

甘草渣基质栽培对番茄品质和类黄酮含量的影响

朱普生 崔金霞 孟 峤 田迎迎 郭丁蕊 冶建明*

(石河子大学农学院, 特色果蔬栽培生理与种质资源利用兵团重点实验室, 新疆石河子 832003)

摘 要: 以中药厂甘草废渣为原料, 通过堆肥式腐熟发酵制成甘草渣有机基质, 研究甘草渣基质栽培对番茄品质和类黄酮含量的影响。结果表明: 与草炭基质栽培相比, 腐熟甘草渣基质栽培显著提高了番茄果实类黄酮、番茄红素、蛋白质、总糖、总酸含量, 增加了 VC、可溶性固形物含量, 改善了番茄果实品质。

关键词: 番茄; 甘草渣基质; 品质; 类黄酮

番茄 (*Solanum lycopersicum* L.) 是世界范围内广泛种植的重要蔬菜作物, 富含类黄酮、VC、番茄红素、 β -胡萝卜素等有益于人体健康的营养物质。因此, 在保证高产、稳产的基础上, 通过农艺措施和生物技术改善番茄营养品质具有重要意义。研究表明, 适宜配比的有机基质如菇渣 (王博等, 2015; 周艳丽等, 2015)、中草药渣 (张跃群和余德琴, 2009)、秸秆 (甘霖等, 2013; 聂书明和杜中平, 2013) 等都可以改善番茄品质, 提高番茄果实 VC、番茄红素、还原性糖、有机酸等的含量。

甘草是我国传统中药材, 主要有效成分是甘草酸、类黄酮和多糖类化合物。目前对甘草中有效成分的开发、生产主要限于甘草酸, 而黄酮类物质还未被充分提取、利用。研究表明, 甘草中的黄酮类化合物具有多种生物活性, 如消炎、抗菌、抗氧化等 (李雅丽等, 2012)。新疆是我国甘草资源较丰富的省区, 主要进行甘草酸粉提取, 每年产生上百万吨甘草渣, 未能进行很好的处理, 露天堆放既占用土地又污染环境 (刘效栓等, 2017)。崔金霞等 (2009) 研究表明, 甘草渣有机基质 (堆肥式发

酵) 与蛭石适宜的体积配比可以取代草炭培育番茄壮苗, 且显著降低成本。但甘草渣用作栽培基质对栽培作物品质的影响, 特别是对番茄果实类黄酮含量的影响鲜见报道。本试验以鲜食番茄品种超越 8 号为试材, 研究甘草渣基质栽培对番茄生长发育、产量及品质的影响, 尤其是对番茄果实类黄酮含量的影响, 旨在让甘草渣变废为宝, 既解决占地污染的问题, 又能丰富新型无土栽培基质功能, 为获得高品质番茄产品提供新途径。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试番茄品种为超越 8 号, 购自石河子市蔬菜研究所; 草炭基质购自丹麦品氏托普集团; 甘草渣基质购自新疆昌吉世嘉生物科技有限公司 (采用条垛式堆肥化处理, 进行 4 个月的高温发酵腐熟, 过筛后使用), 腐熟甘草渣中的重金属含量见表 1, As、Cd、Cr、Cu、Hg、Pb 含量均符合作物生长环境质量土壤质量的一级标准, 也符合绿色食品产地环境质量标准中的土壤要求, 表明腐熟甘草渣作为

表 1 腐熟甘草渣中的重金属含量 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$

项目	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb
腐熟甘草渣	6.11	0.076	30.3	28.0	0.014	17.7
作物生长环境质量一级标准	15	0.20	90	35	0.15	35
绿色食品产地环境质量标准 (NYT 391—2000)	20	0.3	120	60	0.3	50

朱普生, 男, 专业方向: 设施园艺, E-mail: 875920571@qq.com

* 通讯作者 (Corresponding author): 冶建明, 男, 讲师, 专业方向: 园艺植物栽培, E-mail: 26043741@qq.com

收稿日期: 2017-08-10; 接受日期: 2017-12-21

基金项目: 国家级大学生创新创业训练计划项目 (201610759004)

无土栽培有机基质原料安全卫生。

1.2 试验方法

试验于 2016 年 7~12 月在石河子大学试验场现代化温室和特色果蔬栽培生理与种质资源利用兵团重点实验室进行。设 CK(进口草炭:蛭石=2 V:1 V)和 T1(腐熟甘草渣基质:蛭石=2 V:1 V)2 个处理;番茄幼苗四叶一心时定植于塑料花盆(上口外直径×高度=40 cm×60 cm)中,每盆 1 株,每处理 10 株,随机排列,3 次重复;生长期浇灌霍格兰营养液,每隔 4 d 浇灌 1 次,采用常规栽培管理方式,留 3 穗果后摘心。

2016 年 12 月初(完熟期),选取第 2 穗果上大小、颜色一致的番茄果实 10 个,测定各项指标。

1.3 项目测定

采用 PD-501 便携式多功能测量仪测定基质 pH 和电导率(EC)(基质与去蒸馏水之间的质量比为 1:5);基质容重、通气孔隙和持水孔隙测定参照连兆煌和李式军(1994)的方法。

番茄果实的可溶性固形物含量测定采用 GB/T 10786—2006 的方法;VC 含量测定采用 GB/T 5009.86—2003 的方法;番茄红素含量测定采用 GB/T 14215—2008 的方法;总酸含量测定采用 GB/T 12456—2008 的方法;蛋白质含量测定采用 GB/T 5009.5—2010 的方法;总糖含量测定采用 GB/T 10782—2006 的方法;类黄酮含量测定采用硝酸铝-亚硝酸钠显色法(吴亮亮等,2010)。

1.4 数据处理

采用 Excel 2003 软件对试验数据进行整理,运用 SPSS 13.0 软件进行单因素方差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 腐熟甘草渣的理化性质

从表 2 可以看出,腐熟甘草渣的 pH 值、EC 值、容重均高于常用的进口草炭,通气孔隙和持水孔隙低于草炭,但都在无土栽培基质适宜的理化性质范围内:pH<7.8,EC<2.6 mS·cm⁻¹,容重<2.0 g·cm⁻³(连兆煌和李式军,1994);C/N 是衡量基质腐熟程度的重要指标,腐熟甘草渣的 C/N 低于草炭,两者都在<25/1 的适宜范围之内(连兆煌和李式军,1994)。

2.2 腐熟甘草渣基质对番茄产量和品质的影响

从表 3 可以看出,腐熟甘草渣基质栽培的番茄单株产量略高于草炭处理,但差异不显著。而番茄果实类黄酮、番茄红素、蛋白质、总糖、总酸含量与草炭处理相比均显著增加,分别增加了 16.7%、14.3%、32.3%、5.1% 和 30.5%,表明甘草渣基质栽培能够提高番茄果实的营养品质。

表 2 2 种基质理化性质的比较

处理	pH	EC mS·cm ⁻¹	C/N	容重 g·cm ⁻³	持水孔隙 %	通气孔隙 %
T1	7.20	2.32	15.67	0.52	40.22	17.80
CK	6.62	1.63	20.11	0.47	54.16	28.23

表 3 腐熟甘草渣对番茄果实产量和品质的影响

处理	单株产量/kg	类黄酮/mg·g ⁻¹	番茄红素/mg·kg ⁻¹	VC/mg·kg ⁻¹	蛋白质/mg·kg ⁻¹	可溶性固形物/%	总糖/g·kg ⁻¹	总酸/g·kg ⁻¹	糖酸比
T1	2.72±0.51 a	0.21±0.01 a	240±11 a	196±7 a	12.70±0.73 a	5.42±0.43 a	33.1±0.5 a	6.89±0.05 a	4.80±0.03 b
CK	2.67±0.37 a	0.18±0.01 b	210±14 b	185±12 a	9.60±0.35 b	4.80±0.31 a	31.5±0.4 b	5.28±0.07 b	5.97±0.02 a

注:表中同列数据后不同小写字母表示差异显著(α=0.05)。

3 结论与讨论

本试验结果表明,与草炭基质栽培相比,腐熟甘草渣基质栽培可以提高番茄果实的可溶性固形物、VC、番茄红素和总酸含量,这与张跃群和余德琴(2009)研究表明与土壤栽培相比,适宜配比的腐熟中草药渣能有效提高番茄果实品质具有一致性。此外,本试验中腐熟甘草渣基质栽培显著提高了番茄果实总糖、蛋白质和类黄酮的含量。甘草废渣是工业上提取甘草酸等有效物质后排出的固体废

弃物,其化学成分仍含有甘草的有效化学成分如甘草酸、甘草黄酮、还原糖、淀粉、氨基酸、有机酸、生物碱和多种微量元素等。这可能是甘草渣基质栽培能够提高番茄品质的主要因素,也体现了甘草渣有机基质作为新型无土栽培基质的优越性。

类黄酮具有抗氧化活性(Wang et al., 1996),对人体抗癌有特殊功效,不仅能够防止癌细胞扩散,还能抑制其生长(陈贵林等,2007)。目前,类黄酮物质在番茄中的生物合成途径已经比较清楚。周萌等(2014)研究表明,类黄酮物质的总量

与番茄果实抗氧化能力具有较高的相关性,体现了类黄酮物质在番茄果实抗氧化能力中的重要作用;Luo 等(2008)研究表明,番茄果实特异性启动子 E8 驱动 *AtMYB12* 基因表达能显著提高番茄果实的类黄酮含量。与草炭基质栽培相比,甘草渣基质栽培显著提高了番茄果实类黄酮含量,但其是否通过诱导 *AtMYB12* 基因表达或是调控类黄酮合成途径中的其他组分促进番茄果实类黄酮的积累还有待进一步研究。

番茄果实风味主要由果实中糖和有机酸含量决定,番茄最佳风味需要较高糖度和相对较高的酸度,即在较高的含糖量基础上必须有合适的糖酸比 6.9~10.8(谭其猛,1984),但也有人认为番茄果实糖酸比为 4~6 时风味最佳(祝旅,1996)。与草炭基质栽培相比,腐熟甘草渣基质栽培显著提高了番茄果实总糖和总酸的含量、糖酸比为 4.80,表明腐熟甘草渣基质栽培番茄果实具有较好的风味品质。

试验中还发现,腐熟甘草渣基质栽培的番茄植株抗病性和抗虫性更强,这可能与甘草黄酮类成分具有抗溃疡、抗菌、抗炎、降血脂、镇痛等多种药理作用有关,具体作用机理及影响程度还有待于进一步研究。

参考文献

- 陈贵林,李建文,何洪巨. 2007. 蔬菜类黄酮研究进展. 中国食物与营养, (1): 57-59.
- 崔金霞,刘慧英,樊新民,杨亮亮. 2009. 利用甘草渣基质进行加

- 工番茄育苗试验研究. 北方园艺, (11): 76-77.
- 李雅丽,王红霞,杨英,付春华,余龙江. 2012. 胀果甘草悬浮细胞中黄酮类化合物 HPLC 分析. 食品研究与开发, (1): 118-122.
- 连兆煌,李式军. 1994. 无土栽培原理与技术. 北京: 中国农业出版社.
- 刘效栓,李喜香,肖正国,李季文,罗燕燕. 2017. 甘草渣中黄酮提取物质量标准研究. 中国中医药信息杂志, 24 (4): 67-70.
- 聂书明,杜中平. 2013. 不同基质配方对番茄果实品质及产量的影响. 中国农学通报, 29 (16): 149-152.
- 谭其猛. 1984. 蔬菜育种. 北京: 中国农业出版社: 169-180.
- 王博,王树鹏,胡云飞,薛娟,杨兵丽,冯致,郁继华. 2015. 不同配方复合基质对设施番茄栽培生长、品质及产量的影响. 西北农业学报, 24 (8): 131-138.
- 吴亮亮,石雪萍,张卫明. 2010. 花椒总黄酮测定方法的研究. 食品工业科技, (10): 372-374.
- 张跃群,余德琴. 2009. 中药渣有机基质对番茄产量和品质的影响. 北方园艺, (11): 33-36.
- 周萌,李明,丁新华,李晓明,储昭辉. 2014. 不同番茄品种中类黄酮和咖啡酰奎尼酸含量测定及与抗氧化能力相关分析. 核农学报, 28 (4): 662-669.
- 周艳丽,程智慧,孟焕文,杜慧芳,姚静. 2015. 有机基质配比对番茄生长发育及产量和品质的影响. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 33 (1): 79-82.
- 祝旅. 1996. 我国主要蔬菜新品种选育研究进展及今后的方向 and 任务. 中国蔬菜, (1): 1-4.
- Luo I, Butellie E, Hi U L, Parr A, Niggewag R, Weissshaar B, Martin C. 2008. *AtMYB12* regulates caffeoyl quinic acid and flavonol synthesis in tomato; expression in fruit results in very high levels of both types of polyphenol. The Plant Journal, 56 (2): 316-326.
- Wang H, Cao G H, Prior R L. 1996. Total antioxidant capacity of fruits. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 44 (3): 701-705.

Effect of Liquorice Dregs Substrate Culture on Tomato Quality and Flavonoid Contents

ZHU Pu-sheng, CUI Jin-xia, MENG Qiao, TIAN Ying-ying, GUO Ding-han, YE Jian-ming*

(Agricultural College, Shihezi University, Key Laboratory of Special Fruits and Vegetables Cultivation Physiology and Germplasm Resources Utilization of Xinjiang Production and Contruction Crops, Shihezi 832003, Xinjiang, China)

Abstract: Taking liquorice dregs substrate from traditional Chinese medicine factory as material, composting fermentation to produce organic substrate, this paper studied on the effect of liquorice dregs substrate culture on tomato quality and flavonoid content. The results showed that compared with the turf matrix cultivation, liquorice dregs substrate cultivation could significantly increase the contents of flavonoid, lycopene, protein, total sugar, total acid, and increase the contents of VC, soluble solid in tomato fruit, thus improve the quality of tomato.

Key words: Tomato; Liquorice dregs substrate; Quality; Flavonoid