

# 不同灌水量对温室夏茬樱桃番茄植株生长和果实品质的影响

周 筠, 高艳明, 李建设

(宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021)

**摘 要:**在土壤和基质栽培方式下,通过控制每株每天灌水量将土壤水分控制在不同水平下,研究水分胁迫对樱桃番茄植株生长和果实品质的影响。结果表明:随水分胁迫强度的增强,番茄的株高、茎粗、叶面积、产量、单果重都逐渐下降;水分胁迫提高了番茄果实可溶性固形物、总糖、有机酸、维生素 C 等含量,并明显提高了水分生产率。

**关键词:**番茄;灌水量;品质

**中图分类号:**S 641.225.5<sup>+</sup>8 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)16-0066-04

截至 2002 年底,中国蔬菜面积达到 1 900 万  $\text{hm}^2$ ,总产量大于  $5.8 \times 10^9$  t,年人均占有量近 400 kg,远高于世界人均 105 kg 水平<sup>[1]</sup>。随着人们生活水平的提高,对高品质园艺产品的需求越来越大,由追求数量型转变为追求质量型。日本近年来通过限根和控制灌水量技术生产的高糖度(含糖量 8%~11%,普通栽培番茄为 4%~5%)番茄已风靡市场,价格是普通番茄的 3 倍。而肥料和水分是影响园艺产品品质的主要因素,充足的水分灌溉虽然增加了产量,却降低了果实内糖、有机酸等可溶物的含量<sup>[2]</sup>,同时在灌溉水资源的利用上,浪费现象相当严重。近几年,国外开始尝试研究新的灌水技术—亏缺灌溉,即通过适度控制土壤水分给作物一个适中的干旱逆境来提高果实的品质<sup>[3]</sup>。我国在草莓、樱桃番茄及大果番茄栽培中,通过适度控制土壤水分的研究结果表明,控制灌水量能够明显提高果实品质<sup>[4-5]</sup>。因此,该试验以提高设施番茄果实的风味品质为出发点,研究不同灌水量对番茄植株生长和果实品质的影响,为我国目前因高水高肥追求高产而带来品质降低和风味下降问题的解决提供理论依据。

## 1 材料与试验方法

### 1.1 试验材料

试验在宁夏银川市贺兰县园艺产业园玻璃温室中进行,供试番茄品种为“千禧”。

### 1.2 试验设计

试验采用 2 种栽培方式:基质栽培(A)和土壤栽培(B),所用基质为宁夏中青农业成品基质。砖砌栽培槽种植,槽长 7.6 m,宽 46.5 cm,高 31 cm,小区面积为 10.6  $\text{m}^2$ 。试验于 2010 年 6 月 5 日定植于玻璃温室砖砌栽培槽中,株距 40 cm,双行栽培,每槽定植 30 株,12 月 15 日拉秧。每槽安装 2 根滴灌和 1 个自动控水器,每槽有 30 个滴头,每个滴头 1 min 滴水 80 mL。苗期给予充足水分管理,第 1 果穗开花后(7 月 3 日)开始控水,通过设定自动控水器滴水时间来设置每处理滴头滴水量,3 次重复。基质栽培每天的灌水量 A1、A2、A3、A4 分别为:160、480、800、1120 mL/株;土壤栽培每天的灌水量 B1、B2、B3、B4 分别为:160、320、480、640 mL/株。

1.3 指标测定

每处理小区挂牌植株 5 株,从 7 月 3 日开始每隔 14 d 测定番茄的株高、茎粗、叶长、叶宽,并进行统计分析,共调查取样 4 次。番茄生长过程中于 6 月 27 日、7 月 26 日、8 月 21 日追肥 3 次,追肥种类为果蔬营养配方肥和海法魔力丰复合肥,正常的田间管理操作。每次采收时记载产量和单果重,在果实采收中期每处理小区随机采样 10 个鲜果于实验室进行番茄品质测定。可溶性固形物利用糖量计测定,总糖采用蒽酮比色法测定<sup>[6]</sup>,有机酸采用酸碱滴定法测定<sup>[7]</sup>,抗坏血酸(维生素 C)采用钼蓝比色法测定<sup>[7]</sup>。

### 2 结果与分析

2.1 不同灌水量对番茄株高的影响

在整个生长过程中番茄株高见图 1、2,表现出快速稳定的生长特性,并且随灌水量的增加,株高生长速度加快。在基质栽培中,处理 A4 灌水量最大,植株生长速度最快,处理 A1 灌水量最小,植株生长速度稍缓慢些,8 月 14 日的方差分析结果表明,不同灌水量对番茄株高有显著的影响,处理 A1 与 A3、A4 株高差异均达到了 1% 的极显著水平,与 A2 差异不显著;土壤栽培中,番茄株高与灌水量也呈正相关,各处理间虽有差

第一作者简介:周筠(1985-),女,宁夏银川人,硕士,现从事设施蔬菜栽培与肥料研究工作。E-mail:zhouyunkaixin1219@163.com。

责任作者:高艳明(1963-),女,宁夏石嘴山人,教授,硕士生导师,现主要从事设施蔬菜生理与营养研究工作。E-mail:myangao2@yahoo.com.cn。

基金项目:宁夏回族自治区科技攻关计划国际合作资助项目。

收稿日期:2011-05-24

异,但差异均不显著。可见,适度的水分亏缺可以抑制植株的纵向生长。

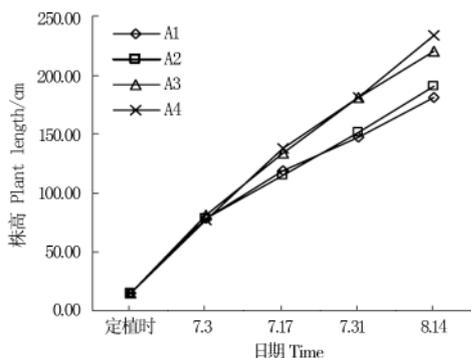


图1 基质栽培下不同灌水量对番茄株高的影响  
Fig. 1 Effect of different irrigation amount on plant length of tomato in matrix cultivation

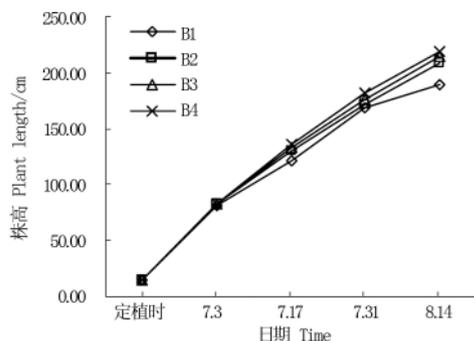


图2 土壤栽培下不同灌水量对番茄株高的影响  
Fig. 2 Effect of different irrigation amount on plant length of tomato in soil cultivation

### 2.2 不同灌水量对番茄茎粗的影响

茎粗是衡量作物生长的一个重要指标,营养生长旺盛,茎秆粗壮。如图3所示,在基质栽培下,番茄茎粗随灌水量的增加而增加,处理A4植株长势旺盛,而处理A1稍缓慢些,方差分析结果表明,不同灌水量对番茄茎粗差异不显著;如图4所示,土壤栽培下,茎粗也随灌水量的增加而增加,且各处理间茎粗虽有差异,但差异均不显著。因此,适度的水分亏缺抑制了植株茎的横向生长。

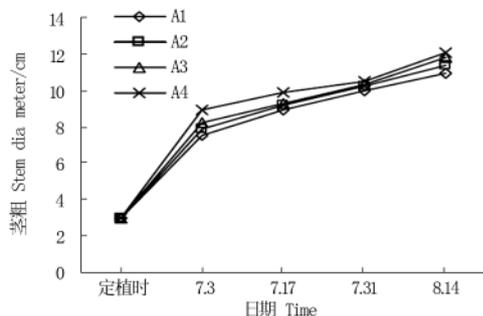


图3 基质下不同灌水量对番茄茎粗的影响  
Fig. 3 Effect of different irrigation amount on stem diameter of tomato in matrix cultivation

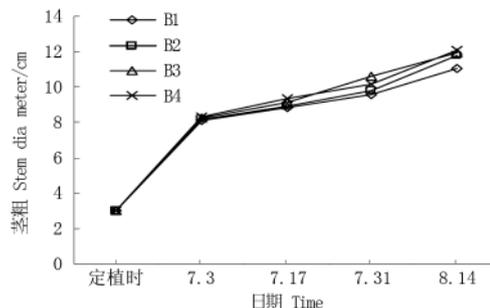


图4 土壤栽培下不同灌水量对番茄茎粗的影响  
Fig. 4 Effect of different irrigation amount on stem diameter of tomato in soil cultivation

### 2.3 不同灌水量对番茄叶面积的影响

叶片是番茄进行光合作用与外界进行气体交换的主要器官,叶片面积的大小直接影响番茄植株群体的受光,进而影响番茄的高产优质。由图5、6可看出,自定植后,各处理番茄叶片迅速伸长,叶面积增大,并且叶面积随灌水量的增加而增大。方差分析结果表明,基质栽培下,不同灌水量对番茄叶面积有显著的影响,处理A1与A3、A4差异显著,与A2差异不显著;土壤栽培下,各处理间虽有差异,但差异不显著。因此,水分亏缺在一定程度上减缓了番茄植株的叶面积生长。

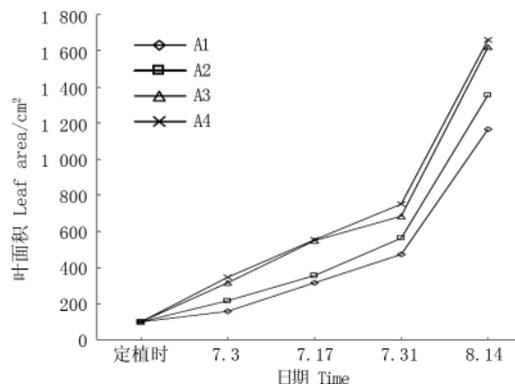


图5 基质栽培下不同灌水量对番茄叶面积的影响  
Fig. 5 Effect of different irrigation amount on leaf area of tomato in matrix cultivation

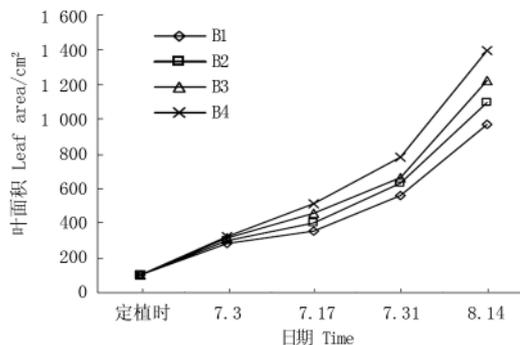


图6 土壤栽培下不同灌水量对番茄叶面积的影响  
Fig. 6 Effect different irrigation amount on leaf area of tomato in soil cultivation

### 2.4 不同灌水量对番茄产量的影响

由表 1 可看出,不同灌水量对番茄产量和单果重有明显差异,随灌水量的增加,番茄产量和单果重均有增加的趋势。在基质栽培下,处理 A4 的单果重最高,为 19.12 g,667 m<sup>2</sup> 产量也最高,为 4 261.64 kg,处理 A1 的单果重最低,为 9.94 g,667 m<sup>2</sup> 产量也最低,为 2 234.66 kg;在土壤栽培下,处理 B4 单果重和 667 m<sup>2</sup> 产量最高,B1 的单果重和 667 m<sup>2</sup> 产量最低。方差分析表明,不同灌水量对番茄 667 m<sup>2</sup> 产量和单果重均具有

表 1 不同灌水量对产量和单果重的影响

处理 Treatment	单果重 Per-fruit-weight /g	667 m <sup>2</sup> 产量 Yield of 667 m <sup>2</sup> /kg			平均 667 m <sup>2</sup> 产量 Average yield of 667m <sup>2</sup> /kg	显著水平 Significant level	
		I	II	III		5%	1%
A1	9.94dC	2 118.34	2 186.27	2 399.37	2 234.66	a	A
A2	13.97cB	2 987.57	2 914.05	3 295.13	3 068.92	b	AB
A3	16.97 bA	3 322.81	3 191.35	3 641.06	3 385.08	b	BC
A4	19.12aA	4 034.16	4 993.96	3 756.79	4 261.64	c	C
B1	11.42bC	3 012.10	2 874.48	2 450.44	2 799.01	a	A
B2	13.18bBC	3 127.83	3 461.18	2 898.01	3 162.34	a	A
B3	16.04aAB	3 529.74	3 412.12	3 722.83	3 554.89	ab	AB
B4	16.93aA	3 951.14	3 651.75	3 299.54	3 634.14	b	B

### 2.5 不同灌水量对番茄品质的影响

由表 2 可看出,不同灌水量对番茄品质有明显的差异。在基质栽培下,随着灌水量的增加,番茄果实中可溶性固形物、总糖、维生素 C、有机酸都呈减少趋势。处理 A4 比 A1 果实中的总糖、维生素 C 含量都有所减少,且差异均达到了 5% 显著水平;土壤栽培下,番茄品质随灌水量的提高也有所减少,处理 B1 与 B4 果实中的有机酸有显著的差异;可溶性固形物、总糖、维生素 C 各处理间虽有差异,但差异不显著。由此可见,水分胁迫提高了番茄果实的品质及口感,而且水分亏缺越多,效果越明显,这一点与前人的研究结果一致。

表 2 不同灌水量对品质的影响

处理 Treatments	可溶性固形物 Soluble solid content/%	总糖 Total soluble sugar/%	维生素 C 含量 Vitamin C content /mg · kg <sup>-1</sup> FW	有机酸 Organic acid/%
A1	8.11 a	9.16 a	37.47 a	0.45 a
A2	8.06 a	8.18 ab	34.20a	0.43 a
A3	7.57 a	7.38 ab	25.87 b	0.38 a
A4	7.27 a	6.70 b	23.18 b	0.33 a
B1	8.33 a	8.28 a	29.13 a	0.56 a
B2	8.22 a	7.89 a	28.54 a	0.48 ab
B3	7.41 a	7.50 a	28.24 a	0.46 ab
B4	7.31 a	7.25 a	27.06 a	0.42 b

### 2.6 不同灌水量处理的水分利用效率比较

自定植浇透水后,苗期给予正常的水管理,待第 1 果穗开花后开始控制灌水量。由表 3 可看出,水分利用率随灌水量的增加而降低,虽然处理 A4 消耗了 6.05 m<sup>3</sup> 的灌溉水生产番茄 67.76 kg,产量明显高于其它处理,但水分利用率仅为 11.2 kg/m<sup>3</sup>,而处理 A1 消耗了 0.86 m<sup>3</sup> 灌溉水,生产了 35.53 kg 的番茄,水分利用率为 41.12 kg/m<sup>3</sup>,是处理 A4 的 3.6 倍,同样,处理 B1 的水分利用率是处理 B4 的 3 倍,说明控制灌水量具有提高水分利用率的效果。

显著的影响,在基质栽培中,各处理的单果重均差异显著,处理 A1 的 667 m<sup>2</sup> 产量与 A3、A4 的差异达到了 1% 极显著水平,与 A2 差异不显著;在土壤栽培中,处理 B3、B4 的单果重与 B1、B2 差异显著,B1 的 667 m<sup>2</sup> 产量与 B4 有极显著差异,与 B2、B3 差异不显著。可见,番茄单果重和产量随土壤水分的减少而减少,即水分亏缺降低了果实的单果重和产量,这一点与前人的研究结果一致。

表 3 不同灌水量处理的水分利用率

处理 Treatment	灌水量 Irrigation amount/m <sup>3</sup>	小区产量 Yield per section/kg	水分利用率 Water productivity/kg · m <sup>-3</sup>
A1	0.86	35.53	41.12 aA
A2	2.59	48.79	18.82 bB
A3	4.32	53.82	12.46 cC
A4	6.05	67.76	11.20 cC
B1	0.86	44.18	51.14 aA
B2	1.73	50.28	29.10 bB
B3	2.59	56.52	21.81 cBC
B4	3.46	57.78	16.72 cC

## 3 结论

该研究证明,适度的水分胁迫可以提高番茄果实中可溶性固形物、总糖、维生素 C、有机酸等含量,且控制灌水量具有提高水分利用率的效果。同时,水分状况是影响番茄生长的重要因素,胁迫条件下,生长着的细胞扩展将变慢,细胞变小,该试验也研究证明,适度的水分胁迫不仅抑制了番茄植株的横纵向生长,也减缓了叶面积的生长,方差分析表明,不同灌水量对番茄株高、茎粗、叶面积具有显著性的影响。由于水分胁迫下植物的光合速率下降,因此,番茄产量和单果重随灌水量的减少都有一定程度的下降,可见,水分胁迫虽然提高了番茄果实的风味品质却降低了番茄的产量和单果重。在农业生产过程中,既要考虑产量,又要考虑品质,处理 A1、B1 水分胁迫严重,虽然果实中可溶性糖的含量、水分利用率都明显高于其它处理,但导致产量、单果重明显降低,因此不适宜在生产中应用;而 A2、B2 处理产量降低不多,又增加了果实的风味和品质,因此建议生产中为了提高番茄品质,基质栽培下水分控制在每株每天灌水 480 mL,土壤栽培下水分控制在每株每天灌水 320 mL。

### 参考文献

[1] 陈殿奎. 从市场竞争看温室业趋势[J]. 中国温室, 2002(3): 2-4.

# 温室生态经济系统的氮、磷、钾营养物质流动

李冬生<sup>1,2</sup>, 李萍萍<sup>2</sup>, 王纪章<sup>2</sup>, 赵青松<sup>2</sup>

(1. 南华大学 经济管理学院, 湖南 衡阳 421001; 2. 江苏大学 现代农业装备与技术省部共建重点实验室, 江苏 镇江 212013)

**摘要:**为了研究温室生态经济系统氮、磷、钾营养物质流动规律,以“津优1号”黄瓜和意大利耐抽苔生菜为试材,在江苏大学农业工程研究院实验温室进行了基于配方施肥的“黄瓜—生菜—黄瓜—生菜”一年四茬复种试验。结果表明:作物对氮、磷、钾的吸收比例分别为56.04%、55.48%、42.40%,对氮、磷、钾的损失率分别达到40.38%、31.18%、56.17%。

**关键词:**温室;氮、磷、钾;物质流动

中图分类号:S 625 文献标识码:A 文章编号:1001-0009(2011)16-0069-04

物质流动是温室生态经济系统的主要功能之一。物质在温室生态经济系统中起着双重作用,既是维持生命活动的物质基础,又是能量的载体。温室生态经济系统的运行需要多种营养物质,其中氮(N)、磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)、钾(K<sub>2</sub>O)营养元素的流动在温室生态经济系统占据重要地位。温室作物对氮、磷、钾等元素的吸收利用程度,影响植株的正常生长发育、产量和品质,决定温室生产力水平的高低,研究温室作物氮、磷、钾等元素

流动特点具有重要意义。

国内外学者对温室作物氮、磷、钾等营养元素的吸收利用特点作了大量的研究,研究的温室作物包含黄瓜<sup>[1-5]</sup>、番茄<sup>[1,6-11]</sup>、生菜<sup>[12]</sup>与其它<sup>[1,13-14]</sup>作物。但是,对温室作物周年种植过程中氮、磷、钾的流动特点鲜有报道。现以试验温室黄瓜、生菜四茬复种方式为研究对象,探讨温室作物氮、磷、钾的周年流动特点。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

于2008年3月至2009年3月在江苏大学农业工程研究院实验温室内进行,该温室为玻璃自控温室。栽培方式为槽式土培,土培槽的纵切面为矩形,槽高31 cm,槽宽为64 cm,槽长17.4 m,槽间距63 cm。温室内的环境调控,夏季采用湿帘、风机降温,但冬季不加温。采用“黄瓜—生菜—黄瓜—生菜”一年四茬的复

第一作者简介:李冬生(1971-),男,湖南衡阳人,博士,副教授,现主要从事温室生态系统工程方面的研究工作。

责任作者:李萍萍(1956-),女,浙江宁波人,博士,教授,博士生导师,现主要从事农业生态工程方面的研究工作。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30771259);湖南省2010年省级科技计划资助项目(2010FJ3163)。

收稿日期:2011-05-20

[2] 刘明池. 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.

[3] 王丽娟. 水分亏缺处理对番茄果实品质及产量的影响[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(9):4499-4500.

[4] 齐红岩. 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.

[5] 刘明池. 亏缺灌溉对草莓生长和果实品质的影响[J]. 园艺学报, 2001, 28(4):307-311.

[6] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业出版社, 2007.

[7] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 北京:世界图书出版公司, 2000.

## Effect of Different Irrigation Amount on Plant Growth and Fruit Quality of Cherry Tomato in the Greenhouse

ZHOU Yun, GAO Yan-ming, LI Jian-she

(College of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

**Abstract:** Through control the soil moisture at the different levels by controlling the irrigation amount of per day per plant under soil and matrix cultivated way to study on the effect of water stress had on the plant growth and fruit quality. The results showed that plant height, stem diameter, leaf area, fruit weight and yeild gradually decreased with the increase of ater stress. The watter stress inceased the soluble solid content, soluble solid-acid rations, the content of vitamin C and the total sugar content. The water stress also inceased water productivity.

**Key words:** cherry tomato; water stress; fruit quality