

网络出版日期:2014-05-23

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/doi/10.7606/j.issn.1004-1389.2014.05.020.html>

樱桃番茄品质和产量对栽培方式及土壤类型的响应

包天莉¹, 梁银丽^{1,2}, 李文平³, 穆 兰², 张朝文³, 王科峰³

(1. 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西杨凌 712100; 2. 中国科学院水利部 水土保持研究所, 陕西杨凌 712100; 3. 西北农林科技大学 林学院, 陕西杨凌 712100)

摘 要 为了探索樱桃番茄(*Lycopersicon esculentum* var. *cerasi forme* Alef.)生长的最适环境条件,研究了不同栽培方式及土壤类型下,樱桃番茄果实不同时期产量及品质的变化。结果表明,从结果初期到结果末期,樱桃番茄果实可溶性糖和可溶性固形物质量分数呈上升趋势,蛋白质质量分数呈下降趋势,有机酸呈先降后升的变化趋势,结果初期质量分数最高;土娄土樱桃番茄果实品质指标高于黄绵土,露天处理优于温室处理;整个生长期樱桃番茄果实单株总产量为土娄土温室栽培最高,黄绵土露天栽培最低。相关分析表明,结果初期和结果盛期樱桃番茄果实单株产量与可溶性糖、有机酸、可溶性固形物和可溶性蛋白质质量分数呈负相关,结果末期呈正相关。综合分析认为,从提高樱桃番茄产量的角度出发,土娄土温室栽培为最佳;但从提高樱桃番茄品质的角度出发,应以土娄土露天栽培最优。

关键词 栽培方式;土壤类型;樱桃番茄;品质;产量

中图分类号 S641.2

文献标志码 A

文章编号 1004-1389(2014)05-0129-05

Responses of Fruit Quality and Yield of Cherry Tomato to the Cultivation Patterns and Soil Types

BAO Tianli¹, LIANG Yinli^{1,2}, LI Wenping³, MU Lan²,
ZHANG Chaowen³ and WANG Kefeng³

(1. College of Resources and the Environment, Northwest A&F University, Yangling Shaanxi 712100, China;

2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling Shaanxi 712100, China; 3. College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling Shaanxi 712100, China)

Abstract To explore the optimum growth condition of cherry tomato (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasi forme* Alef.), yield and quality of cherry tomato were studied under different cultivation patterns and soil types at different growing stages. Results showed that from early fruiting stage to later fruiting stage, the soluble sugar and soluble solid of tomato fruits decreased, soluble protein increased. However, organic acid in cherry tomato fruits decreased from early fruiting stage to minimum value at fruit flourish stage and then increased at later fruiting stage. The quality of cherry tomato was higher in Lou soil than in Loessial soil and in outdoor was better than in greenhouse; yield per plant was the highest in Lou soil in greenhouse and was the lowest in loessial soil in outdoor during the growing seasons. Correlation analysis indicated there were negative correlations between the single plant yield with soluble sugar, organic acid, soluble solid and soluble protein at the fruiting stages in early fruiting stage and fruit flourish stage, but there were positive correlations in later fruiting stage.

收稿日期:2013-12-16 修回日期:2014-01-08

基金项目:国家科技支撑计划项目“西部城郊生态涵养高效农业模式研究与示范”(2014BAD14B006)。

第一作者:包天莉,女,在读硕士生,主要从事植物生理研究。E-mail:b973583030@163.com

通信作者:梁银丽,女,博士,教授,博士生导师。Email:liangyl@ms.iswc.ac.cn

Therefore, for high cherry tomato yield, greenhouse-Lou soil is optimum. However, open-Lou soil is the best choice for improving cherry tomato quality.

Key words Cultivation patterns; Soil types; Cherry tomato; Quality; Yield

番茄栽培历史悠久、适应性广、味道鲜美、采摘上市时间长,深受消费者喜爱^[1]。在物质生活水平不断提高的今天,人们对营养膳食的意识日益增强,若能正确引导果蔬品质的提高则有积极的现实意义^[2]。环境条件的不同引起光照水平、温度、水分的变化都可以影响种子萌发以及幼苗存活^[3],并进一步影响作物的产量与品质。土壤是作物赖以生存的物质基础,其肥力的高低直接影响作物产量水平^[4];同时,土壤也是重要的生态环境因素^[5],番茄果实的产量和品质与环境条件及土壤类型密切相关。

前人对影响番茄果实品质的环境因素研究多集中在温、光、水等气候因素,对土壤因素的研究也以土壤养分和土壤水分居多^[5],而关于不同环境条件及土壤类型对番茄品质和产量的研究尚少。本试验研究了不同环境和土壤类型条件下,樱桃番茄果实品质和产量的变化,以期为樱桃番茄选择优势土壤类型区和适宜的环境条件提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于 2013 年 4 月—9 月在陕西杨凌西北农林科技大学试验场日光温室和有遮雨塑料薄膜的露天进行。日光温室长 26.1 m,宽 7.7 m,钢架结构;露天试验场长 10 m,宽 6.5 m,不同生育期室内外环境因素见表 1。土类为黄绵土和塋土。黄绵土耕层体积质量为 $1.09 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,田间持水量为 $220 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$;塋土耕层体积质量为 $1.2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,田间持水量为 $240 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (表 2)。

1.2 试验设计

共设 4 个处理:黄绵土温室 (GH)、塋土温室 (GL)、黄绵土露天 (OH)和塋土露天 (OL),重复 12 次。供试品种为金广播红喜樱桃番茄,2013-04-20 育苗,5 月 15 日定植,9 月 15 日收获。育苗后移栽于土柱,土柱直径 31.5 cm,深 1 m,按原状土体积质量分层装入土壤,每个土柱移栽一株幼苗。幼苗定植后浇稳苗水,之后每 5~7 d 进

表 1 不同生育期室内外环境因素

Table 1 Environmental factors of interior and outdoor in different stages

生育期 Growth period	气温/℃ Atmosphere temperature	大气相对湿度/% Relative humidity of atmosphere	塋土地温/℃ Temperature in Lou soil	黄绵土地温/℃ Temperature in Loessial soil	光照强度/ ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) Light intensity
P1-G	26.52	76.82	24.56	22.68	422.69
P2-G	30.45	74.83	26.32	25.32	578.52
P3-G	27.75	76.87	25.41	21.96	475.63
P1-O	21.71	49.42	21.65	18.49	512.41
P2-O	28.44	46.51	24.54	22.52	656.81
P3-O	25.51	50.87	22.17	19.87	562.75

注: P1-G 为结果初期温室; P2-G 为结果盛期温室; P3-G 为结果末期温室; P1-O 为结果初期露天; P2-O 为结果盛期露天; P3-O 为结果末期露天。

Note: P1-G was early fruiting stage in greenhouse; P2-G was fruit flourish stage in greenhouse; P3-G was later fruiting stage in greenhouse; P1-O was early fruiting stage in outdoor; P2-O was fruit flourish stage in outdoor; P3-O was later fruiting stage in outdoor.

表 2 供试土壤基本理化性质

Table 2 Physic-chemical properties of tested soil

土壤 Soil	$w(\text{有机质})/$ ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) Organic matter	$w(\text{全氮})/$ ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) Total N	$w(\text{速效氮})/$ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) Avai. N	$w(\text{全磷})/$ ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) Total P	$w(\text{速效磷})/$ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) Avai. P	$w(\text{速效钾})/$ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) Avai. K	pH
黄绵土 Loessial soil	8.73	0.42	9.78	0.56	24.75	91.92	7.2
塋土 Lou soil	9.60	0.52	9.57	0.64	26.93	102.37	7.9

行灌水,灌水量控制在田间最大持水量的 70%~85%(水表控制)。定植 2 周后每个土柱施尿素 [$w(N)=46.4\%$]、磷酸二铵 [$w(P_2O_5)=42\%$]、 $w(N)=15\%$]、硫酸钾 [$w(K_2O)=45\%$] 各 2 g 作为底肥,约合 $75\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。结果期分别在 2013 年 5 月 20 日、6 月 18 日、7 月 15 日和 8 月 14 日追施尿素、磷肥、钾肥各 2 g,以满足植株的生长需求。

1.3 测定项目与方法

2013 年 5 月 20 日至 6 月 22 日为结果初期,6 月 23 日至 7 月 16 日为结果盛期,7 月 17 日至 8 月 7 日为结果末期。樱桃番茄果实每 2~3 d 收获 1 次,并称量计产,最后计算单株总产量;结果初期、结果盛期和结果末期采摘樱桃番茄鲜样测定品质,每个指标均重复测定 5 次。可溶性蛋白质质量分数用紫外分光光度法测定^[6],有机酸质量分数用 NaOH 滴定法^[6],可溶性糖质量分数^[7]采用苯酚比色法,用 PRO-101 型糖度计测定可溶性固形物质量分数。

1.4 数据统计分析

采用软件 Excel 2003, SPSS 17.0 进行数据分析, LSD 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 栽培方式及土壤类型对樱桃番茄品质的影响

2.1.1 对樱桃番茄可溶性糖和有机酸质量分数的影响 整个生长期中,樱桃番茄果实可溶性糖质量分数随着生育期的推进呈上升趋势,结果末期达到最大值。从表 3 可以看出,土娄土露天处理可溶性糖质量分数较高,结果初期土娄土露天处理可溶性糖质量分数分别比黄绵土温室、土娄土温室和黄绵土露天处理提高 238.2%、32.2% 和 15.0%;结果盛期分别提高 60.6%、51.7% 和 23.0%;结果末期分别提高 45.2%、38.9% 和 32.0%。樱桃番茄果实有机酸质量分数随着生育

期的推进呈先降后升的变化趋势,结果初期质量分数最高,不同时期各处理差异显著。土娄土露天处理有机酸质量分数最高,结果初期有机酸质量分数分别比黄绵土温室、土娄土温室和黄绵土露天处理提高 122.2%、80.2% 和 17.6%;结果盛期分别提高 254.7%、147.4% 和 22.1%;结果末期分别提高 192.4%、119.3% 和 22.2%。

从表 3 还可以看出,同一土类条件下露天处理的可溶性糖和有机酸质量分数显著高于温室处理,同一环境条件下土娄土处理可溶性糖和有机酸质量分数显著高于黄绵土处理。综合分析,樱桃番茄果实可溶性糖和有机酸质量分数以露天土娄土处理最佳。

2.1.2 对樱桃番茄可溶性蛋白质和可溶性固形物质量分数的影响 栽培方式及土壤类型在不同时期对樱桃番茄果实可溶性蛋白质和可溶性固形物质量分数影响显著($P<0.05$)。由表 4 可知,随着生育期的进行,樱桃番茄果实可溶性蛋白质质量分数呈下降趋势,可溶性固形物质量分数呈上升趋势。同时,相同环境条件下,土娄土处理的可溶性蛋白质和可溶性固形物质量分数大于黄绵土处理。同一土类下,露天处理的可溶性蛋白质和可溶性固形物质量分数大于温室处理。

土娄土露天处理的可溶性蛋白质和可溶性固形物质量分数均较高,结果初期土娄土露天处理可溶性蛋白质质量分数分别比黄绵土温室、土娄土温室和黄绵土露天处理提高 47.6%、33.6% 和 4.0%;结果盛期分别提高 21.3%、14.9% 和 11.7%;结果末期分别提高 23.9%、18.5% 和 3.2%。同时,结果初期土娄土露天处理可溶性固形物质量分数分别比黄绵土温室、土娄土温室和黄绵土露天处理提高 31.6%、11.1% 和 8.7%;结果盛期分别提高 39.0%、21.3% 和 3.6%;结果末期分别提高 40.0%、31.3% 和 1.6%。

表 3 不同栽培方式及土壤类型处理下樱桃番茄可溶性糖和有机酸的变化($\bar{x}\pm s$)

Table 3 Effects of cultivation pattern and soil types on soluble sugar and organic acid of cherry tomato

处理 Treatment	结果初期 Early fruiting stage		结果盛期 Fruit flourish stage		结果末期 Later fruiting stage	
	$w(\text{可溶性糖})/(\text{mg}\cdot\text{g}^{-1})$ Soluble sugar	$w(\text{有机酸})/\%$ Organic acid	$w(\text{可溶性糖})/(\text{mg}\cdot\text{g}^{-1})$ Soluble sugar	$w(\text{有机酸})/\%$ Organic acid	$w(\text{可溶性糖})/(\text{mg}\cdot\text{g}^{-1})$ Soluble sugar	$w(\text{有机酸})/\%$ Organic acid
GH	6.8±0.19 d	0.90±0.04 d	17.0±0.25 c	0.53±0.02 d	21.9±0.55 b	0.66±0.08 d
GL	17.4±0.53 c	1.11±0.06 c	18.0±0.55 c	0.76±0.05 c	22.9±0.33 b	0.88±0.09 c
OH	20.0±0.65 b	1.70±0.07 b	22.2±0.48 b	1.54±0.08 b	24.1±0.49 b	1.58±0.06 b
OL	23.0±0.46 a	2.00±0.06 a	27.3±0.70 a	1.88±0.07 a	31.8±0.75 a	1.93±0.06 a

注:不同小写字母表示差异达 5% 显著水平; GH: 黄绵土温室; GL: 土娄土温室; OH: 黄绵土露天; OL: 土娄土露天。表 4 同。

Note: Different lowercase letters mean significant difference at 5% level; 2. GH: Loessial soil in greenhouse; GL: Lou soil in greenhouse; OH: Loessial soil in outdoor; OL: Lou soil in outdoor. The same as table 4.

表 4 不同栽培方式及土壤类型处理下樱桃番茄可溶性蛋白质和可溶性固形物质量分数的变化($\bar{x} \pm s$)

Table 4 Effects of cultivation pattern and soil types on soluble protein and soluble solids of cherry tomato

处理 Treatment	结果初期 Early fruiting stage		结果盛期 Fruit flourish stage		结果末期 Later fruiting stage	
	$w(\text{可溶性蛋白质})/(\text{mg} \cdot \text{g}^{-1})$ Soluble protein	$w(\text{可溶性固形物})/\%$ Soluble protein	$w(\text{可溶性蛋白质})/(\text{mg} \cdot \text{g}^{-1})$ Soluble protein	$w(\text{可溶性固形物})/\%$ Soluble protein	$w(\text{可溶性蛋白质})/(\text{mg} \cdot \text{g}^{-1})$ Soluble protein	$w(\text{可溶性固形物})/\%$ Soluble protein
GH	2.29±0.09 d	3.8±0.06 c	1.97±0.06 c	4.1±0.10 c	1.55±0.03 b	4.5±0.06 c
GL	2.53±0.06 c	4.5±0.10 b	2.08±0.05 b	4.7±0.10 b	1.62±0.04 b	4.8±0.06 b
OH	3.25±0.03 b	4.6±0.10 b	2.14±0.09 b	5.5±0.06 a	1.86±0.09 a	6.2±0.06 a
OL	3.38±0.09 a	5.0±0.06 a	2.39±0.05 a	5.7±0.06 a	1.92±0.10 a	6.3±0.06 a

总体来看,从提高樱桃番茄可溶性蛋白质和可溶性固形物质量分数的角度考虑,露天 \pm 土处理较优,可显著提高二者质量分数。

2.2 栽培方式及土壤类型对樱桃番茄产量的影响

从6月30日开始对各处理樱桃番茄进行采摘、测产,至9月15日共测产9次。由图1可知,整个生育期内,结果盛期樱桃番茄果实产量最高,结果末期最低;且结果初期和结果盛期各处理差异性显著,结果末期产量差异不大。不同生育期温室处理单株产量大于露天处理, \pm 土处理大于黄绵土处理。整个生育期单株产量总和为 \pm 土温室最高,达1149.34g,较黄绵土温室、 \pm 土露天和黄绵土露天分别增产8.51%、24.66%和38.01%。表明从提高樱桃番茄产量的角度考虑, \pm 土温室处理较为合理,能显著提高樱桃番茄产量。

2.3 樱桃番茄果实产量与品质的相关性

由表5可知,结果初期和结果盛期樱桃番茄果实单株产量与可溶性糖、有机酸、可溶性蛋白质和可溶性固形物均呈负相关,结果末期呈正相关,且可溶性糖在结果末期与产量之间的相关性达到

极显著水平。试验结果整体表明,结果初期和结果盛期樱桃番茄果实单株产量与果实品质呈负相关,结果末期呈正相关。

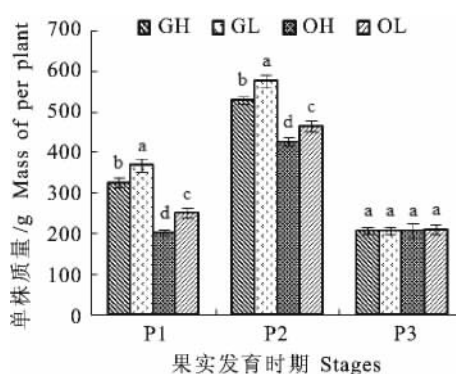


图1 不同栽培方式及土壤类型下樱桃番茄产量
Fig. 1 Effects of cultivation pattern and soil types on yield of cherry tomato

表5 樱桃番茄果实产量与品质的相关性

Table 5 Correlation between yield and quality of cherry tomato

时期 Stages	可溶性糖 Soluble sugar	有机酸 Organic acid	可溶性蛋白质 Soluble protein	可溶性固形物 Soluble solid
P1	-0.629	-0.795	-0.846	-0.483
P2	-0.702	-0.802	-0.519	-0.743
P3	0.994**	0.564	0.474	0.389

注:“**”代表在1%水平相关性显著。

Note: “**” means significant correlation at 1% level.

3 讨论与结论

樱桃番茄根冠之间存在着动态功能均衡关系,发达的根系是樱桃番茄高产的前提^[8],而土壤又是根系着生的温床,根系与植株生长好坏与土壤理化性质有着密不可分的联系。同时,番茄果

实产量与品质与环境条件的不同也有一定联系。在供试条件下,从樱桃番茄采收初期至采收盛期的累计产量统计看出, \pm 土温室处理增产幅度最大。说明温室 \pm 土处理可有效地保存和提供番茄生长所需养分,增加作物营养吸收,提高番茄产量。露天 \pm 土处理的樱桃番茄可溶性糖、有机

酸、可溶性蛋白质和可溶性固形物质量分数较高。相关分析表明,结果初期和盛期番茄产量与可溶性糖、有机酸、可溶性蛋白质和可溶性固形物质量分数呈负相关,结果末期呈正相关。表明樱桃番茄果实品质与产量有直接关系。

相同栽培方式下,樱桃番茄果实可溶性糖、有机酸、可溶性蛋白质、可溶性固形物质量分数及产量均为t埧土处理大于黄绵土处理。可以推测,t埧土质地粘重,保水、保肥性较好,可以为植株生长发育提供足够的养分,有利于同化物运输,因而品质较高。姚军等^[9]、张小琴等^[10]研究也表明,不同质地类型土壤与其有效养分质量分数之间存在显著的相关性,质地越粘重,土壤有效养分质量分数越高。同一土类条件下,露天条件下番茄品质显著高于温室,这可能与昼夜温差有关。王庆贺等^[11]研究表明,在昼夜温差较大时,果实可溶性糖质量分数等品质皆提高。由于温室昼夜温差小,品质相对较低。同时,温室处理产量高于露天处理。於丽华等^[12]认为,作物产量高、品质低可能与人们常说的稀释效应有关,随着产量的升高,其中的养分浓度会降低。

综合分析可以认为,从提高番茄果实品质的角度考虑,t埧土露天处理为最优处理,而从提高产量角度考虑,t埧土温室处理最佳。

Reference (参考文献):

- [1] DOND Jie(董洁), ZHOU Zhirong(邹志荣), YAN Fei(燕飞), *et al.* Effects of different fertilization levels on yield and quality of tomato in plastics greenhouse[J]. Journal of Northern Horticulture(北方园艺), 2009(12): 38-41(in Chinese).
- [2] ZHOU Bo(邹波). Research to the vitamin C content of several mature tomatoes[J]. Seed(种子), 2006, 25(7): 81-82(in Chinese with English abstract).
- [3] YU Fei(于飞), WANG Dexiang(王得祥), SHI Xiaoxiao(史晓晓), *et al.* Regeneration rules of three dominant tree species in a pine-oak mixed forest under different ecological conditions in the Qinling mountains[J]. Acta Botanica Boreali-occidentalia Sinica(西北植物学报), 2013, 33(5): 1020-1026(in Chinese with English abstract).
- [4] ZHANG Bin(张宾), WANG Fahong(王法宏), SI Jisheng(司纪升), *et al.* Analysis on ecological conditions for forming annual high yield of wheat and maize[J]. Shandong Agricultural Science(山东农业科学), 2013, 45(7): 55-58(in Chinese with English abstract).
- [5] WANG Hao(王浩), LI Zengjia(李增嘉), MA Yanming(马艳明), *et al.* Study on differences in quality traits of the high-quality wheat in different soil types[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin(中国农学通报), 2005, 21(7): 143-144, 189(in Chinese with English abstract).
- [6] LI Ling(李玲). Module of Experimental Instruction of Plant Physiology(植物生理学模块实验指导)[M]. Beijing: Science Press, 2009(in Chinese).
- [7] CHEN Keke(陈克克). Determination of soluble sugar and reducing sugar in sweet potato[J]. Journal of School of Arts and Sciences of Xi'an(西安文理学院学报), 2009, 12(1): 39-42(in Chinese with English abstract).
- [8] WU Yan(吴燕), LIANG Yinli(梁银丽). Effects of irrigation methods on root characters and yield of cherry tomato during fruiting stage[J]. Agricultural Research in the Arid Areas(干旱地区农业研究), 2012, 30(4): 37-41(in Chinese with English abstract).
- [9] YAO Jun(姚军), ZHANG Youshan(张有山). The correlation of soil texture and its based fertility[J]. Beijing Agricultural Sciences(北京农业科学), 1998, 16(4): 33-34(in Chinese).
- [10] ZHANG Xiaoqin(张小琴), GUO Yehong(郭晔红). The fertilizer analysis of different soil types in Linze county[J]. Journal of Gansu Forestry Science and Technology(甘肃农业科技), 2002, 27(2): 9-11, 26(in Chinese).
- [11] WANG Qinghe(王庆贺), YANG Zhong(杨忠), LI Yandong(李亚东), *et al.* Effect of ecological conditions on fruit quality and yield of blueberry[J]. Journal of Jilin Agricultural University(吉林农业大学学报), 2009, 31(5): 561-564, 569(in Chinese with English abstract).
- [12] YU Lihua(於丽华), HAN Xiaori(韩晓日), LOU Chunrong(娄春荣), *et al.* Effect of different irrigation and fertilization methods on nitrogen uptake, yield and quality of tomato[J]. Journal of Shenyang Agricultural University(沈阳农业大学学报), 2005, 36(3): 286-289(in Chinese with English abstract).