

不同质地桃果实软化过程中 细胞壁组分变化的差异

阎香言, 张熠可, 李福瑞, 徐 泽, 郑继成, 赵彩平

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:以不同质地的桃果实为试材,采用测定乙醇不溶性物质(alcohol insoluble solids, AIS)及总果胶和水溶性果胶等相关指标的方法,研究了细胞壁组分变化的差异对不同质地桃果实软化过程的影响,以期阐明在成熟软化过程中不同质地桃果实的细胞壁组分的变化差异。结果表明:不同质地桃品种软化过程中细胞壁组分含量变化存在明显差异。软溶质桃在贮藏初期乙醇不溶性物质和纤维素含量迅速下降;在整个贮藏期间,软溶质桃的总果胶含量显著低于硬溶质和不溶质品种,而其水溶性果胶含量在贮藏的前期和中期一直保持较高水平。硬溶质和不溶质桃在整个贮藏期间细胞壁组分 AIS、总果胶和纤维素含量均相近,且变化规律相似,即含量一直相对保持稳定,变化幅度较小。此外,水溶性果胶含量变化在溶质和不溶质桃之间存在明显差异。不溶质桃在整个贮藏期间水溶性果胶含量基本保持稳定,仅在贮藏后期缓慢升高;而溶质桃在贮藏中期水溶性果胶含量显著升高。

关键词:桃;果实;软化;细胞壁组分

中图分类号:S 662.101 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)20-0060-07

桃果肉细腻,风味芳香,营养丰富,广为人们所喜爱。但大多数品种桃果实成熟后,变软快,耐贮运性差,严重影响桃果实的市场供应和桃树栽培的总体效益^[1]。选育成熟后果实硬度大、软化速度慢、耐贮运的新品种,一直是近年来桃树育种的重要目标之一。不同果肉质地桃品种果实采后耐贮性存在明显差异。软溶质型桃在成熟过程中释放大量乙烯,果肉迅速软化,耐贮性最差;硬溶

质型桃在成熟初期软化速度缓慢,后期软化速度较快;硬肉型桃在成熟过程中缺乏乙烯的生成,始终保持果肉坚硬结构;而不溶质桃果实硬度在整个成熟过程中下降速度一直很慢,没有最终的软化“溶质”阶段,在完熟时也能保持相对较高的硬度,耐贮性好^[2-3]。

研究发现,导致植物果实软化的主要原因是细胞壁降解。果实成熟过程中发生细胞壁物质的解聚和增溶,解聚是长链的去聚化或缩短,是由于细胞壁的水解作用或者通过非离子键结合的果胶多糖聚合体的去聚化;而增溶则是多聚体中去甲基化(或去酯化),意味着可溶性组分含量增加^[4-5]。植物细胞壁的主要成分之一是果胶,其主要分布于中胶层中,在初生壁中也有分布。在植物果实成熟时,果胶的变化主要包括果胶的去酯化和长链的去聚化,在果实贮藏过程中不溶性的原果胶会降解成可溶性的果胶,使初生壁解体,使得细胞间的黏合力降低,细胞分区消失而失去膨

第一作者简介:阎香言(1992-),女,硕士研究生,研究方向为果树遗传育种与生物技术。E-mail:763806021@qq.com.

责任作者:赵彩平(1975-),女,博士,副教授,现主要从事果树遗传育种与生物技术的教学与科研等工作。E-mail:zhcc@nwsuaf.edu.cn.

基金项目:陕西省科技统筹创新工程计划资助项目(2015KTCQ02-23);西安市科技计划资助项目(NC1501(2))。

收稿日期:2017-07-10

压,最终造成果实硬度降低^[6]。已有研究表明,苹果、柿子、桃等果实随着成熟度的不断增加,全部都表现出原果胶含量明显减少,水溶性果胶含量明显增加的趋势^[7-9]。半纤维素和多糖纤维素结合构成细胞壁的网状结构,是细胞主要的骨架物质,影响着细胞壁的弹性、伸缩强度及可塑性等。甜瓜、芒果等果实成熟软化过程中,初生壁与胞间层中的果胶和部分半纤维素多糖增溶、解聚,酸性糖醛酸及侧链半乳糖、阿拉伯糖等中性糖残基发生解离,细胞黏着力下降^[10-11]。在桃果实成熟软化过程中,富含半乳糖醛酸的果胶主链发生断裂,果胶、半纤维素、纤维素多糖中支链阿拉伯糖、半乳糖也发生不同程度的解离^[12]。

果实软化是大多数易腐果实成熟的一个重要标志,它一方面影响果实采后的品质,如外观、口感、运输能力、抗病害能力等;另一方面也直接影响果实的商品性。目前,对桃果实成熟软化机制的研究主要集中溶质型桃果实上,而研究不同质地(不溶质型、硬溶质型、软溶质型)桃果实成熟过程中各细胞壁组分的降解特性以及在桃果实软化中的作用还鲜有报道。现以软溶质型“雨花露”、硬溶质型“甜桃王”、不溶质型“丰黄”桃为试验材料,探讨桃果实成熟软化过程中细胞壁组分含量的变化,旨在进一步探究不同质地桃果实软化过程中细胞壁组分变化的差异,为完善桃果实成熟软化机理及延长贮藏期的研究提供一定的理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

该研究以不同质地的桃品种“雨花露”“甜桃王”“丰黄”果实为试材,供试品种种植在陕西省杨凌示范区西北农林科技大学北校区园艺场桃种质资源圃,树形为自然开心形,10年树龄,南北行向,土、肥、水常规管理,株行距为4 m×3 m。

1.2 试验方法

所有供试桃品种均在果实八成熟(即果皮绿色开始逐渐减退,呈淡绿色,俗称发白,果面丰满,少量着色,果肉稍硬)时采样。“雨花露”“丰黄”“甜桃王”分别于2015年6月19日、7月24日和8月9日采摘。将采收果实及时运回实验室,挑

选果形端庄、无病虫害、无机械损伤、大小一致的桃果实置于温度为 $(25\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 、环境湿度为70%左右的条件下贮藏。

1.3 项目测定

在果实采收当天及贮藏期间定期测定果实硬度、乙烯释放量,同时测定乙醇不溶性物质(AIS)、总果胶、水溶性果胶、纤维素的含量。

果实硬度的测定:用GY-4型果实硬度计测定去除果皮后的果实硬度,每次随机选取4个,于每个果实不同部位选4个点测定。

乙烯释放量的测定:参照JIN等^[13]的方法,用气相色谱仪(Trace GC Ultra, Thermo Fisher, 意大利)测定。以 $\text{C}_2\text{H}_4 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 表示果实的乙烯释放速率。

乙醇不溶性物质(alcohol insoluble solids, AIS)的提取与测定:称取20 g冷冻果肉组织放入100 mL的95%乙醇搅拌,匀浆,并水浴煮沸回流40 min,用布氏漏斗过滤,200 mL及氯仿与甲醇混和液(体积比为1:1)200 mL冲洗,再用200 mL丙酮冲洗,最后得到均匀白色粉末状固体,30℃烘箱中干燥至恒重。

总果胶和水溶性果胶的提取和测定:称取0.02 g乙醇不溶性物质悬浮于10 mL 100 mmol·L⁻¹ NaOH、50 mmol·L⁻¹ EDTA溶液中,在30℃保温30 min。然后用己酸将pH调至5.0。加入2 mg真菌果胶酶(fungal pectinase),置30℃反应60 min后过滤,收集滤液,得到总果胶提取物。称取20 mg乙醇不溶性物质,用8 mL蒸馏水在30℃提取120 min。然后,在8 000 r·min⁻¹离心15 min,收集上清液,再用少量蒸馏水洗涤沉淀,离心,将2次上清液合并。得到水溶性果胶提取物。果胶含量参考韩雅珊^[14]的方法,用咔唑硫酸比色法测定果胶类物质含量。

纤维素的提取及测定:称取20 mg的AIS,加入到10 mL醋酸-硝酸缓冲液(醋酸:硝酸:水=4:1:2)中,然后放在沸水中溶解30 min,在15 000 r·min⁻¹条件下离心20 min,在残渣里加入10 mL蒸馏水清洗溶解成分后再次离心。在残渣里追加67%的硫酸10 mL后在室温下放置1 h以溶解纤维素。参考ZHOU等^[15]方法用蒽酮比色法测定纤维素含量。

1.4 数据分析

采用 Microsoft Excel 2010 和 DPS v7.05 软件进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同质地桃果实贮藏期间硬度和乙烯释放的变化

硬溶质型“甜桃王”果实在贮藏的前 4 d 一直保持较高硬度,维持在 $10.29 \sim 12.55 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$,之后硬度便快速下降,到贮藏后期硬度又呈缓慢下降趋势。软溶质型“雨花露”果实在贮藏前期硬度便迅速下降至最低仅为 $1.05 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$,果实迅速软化。不溶质型“丰黄”果实在整个贮藏期间

硬度一直呈缓慢下降趋势,下降幅度很小,到贮藏末期果实仍然保持相对较高的硬度(图 1)。

由图 1 可以看出,软溶质桃“雨花露”和不溶质桃“丰黄”在贮藏前期乙烯释放量显著增加,且均在贮藏第 3 天达到峰值,分别为 21.36 、 $41.85 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,并且不溶质桃“丰黄”明显高于软溶质桃“雨花露”,之后均呈下降趋势;且从贮藏第 3 天开始,“丰黄”的乙烯释放量明显高于“雨花露”,在贮藏的第 2~6 天,不溶质桃“丰黄”显著下降,并且在第 6 天达到最低点仅为 $10.93 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。而硬溶质的“甜桃王”在整个贮藏期间乙烯释放量始终处于较低水平,变化不明显。

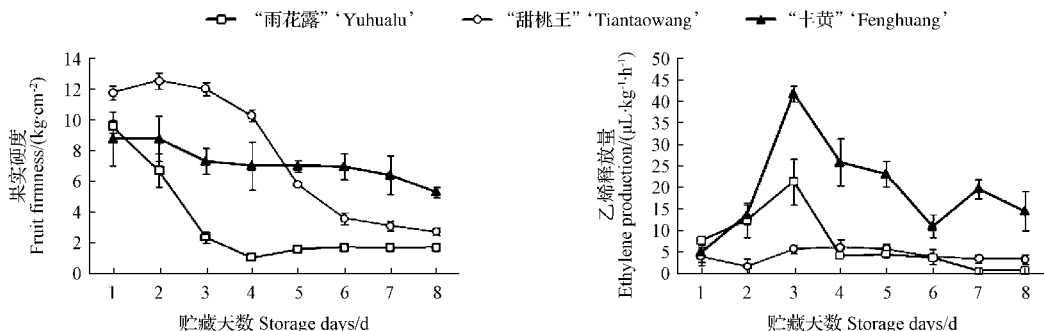


图 1 不同质地桃果实贮藏期间果实硬度与乙烯释放量的变化

Fig. 1 Changes of fruit firmness and ethylene production in different texture peach fruits during storage

2.2 不同质地桃果实贮藏期间 AIS 的变化

果实在成熟和贮藏中发生的软化现象是细胞壁组分在各种酶的作用下分解或水溶性成分增加的结果。图 2 结果显示,不同质地桃果实在采后贮藏初期其 AIS 含量便存在明显差异,具体表现出软溶质桃“雨花露”的 AIS 含量显著高于硬溶质和不溶质品种。在整个贮藏期间不同质地的桃品种果实的 AIS 含量变化均呈下降趋势,但软溶质的“雨花露”桃果实在贮藏初期 AIS 含量便快速下降,最低为 $10.94 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,以后则呈缓慢下降趋势,且从贮藏第 2 天开始其 AIS 含量一直明显低于硬溶质和不溶质桃果实。而硬溶质“甜桃王”和不溶质的“丰黄”果实在贮藏期间 AIS 含量一直呈缓慢下降趋势,变化幅度较小。在贮藏初期的前 4 d,硬溶质“甜桃王”的 AIS 含量均高于不溶质的

“丰黄”果实,而在贮藏后期的 4~8 d,不溶质桃“丰黄”的 AIS 含量均高于硬溶质的“甜桃王”。

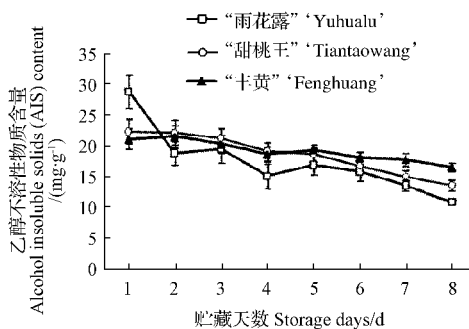


图 2 不同质地桃果实贮藏期间乙醇不溶性物质含量的变化

Fig. 2 Changes of alcohol insoluble solids (AIS) content in different texture peach fruits during storage

2.3 不同质地桃果实贮藏期间总果胶和水溶性果胶含量的变化

3种不同质地的桃果实在贮藏过程中总果胶含量也表现出明显的差异。软溶质桃“雨花露”在贮藏期间总果胶含量整体上呈下降趋势,在贮藏初期迅速上升,在贮藏第2天总果胶含量达到峰值高达11.65%,之后快速下降,从贮藏第4天开始又缓慢上升,之后又下降、上升,变化幅度较大。且除贮藏第2天外,其总果胶含量均显著低于硬溶质和不溶质桃果实。而硬溶质和不溶质桃果实采后总果胶含量较稳定,且二者表现出相似的变化规律,在贮藏前期均缓慢增加,之后又呈略微下降的趋势。在贮藏的前4 d,硬溶质“甜桃王”的总

果胶含量均明显高于不溶质的“丰黄”。在贮藏后期,除贮藏后第6天外,不溶质桃“丰黄”的总果胶含量均高于硬溶质“甜桃王”(图3)。

由图3可知,软溶质和硬溶质桃果实采后的水溶性果胶含量表现出相对相似的变化规律,贮藏第1~2天水溶性果胶含量下降,从第2天开始均呈现明显的上升趋势,达到峰值之后又呈现下降趋势,之后又上升。在贮藏期“雨花露”“甜桃王”及“丰黄”水溶性果胶含量最高分别可达5.18%、4.75%及3.21%。而不溶质桃“丰黄”在整个贮藏期间水溶性果胶含量基本保持稳定状态,贮藏第1~2天迅速下降,仅在贮藏后期缓慢升高。

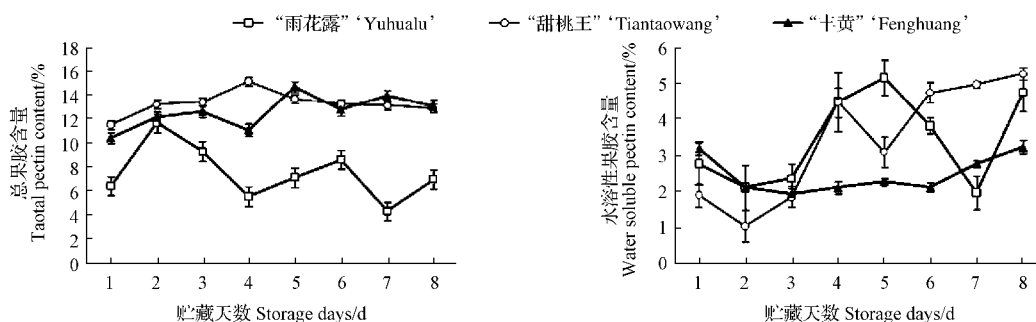


图3 不同质地桃果实贮藏期间总果胶和水溶性果胶含量的变化

Fig. 3 Changes of fruit total pectin and water soluble pectin content in different texture peach fruits during storage

2.4 不同质地桃果实贮藏期间纤维素含量的变化

从图4可以看出,不同质地桃果实采后纤维素含量变化也存在一定差异。随着桃果实的成熟软化,软溶质桃“雨花露”果实的纤维素含量在贮藏前期迅速下降,从 $6.78 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 下降至 $2.25 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,在贮藏中期相对保持稳定,在贮藏后期又持续下降,并且在贮藏的前期和中期其纤维素含量显著高于硬溶质和不溶质桃。硬溶质和不溶质桃在整个贮藏期间纤维素含量相对保持稳定,变化幅度较小。在贮藏期除了第3、6、8天外,硬溶质“甜桃王”的纤维素含量均高于不溶质桃“丰黄”,在贮藏前3 d,硬溶质“甜桃王”的纤维素含量迅速下降,并在第3天达到最低值仅为 $1.03 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$;在贮藏中期和后期,纤维素含量保持相对稳定状态。

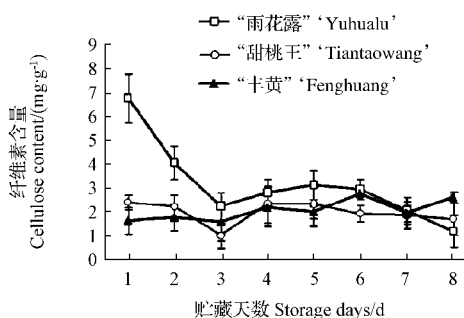


图4 不同质地桃果实贮藏期间纤维素含量的变化

Fig. 4 Changes of cellulose content in different texture peach fruits during storage

2.5 不同质地桃果实贮藏期间细胞壁组分含量的相关性分析

从表1可以看出,贮藏期间“雨花露”的AIS与纤维素含量呈现极显著正相关,而其它细胞壁

表1 不同质地桃果实贮藏期间细胞壁组分的相关分析

Table 1 Correlation analysis between the cell wall components content in different texture peach fruits during storage

		乙醇不溶性物质 Alcohol insoluble solids	总果胶 Total pectin	水溶性果胶 Water soluble pectin	纤维素 Cellulose
“雨花露” ‘Yuhualu’	乙醇不溶性物质 Alcohol insoluble solids	1.000	0.184	-0.386	0.926 * *
	总果胶 Total pectin	0.184	1.000	-0.239	0.119
	水溶性果胶 Water soluble pectin	-0.386	-0.239	1.000	-0.271
“蜜桃王” ‘Tiantaowang’	纤维素 Cellulose	0.926 * *	0.119	-0.271	1.000
	乙醇不溶性物质 Alcohol insoluble solids	1.000	-0.113	-0.919 * *	0.185
	总果胶 Total pectin	-0.113	1.000	0.287	0.007
“丰黄” ‘Fenghuang’	水溶性果胶 Water soluble pectin	-0.919 * *	0.287	1.000	-0.035
	纤维素 Cellulose	0.185	0.007	-0.035	1.000
	乙醇不溶性物质 Alcohol insoluble solids	1.000	-0.429	-0.296	-0.789 *
	总果胶 Total pectin	-0.429	1.000	-0.114	0.208
	水溶性果胶 Water soluble pectin	-0.296	-0.114	1.000	0.090
	纤维素 Cellulose	-0.789 *	0.208	0.090	1.000

注: $r_{0.05}=0.707$, $r_{0.01}=0.834$, P 代表相关系数, $|P|>r_{0.01}$, “* *”代表在水平(双侧)上极显著相关; $r_{0.01}>|P|>r_{0.05}$, “*”代表在水平(双侧)上显著相关。

Notes: $r_{0.05}=0.707$, $r_{0.01}=0.834$, P represent correlation coefficient $|P|>r_{0.01}$, “* *” is on behalf of an extremely significant level; $r_{0.01}>|P|>r_{0.05}$, “*” is on behalf of an significant level.

物质含量之间没有显著的相关性;对于“蜜桃王”而言, AIS 与水溶性果胶的含量呈现极显著负相关;而不溶质的“丰黄”果实在贮藏期间中 AIS 与纤维素含量也呈现显著性负相关。

3 讨论

已有大量研究表明, 乙烯对果实成熟软化起重要调控作用^[16-18], TAKASHI^[19] 研究报道, 溶质和不溶质桃果实在软化期间均表现出乙烯释放量的增加, 尽管程度存在差异, BROVELLI 等^[20] 也揭示, 桃的不溶质性状与低的乙烯释放量没有相关性。KAO 等^[21] 和 ONELLI 等^[22] 报道, 与溶质桃相比, 不溶质桃的栽培品种在采收和贮藏期间有较高的乙烯释放量。该研究结果也显示, 软溶质桃“雨花露”和不溶质桃“丰黄”在贮藏前期乙烯释放量均显著增加, 在贮藏第 3 天均达到峰值, 不溶质桃“丰黄”的乙烯释放峰值显著高于软溶质桃“雨花露”;而硬溶质“蜜桃王”在整个贮藏期间乙烯释放量始终处于较低水平。因此, 溶质与不溶质桃之间的成熟软化差异可能与乙烯的调控途径无关。

目前普遍认为, 果实后熟和贮藏期间果肉软化主要是由于在一些水解酶的作用下果肉细胞壁多糖的降解或解聚的结果^[23]。金昌海等^[24] 研究显示, “雨花 3 号”水蜜桃果实成熟软化过程中, 果

实细胞壁物质含量持续下降。该研究结果也显示, 不同质地桃果实在采后贮藏期间 AIS 含量均持续下降。软溶质的“雨花露”在果实采收时 AIS 含量较高, 但在贮藏期间 AIS 含量快速下降;而硬溶质的“蜜桃王”和不溶质的“丰黄”果实在贮藏期间 AIS 含量缓慢下降。这说明不同质地桃果实在采后贮藏期间细胞壁总物质的降解速度存在差异, 软溶质桃在贮藏期间细胞壁物质降解速度快, 果肉迅速软化, 耐贮性最差。

果胶是构成高等植物细胞壁的初生壁和中胶层的主要成分, 参与胞壁细胞之间的粘连。随着果实发育成熟, 胞间层和细胞壁中果胶出现解聚或增溶, 水溶性果胶含量显著增加^[5]。胡留申等^[25] 研究结果显示, 较低的原果胶降解速率和缓慢的水溶性果胶含量上升是耐贮性好的桃品种果实成熟后硬度较大的主要原因。该研究结果显示, 耐贮性较差的软溶质桃“雨花露”在贮藏期间其总果胶含量显著低于硬溶质和不溶质桃果实, 这可能导致软溶质桃果实细胞间的黏合力较低, 易软化, 不耐贮藏。该研究结果还显示, 采后贮藏期间软溶质和硬溶质桃果实的水溶性果胶含量均显著增加, 而不溶质桃果实在整个贮藏期间水溶性果胶含量基本保持稳定。由此推断, 水溶性果胶含量的增加可能与溶质桃最终出现的软化“溶质”阶段密切相关。

纤维素是构成细胞壁骨架网络的主要物质,尽管已有研究纤维素结构的变化可能与果实的成熟软化有关,但目前为止仍缺乏直接的证据^[25]。李萍等^[26]研究表明,随着杏果实衰老软化,细胞壁纤维素含量呈明显的下降趋势,不耐贮的品种下降速率最大。该研究结果与之相似,不耐贮藏的软溶质桃果实的纤维素含量在贮藏前期迅速下降,而硬溶质和不溶质桃果实在整个贮藏期间纤维素含量相对保持稳定。然而,同时该研究结果也表明,果实采后贮藏期间纤维素含量的变化与硬度变化没有直接的相关性,因此,纤维素含量的变化是否参与了桃果实软化还有待于进一步研究。

参考文献

- [1] LAYNE D R, BASSI D. The peach: Botany, production and uses[M]. UK: CABI, 2008.
- [2] KARAKURT Y, HUBER D J, SHERMAN W B. Quality characteristics of melting and non-melting fresh peach genotypes[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2000, 80: 1848-1853.
- [3] 阚娟, 刘涛, 金昌海, 等. 硬溶质型桃果实成熟过程中细胞壁多糖降解特性及其相关酶研究[J]. 食品科学, 2011, 32(4): 268-274.
- [4] CAFFALL K H, MOHNEN D. The structure, function, and biosynthesis of plant cell wall pectic polysaccharides[J]. Carbohydrate Research, 2009, 344: 1879-1900.
- [5] BRUMMELL D A. Cell wall disassembly in ripening fruit[J]. Functional Plant Biology, 2006, 33: 103-119.
- [6] JARVIS M C, BRIGGS S P H, KNOX J P. Intercellular adhesion and cell separation in plants[J]. Plant, Cell and Environment, 2003(26): 977-989.
- [7] 关军锋, 马智宏. 苹果果实软化与果胶含量、质膜透性和钙溶性的关系[J]. 果树学报, 2001, 18(1): 11-14.
- [8] 田建文, 许明亮, 贺普超. 柿果实采收后生理分析[J]. 植物生理学通讯, 1991, 27(2): 109-111.
- [9] 吕昌文, 齐灵, 修德仁, 等. 桃波动温度贮藏及其机理研究[J]. 华北农学报, 1994, 9(1): 75-80.
- [10] NISHIYAMA K, GUI S M, ROSE K C J, et al. Ethylene regulation of fruit softening and cell wall disassembly in Charentais melon[J]. Journal of Experimental Botany, 2007, 58(6): 1281-1290.
- [11] YASHODA H M, PRABHA T N, THARANATHAN R N. Mango ripening chemical and structural characterization of pectic and hemicellulosic polysaccharides[J]. Carbohydrate Research, 2005, 340(7): 1335-1342.
- [12] JIN C H, SUO B, KAN J, et al. Changes in cell wall polysaccharide of harvested peach fruit during storage[J]. Journal of Plant Physiology and Molecular Biology, 2006, 32(6): 657-664.
- [13] JIN C H, KASHIWAGI T, MIZUNO M, et al. Structural changes in the cell wall pectic polysaccharides accompanied by softening of apple (*Malus pumila* Mill) cultivars Fuji and Kinsei[J]. Food Preservation Science, 1999, 25(6): 293-300.
- [14] 韩雅珊. 食品化学实验指导[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1996: 39-41.
- [15] ZHOU H W, SONEGO L, KHALCHITSKI A, et al. Cell wall enzymes and cell wall changes in flavor top nectarines: mRNA abundance, enzyme activity, and changes in pectic and neutral polymers during ripening and in woolly fruit[J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 2000, 125(5): 630-637.
- [16] TONUTTI P, BONGHI C, RAMINA A. Fruit firmness and ethylene biosynthesis in three cultivars of peach (*Prunus persica* L. Batsch)[J]. Journal of Horticultural Science, 1996, 71(1): 141-147.
- [17] BEGHELDO M, MANGANARIS G A, BONGHI C, et al. Different postharvest conditions modulate ripening and ethylene biosynthetic and signal transduction pathways in Stony Hard peaches[J]. Postharvest Biology and Technology, 2008, 48(1): 84-91.
- [18] BAPAT V A, TRIVEDI P K, GHOSH A, et al. Ripening of fleshy fruit: molecular insight and the role of ethylene[J]. Biotechnology Advances, 2010, 28(1): 94-107.
- [19] TAKASHI H. Inheritance of flesh texture in peach and effects of ethylene treatment on softening of the stony hard peach[J]. Japan Agricultural Research Quarterly, 2014, 48(1): 57-61.
- [20] BROVELLI E A, BRECHT J K, SHERMAN W B, et al. Nonmelting-flesh trait in peaches is not related to low ethylene production rates[J]. Hortscience, 1999, 34(2): 313-315.
- [21] KAO M W S, BRECHT J K, WILLIAMSON J G, et al. Ripening development and quality of melting and non-melting flesh peach cultivars[J]. Hortscience, 2012, 47(7): 879-885.
- [22] ONELLI E, GHIANI A, GENTILI R, et al. Specific changes of exocarp and mesocarp occurring during softening differently affect firmness in melting (MF) and non melting flesh (NMF) fruits[J]. PLoS One, 2015, 10(12): e0145341.
- [23] PAYASI A, MISHRA N N, CHAVES A L S, et al. Biochemistry of fruit softening: An overview[J]. Physiology and Molecular Biology of Plants, 2009, 15(2): 103-113.
- [24] 金昌海, 索标, 阚娟, 等. 桃果实成熟软化过程中细胞壁多糖降解特性的研究[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 2006, 27(3): 70-75.
- [25] 胡留申, 董晓颖, 李培环, 等. 桃果实成熟前后细胞壁成分和降解酶活性的变化及其与果实硬度的关系[J]. 植物生理学通讯, 2007, 4(5): 837-841.
- [26] 李萍, 廖康, 赵世荣, 等. 杏果实采后细胞壁组份及水解酶活性变化研究[J]. 新疆农业大学学报, 2012, 35(6): 446-451.

Differences in Cell Wall Composition During Softening of Peach Fruit With Different Flesh Texture

YAN Xiangyan, ZHANG Yike, LI Furui, XU Ze, ZHENG Jicheng, ZHAO Caiping
(College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: Using three peach cultivars with different texture as materials, the determination of alcohol insoluble solids (AIS) and total pectin and soluble pectin content and other related index method, studied the changes of cell wall component differences on the influence of different texture peach fruits in the softening process, in order to clarify the differences in the softening process of mature different texture changes of cell wall components in peach fruits. The results showed that there were significant differences in cell wall composition during softening of peach fruit with different flesh texture. The contents of AIS and cellulose in the soft-melting flesh (MF) were decreased rapidly at the beginning of storage. Moreover, its total pectin content was significantly lower than that of hard-MF and non-melting flesh (NMF) species during the whole storage period, and its water soluble pectin content has been maintained at a high level. However, the contents of AIS, total pectin and cellulose in hard-MF and NMF peach were relatively stable during the whole storage. Furthermore, there was a significant difference in the content of water soluble pectin between MF and NMF peach. In NMF peach, the content of water soluble pectin remained stable during the whole storage period, and only increased slowly in the later period of storage; while in MF peach, its content increased obviously during the middle storage.

Keywords: peach; fruit; softening; cell wall composition

欢迎订阅、欢迎投稿、欢迎发布广告

《落叶果树》

《落叶果树》1969年创刊,是山东省果树研究所、山东农业大学园艺科学与工程学院主办的山东果树业唯一的省级科研、教学与生产的交流平台。

立足山东,面向全国,作为一本科技期刊,《落叶果树》一直以来坚持以果树科研和生产服务为办刊宗旨,及时报道国内外在本领域内的新成果、新动态、新技术,为全国果树科研、生产、科技经营服务。

48年来我刊始终站在果树科研与生产的前沿,紧跟果树产业体系建设,影响力日益扩大;连年入选中国学术期刊影响因子年报,是果树科研、教学和果农朋友喜爱的专业科学技术期刊。

订阅指南:本刊为双月刊,大16开,国内统一刊号:CN 37-1125/S;国际标准刊号:ISSN 1002-2910,全国各地邮局均可订阅,也可随时拨打订阅电话:0538-8266538,全年只需48元,方便快捷!

地址:山东省泰安市龙潭路66号山东省果树研究所《落叶果树》杂志社
邮编:271000

订阅热线:0538-8266538 8334077 广告热线:0538-8204076

电子邮箱:lygsbj@163.com

微信号:lygs2016

