬菜生产中已经有所应用,但是在国内仅在盆栽花卉上有少量应用。

该试验用自行设计的底部自吸灌溉装置栽培番茄对自吸式灌溉和一般灌溉进行比较,结果表明,生长期一直使用自吸式灌溉能够较明显的抑制番茄的株高,从花期开始使用自吸式灌溉对株高的影响不大,但是对于茎粗,两种灌溉方式没有明显的差异。采用自吸式灌溉,果实膨大的速度较为平缓。自吸式灌溉下植株的根

在土壤各层分布均匀,尤其在土壤中下层分布较多,平均根直径比正常灌水下植株的根直径大。自吸式灌溉能够显著的提高水分利用效率,比对照高 33%。而较高的水分利用率对节水生产具有重要的意义。

参考文献

[1] 李景申 刘焕新. 盆花栽培给谁方式的改良试验[J]. 天津农林科技 2001(6): 1-2.
[2] Watanabe T ° 奇异的盆底吸水灌溉新方法[J]. 广东园林 1988(1): 42-44.
[3] 陈新明 蔡焕杰, 单志杰, 等. 无压地下灌溉对番茄根系分布特征的调控效应[J]. 农业工程学报, 2009, 25(3): 10-14.
[4] 陈新明 蔡焕杰, 王燕, 等. 无压局部灌溉对番茄发育及品质的影响研究[J]. 塔里木大学学报, 2006, 18(3): 9-12.
[5] 陈新明 蔡焕杰, 王占兵, 等. 无压根区地下灌溉试验研究[J]. 农业工程学报, 2004, 20(1): 76-78.
[6] 杨书运 严平, 梅学英, 等. 土壤水分亏缺对冬小麦根系的影响[J]. 麦类作物学报 2007, 27(2): 309-313.

Effect of Bottom Absorbent Irrigation on Growth and Water Use Efficiency by Vegetable

WANG Qiong, CHEN Qing-yun

(College of Agro-Bio Technology of China Agricultural University, Beijing 100193)

Abstract: To better understand effect on growth and water use efficiency of tomato by bottom absorbent irrigation, we designed absorbent equipment. The results showed that bottom absorbent irrigation increased stem diameter decreased plant height. Bottom absorbent irrigation made roots well-distributed, increased root diameter and chlorophyll content. Compared with normal irrigation, they improved 8%~10% and 26.5% respectively. In addition, bottom absorbent irrigation obviously increased the water use efficiency, 60.9 kg/m³ compared with normal irrigation, they enhanced 33%.

Key words: initiative absorb; pot culture tomato; grow th; water use efficiency