

中国南方梨果采后生理和病理及保鲜技术研究

林河通^{1,2}, 席珣芳², 陈绍军¹, 张新锦¹, 彭心宇¹, 黄为平¹

(1. 福建农林大学; 2. 浙江大学)

摘 要: 该文总结了近年来分布于我国南方尤其是福建省的梨果采后生理和病理及保鲜技术的研究结果。采后生理涉及果实呼吸、乙烯释放、营养成分、细胞膜透性、膜脂过氧化和果皮色素变化及果实软化机理; 梨果实贮藏期病害主要是果实失水、低温冷害、黑心病、果肉褐变等生理性病害和轮纹病、褐腐病、软腐病等侵染性病害; 梨果保鲜技术如不同品种耐藏性、采收期、防腐保鲜剂、包装、贮藏环境条件、常温贮运、冷藏保鲜等也进行了研究。

关键词: 南方梨果; 黄花梨; 采后生理; 采后病理; 保鲜

中图分类号: S661.2; TS255.4; Q945

文献标识码: A

文章编号: 1002-2689(2002)03-0185-04

梨是福建省重点发展的南方落叶果树之一, 其果实营养丰富, 具有较高的药用价值和保健作用, 有润肺止咳、化痰、消渴、解毒、利尿等药效。梨果既可鲜食, 又可制成梨酒、梨膏、梨脯、梨汁和罐头等加工制品。1990 年以来, 我国南方各省对果树品种结构进行调整, 梨被首推为亚热带气候区的扩大种植果类。南方各省种植的梨以品质好、成熟期早等特点抢占我国南方梨果市场, 梨已成为我国盛夏上市的主要南方水果之一。近年来, 福建省农牧业科研中试基地通过引进省外(包括台湾省)等地新品种, 筛选出适应福建省南部等低海拔地区种植的优良品种“青花梨”、“赤花梨”, 现正在推广种植。梨果业已经成为山区农民脱贫致富的一项重要种植业。随着梨果种植面积的扩大、投产面积的增加和单位面积产量的提高, 梨的产量将大量增加。但由于南方梨果大多数成熟于夏季高温季节, 采后生理代谢旺盛, 极易腐烂变质, 一般采后 4~5 d 软化和腐烂, 鲜果供应时间短, 已出现增产不增收、果实大量腐烂、果农收益低的现象, 从而妨碍了梨果生产大规模发展。南方梨果产后贮运、保鲜及商品化处理技术已经成为生产上亟待解决的问题。搞好南方梨果产后处理, 对于延长鲜果供应期、扩大销售范围和提高果农经济效益, 都具有重要意义。但有关我国南方梨产后贮运保鲜技术的研究报道尚少^[1-6]。为此, 对我国南方尤其是福建省的梨果采后生理变化、品种耐藏特性、适采收期、防腐保鲜、包装技术、常温或冷藏保鲜、贮藏期病害及控制技术进行了研究, 旨在为南方梨果产后贮运保鲜及商品化处理提供适用技术和实践指导。

1 南方梨果采后生理变化

1.1 果实呼吸、乙烯释放和果皮色素变化

梨果实属于呼吸跃变型果实, 如采收后的黄花梨在 (20 ± 1) 条件下 15 d 出现明显的呼吸高峰^[1,2], 而乙烯释放在 11 d 左右出现明显的跃变峰^[6]。梨果实采后极易变色, 表现为果皮叶绿素降解和类胡萝卜素含量的降低, 从而呈现出果实逐渐褪绿而变成梨果成熟时固有的黄色(如杭青、新世纪、青花梨)和黄褐色(如黄花梨、赤花梨、棕包梨、政和大雪梨)。黄花梨在常温下 7 d, 果皮转色率为 12.0%, 10 d 果皮转色完全, 转色率高达 100%。低温贮藏可抑制呼吸作用, 减少乙烯释放, 抑制果皮色素的降解, 从而达到保鲜的目的^[1]。壳聚糖涂膜可抑制黄花梨果实乙烯的释放^[6]。

1.2 营养成分变化

在贮藏期间, 梨果实营养成分如糖、可溶性固形物、可滴定酸、固酸比、维生素 C 等物质都发生变化。可溶性糖和可溶性固形物含量在贮藏前期上升, 而后下降。这与梨果实贮藏期间淀粉等多糖类不断转化为可溶性碳水化合物、不溶性原果胶转化为可溶性果胶等溶于果汁有关, 表现为风味变甜, 果肉出汁率增加; 之后糖作为呼吸基质被消耗, 因此, 含糖量和可溶性固形物含量下降, 随着贮藏时间的延长, 梨果甜味也下降。还原糖在贮藏期间也表现为先升后降的变化规律, 这与多糖类的转化和糖作为呼吸基质被消耗有关。可滴定酸在贮藏期间逐渐下降, 这与有机酸作为呼吸基质被消耗有关。固酸比在贮藏期间随着贮藏时间的延长而上升, 这是由于贮藏过程中, 糖、酸虽同被呼吸消耗而酸却首先被消耗, 从而导致固酸比值上升^[1]。维生素 C 在贮藏期间逐渐下降, 这与维生素 C 的氧化降解有关。4 低温贮藏可延缓梨果实营养成分的降解, 抑制果实成熟衰老,

收稿日期: 2002201214 修订日期: 2002204210

基金项目: 福建省教育厅科技基金项目(K99008)

作者简介: 林河通(1967-), 副教授, 浙江大学在职博士生。研究方向: 农产品加工与贮藏工程。福州市金山 福建农林大学食品学院, 350002

从而达到贮藏保鲜的目的^[1]。

1.3 细胞膜透性变化和膜脂过氧化作用^[3]

黄花梨果实在采后贮藏过程中,果皮和果肉细胞膜透性随着贮藏时间的延长而增加。膜脂过氧化产物丙二醛(MDA)含量在常温下采后 10 d 达到高峰,此后逐渐降低,采后 20 d 左右降至最低后又复上升。果实MDA 积累与脂氧合酶(LOX)活性变化有关。果实采后初期和后期LOX 活性较高,使果实MDA 产生量大于消耗。但随着LOX 活性的下降,MDA 产生量小于消耗,故采后果实细胞膜透性不断增加的同时,MDA 积累呈现峰谷的变化。细胞膜保护酶——超氧化物歧化酶(SOD)活性随着采后时间的延长而下降。壳聚糖涂膜使黄花梨果实SOD 活性维持在较高水平,LOX 活性较低,细胞膜稳定性增加,透性变化小,MDA 含量显著减少。

1.4 果实软化及机理^[1,2]

梨果实采后极易软化,在常温下(20 ± 1) 对黄花梨采后软化过程及机理研究表明:黄花梨采后 5 d 内,果实硬度下降较快,从 $14.99 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ 下降到 $14.08 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$,平均每天下降 1.21%;5~10 d 内下降较慢,平均每天下降 0.32%;此后下降加速,尤其是采后 20~25 d 时,果实硬度从 $12.10 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ 下降到 $10.45 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$,平均每天下降 2.20%。与此同时,随着果实硬度的下降,果肉出汁率增加,其中采后 5 d 内出汁率平均每天增加 5.31%;采后 5~15 d 内平均每天增加 1.84%;而采后 15~20 d 增加速度加快,平均每天增加 6.19%。相关分析表明,采后果实硬度与贮藏时间呈极显著负相关,相关系数 $r = -0.9701 (P < 0.01)$;果实硬度与出汁率也呈极显著负相关,相关系数 $r = -0.9561 (P < 0.01)$ 。对与果实软化有关的物质(淀粉、细胞壁组分——果胶物质和纤维素)代谢及相关酶活性变化进行研究。结果表明,黄花梨采后 5 d 内果实淀粉含量下降 72.80%,淀粉酶活性升高 2.9 倍;之后淀粉含量和淀粉酶活性逐渐下降,采后 25 d 时,果实淀粉仅为采收时的 5.68%。采后原果胶和纤维素含量下降可溶性果胶含量增加,且果实硬度与原果胶含量及纤维素含量都呈极显著正相关,相关系数分别为 $r_1 = 0.9951 (P < 0.01)$, $r_2 = 0.9141 (P < 0.01)$;采后 5 d 内,多聚半乳糖醛酸酶(PG)和纤维素酶活性变化不大,之后迅速上升,到采后 15 d 时达到酶活性高峰,分别为采收时的 3.0 倍和 7.9 倍;之后酶活性逐渐下降。而果胶甲酯酶(PME)活性则逐渐下降。因而认为,黄花梨采后 5 d 内果实软化主要是由于淀粉酶活性的快速上升催化淀粉的快速水解造成的,并为呼吸跃变准备能源物质;之后果实软化是由

PG、纤维素酶作用引起果胶物质、纤维素等细胞壁组分降解所致,并在呼吸跃变过后,衰老阶段的果实加速软化,果肉出汁率显著增加。而 PME 活性与果实软化无直接关系,可能是通过为 PG 准备作用底物而起间接的促进果实软化的作用。

在保鲜贮运实践上,采取适当贮前处理(如果园采前喷施 CaCl_2 、 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 和采后钙处理)和贮藏措施(如适宜低温贮藏)可降低黄花梨果实呼吸强度,延缓呼吸高峰出现,抑制淀粉酶、PG 和纤维素酶活性,保持果实较高的淀粉、原果胶和纤维素含量,保持果实较高的硬度,从而达到抑制果实软化,延长保鲜贮运期,提高保鲜运销效果。

2 南方梨果贮藏期病害及控制

2.1 生理性病害

2.1.1 采后失水、失重

无包装的黄花梨果实失重率随着贮藏期的延长而增加,且温度越高,失重率越大。用 0.04 mm 厚的聚乙烯薄膜袋包装可有效地避免果实失水、萎蔫等现象,与对照组无包装袋失重率差异极显著 ($P < 0.01$)。低温贮藏可减少采后果实失水、失重^[1]。

2.1.2 冷害

南方梨果比北方梨果的耐冷性差,在 0℃ 下贮藏即可发生冷害^[1]。冷害发生与包装方式及低温持续的时间有关。无包装的黄花梨果实在 0℃ 下贮藏 15 d,有 46.67% 的果实发生冷害,其症状为果实烫伤水渍状,果实褐变;贮藏 45 d,冷害果实高达 73.3%,冷害引起果实腐烂。而用 0.04 mm 厚的聚乙烯薄膜袋包装的黄花梨果实冷害发生时间较迟,发生率较低。经薄膜包装的果实在 0℃ 下贮藏 15 d,基本保持原果风味、颜色和品质,果肉汁多味浓,无冷害发生;在 0℃ 下贮藏 30 d,有少部分果实发生烫伤水渍状的冷害症状,但大部分果实基本保持原果风味、颜色和品质,而无冷害发生,好果率仍高达 95.6%;在 0℃ 下贮藏 45 d,有 24.4% 的果实发生冷害,表现为烫伤水渍状,果面凹陷,果实褐变。用适宜低温(4℃)贮藏结合薄膜袋包装即可避免黄花梨果实冷害的发生,在此温度下贮藏 60 d,好果率仍保持 100%,基本保持原果的风味、颜色和品质^[1,2]。

2.1.3 梨果黑心病

梨果黑心病是贮藏过程中常出现的一种生理性病害^[4,5]。黄花梨果实在(20 ± 1)℃ 下贮藏 10 d 就会发病。病变初期首先在果心的心室壁和果柄的维管束连接处形成浅褐色斑块,然后向心室里扩展,使整个果心变为黑褐色,并往外扩展,使果肉部分发生界限不清的褐变,病果风味变劣,在外表上通常观察不

到症状,如用手捏果面则有轻度软绵的感觉。严重时,果皮色泽发暗,果肉大片变褐,果心软烂,不堪食用。黄花梨果实贮藏期黑心病的发生可能与采前山地果园栽培缺钙有关,更主要的原因是与采后果实衰老特别是果心首先衰老崩溃有关。而杭青梨果实采后不易发生黑心病。生产上采取采前田间栽培期间喷施 CaCl_2 或 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 以提高黄花梨果实的钙含量及采取适当的措施(如采后 CaCl_2 浸渍处理或适宜低温贮藏)可减少或不发生梨黑心病。

2.1.4 梨果肉褐变

梨果肉褐变是贮藏后期常发生的一种生理性病害^[5]。黄花梨果实薄膜包装冷藏(4~6)个月,梨果心变褐、变黑,形成水烂病斑,使心壁溃烂,继而引起果肉溃烂。有的果肉组织呈蜂窝状褐色病变。这种果肉褐变可能是薄膜袋内 CO_2 浓度过高而引起高 CO_2 伤害,也可能是长时间贮藏梨果实的自然衰老引起的。生产上采取薄膜打孔的包装方式及缩短贮藏期即可避免梨果肉褐变的发生。

2.2 侵染性病害

2.2.1 梨轮纹病

梨轮纹病是杭青梨和黄花梨贮藏最常见的侵染性病害,常引起贮藏期果实大量腐烂^[1]。其症状为:病果初期以皮孔为中心发生水渍状、褐色、近圆形的斑点,逐渐扩大而呈暗红色,往往有明显的同心轮纹,后期自病斑中心起逐渐产生许多黑色小粒;病斑直径一般为 5~15 mm,容易腐烂,并流出茶褐色的粘液。该病在杭青梨果实上发生时期比黄花梨早。在 $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ 下,杭青梨在采后 1 周即开始出现梨轮纹病引起的果实腐烂;采后 10 d,该病危害严重,果实腐烂高达 75%;采后 15 d,果实基本腐烂,已无好果。而黄花梨果实在 $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ 下贮藏 10 d,果实还未出现梨轮纹病引起的果实腐烂;贮藏 15 d,有 30% 的果实发生腐烂;贮藏 20 d,果实腐烂 40%;贮藏 25 d,果实基本腐烂。这种腐烂大都由梨轮纹病所引起。黄花梨果实在 25~30 $^\circ\text{C}$ 室温下贮藏 15 d,梨轮纹病多,腐烂率高达 50%。梨果采后用 0.1% 的甲基托布津、多菌灵、戴唑霉杀菌剂浸果 5 min,结合低温贮藏(4 $^\circ\text{C}$)可控制贮藏期梨轮纹病的发生。

2.2.2 梨褐腐病

梨褐腐病是梨果贮藏、运输期间的一种重要病害,发生严重的,往往造成很大的损失^[4,5]。其症状为:发病初期,果面上产生浅褐色软腐斑点,以后病斑迅速扩大,几天可使全果腐烂;发病后期围绕病斑中心逐渐形成同心轮状排列的灰白色到灰褐色、2~3 mm 大小的绒状菌丝团。梨果适期采收,采收和采后处理尽量减少机械损伤,果实采后用甲基托布津、

多菌灵、苯莱特浸果处理,采取适宜贮藏条件(2~4 $^\circ\text{C}$, 90% RH),可防治梨果褐腐病。

2.2.3 梨软腐病

梨软腐病一般零星发生,但是果实伤口多、贮藏温度高时发生较重^[5]。其症状为:发病初期在果实表面出现浅褐色至红褐色圆斑,之后扩展成黑褐色不规则形软腐病斑;高温时,5~6 d 内可使病果全部软腐;在病部长出大量灰白色气生菌丝和黑色小点。生产上防治的关键是采收、贮运过程中尽量减少果实的伤口;采后用漂白粉等含氯消毒剂、戴唑霉、苯莱特等杀菌剂浸果处理;适宜低温贮藏(2~4 $^\circ\text{C}$)等措施可避免或减少梨软腐病的发生。

3 南方梨果保鲜技术和主要环节技术参数

3.1 南方梨果不同品种耐藏特性

以我国南方尤其是福建省梨果主栽品种黄花梨、杭青、新世纪、菊水、祗圆、政和大雪梨、棕包梨、青花梨、赤花梨为实验材料,研究不同品种的耐藏性。结果表明:棕包梨最耐贮藏,黄花梨、政和大雪梨较耐贮藏;祗圆、菊水次之,而杭青、新世纪、青花梨、赤花梨不耐贮藏。上述品种耐藏性不同,与梨品种特性及成熟期有关。由于棕包梨、政和大雪梨成熟于 9 月下旬至 11 月上旬,成熟时气温较低,因而较耐贮藏;黄花梨果皮比杭青、新世纪梨果皮厚,因此黄花梨较耐贮藏;新世纪、杭青、菊水、祗圆、赤花梨、青花梨成熟于夏季高温季节,采后生理代谢旺盛,因而不耐贮藏。黄花梨果实的耐藏性也不及棕包梨和政和大雪梨,这与黄花梨成熟于夏季高温季节有关。

3.2 采收期和采收成熟度标准

梨的适宜采收期为种子表面颜色变褐,果皮颜色黄略具绿色或绿中带黄(如杭青梨、新世纪、青花梨),或果皮颜色黄褐色(如黄花梨、棕包梨、政和大雪梨);果梗易和果台脱离;梨果横切面涂上 I_2KI 溶液后,有 60% 果面染成蓝色(用以检测梨果淀粉的存在状况);可溶性固形物(TSS)、固酸比和果实硬度因品种不同而异,黄花梨 TSS 为 10.5%~11.0%、固酸比(65~70):1,果实硬度 11.5~15.0 $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$,杭青梨 TSS 为 12%,固酸比(70~80):1,果实硬度 14~49 $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$ 。当有 80% 的果实达到上述标准时,即可采收。贮藏期较短或进行冷藏,可适当晚采。梨品种不同采收期各异,一般适当早采有利于贮藏,贮藏后腐烂损失少;采收过迟,则不利于贮藏,在贮藏中易产生生理病害和增加腐烂率。

3.3 防腐保鲜剂

试验筛选出保鲜剂甲基托布津、多菌灵、戴唑霉对梨果有较好的防腐保鲜作用,在杀菌剂中添加植

物生长调节剂 GA_3 、6BA 可增加保鲜效果,减少果皮色素转化,较好地保持梨果的颜色。此外,涂膜剂壳聚糖、蔗糖脂肪酸酯等对梨果也有较好的保鲜作用。

3.4 包装方式

梨果采用塑料薄膜打孔包装,塑料薄膜单果包、泡沫网袋单果包,然后用纸箱外包装,能获得较好的保鲜效果。薄膜打孔包装可减少果实失水和萎蔫,避免贮藏期特别是贮藏后期袋内 CO_2 浓度太高产生高 CO_2 伤害,又可达到自发气调(MA)作用,有利于果实保鲜贮藏。薄膜单果包装可减少采后失水,避免烂果间相互感染;泡沫网袋单果包可减少贮运过程中果实的振动损伤和摩擦损伤。外加纸箱包装可减少采后失水。

3.5 贮藏环境条件

南方梨果的适宜贮藏条件为温度 $2\sim 4^\circ C$,相对湿度 90%, $5\% O_2 + 3\% CO_2$,但不同梨品种不同。

3.6 常温贮运

梨果适期采收 选别 分级 防腐保鲜剂处理

晾干 包装 $\left\{ \begin{array}{l} \text{运输 销售} \\ \text{常温贮藏 出库销售} \end{array} \right.$

黄花梨常温贮藏 12 d,好果率 97%,贮藏 15 d,好果率 91.87%,失重率 $< 5\%$;杭青梨常温贮藏 10 d,好果率 95%,贮藏 16 d,好果率 80%,失重率 $< 5\%$ 。

3.7 冷藏保鲜

梨果适期采收 选别 分级 防腐保鲜剂处理

晾干 预冷 包装 $2\sim 4^\circ C$ 冷藏。

黄花梨冷藏保鲜 2 个月,好果率 100%,失重率

1.5%,基本保持原果的风味、颜色和品质;杭青梨冷藏保鲜 2 个月,好果率 98%,失重率 1.8%,基本保持原果的风味、颜色和品质。

3.8 福建省建宁县梨果生产基地进行黄花梨、杭青梨果实常温保鲜示范推广试验

在建宁县 2 个采果点,3 个实验贮藏场所进行生产性试验,共处理果实 5 000 kg 左右。结果如下:黄花梨果实塑料薄膜单果包装常温贮藏效果好,贮藏 12 d,好果率高达 97%,贮藏 16 d,好果率为 88%~85%;杭青梨耐藏性较差,在常温下贮藏 10 d,好果率 95%,贮藏 16 d,好果率 80%。

[参 考 文 献]

- [1] 林河通,洪启征,袁振林等.黄花梨果实冷藏适温的研究[J].农业工程学报,1997,13(1):206~210
- [2] 林河通.现代果品贮藏保鲜技术进展[J].农业工程学报,1995,11(1):125~131
- [3] 林河通.龙眼采后生理和病理及贮运技术研究进展[J].农业工程学报,2002,18(1):185~190
- [4] 林河通,陈绍军,席珣芳等.龙眼果皮微细结构的扫描电镜观察及其与果实耐贮性的关系[J].农业工程学报,2002,18(3):95~99
- [5] 闫勤劳,薛少平,朱琳等.猕猴桃速冻处理低温贮藏恒温缓解工艺的试验研究[J].农业工程学报,2001,17(3):122~124
- [6] 水茂兴,马国瑞,陈美慈等.壳聚糖对采后黄花梨果实膜脂过氧化和乙稀生成的影响[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),2001,27(5):541~545
- [7] 戚佩坤.果蔬贮运病害[M].北京:中国农业出版社,1994:50~55
- [8] 邱强.原色果品·蔬菜贮运病害图谱[M].北京:中国科学技术出版社,1996:23~24

Postharvest Physiology, Postharvest Pathology and Freshness-Keeping Technologies of Pear Fruit in South China

Lin He tong^{1,2}, Xi Yufang², Chen Shaojun¹, Zhang Xinjin¹, Peng Xinyu¹, Huang Weiping¹

(1. College of Food Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China;

2 Department of Food Science and Nutrition, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China)

Abstract In this paper, the research results of postharvest physiology, postharvest pathology and freshness-keeping technologies of pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) fruits, which were distributed in Fujian Province were summarized in recent years. Postharvest physiology involved the changes of fruit respiration, ethylene production, nutritional ingredient, cell membrane permeability, cell membrane oxidation and pericarp pigment, and fruit softening mechanism. Physiological diseases caused by fruit water loss, chilling injury, core browning and flesh browning, and infectious diseases caused by macrophoma rot (*Macrophoma Kawatsukai* Hara), brown rot (*Sclerotinia fructigena* Aderh. et Ruhl.) and rhizopus rot (*Rhizopus nigricans* Ehrh.) during pear fruits storage. Quality keeping technologies of pears such as storability among various cultivars, harvesting date, antiseptics, package, storage environmental condition, storage and transport under ambient temperature, cold storage and freshness-keeping, etc., were studied too.

Key words: pear fruit in South China; Huanghua pear; postharvest physiology; postharvest pathology; freshness-keeping