

# 采收成熟度对樱桃果实香气成分及品质的影响

谢超<sup>1</sup>, 唐会周<sup>2</sup>, 谭谊谈<sup>2</sup>, 曾凯芳<sup>2,3</sup>, 明建<sup>2,3</sup>

(1.浙江海洋学院, 浙江舟山 316000; 2.西南大学食品科学学院, 重庆 400715;

3.重庆市特色食品工程技术研究中心, 重庆 400715)

**摘要:** 研究采收成熟度对樱桃果实的香气成分及品质的影响。将3种不同采收成熟度的樱桃果实, 以固相微萃取(SPME)技术为香气富集方法, 气相色谱-质谱联用(GC-MS)分析其香气成分, 同时测定果实品质指标。结果表明: 3种成熟度果实共检测出30种香气成分, 分属于醛类、醇类、酯类、酸类和酮类等, 其中酸类和酮类成分相对含量随着采收成熟度的增加而上升, 烃类成分相对含量却下降; 乙醇和(Z)-2-己烯醇是主要的醇类挥发物, 随着采收成熟度的增加, 乙醇相对含量上升, 而(Z)-2-己烯醇的下降; 紫红熟、大红熟和粉红熟樱桃果实的固酸比分别为13.2、11.1、7.6, 硬度分别为3.13、4.61、4.68N/cm<sup>2</sup>。说明采收成熟度对樱桃香气成分和果实品质影响较大, 建议在大红熟时采收樱桃以便能够合理的利用。

**关键词:** 樱桃; 香气成分; 品质; 采收成熟度

## Effect of Harvest Maturity on Aroma Components and Quality Parameters of Cherry Fruits

XIE Chao<sup>1</sup>, TANG Hui-zhou<sup>2</sup>, TAN Yi-tan<sup>2</sup>, ZENG Kai-fang<sup>2,3</sup>, MING Jian<sup>2,3</sup>

(1. Zhejiang Ocean University, Zhoushan 316000, China; 2. College of Food Science, Southwest University, Chongqing 400715,

China; 3. Chongqing Special Food Programme and Technology Research Center, Chongqing 400715, China)

**Abstract:** The objective of this study was to evaluate the effect of harvest maturity on the quality and aroma components of cherry fruits. The fruits with different harvest maturities were subjected to solid-phase micro-extraction and evaluated by gas chromatography and mass spectrometry for aroma components as well as quality parameters. A total of 30 aroma components were detected, which were aldehydes, alcohols, esters, acids and ketones. The contents of acids and ketones were increased as ripening period. Aldehydes including caproic aldehyde and benzaldehyde exhibited a large variance during ripening process. Alcohol and (Z)-2-hexen-1-ol were dominant alcohols in cherry fruits. In addition, the relative content of alcohol was increased and (Z)-2-hexen-1-ol was decreased during ripening process. The solid-acid ratios of cherry fruits at over ripening, ripening and middle ripening stages were 13.2, 11.1 and 7.6, and hardness of fruits at three stages were 3.13, 4.61 N/cm<sup>2</sup> and 4.68 N/cm<sup>2</sup>, respectively. These results suggested that harvest maturity had a large effect on the quality and aroma components of cherry fruits. Therefore, cherry fruits should be harvested for reasonable utilization in ripening stage.

**Key words:** cherry fruit; aroma component; quality parameters; harvest maturity

中图分类号: TS207.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2011)10-0295-05

樱桃属蔷薇科樱桃属(*Ceraras*)植物, 温带落叶果树, 且成熟期早, 有早春第一果的美誉<sup>[1]</sup>。樱桃不仅颜色艳丽, 而且味道甘美、营养丰富, 含有丰富的钙、磷、铁和多种维生素等营养成分, 常食樱桃有诸多益处<sup>[2]</sup>。果实香气是果实品质的重要指标, 也是吸引消费者和增强市场竞争力的重要因素之一, 随着研究技术的不断进步这方面的研究已经越来越受到人们的重视<sup>[3]</sup>。目前, 国内外对樱桃香气成分的研究还处于起步阶段, 影响果实香气的因素是多方面的, 包括品种、砧木、

营养状况、气候等方面。Mattheis等<sup>[4]</sup>采用动态顶空固相微萃取结合气质联用(headspace solid-phase microextraction combined with gas chromatography-mass spectrometry, HS-SPME-GC/MS)从商业成熟“Bing”甜樱桃果实中检出28种香气成分, 认为2-丙醇、乙醇、辛醛、苯甲醛和己醛是其主要的香气成分。张序等<sup>[5]</sup>采用SPME-GC/MS研究“红灯”甜樱桃发育进程香气成分的组成与变化, 认为己醛、(E)-2-己烯醛、苯甲醛、(E)-2-己烯醇、乙酸乙酯和己酸乙酯是“红灯”甜樱

收稿日期: 2010-10-15

作者简介: 谢超(1975—), 男, 讲师, 硕士, 研究方向为食品加工贮藏。E-mail: xc750205@163.com

桃成熟果实的主要香气成分,它们在着色期大量合成,并且多数在商熟期达到高峰;这些物质同时也是“Lapins”、“Rainie”、“Stella”和“Zhifuhong”果实的主要香气成分,通过气相色谱-嗅觉测量技术研究发现上述5种樱桃的特征香气成分是己醛、(E)-2-己烯醛、(Z)-3-己烯醛、壬醛、苯甲醛和香叶基丙酮<sup>[6]</sup>。王家喜等<sup>[7]</sup>考查两种砧木对布鲁克斯甜樱桃的香气成分的影响,从受两种砧木影响的果实中共检测到61种香气成分,主要类别为醛类、醇类和酯类,在香气种类上吉塞拉砧木较考特砧木具有明显优势。

有关杨梅、桃、梨、枣、龙眼的采收成熟度研究都表明,适期采收可以提高果实的耐贮性,延迟采收虽然可以增强果实的外观品质和营养水平,但耐贮性下降<sup>[8-12]</sup>。樱桃果实发育期短,一般品种在盛花后45~60d即可食用,果实在树上短时间内经历了果重和颜色的迅速变化,并在最后阶段表现出果实特有的风味品质和特性。另外,甜樱桃属于采后没有后熟作用的非呼吸跃变型果实,这些特性加大了确立和掌握甜樱桃采收成熟度的难度。关于确定樱桃果实采收成熟度的研究主要集中在贮藏效果方面<sup>[13-14]</sup>,有关采收成熟度对樱桃香气成分组成影响的报道相对较少。

本实验研究黑珍珠樱桃果实不同采收成熟度的挥发物组成、营养品质、果实外观特征,旨在为樱桃果实采收期选择研究与生产实践提供一定的理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

“黑珍珠”樱桃(*Cerasus pseudocerasus* L. cv. Black Pearl),采摘于重庆北碚区果园,该果园地处长江岸边的丘陵地带,园内树势中等,纺锤树型,土壤为紫色土,肥力中等,常规管理,海拔180~300m,供试品种为7年生,根据果皮颜色将果实分为粉红(70%~80%成熟)、大红(80%~90%成熟)和紫红(90%~100%成熟)3个采收成熟度。每个成熟度选取50粒大小均一、无损伤的果实去核,将可食部分混匀,用于香气成分分析和相关品质测定。

### 1.2 仪器与设备

QP2010气相色谱-质联用仪、DB-FFAP弹性石英毛细管柱(30m×0.25mm, 0.25μm)日本岛津公司;Supleco固相微萃取装置、DVB/CAR/PDMS 50/30μm(二乙烯基苯/碳分子筛/聚二甲基硅氧烷)萃取头美国Supelco公司;TA.XT2i物性测定仪英国Stable micro system公司;游标卡尺;手持折光仪;高速离心机。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 香气成分分析

SPME条件:称取5g待测样品,转移至15mL顶空瓶中,加入磁力搅拌子(转速500r/min),使用DVB/CAR/PDMS 50/30μm萃取头、固相微萃取装置,在40℃顶空吸附30min后,将萃取头插入GC进样口,解析5min。

色谱条件:DB-FFAP石英毛细柱(30m×0.25mm, 0.25μm);载气:氦气(He);进样口温度:230℃,无分流进样。升温程序:起始温度40℃保持5min,以7℃/min升至140℃保持0min,再以10℃/min升至200℃,保持8min。

质谱条件:接口温度230℃,离子源温度230℃,四极杆温度150℃,离子化方式:EI,电子能量70eV,质量扫描范围 $m/z$  35~350。

谱图数据分析:运用计算机检索并与图谱库(NIST 05)的标准质谱图对照,选择匹配度大于85%的,并结合有关文献<sup>[4-7]</sup>,确认香气物质的各个化学成分,按峰面积归一化法算出样品中各个组分的相对含量。

#### 1.3.2 单果质量与果型指数

每个采收成熟度选取10个果实,用电子天平分别测定其单果质量,用游标卡尺分别测量其赤道直径和两级直径,果型指数=赤道直径/两级直径,计算单果质量与果型指数平均值,结果以“平均值±标准偏差”表示。

1.3.3 可溶性固形物(soluble solid content, SSC)测定  
采用手持糖量计测定。

1.3.4 可滴定酸(titratable acid, TA)测定  
采用酸碱中和滴定法<sup>[15]</sup>。

1.3.5 还原性抗坏血酸测定  
采用2,6-二氯酚酚滴定法<sup>[16]</sup>。

#### 1.3.6 硬度

每个采收成熟度选取10个果实,将樱桃果实置于物性测定仪探头下,用手固定樱桃以便探头作用时切面与之相切。

物性测定仪测参数如下:探头:Ps;测试计点数:200.00;测试模式与选择:TPA;测前速度:2.00mm/s;测试速度:1.00mm/s;测后速度:1.00mm/s;测试时间:5.00s;压缩比:60.0%。

### 1.4 数据统计及制图

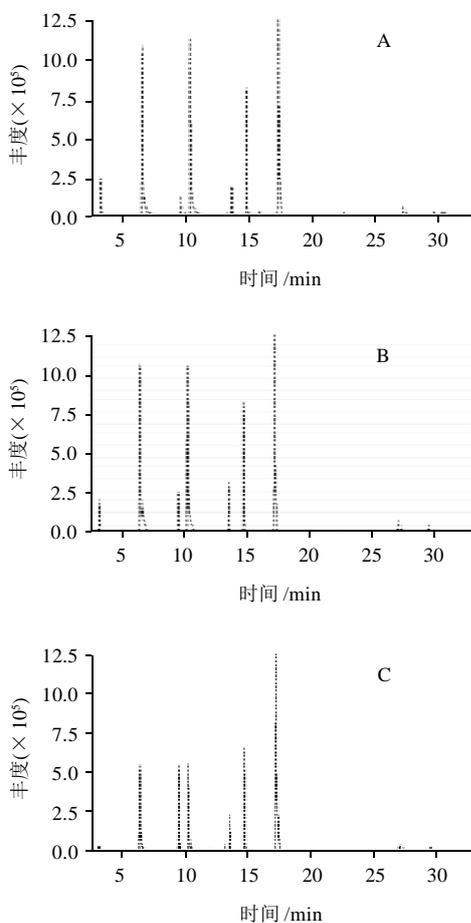
Excel 2003统计分析所有数据,计算标准误并制作柱状图。应用SPSS 15.0软件对数据进行方差分析(ANOVA),利用最小显著差数法(LSD)较对差异进行显著性分析,同一指标不同字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。

## 2 结果与分析

### 2.1 普通品质指标

由表 1 可知, 大红熟樱桃果实单果质量为 1.87g, 与粉红熟 1.26g 差异显著, 与紫红熟 1.92g 无显著差异 ( $P < 0.05$ ), 但果实较硬 4.61N/cm<sup>2</sup>, 与粉红熟 4.68N/cm<sup>2</sup> 无显著差异, 与紫红熟 3.13N/cm<sup>2</sup> 差异显著, 合适的硬度有利于果实的贮藏与销售。大红熟樱桃果实 SSC 为 13.8%, 与紫红 14.4 无显著差异, 但与粉红 12.5 差异显著, TA 随着成熟度的增加逐渐降低。抗坏血酸是非常重要的营养指标, 其常常作为评价果蔬成熟与衰老的因素<sup>[14]</sup>, 由表 1 可以看出, 大红熟樱桃果实抗坏血酸含量最高 3.19mg/100g, 紫红熟含量最低 0.88mg/100g。

### 2.2 3 种采收成熟度樱桃果实香气成分分析



A、B、C 分别为樱桃果实紫红、大红、粉红 3 种采收成熟度。

图 1 不同成熟度樱桃果实挥发物总离子图

Fig.1 Total ion chromatogram of aroma components in mango fruits with different maturity

3 种采收成熟度樱桃果实香气成分总离子图见图 1, 各组经计算机谱库, 并结合相关文献检索, 樱桃果实中共检出 30 种香气成分(表 2), 其中烃类 7 种、醛类 2 种、酮类 3 种、醇类 6 种、酯类 9 种、酸类 3 种。

在相同的分析条件下, 不同成熟度樱桃果实中各类芳香物质的种类及其相对含量存在很大的差异。从粉红樱桃果实中共检出香气成分 19 种, 其中烃类 3 种、醛类 2 种、酮类 3 种、醇类 5 种、酯类 4 种; 大红樱桃果肉中共检出 17 种香气成分, 其中烃类 2 种、醛类 2 种、酮类 1 种、醇类 6 种、酯类 4 种、酸类 2 种; 紫红樱桃果肉中共检出 18 种香气成分, 其中烃类 5 种、醛类 2 种、醇类 4 种、酯类 4 种、酮类 1 种、酸类 2 种。

#### 2.2.1 不同采收成熟度共有的香气成分

如表 2 所示, 3 个采收成熟度樱桃果实共有的香气成分共有 8 种, 包括: 醇类 3 种: 乙醇(0.83%~4.52%)、己醇(2.63%~4.45%)、2,3- 己二醇(0.02%~0.03%); 烃类、酸类和酮类各 1 种: 柠檬烯(1.11%~9.56%)、乙酸(0.20%~0.42%)、(E)-2- 己烯酮(13.98%~24.62%); 醛类 2 种: 己醛(13.28%~25.65%)、苯甲醛(26.55%~42.22%)。

#### 2.2.2 某一采收成熟度樱桃果实特有的香气成分

如表 2 所示, 不同采收成熟度的樱桃果实具有不同的香气, 其中一个原因是其香气成分种类存在差异。樱桃紫红阶段特有的香气成分共 4 种, 分别是: 草酸烯丙基/丁酯(0.05%)、3- 甲基戊烷(0.09%)、1,1,2,2- 四甲基环丙烷(0.19%)、丁酸(0.22%); 大红阶段特有的香气成分共 3 种, 分别是: 烯丙基丙酸酯(0.08%)、 $\alpha$ - 当归内酯(0.07%)、2- 甲基-3- 己醇(0.53%); 粉红阶段特有的香气成分共 6 种, 分别是: (E)-2- 己烯基乙酸酯(0.51%)、(Z)-3- 己烯基甲酸酯(0.11%)、乙酸乙酯(0.11%)、1- 甲基-1,4- 二环己二烯(0.01%)、甲基丙烯基酮(0.06%)、环己酮(0.17%)。

#### 2.2.3 某一采收成熟度缺乏的香气成分

某一采收成熟度所缺乏的香气成分是指在其他成熟度都存在的香气成分, 而在此成熟度不存在或者含量过低未检出。表 2 所示, 粉红期缺乏(Z)-3- 己烯基乙酸酯, 紫红期缺乏苯乙醇、新戊烷和戊酸。

表 1 不同采收成熟度樱桃果实的品质指标

Table 1 Quality parameters of cherry fruits at different ripening stages

采收成熟度	硬度/(N/cm <sup>2</sup> )	单果质量/g	果型指数	抗坏血酸/(mg/100g)	SSC 含量/%	TA 含量/%	固酸比
紫红	3.13 ± 0.62 <sup>a</sup>	1.92 ± 0.30 <sup>a</sup>	1.21 <sup>a</sup>	0.88 ± 0.10 <sup>a</sup>	14.4 <sup>a</sup>	1.09 ± 0.02 <sup>a</sup>	13.2 <sup>a</sup>
大红	4.61 ± 1.38 <sup>b</sup>	1.87 ± 0.23 <sup>a</sup>	1.16 <sup>b</sup>	3.19 ± 0.13 <sup>c</sup>	13.8 <sup>a</sup>	1.24 ± 0.00 <sup>b</sup>	11.1 <sup>b</sup>
粉红	4.68 ± 0.61 <sup>b</sup>	1.26 ± 0.19 <sup>b</sup>	1.08 <sup>c</sup>	1.31 ± 0.02 <sup>b</sup>	12.5 <sup>b</sup>	1.65 ± 0.03 <sup>c</sup>	7.6 <sup>c</sup>

注: 数据为平行测定 3 次的结果, 表示方法为“平均值±标准差”, 随后的字母如果相同代表差异不显著(LSD,  $P > 0.05$ )。

表2 不同采收成熟度樱桃果实香气成分及其相对含量

Table 2 Aroma compounds and relative amount of cherry fruits with different maturity

类别	编号	香气成分	成熟度		
			紫红	大红	粉红
酯类	1	烯丙基甲酸酯	0.04	0.04	—
	2	(E)-2-己烯基乙酸酯	—	—	0.51
	3	乙烯基巴豆酸酯	0.07	—	0.03
	4	(Z)-3-己烯基乙酸酯	0.14	0.09	—
	5	(Z)-3-己烯基甲酸酯	—	—	0.11
	6	烯丙基丙酸酯	—	0.08	—
	7	草酸烯丙基/丁酯	0.05	—	—
	8	$\alpha$ -当归内酯	—	0.07	—
	9	乙酸乙酯	—	—	0.11
		小计	0.30	0.28	0.76
醇类	10	苯乙醇	—	0.11	0.07
	11	乙醇	4.52	3.78	0.83
	12	己醇	2.63	4.45	4.30
	13	2,3-己二醇	0.03	0.02	0.02
	14	(Z)-2-己烯醇	11.45	11.62	12.30
	15	2-甲基-3-己醇	—	0.53	—
	小计	18.63	20.51	17.52	
烃类	16	二丙基砷	0.06	—	—
	17	1-甲基-1,4-二环己二烯	—	—	0.01
	18	新戊烷	—	0.05	0.03
	19	3-甲基戊烷	0.09	—	—
	20	柠檬烯	1.11	2.71	9.56
	21	3-(2-丙烯基)-环戊烯	0.05	—	—
	22	1,1,2,2-四甲基环丙烯	0.19	—	—
	小计	1.50	2.76	9.60	
醛类	23	苯甲醛	27.99	26.55	42.22
	24	己醛	24.65	25.65	13.28
	合计	52.64	52.20	55.50	
酸类	25	丁酸	0.22	—	—
	26	戊酸	—	0.18	0.10
	27	乙酸	0.42	0.20	0.20
		小计	0.64	0.38	0.30
酮类	28	(E)-2-己烯酮	24.62	21.40	13.98
	29	甲基丙烯基酮	—	—	0.06
	30	环己酮	—	—	0.17
		小计	24.62	21.40	14.21
	有效峰面积	98.33	97.53	97.89	

注：—表示未检测到。

### 2.3 采收成熟度对樱桃果实香气成分的影响

3种采收成熟度樱桃果实的香气成分共30种，主要是醇类、酯类、醛类、酸类、酮类等，不同的采收成熟度，各类香气成分相对含量差异较大。

#### 2.3.1 采收成熟度对樱桃果实香气成分酮类、醇类的影响

樱桃果实香气成分酮类主要为(E)-2-己烯酮，其相对含量随着成熟度的增加而增加，粉红(14.21%)到大红(21.40%)增幅较大，大红(21.40%)到紫红(24.62%)增幅相对较小(表2)。采收成熟度对樱桃果实酮类和醇类挥发物相对含量的影响见图2，由图2、表2可知，随着成熟度的增加，酮类相对含量呈逐渐上升趋势；醇类主要包括苯乙醇、乙醇、己醇和2,3-己二醇等，紫红熟、大红熟和粉红熟樱桃果实乙醇相对含量随采收成熟度增加而上升，分别为4.52%、3.78%和0.83%，己醇作为一种C<sub>6</sub>醇

其相对含量在大红熟时相对含量最高，醇类相对含量在大红熟(20.51%)时最高，粉红熟(17.52%)时最低(表2)。

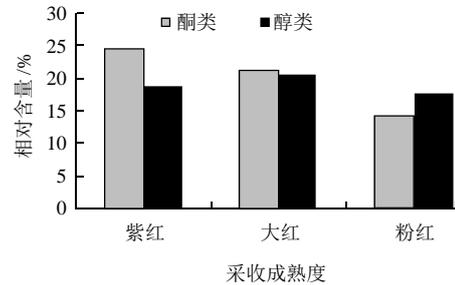


图2 采收成熟度对樱桃果实酮类和醇类挥发物相对含量的影响  
Fig.2 Effect of harvest maturity on relative content of aromatic ketones and alcohols in mango fruits

#### 2.3.2 采收成熟度对樱桃果实香气成分酸类、酯类、烃类的影响

酯类物质主要有烯丙基甲酸酯、(E)-2-己烯基乙酸酯、乙烯基巴豆酸酯、烯丙基丙酸酯，樱桃果实酯类相对含量在粉红熟时最高(0.76%)，随着采收成熟度的增加，在大红熟(0.28%)时最低，紫红熟(0.30%)含量略高于大红(图3、表2)；随着成熟度的增加，烃类挥发物的相对含量降低，由粉红熟至大红熟阶段下降趋势较由大红熟至紫红熟阶段趋势明显。烃类主要有柠檬烯、新戊烷、3-甲基戊烷，酸类包括丁酸、戊酸和乙酸，随着成熟度的增加，酸类香气成分相对含量逐渐升高，但烃类挥发物相对含量逐渐降低(图3)。柠檬烯是烃类香气成分相对含量的主要贡献物，紫红、大红和粉红成熟度樱桃果实柠檬烯的相对含量分别为1.11%、2.71%和9.56%(表2)，表明烃类香气成分相对含量下降主要集中在由粉红熟至大红熟这一阶段。

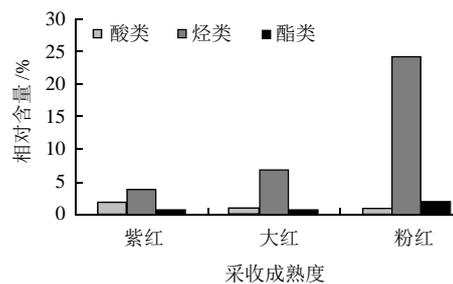


图3 采收成熟度对樱桃果实酸类、烃类和酯类挥发物相对含量的影响

Fig.3 Effect of harvest maturity on relative content of acids, hydrocarbons and esters in mango fruits

#### 2.3.3 采收成熟度对樱桃果实香气成分醛类的影响

樱桃果实醛类挥发物只有苯甲醛和己醛，紫红、大红和粉红成熟度樱桃果实醛类挥发物的相对含量分别为52.64%、52.20%、55.50%(表2)，差异不大。随着采收成熟度的增加，由苯甲醛相对含量由粉红熟(42.22%)迅速下降至大红熟(26.55%)，而由大红熟至紫红熟(27.99%)

略有上升;己醛的变化趋势正好与之相反,由粉红熟(13.28%)迅速上升至大红熟(25.65%),而由大红熟至紫红熟(24.65%)略有下降(表2、图4)。

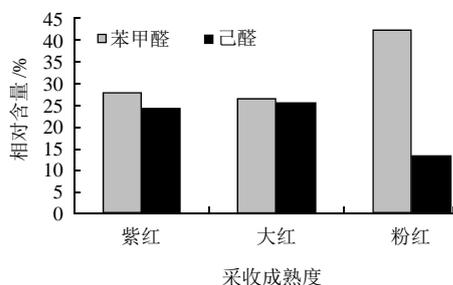


图4 采收成熟度对樱桃果实醛类挥发物相对含量的影响  
Fig.4 Effect of harvest maturity on relative content of aromatic aldehydes in mango fruits

### 3 讨 论

作为一种非呼吸跃变型水果,樱桃果实成熟过程中会发生一系列变化<sup>[17]</sup>,TA和SSC是影响樱桃口感的重要指标<sup>[18]</sup>,本实验结果表明,不同采收成熟度樱桃果实普通指标有一定的差异,这是由于所处成熟阶段不同造成的,单果质量和SSC在大红熟基本趋于稳定,除还原性抗坏血酸外,其他品质指标在紫红熟较佳。

己醇己醛相对含量在大红熟时含量最高,至紫红熟时下降迅速,C<sub>6</sub>化合物的生成与果实中脂氧合酶的活性有关,脂氧合酶与底物接触,分解生成C<sub>6</sub>化合物,这与脂氧合酶的活性在果实发育后期下降有关,在油桃和桃上也有报道<sup>[19-20]</sup>。乙醇可能是发酵作用的产物,不认为是水果应有的香气成分<sup>[21]</sup>,并在同为非呼吸跃变的柑橘果实中与不良气味的产生密切相关<sup>[22]</sup>,实验结果表明乙醇的积累主要发生在樱桃果实由粉红转向大红这个阶段。樱桃果实酯类物质越接近绿色期,其相对含量越高,酯类是果实香气成分中一类重要物质,许多水果在果实的绿色期已经开始形成酯类物质<sup>[23-24]</sup>,与本实验结果类似。醛类挥发物是樱桃果实挥发性成分中最主要的一类物质,主要包括C<sub>6</sub>醛类、芳香醛类<sup>[5]</sup>,本实验中只检测出苯甲醛和己醛,相对于其他报道较少<sup>[6]</sup>,这可能与试验所用的试材及生态环境不同有关。

### 4 结 论

3种成熟度果实共检测出30种香气成分,当樱桃果实采收成熟度达到大红熟时,品质指标已基本发育完全,果实固酸比为11.1;果实SSC为13.8%;抗坏血酸含量为3.19mg/100g;果实硬度为4.61N/cm<sup>2</sup>,有利于果实的贮藏与销售,酸类和酮类成分相对含量随着采收成熟度的增加而上升,烃类成分相对含量却下降。乙醇和(Z)-2-己烯醇是主要的醇类挥发物,随着采收成熟度的增加,乙醇相对含量上升,而(Z)-2-己烯醇的下

降。苯甲醛、酯类等特征香气成分相对含量与紫红熟差异不大,虽然紫红熟品质与香气成分都比较好,但此时果实硬度明显下降,果实开始变软,不适合商品包装与贮藏运输,已失去或部分失去商品价值。因此,在樱桃果实采收成熟度的选择中,应注重大红熟时期的香味组成及其含量,优先选择果实发育良好,香气成分完全,且果实硬度保持良好的果实。

### 参 考 文 献:

- [1] 焦中高,刘杰超,王思新.甜樱桃采后生理与贮藏保鲜[J].果树学报,2003,20(6):498-502.
- [2] 朱丽霞,魏东.冷激处理对樱桃果实抗冷性和贮藏品质的影响[J].贵州农业科学,2009,37(11):167-169.
- [3] 张上隆,陈昆松.果实品质形成于调控的分子生理[M].北京:中国农业出版社,2007.
- [4] MATTHEIS J P, BUCHANAN D A, FELLMAN J K. Identification of headspace volatile compounds from 'Bing' sweet cherry fruit[J]. Phytochemistry, 1992, 31(3): 775-777.
- [5] 张序,姜远茂,彭福田,等.“红灯”甜樱桃果实发育进程中香气成分的组成及其变化[J].中国农业科学,2007,40(6):1222-1228.
- [6] SUN Shuyang, JIANG Wenguang, ZHAO Yuping. Characterization of the aroma-active compounds in five sweet cherry cultivars grown in Yantai (China)[J]. Flavour and Fragrance Journal, 2010, 25: 206-213.
- [7] 王家喜,王江勇,高华君,等.两种砧木对布鲁克斯大樱桃果实芳香成分的影响[J].中国农学通报,2009,25(10):187-190.
- [8] 谢培荣,马小华,欧阳菊英.采收成熟度对木洞杨梅贮藏品质的影响[J].湖南农业科学,2009(3):89-91.
- [9] 赵晓芳,梁丽松,王贵禧.不同采收成熟度对“八月脆”桃果实低温贮藏及货架期品质的影响[J].中国农学通报,2008,24(4):167-171.
- [10] 王学,李江阔,张鹏,等.南果梨适宜采收成熟度的研究[J].保鲜与加工,2008,8(4):31-33.
- [11] 韩海彪,张有林,沈效东,等.采收成熟度对灵武长枣贮藏品质的影响[J].食品工业科技,2008,29(3):265-266.
- [12] 韩冬梅,吴振先,李建光,等.龙眼果实采收成熟度与耐贮性关系研究[J].华南农业大学学报,2008,29(4):12-16.
- [13] 姜爱丽,胡文忠,范圣第.采收成熟度及贮藏方法对红灯甜樱桃保鲜效果的影响[J].中国果树,2008,(1):16-20.
- [14] 孙蕾,王大明,杜华兵,等.大樱桃不同采收成熟度对贮藏品质的影响[J].食品科学,2004,25(11):321-322.
- [15] 中国食品发酵工业研究院.GB/T 12456—2008[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [16] 曹建康,姜微波,赵玉梅.果蔬采后生理生化实验指导[M].北京:中国轻工业出版社,2007.
- [17] HARTMANN C. Biochemical changes in harvested cherries[J]. Postharvest Biology and Technology, 1992, 1(3): 231-240.
- [18] CRISOSTO C H, CRISOSTO G M, METHENEY P. Consumer acceptance of 'Brooks' and 'Bing' cherries is mainly dependent on fruit SSC and visual skin color[J]. Postharvest Biology and Technology, 2003, 28(1): 159-167.
- [19] ENGEL K H, RAMMING D W, FLATH R A, et al. Investigation of volatile constituents in nectarines. 2. Changes in aroma composition during nectarine maturation[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1988, 36(5): 1003-1006.
- [20] CHAPMAN G W, HORVAT R J, FORBUS W R. Physical and chemical changes during the maturation of peaches (cv. Majestic)[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1991, 39(5): 867-870.
- [21] PANDIT S S, KULKARNI R S, CHIDLEY H G, et al. Changes in volatile composition during fruit development and ripening of 'Alphonso' mango[J]. Journal Science Food Agricultural, 2009, 89(12): 2071-2081.
- [22] OBENLAND D, COLLIN S, SIEVERT J, et al. Commercial packing and storage of navel oranges alters aroma volatiles and reduces flavor quality[J]. Postharvest Biology and Technology, 2008, 47(2): 159-167.
- [23] 郑华,张弘,张汝国,等.云南特产“小三年”芒果不同成熟期香气成分的差异[J].食品科学,2008,29(10):487-490.
- [24] 陈美霞,陈学森,周杰,等.杏果实不同发育阶段的香味组分及其变化[J].中国农业科学,2005,38(6):1244-1249.