

# 不同品系加工番茄主要品质性状动态变化研究

李 英<sup>1</sup>, 吕国华<sup>2</sup>, 薛 琳<sup>1</sup>, 曾沂辉<sup>1</sup>, 李 娜<sup>1</sup>, 张秋红<sup>1</sup>

(1. 新疆石河子蔬菜研究所, 新疆 石河子 832000; 2. 石河子大学 农学院, 新疆 石河子 832003)

**摘 要:**以 6 个不同熟性加工番茄品系为试材, 在每个品系的第 2 穗花开放时做出标记, 在开花后的第 45 天果实定个初红时第 1 次取样, 采用国标法分别测试果实的主要品质指标, 每 7 d 取样 1 次, 比较 6 个品系主要品质性状动态变化情况, 用方差分析法对比了各品质最优值与常规测试时间第 80 天的值, 从而得出各品系主要品质最优值的出现时间。结果表明: 番茄红素含量最大值出现在第 66 天, 可溶性固形物含量最大值出现在第 59 天, 可滴定酸含量最小值出现在第 80 天, 单果重含量最大值出现在第 66 天, 干物质含量最大值出现在第 80 天, a/b 色差比最大值出现在第 66 天。在各品质出现峰值时进行测试, 以期对不同加工番茄新品种选育的最佳时间提供参考。

**关键词:**加工番茄; 测试; 主要品质; 动态变化; 峰值

**中图分类号:**S 641.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)01-0030-04

番茄在世界蔬菜农产品市场占有相当重要的地位, 它的消费量仅次于马铃薯, 成为世界第二大蔬菜<sup>[1]</sup>。加工番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.) 是普通番茄的一种栽培类型<sup>[2]</sup>, 这种果实一般要经过加工才能食用, 其中 85% 的加工番茄用于生产番茄酱和番茄沙司<sup>[3]</sup>。随着人们生活节奏的加快, 快餐业得到快速发展, 加工番茄制品的需求每年以 3% 的速度在增长(10 万 t 左右)<sup>[4]</sup>, 中国已成为继美国、意大利之后的世界第三大番茄制品生产国<sup>[5]</sup>。以新疆是世界上最大的加工番茄产地, 其日照充足、土地肥沃无污染、光热资源丰富、无霜期长、气候干旱少雨、病虫害发病少, 是全国知名的无公害蔬菜基地。新疆生产的加工番茄制品占到全国加工番茄制品产量的 92%, 出口量近 60 万 t, 占世界贸易的 40%, 成为全国番茄种植与加工规模最大、出口最多的生产基地<sup>[6]</sup>, 以新疆当地番茄为原料加工的番茄酱可溶性固形物含量高、番茄红素含量高, 平均在 62 mg/100g, 高的可达到 70 mg/100g, 远远高于世界平均水平<sup>[7-9]</sup>。番茄已成为新疆红色产业中的支柱<sup>[10]</sup>。

番茄酱的品质指标主要有番茄红素、可溶性固形

物、pH 值、粘稠度、总糖、总酸、糖酸比、a/b 色差比和干物质等, 番茄红素是考察加工番茄品质的重要指标之一<sup>[11]</sup>, 番茄酱的主要品质指标受到原料番茄相应品质指标的巨大影响<sup>[12]</sup>。现今, 国内加工番茄制品开始从单一番茄酱向番茄红素提取、番茄红素胶囊、番茄汁、番茄丁、去皮整番茄等多类型过渡, 加工番茄制品花色品种增大和规模的不断扩大, 与加工工艺对口专用品种的供需矛盾日益突出<sup>[13]</sup>。新疆地区由于品种的单一, 不能满足不同地域条件下的种植需求以及不同加工用途要求<sup>[14]</sup>, 因此, 加工番茄育种工作者育出符合大众期望的不同品质目的要求的加工番茄品种尤为重要。

目前, 国内对于加工番茄可溶性固形物和番茄红素含量研究较多<sup>[15-17]</sup>, 关于总酸、a/b 值、干物质含量、单果重研究相对较少, 就番茄果实不同时期的品质最佳测试时间的研究更少。在以往的番茄果实收获中, 一般不是按照成熟度分批分次采收, 无论刚转红期果实还是已成熟过的果实采取一遍混杂采收收获方式, 其品质测试基本以完熟期(80 d 以后)果实随机抽样进行分析, 使得测试数值存在一定偏差, 番茄原料的品质浪费也极其严重。该试验在不同时间取样测试不同品质指标, 以期探讨加工番茄主要品质性状变化规律, 找出主要品质最佳测试时间, 为育种工作者选育高品质加工番茄品种, 并且适时为专一目标收获, 使番茄品质收获利益最大化提供理论参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

以石河子蔬菜研究所加工番茄研究中心选育的有

**第一作者简介:**李英(1969-), 女, 硕士, 副研究员, 现主要从事加工番茄新品种选育及品质分析等研究工作。

**责任作者:**吕国华(1963-), 男, 本科, 教授, 硕士生导师, 研究方向为设施园艺与生物种苗。E-mail: lgh@shzu.edu.cn.

**基金项目:**科技部科技支撑资助项目(2012BAD02B04); 新疆兵团科技资助项目(2011BA004); 新疆石河子科技资助项目(2011NY17)。

**收稿日期:**2015-09-24

代表性的早熟、中熟、晚熟(包括当地的主栽品种“里格 尔 87-5”)各 2 个共 6 个品系为供试材料。早熟品系代号为 TZ-1 和 TZ-2、中熟品系代号为 TZ-3 和 TZ-4、晚熟品系代号为 TZ-5 和 TZ-6,2014 年 3 月 8 日 72 穴穴盘育苗,5 月 3 日栽于加工番茄试验田露地中,设置 3 次重复,采用随机区组设计,共 18 个小区,两边设保护行,株行距 50 cm×70 cm,每个小区 40 株植株,按照大田常规水肥进行管理。

## 1.2 试验方法

2014 年 6 月 3 日,第 2 穗花开始开放,此时用红色毛线系在做品质测试的取样果实花梗上,因为要取同一天开放的花,每个小区随机选取 15 株植株,在每株上系约 10 个红线,同时将开放的花萼片轻轻地掐去 2 片,以此作为将来需要取样的果实标记。从该日开始观测,在标记果实的第 30 天时果实定个,第 45 天时第 1 次取样,以后每隔 7 d 取样 1 次,每次每个小区取 15 个果实,共需取样 6 次,每次对所取样品进行主要品质性状测定。

## 1.3 项目测定

1.3.1 材料预处理 对所取的 15 个样品果实,每个果实纵切两下成 4 等份,各取其中的 1/4 放入组织捣碎机,以 12 000~15 000 r/min 转速 1 min 打成匀浆,用于测定番茄红素、可溶性固形物、可滴定酸、干物质含量和 a/b 色差比。严格按国标参照《实用蔬菜水果分析方法》对所取样品进行检测<sup>[18]</sup>。

1.3.2 单果重 将 15 个果实称重,用求平均值法测果实单果重。

1.3.3 番茄红素含量 用甲醇(抽提黄色素)-甲苯(抽提红色素)抽提法(GB10474-98.4.2.4)测定,用 721 型分光光度计和标准曲线求得番茄红素值,同时用意大利产 L01 型番茄红素测定仪直读番茄红素值,2 种方法同时测试以做平行试验,用意大利产的 L01 型番茄红素测定仪测试前用甲醇(抽提黄色素)-甲苯(抽提红色素)抽提法校准对比。

1.3.4 可溶性固形物含量 用 VR-112 手持式折射计(折光计法 GB12143.1-88)测定可溶性固形物含量。

1.3.5 可滴定酸含量 采用国际标准(GB/T12456-2008)酸度的测定方法(酸碱中和法)测番茄可滴定酸含量。

1.3.6 干物质含量 利用《蔬菜水果分析方法》中常压恒温干燥法测定干物质含量。

1.3.7 a/b 色差比测定 用意大利产的 L01 型番茄红素色差仪测定。

## 1.4 数据分析

试验数据利用 Excel 汇总,DPS 数据处理软件将各品质最优值与常规测试时间第 80 天(CK)数据对比, $P<0.05$  水平方差分析得出各品系主要品质的最优值出现时间。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同品系单果重变化

从图 1 可以看出,不同熟性加工番茄果实 45 d 时单果重全部处于最小值,随着果实发育天数的增加单果重逐渐增大,到第 66 天时达到最大值,之后呈现下降趋势,这与常规测试天数的第 80 天测定数值相比存在显著性差异,最大值高出 CK 54.60%。

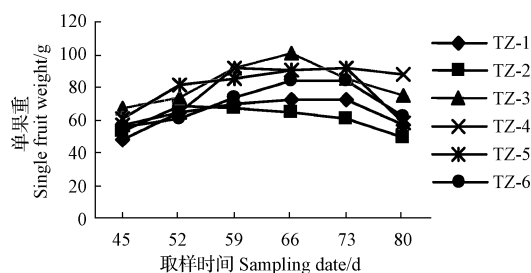


图 1 不同品种不同时间单果重变化

Fig. 1 Single fruit weight variation of different varieties during different time

### 2.2 不同品系果实番茄红素含量变化

从图 2 可以看出,不同熟性加工番茄果实 45 d 的番茄红素值全部处于最小值,随着果实发育天数的增加,番茄红素值逐渐增大,到第 66 天时达到最大值,之后慢慢呈现下降趋势,这与常规测试天数的第 80 天测定数值相比存在差异,最大值高出 CK 20.1%。

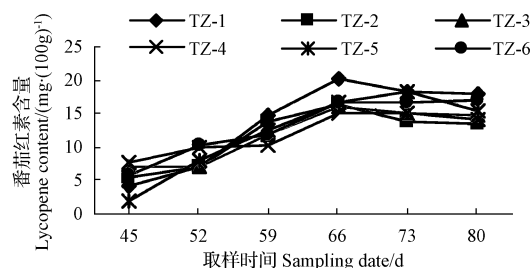


图 2 不同品种不同时间番茄红素含量变化

Fig. 2 Lycopene content variation of different varieties during different time

### 2.3 不同品系果实可溶性固形物含量变化

从图 3 可以看出,不同熟性加工番茄果实第 45 天时可溶性固形物含量全部处于较小值,随着果实发育天数的增加,可溶性固形物含量逐渐增大,到第 59 天达到最大值之后呈现下降趋势,这与常规测试天数的第 80 天测定数值相比存在差异,最大值高出 CK 22.39%。

### 2.4 不同品系果实可滴定酸含量变化

从图 4 可以看出,不同熟性加工番茄果实 45 d 的可滴定酸含量全部处于较小值,到第 52 天时达到最大,随着果实发育天数的增加可滴定酸含量逐渐减小,到第 80 天时达到最小值。

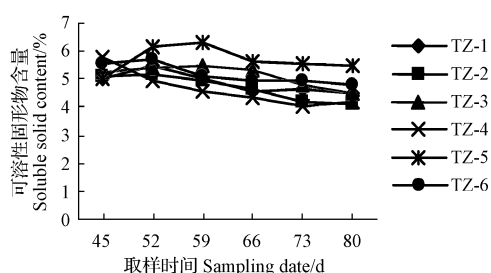


图3 不同品种不同时间可溶性固形物含量变化

Fig. 3 Soluble solid content variation of different varieties during different time

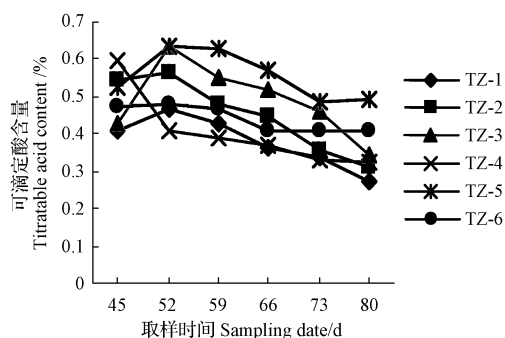


图4 不同品种不同时间可滴定酸含量变化

Fig. 4 Titratable acid content variation of different varieties during different time

### 2.5 不同品系果实干物质含量变化

从图5可以看出,不同熟性加工番茄果实59 d的干物质含量全部处于最小值,随着果实发育天数的增加干物质含量逐渐增大,到第80天时达到最大值。

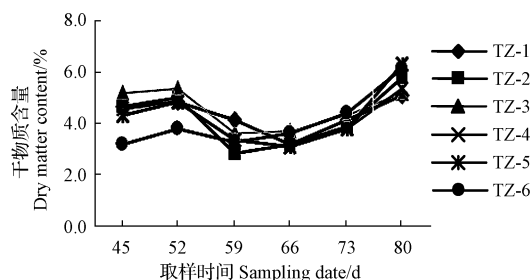


图5 不同品种不同时间干物质含量变化

Fig. 5 Different varieties of time variation of dry matter content

### 2.6 不同品系果实 a/b 色差比变化

从图6可以看出,不同熟性加工番茄果实45 d的a/b值全部处于最小值,随着果实发育天数的增加a/b值逐渐增大,到第66天时达到最大值,之后慢慢呈现微弱下降趋势,这与常规测试天数的第80天测定数值相比存在差异,最大值高出CK 16.63%。

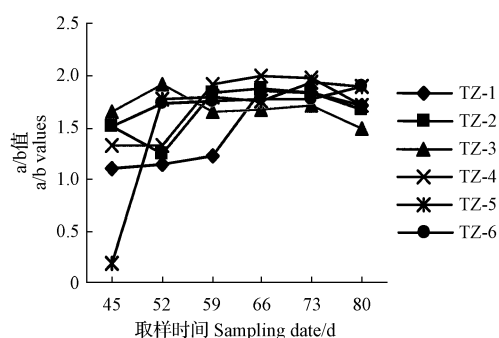


图6 不同品种不同时间 a/b 值变化

Fig. 6 a/b value variation of different varieties during different time

## 3 结论与讨论

总结分析得出加工番茄果实番茄红素值、单果重和a/b值到第66天时全部达到最大值,高出对照(第80天)20.1%、54.60%、16.63%。a/b值和番茄红素值与常规测试天数的第80天测定数值相比存在差异,单果重与常规测试天数的第80天测定数值相比存在显著性差异。这与季俊杰等<sup>[19]</sup>研究的番茄红素含量与果实的果色有较好的一致性相同,说明番茄红素形成与果实的色泽有着重要影响,与曲瑞芳等<sup>[20]</sup>研究的半熟期向成熟期的发育阶段是果实中番茄红素合成的关键相一致。加工番茄果实可溶性固形物含量到第59天时达到最大值,高出对照22.39%。可溶性固形物含量与常规测试天数的第80天测定数值相比存在差异。这与罗颖等<sup>[21]</sup>研究的在番茄的不同成熟期,可溶性固形物先是增加,增加到一定含量时略有下降,番茄红素积累量增加时酸度呈现下降趋势,番茄可溶性固形物与有机酸含量呈正线性相关一致,与赵怀勇等<sup>[22]</sup>研究得出的可溶性固形物与番茄果实成熟度呈正相关基本一致。加工番茄果实干物质含量和可滴定酸含量到第80天时达到最大值,与李京等<sup>[23]</sup>研究认为番茄红素含量随果实成熟大幅度增加,番茄红素增加时酸度呈下降趋势一致。密森<sup>[24]</sup>研究认为,有机酸含量逐渐升高,到完熟期达到最高一致。综上所述,不同熟性加工番茄的番茄红素含量最大值出现时间是第66天,可溶性固形物含量最大值出现时间是第59天,可滴定酸含量最小值出现时间是第80天,单果重含量最大值出现时间是第66天,干物质含量最大值出现时间是第80天,a/b色差比含量最大值出现时间是第66天。出现峰值时进行各品质测试是加工番茄为不同目的新品种选育的最佳测试时间。

(该文作者还有刘金虎,单位同第一作者。)

### 参考文献

- [1] ALTAN A, MCCARTHY K L, MASKAN M. Evaluation of snack foods from barley-tomato pomace blends by extrusion processing[J]. Journal

of Food Engineering, 2008, 84: 231-242.

[2] 王华新. 加工番茄果实机械损伤抗性及其相关性状的研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2002.

[3] PEDRO A M K, FERREIRA M M C. Simultaneously calibration solids, sugars and acidity of tomato products using PLS2 and NIR spectroscopy[J]. Arealytica Chimica Acta, 2007, 595(1-2): 221-227.

[4] 李玉巧, 李文, 田丽萍, 等. 加工番茄光合特性研究综述[J]. 吉林蔬菜, 2006(3): 52-53.

[5] 闫志红. 红色产业的近忧和远虑[J]. 兵团建设, 2005(7): 25.

[6] 胡洁. 兵团加工番茄产业竞争力研究[J]. 新疆农垦科技, 2007(3): 22-29.

[7] 余庆辉, 帕提古丽, 冯红英, 等. 早熟加工番茄新品种早红的选育[J]. 新疆农业科学, 2006, 43(2): 151-152.

[8] 余庆辉, 杨生保, 王秩群, 等. 高番茄红素新品种紫红的选育[J]. 新疆农业科学, 2006, 43(3): 228-230.

[9] 杨奇, 陈贺, 肖英, 等. 新疆番茄制品的生产发展趋势及建议[J]. 新疆农业科学, 2002, 39(6): 377-378.

[10] 杨新峰. 关于发展兵团番茄酱产业的思考和建议[J]. 新疆农垦经济, 2001(4): 19-20.

[11] 谢放, 张楠. 高番茄红素加工番茄品系的 RAPD 引物筛选及特异片段的克隆[J]. 华南农业大学学报, 2012, 33(4): 503-506.

[12] 王华新, 秦勇, 王雷, 等. 加工番茄主要品质的遗传变异分析[J]. 北方园艺, 2004(2): 52-53.

[13] 庞胜群, 郑群, 辛建华, 等. 加工番茄农艺性状与番茄红素的灰色关

联分析[J]. 北方园艺, 2010(4): 12-14.

[14] 余庆辉, 王雷, 彭刚, 等. 加强加工番茄产业基础设施建设, 确保产业稳步发展[C]. 新疆第四届青年学术年会论文集. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 2002: 270-272.

[15] ATHERTON J G, RUDICH J. Tomato [M]. 郑光华, 沈证言, 译. 北京: 北京农业大学出版社, 1989.

[16] 王雷, 王鸣, 石英, 等. 加工番茄主要数量性状遗传相关研究[J]. 西北农业学报, 1998, 7(1): 32-37.

[17] 余延年. 番茄遗传学[M]. 长沙: 湖南科技出版社, 1999.

[18] 孙永芳. 实用蔬菜水果分析方法[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1991.

[19] 季俊杰, 胡春梅, 李浩宇, 等. 加工番茄高光效率与其产量和品质的协调性研究[J]. 西北植物学报, 2008, 28(5): 1020-1025.

[20] 曲瑞芳, 梁燕, 龚振辉, 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, 15(3): 121-123.

[21] 罗颖, 薛琳, 黄帅, 等. 番茄果实固形物含量与果实指标的相关性[J]. 石河子大学学报(自然科学版), 2010, 28(1): 23-27.

[22] 赵怀勇, 李群, 张红菊. 加工番茄可溶性固形物含量相关因素研究[J]. 北方园艺, 2007(2): 22-24.

[23] 李京, 惠伯棣, 裴凌鹏. 番茄果实成熟过程中类胡萝卜素含量的变化[J]. 中国食品学报, 2006(4): 122-125.

[24] 密森. 番茄果实主要芳香物质含量和营养品质组成变化的研究[D]. 扬州: 扬州大学, 2012.

## Study on Dynamic Changes of Main Quality Traits of Different Processing Tomato Strains

LI Ying<sup>1</sup>, LYU Guohua<sup>2</sup>, XUE Lin<sup>1</sup>, ZENG Yihui<sup>1</sup>, LI Na<sup>1</sup>, ZHANG Qihong<sup>1</sup>, LIU Jinhui<sup>1</sup>

(1. Institute of Xinjiang Shihezi Vegetables, Shihezi, Xinjiang 832000; 2. Agricultural College, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832003)

**Abstract:** Six different processing tomato strains were used as materials, marking each strain when the second spike flowering. After flowering 45 days, samples were taken when fruit fruiting, the main quality indexes were determined of every 7 days sampling once, dynamic change of main quality traits were compared, the quality of the optimal values compared with conventional test time on the 80<sup>th</sup> day were conducted by variance analysis, to require the optimal time that emerge the best quality. The results showed that, lycopene content was achieved maximum on 66<sup>th</sup> day, total soluble solids content was achieved maximum on 59<sup>th</sup> day, titratable acid content was achieved minimum on 80<sup>th</sup> day, weight of single fruit achieved maximum on 66<sup>th</sup> day, dry matter content was achieved maximum on 80<sup>th</sup> day, a/b color difference was achieved maximum on 66<sup>th</sup> day. Testing the quality at the peak of emergence time was to provide reference for the best time for breeding processing tomato varieties.

**Keywords:** processing tomato; determine; the main quality; dynamic change; peak