

营养液中不同氮素水平对基质栽培番茄产量和品质的影响

刘瑞平, 冯 静, 骆洪义

(山东农业大学 资源与环境学院, 山东 泰安 271018)

摘 要:以荷兰温室园艺研究所的番茄无土栽培营养液配方为对照,改变营养液中的氮素(N)浓度及营养液的电导率(EC)值,第1阶段设置3个N浓度处理,分别是184.8(HN)、123.2(LN)、154.0(CK) mg/L,确立N浓度后,第2阶段分别设EC 1.5(T1)、2.5(CK)、3.5(T2)、4.5(T3) mS/cm 4个处理,研究了其对基质盆栽番茄的生长发育、果实产量与品质的影响。结果表明:营养液中不同N浓度对番茄的株高、茎粗等与生长有关的要素没有显著影响,而单株番茄产量和平均单果重以LN处理的最高。LN营养液的不同EC值对番茄株高、茎粗没有显著影响;EC值1.5 mS/cm时番茄具有最高的单株产量,而营养生长期叶绿素值以EC值4.5 mS/cm时为最高。番茄果实的可溶性糖含量、维生素C含量及总酸度均以EC值4.5 mS/cm时为最高。

关键词:番茄;基质栽培;营养液;氮素;电导率

中图分类号:S 641.204⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)20-0023-04

番茄是人们普遍喜爱的日常食用蔬菜品种之一,也是我国北方日光温室反季节种植面积最大的蔬菜品种之一。受市场因素和种植习惯等因素影响,许多地区的日光温室长期种植同一种蔬菜,导致土传病害、土壤盐渍化等问题加重,造成蔬菜产量与品质下降,农民产投比降低等,严重威胁着设施蔬菜的可持续发展,温室番茄栽培同样存在这方面的问题。利用基质栽培配合专用营养液施肥技术种植番茄,能够有效地解决土传病害等一系列由于连作造成的土壤问题。基质栽培即采用基质作为蔬菜种植的载体,以浇灌专用营养液的方式为植株生长提供所必需的养分和水分。

营养液配方对无土栽培番茄的产量和品质的影响巨大,是无土栽培番茄成败的关键因素之一^[1-3]。尽管目前番茄无土栽培营养液配方很多,但是缺乏适用于日光温室有机基质栽培的专用营养液配方。荷兰温室园艺研究所的番茄无土栽培营养液配方是被广泛应用的配方之一,但是由于各地温度、光照等环境条件的差异性,该配方在基质栽培中的表现差强人意。氮素(N)是

影响番茄生长发育、果实产量和品质的最重要元素之一,但是针对日光温室番茄基质栽培为研究对象的不同N浓度及不同营养液浓度的研究却鲜见报道。该研究以荷兰温室园艺研究所的番茄无土栽培营养液配方为对照,改变其中的N浓度,研究其对番茄生长、果实产量与品质的影响。在此基础上研究不同营养液EC值对有机基质栽培的番茄的影响,筛选确立适合我国北方地区日光温室中有机废弃物基质反季节栽培番茄的营养液配方与适宜的浓度。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试基质为草炭、珍珠岩、蛭石按照4:1:1的比例混合而成,基质的总孔隙度为76.3%,容重为0.38 g/cm³。

供试番茄苗来自寿光欣禾种苗公司,第1阶段为越冬品种“凯歌”,第2阶段为越夏品种“棚十金号”。

1.2 试验方法

1.2.1 最优营养液配方的筛选 以荷兰温室园艺研究所番茄配方为对照(CK)。改变原配方(CK)中N浓度,分别设计为对照配方中N浓度的+20% N、-20% N和CK 3个处理,N浓度分别为184.8(HN)、123.2(LN)、154.0(CK) mg/L。每处理设置10次重复。营养液中其它营养元素浓度保持不变。

1.2.2 最优EC值的确立 在第1阶段研究所获得营

第一作者简介:刘瑞平(1990-),男,硕士研究生,研究方向为设施蔬菜专用营养液有机基质栽培。E-mail: hot68168@163.com.

责任作者:骆洪义(1965-),男,博士,教授,研究方向为设施蔬菜水肥一体化基质栽培及农业与机废弃物综合利用。

收稿日期:2015-06-02

养液配方($EC=2.5\text{ mS/cm}$)的基础上,分别设定营养液的 $EC\ 1.5(T1)$ 、 $2.5(CK)$ 、 $3.5(T2)$ 、 $4.5(T3)$ mS/cm 4 个浓度梯度,每处理 10 次重复。在番茄生长期,分别浇灌不同 EC 值的营养液,研究分析其对番茄生长及产量与品质的影响。

1.2.3 试验步骤 试验在山东农业大学植保试验站塑料大棚内进行,分 2 个阶段,第 1 阶段试验:2013 年 8 月 19 日至 2014 年 2 月 4 日;第 2 阶段试验:2014 年 3 月 5 日至 2014 年 7 月 4 日。试验用盆栽方式进行,盆上口直径 30 cm、高 20 cm,每盆中装入基质 7.65 kg。在基质盆下放置托盘。在番茄的整个生长过程中浇灌营养液。前期每盆浇营养液 1 L,每隔 3~4 d 浇灌 1 次。后期番茄对水和养分的需求量增大,改为每次浇灌营养液 2 L,隔 1~2 d 浇灌 1 次。浇灌 10 次营养液后需要对盆中的盐分冲洗 1 次,用 4 L 清水进行冲洗。番茄生长过程中进行打叉、点花和疏花疏果等日常管理。每株番茄留 4~5 穗果,每穗留果 4~5 个,在最后一穗果上方留 3~4 片叶打顶。

1.3 项目测定

1.3.1 番茄生长指标测定 株高在定植后 20 d 开始用软尺测量植株与基质接触处到生长点高度,隔 10 d 测定 1 次至高度不再增加。茎粗用游标卡尺测量番茄植株的第 5 节的最粗处直径,同样每 10 d 测定 1 次,直至不再增加。叶绿素值采用 TYS-A SPAD-502 便携式叶绿素仪测定。

1.3.2 番茄果实品质指标测定 硝酸盐含量测定采用酚二磺酸比色法;可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定;有机酸含量测定采用标准酸碱滴定法;维生素 C 含量采用 2,6-二氯酚靛酚法测定;可溶性蛋白质含量采用考马斯亮蓝法测定。

1.4 数据分析

试验数据采用 Excel 2007 和 SAS 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 营养液中不同 N 浓度对番茄生长、产量及品质的影响

2.1.1 营养液中不同 N 浓度对番茄株高的影响 由图 1 可以看出,在番茄的各个生长发育阶段,营养液中不同 N 浓度条件下,番茄株高的差异不显著,说明营养液中的 N 浓度对番茄株高没有显著影响。

2.1.2 营养液中不同 N 浓度对番茄茎粗的影响 由图 2 可以看出,相对于株高,番茄茎粗在整个生长期变化幅度较小。从苗期到开花期,CK 处理的茎粗显著高于 HN 和 LN 处理,但到了生长后期,各处理之间的差异不显著,其中的原因有待进一步研究。

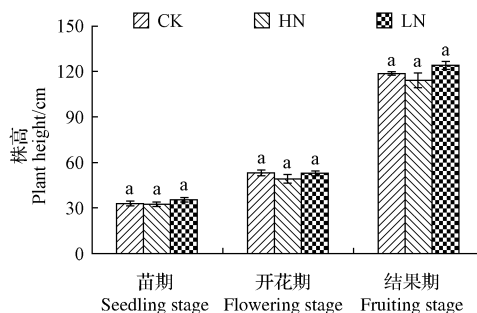


图 1 营养液中不同 N 浓度下的番茄株高

Fig. 1 Height of tomato plants grown at different N concentrations in nutrient solution

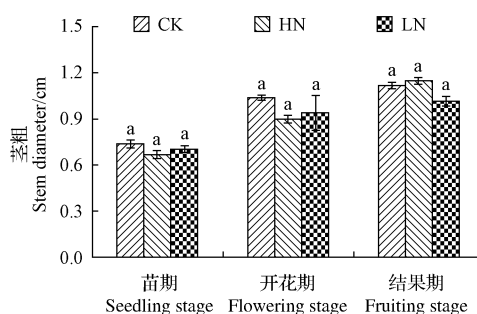


图 2 营养液中不同 N 浓度的番茄茎粗

Fig. 2 Stem diameter of tomato plants grown at different N concentrations in nutrient solution

2.1.3 营养液中不同 N 浓度对番茄产量的影响 由表 1 可以看出, LN 处理番茄单株平均产量及单果均重显著高于 CK 和 HN ($P<0.05$); LN 处理的番茄单株平均结果数显著高于 CK ($P<0.05$), LN 与 HN 之间差异不显著。CK 处理的番茄的单株平均结果数显著低于 HN 和 LN 处理 ($P<0.05$)。以上结果表明, 较低的 N 供应具有促进番茄结果数量及增加单果均重的效果, 因而能够增加番茄产量。

表 1 营养液中不同 N 浓度的番茄产量

Table 1 Yield of tomato per plant grown at different N concentrations in nutrient solution

处理	单株平均产量	单果均重	单株平均结果数
Treatment	Yield of per plant/g	Single fruit weight/g	Fruits of per plant/个
CK	3 679.70b	200.99a	15.75b
HN	4 027.33a	181.16a	19.13a
LN	5 386.96a	231.72a	20.00a

2.2 营养液不同 EC 值对番茄生长及产量的影响

2.2.1 营养液不同 EC 值对番茄株高的影响 由图 3 可以看出, 不同的营养液 EC 下生长的番茄株高差异不显著。如在苗期, 当营养液 EC 值为 1.5 mS/cm 时, 番茄株高分别比 EC 值为 4.5 、 2.5 、 3.5 mS/cm 时高 10.47% 、 4.97% 、 9.33% 。在结果期, 营养液 EC 值为 1.5 mS/cm , 番茄株高分别比 EC 值为 2.5 、 3.5 、 4.5 mS/cm 时高 2.69% 、 8.02% 、 8.95% 。表明不同营养液 EC 值对番茄株高的变化没有显著影响。

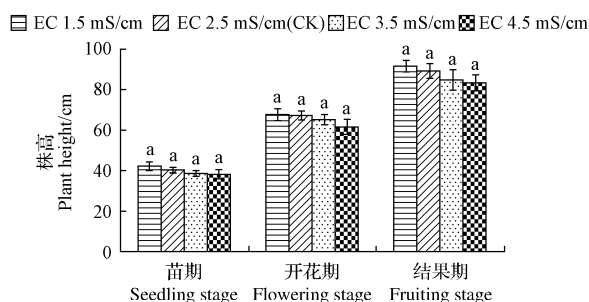


图3 不同营养液 EC 值下番茄的株高

Fig. 3 Height of tomato plants grown at different EC value of nutrient solution

2.2.2 营养液不同 EC 值对番茄叶绿素含量的影响 由图 4 可以看出,在番茄苗期,当营养液 EC 值为 1.5 mS/cm 时,番茄叶片叶绿素含量分别比营养液 EC 值为 2.5、3.5、4.5 mS/cm 时低 14.39% ($P < 0.05$)、10.16%、

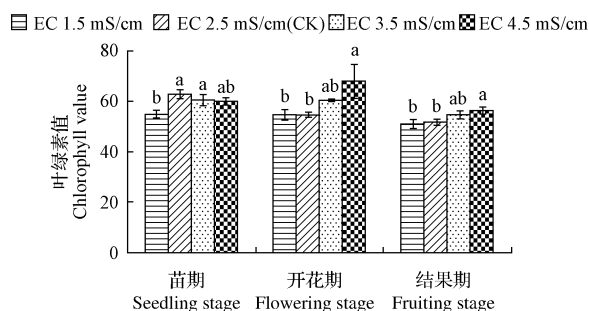


图4 营养液不同 EC 值下番茄叶片的叶绿素值

Fig. 4 Chlorophyll value of tomato plants grown at different EC value of nutrient solution

表2 营养液不同 EC 值下番茄的果实产量和品质

Table 2 Yield of tomato per plant and quality at different EC value of nutrient solution

EC 值 EC value/(mS · cm ⁻¹)	单株产量 Yield per plant/g	可溶性糖含量 Soluble sugar content/(mg · g ⁻¹)	总酸度 Total acid/%	维生素 C 含量 Vitamin C content/(mg · (100g) ⁻¹)	糖/酸 Sugar/Acid
1.5	2 268.994a	66.26 ± 2.8b	3.94 ± 0.003b	52.45 ± 1.8c	16.82
2.5(CK)	1 758.824b	63.55 ± 5.7b	3.91 ± 0.230b	66.46 ± 1.9b	16.25
3.5	2 075.295ab	63.76 ± 6.7b	5.29 ± 0.024a	53.24 ± 1.4c	12.05
4.5	1 855.270ab	87.06 ± 3.5a	5.21 ± 0.023a	99.76 ± 1.9a	16.71

3 讨论与结论

番茄的生长特点是营养生长与生殖生长同时进行,对肥料的需求量大^[4],N 是番茄生长发育与果实形成的必需元素之一。许多研究表明,在一定的范围内增加 N 用量能够促进番茄生长,但是 N 肥的过量施用降低了番茄产品的质量^[5-7],增加了硝酸盐含量在产品中的积累,产量却没有相应的提高,同时加重了病害的发生^[8-9],降低了 N 肥利用率^[10]。该研究的结果表明,在番茄生长的不同阶段,营养液中不同 N 浓度对番茄株高影响不显著。在番茄生长的苗期和开花期等以营养生长为主的阶段,其茎粗以 CK 的 N 浓度为最大,减少或增加营养液中的 N 浓度均造成番茄茎粗降低,说明 CK 中的 N 浓度最适宜番茄营养生长。这与前人的研究结果是一致

的^[1,3]。在开花期,营养液 EC 值为 1.5 mS/cm 时,番茄叶片叶绿素含量分别比 EC 值为 3.5、4.5 mS/cm 时低 9.47%和 19.63% ($P < 0.05$),而与 EC 值为 2.5 mS/cm 时相比差异不显著。在结果期,不同营养液 EC 值处理的番茄叶片的叶绿素含量差异不显著。由此可见,在番茄生长前期,较高的营养液 EC 值具有促进叶绿素合成的作用,而随着番茄进入结果期,不同营养液 EC 值对番茄叶片的叶绿素含量的影响有减弱的趋势。

2.2.3 营养液不同 EC 值对番茄单株产量和品质的影响 由表 2 可知,在不同的 EC 值处理中,营养液 EC 值为 1.5 mS/cm 时番茄的单株平均产量最高。当营养液 EC 值为 2.5 mS/cm(CK)时,番茄单株平均产量分别较 EC 值为 1.5、3.5 mS/cm 时低 29.01% 和 19.98% ($P < 0.05$),而与 EC 值为 4.5 mS/cm 时的单株产量无显著差异。当营养液 EC 值为 2.5 mS/cm(CK)时,番茄果实的可溶性糖含量与 EC 值为 1.5、3.5 mS/cm 时相比差异不显著,但显著低于 EC 值为 4.5 mS/cm 时的可溶性糖含量 ($P < 0.05$)。在营养液 EC 值为 2.5 mS/cm(CK)时,生长的番茄果实的总酸度与 EC 值为 1.5 mS/cm 时相比无显著差异,但显著低于营养液 EC 值为 3.5、4.5 mS/cm 时的果实总酸度。表 2 结果还表明,营养液 EC 值为 2.5 mS/cm(CK)时,生长的番茄的糖/酸比与 EC 值为 1.5、4.5 mS/cm 时的果实糖/酸比无显著差异,但显著高于 EC 值为 3.5 mS/cm 时的糖/酸比值。表明当营养液的组成一定时,不同的营养液浓度不仅影响番茄生长发育,也对其产量和品质产生显著影响。

的^[1,3]。在番茄结果阶段,不同 N 浓度的处理的茎粗趋于一致,这可能是由于营养生长和生殖生长平衡的结果,具体原因有待进一步研究。在该试验研究条件下,与 CK 及 HN 处理相比,LN 处理的番茄单株平均产量、单株平均结果数及单果平均重量最高,表明 LN 处理有利于促进番茄的生长和发育,提高产量,而高量施用 N 肥会造成其减产,这与前人的研究结果一致^[11-14]。诸海焘等^[14]在研究不同 N 肥用量对青花菜品质和产量的影响时发现,在一定 N 浓度范围内,适量增加 N 肥施用量能够增加青花菜的产量,但是当 N 肥用量进一步增加时,青花菜产量降低,也证明了这一点。在适宜 N 肥范围内,增施 N 肥使植株枝繁叶茂,有利于果实干物质的积累,从而使作物产量增加;而当 N 肥过量时,抑制其它

元素的吸收及根系的生长,从而造成茎叶徒长,并导致同化物不能被充分分配到果实中,使产量降低。该研究的结果可能就是这一原因造成的。

许多研究表明,营养液的浓度对无土栽培番茄的株高和茎粗不会产生显著影响^[15-16],亦即营养液浓度对无土栽培番茄的营养生长影响不显著。这与该研究的结果一致。然而如表2的结果所示,增加营养液浓度(EC值)降低了番茄的单株产量,却在一定范围内增加了番茄果实可溶性糖和维生素C含量。这可能是由于当营养液浓度增加时提高了营养液的渗透压,从而抑制了番茄根系对水分的吸收,使果实的干物率和糖度提高。但却降低了番茄单株产量和单果重^[17-18]。

在该试验中,改变营养液中N的浓度,对番茄植株的生长影响不显著,但是低N浓度(LN)显著增加了番茄产量。增加营养液的EC值能够促进番茄果实可溶性糖和维生素C含量提高,但是产量降低。研究表明,LN和EC值为1.5 mS/cm时是设施番茄基质栽培较为理想营养液。

参考文献

- [1] 吕炯璋,桑鹏图,李灵芝,等.不同配方不同浓度的营养液对番茄幼苗生长的影响[J].山西农业大学学报(自然科学版),2010,30(2):112-116.
- [2] 李灵芝,李亚灵,温祥珍,等.不同配方不同浓度营养液对番茄幼苗叶片叶绿素含量的影响[J].华北农学报,2006,21(增刊):70-73.
- [3] 胡池新,刘芳.无土栽培营养液对番茄产量和品质的影响[J].河北农业科学,2008,12(6):51,72.
- [4] 孙军利,赵宝龙.不同施肥对日光温室春茬黄瓜生长、产量和品质的影响[J].石河子大学学报(自然科学版),2006,24(6):689-693.
- [5] BARNEIX A J, CAUSIN H F. The central role of amino acids on nitrogen utilization and plant growth [J]. J Plant Physiol, 1996, 149: 358-362.
- [6] 刘德,赵凤艳,陈宇飞.氮肥不同用量对保护地番茄生育及产量的影响[J].北方园艺,1998(5):7-8.
- [7] 张国红,袁丽萍,张震贤,等.不同施肥水平对日光温室番茄生长发育的影响[J].农业工程学报,2005,21(增刊):151-154.
- [8] 蒋卫杰,郑光华,氮钾互作对蔬菜生长发育的影响[J].中国蔬菜,1992(2):46-50.
- [9] 杨暹,陈晓燕,冯红贤.氮营养对菜心炭疽病抗性生理的影响[J].华南农业大学学报,2004,25(2):26-30.
- [10] MATTSON M, LUNDBORG T, LARSSON C M, et al. Nitrogen utilization in N limited barley during vegetative and generative growth[J]. Exp Bot, 1991, 43: 15-23.
- [11] 鲜开梅,王彦波,江伟,等.不同氮素浓度处理对彩椒生长及几项生理指标的影响[J].北方园艺,2007(7):4-7.
- [12] 赵俊晔,于振文,李延奇,等.施氮量对小麦氮磷钾养分吸收利用和产量的影响[J].西北植物学报,2006,26(1):98-103.
- [13] 黄元财,王伯伦,王术,等.施氮量对水稻产量和品质的影响[J].沈阳农业大学学报,2006,37(5):688-692.
- [14] 诸海焘,吕卫光,余廷园.不同氮肥用量对青花菜品质和产量的影响[J].北方园艺,2006(1):6-7.
- [15] 石海仙,伊东正. NaCl 添加和营养液浓度对番茄产量和品质的影响[J].中国蔬菜,2004(4):9-11.
- [16] 张钰,郭世荣,孙瑾.营养液浓度和用量对醋糟基质栽培番茄生长、产量和品质的影响[J].中国土壤与肥料,2013(3):87-91.
- [17] 李伟,姜晶,李天来.不同浓度 NaCl 处理对番茄果实生长、产量和品质的影响[J].沈阳农业大学学报,2006,37(3):502-504.
- [18] 鲁少尉,齐飞,李天来,等.营养液 EC 值对无土栽培番茄果实发育及蔗糖代谢的影响[J].北方园艺,2012(19):8-11.

Effect of Different Nitrogen Levels on the Yield and Quality of Tomato in Substrate Culture

LIU Ruiping, FENG Jing, LUO Hongyi

(College of Resources and Environment, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018)

Abstract: The tomato nutrient formulation for soilless culture of Netherland Institute of Greenhouse Horticulture was taken as CK, N concentration in the formulation and EC value were changed as treatments, so as to study the effect on the growth of tomato plants, fruit yield and quality. At the first stage of experiment, 3 N concentration treatments were designed, namely 184.8 (HN), 123.2 (LN), 154.0 mg/L (CK), respectively. At the second stage, 4 EC value treatments was designed based on the results of the first stage: EC 1.5 (T1), 2.5 (CK), 3.5 (T2), 4.5 (T3) mS/cm, respectively. The results showed that different N concentration in nutrient solution had no significant effect on height and stem diameter of substrate cultured tomato plants. The tomato yield per plant and average weight of single fruits were the highest for LN plants. Different EC value of LN formulation had no significant effect on the height and stem diameter of substrate cultured tomato plants. Tomato yield per plant was the highest when grown at EC=1.5 mS/cm, the chlorophyll value, however, was the highest when grown at EC=4.5 mS/cm during vegetative growth period. The contents of soluble sugar, vitamin C and total acid were the highest when tomato plants were grown at EC=4.5 mS/cm.

Keywords: tomato; substrate culture; nutrient solution; N; EC value