

张玲丽,张学科. 日光温室水氮减量对番茄生长、产量及品质的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(19):156-158.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.19.041

# 日光温室水氮减量对番茄生长、产量及品质的影响

张玲丽<sup>1</sup>, 张学科<sup>2</sup>

(1. 银川能源学院生物工程系,宁夏银川 750105; 2. 宁夏大学土木与水利工程学院,宁夏银川 750021)

**摘要:**为探究日光温室条件下沙质土壤栽培番茄水肥用量参数,以沟灌条件下习惯水、氮用量为对照,分别将灌水量减少 20% 和 40%、将施氮量减少 25% 和 50% 进行田间试验。结果表明,与滴灌水肥管理条件下相比,常规管理下番茄株高、茎叶生物量、产量低于滴灌下灌水量减少 20% 的处理;在滴灌条件下,灌水量减少 20% 的处理生物量、产量较高;相同灌水量下不同氮肥用量处理的产量、品质无显著差异。由此可见,在以产量为目标的前提下,在宁夏沙质土壤氮素含量较高的日光温室内种植番茄,滴灌条件下灌水量减少 20% 和减氮 50% 处理值得推荐,此研究为宁夏水肥一体化提供理论与技术依据。

**关键词:**日光温室;番茄;生物量;产量;品质

**中图分类号:** S641.206      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1002-1302(2018)19-0156-03

日光温室是我国北方设施栽培的主要形式,因其能够反季节供应蔬菜、水果等园艺作物,在我国北方农业发展中起着极其重要的作用<sup>[1]</sup>。宁夏设施农业同其他省份一样,近 10 年来飞速发展,统计结果表明,1990 年宁夏设施栽培面积仅为 0.10 万  $\text{hm}^2$ ,截至 2016 年底,设施面积已超过 6 万  $\text{hm}^2$ <sup>[2]</sup>。在设施农业快速发展的同时,生产中出现了一些亟待解决的问题,如次生盐渍化加重、土传病虫害蔓延、连作障碍明显、水肥管理技术落后等,其中大水大肥问题非常严重<sup>[3]</sup>。长期大量施氮以及不合理的灌溉,导致蔬菜品质下降<sup>[4]</sup>,土壤硝态氮淋失严重,不仅造成水肥资源浪费,也极易造成地下水硝酸盐污染<sup>[5]</sup>。为此,合理的水肥管理措施对设施农业可持续发展具有重要意义。

前人关于不同灌溉对番茄生长及产量影响的报道很多,研究表明,与传统的沟灌相比,滴灌能显著增加番茄生物量和产量<sup>[6-7]</sup>,水肥一体化技术,不仅能促进番茄对养分(氮、磷、钾)的吸收,同时能显著提高肥料利用率<sup>[8]</sup>,可以节约氮肥 20% ~ 40%<sup>[9-10]</sup>,节约水分 31% ~ 37%<sup>[11]</sup>,产量提高 3.7% ~ 12.5%<sup>[12]</sup>。

有研究报道,过量的氮投入对作物产量无明显影响反而造成果实品质的下降<sup>[13]</sup>。前人尽管关于滴灌条件下水、氮用量比例的研究很多,但在宁夏设施养分极不均衡的沙质土壤条件下,适宜的水肥管理技术还不成熟,因此,本试验探究不同水、氮水平下日光温室番茄生长、产量及品质的关系,寻求适宜的灌水量及施肥量,为宁夏水肥一体化技术提供理论与技术支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验区概况

收稿日期:2017-11-13  
基金项目:宁夏自然科学基金(编号:NZ17045)。  
作者简介:张玲丽(1983—),女,宁夏银川人,硕士,讲师,主要从事蔬菜生理与栽培技术研究。E-mail:lingli0117@163.com。

试验在宁夏贺兰山东麓农垦农业示范园区日光温室进行。试验温室建于 2008 年,试验温室为东西延长,一面坡式,东西长 70 m、跨度 8 m、北墙高 1.8 m、脊高 2.15 m、温室用 0.065 mm 聚乙烯无滴膜覆盖。主要栽培蔬菜以番茄、黄瓜、芹菜进行轮作,采用高垄种植方式。温室通过抽取独立水井地下水进行灌溉,试验前沿走道安装主管线进行沟灌,水质属微咸水(矿化度 2.3 g/L)。

### 1.2 供试土壤

试验地耕层土壤(0~20 cm)质地为沙质壤土,试验前土壤 pH 值为 7.75,全盐量 2.52 g/kg,有机质含量为 11.4 g/kg,土壤矿质态氮、速效磷、速效钾含量分别为 78.2、198、388 mg/kg,属肥力中等偏低但氮素含量较高的土壤。

### 1.3 试验设计与实施

试验为灌水量(W)、施氮量(N)2 因素田间随机区组设计,4 个处理、1 个对照,每处理重复 3 次,每重复小区面积为 72.0  $\text{m}^2$ ,对照小区面积为 108  $\text{m}^2$ 。

表 1 田间试验设计

处理	灌水处理	施氮处理	灌水量 ( $\text{m}^3/\text{hm}^2$ )	施氮量 ( $\text{kg}/\text{hm}^2$ )
CK	W(沟灌-常规水量)	F(习惯用量)	4 500	800
W1 + F1	W1(滴灌-减 20% 水量)	F1(减 25% N)	3 600	600
W1 + F2		F2(减 50% N)	3 600	400
W2 + F1	W2(滴灌-减 40% 水量)	F1(减 25% N)	2 250	600
W2 + F2		F2(减 50% N)	2 250	400

供试番茄品种为金鹏荣威,2016 年 1 月双行定植于定植于垄上,株行距为 35 cm × 50 cm,每小区 6 垄 12 行,垄间距 1.5 m,垄高 15 cm,每小区间设 1 垄作为保护行,防止串水串肥。地膜覆盖,地膜是聚乙烯料薄膜,厚度 0.008 mm、宽度 1.2 m。

各试验小区均以羊粪为底肥,用量为 60  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ ,于 2015 年 12 月底施入,氮肥按试验设计量施入,磷钾肥按纯量为 450、600  $\text{kg}/\text{hm}^2$  施入。磷肥量与有机肥一起作为底肥一次性施入。氮肥和钾肥作追肥分 3 次施入。追肥方法为对照按沟

内撒施、滴灌冲入施肥罐,水肥一体施入。

滴灌采用膜下滴灌,灌水时间依据天气及张力计读数确定,各处理灌水时间一致,灌水量通过水表控制。

1.4 测定项目及方法

1.4.1 样品采集 在番茄定植前取基础土壤样品,测定基本理化性状;按小区记录果实产量并在收获时记录番茄根、茎、叶生物量。收获时取番茄根、茎、叶鲜样品。

1.4.2 土样测定 土壤基础养分采用以下常规方法测定<sup>[14]</sup>:全盐含量——电导法、pH 值——pH 计、有机质含量——重铬酸钾容量法、矿质氮含量——连续流动分析仪、速效磷含量——OsLen 法、速效钾含量——火焰光度法(FP640 型)。

1.4.3 植物样品 株高、茎粗——卷尺测定,根系吸收面积——乙烯兰染色法,根系体积——排水法,生物量、产量——称重法,可溶性固形物——糖度计法,有机酸——滴定法,硬度——硬度计法。果实成熟后按小区采摘记录产量,最

后计算总产量。

1.5 数据分析

用 Excel 2007 和 SAS V8 进行数据统计分析,LSD 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 减水减氮对番茄生长的影响

2.1.1 减水减氮对番茄地上部生长的影响 不同水氮处理下番茄地上部生长情况显示,滴灌条件下番茄株高、茎粗均显著高于 CK(沟灌 + 习惯氮肥用量)(图 1)。在滴灌条件下,与减水 20% 处理相比,减水 40% 处理株高减少 18.8%、茎粗增加 9.4%;与施氮量减少 25% 的处理相比,施氮量减少 50% 的处理株高显著减少,茎粗无显著变化。由此可见,沟灌下大水大肥并未使番茄地上部有较大生长量,滴灌更有利于其地上部生长;沙质土壤条件下较多的水分能使番茄生长较高,减量施肥会影响番茄株高生长。

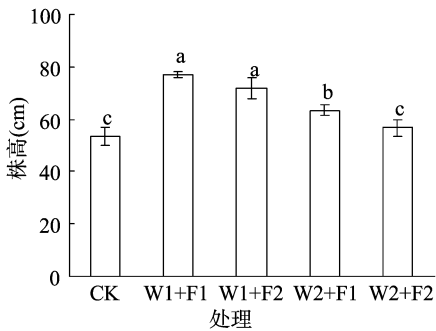
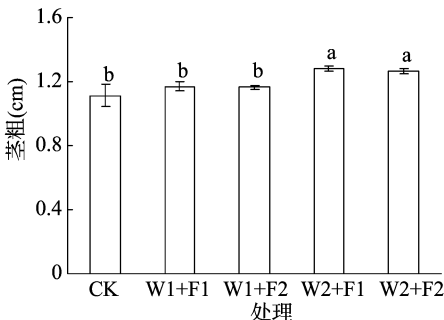


图1 减水减氮对番茄花期株高和茎粗的影响



2.1.2 减水减氮对番茄根系生长的影响 盛果期不同水氮处理下番茄根系生长情况表明,滴灌条件下番茄根系体积、吸收面积、比表面积和根长均显著高于 CK(沟灌 + 习惯氮肥用量)(表 2)。滴灌条件下减少水分,根系体积明显增加,但其他参数无明显变化;减氮对根系各参数均无明显影响。沙质土壤保水保肥性差,当水分较少时,为吸取较多水分及养分,根系体积会增加,这是植物适应逆境的表现。

表 2 减水减氮对番茄盛果期根系特性的影响

处理	根系体积 (cm <sup>3</sup> )	吸收面积 (cm <sup>2</sup> )	比表面积	根长 (cm)
CK	70 ± 4.02b	160 ± 11.50c	0.67b	58 ± 6.11a
W1 + F1	82 ± 3.05a	200 ± 9.90a	0.85a	46 ± 4.58b
W1 + F2	79 ± 5.19a	191 ± 8.80ab	0.81a	47 ± 7.32b
W2 + F1	68 ± 2.18b	186 ± 10.50ab	0.84a	47 ± 4.55b
W2 + F2	69 ± 3.12b	177 ± 7.80bc	0.75a	45 ± 7.12b

注:同列数据后不同小字母表示差异显著水平(P<0.05)。表 3、图 1、图 2 同。

2.2 减水减氮对生物量及产量的影响

减水减氮对番茄各器官生物量累积影响显著,结果见图 2。CK(沟灌 + 习惯氮肥用量)处理根、茎、叶、果实生物量均显著低于滴灌条件下各处理。滴灌条件下,与灌水量减少 20% 的处理相比,灌水量减少 40% 的处理叶片生物量、果实产量均显著降低;在施氮量减少 25% 的处理相比,施氮量减少 50% 的处理总生物量略有减少但产量并无显著差异。由

此结果可发现,沟灌下大水大肥能够维持一定的产量水平,与减水 40% 相比产量较高,但与滴灌下减少 20% 相比,产量明显减少;从生物量各指标看大水大肥下番茄生长并非最佳。滴灌下减水 20% 时产量最高,番茄其他各器官生物比例也最佳,可见以产量为目标,对沙质土壤减水 20% 的灌水量较为合适。

2.3 减水减氮对番茄品质的影响

不同水氮处理对番茄品质有显著影响,滴灌条件与沟灌相比,番茄各品质指标与减水减肥量密切相关(表 3)。滴灌条件下不同减水量相比,减水 40% 后单果质量、体积均明显减小,但硬度、可溶性固形物含量明显增加;不同减氮量相比减氮 50% 后单果粒质量、体积、密度均明显减少,其他指标无明显变化。由此可看出,不同灌水量对番茄品质指标影响很大,灌水量较少时表观品质指标明显降低,但营养指标能够提高;较少的施肥量会使表观指标减少,但不会影响番茄营养指标。

3 讨论与结论

在常规灌溉方式 + 习惯氮肥用量下,水、氮用量均为最大水平,但番茄产量、品质均明显低于滴灌条件下减水减氮的处理,可见,大量的水、氮投入并未得到较高的收益,反而造成水、氮资源的大量浪费。与其他减水减肥的试验相比<sup>[14-15]</sup>,在保持产量不变的情况下,此研究能够减少的水量较少,原因在于试验区土壤类型不同,对黏土或壤土来说,保水保肥性

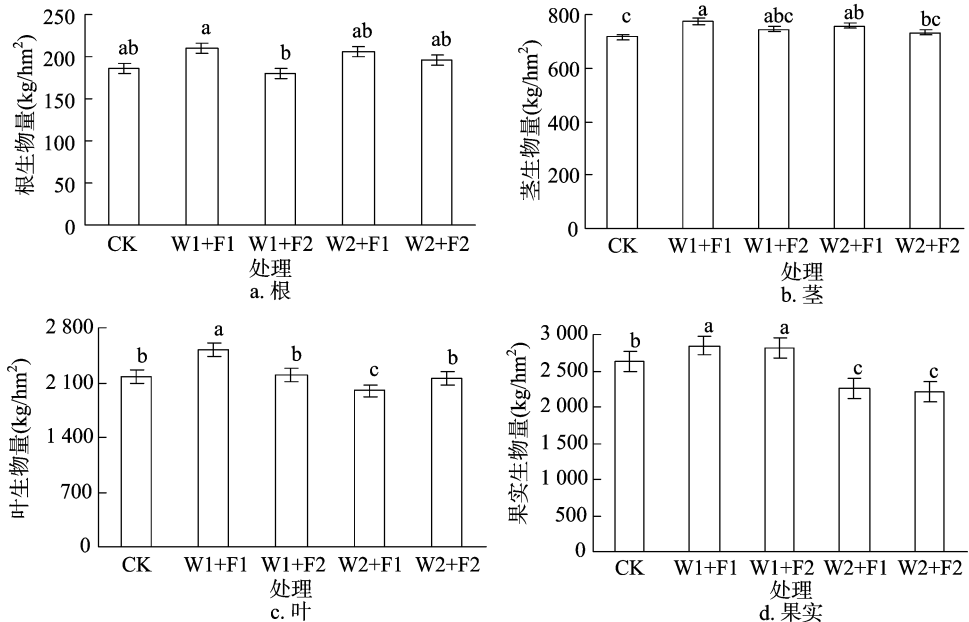


图2 不同水氮处理对番茄生物量及产量的影响

表3 减水减氮对温室番茄品质的影响

处理	单果质量 (g)	体积 (cm³)	密度 (g/cm³)	硬度 (kg/cm²)	可溶性固 形物含量 (%)	有机酸 含量 (%)
CK	102a	151b	0.68a	18.5b	5.5b	0.56a
W1 + F1	105a	174a	0.60a	18.1b	5.2b	0.53a
W1 + F2	98a	168a	0.58a	18.3b	5.6b	0.52a
W2 + F1	96a	147b	0.65a	20.8a	6.6a	0.54a
W2 + F2	94a	148b	0.64a	21.6a	6.7a	0.57a

强,因此在原沟灌水量的情况下可大幅减少灌水量,但对宁夏沙质土壤来说,沙土层较厚,水分极易发生渗漏,因此灌水量的减少幅度相对较小。另外本研究中滴灌条件下的用水量以滴灌为主,并非在植物生长季完全采用滴灌,由于地下水矿化度高加之土壤存在轻到中度盐渍化问题,在生长期每进行3次滴灌后须进行1次沟灌进行洗盐,因此从滴灌用水量来看也要比其他研究用水量多。

从本研究看到,滴灌条件下灌溉量减少20%番茄产量较高,减水40%番茄营养品质较高;相同灌水量减肥并未明显影响番茄营养品质及表观品质。其他研究也有类似结果<sup>[16]</sup>,较高的灌水量能够明显提高作物产量,但较高的番茄品质是在适宜的水肥供给水平下而非大水大肥<sup>[17-18]</sup>。在宁夏日光温室生产中,目前正在推广水肥一体技术,此技术在实施前期安装管道、施肥罐等系统须有一定的经济投入,因此在目前的生产现状下,应保证农户有较高的经济收益,在滴灌条件下减水20%+减肥40%在沙质土壤日光温室中值得推荐。

参考文献:

[1] 喻景权,周杰. “十二五”我国设施蔬菜生产和科技进展及其展望[J]. 中国蔬菜,2016(9):18-30.

[2] 朱丽燕. 宁夏设施农业的发展现状及对策建议[J]. 北方经济,2008(14):60-61.

[3] 何文寿. 设施农业中存在的土壤障碍及其对策研究进展[J]. 土

壤,2004,36(3):235-242.

[4] 张彩峰,李珍珍,陆奕,等. 氮肥浓度及形态对青菜产量及品质的影响[J]. 上海农业学报,2014,30(1):75-78.

[5] 张维理,田哲旭,张宁,等. 我国北方农用氮肥造成地下水硝酸盐污染的调查[J]. 植物营养与肥料学报,1995(2):80-87.

[6] 孙磊,孙景生,刘浩,等. 日光温室滴灌条件下番茄需水规律研究[J]. 灌溉排水学报,2008,27(2):51-54.

[7] 张书函,丁跃元,戴建平,等. 日光温室樱桃西红柿滴灌适宜土壤水分控制指标研究[J]. 中国农村水利水电,2002(1):23-25.

[8] Ertek A, Erdal I, Yilmaz H I, et al. Water and nitrogen application levels for the optimum tomato yield and water use efficiency [J]. Journal of Agricultural Science and Technology, 2012, 14(4): 889-902.

[9] Sterrett S B, Savage C P, Hohl H E. Nitrogen and water management for drip-irrigated tomato [J]. Hort Science, 1995, 30(4): 882.

[10] 毕晓庆,山楠,杜连凤,等. 氮肥用量对设施滴灌栽培番茄产量品质及土壤硝态氮累积的影响[J]. 农业环境科学学报, 2013, 32(11): 2246-2250.

[11] 刘小刚,张彦,张富仓,等. 交替灌溉下不同水氮供给对番茄产量和品质的影响[J]. 水土保持学报,2013,27(4):283-287.

[12] 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.

[13] 谢安坤,李志宏,张云贵,等. 不同施氮水平对番茄产量、品质及土壤剖面硝态氮的影响[J]. 中国土壤与肥料,2011(1):26-29.

[14] 于舜章. 山东省设施黄瓜水肥一体化滴灌技术应用研究[J]. 水资源与水工程学报,2009,20(6):173-176.

[15] 杜文波. 日光温室番茄应用滴灌水肥一体化技术初探[J]. 山西农业科学,2009,37(1):58-60.

[16] 宰松梅. 水肥一体化灌溉模式下土壤水分养分运移规律研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2010.

[17] 马红军,张玲丽,李文甲. 不同水肥处理下温室番茄干物质累积动态模型[J]. 江苏农业科学,2016,44(8):254-257.

[18] 杨平,陈锐,李杰,等. 不同灌溉下限与营养液浓度对基质栽培番茄的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(5):126-129.