

薛坤,陈海荣,陈火英,等. 樱桃番茄成熟期品质指标动态变化的研究[J]. 上海农业学报,2021,37(3):52-57.

樱桃番茄成熟期品质指标动态变化的研究

薛坤¹,陈海荣²,陈火英¹,王新华¹,刘杨^{1*}

(¹上海交通大学农业与生物学院,上海 200240;²上海市农业科学院,上海 201499)

摘要:为探究樱桃番茄成熟期品质动态变化规律,以指导栽培管理措施并确立适宜的采收期,以 FN110、FN207、FN208、FN402、FN403 5 种樱桃番茄为试材,对成熟阶段果实的果形指数、硬度、可溶性固形物、可溶性蛋白、抗坏血酸、番茄红素、可溶性糖、可滴定酸和糖酸比进行持续观测,绘制各品质指标的动态变化规律。结果表明:果形指数、硬度、可溶性蛋白在整个果实成熟阶段呈现下降趋势;可溶性固形物、抗坏血酸、可滴定酸表现较为一致,均为先升高后降低;可溶性糖、糖酸比和番茄红素在成熟过程中逐渐上升;红果番茄和黄果番茄在物质积累的变化趋势上基本相同,但是不同果色番茄在物质快速积累的时期有一定差异。转色期、粉红色是樱桃番茄品质形成的关键时期,应当结合适宜的田间管理和环境调控以提高番茄品质和产量。樱桃番茄短期储藏的适宜采收期是粉红色期,长期储藏的果实在转色期采收更佳。

关键词:樱桃番茄;采收期;成熟期;果实品质

中图分类号:S641.2 文献标志码:A 文章编号:1000-3924(2021)03-052-06

Dynamic changes of quality indexes of cherry tomatoes during maturity

XUE Kun¹, CHEN Hairong², CHEN Huoying¹, WANG Xinhua¹, LIU Yang^{1*}

(¹ College of Agriculture and Biology, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 201100, China;

² Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201100, China)

Abstract: In order to explore the dynamics of cherry tomato quality during maturity and then guide the reasonable cultivation management measures and suitable harvesting period. FN110, FN207, FN208, FN402 and FN403 were selected as test materials to measure the fruit shape index, hardness, solubility solids, soluble protein, ascorbic acid, lycopene, soluble sugar, titratable acid and sugar to acid ratio in the five mature periods. The results showed that fruit shape index, hardness and soluble protein had a downward trend in the whole fruit ripening stage; soluble solids, ascorbic acid and titratable acid showed similar results, they were both increased first and then decreased; soluble sugar, sugar-acid ratio and lycopene increased gradually during the ripening process; the red fruit tomato and the yellow fruit tomato had the similar dynamic trend in the process of ingredient accumulation, but they had certain differences in the period of ingredient accumulation. The color transition period and pink period were the key periods of cherry tomato quality. It should be combined with appropriate field management and environmental regulation to improve tomato quality and yield. The suitable harvest period for short-term storage of cherry tomatoes was pink period, and the suitable long-term storage of fruit was color-change period.

Key words: Cherry tomato; Harvesting period; Maturity; Fruit quality

樱桃番茄(*Solanum lycopersicum* var *cerasiforme*),外形美观,风味、营养俱佳,在我国的水果蔬菜消费中占据重要地位。根据联合国粮农组织(FAO)统计,番茄是世界上消费量第二的蔬菜作物,种植规模与产量与日俱增。截至2017年,全球的番茄种植面积约为484.4万hm²,产量达1.77亿t。近年来,樱桃番茄

收稿日期:2019-11-26

基金项目:上海市农委种业发展项目(沪农科种字2017第4-1号)

作者简介:薛坤(1994—),男,在读硕士,从事樱桃番茄品质评价的研究。E-mail:15024902147@163.com

*通信作者

因酸甜可口、果实富含多种矿物质和维生素受到市场青睐^[1-2]。目前有关番茄品质的研究主要集中在栽培技术^[3]、风味成分分析^[4]、遗传多样性等方面^[5],缺少成熟期品质指标的动态变化以及不同果色樱桃番茄营养品质形成特征的研究。对设施栽培下樱桃番茄营养成分动态变化规律进行探索,有助于指导生产实践,确定适宜的采收期,建立高效的栽培措施、肥水管理和环境调控方式。

番茄是典型的呼吸跃变型果实,各品质指标的合成时期和速率有明显不同。一般认为,果实的生长发育大致有S型和双S型,结合这一生长规律在果实快速长期追肥,果实膨大期疏果,可显著提高果实产量和品质。已有的研究表明,糖在整个番茄成熟期逐渐积累,完熟期达到最高^[6];而抗坏血酸(VC)则在成熟后期呈S型下降^[7-8]。番茄的适宜采收期需要综合考虑成熟期品质指标的状态,并根据储运需求做出调整。本研究通过对5种樱桃番茄成熟期多项品质指标的跟踪测定,系统分析樱桃番茄果实发育过程中的主要品质指标的动态变化过程,以期为樱桃番茄高效栽培和采收期管理提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料与采样

本试验的5种樱桃番茄在2018年3—7月均种植于上海市浦东新区富农种业公司大棚。采用双行区、随机区组设计,设置3次重复,每个小区定植30株,株行距为35 cm×60 cm。气候、立地条件、田间管理一致。供试樱桃番茄材料的种质性状及描述见表1,本批樱桃番茄全部是圆形或高圆形果,其中FN110、FN207为黄果番茄;FN208、FN402、FN403是红果番茄。每种番茄随机从3株材料选取同一成熟期大小均匀、无机械损伤的6个代表性果实,采后运至实验室冷藏。果实成熟期标准为:

绿熟期(I):果实通体呈绿色,果实较为坚硬。

破色期(II):果实外观开始呈现少许红色,着色面积约为10%。

转色期(III):果实呈现淡红色,着色面积在10%—60%。

粉红色期(IV):果实接近红色,着色面积约占表面积的60%—90%。

完熟期(V):果实整体呈现均匀红色(黄果番茄呈黄色),质地略微发软。

表1 樱桃番茄的特性及采样
Table 1 Cherry tomato variety characteristics and sampling

编号	名称	描述	成熟期	编号	名称	描述	成熟期
1	FN110-I	整体呈现均匀浅绿	绿熟期	14	FN402-III	表面呈现近红色	转色期
2	FN207-I	整体呈现均匀浅绿	绿熟期	15	FN403-III	表面呈现近红色	转色期
3	FN208-I	整体呈现均匀浅绿	绿熟期	16	FN110-IV	表面亮黄,有光泽	粉红色期
4	FN402-I	整体呈现均匀浅绿	绿熟期	17	FN207-IV	表面亮黄,有光泽	粉红色期
5	FN403-I	整体呈现均匀浅绿	绿熟期	18	FN208-IV	果实整体红色	粉红色期
6	FN110-II	表面部分呈现淡黄色	破色期	19	FN402-IV	果实整体红色	粉红色期
7	FN207-II	表面部分呈现淡黄色	破色期	20	FN403-IV	果实整体红色	粉红色期
8	FN208-II	表面部分出现淡红色	破色期	21	FN110-V	整体均匀亮黄,有光泽	完熟期
9	FN402-II	表面部分出现淡红色	破色期	22	FN207-V	整体均匀亮黄,有光泽	完熟期
10	FN403-II	表面部分出现淡红色	破色期	23	FN208-V	果实整体深红,略发软	完熟期
11	FN110-III	表面变成黄色	转色期	24	FN402-V	果实整体深红,略发软	完熟期
12	FN207-III	表面变成黄色	转色期	25	FN403-V	果实整体深红,略发软	完熟期
13	FN208-III	表面呈现近红色	转色期				

1.2 指标的测定方法

果实横径、纵径用游标卡尺测量,设置5次重复。果形指数为纵径与横径的比值。可溶性固形物用测糖仪测定,果实硬度参照李玲^[9]的方法用数字硬度计测定。

可溶性糖、可滴定酸分别采用蒽酮比色法、酸碱滴定法测定。抗坏血酸依据GB 5009.86—2016《食品安全国家标准食品中抗坏血酸的测定》采用2,6-二氯酚靛酚钠滴定法测定^[10];番茄红素依据NY/T 1614—2008《中华人名共和国农业行业标准蔬菜及制品中番茄红素的测定》采用高效液相色谱测定^[11];蛋白质依据GB 5009.5—2010《食品安全国家标准食品中蛋白质的测定》使用凯氏定氮法测定^[12]。

2 结果与分析

2.1 果实成熟过程中果形指数的动态变化

整体来看,果实发育过程中,果形指数呈现缓慢下降的趋势;在果实成熟早期的绿熟期和破色期,下降幅度更大。图1可见,多组果形指数在整个发育阶段的变化趋势一致,即:绿熟期较大的,则整个成熟阶段的果实指数均较大,最终的完熟期果形指数也较大。仅有 FN207 的果形指数在完熟期略低于 FN403,这说明果形指数是品种特性。从果色来看,黄果番茄 FN110、FN207 的果形指数相对较高。

2.2 果实成熟过程中硬度的动态变化

果实硬度是衡量番茄品质的重要指标,果实瘫软则容易在运输过程中发生机械损伤,果实过硬则影响番茄口感。由图2可知,从整个发育期来看,果实硬度呈现下降的趋势,绿熟期为果实硬度的最高阶段,最高值达到了近 10 kg/cm^2 ,在绿熟期到破色期阶段经历了较大幅度的下降,从 $7\text{—}10 \text{ kg/cm}^2$ 降到 $4\text{—}6 \text{ kg/cm}^2$ 。在破色期至转色期阶段果实硬度的下降趋缓,而在转色期之后果实硬度基本不再变化。从变化趋势来看,绿熟期不同番茄果实的硬度区别较大,差值达到了 3 kg/cm^2 ,而到了成熟期,多种番茄的硬度均集中在 $2\text{—}3 \text{ kg/cm}^2$ 。黄果番茄硬度在绿熟期均高于红果番茄,而在完熟期则略低于红果番茄。

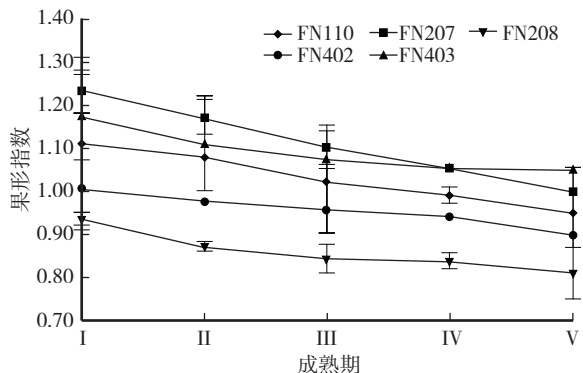


图1 果实成熟期果形指数动态变化

Fig. 1 Dynamic change of fruit shape index during fruit ripening

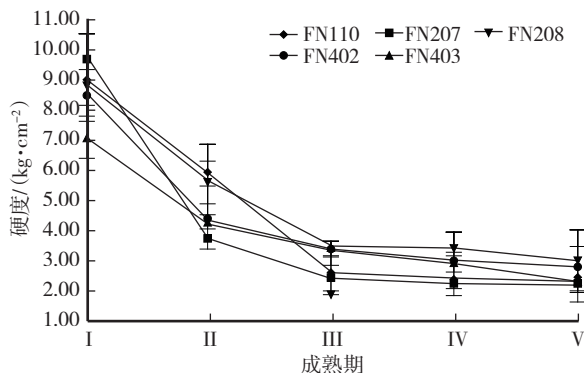


图2 果实成熟期硬度动态变化

Fig. 2 Dynamic change of fruit ripening

2.3 果实成熟过程中可溶性固形物含量的动态变化

可溶性固形物与多种营养成分密切相关,是田间快速检测樱桃番茄品质的重要指标。由图3可知,樱桃番茄果实发育过程中可溶性固形物呈现先上升后下降的趋势。在绿熟期至破色期阶段5种樱桃番茄可溶性固形物均缓慢上升,在破色期至转色期阶段 FN110 和 FN207 2种黄果樱桃番茄经历了较大幅度的上升,在转色期之后上升幅度不大,并在完熟期阶段有所下降。可见黄果番茄可溶性固形物的积累比红果番茄早,2种黄果番茄的可溶性固形物变化趋势高度一致。FN402、FN403 2种红果番茄在转色期前均为缓慢增长,转色期后可溶性固形物迅速增加,粉红色至完熟期阶段又很快降低。黄果番茄主要在破色期至转色期累积可溶性固形物,红果番茄则在转色期后快速累积。整体来看,3种红果番茄的可溶性固形物均低于黄果番茄。

2.4 果实成熟过程中可溶性蛋白含量的动态变化

由图4可知,在整个成熟期阶段5种樱桃番茄可溶性蛋白变化一致,均为逐渐降低。在转色期前3种红果番茄可溶性蛋白降幅不大,转色期后快速降低。而2种黄果番茄在破色期至转色期阶段可溶性蛋白含量快速降低。从变化幅度来看,3种红果番茄可溶性蛋白含量在整个成熟阶段变化较小,而黄果番茄则变幅较大。完熟期3种红果樱桃番茄的可溶性蛋白在 $9\text{—}11 \text{ mg/g}$,均高于黄果樱桃番茄;FN207 的仅为 7.3 mg/g 。

2.5 果实成熟过程中抗坏血酸含量的动态变化

由图5可知,5种樱桃番茄发育过程中果实抗坏血酸的变化趋势一致,均为先上升后降低。黄果番茄在转色期后抗坏血酸迅速上升, FN207 达到了最高值 $26.3 \text{ mg}/(100 \text{ g})$, FN110 也高达 $23.75 \text{ mg}/(100 \text{ g})$ 。红果番茄的整体增长趋势较为平稳,转色期后略微增加,由此可见转色期是樱桃番茄累积抗坏血酸的关键时期。之后抗坏血酸由于参与呼吸作用,消耗量大于合成量,因而在完熟期前缓慢降低,最终的抗坏血酸含量为 $13.5\text{—}20.2 \text{ mg}/(100 \text{ g})$ 。

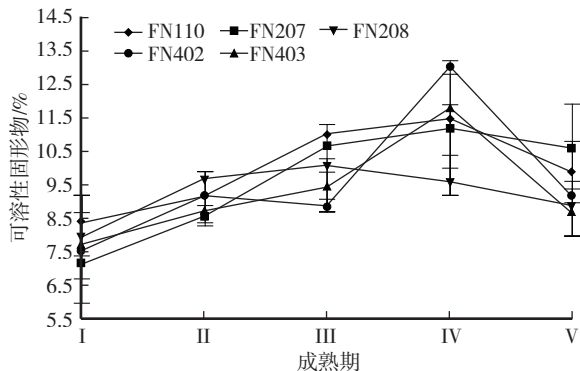


图3 果实成熟期可溶性固形物动态变化

Fig. 3 Dynamic changes of soluble solids during fruit ripening

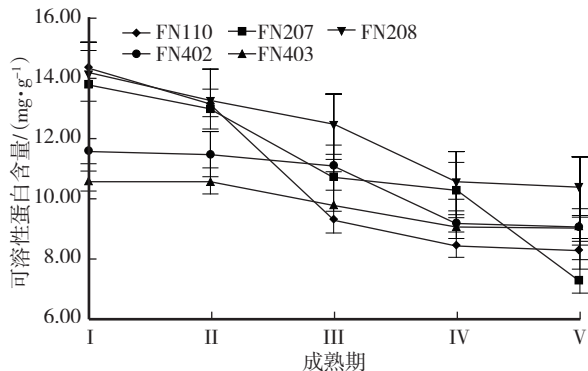


图4 果实成熟期可溶性蛋白动态变化

Fig. 4 Dynamic changes of soluble protein during fruit ripening

2.6 果实成熟过程中番茄红素含量的动态变化

番茄红素是植物合成的高效抗氧化剂,可以消灭人体内的自由基,猝灭单线态氧,是番茄最重要的营养元素之一。由图6可知,在整个成熟期阶段番茄红素均为逐渐上升的趋势。绿熟期果实通体绿色,不含番茄红素。破色期阶段樱桃番茄开始检出少量番茄红素,破色期至转色期番茄红素的累积速度明显加快,转色期后增长趋势趋缓,而在粉红色至完熟期,番茄红素又进入一个快速累积的阶段并由此达到峰值。与此对应的是,番茄颜色也从通体粉红至呈现较深的红色。其中 FN208 的番茄红素达到了最高值 12.1 mg/(100 g),剩余 2 种红果番茄的番茄红素也在 6.86—9.08 mg/(100 g)。

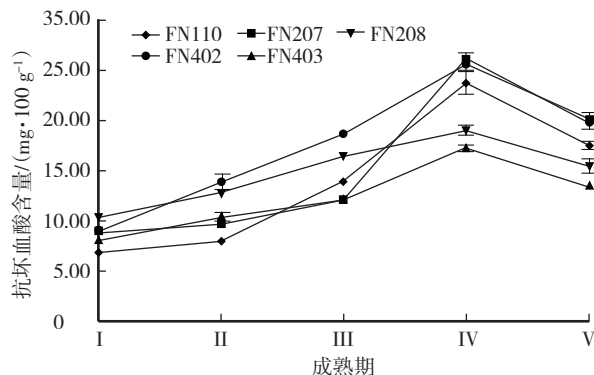


图5 果实成熟期抗坏血酸动态变化

Fig. 5 Dynamic changes of ascorbic acid during fruit ripening

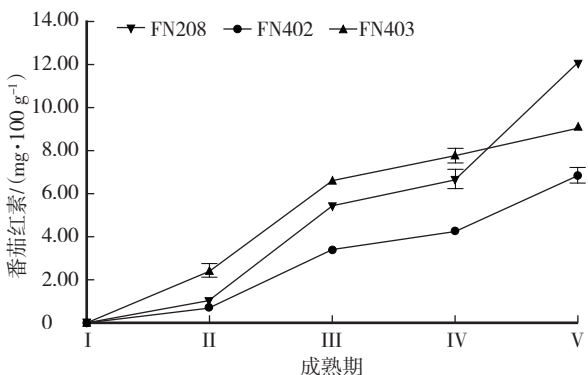


图6 果实成熟期番茄红素动态变化

Fig. 6 Dynamic changes of lycopene in fruit ripening

2.7 果实成熟过程中可溶性糖含量的动态变化

可溶性糖是决定樱桃番茄风味的重要因素,番茄果实中的糖类主要是葡萄糖、果糖和少量的蔗糖。由图7可知,在樱桃番茄果实成熟过程中可溶性糖的总量呈上升趋势,但不同阶段的上升速度各不相同。在转色期之前,5 种樱桃番茄的可溶性糖含量快速上升,在转色期至粉红色期,3 种红果番茄的可溶性糖累积速度降低,含糖量达到 6.85%—8.68%,粉红色至完熟期阶段累积量较少,增加量仅为 0.08%—0.61%。黄果番茄的可溶性糖累积量在转色期前低于红果番茄,且快速累积期比红果番茄滞后,在完熟期前累积速度最快,并达到最大值。

图7 果实成熟期可溶性糖动态变化

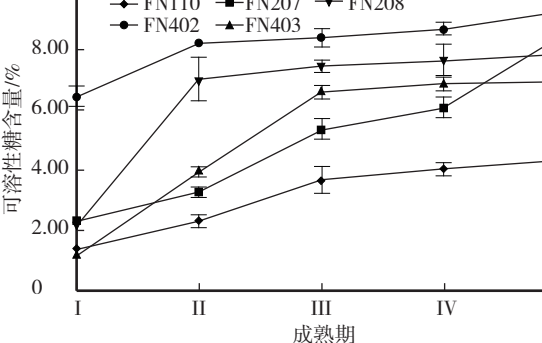


图7 果实成熟期可溶性糖动态变化

Fig. 7 Dynamic changes of soluble sugar in fruit ripening

2.8 果实成熟过程中可滴定酸含量的动态变化

樱桃番茄所含有的可滴定酸主要包括柠檬酸和苹果酸,它们是构成番茄酸甜口感的关键物质,因此,果实的品质在很大程度上决定于可滴定酸的含量。由图8可知,樱桃番茄的有机酸变化趋势为先上升再缓慢降低,在完熟期最低。绿熟期阶段多种樱桃番茄组合的可滴定酸含量差别较大, FN208 最高为

0.8%, FN110 最低仅为 0.325%, 相差达到了 0.475%。红果樱桃番茄 FN208、FN402、FN403 变化趋势较为一致, 均在绿熟期和破色期阶段快速累积有机酸, 破色期之后有机酸含量开始降低。黄果樱桃番茄 FN110、FN207 在破色期前有机酸合成量较低, 转色期前快速合成大量有机酸, 转色期后有机酸缓慢降低。说明在转色期后有机酸开始分解, 完熟期降到 0.285%—0.675%。

2.9 果实成熟过程中糖酸比的动态变化

糖酸比是衡量番茄风味的重要指标, 优质樱桃番茄在糖分充足的同时有机酸也同样丰富, 具有更好的酸甜口感。由图 9 可知, 果实成熟过程中糖酸比大致呈逐渐上升的趋势。FN402 由于在转色期前含酸量快速上升, 超过了可溶性糖的积累速率因而糖酸比略微下降。转色期之后有机酸开始分解, 而可溶性糖快速累积, 因此 5 种樱桃番茄的糖酸比均在此阶段快速上升。黄果番茄的糖酸比在破色期前较高, 这主要是因为果实成熟前期黄果番茄有机酸含量较低。黄果番茄由于累积的有机酸较少, 糖酸比较高。这批樱桃番茄在完熟期的糖酸比为 13.66—16.45, 其中黄果番茄 FN110 糖酸比最高达到了 16.45。

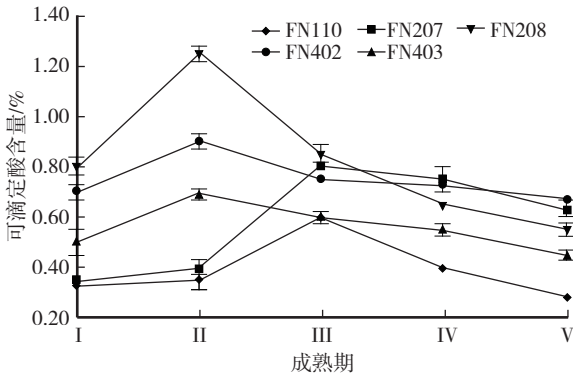


图 8 果实成熟期可滴定酸含量动态变化

Fig. 8 Dynamic changes of titratable acid content during fruit ripening

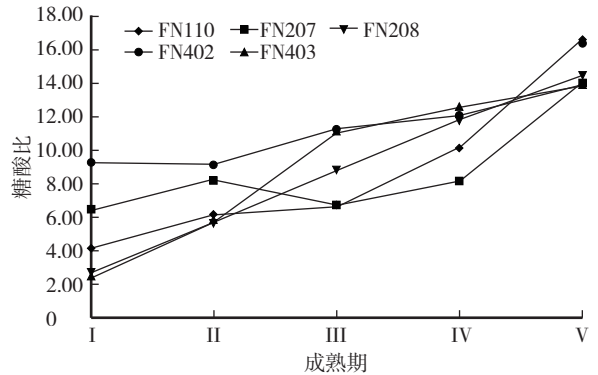


图 9 果实成熟期糖酸比动态变化

Fig. 9 Dynamic changes of sugar and acid ratio during fruit ripening

3 讨论与结论

樱桃番茄的产量和品质与果实成熟过程的栽培管理、环境调控以及采收期密切相关。高效的栽培管理结合环境调控能够促进植株营养生长, 提高坐果率和单果质量; 适宜的采收期不仅对果实品质有重大影响, 还可解决番茄的异地运输难题, 延长货架期, 显著提高经济效益^[13]; 因此依据番茄成熟期的品质形成规律, 在品质形成的关键时期调整肥水比例和环境条件是樱桃番茄优质丰产的关键。

品质指标的动态变化规律可以为生产实践中的栽培措施和环境调控提供理论依据。本试验中可溶性固形物、抗坏血酸、可滴定酸表现较为一致, 均为先升高后降低。前两者均在粉红色期前不断合成, 而在粉红色期至完熟期阶段因逐渐分解而降低。这与抗坏血酸以及构成可溶性固形物的有机酸等物质参与呼吸作用被不断分解有关^[14]。对品质指标的连续观测表明, 可溶性糖和糖酸比在转色期前缓慢升高, 转色期后快速上升。这是由于转色期后, 果实快速累积糖类物质, 而有机酸则被大量分解, 因此糖酸比快速提高, 由此可见转色期和粉红色期是果实风味形成的关键时期, 应在这一阶段使用低水结合中肥^[15-16], 增加光照、降低温度^[17]以提高番茄可溶性固形物和抗坏血酸含量。可滴定酸的分界点为破色期至转色期。红果番茄破色期前、黄果番茄转色期前有机酸快速合成, 之后含量分别开始逐渐降低。因此在转色期前可通过增施氮磷肥, 合理施用钾肥, 减少灌水量以获得更高的有机酸含量^[18-19]。

适宜的采收期是提高樱桃番茄综合品质的重要手段。番茄是典型的呼吸跃变型果实, 其品质还受到后熟过程的影响, 而后熟阶段的品质差异与采收日期密切相关^[13]。过早采收, 多种营养物质没有转化完全, 风味口感尚未形成, 亦有研究表明其贮藏后的腐烂率、失重率高, 番茄红素低^[20]。过晚采收适合鲜食然而不利于储运。对多种樱桃番茄品质指标的连续观测表明, 粉红色期前番茄基本完成了抗坏血酸、有机酸、可溶性固形物的积累, 之后即开始下降, 抗坏血酸甚至大幅下降, 而硬度和可溶性蛋白则是在整个成熟期持续降低。粉红色期后仅有糖酸比、可溶性糖、番茄红素还在持续累积, 但是积累的速率已明显降低。因此, 从短期储藏来看, 在粉红色期采收的果实, 其抗坏血酸、有机酸、可溶性固形物、可溶性蛋白均处于高

位,风味和营养更佳。而赵彤等^[20]认为,红熟后期采收更适宜短期储藏。区别在于一方面其研究注重采收期对腐烂率和失重率的影响,另一方面对番茄成熟期的定义不同。采收期还应考虑果实的储运特性,果实质地较软,储运特性较差的品种应当略有提前,避免运输过程中的机械损伤。从延长樱桃番茄货架期和长途运输的角度来看,需要樱桃番茄有较高硬度的同时具有较高的营养和风味品质。转色期是可溶性糖、番茄红素、抗坏血酸、可溶性固形物等物质积累的关键时期,同时,可溶性蛋白在转色期后快速下降,而果实硬度此时趋于平稳,因此,长期储运的果实在转色期采收更为恰当,这点与赵彤等^[20]的研究一致。

本研究表明,5种樱桃番茄在成熟阶段的物质变化规律基本一致,仅在物质积累时期和速率方面有所差异。具体表现为:果形指数、硬度、可溶性蛋白在整个果实成熟阶段呈现下降趋势;可溶性固形物、抗坏血酸、可滴定酸变化趋势较为一致,均为先升高后降低;可溶性糖、糖酸比和番茄红素在成熟过程中逐渐上升;红果番茄和黄果番茄在物质积累的动态规律上基本相同,但是不同果色番茄在物质快速积累的时期有一定差异。转色期、粉红色期是樱桃番茄品质形成的关键时期,应当结合适宜的肥水管理和环境调控,提高番茄品质和产量。樱桃番茄短期储藏的适宜采收期是粉红色期,长期储藏的果实在转色期采收更佳。

参 考 文 献

- [1] 张倩男. 基于表型性状及 SSR、SNP 标记的樱桃番茄种质资源遗传多样性分析[D]. 银川:宁夏大学,2018.
- [2] 原静云,原让花,李贞霞,等. 我国番茄种质资源研究进展[J]. 种业导刊,2016(4):9-14.
- [3] GARCÍA-CASARRUBIAS A, WINKLER R, TIESSEN A. Mass fingerprints of tomatoes fertilized with different nitrogen sources reveal potential biomarkers of organic farming[J]. *Plant Foods for Human Nutrition*, 2019, 74(2):247-254.
- [4] 程远,万红建,姚祝平,等. 不同品种樱桃番茄氨基酸组成及风味分析[J]. 核农学报, 2019, 33(11):2177-2185.
- [5] 史建磊,宰文珊,陈依凯,等. 基于表型的樱桃番茄种质遗传多样性分析[J]. 热带作物学报, 2019, 40(6):1095-1101.
- [6] 齐红岩,李天来,张洁,等. 番茄果实发育过程中糖的变化与相关酶活性的关系[J]. 园艺学报, 2006, 33(2):294-299.
- [7] 杨咏丽,崔成东,周恩. 黑穗醋栗果实成熟过程主要营养成分变化规律[J]. 园艺学报, 1994, 21(1):21-25.
- [8] 陈强,刘世琦,张自坤,等. 不同 LED 光源对番茄果实转色期品质的影响[J]. 农业工程学报, 2009, 25(5):156-161.
- [9] 李玲,冯学超,赵凌侠. YFT1 基因突变影响番茄果色和硬度[J]. 植物研究, 2018, 38(5):790-794.
- [10] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准食品中抗坏血酸的测定;GB 5009. 86—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2017.
- [11] 中华人民共和国农业部. 蔬菜及制品中番茄红素的测定高效液相色谱法;NY/T 1651—2008[S]. 北京:中国标准出版社,2008.
- [12] 国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准食品中蛋白质的测定;GB 5009. 5—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2017.
- [13] 陈劲憬,高丽红. 番茄采收时期对其营养品质及贮藏品质的影响[C]//中国园艺学会第七届青年学术讨论会论文集,2006:462-467.
- [14] 滕林. 番茄果实品质形成特征及其与环境关系的模拟研究[D]. 咸阳:西北农林科技大学,2010.
- [15] 刘丹. 不同水肥供应量对设施番茄生长、产量及品质的影响[D]. 咸阳:西北农林科技大学,2018.
- [16] 唐晓伟,刘明池,郝静,等. 调亏灌溉对番茄品质与风味组分的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2010, 16(4):970-977.
- [17] 俞乐,刘拥海,袁伟超,等. 植物抗坏血酸积累及其分子机制的研究进展[J]. 植物学报, 2016, 51(3):396-410.
- [18] 陈思,牛晓丽,周振江,等. 水肥供应对番茄果实糖酸含量的影响[J]. 节水灌溉, 2013(9):18-22.
- [19] 陈思,牛晓丽,周振江,等. 根系分区交替灌溉条件下水肥供应对番茄有机酸含量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2013, 31(4):16-20.
- [20] 赵彤,于思晗,韦强,等. 采收成熟度对番茄贮藏品质的影响[J]. 中国农学通报, 2015, 31(7):241-245.

(责任编辑:张睿)