

不同滴灌量对新疆温室土壤水分、 番茄产量及品质的影响

王克全^{1,2},郑国玉^{1,2*},马军勇^{1,2},周建伟^{1,2},何 帅^{1,2},陈 云^{1,2}
(1.新疆农垦科学院 农田水利与土壤肥料研究所,新疆 石河子 832000;
2.农业部作物高效用水石河子科学观测实验站,新疆 石河子 832000)

摘要: 为确定新疆温室滴灌番茄适宜灌水量,在新疆农垦科学院科研基地开展田间小区试验,研究不同灌水量处理对温室滴灌番茄土壤水分状况、产量及品质的影响。结果表明,温室番茄土壤水分状况变化幅度随着生育期的推进呈现先增大而后缓慢减小的趋势,就灌水量的影响程度而言,灌水量较小的 T1(3 600 m³/hm²)、T2(4 200 m³/hm²) 处理仅对 0~40 cm 土层土壤质量含水率影响较大,而灌水量较高的 T4(5 400 m³/hm²) 与 T3(4 800 m³/hm²) 处理对 0~60 cm 土层均有较大影响。番茄红素含量随灌水量的增大呈现减少趋势;可溶性糖含量总体变化趋势为随灌水量增大先减小而后增大,之后再减小;维生素 C、可溶性蛋白含量以 T2 最高。番茄产量在一定范围内随着灌水量的增大而增大,但是达到一定程度后出现减少趋势。建议新疆温室滴灌番茄灌水量为 4 800 m³/hm²。
关键词: 温室番茄;滴灌;滴灌量;土壤水分;产量;品质
中图分类号: S641.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2015)10-0113-04

Effects of Drip Irrigation Amount on Soil Moisture, Yield and Quality of Tomato in Greenhouse in Xinjiang

WANG Kequan^{1,2}, ZHENG Guoyu^{1,2*}, MA Junyong^{1,2}, ZHOU Jianwei^{1,2}, HE Shuai^{1,2}, CHEN Yun^{1,2}
(1. Institute of Water and Soil Fertilizer, Xinjiang Academy of Agricultural and Reclamation Science, Shihezi 832000, China; 2. Shihezi Experimental Station for Crop Water Use of Ministry of Agriculture, Shihezi 832000, China)

Abstract: To determine the appropriate irrigation amount of tomato in greenhouse in Xinjiang, the field experiment was conducted to study the effects of different irrigation amount treatments on soil moisture, yield and quality of tomato in the research base of Xinjiang Academy of Agricultural and Reclamation Science. The results showed that soil moisture of tomato in greenhouse firstly increased and then decreased slowly with the advance of growth period. The high amount of irrigation of T4 and T3 treatments had greater impact on the soil moisture in depth of 0—60 cm, while T1 and T2 treatments only had greater impact on the soil moisture in depth of 0—40 cm. With the increase of irrigation amount, the lycopene content decreased, and the content of total sugar overall first increased and then decreased, at last decreased. The contents of vitamin C and protein of T2 treatment were the highest. The yield of tomato in greenhouse increased with the increase of irrigation amount in a certain range, but reduced when it was up to a limit. The recommended irrigation amount was 4 800 m³/ha for tomato in greenhouse in Xinjiang.
Key words: tomato in greenhouse; drip irrigation; drip irrigation amount; water moisture; yield; quality

收稿日期:2015-04-19
基金项目:公益性行业(农业)科研专项(201203003)
作者简介:王克全(1983-),男,河南商丘人,助理研究员,硕士,主要从事节水灌溉理论与技术研究。
E-mail:wang120753380@126.com
* 通讯作者:郑国玉(1973-),男,四川蓬安人,助理研究员,硕士,主要从事节水灌溉新技术应用研究。
E-mail:15001646820@126.com

滴灌技术作为一种高效节水灌溉技术,以其节水、省工、操作简便、减轻作物病虫害、提高作物产量及改善品质等优点在新疆地区日光温室蔬菜灌溉上已经得到了广泛的推广应用。由于番茄生物学产量高、生长速度快、组织柔嫩,生长期需水量大且对水分反应特别敏感,所以生产过程中对土壤质量含水率要求较高。土壤水分状况不仅影响番茄的光合等生理特征,也影响植株地上部与地下部、生殖生长与营养生长之间的协调,最终影响产量、果实大小、坐果数及水分利用效率等^[1-2]。近年来,国内外许多学者就土壤水分状况对番茄产量及品质的影响进行了大量的研究,并取得了一定的成果^[3-15],而关于灌水量对新疆温室滴灌番茄产量及品质影响的研究相对较少。鉴于此,研究了不同灌水量对温室番茄土壤水分状况、产量及品质的影响,以期为新疆温室滴灌番茄优质高产灌溉管理提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验区概况

试验在新疆石河子市新疆农垦科学院科研示范基地华宇农业园内进行,试验区位于东经 86°0'12"、北纬 44°18'25",海拔 460 m,属典型的温带大陆性气候,年平均气温 7.5~8.2℃,日照 2 318~2 732 h,无霜期 147~191 d,年降雨量 180~270 mm,年蒸发量 1 000~1 500 mm。温室东西长 60 m,南北宽 7 m,钢架无柱结构,温室之间互不遮荫,顶部覆盖聚乙烯薄膜,同时覆盖有温室大棚专用棉被。试验地土质为砂壤土,耕层土壤平均容重 1.57 g/cm³,0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm 土层平均田间持水率(质量含水率)分别为 20.51%、17.71%、15.65%,地下水埋深大于 5 m。

1.2 试验设计

番茄品种为金粉 168,于 2014 年 3 月 28 日移栽定植,南北向种植,2014 年 7 月 31 日拉秧。本试验设置低灌水量(T1 处理)、中灌水量(T2 处理)、中高灌水量(T3 处理)、高灌水量(T4 处理)4 个灌溉水平处理,灌溉定额分别为 3 600、4 200、4 800、5 400 m³/hm²。灌水量用水表控制,其他田间管理措施、施肥量等与当地日光温室保持一致。灌水周期苗期为 10 d,进入开花坐果期为 7 d,每个处理设 3 次重复,共 12 个小区,小区面积为 24 m²,每个小区栽植 8 行,1 行 1 条滴灌带,窄行间距 45 cm,宽行间距 70 cm,株距 40 cm,每行 17 株,每小区共计 136 株,各小区在温室内随机排列,各处理之间埋设塑料膜,以防止土壤水分的侧向渗透。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 灌水量与土壤质量含水率 试验采用井水为灌溉水源,用旋翼式水表计量每次灌水量,每次灌水都详细记录灌水日期与灌溉水量。在各个处理小区埋设测管,采用土壤剖面水分测定仪 TRIME-PICO 监测土壤质量含水率,测定深度为 0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm,每 7 d 测定 1 次。

1.3.2 品质指标 选择成熟一致性好的番茄果实用于测定品质,番茄红素含量的测定采用高效液相色谱法;可溶性糖含量的测定采用蒽酮法;可溶性蛋白含量的测定采用考马斯亮蓝 G-250 染色法;维生素 C 含量的测定采用 2,6-二氯酚靛酚钠法。

1.3.3 产量 在番茄成熟期分别记录各处理下分批次的累积产量,2014 年 5 月 27 日开始采集果实,2014 年 7 月 31 日收获最后一批果实。

2 结果与分析

2.1 灌水量对温室番茄土壤水分状况的影响

不同灌水处理下滴头下 0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm 土层番茄生育期内土壤质量含水率变化如图 1—3 所示。由图 1—3 可知,滴头下土层 0~20 cm 各处理土壤质量含水率依次为 T4>T3>T2>T1,生育期内平均土壤质量含水率依次为 16.61%、16.29%、16.03%、14.73%,分别达到田间持水率的 80.98%、79.42%、78.15%、71.81%;滴头下 20~40 cm 土层 T4 处理略高于 T3 处理,T1 处理最低,生育期内 T4、T3、T2、T1 处理土壤质量含水率依次为 14.98%、14.79%、13.73%、12.57%,分别达到田间持水率的 84.58%、83.51%、77.52%、70.97%;滴头下 40~60 cm 土层 T4 处理的土壤质量含水率与 T3 处理差别不大,T2 处理略高于 T1 处理,生育期内 T4、T3、T2、T1 处理下的平均土壤质量含水率依次为 14.58%、13.80%、12.45%、11.77%,分别达到田间持水率的 93.16%、88.17%、79.55%、75.21%。经过对 4 种处理下温室番茄土壤水分状况比较发现,就灌水量的影响程度而言,灌水量较小的 T1、T2 处理仅对 0~40 cm 土层土壤质量含水率影响较大,而 T4 处理与 T3 处理对 0~60 cm 土层深度均有较大影响,能够使番茄主根系区保持较高的土壤质量含水率,有利于番茄的生长;同时 T4 处理 40~60 cm 土层土壤质量含水率达到田间持水率的 93.16%,这说明由于灌水量过大而产生了深层渗漏。T3 处理各土层土壤质量含水率达到了田间持水率的 79.42%~88.17%,为温室滴灌番茄较为适宜的土壤水分状况。

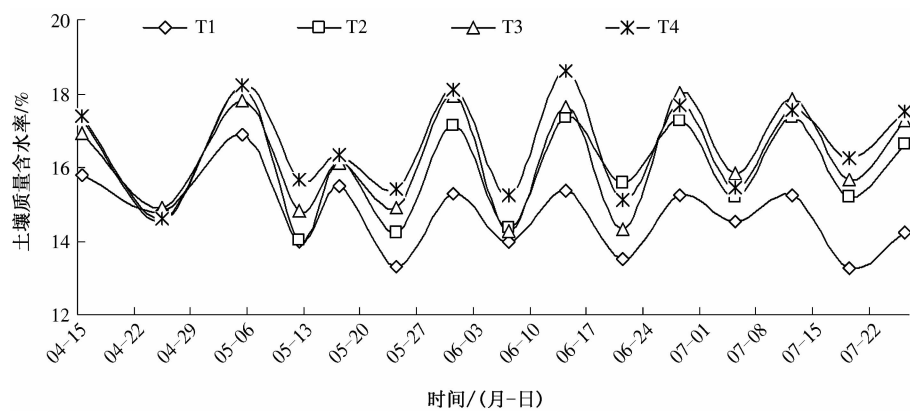


图 1 不同灌水处理下 0 ~ 20 cm 土层土壤水分状况

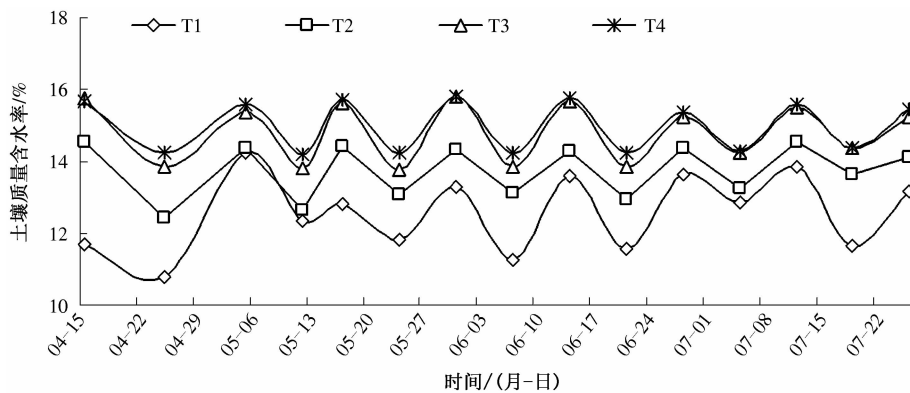


图 2 不同灌水处理下 20 ~ 40 cm 土层土壤水分状况

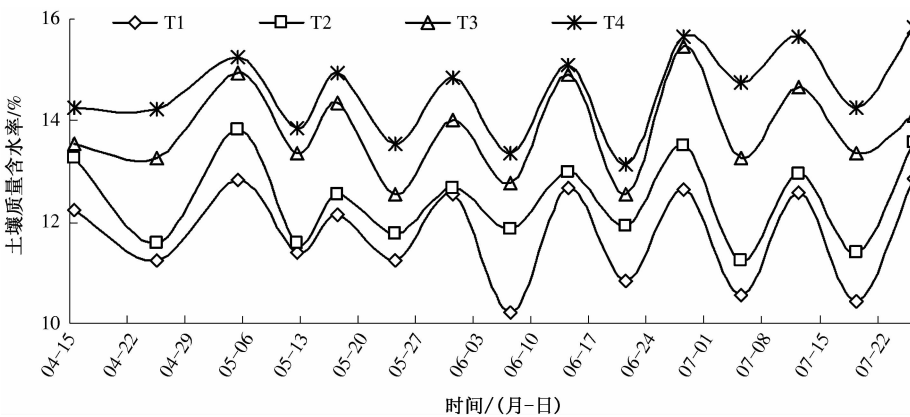


图 3 不同灌水处理下 40 ~ 60 cm 土层土壤水分状况

2.2 灌水量对温室番茄果实品质的影响

不同灌水处理的番茄果实品质如表 1 所示,T2 处理维生素 C 含量最高,与 T1、T3、T4 处理差异极显著,而 T1、T3、T4 处理之间差异不显著;T1 处理番茄红素含量最高,与 T2、T3、T4 处理差异极显著,而 T2、T3、T4 处理之间差异不显著,这说明灌水量增大,番茄红素含量会有所降低;T2 处理可溶性蛋白含量最高,T3 处理最小,T2 处理与 T1、T3、T4 处理差异极显著,而 T3、T4 处理之间差异不显著;可溶性糖含量以 T3 处理最高,与 T1、T2 处理差异极显

著,与 T4 处理差异不显著,T1、T2 处理差异极显著。

2.3 灌水量对温室番茄产量的影响

表 2 显示,中高灌水量的 T3 处理产量最高,为 128.55 t/hm²,略高于高灌水量的 T4 处理,低灌水量的 T1 处理产量最低,仅为 108.14 t/hm²,T3、T4 处理差异不显著,与 T2、T1 处理差异显著,T2 与 T1 处理差异显著,这说明中灌水量 T2 处理与低灌水量 T1 处理对番茄产量影响较大,生育期土壤水分亏缺较为严重,造成果实产量较低,而中高灌水量 T3 处理番茄产量最高,为新疆温室番茄比较适宜的灌水量。

表 1 不同灌水处理的番茄果实品质

| 处理 | 维生素 C 含量/ (× 10 ⁻² mg/g) | 番茄红素含量/ (× 10 ⁻² mg/g) | 可溶性蛋白含量/ (× 10 ⁻² mg/g) | 可溶性糖含量/% |
|----|---|---------------------------------------|--|-----------------|
| T1 | 20.667 ± 1.527bB | 11.067 ± 0.420aA | 733.333 ± 15.271bB | 0.670 ± 0.010bB |
| T2 | 25.000 ± 1.115aA | 9.500 ± 0.121bB | 806.667 ± 14.972aA | 0.560 ± 0.020cC |
| T3 | 21.000 ± 1.005bB | 9.200 ± 0.112bB | 669.333 ± 32.325cB | 1.020 ± 0.030aA |
| T4 | 20.250 ± 1.100bB | 9.300 ± 0.112bB | 670.255 ± 35.312cB | 0.980 ± 0.010aA |

注:同列数据后标不同小、大写字母者分别表示在 0.05、0.01 水平差异显著。

表 2 不同灌水处理的番茄产量

| 项目 | T1 | T2 | T3 | T4 |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 产量(t/hm ²) | 108.14 ± 1.43c | 114.45 ± 1.62b | 128.55 ± 2.03a | 127.02 ± 1.47a |

注:同行数据后标不同小写字母者表示在 0.05 水平差异显著。

3 结论与讨论

本试验经过对 4 种处理下温室番茄土壤水分状况比较分析发现,土壤水分状况变化幅度随着生育期的推进呈现先增大而后缓慢减小的趋势,灌水量较小的 T1、T2 处理仅对 0~40 cm 土层土壤质量含水率影响较大,灌水量较大的 T4 处理与 T3 处理对 0~60 cm 土层深度均有较大影响,能够使番茄主根系区保持较高的土壤质量含水率,有利于番茄的生长,但是 T4 处理由于灌水量过大而产生了深层渗漏,而 T3 处理各土层土壤质量含水率达到了田间持水率的 79.42%~88.17%,为温室滴灌番茄较为适宜的土壤水分状况。

不同灌水量对番茄维生素 C、番茄红素、可溶性蛋白、可溶性糖含量 4 种品质指标的影响在一定灌水量范围内存在显著差异,其中番茄红素含量随着灌水量的增大呈现减少趋势,可溶性糖含量总体变化趋势为随灌水量增加先减小后增大,维生素 C 与可溶性蛋白含量均以 T2 处理最高,之后随灌水量增加逐渐减小并趋于稳定。因此,为追求较高的番茄红素含量,建议灌溉量为 3 600 m³/hm²,灌溉量 4 200 m³/hm² 可以实现维生素 C 含量及可溶性蛋白含量最高,而可溶性糖含量最高的灌溉量为 4 800 m³/hm²。

通过对比 4 种不同灌水量的番茄产量,可以发现,番茄产量在一定范围内随着灌水量的增大而增大,但是达到一定程度后出现减少趋势,因此,为了追求番茄高产,建议新疆温室滴灌灌溉量为 4 800 m³/hm²。

参考文献:

[1] Zotarelli L, Scholberg J M, Dukes M D, et al. Tomato yield, biomass accumulation, root distribution and irrigation water use efficiency on a sandy soil, as affected by nitrogen rate and irrigation scheduling[J]. Agricultural Water Management, 2009, 96(1): 23-34.

[2] 刘浩,段爱旺,孙景生,等. 温室滴灌条件下土壤水分亏缺对番茄产量及其形成过程的影响[J]. 应用生态学报, 2009, 20(11): 2699-2704.

[3] 高方胜,徐坤,徐立功,等. 土壤水分对番茄生长发育及产量品质的影响[J]. 西北农业学报, 2005, 14(4): 69-72.

[4] 刘明池,刘向莉. 不同灌溉方式对番茄生长和产量的影响[J]. 华北农学报, 2005, 20(1): 93-95.

[5] 陈秀香,马富裕,方志刚,等. 土壤水分含量对加工番茄产量和品质影响的研究[J]. 节水灌溉, 2006(4): 1-4.

[6] 陈新明,蔡焕杰,单志杰,等. 根区局部控水无压地下灌溉技术对黄瓜和番茄产量及其品质影响的研究[J]. 土壤学报, 2006, 43(3): 486-492.

[7] 李亮,张玉龙,马玲玲,等. 不同灌溉方法对日光温室番茄生长、品质和产量的影响[J]. 北方园艺, 2007(2): 75-78.

[8] 袁宇霞,张富仓,张燕,等. 滴灌施肥灌水下限和施肥量对温室番茄生长、产量和生理特性的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2013, 31(1): 76-83.

[9] 孔德杰,郑国宝,张源沛,等. 不同灌水量对设施番茄产量和耗水规律的影响[J]. 长江蔬菜, 2014(24): 45-48.

[10] 张辉,张玉龙,虞娜. 温室膜下滴灌灌水控制下限与番茄产量、水分利用效率的关系[J]. 中国农业科学, 2006, 39(2): 425-432.

[11] 郝庆照,王春夏,朱明玉,等. 大棚樱桃番茄水肥一体化水分与养分利用技术研究[J]. 现代农业科技, 2013(21): 93, 98.

[12] 韩建平. 不同浇水量对大棚番茄育苗质量及早期产量的影响[J]. 现代农业科技, 2011(5): 109-110.

[13] 降云峰,焦晓燕,王立革,等. 不同水肥管理对日光温室番茄生长、产量及经济效益的影响[J]. 山西农业科学, 2012, 40(11): 1185-1190.

[14] 孙健,成自勇,王铁良,等. 渗灌条件下日光温室春夏茬番茄灌溉制度研究[J]. 山西农业科学, 2011, 39(9): 966-968.

[15] 钟政忠,蒙忠武. 水肥一体化技术在温室番茄上的应用[J]. 现代农业科技, 2013, 13(5): 129-130.