

水肥管理对有机番茄产量与番茄红素含量的影响

唐 政, 陈小香, 伍淑婕

(贺州学院, 广西 贺州 542899)

摘 要:以番茄为试材,通过以灌溉量为主因素、施肥量为副因素的裂区设计,在北京郊区的日光温室中进行田间试验,为了解在有机种植模式中不同水和有机肥耦合条件下番茄产量及其对番茄红素含量的影响。结果表明:与当地习惯的水肥管理相比,减半量有机肥投入在产量上无显著下降,同时可增加番茄果实中番茄红素含量以及相同面积内番茄红素总量;与在施肥量相同的条件下,减量灌溉对增加番茄红素含量无显著影响,效果没有减量施肥效果明显。试验结果表明,在京郊有机番茄的种植中,保证产量和品质的前提下开展节本增效仍有很大空间。

关键词:有机食品;番茄;番茄红素;水肥管理

中图分类号:S 641.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)05-0166-03

番茄红素是植物果实和蔬菜中天然存在的一种类胡萝卜素,是人体内重要的抗氧化剂,对口腔癌、肺癌、前列腺癌、结肠癌、喉癌和食道癌有明显的抑制作用,可降低血浆中胆固醇含量,提高男子精子质量且没有任何副作用^[1-2]。目前,在国际上,番茄红素是备受人们关注的膳食补充剂,有极强的抗癌、防癌效果,需求量日益增加。在许多欧美发达国家中,番茄红素已成为衡量有色类蔬菜品质的一个重要指标^[3]。番茄是深受大众欢迎的果蔬兼用型食材,也是含番茄红素最高的自然食品。有研究证实,气候条件、品种、施肥、光照、栽培管理等因素对番茄红素的形成和累积都有影响^[4-5]。

有机番茄是在严格实行目前公认为农产品质量最高、最安全的农业种植模式——有机种植模式下栽培出产的番茄。虽然有机食品在卫生、健康等方面是可信的,但由于各地在气候、种植品种、土壤肥力等方面都不同,有机农业中没有规定明确的、统一的单茬作物所需要的有机肥投入量^[6]。特别是在高利润的刺激下,种植户往往不计后果地投入过量养分,不可避免地农产品品质带来不良影响^[3,7]。该试验旨在通过田间试验,研究在有机种植模式下不同的有机肥施用量与不同灌溉量的耦合管理对有机番茄中番茄红素含量的影响,以期

探求高产优质的有机农产品的施肥管理措施。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于北京大兴区留民营有机农场。试验地土壤类型为潮土,耕作层(0~20 cm)土壤的有机质含量为 23.2 g/kg、pH 值为 7.68、全氮含量为 1.4 g/kg、有效磷含量为 60.16 mg/kg、速效钾含量为 132.68 mg/kg、硝态氮含量为 18.13 mg/kg、铵态氮含量为 3.23 mg/kg,土壤肥力属中等偏上水平^[8]。

1.2 试验材料

供试番茄品种为“中农 101”。

供试肥料是由鸡粪、猪粪、秸秆等经过 2 次堆肥处理制成的精制商品有机肥,其含水量为 40%,有机质含量为 30.6%,N、P、K 含量分别为 1.71%、1.99%、0.45%,供试肥料中重金属含量、微生物含量均符合 OFDC(国环有机产品认证中心)的认证标准^[8]。

灌溉用水为深层地下水,水中硝态氮含量为 2.96 mg/L,铵态氮含量为 0.26 mg/L,磷、钾、铬、镉含量未检出^[4]。

1.3 试验方法

试验采用裂区设计,以灌溉量为主处理,设减量灌溉(W1)和常规灌溉(W2)2 个因素,常规灌溉量为农场的习惯灌溉量,即总灌溉量 1 200 mm;减量灌溉处理总量为 700 mm,比农场常规灌溉量少 42%。在整个试验期分 7 次灌溉,均为大水畦间灌溉。灌溉量根据水表读数而得出。以施肥量为副处理,设有对照(CK),即不施肥;减半量施肥(F1),即农场习惯施肥量的一半,即干基 14 t/hm²,OFDC 要求有机肥不超过 15 t/hm²^[9]。常规施肥(F2),即农场习惯施肥量,即干基 28 t/hm²。种植期间不追肥,F1 处理下累积投入氮、磷、钾、有机质的投

第一作者简介:唐政(1977-),男,瑶族,博士,讲师,现主要从事有机农业养分管理与品质等研究工作。E-mail:bioecology74tang@yeah.net.

责任作者:伍淑婕(1973-),女,硕士,副教授,现主要从事生态学和营养学等研究工作。

基金项目:贺州学院博士科研启动基金资助项目(HZUBS201005);贺州学院科研资助项目(2012pyzk12);广西教育厅资助项目([2008]07LX014)。

收稿日期:2013-11-15

入量分别为 0.24、0.28、0.06、4.29 t/hm², F2 处理的累计投入为 F1 的 1 倍。每个试验小区面积为 6 m×5 m=30 m², 每个处理 3 次重复。

1.4 项目测定

根据番茄的生长位置分上部果、中部果、下部果 3 部分, 成熟时采摘, 每次采摘时, 每小区随机抽取 15 个成熟的番茄, 用固相微萃取-气质联用(GC-MS)分析仪测番茄红素含量。

1.5 数据分析

试验数据使用 Excel、SPSS 统计软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同水肥条件对有机番茄中番茄红素含量的影响

由表 1 可知, 生长位置对番茄红素含量的影响较小, 在相同的水肥条件下, 上中下 3 部果之间没有表现出显著差异。但上部果中番茄红素含量略低于下部果和中部果, 可能是上部果成熟较晚, 植株生长后期的代谢水平和供应能力也有所下降导致。有机肥施用量明显影响番茄红素含量。番茄红素含量呈现为 W1F1>W2F1>W1F2>W2F2>W1CK 或 W2CK 的趋势, 最低值为 W2CK 的上部果, 为 19.07 mg/kg, 最高值为 W1F1 的下部果, 达 36.42 mg/kg, 高出 W2F2 上部果的 52.4%, 高出 W1F2(20.77 mg/kg)上部果的 49.1%。在相同的灌溉量下, F1 施肥处理下的番茄果实中番茄红素含量显著高于 F2、CK 处理; F2 施肥处理相比不施肥的 CK 处理, 番茄红素含量略高, 但除了中期果外, 尚未有显著性差异。从结果上看, 该农场习惯的常规施肥量降低了番茄中番茄红素的含量。由此可知, 施用有机肥能够明显提高番茄中番茄红素的含量, 但随施肥量的增加, 番茄红素的含量则显著下降。结果说明不施肥或者施肥量过大都不利于提高番茄果实中番茄红素含量。在相同的施肥条件下, 常规灌溉量处理下番茄红素含量稍低于减量灌溉处理, CK、W1、W2 在 2 种灌溉条件下的差别均不显著。结果表明, 在维持番茄正常生长的灌溉量条件

表 1 不同水肥处理下有机番茄中番茄红素含量的影响

Table 1 Effect of different treatments on contents of

| 处理 Treatment | 番茄红素含量 Contents of lycopene mg/kg | | | |
|-----------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------|----------------|
| | 下部果 Lower fruit | 中部果 Middle fruit | 上部果 Upper fruit | 平均值 Average |
| W1CK | 21.76±1.85 cA | 22.44±1.25 cA | 20.44±1.25 bA | 21.55±2.47 b |
| W1F1 | 36.42±3.29 aA | 35.42±2.29 aA | 32.42±1.43 aA | 34.75±2.23 a |
| W1F2 | 25.77±2.51 bA | 28.77±5.51 bA | 20.77±1.01 bA | 25.10±2.89 b |
| W2CK | 21.27±1.08 cA | 20.07±3.18 cA | 19.07±1.38 bA | 20.14±1.54 b |
| W2F1 | 35.38±2.46 aA | 34.38±2.15 aA | 30.38±1.12 aA | 33.38±2.13 a |
| W2F2 | 23.19±0.97 bA | 25.19±2.97 bA | 20.19±1.37 bA | 22.86±1.97 b |

注: 小写字母表示列间显著性差异, 大写字母表示行间显著性差异(LSD 法, 0.05 水平), 下同。

下, 降低灌溉量对番茄红素含量的影响较小, 节水灌溉是可行的。

2.2 不同水肥条件对有机番茄产量和番茄红素总量的影响

由表 2 可知, 施肥量是造成番茄产量差异的最重要因素, 随着有机肥施用量的增加番茄产量也随之上升, 产量最高的为 W2F2 处理, 相比施肥处理中产量最低的 W1F1 高出 12%, 但各施肥处理间没有体现出显著差异, 说明过量的施肥对产量提升的作用是有限的。灌溉量对番茄产量的影响则不大, 在相同的施肥条件下, 产量差别不超过 5%(W2F2 与 W1F2)。施肥量还造成番茄红素总量的明显差异, 施肥处理下的番茄红素总量均显著高于不施肥的处理, 而施肥量大的 F2 处理则显著低于减半量施肥的 F1 处理。这主要是由于番茄红素含量和番茄产量的累加差异而造成。说明过量施肥不仅降低了果实中番茄红素含量, 同时也降低了单位面积的番茄红素总量, 能对番茄红素的提取和利用产生消极影响。

表 2 不同水肥处理对有机番茄产量与番茄红素总量的影响

Table 2 Effect of different treatments on lycopene and content of tomatoes among

| 处理 Treatment | 产量 Yield of tomato/kg·hm ⁻² | 番茄红素总量 Content of lycopene/mg·hm ⁻² |
|-----------------|---|---|
| W1CK | 88 700±1 742 b | 1 786.12±145.39 c |
| W1F1 | 105 090±4 985 a | 3 507.91±360.51 a |
| W1F2 | 111 040±5 034 a | 2 538.01±114.96 b |
| W2CK | 88 612±1 711 b | 1 914.64±152.98 c |
| W2F1 | 106 937±2 687 a | 3 716.17±229.37 a |
| W2F2 | 117 237±8 914 a | 2 942.87±223.42 b |

3 讨论与结论

国内外有关番茄红素的研究大多集中在医疗和工业提取 2 方面上, 而关于栽培管理或施肥对有色蔬菜中番茄红素含量影响的研究较缺乏^[9-10]。在现有的资料中, Goula 等^[11]认为, 番茄灌浆期间的水分供应对番茄红素的含量有明显影响, 控制灌溉量、保持适当的干旱有利于番茄红素的生成和累积。该研究的结果也证实降低灌溉确实有利于番茄红素含量的提高, 但灌溉量不是主要影响因素, 这可能是因为在该研究中灌溉量偏大而影响了结果的差异。在华北和北京地区, 一茬番茄的灌溉量一般在 450~610 mm 之间^[12-13]。该研究试验地的灌溉量由于是公费用水, 灌溉量远远超过周边地区。该试验结果表明, 大灌溉量并不能提高番茄产量和番茄红素含量。牛晓丽等^[14]通过番茄盆栽试验, 研究灌水量和氮、磷、钾肥及有机肥用量对番茄红素含量的影响。周振江等^[15]研究结果表明, 番茄红素含量随灌水量、施磷量以及有机肥用量呈开口向下的抛物线型变化, 表明灌水量、磷和有机肥用量过高不利于番茄红素的累积。

任彦等^[9]在营养液栽培条件下的试验结果表明,随着营养液中钾离子浓度的提高,叶片和果实中钾含量呈线性增加,且不同品种表现趋势一致。该试验使用的有机肥含钾量较高,土壤中有效钾的含量也很高,施肥确实有助于提高番茄红素含量,而该研究进一步认为,随施肥量的进一步增加,番茄红素含量却明显下降,与不施肥处理下的结果呈同一水平。因此,在保证产量的前提下,控制施肥量是必要的。虽然在有机种植中,由于没有化学农药、化肥等投入物,不担心公害、农药残留等卫生问题,但施肥量仍是影响品质的重要因素,不可忽视。

栽培管理技术和采摘时期也是影响番茄红素含量的因素。吕鑫等^[16]对不同时期生长期的番茄果实进行连续监测,发现完全成熟期的番茄中番茄红素含量最高。在该研究中,不同部位的番茄采摘并未处于完全成熟期,而上部果的成熟期已经处于番茄生长后期,植株的供给能力和代谢率均有所下降,而在“一炮轰”管理模式下,没有及时进行追肥或根外营养,因此,上部果中番茄红素含量较下部、中部果有所下降。

Rao等^[17]认为番茄红素的形成主要与温度和光有关,增强黄光、红光照射时间,番茄红素含量较高。由此可见,光照、温度、土壤养分、水等许多环境因子都会影响番茄红素的生物合成与累积有影响。

参考文献

- [1] 唐政. 有机蔬菜种植体系中水肥配置的农学及环境效应研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2009.
- [2] Javanmardi J, Kubota C. Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storage[J].

Postharvest Biology and Technology, 2006, 41(2):151-155.

- [3] 曲瑞芳, 梁燕, 巩振辉, 等. 番茄不同品种间番茄红素含量变化规律的研究[J]. 西北农业学报, 2006(3):121-123.
- [4] 唐政, 邱建军, 邹国元, 等. 有机种植条件下水肥管理对番茄品质和土壤硝态氮累积的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2010, 16(2):413-418.
- [5] 孟凡娟, 王富. 番茄果实内番茄红素的合成及影响因素[J]. 北方园艺, 2001(5):15-17.
- [6] Ifoam. The world of organic agriculture 2008[M]. IFPAM and FIBL, 2008:22-29.
- [7] 李君明, 徐和金, 周永健. 有关番茄果实中可溶性固形物和番茄红素的研究进展[J]. 园艺学报, 2001(S1):661-668.
- [8] 唐政, 邱建军, 邹国元, 等. 有机种植条件下水肥管理对氮素淋洗和氮素平衡的影响研究[J]. 中国土壤与肥料, 2010(1):19-24.
- [9] 任彦, 丁淑丽, 朱凤仙, 等. 钾对番茄果实番茄红素合成的影响[J]. 北方园艺, 2006(6):7-9.
- [10] 高志勇. 番茄红素研究概况[J]. 中国瓜菜, 2009(3):42-44.
- [11] Goula A M, Adamopoulos K G. Stability of lycopene during spray drying of tomato pulp[J]. LWT-Food Science and Technology, 2005, 38(5):479-487.
- [12] 李平, 胡超, 樊向阳, 等. 减量追氮对再生水灌溉设施番茄根层土壤氮素利用的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2013(4):972-979.
- [13] 聂斌, 李文刚, 江丽华, 等. 不同灌溉方式对设施番茄土壤剖面硝态氮分布及灌溉水分效率的影响[J]. 水土保持研究, 2012(3):102-107.
- [14] 牛晓丽, 周振江, 李瑞, 等. 水肥供应对番茄中番茄红素含量的影响[J]. 园艺学报, 2011(11):2111-2120.
- [15] 周振江, 牛晓丽, 陈思, 等. 根系分区交替灌溉条件下水肥供应对番茄中番茄红素含量的影响[J]. 中国蔬菜, 2013(2):46-51.
- [16] 吕鑫, 侯丽霞, 张晓明, 等. 番茄果实成熟过程中番茄红素含量的变化[J]. 中国蔬菜, 2009(6):21-24.
- [17] Rao A V, Waseem Z, Agarwal S. Lycopene content of tomatoes and tomato products and their contribution to dietary lycopene[J]. Food Research International, 1998, 31(10):737-741.

Effect of Different Water and Organic Fertilizer Management on the Yield of Organic Tomato and Contents of Lycopene in Organic Tomato

TANG Zheng, CHEN Xiao-xiang, WU Shu-jie
(Hezhou University, Hezhou, Guangxi 542899)

Abstract: Taking tomato as material, using the split-plot design of the main factors in irrigation and the second factor in organic fertilizer, under organic planting in sunlight greenhouse in suburb of Beijing, China. Effect of different water and organic fertilizer managements on yield of tomatoes and contents of lycopene in organic tomato were studied. The results showed that compared with local farmers' conventional management of water and fertilizer, the half amount of organic fertilizer inputs would not significantly decrease the yield of tomato, furthermore increasing the content of lycopene in the same area as well as the total amount of lycopene in tomato fruit. Under the same conditions as fertilizer, irrigation reduction had no significant effect on the increase in lycopene content. The effect was not as significant reduction of fertilization. It was concluded that there was a great potential to reduce the application of water and organic fertilizer under the current condition of overdose of organic fertilizer.

Key words: organic food; tomato; lycopene; water and organic fertilizer management