

库尔勒香梨缓慢降温后适宜温湿度条件的研究

邓冰¹, 韩云云¹, 韩艳文¹, 梁鹏^{2,3}, 刘畅², 闫师杰^{2,3}

(1. 天津农学院园艺园林学院, 天津 300384; 2. 天津农学院, 天津 300384;

3. 天津市农副产品深加工技术工程中心, 天津 300384)

摘要:目的 研究4种温湿度组合对库尔勒香梨采后贮藏品质及生理特性的影响。方法 将香梨置于5℃冷库中预冷,采用5 d缓慢降温的方式,每1 d降1℃,最终降到0℃,之后将香梨随机分组置于温度为-0.7℃和0.5℃,相对湿度为85%~90%和90%~95%组合的条件下进行贮藏,每30 d测定1次生理指标;常温货架期14 d时统计各处理果果心褐变情况。结果 -0.7℃和相对湿度为85%的贮藏处理推迟了冷藏期间香梨果实乙烯高峰的出现,抑制了果实呼吸和乙烯代谢,较好地保持了香梨果实硬度、可滴定酸和可溶性固形物含量,延缓了果实色泽的变化,降低了货架期果心褐变率和果心褐变指数。结论 库尔勒香梨贮藏的最佳环境参数是温度为-0.7℃和相对湿度为85%。

关键词: 库尔勒香梨; 缓慢降温; 贮藏; 温湿度

中图分类号: TS255.3 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2016)07-0045-06

Optimal Temperature and Humidity Conditions of Korla Fragrant Pear under Slow Cooling

DENG Bing¹, HAN Yun-yun¹, HAN Yan-wen¹, LIANG Peng^{2,3}, LIU Chang², YAN Shi-jie^{2,3}

(1. College of Horticulture and Landscape, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China;

2. Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China;

3. Tianjin Engineering and Technology Research Centre of Agricultural Products Processing, Tianjin 300384, China)

ABSTRACT: This experiment aimed to study the effects of four combinations of temperature and humidity on fruit quality of Korla fragrant pear. Fragrant pears were precooled in 5℃ cold room and the temperature was slowly cooled (1℃/d) to 0℃, then the pears were randomly grouped in conditions of the temperature of -0.7℃ and 0.5℃, the humidity of RH 85% - 90% and RH 90% - 95% for storage, physiological indicators were measured every 30 days. The core-browning rate and indexes were counted at the 14 days of shelf-life at room temperature. Storage at -0.7℃ + RH 85% postponed the occurrence of the ethylene-production peak, inhibited the respiratory and ethylene metabolism of pear fruit, maintained the firmness and the titratable acidity and the content of soluble solids, delayed the changes of fruit color, and depressed the core-browning rate and index during shelf-life. In conclusion, the best store parameter for Korla fragrant pear was -0.7℃ + RH 85%.

KEY WORDS: Korla fragrant pear; slow cooling; storage; temperature and humidity

库尔勒香梨属蔷薇科、梨属中的白梨系统,是新疆地区古老的地方优良品种。库尔勒香梨皮薄肉脆、细嫩多汁、香甜可口、营养丰富,目前在国内市场上十分受欢迎^[1]。香梨属于典型的呼吸跃变型水果,采

收稿日期: 2015-05-04

基金项目: 农业部公益性行业(农业)科研专项(201303075)

作者简介: 邓冰(1991—),男,山西人,天津农学院硕士生,主攻农产品加工与贮藏。

通讯作者: 闫师杰(1971—),男,山西人,博士,天津农学院教授,主要研究方向为果蔬贮藏保鲜、食品质量与安全。

后常温下贮藏7 d左右就开始变软、发绵、果皮失水皱缩,从而失去营养价值^[2]。目前,库尔勒香梨采后主要采用冷藏和气调贮藏;如果在贮藏过程中库温与湿度控制不当,会加快果实的衰老进程,对香梨产业发展造成极大的损失^[3-4]。另外,库尔勒香梨的产季较集中在每年的9月中下旬,如何在现有的保鲜手段基础上延长贮藏时间、实现库尔勒香梨的季产年销,是扩大香梨产业急需解决的问题。

果心褐变是白梨系统中经常发生的一种生理病害^[5]。有研究表明^[3-4],库尔勒香梨在贮藏6~8个月及货架期间会有果心褐变发生。目前缓慢降温结合适当采收期在鸭梨^[5-8]贮藏期间降低果心褐变率和褐变指数方面的作用已得到证实,但缓慢降温对库尔勒香梨果心褐变的影响仍缺乏系统的研究。另外,生产上多将贮藏相对湿度保持在90%~95%,并结合低温贮藏以减少香梨果梗枯死^[9];但过高的贮藏湿度会促进相关致病菌的大量繁殖和快速传播,并最终引起果萼部黑头病的发生^[10]。确定香梨贮藏的适宜温湿度,并研究缓慢降温条件下不同处理对香梨贮藏品质的影响,能够为延长香梨贮藏时间、提高贮藏品质提供理论支持。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

库尔勒香梨采自新疆地区,采收后采用拷贝纸+网套+瓦楞纸箱包装,搭乘北京卓杰果品公司运输卡车运至天津农学院,选择中等大小、无病虫害、无机械损伤、色泽和成熟度一致的库尔勒香梨进行实验。

实验所用试剂包括0.1 mol/L氢氧化钠标准溶液,酚酞指示剂,所用试剂均为分析纯。

1.2 处理方法

预实验阶段,采用 testo-174 温湿度仪记录了0℃及20℃环境下不同微孔膜包装方式箱内的湿度情况。结果表明:不同温度下使用微孔膜包装香梨,膜内湿度均会逐渐积累上升,其最终湿度决定于膜包装方式;微孔膜敞口并加装纸板,最终相对湿度范围稳定并保持在85%~90%;微孔膜虚掩并加装纸板,最终相对湿度范围稳定并保持在90%~95%。按照实验方案,共设置4个温湿度组合:-0.7℃,相对湿度为90%,标记为a组;-0.7℃,相对湿度为85%,标记为b组;

0.5℃,相对湿度为90%,标记为c组;0.5℃,相对湿度为85%,标记为d组。

将库尔勒香梨分装、标记定果(包括色差、呼吸、乙烯定果)后,装入内衬微孔膜(由国家农产品保鲜工程技术研究中心提供)的纸箱中,每箱50个,其中14箱为微孔膜敞口加纸板(相对湿度为85%~90%),另14箱为微孔膜掩口并在掩口处加纸板(相对湿度为90%~95%)。将香梨置于5℃冷库中预冷24 h,用5 d缓慢降温的方式,每1 d降1℃,至0℃。降温结束后,将两组香梨平均配置于-0.7℃(温度范围为-1~-0.4℃)和0.5℃(温度范围为0.2~0.8℃)冷库中进行贮藏。每30 d测定1次指标,每次随机取15个香梨测定可溶性固形物含量、可滴定酸含量和硬度;呼吸强度和乙烯释放量由固定的12个香梨测定;色差由固定的5个香梨测定。

贮藏期结束后,统计各处理好果率及褐变情况。剔除坏果,擦除膜表面水珠,将香梨放置于20℃环境中;以果品温度升至20℃为起点,放置14 d并统计货架各时期不同处理好果率及褐变情况。

1.3 仪器与设备

仪器与设备:CA-10呼吸测定仪,美国Sable Systems;SMY-2000色差仪,北京盛名扬科技开发有限公司;GC-14C气相色谱仪,日本岛津;PAL-1手持式糖度计,日本爱拓(ATAGO);TA.XT.Plus质构仪,英国Stable Micro System公司。

1.4 测定方法

1) 失重率。每次实验时测定呼吸果质量,以呼吸定果平均失重率表示该处理果实失重情况。

$$\text{失重率} = \frac{\text{定果初始质量} - \text{实验当天定果质量}}{\text{定果初始质量}} \times 100\%$$

2) 表皮色差。采用SMY-2000型色差仪测定香梨果皮色差,降温前每个处理各选择5个香梨为色差定果,在赤道线附近相对的两面进行标记;每次实验时测定标记点的色差值。

3) 硬度。参考朱文婧等^[11]的方法,采用Stable Micro System公司的TA-XT食品物性测试仪进行测定,以穿刺法(Puncture test)对梨果进行质构分析;探头型号为P/2,直径为2 mm。测定时在赤道线附近的正反两面选取两点,去除果皮(面积1 cm²左右),于载物台固定。下压前速度3 mm/s,下压速度2 mm/s,穿入距离为8 mm;单位用kg/cm²表示。

4) 可滴定酸含量。参照邓冰等^[12]的实验方法,单

位为%。

5) 可溶性固形物含量。用手持式糖度计测定可溶性固形物含量。

6) 呼吸强度。每个处理均设12个呼吸定果,每4个一组,重复3次。实验时依次将呼吸定果放入保鲜盒内,在相应密闭贮藏环境下放置2 h。每个处理采用1 mL注射器抽取6针气体待测,其中3针测定CO₂含量,另3针测定乙烯释放量。单位以CO₂计,用mg/(kg·h)表示。

7) 乙烯释放量。实验所用气相色谱型号为岛津GC-14C。进样量为0.5 mL,色谱柱为GDX-502不锈钢填充柱,规格为2 m×3 mm(OD)。柱温箱温度为120 ℃,进样口温度为150 ℃,检测器温度为150 ℃,载气为N₂,单位以μL/(kg·h)表示。

8) 果心褐变率及褐变指数。参考齐会楠等^[9]的方法,冷藏结束及货架期间统计各处理褐变情况。

9) 好果率。统计各箱梨总数,以表皮无软褐,果萼及果梗部位无霉菌感染为标准记录好果数;好果率为好果数占总果数的比例。

2 结果与讨论

2.1 对低温贮藏香梨果实失重率的影响

水分是水果非常重要的品质之一,贮藏过程中水果失水最明显的现象是失重^[13-14]。有研究表明^[15],适宜的湿度环境结合低温贮藏可以明显减少梨果实贮藏中水分的散失。从图1a中可以看出,贮藏期间,4种不同贮藏温湿度条件下香梨果实失重率变化呈现不断上升的趋势。贮藏前30 d,4种处理的果实失重率变化趋势较平缓,质量变化小;贮藏至110 d后,果实呼吸逐渐旺盛,代谢失水引起4种处理果失重率急速上升。从整体来看,同一温度下相对湿度为85%贮藏的香梨失重率高于相对湿度为90%贮藏的香梨,高湿度环境下贮藏减少了果实表皮水分挥发。同一湿度环境下,-0.7 ℃处理的香梨失重率小于0.5 ℃处理的香梨,说明低温贮藏抑制了果实代谢失水,从而减少贮藏过程中果实失重的发生。

2.2 对低温贮藏香梨果实色泽的影响

在CLELAB表色立体中,+a*表示红色,-a*表示绿色。从图1b可以看出,随着贮藏时间的延长,4种处理香梨果实表皮a*值逐渐增大。从表面上看,香梨表面颜色呈现由绿转红的趋势。其中b组处理贮藏条件

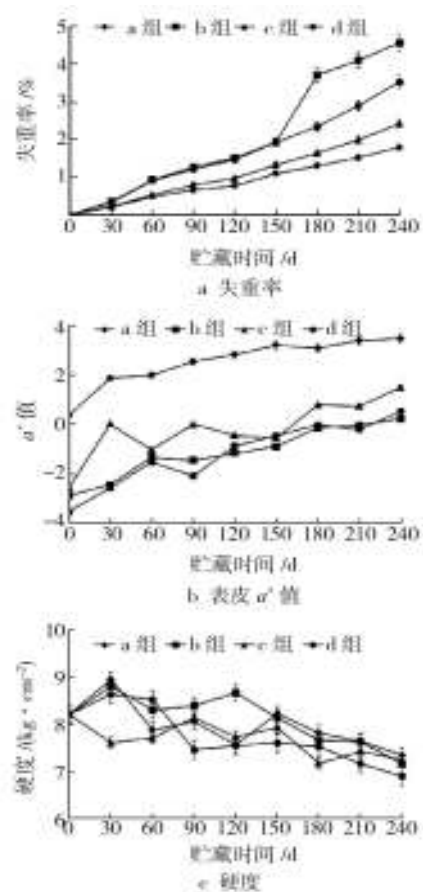


图1 不同温湿度条件对香梨贮藏期间失重率、表皮a*值及硬度的影响

Fig.1 Effect of different storage temperatures and humidity on weight loss ratio, a* and hardness of fragrant pear during storage

下,a*值上升程度最小,为2.84;d组贮藏条件下a*值上升程度最大,为3.32。相同贮藏湿度下,-0.7 ℃贮藏果a*值上升程度小(-0.7 ℃处理平均上升3.14,0.5 ℃处理平均上升4.05)。认为低温及相对湿度85%贮藏抑制了果实的后熟进程,与马素娟的研究结论相似^[16]。

2.3 对低温贮藏香梨果实硬度的影响

硬度是衡量水果贮藏品质的重要指标,硬度的大小决定了果实的口感与质地。从图1c可看出,4种不同温湿度贮藏条件下,香梨果肉硬度总体上随贮藏时间的延长而减小。贮藏150 d后硬度下降幅度较大,其原因可能是香梨果实在成熟过程中,酶活性提高,细胞壁中胶层溶解导致果肉软化^[17]。相比0.5 ℃,-0.7 ℃贮藏温度下果肉软化程度较小。贮藏至240 d时,b组处理香梨果肉硬度为7.16 kg/cm²,较初始值减少了1.06 kg/cm²,硬度下降最少,d组处理香梨贮藏末期时果肉硬度为6.90 kg/cm²,较初始值减少了

1.32 kg/cm², 硬度下降最明显。b组处理条件下贮藏最有利于保持香梨果实硬度。果实水分的流失会在一定程度上影响果肉硬度的大小。贮藏至180 d时, 失水引起各处理果开始出现不同程度的果梗部表皮皱缩, 但赤道线附近均未出现表皮皱缩及皮下果肉干皱情况, 因此-0.7 ℃, 相对湿度85%条件下果实贮藏后期的高硬度不是由失水造成的。

2.4 对低温贮藏香梨果实可滴定酸含量的影响

库尔勒香梨果肉中的有机酸主要是苹果酸, 它是核果的主要呈味物质, 同时也是呼吸代谢的第一消耗物质^[18]。从图2a可以看出, 贮藏期间, 4种处理香梨果实的可滴定酸含量变化趋势类似: 贮藏前90 d可滴定酸含量变化平缓, 90 d时开始下降, 至180 d时达到最低值, 随后有所回升。贮藏前期呼吸代谢较弱, 苹果酸消耗少; 从90 d开始各处理呼吸逐渐旺盛, 苹果酸作为基质直接参与呼吸作用, 含量有所下降; 贮藏至180 d时均出现呼吸高峰, 此时苹果酸消耗最多。-0.7 ℃, 相对湿度85%的处理条件很好地保持了果实有机酸含量, 贮藏至240 d时可滴定酸质量分数为0.041%, 与贮藏初期含量水平接近。

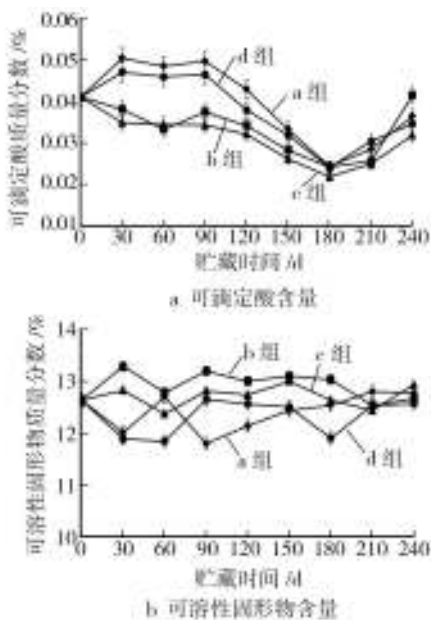


图2 不同温湿度条件对低温贮藏香梨可滴定酸含量和可溶性固形物含量的影响

Fig.2 Effect of different storage temperatures and humidity on TA and SSC of fragrant pear during low temperature storage

2.5 对低温贮藏香梨果实可溶性固形物含量的影响

梨中可溶性固形物主要为可溶性糖类, 是最常用的呼吸底物^[19], 同时也是评判果实食用性的主要指

标之一。从图2b中可以看出, 各条件下香梨果实可溶性固形物含量随贮藏时间延长上下波动。贮藏期间, a组处理条件下香梨可溶性固形物质量分数在11.80%~12.85%内波动; b组处理条件下的波动范围为12.53%~13.28%; c组处理条件下的波动范围为11.84%~12.65%; d组处理条件下的波动范围为12.43%~13%;。-0.7 ℃, 相对湿度85%条件下香梨可溶性固形物含量波动范围(0.57)显著低于其他处理($P<0.05$), 且贮藏期间该条件下果实可溶性固形物含量均保持在较高水平, 很好地保持了香梨果实的食用性。

2.6 对低温贮藏香梨乙烯释放量的影响

对呼吸跃变型果实而言, 乙烯释放量可作为判断贮藏期间果实完熟与衰老的标志^[20]。从图3a可以看出, 4种不同温湿度贮藏条件下, 香梨果实均呈现先上升, 至高峰出现后逐渐下降的趋势。a, c和d组处理的果实均在60 d出现乙烯峰值; 其中d组处理峰值最高, 为7.84 $\mu\text{L}/(\text{kg}\cdot\text{h})$, a组处理下乙烯释放量峰值最低, 为4.55 $\mu\text{L}/(\text{kg}\cdot\text{h})$, 整体来看, 0.5 ℃下贮藏的果实乙烯释放量高于-0.7 ℃下贮藏的果实。与其他处理相比, -0.7 ℃, 相对湿度85%条件下贮藏明显推迟了乙烯峰值的出现(90 d), 且整个贮藏期间该乙烯释放量一直处于较低水平。贮藏至180 d后, 各处理乙烯定果开始出现不同程度的腐烂, 这里认为是定果替换果的差异及定果的内部病变造成了乙烯释放量的突然上升。

2.7 对低温贮藏香梨果实呼吸强度的影响

呼吸强度是衡量水果物质消耗的重要指标之一^[20]。香梨属于呼吸跃变型果实, 在成熟过程中存在着明显的呼吸跃变^[20]。如图3b, 贮藏初期, 随着贮藏时间的延长, 呼吸强度逐渐下降; 贮藏至120 d后各处理呼吸逐渐增强, 且均在180 d出现呼吸高峰, 之后呼吸强度下降至最低水平。整体来看, -0.7 ℃处理的香梨呼吸强度低于0.5 ℃处理的香梨呼吸强度; -0.7 ℃, 相对湿度85%贮藏条件下果实呼吸强度处于4种处理中最低水平, 该处理较好地抑制了香梨果实的呼吸代谢并保持了果实品质。有研究显示, 贮藏环境中的乙烯质量浓度与果实呼吸跃变时间呈对数关系^[20]; 这里各处理果乙烯代谢高峰期释放量在4.55~7.84 $\mu\text{L}/(\text{kg}\cdot\text{h})$, 远低于其他香梨冷藏实验^[16-18]中的乙烯代谢水平, 因此认为这是造成呼吸高峰远迟于乙烯高峰的主要原因。

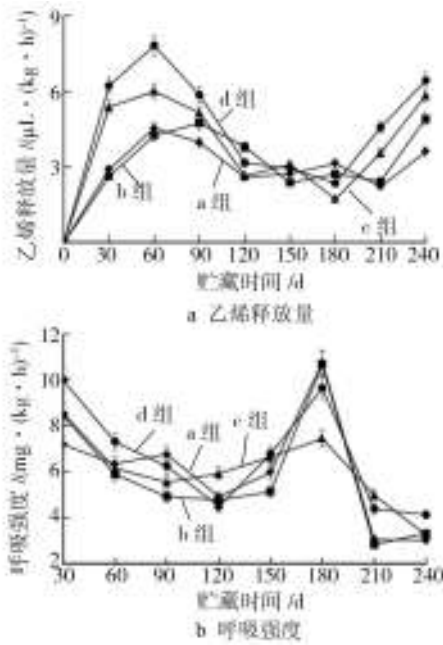


图3 不同温湿度条件对低温贮藏香梨果实乙烯释放量、呼吸强度的影响

Fig.3 Effect of different storage temperatures and humidity on ethylene production and respiration intensity of fragrant pear during low temperature storage

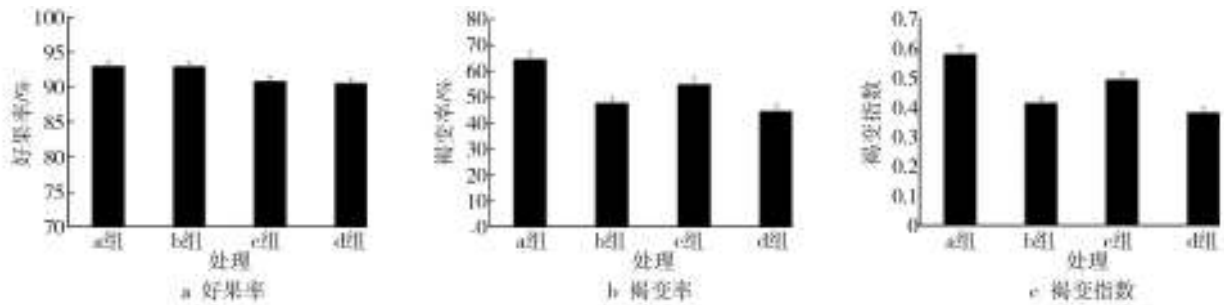


图4 缓降处理对贮藏末期好果率及低温贮藏后货架14 d好果率、果心褐变率及褐变指数的影响

Fig.4 Effect of slow cooling treatment on marketable fruit percentage, core-browning ratio and core-browning index of fragrant pear after 240-day cold storage plus 14-day shelf-life

3 结语

实验结果表明,缓慢降温后, $-0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 贮藏环境抑制了香梨的生理代谢和生化作用,结合相对湿度为85%的环境能很好地延缓果实硬度的下降,保持了果肉可滴定酸含量和可溶性固形物含量,延缓了果皮颜色由绿变红的进程,推迟了香梨果实乙烯高峰出现时间,在推迟香梨后熟、延缓果实衰老方面优势明显;温度 $-0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度85%为缓慢降温后最适宜的香梨贮藏环境。货架14 d时, $-0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 组褐变率、褐变指数均显著高于 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 组,高湿度促进了果心褐变的发生;降温方式及贮藏温湿度对香梨果心褐变的影

2.8 对低温贮藏香梨好果率的影响

如图4a,贮藏至240 d时,a组处理贮藏好果率为93.01%;b组处理贮藏好果率为92.93%;c组处理贮藏好果率为90.83%;d组处理贮藏好果率为90.52%。同一贮藏温度下,相对湿度90%贮藏的好果率高于相对湿度85%,差异不显著; $-0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 贮藏的好果率明显高于 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($P<0.05$)。

2.9 对低温贮藏香梨货架期果心褐变的影响

冷藏期间各条件下贮藏香梨均未出现果心褐变;常温货架10 d时开始出现果心褐变情况。如图4b和4c,常温货架14 d时,a组处理果心褐变率、褐变指数最高,分别为64.64%,0.58。d组处理果心褐变率为47.73%,显著低于其他3组处理的褐变指数 ($P<0.05$);d组果心褐变指数最低,为0.38,差异极显著 ($P<0.01$)。 $-0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 组平均果心褐变率、果心褐变指数均显著高于 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 组 ($P<0.05$);与相对湿度为90%相比,同一贮藏温度下相对湿度为85%的贮藏显著降低了货架期间果心褐变的发生。货架期间相对湿度为85%的贮藏最利于香梨保存。

响机理有待进一步系统研究。

参考文献:

[1] 贾晓辉,姜云斌,王文辉,等. 超市梨果销售现状、存在问题与对策[J]. 中国果菜,2009,11(6):50—52.
 JIA Xiao-hui, JIANG Yun-bin, WANG Wen-hui, et al. Sales Situation, Problems and Countermeasures of Supermarket Pome[J]. China Fruit and Vegetable, 2009, 11(6):50—52.
 [2] 闫瑞香,王莉,张平,等. 库尔勒香梨的生物涂膜保鲜研究[J]. 食品科学,2004,25(3):177—179.
 YAN Rui-xiang, WANG Li, ZHANG Ping, et al. Studies on Fresh-keeping of Korla Pears Treated with Biological Coating [J]. Food Science, 2004, 25(3):177—179.
 [3] 刘琦,陈国刚,任雷厉,等. 库尔勒香梨保鲜状况及贮藏中

- 的新问题[J]. 农产品加工, 2010, 28(4): 73—74.
- LIU Qi, CHEN Guo-gang, REN Lei-li, et al. The Refreshment Present Situation and Problems of Pyrus Bretschneideri Rehd during Storage[J]. Farm Products Processing, 2010, 28(4): 73—74.
- [4] 高启明, 侯江涛, 李疆. 库尔勒香梨生产现状研究进展[J]. 中国农学通报, 2005, 21(2): 233—236.
- GAO Qi-ming, HOU Jiang-tao, LI Jiang. Progress on the Research and Production Present Situation of Kuerle Xiangli[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2005, 21(2): 233—236.
- [5] YAN S J, LI L, HE L H, et al. Maturity and Cooling Rate Affects Browning, Polyphenol Oxidase Activity and Gene Expression of Yali Pears during Storage[J]. Postharvest Biology and Technology, 2013(5): 39—44.
- [6] 闫师杰, 陈计峦, 梁丽雅, 等. 降温方法对不同采收成熟度鸭梨某些生理指标的影响[J]. 中国食品学报, 2008, 8(4): 96—101.
- YAN Shi-jie, CHEN Ji-luan, LIANG Li-ya, et al. Effect of Different Methods on Some Physiological Indexes of Different Harvest Maturity Yali[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2008, 8(4): 96—101.
- [7] 张爱琳, 胡小松, 李晓丹, 等. 降温方法对鸭梨采后果肉与果心抗冷性的影响[J]. 食品与机械, 2011, 27(2): 114—118.
- ZHANG Ai-lin, HU Xiao-song, LI Xiao-dan, et al. Effects of Cold-Resisting Property on the Meat and Fruits of Postharvest Yali Pears with Different Cooling Methods[J]. Food and Machinery, 2011, 27(2): 114—118.
- [8] 王志华, 王文辉, 佟伟, 等. 1-MCP结合降温方法对鸭梨采后生理和果心褐变的影响[J]. 果树学报, 2011, 28(3): 513—517.
- WANG Zhi-hua, WANG Wen-hui, TONG Wei, et al. Effect of 1-MCP Combined with Cooling Method on Postharvest Biology and Core-Browning of Yali Pear[J]. Journal of Fruit Science, 2011, 28(3): 513—517.
- [9] 齐会楠, 李学文, 杨艳萍, 等. 不同CO₂浓度贮藏条件对库尔勒香梨果心褐变及品质的影响[J]. 新疆农业科学, 2014, 51(3): 423—430.
- QI Hui-nan, LI Xue-wen, YANG Yan-ping, et al. Effect of Different CO₂ Concentrations on Core-browning and Qualities of Korla Fragrant Pears[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2014, 51(3): 423—430.
- [10] 江英, 陈国刚, 秦睫. 库尔勒香梨果实病害的研究进展[J]. 中国果菜, 2014, 34(2): 18—20.
- JIANG Ying, CHEN Guo-gang, QIN Jie. Research Progress of Korla Fragrant Pear Fruit[J]. Chinese Fruit and Vegetable, 2014, 34(2): 18—20.
- [11] 朱文婧, 张秀玲, 王娟, 等. 1-MCP处理对鸭梨常温贮藏品质及生理指标的影响[J]. 食品工业科技, 2014, 35(2): 296—299.
- ZHU Wen-qiang, ZHANG Xiu-ling, WANG Juan, et al. Effect of 1-MCP Treatment on Storage Quality and Physiological Index of Yali Pear at Room Temperature[J]. Science and Technology of Food Industry, 2014, 35(2): 296—299.
- [12] 邓冰, 梁鹏, 任蕾, 等. 急速降温下库尔勒香梨销地适宜贮藏条件的研究[J]. 食品研究与开发, 2014, 35(18): 86—90.
- DENG Bing, LIANG Peng, REN Lei, et al. Study on Appropriate Storage Conditions of Korla Pear Fruit under Rapid Cooling[J]. Food Research and Development, 2014, 35(18): 86—90.
- [13] 王刚. 金铃大枣微孔膜贮藏过程中软化衰老及生理变化的研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2009.
- WANG Gang. Studies on Soften, Senescence and Physiological Changes of Jinling Jujube during Storage in Microporous Membrane[D]. Shenyang: Shenyang Agricultural University, 2009.
- [14] 吴珊珊, 李善菊, 孙晓侠, 等. 微孔保鲜膜对黄瓜贮藏保鲜效果的影响[J]. 蚌埠学院学报, 2014, 3(2): 21—23.
- WU Shan-shan, LI Shan-ju, SUN Xiao-xia, et al. The Influence of Micro-perforated Film on Storage and Keep Fresh Effect of Cucumber[J]. Journal of Bengbu College, 2014, 3(2): 21—23.
- [15] 李家政, 毕大鹏. 微孔膜包装对鸭梨贮藏品质的影响[J]. 果树学报, 2010, 27(1): 57—62.
- LI Jia-zheng, BI Da-peng. Effects of Micro-perforated Film Packaging on the Quality of Yali Pear Fruit during Storage[J]. Journal of Fruit Science, 2010, 27(1): 57—62.
- [16] 马素娟. 贮藏温度对香梨果实后熟品质的影响[J]. 食品研究与开发, 2013, 34(24): 254—257.
- MA Su-juan. Effect of Storage Temperatures on the Quality of Korla Pear[J]. Food Research and Development, 2013, 34(24): 254—257.
- [17] 陈国刚, 王祯丽, 童军茂. 不同贮藏条件对库尔勒香梨采后果实品质的影响[J]. 中国农学通报, 2005, 6(5): 56—98.
- CHEN Guo-gang, WANG Zhen-li, TONG Jun-mao. The Change of Pyrus Bretschneideri Rehd on Postharvest Quality among Different Storage Environment[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2005, 6(5): 56—98.
- [18] 陈国刚, 王祯丽, 童军茂. 不同贮藏条件对库尔勒香梨果实采后生理及贮藏效果的研究[J]. 食品科技, 2005, 21(6): 110—112.
- CHEN Guo-gang, WANG Zhen-li, TONG Jun-mao. Study on Pyrus Bretschneideri Rehd on Postharvest Physiology and the Storage Effect among Different Storage Environment[J]. Food Science and Technology, 2005, 21(6): 110—112.
- [19] 童莉, 王欣, 雯茜姆, 等. 辐照对库尔勒香梨贮藏保鲜的研究[J]. 核农学报, 2004, 18(2): 134—136.
- TONG Li, WANG Xin, WEN Qian-mu, et al. Effect of Irradiation on the Storage of Kuerle Xiangli[J]. Acta Agricultural Nuclear Seneca, 2004, 18(2): 134—136.
- [20] 田世平. 园艺产品采后生物学基础[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- TIAN Shi-ping. Postharvest Biology of Horticultural Products[M]. Beijing: Science Press, 2011.