

不同采收期西洋梨后熟时间及品质变化的研究

赵晨霞, 李学伟, 冯社章, 杜金萍, 赵艳霞

(北京农业职业学院, 北京 102442)

摘 要:采用西洋梨品种中的“凯斯凯德”果实为试材, 对9月5日(T1)、9月15日(T2)、9月25日(T3)采收的果实各生理指标变化情况进行测定。结果表明: 20℃下贮藏的果实 T1、T2、T3, 分别在采收后12、10、6 d 左右完成后熟, T2 果实后熟品质较好, T1 果实较耐贮藏, T3 果实货架寿命较短。各采收期果实 在 0℃贮藏 60 d 内不会完成后熟软化过程, 转入 20℃后 T1 果实基本失去了正常后熟能力, T2、T3 果实与直接贮藏于 20℃条件下果实相比, 后熟时间均提前了 2 d 分别在贮藏的第 8、4 天完成后熟过程。

关键词: 凯斯凯德; 西洋梨; 后熟; 品质变化
中图分类号: S 661.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001—0009(2010)22—0001—06

“凯斯凯德”是西洋梨品系中的晚熟品种, 来源于美国, 平均单果重 500 g 左右, 果实阔瓢形, 果柄粗短, 全果着深红色。后熟以后果肉细软多汁, 味香甜可口。西洋梨贮藏后最佳后熟温度为15~21℃, 高于此温度果实后熟后品质较差、腐烂增加^[1]。

现通过对不同采收期的“凯斯凯德”果实后熟期及后熟品质的研究, 来确定不同采收期果实在 20℃和 0℃下贮藏 60 d 后转入 20℃条件下完成后熟所需的时间。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验以西洋梨品种“凯斯凯德”为试材, 于 2009 年进行, 供试西洋梨采自北京市大兴区榆垓镇御丰园生态果业有限公司, 树龄 6 a, 果园管理中上等, 砂土地。

1.2 试验设计

李振茹等对 4 个西洋梨品种适宜采收期进行研究后, 确定北京大兴区西洋梨品种“凯斯凯德”适宜采收期为 9 月中旬^[2]。该试验设 3 个不同采收期(表 1), 每个采收期采果 420 个, 采收时尽量选择树冠大小和树势相对一致的 10 株树进行采样, 土壤条件和管理情况完全相同, 采收后放入塑料周转箱中, 当天运抵北京农业职业学院加工楼实验室。经 12 h 预冷后挑选果实色泽基本一致, 大小均匀, 无机械损伤和病害的果实用于试验。将每个采收期果实分成二部分, 一部分果实采后贮藏于 20℃条件下, 每隔 2 d 测定其相关指标, 另一部分贮藏于 0℃条件下, 每 15 d 对其生理指标测定 1 次, 60 d 后转入 20℃条件下, 每 2 d 测定相关指标。

表 1 西洋梨采收期和果实生长发育期

不同采收期 Different harvest time	采收期 Harvest time I (早采 T1 Early harvest T1)	采收期 II Harvest time II (适宜 T2 Suitable harvest T2)	采收期 III Harvest time III (晚采 T3 Late harvest T3)
采收时间 Harvest date(月 日)	9-5	9-15	9-25
果实生长发育期 Fruit growth period/ d	138	148	158

1.3 试验方法

1.3.1 果实呼吸速率的测定 采用 GXH-305 型红外线 CO₂ 分析仪测定。用 1 040 mg/kg 的标准 CO₂ 气体校准仪器, 测定时环境温度为 25℃^[3], 呼吸速率的单位: CO₂ mg·kg⁻¹·h⁻¹。

1.3.2 果实乙烯的测定 乙烯的测定按张维一^[4]的方法测定, 但略有改进。取 5 个果称重量后置于 6.14 L 真空干燥器中, 于 20℃密闭 2 h 后, 用注射器吸取样气, 抽取 1 mL 样气用气相色谱(岛津 GC-14B 气相色谱仪测定, 气相色谱固定相 GDX-502。检测器为 FID, 进样口温度 100℃, 柱温 80℃, 检测器温度 100℃, 载气为 N₂, H₂ 为燃气, 空气为助燃气, N₂、H₂ 流速为 50 mL/min)测定乙烯释放量, 外标法定量。公式为: 乙烯释放量(μL·kg⁻¹·h⁻¹)= 乙烯浓度×(6.14—果实体积)/(2×果实质量×1 000)。

1.3.3 相对电导率的测定 用 HANNA EC 215 型电

第一作者简介: 赵晨霞(1958—), 女, 北京人, 教授, 研究生导师, 研究方向为果蔬贮藏与加工。E-mail: chenxi Zhao@sina.com。
基金项目: 北京农业职业学院示范校建设院级课题资助项目。
收稿日期: 2010—08—26

导仪测定,以果肉组织圆片浸提液的相对电导率(电导率与总电导率比值)表示。

1.3.4 丙二醛(MDA)含量测定 将2 g 西洋梨果肉加10 mL的0.2 mol/L 磷酸缓冲液(pH 6.4)冰浴研磨,4℃冰冻离心机13 000 r/min 离心30 min,取上清液,采用硫代巴比妥酸比色法^[5],用紫外分光光度计测定。

1.3.5 果实硬度测定 果实的硬度采用GY-B手持硬度计测定^[6],在果实的胴体部于对角线方向取2组对称点去皮,重复4次取平均值(单位:kg/cm²)。

1.3.6 VC含量测定 采用2,6-二氯酚酚钠盐法测定^[9](单位:mg·(100g)⁻¹)。

1.3.7 可溶性固形物(SSC)含量测定 用WYT型手持折光仪测定^[9]。每个果实在测定硬度的位置同时对可溶性固形物进行测定,重复4次取平均值(单位:%)。

1.3.8 可滴定酸(TA)含量测定 采用酸碱滴定法测定^[9],以柠檬酸百分数表示(单位:%)。

1.3.9 果心褐变率和褐变指数测定 每次取样8~10个果实。果心褐变率=褐变果实数/总的果实数×100%。果心褐变指数表示果心褐变的严重程度,按照果实果心褐变面积的大小,将果心褐变程度分为5级。0级:无果心褐变;1级:果心褐变面积0~5%;2级:果心褐变面积5%~10%;3级:果心褐变面积10%~20%;4级:果心褐变面积大于20%。果心褐变指数=∑[(果心褐变级别×该级果实数目)/(最高褐变级别×总果实数)]。

2 结果与分析

2.1 贮藏20℃条件下采后生理指标的变化情况

2.1.1 不同采收期果实呼吸速率和乙烯释放量的变化

由图1(A)可知,3个采收期的“凯斯凯德”果实T1、T2、T3分别在采后第12、10、8天出现呼吸高峰,且成熟度越低的果实呼吸峰值越高,之后呼吸速率则逐渐降低,说明成熟度低的果实,生长仍在进行,表现出较旺盛的呼吸代谢活动,随着果实逐渐成熟,果实中有机物的积累和呼吸代谢活动减弱,T2、T3果实都在贮藏的第14天出现第2次呼吸高峰,但峰值较小。由图1(B)可知,“凯斯凯德”果实乙烯释放量与呼吸速率变化规律基本一致。在整个后熟贮藏过程中,T1果实乙烯释放峰值高于T2和T3。但采收当天果实乙烯释放量的关系为T3>T2>T1。贮藏过程中,由于不同采收期西洋梨果实乙烯跃变启动时间不同,T2、T3西洋梨果实出现乙烯释放高峰早于T1,分别在采后第10天和第6天即达到高峰,T1高峰的出现时间则在采后第12天。由此可知,西洋梨采收期越晚,采收时乙烯释放量越高,产生乙烯跃变越早。这说明,呼吸速率和乙烯释放量与果实成熟度密切相关^[7,8]。

2.1.2 不同采收期果实相对电导率和丙二醛(MDA)含

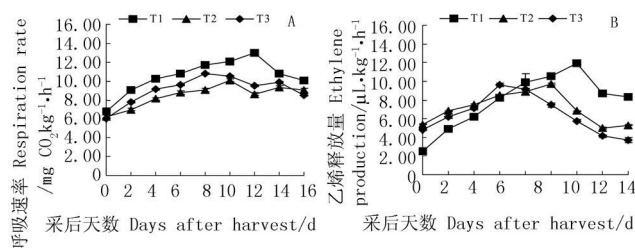


图1 不同采收期果实呼吸速率(A)和乙烯释放量(B)的变化

Fig. 1 The fruits of the different harvesting changes in respiration rate(A) and ethylene production(B)

量的变化 由图2(A)可知,20℃贮藏过程中,不同采收期果实相对电导率均逐渐升高,T1果实刚采收时升高较缓慢,贮藏12 d后变化加快;T2、T3果实则在刚采收时就升高较快,T2在贮藏第10天果实电导率与刚采收时相比升高了71.6%,T3则在采后第6天就比刚采收时升高了67.6%,随后升高较缓慢。由图2(B)可知,不同采收期的果实MDA含量总体均呈上升趋势,T1果实在贮藏前期MDA含量变化平缓,在贮藏后期至贮藏结束时MDA含量急剧上升,可能此时果实组织开始老化,脂质过氧化作用增强,细胞膜透性增大,使MDA迅速积累;T2、T3果实在采收初期就变化较迅速,T2、T3果实分别在贮藏的第10、6天后变化趋于平缓,这说明越早采收的果实丙二醛含量越低,适宜采收期和晚采果实刚采收时丙二醛含量就相对较高。

2.1.3 不同采收期果实硬度和VC含量的变化 果实硬度与果品品质和耐贮性有着密切关系。由图3(A)可知,不同时期采收的果实硬度随着采收期的延迟而下降较快,呈显著性差异。T1、T2、T3果实硬度初值分别为13.4、11.7、10.8 kg/cm²,不同采收期果实硬度初值间的关系为:T1>T2>T3,由此可知在果实生长发育过程中,果实硬度随着果实的成熟而降低。果实硬度随贮藏时间的延长而逐渐降低,T1果实硬度始终最高,T3果实硬度最低,T3果实由于采收时硬度最低,贮藏至第12天时硬度已很低,果肉大多变绵变软,失去了商品价值。T1、T2果实硬度前期下降较缓慢,分别在贮藏的第12和第10天下降幅度较大,之后变化又趋于缓慢。VC是植物体内的非酶类自由基清除剂,能有效清除O₂⁻和H₂O₂,提高SOD和POD活性,维持活性氧代谢平衡,从而延缓果实的后熟软化。由图3(B)可知,刚采收时不同采收期的果实VC含量不同,T3果实VC含量大于T1、T2,但在贮藏6 d后T3果实迅速下降,且第8天时下降到2.55 mg/100g,之后变化缓慢;T1果实在第10天时VC含量降至2.74 mg/100g,10~16 d贮藏时间里其VC含量小于T2果实;T2果实在贮藏的前2 d,VC含量呈上升趋势,之后缓慢下降。

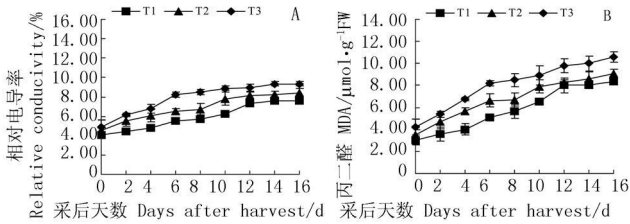


图 2 不同采收期果实相对电导率(A)和丙二醛(B)含量的变化
Fig. 2 The fruits of the different harvesting changes in relative conductivity(A) and MDA(B)

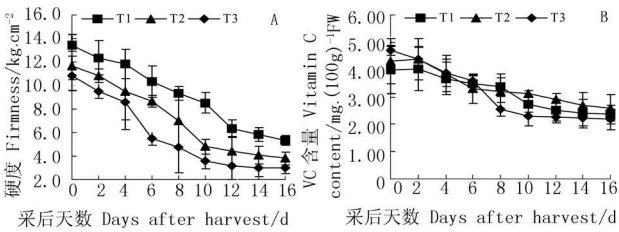


图 3 不同采收期果实硬度(A)和 VC(B)含量的变化
Fig. 3 The fruits of the different harvesting changes in firmness(A) and VC(B)

2.1.4 不同采收期果实可溶性固形物(SSC)和可滴定酸(TA)含量的变化 由图 4(A)可知,西洋梨在 3 个不同采收阶段的可溶性固形物含量差异显著,刚采收时,T1 果实淀粉含量较高,贮藏前期由于淀粉的转化作用而使 SSC 含量迅速上升,之后由于呼吸作用的消耗而逐渐降低;T2 果实贮藏前期 SSC 含量变化幅度最小,保证了果实贮藏期间的风味;T3 果实 SSC 含量直线下降,说明采收时果实中淀粉大多已转化,呼吸消耗较多,衰老得较快。由图 4(B)可知,T1 果实可滴定酸含量达到一定的峰值后均随贮藏时间的延长而逐渐下降,而 T3 果实可滴定酸含量直线下降,说明其果实呼吸消耗较多,衰老得较快。可滴定酸含量直接影响果实的风味品质,同时也是影响耐贮性的主要因素之一。相对较高的酸性环境下,引发衰老的酶的活性较低,所以果实采收越早,衰老越慢。但采收过早,酸含量太高会影响果实的适口性,严重时会影响果实的后熟生理。

2.1.5 不同采收期果实果心褐变率和果实果心褐变指数变化 由图 5 可知,20℃条件下不同采收期的果实果心褐变率和褐变指数是有差别的,采收期与褐变率和褐变指数密切相关。采收越晚,果心褐变出现的时间越早,褐变越严重,T3 果实在贮藏的第 8 天就出现了果心褐变现象,且褐变指数较高;T1 果实在贮藏过程中一直没有出现果心褐变现象,这可能与果实含酸量较高抑制了相关酶的活性,延缓了果实的褐变速度有关;T2 果实则在第 12 天出现了果心褐变现象,但褐变指数相对较低。

2.2 0℃贮藏 60 d 后转入 20℃采后生理指标变化
2.2.1 不同采收期果实呼吸速率的变化 由图 6(A)可知,果实贮藏 0℃的条件下,呼吸速率明显被抑制,T2、T3 果实贮藏 15 d 时呼吸速率有上升趋势,但是没有出现明显的峰值,贮藏 15~60 d 时呼吸速率呈缓慢下降趋势;T1 果实在整个低温贮藏过程中则一直呈缓慢下降的趋势。由图 6(B)可看出,0℃贮藏 60 d 后转入 20℃的果实 T1、T2、T3,T1 果实在贮藏的过程中一直没有出现呼吸越变,且呼吸速率低于 T2、T3;果实 T2、T3 则分别在贮藏的第 8、4 天出现了呼吸越变,呼吸速率分别为 9.60、9.54 mg CO₂ kg⁻¹·h⁻¹,随后又迅速下降。与直接贮藏在 20℃环境下的果实相比呼吸高峰的出现时间均提前了 2 d,且峰值相比较低。可见在低温条件下贮藏的果实呼吸速率明显降低,转入常温贮藏后,不同采收期的果实呼吸速率变化都受到了影响。

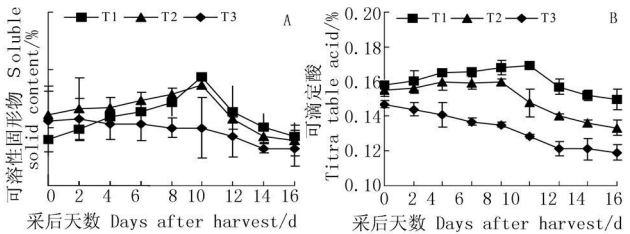


图 4 不同采收期果实可溶性固形物(A)和可滴定酸含量的变化
Fig. 4 The fruits of the different harvesting changes in SSC(A) and TA (B)

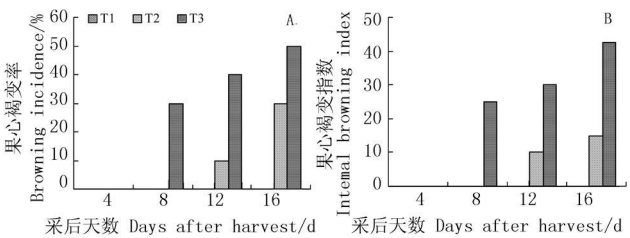


图 5 不同采收期果实果心褐变率(A)和果心褐变指数(B)的变化
Fig. 5 The fruits of the different harvesting changes in browning incidence and internal browning index

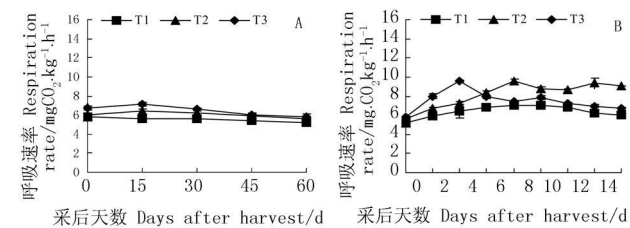


图 6 不同采收期果实在 0℃(A)和 20℃(B)贮藏时呼吸速率的变化
Fig. 6 The different harvesting fruit at 0℃(A) and 20℃(B) the changes in respiration rate during storage

2.2.2 不同采收期果实乙烯释放量的变化 由图 7(A)

可知, T1、T2、T3 果实在 0°C 贮藏条件下, 乙烯释放量一直处于较低且平稳的水平, 与呼吸速率的变化相似。T1 果实乙烯释放量一直呈缓慢下降趋势; T2、T3 果实贮藏前 15 d 果实乙烯释放量呈上升趋势, 之后一直处于下降趋势, 且没有出现明显的乙烯释放峰值, 贮藏 60 d 时乙烯释放速率分别为 42.7 、 $36.0 \mu\text{L} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。由此可见, 低温可以显著抑制乙烯的释放, 从而实现延缓果实后熟软化的目的。由图 7(B) 可看出, 0°C 贮藏 60 d 后转入 20°C 条件下贮藏的果实 T1、T2、T3, T1 果实在贮藏的过程中一直没有出现乙烯释放高峰; 果实 T2、T3 则分别在贮藏的第 8、4 天出现了乙烯释放高峰, 与直接贮藏在 20°C 环境下的果实相比高峰的出现时间均提前了 2 d, 随后又迅速下降, 这又与果实在呼吸高峰的出现时间上相似。

2.2.3 不同采收期果实相对电导率的变化 由图 8(A) 可知, 刚采收时 T3 果实的相对电导率高于 T1、T2, 且差异显著。在 0°C 贮藏的前 15 d, T2、T3 果实相对电导率呈上升的趋势, 但随着时间的延长之后又开始缓慢下降, 贮藏至第 60 天时, T2、T3 果实的相对电导率分别为 37% 、 38% , 差异不显著; T1 果实则从刚采收开始相对电导率就一直呈缓慢下降趋势。由图 8(B) 可看出, 0°C 贮藏 60 d 后转入 20°C 条件下贮藏的 T1、T2、T3 果实相对电导率在整个过程中都呈缓慢上升的趋势, 且开始阶段升高较快, 之后则趋于平缓。T1 果实的变化速度与 T2、T3 相比较缓慢; T3 果实变化速率明显高于 T2、T1。

2.2.4 不同采收期果实丙二醛(MDA)含量的变化 由图 9(A) 可知, 在贮藏期间, 刚采收时 T3 果实的丙二醛含量高于 T1、T2 且差异较显著。T1 果实丙二醛含量在 0°C 贮藏的前 30 d, 一直缓慢下降, 之后则呈缓慢上升的趋势; T2 果实整个低温贮藏过程中都呈上升趋势, 但上升较缓慢; 采收后贮藏的前 15 d, T3 果实丙二醛含量呈上升趋势, 15~45 d 时呈缓慢下降趋势, 第 60 天时含量又有所上升, 但上升幅度较小。由图 9(B) 可看出, 0°C 贮藏 60 d 后转入 20°C 条件下贮藏, T1、T2、T3 果实丙二醛含量在整个过程中都呈上升趋势, T1 果实变化较平缓, T2、T3 果实分别在贮藏的前 8、4 d 变化较显著, 之后则趋于平缓。T1 果实整个过程中丙二醛的含量与 T2、T3 相比较低。

2.2.5 不同采收期果实硬度的变化 从图 10(A) 可知, 不同采收期“凯斯凯德”果实在 0°C 贮藏条件下, T1 果实一直呈缓慢下降趋势, 贮藏 60 d 后果实硬度为 11.6 kg/cm^2 , 显著高于 T2、T3 果实硬度。T2 果实 0°C 贮藏, 硬度一直缓慢下降; T3 果实从采收至贮藏 30 d, 果肉硬度下降相对较快, 硬度从 11.7 kg/cm^2 降至 10.1 kg/cm^2 , 之后则下降相对缓慢。由图 10(B) 可看出, 0°C 贮藏 60 d 后转入 20°C 条件下贮藏, 果实硬度在整个过程中都呈下

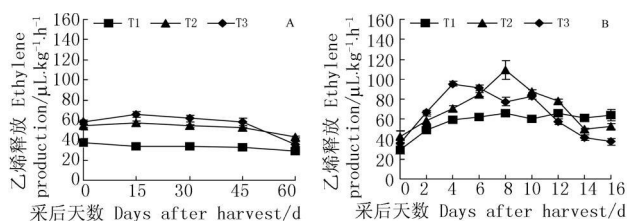


图 7 不同采收期果实在 0°C (A)和 20°C (B)贮藏时乙烯释放量的变化

Fig. 7 The different harvesting fruit at 0°C (A) and 20°C (B) the changes in ethylene production during storage

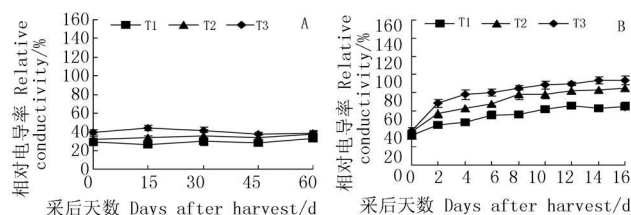


图 8 不同采收期果实在 0°C (A)和 20°C (B)贮藏时相对电导率的变化

Fig. 8 The different harvesting fruit at 0°C (A) and 20°C (B) the changes in relative conductivity during storage

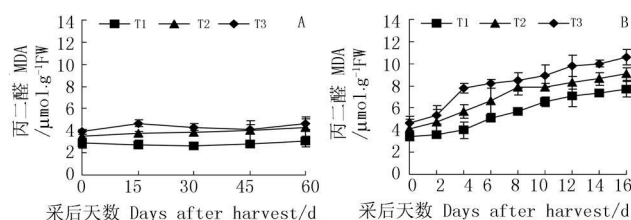


图 9 不同采收期果实在 0°C (A)和 20°C (B)贮藏时丙二醛含量的变化

Fig. 9 The different harvesting fruit at 0°C (A) and 20°C (B) the changes in MDA during storage

降趋势, T1 果实下降较平缓, T2、T3 果实分别在贮藏的第 6 和第 4 天下降较快, 之后则变化相对缓慢。T1 果实整个过程中硬度的变化与 T2、T3 相比较缓慢。

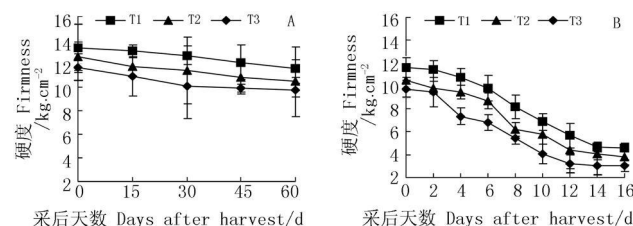


图 10 不同采收期果实在 0°C (A)和 20°C (B)贮藏时硬度的变化
Fig. 10 The different harvesting fruit at 0°C (A) and 20°C (B) the changes in firmness during storage

2.2.6 不同采收期果实 VC 含量的变化 由图 11(A) 可知, 不同采收期“凯斯凯德”果实在 0°C 贮藏条件下,

T1、T2、T3 果实 VC 含量在采收前 15 d 均呈上升趋势。15~60 d 贮藏过程中, T1 果实仍一直缓慢下降, T2 果实则在贮藏的第 60 天时有所升高, T3 果实在贮藏的第 45 天时, VC 含量有所升高, 随后缓慢降低。由图 11(B)可知 0℃贮藏 60 d 后转入 20℃下贮藏, T1、T2 果实 VC 含量在整个过程中都呈下降趋势, T3 果实则在前 4 d 有所升高, 之后则开始缓慢下降。

2.2.7 不同采收期果实可溶性固形物(SSC)的变化
由图 12(A)可知, 不同采收期果实可溶性固形物含量都随采收期的推迟呈上升趋势。T1、T2 果实在 0℃贮藏过程中 SSC 含量呈缓慢上升趋势; T3 果实在贮藏的过程中变化较大, 前 15 d SSC 含量升高, 15~45 d 时呈降低趋势, 至 60 d 时又有所升高。由图 12(B)可看出, 0℃贮藏 60 d 后转入 20℃条件下贮藏, T1 果实在整个过程中都呈下降趋势, T2、T3 果实则在贮藏前 8、4 d 明显升高, 之后则开始缓慢下降。

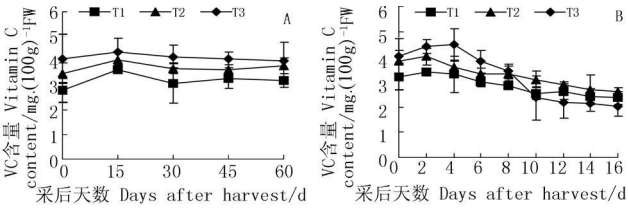


图 11 不同采收期果实在 0℃(A)和 20℃(B)贮藏时 VC 含量的变化

Fig. 11 The different harvesting fruit at 0℃(A) and 20℃(B) the changes in VC during storage

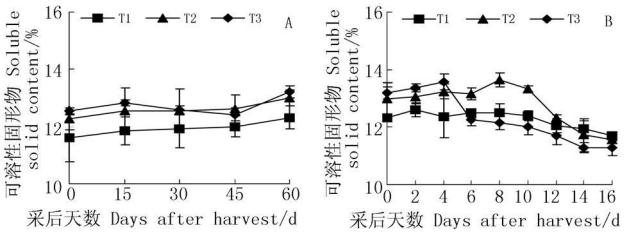


图 12 不同采收期果实在 0℃(A)和 20℃(B)贮藏时可溶性固形物含量的变化

Fig. 12 The different harvesting fruit at 0℃(A) and 20℃(B) the changes in SSC during storage

2.2.8 不同采收期果实可滴定酸(TA)的变化
由图 13(A)可知, 不同采收期的果实, 在低温贮藏的过程中, 随着“凯斯凯德”果实采收期的延迟, TA 含量依次降低, 且随着贮藏时间的延长都呈逐渐下降趋势。由图 13(B)可看出, 0℃贮藏 60 d 后转入 20℃条件下贮藏, 不同采收期果实 TA 含量总体上均呈下降趋势, T1、T3 果实变化较平缓, T2 果实则在贮藏的前 4 d 呈上升趋势, 之后则开始缓慢下降。

2.2.9 不同采收期果实果心褐变率和褐变指数的变化

由图 14 可知, 果实 0℃条件下贮藏的过程中, T3 果实在贮藏第 45 天时就出现果心褐变现象, 且 T3 果实的果心褐变率和褐变指数较高; T1、T2 果实在贮藏 60 d 时才出现果心褐变, 且褐变率和褐变指数相同。由图 15 可知, 转入 20℃条件下贮藏, T3 果实在第 4 天就出现了果心褐变现象, 且果心褐变率和褐变指数均较高。T1、T2 果实则分别在第 8 天和第 12 天发现果心褐变果实。果心褐变指数相比: T3>T1>T2。

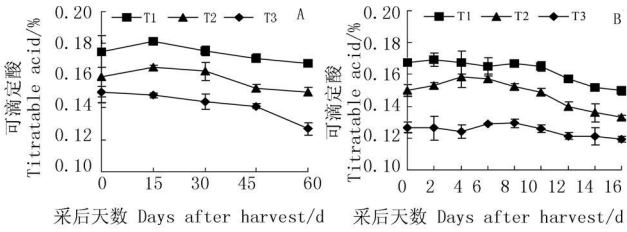


图 13 不同采收期果实在 0℃(A)和 20℃(B)贮藏时可滴定酸含量的变化

Fig. 13 The different harvesting fruit at 0℃(A) and 20℃(B) the changes in titratable acid during storage

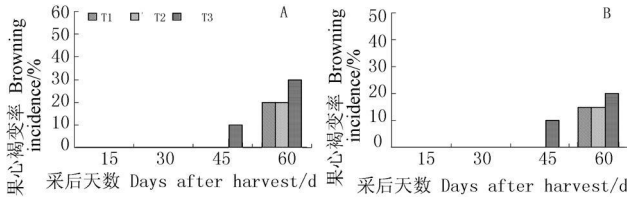


图 14 不同采收期果实在 0℃果心褐变率(A)和果心褐变指数(B)的变化

Fig. 14 The different harvesting fruit at 0℃ the change in browning incidence and internal browning index

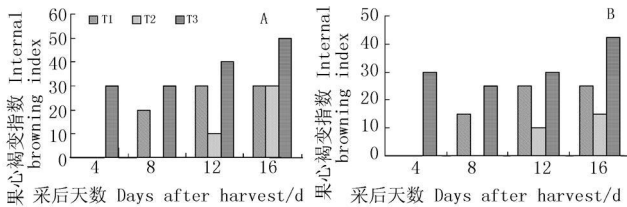


图 15 不同采收期果实在 20℃果心褐变率(A)和果心褐变指数(B)的变化

Fig. 15 The different harvesting fruit at 20℃ the change in browning incidence and internal browning index

3 讨论

果实采收期的早晚与果实的产量、后熟品质有密切关系^[9]。采收过早, 果实达不到应有的品质, 且产量相对较低; 采收过晚, 果实硬度较低且下降较快, 货架期缩短, 因此, 关于采收期对果实的影响比较复杂。通过对“凯斯凯德”果实分期采收后各生理指标变化情况的研

究发现, 采后直接贮藏于 20℃ 条件下的果实呼吸速率和乙烯释放量变化规律基本一致, T1、T2、T3 果实分别在采后第 12、10、6 天同时出现呼吸高峰和乙烯释放高峰, 且采收越早的果实呼吸峰值越高, 不同采收期果实的乙烯高峰的出现时间不同, 可以说明, 不同采收期西洋梨果实乙烯跃变启动时间不同, 采收越晚, 乙烯启动时间越早, 果实的后熟期越短, 这与 Alique R 等^[10] 在荔枝上的研究结果一致; 不同采收期果实相对电导率和 MDA 含量总体均呈上升趋势, 且不同采收期果实间相对电导率差异显著, 丙二醛含量则为越早采收的果实越低, T2 和 T3 果实丙二醛含量在刚采收时就已经达到较高的水平, 研究中发现果实硬度与果品品质和耐贮性有着密切关系, 不同时期采收的果实硬度随着采收期的延迟而下降较快, 呈显著性差异。在果实生长发育过程中, 果实硬度随着果实的成熟和贮藏时间的延长而逐渐降低, T1、T2、T3 果实硬度分别在贮藏的第 12、10、6 天以内变化较快, 之后则相对缓慢, 贮藏到最后果实绵软严重, 部分已经失去了商品价值; 不同采收期果实 VC、SSC、TA 间差异较显著, T1 果实酸度较大, 果实的适口性较差, 但贮藏过程中一直没有出现果心褐变现象。T3 果实可溶性固形物直线下降, 说明采收时果实中淀粉大多已转化, 呼吸消耗较多, 衰老较快, 且较早的出现了严重的果心褐变现象。T2 果实则在贮藏过程中保持了较好的风味和品质, 在第 12 天也出现了果心褐变现象, 但褐变指数较低。根据“凯斯凯德”各生理指标的变化情况可知, 20℃ 条件下贮藏的果实 T1、T2、T3, 分别在采收后 12、10、6 d 左右完成后熟, T2 果实后熟品质较好, T1 果实较耐贮藏, T3 果实货架寿命较短。

贮藏于 0℃ 条件下的果实, 60 d 内呼吸速率和乙烯释放量均没有出现明显的峰值, 且各采收期间差异不显著, 相对电导率和丙二醛含量总体呈上升趋势, 但上升较缓慢; 果实硬度、VC、SSC、TA 含量均变化缓慢, 且 T1、T2、T3 差异不显著。0℃ 贮藏 60 d 后转入 20℃ 条件

下, T1 果实在贮藏过程中, 呼吸速率和乙烯释放量仍然没有出现明显的峰值, 果实硬度降低较迟缓, 其它各生理指标均变化缓慢。T2 果实的呼吸速率和乙烯释放量同时在贮藏的第 8 天出现峰值; 果实硬度在前 8 d 下降较显著, 之后则较迟缓; 其它各生理指标变化相对平缓。T3 果实在贮藏的第 4 天就出现了明显的呼吸高峰和乙烯释放峰; 相对电导率和丙二醛含量均明显高于 T1、T2 果实; 果实硬度降低较快贮藏 12 d 时基本失去商品价值; VC、SSC 含量呈先升高后降低的趋势; 可 TA 含量变化较小。根据各生理指标的变化情况可知, 各采收期果实在 0℃ 贮藏的 60 d 内不会完成后熟软化过程, 转入 20℃ 后 T1 果实基本失去了正常后熟的能力, T2、T3 果实与直接贮藏于 20℃ 条件下的果实相比, 后熟时间均提前了 2 d, 分别在贮藏的第 8、4 天完成后熟过程。

参考文献

- [1] Agricultural Handbook Number 66. The Commercial Storage of Fruits [M]. Vegetables and Florist and Nursery Stocks.
- [2] 李振茹, 王文辉, 贾晓辉, 等. 4 个西洋梨品种适宜采收期研究[J]. 中国果树, 2007(5): 22-25.
- [3] 宋均, 于梁. 利用红外线二氧化碳分析仪测定果蔬贮藏中呼吸强度的技术[J]. 植物生理学通讯, 1987(6): 60-64.
- [4] 张维一, 张之葵, 张友杰. 苹果气调贮藏中高 CO₂ 的生理效应[J]. 园艺学报, 1982, 19(1): 19-26.
- [5] 郝再彬. 植物生理实验 [M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2004.
- [6] 冯双庆, 赵玉梅. 果蔬保鲜技术及常规测试方法 [M]. 北京: 化学工业出版社应用化学与“三农”读物出版中心, 2001: 123-126.
- [7] Sekse L. Respiration of plum (*Prunus domestica* L.) and Sweet Cherry (*P. avium* L.) fruits during Growth and Ripening [J]. Acta Agric. Scand. 1988, 38: 317-320.
- [8] Zuzunaga M, Serrano M, Valero D, et al. Responses to ethylene treatments in two plum cultivars [J]. Acta Hort., 2001, 553: 179-180.
- [9] 吴彬彬, 饶景萍, 李百云, 等. 采收期对猕猴桃果实品质及其耐贮藏性的影响 [J]. 西北植物学报, 2008, 28(4): 788-792.
- [10] Alique R, Oliveira G S. Changes in sugars and organic acids in cherimoya (*Annona cherimola*) fruit under controlled atmosphere storage [J]. Journal of Agricultural and Food chemistry, 1994 42(3): 799-803.

Research of Ripening Time and Quality Changes of Pears Under Different Harvest Time

ZHAO Chen-xia, LI Xue-wei, FENG She-zhang, DU Jin-ping, ZHAO Yan-xia

(Beijing Vocational College of Agriculture, Beijing 102442)

Abstract: Taking “Cascade” Pear fruit as materials, different harvested time on 5th September (T1), 15th September (T2), 25th September (T3) of the fruits change in physiological indicators were measured. The results showed that storage of fruit T1, T2, T3 under 20℃, the harvest time was about to complete after-ripening at 12, 10, 6 d. T2 fruit had better ripening quality, T1 fruit had storage-resistant than others, T3 fruit's shelf life was short. different harvest time of fruit stored 60 d at 0℃ would not complete the process of ripening and softening, T1 fruit lost its normal ripening basic ability at 20℃, T2, T3 fruit directly stored at 20℃, compared to the fruit, ripening time were ahead of 2 days, respectively, they finished their ripening on the 4th and 8th day after storage, respectively.

Key words: cascade; pear; ripening; quality change