

李春曦, 纪仁芬, 顾志新, 等. 不同采果部位水蜜桃湖景蜜露果实软化的影响因素[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(23): 240–242.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.23.057

不同采果部位水蜜桃湖景蜜露果实软化的影响因素

李春曦^{1,2}, 纪仁芬^{1,2}, 顾志新^{1,2}, 李 正¹, 胡留申^{1,2}, 熊 帅^{1,2}, 王招程¹

(1. 上海市浦东新区农业技术推广中心, 上海 201201; 2. 上海市桃研究所, 上海 201302)

摘要:摘后桃果局部软化现象较为普遍, 且极易产生呼吸跃变, 因而较难贮运。为给桃树栽培和桃果贮藏加工提供理论依据, 以湖景蜜露水蜜桃为试材, 研究冷藏期间不同采果部位七成熟果实软化相关影响因素的变化规律。结果表明, 上部果实中缝线两侧果实硬度低于中部和下部的果实, 差异显著; 上部果实呼吸强度高于中部和下部果实, 出现呼吸高峰早于中部和下部的果实; 上部果实采后硬度下降速率和果肉色差 L^* 值的变化速率均显著低于中部、下部成熟果实, 其可溶性固形物含量变化不显著。说明上部为成熟果实短途运输及短期贮藏的适宜采收部位, 中部、下部为成熟果实长途运输及冷藏适宜的采收部位。

关键词:水蜜桃; 湖景蜜露; 采果部位; 软化; 呼吸跃变

中图分类号: S662.109+.3; TS255.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)23-0240-03

桃(*Prunus persica* L.)的某些栽培品种存在果实缝合线局部过早软化现象, 且该现象在一些桃主产区较为普遍, 其主要症状为果实缝合线处局部突起、软化, 而其他部位却尚未成熟^[1-3]。桃是呼吸跃变型果实, 采收期又恰逢高温高湿天气, 采后桃果极易发生呼吸跃变, 迅速软化腐烂, 因而不耐贮运, 这严重地影响了桃果的商品价值和经济效益。

不同采果部位是影响桃果采后软化和耐贮性的重要因素之一, 桃果不同部位的果实硬度有一定的差异。李淑芝对秋红晚蜜桃结果枝不同部位的果实总糖、可滴定酸含量进行测定, 并计算糖酸比, 结果表明, 西南方向上部的果实含糖量最高, 东南方向下部的果实含糖量最低; 西北方向中部的果实含糖量最高, 东南方向上部果实含糖量最低; 西南方向上部的果实糖酸比最高, 西北方向下部果实糖酸比最低^[4]。李永红等报道, 主干形桃树不同方位叶片净光合速率(P_n)、叶绿素质量分数和质地特性差异显著, 而开心形差异不显著, 表现为东北上层 P_n 、叶绿素质量分数和果实胶着性、咀嚼性高于其他方位, 以西北下层最低; 开心形桃树果实质地参数较为一致, 且各部位果实的咀嚼性较高, 果实成熟度一致性好^[5]。周慧娟等的研究表明, 果实中缝线处硬度下降速率均高于中缝线两侧, 且成熟度愈高, 差异愈显著; 不同成熟度桃果实与桃果核同一时间出现呼吸高峰, 说明采后果实软化与种子的呼吸密切相关^[6]。李丽梅等的研究表明, 八成熟是“大久保”桃采收的最佳时期^[7]。贾惠娟等的研究表明, 贮藏期间的果实乙烯释放量以完熟前 2 d 采收的果实增加最快并在果实完熟时达到最大, 树上完熟的果实乙烯释放量最少^[8]。阮英等的研究表明, 果实中的脱落酸(ABA)通过刺激乙烯的生成促进果

实成熟, 种子可能通过调控果实内 ABA 含量和乙烯释放量来影响果实的成熟^[9]。李国栓等推测, 种子产生的乙烯在早熟桃果自内向外的成熟过程中起着重要的调控作用, 果实采后软化与其内含物、细胞膜透性、内源激素的变化密切相关^[10]。冯芳芳等的研究表明, 同一采收期, 南丰蜜橘外围果品品质优于内膛果, 外围不同部位果实品质间差异不显著^[11]。纪仁芬等认为, 桃果实硬度的变化与丙二醛(MDA)含量、相对电导率呈极显著负相关关系^[12]。然而, 有关采后桃果软化规律及果肉色泽变化的研究却鲜有报道。为给桃树栽培和桃果贮藏加工提供一定的理论依据和研究切入点, 笔者测定不同采果部位桃果实的呼吸强度, 并对不同部位的果实硬度及果实内含物的变化进行研究, 探讨贮藏期间桃种子在采后桃果软化中的作用及果实硬度相关影响因素的变化规律。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试材湖景蜜露水蜜桃于 2018 年 7 月 18 日采自上海市桃研究所港城基地, 选择不同采果部位(依据果实外观特征将整个树冠分为上、中、下 3 个采果部位, 距离地面 0.5~1.0 m 的部分定为采果下部, 距离地面 1.0~1.5 m 的部分定为采果中部, 距离地面 1.5~2.0 m 的部分定为采果上部)、七成熟(果皮从青色渐转乳白色时为七成熟)、果个大小相近的果实进行采摘, 采后即用泡沫网套包装后分级装于塑料筐中, 并立即放入上海市桃研究所的保鲜冷库中, 使果心温度降至 4℃贮藏并进行相关试验处理。

1.2 试验方法

根据采集部位的不同设上部、中部、下部 3 个处理梯度, 用打孔的厚度为 0.04 mm 的聚乙烯保鲜袋包装桃果, 每个处理 36 个果实, 3 次重复, 每次选取 6 个桃果进行测定, 将其置于温度为 (4 ± 1) ℃、相对湿度为 80%~85% 的冷库中贮藏。

1.3 调查与观测方法

失质量率的测定与计算参考李合生等的方法^[13], 随机选取 10 个桃果, 称量记录其原始质量, 并于包装后称量其初

收稿日期: 2018-08-24

基金项目: 上海市果业产业技术体系建设项目[编号: 沪农科产字(2018)第 7 号]; 上海市科技兴农重点推广项目[编号: 沪农科推字(2016)第 2-3-1 号]。

作者简介: 李春曦(1983—), 男, 山西大同人, 农艺师, 主要从事桃树栽培及采后保鲜研究。E-mail: sky_njau@163.com。

始质量,分别在处理后 5、10、15 d 再次称质量,按公式(1)计算其失质量率。

$$\rho = \frac{m_1 - m_2}{m_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中: ρ 为失质量率; m_1 为初始质量; m_2 为调查时的质量; m_0 为原始质量。

分别在处理当天及处理后 3、6、9、12、15 d 以手持阿贝折光仪测定桃果可溶性固形物含量。

果肉色泽的观测参照改进了的杜纪红等的方法^[14]进行操作,即用日本产 CR-400C(D65 光源)Minolta 型全自动色差计测定离表皮 1 cm 处的果肉色差,获得果肉色差 L^* 值(表示光亮,从黑到白为 0~100)。

果实呼吸强度的测定方法:在室温为 25℃ 的条件下,随机选取 6 个桃果置于密闭容器中,分别在处理当天及处理后 3、6、9、12、15 d 以台湾产 TES-1370 非色散式 CO_2 气体测试计测定一定时段内容器中 CO_2 浓度的改变量。

中缝线对称两侧果实硬度的测定方法:随机选取 6 个桃果用水果刀削去果实缝合线左右赤道部位对称果皮后,用 GY-1 型果实硬度计测定果肉的组织硬度。

1.4 数据分析

采用 Excel 2003 软件进行数据统计,所有数据为 3 次重复的平均值 \pm 标准误差。运用 SPSS 软件,采用邓肯氏新复极差法对数据进行差异性分析。

2 结果与分析

2.1 冷藏期间不同采果部位桃果实硬度的变化

采后果实硬度是衡量果实衰老软化程度的最直观指标之一。整个冷藏期间不同采果部位果实中缝线两侧硬度的变化情况如图 1 所示,可以看出,上、中、下部果实中缝线对称两侧硬度随贮藏时间的延长呈明显下降趋势,冷藏至 15 d 时,中、下部成熟果实其对称两侧硬度分别由最初的 31.05、31.35 kg/cm^2 降至 19.70、20.90 kg/cm^2 ;上部果实中缝线对称两侧硬度则呈缓慢下降的趋势,冷藏至 15 d 时,果实硬度由最初的 24.50 kg/cm^2 降至 16.10 kg/cm^2 。整个冷藏期间,上部果实的软化速率较小,且其硬度低于中、下部果实,中、下部成熟果实中缝线对称两侧硬度变化趋势无显著性($P > 0.05$,差异显著性分析未列出,下同)差异。

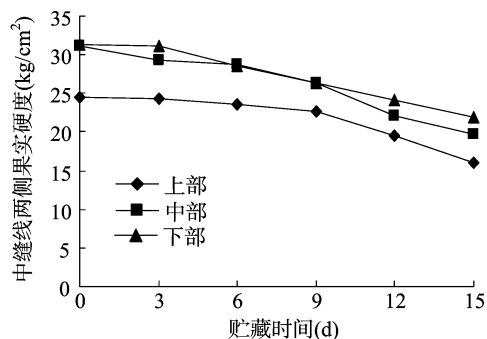


图1 冷藏期间中缝线两侧果实硬度的变化

2.2 冷藏期间不同采果部位桃果实呼吸强度的变化

不同采果部位水蜜桃在采后冷藏期间果实呼吸强度的变化情况如图 2 所示。上部果实于贮藏 12 d 时出现呼吸高峰,

且达到呼吸高峰的呼吸强度比中部和中部要高,其峰值高达 192.55 $\text{mg}/(\text{kg} \cdot \text{h})$;而下部和中部的果实呼吸强度则于贮藏 15 d 时达到最大值,分别为 169.26、148.32 $\text{mg}/(\text{kg} \cdot \text{h})$;中部果实的呼吸高峰值显著($P < 0.05$)低于上部和下部果实,且整个贮藏期间中部果实的呼吸强度基本低于上部和下部果实,冷藏 9 d 以后其差异显著;冷藏 12 d 后中部果实的呼吸强度显著低于上部果实,冷藏 15 d 时,上、中、下部果实呼吸强度差异不显著。结合图 1 和图 2 来看,果实冷藏至 12 d 时出现呼吸高峰,之后果实迅速软化,说明呼吸强度是影响果实软化的重要指标之一。

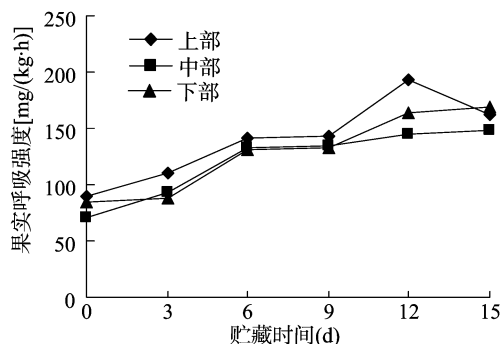


图2 冷藏期间桃果实呼吸强度的变化

2.3 不同采果部位果实失质量率的变化

由表 1 可知,整个冷藏期间,上部和下部成熟果实的失质量率均显著高于中部果实,贮藏前期(5 d)上部、下部果实失质量率的差异不显著,但随着贮藏时间的延长,上部果实的失质量率显著高于下部果实,这与下部果实早期呼吸强度大、代谢功能旺盛而后期果实衰老有关。

表 1 冷藏期间果实失质量率的变化

果实采果部位	不同贮藏天数的失质量率(%)		
	5 d	10 d	15 d
上部	0.344a	0.913a	1.735a
中部	0.221b	0.732c	1.153c
下部	0.315a	0.896b	1.376b

2.4 不同采果部位果实中的可溶性固形物含量的变化

整个冷藏期间,各采果部位桃果中的可溶性固形物(TSS)含量变化趋势见图 3。冷藏至 12 d 时,上、中、下部成熟果实中的 TSS 含量分别由最初的 13.32%、12.24%、11.67% 变为 15.25%、13.21%、13.91%;上部成熟果实中的 TSS 含量明显高于中部和下部果实,中部和下部果实中的 TSS 含量无显著性差异。说明上部果实中的 TSS 含量已积累到顶峰,达到了风味较佳的可食成熟度。

2.5 不同采果部位果肉色差 L^* 值的变化

色差 L^* 值代表果肉的光亮度,从侧面显示了果肉的衰老和变化程度。整个冷藏期间,不同采果部位果实的果肉色差 L^* 值呈下降趋势,同一时期,中部、下部果实的色差 L^* 值差异较小且其变化均较上部果实快,而上部果实前 9 d 下降缓慢,后 6 d 迅速下降;整个冷藏期间,上部成熟果实果肉的色差 L^* 值显著低于中、下部成熟果实,而中、下部采摘的果实之间差异不显著(图 4)。

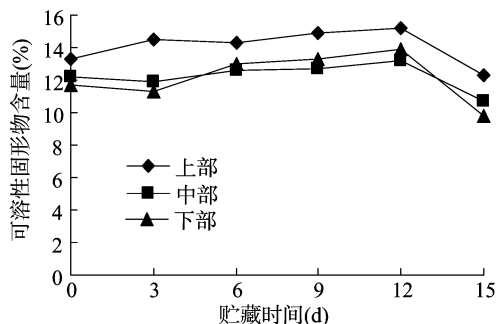
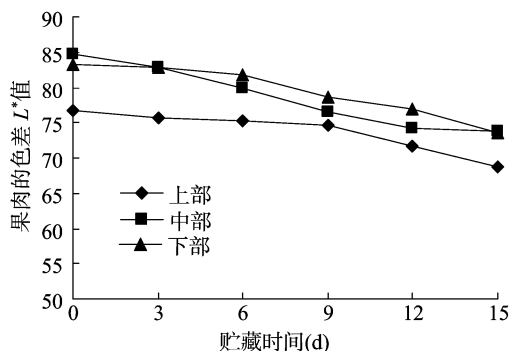


图3 冷藏期间桃果中可溶性固形物含量的变化

图4 冷藏期间桃果果肉色差 L^* 值的变化

3 结论与讨论

果实成熟是一个高度协调的遗传调控过程,其重要特点是果肉质地变软^[15]。软化过程是果实成熟的一个重要特征,但其本身是一个复杂的生理过程。采后贮藏期间,整个果实呈现不均匀软化状态,这可能与果实内部激素、内含物的分布规律有关。试验结果得出,整个冷藏期间,上部果实软化速率较小,中、下部成熟果实中缝线对称两侧硬度变化趋势无显著性差异。

一般果实成熟过程中,会因为种胚发育成熟时所产生的乙烯含量增加而导致水解酶活性升高,淀粉等物质被水解,果实由外而内软化^[15-18]。种子作为植物繁殖后代的主要器官,采后仍然进行着比较旺盛的生理代谢,水蜜桃属呼吸跃变型果实,乙烯主要由呼吸产生。试验结果表明,水蜜桃采后冷藏期间,不同采果部位桃果实出现呼吸高峰,说明桃果实具有呼吸跃变特征,且冷藏前期上部果实的呼吸强度高于中部、下部成熟果,说明其生命力强,代谢旺盛;冷藏后期,各部果实的呼吸强度降低并趋于一致,说明各部分成熟果实在贮藏后期生命力大大减弱,进入快速衰老和果肉组织解体阶段。这进一步说明果实呼吸强度是导致果实采后软化的主导影响因素。

在桃未成熟前,果实缝合线处局部果肉异常突起,出现先变红变软现象,至果实达到采收成熟度时,这部分果肉已经软化过热,这就导致了桃缝合线软化现象的产生。内含物代谢对果实品质和糖类组分含量起着重要作用。试验结果表明,

上部果实的硬度果肉色差 L^* 值明显低于中部和下部果实,中、下部成熟果实中缝线对称两侧硬度变化趋势无显著性差异。上部成熟果实中的可溶性固形物含量较高,说明上部成熟桃果中的糖分及内含物积累较多;上部成熟果实采后硬度下降速率及果肉色差 L^* 值的变化速率均低于中部和下部成熟果实。总之,同一时期,上部为成熟果实短途运输及短期贮藏的适宜采收部位,中部和下部为成熟果实长途运输及长期贮藏的适宜采收部位。

参考文献:

- [1] 贾晓丽,马焕普,刘志民. 桃果实缝合线处软化与糖代谢的关系[J]. 果树学报,2010,27(4):509-513.
- [2] 张雪,刘志民,陈华君,等. 桃果实缝合线软化过程中内源激素的变化[J]. 果树学报,2008,25(2):172-177.
- [3] 刘炳辉,董晓颖,李志军,等. 硬肉桃果实成熟前后几种与果实软化相关的生理指标的变化[J]. 植物生理学通讯,2008,44(5):887-890.
- [4] 李淑芝. 不同结果部位对秋红晚蜜桃糖酸比的影响[J]. 北方园艺,2007(11):61-62.
- [5] 李永红,常瑞丰,王召元,等. 桃树不同方位叶片光合能力与果实质地关系的研究[J]. 西北农业学报,2017,26(10):1477-1483.
- [6] 周慧娟,叶正文,乔勇进. 不同成熟度水蜜桃果实软化的影响因素[J]. 经济林研究,2012,30(1):67-72.
- [7] 李丽梅,冯云霄,关军锋,等. 采收期对“大久保”桃贮藏品质的影响[J]. 河北农业大学学报,2009,32(6):33-36.
- [8] 贾惠娟,李斌,水口京子,等. 不同成熟采收期对清水白桃果实达到完熟时品质的影响[J]. 果树学报,2007,24(3):276-281.
- [9] 阮英,生吉萍,刘开朗,等. 番茄采后成熟过程种子和果皮中脱落酸与乙烯代谢的关系[J]. 中国农业大学学报,2005,10(5):15-19.
- [10] 李国栓,李国兴,郑国生,等. 早熟桃果实和种子发育过程中乙烯产生及ACC含量和ACC氧化酶活性的变化[J]. 植物生理学通讯,1998,34(1):25-27.
- [11] 冯芳芳,魏清江,古湘,等. 不同结果部位和采收期对南丰蜜橘果实品质的影响[J]. 现代园艺,2016(9):6-9.
- [12] 纪仁芬,胡留申,李培环,等. 细胞膜透性和两种内源激素对硬肉桃果实成熟前后硬度变化的影响[J]. 园艺园林科学,2008,24(10):396-399.
- [13] 李合生,孙群,赵世杰,等. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
- [14] 杜纪红,叶正文,张学英,等. 遮光对沪油018油桃果皮花色苷含量及果实着色的影响[J]. 果树学报,2008,25(6):928-931.
- [15] 王伟,张有林. 减压处理对采后杏果实软化的生理控制效应[J]. 西北植物学报,2008,28(1):0131-0135.
- [16] 刘志民,马焕普,王兴华,等. 桃果实缝合线软化的生理原因探讨[J]. 果树学报,2006,23(4):519-522.
- [17] 陈安均,蒲彪,罗云波,等. 桃果实成熟期的软化机理探讨[J]. 四川农业大学学报,2003,21(2):113-115.
- [18] 曲文颖,刘真真,谢琳森,等. 外源脱落酸和乙烯利对蓝莓重要品质的调控[J]. 江苏农业科学,2017,45(17):126-129.