

# 新疆巴仁杏采收与贮运技术研究

周姣<sup>1</sup>, 吴颖峰<sup>1</sup>, 余伟<sup>1</sup>, 张燕<sup>1</sup>, 张宝<sup>2</sup>, 黄兴承<sup>2</sup>, 肖红梅<sup>1,\*</sup>

(1. 南京农业大学 食品科技学院, 江苏 南京 210095; 2. 新疆克孜勒苏柯尔克孜农业技术推广中心, 新疆 阿图什 845350)

**摘要:**巴仁杏是南疆鲜食加工皆宜的地方特色果品,但采收期集中、果实易腐且采后加工技术匮乏,严重制约了巴仁杏产业化发展。为了扩大巴仁杏销售范围、满足电商平台需要,以“苏卡亚格里克”巴仁杏为试验材料,初步研究采收成熟度、运输包装方式和贮藏方法对巴仁杏贮藏时间的影响。结果显示,从不同的采收成熟度来看,与七成熟果实相比,十成熟果实外观好,甜度最高,但硬度最低,不耐贮藏;八、九成熟果实外观色彩鲜亮,甜度和硬度较高,适合远距离运输。从运输包装方式来看,冷链运输中结合1-甲基环丙烯(1-methylcyclopropene, 1-MCP)处理的果实贮藏期较长;从不同贮藏方式来看,冷藏对果实贮藏效果比常温和气调贮藏好。综合所有研究结果推测,八成熟采收、1-MCP处理结合冷链运输、8℃以下的低温将有利于巴仁杏远距离销售和贮藏时间延长。

**关键词:**巴仁杏;采收成熟度;1-甲基环丙烯(1-MCP);冷链运输;冷藏

## Study on Harvest and Storage Technology of Xinjiang Baren Apricot Fruit

ZHOU Jiao<sup>1</sup>, WU Ying-feng<sup>1</sup>, YU Wei<sup>1</sup>, ZHANG Yan<sup>1</sup>, ZHANG Bao<sup>2</sup>,

HUANG Xing-cheng<sup>2</sup>, XIAO Hong-mei<sup>1,\*</sup>

(1. College of Food Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, Jiangsu, China;  
2. Xinjiang Kizil Sukirk Agricultural Technology Extension Center, Atushi 845350, Xinjiang, China)

**Abstract:** Baren apricot is a famous local characteristic fruit in the south of Xinjiang province which is suitable both for fresh-eating and processing. However, the development of Baren apricot is seriously restricted because of short harvest period, perishable, and lacking of postharvest technology. In order to expand the distribution scope and meet the needs of the e-commerce platform, *Sukayakrik* Baren apricot fruit was used as the material to investigate the influence of harvest maturity, transport packaging and storage method on its shelf life. The results showed that compared with seven maturity apricot fruit, the fully mature fruit had better appearance, best sweetness, lowest hardness while more difficult to store; eight or nine maturity fruit got a good appearance,

基金项目:农业技术试验示范(农产品加工)项目(16162130106232008)

作者简介:周姣(1996—),女(汉),硕士,研究方向:农产品贮藏与加工。

\* 通信作者:肖红梅(1970—),女(汉),副教授,博士,研究方向:农产品贮藏与加工。

[23] 石冬俊, 杨文宇, 唐盛, 等. 金钗石斛煎煮熬膏过程中多糖和总生物碱含量的变化[J]. 时珍国医国药, 2016(2): 355-358

[24] NADULSKI R, SKWARCZ J, SUJAK A, et al. Effect of pre-treatment on pressing efficiency and properties of rhubarb (*Rheum rhabonticum* L.) juice[J]. Journal of Food Engineering, 2015, 166: 370-376

[25] LIU X F, ZHU J, GE S Y, et al. Orally administered *Dendrobium officinale* and its polysaccharides enhance immune functions in BALB/c mice[J]. Natural Product Communications, 2011, 6(6): 867-870

[26] SONG J, YANG Q, HUANG W, et al. Optimization of trans lutein from pumpkin (*Cucurbita moschata*) peel by ultrasound-assisted extraction[J]. Food & Bioprocess Processing, 2018, 107: 104-112

[27] NAFFATI A, VLADIĆ J, PAVLIĆ B, et al. Biorefining of filter tea factory by-products: Classical and ultrasound-assisted extraction of bioactive compounds from wild apple fruit dust[J]. Journal of Food Process Engineering, 2017, 40(6): doi: 10.1111/jfpe.12572

收稿日期: 2018-07-11

lower acidity, higher sweetness and hardness, and was suitable for long distance transportation and storage. The cold-chain transport package combined with 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment could prolong the storage period. Compared with ambient storage and modified atmosphere storage, cold storage gave fruit longer life. This study suggested that harvested at eight maturity stage, packed with 1-MCP during cold-chain transportation, and refrigerated below 8 °C might be useful to extend the Baren apricot sale distance and shelf life.

**Key words:** Baren apricot fruit; maturity of harvest; 1-methylcyclopropene (1-MCP); cold chain transportation; refrigeration

引文格式:

周姣,吴颖峰,余伟,等. 新疆巴仁杏采收与贮运技术研究[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(12): 109-115

ZHOU Jiao, WU Yingfeng, YU Wei, et al. Study on Harvest and Storage Technology of Xinjiang Baren Apricot Fruit[J]. Food Research and Development, 2019, 40(12): 109-115

新鲜杏含有多种营养元素,其  $V_A$  和  $V_C$  含量丰富,属于低热、多维素的长寿型膳食果品,适量食用具有生津止渴、润肺化痰、防治癌症以及心血管保健理疗等功效<sup>[1-2]</sup>。杏子是呼吸跃变型果实,采后迅速进入呼吸高峰,出现后熟、软化等品质劣变现象<sup>[3]</sup>。1-甲基环丙烯(1-methylcyclopropene, 1-MCP)是近年来发现的一种新型果蔬保鲜剂,无毒、无味,且无残留和不良副作用,它对呼吸跃变型果实有明显作用,能够阻止或延缓乙烯作用的发挥,使杏子贮藏期和货架期大大延长<sup>[4-7]</sup>;低温冷藏能有效地抑制果实的呼吸作用和致病菌的生长繁殖,有利于杏子贮藏保鲜<sup>[7-8]</sup>;气调贮藏是在低温冷藏基础上,通过调节或控制贮藏环境的气体组分和比例来延长贮藏期的一种保鲜方法,它可有效延缓杏子生理代谢过程,更好地保持其新鲜度和商品性<sup>[9-10]</sup>。

被誉为新疆最甜的巴仁杏,产自克州阿克陶县巴仁乡,主要指“苏卡亚格里克”杏和“赛买提玉鲁克”杏。得天独厚的地理位置使得巴仁杏体大色艳、香气浓郁、酸甜可口、肉质鲜美,成为鲜食加工皆宜的优质果品。巴仁杏收获期集中于高温季节,呼吸旺盛,耐藏性差,加之运输距离长、物流设施设备差,且当地贮藏保鲜技术匮乏,因而难以远距离鲜销,造成了巨大的经济损失。解决贮运问题,是当前扩大其销路亟待研究的重点;而随着互联网的迅速崛起,推进互联网产业与巴仁杏远距离鲜销的融合、发展电商平台下的冷链运输可助益于巴仁杏走出新疆,走向全国乃至国际。因此,研究采收成熟度、合适的包装运输方式和探究贮藏方法可为巴仁杏远距离鲜销提供技术支撑,促进巴仁杏产业发展<sup>[11]</sup>。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验材料为新疆“苏卡亚格里克”巴仁杏,采于阿克陶县巴仁乡农家果园,挑选果形、着色和大小一致、无机械伤、无干裂、无虫害完好的巴仁杏作为供试果实,成熟度的划分标准如表1。清晨采后2 h内运回实验室分别进行成熟生理特性研究和航空运输贮藏不同时间的巴仁杏品质变化研究。试验重复2次。

表1 巴仁杏成熟度划分方法

Table 1 Classification of Baren apricot fruit maturity

| 成熟度 | 成熟度的判定方式                                 |
|-----|------------------------------------------|
| 七成熟 | 果皮绿色微黄,处于绿熟期,质地硬,风味甜淡,有一定的酸度             |
| 八成熟 | 果皮 1/2 转桔黄,处于黄熟期,质地仍较硬,未软化               |
| 九成熟 | 果皮 3/4 转桔黄,处于黄熟期,质地较软,具有巴仁杏典型风味          |
| 十成熟 | 果皮全部变桔黄,绿色完全褪去,处于完熟期,质地已软,甜度很高,具有巴仁杏典型风味 |

### 1.2 仪器与设备

CheckMate II 台式顶空  $O_2/CO_2$  分析仪: 丹圣(上海)贸易有限公司;TGL-20M 高速台式冷冻离心机:湖南湘仪实验室仪器开发有限公司;BSA 124-CW 电子天平:德国赛多利斯有限公司;HP-2136 便携式色差仪:上海皖夫光电科技有限公司;0~300 mm 型游标卡尺:上海恒量量具有限公司;GY-3 果实硬度计:杭州托普仪器有限公司;WYT-4 型手持糖量仪:北京万行吉利经贸有限公司;DELTA 320 pH 计:梅特勒-托利多(上海)有限公司;高温机械冷库:南京吉良制冷设备有限公司;SF-B 1400 型快速脚踏封口机:上海阿依包装

机械有限公司。

1.3 方法

1.3.1 样品处理

1.3.1.1 巴仁杏成熟品质特性研究

取七、八、九、十成熟度果实各 60 颗,进行相关品质指标测定。测试地点为克州农业技术推广中心实验室。

1.3.1.2 运输处理

采收七、八、九 3 个成熟度果实共 35 kg,装入 8 个 36 cm×25 cm×21 cm 泡沫箱,立即运往 4 ℃冷库;预冷 28 h 后泡沫箱放入 36.5 cm×25.5 cm×21.5 cm 瓦楞纸箱,其中 4 个包装箱内加入 1-MCP 果蔬保鲜剂,从新疆喀什通过航空物流寄出;采后第 3 天傍晚到达南京农业大学食品院,此时箱内外温度分别为(22.6±1.4) ℃、(24.6±0.6) ℃,放入冷库,4 ℃预冷 12 h 后进行贮藏期试验。冷链运输包装方式:T1 为七成熟,未用保鲜剂处理;T2 为八成熟,未用保鲜剂处理;T3 为九成熟,未用保鲜剂处理;T4 为七成熟,1-MCP 保鲜剂处理;T5 为八成熟,1-MCP 保鲜剂处理;T6 为九成熟,1-MCP 保鲜剂处理。

1.3.1.3 贮藏期巴仁杏品质变化研究

将空运到南京的果实装入垫有吸水纸的塑料篮(30.5 cm×40.5 cm),塑料篮放入 60 μm 厚 PE 袋(60.5 cm×89 cm),进行常温、冷藏和气调包装(modified atmosphere packaging,MAP)3 种贮藏期处理,测定贮藏期前后果实品质。试验每个处理 3 个平行。

常温:PE 袋敞口包装,室温 28 ℃~36 ℃、相对湿度(relative humidity,RH) 58 %~72 %,10 d;冷藏:PE 袋敞口包装,温度 4.2℃~8.8 ℃、RH 85 %~90 %,32 d;MAP:PE 袋密封包装,温度 4.2 ℃~8.8 ℃、RH 95 %,32 d,利用巴仁杏果实自身呼吸改变贮藏环境的 O<sub>2</sub> 和 CO<sub>2</sub>,试验结束时测得袋内 O<sub>2</sub> 和 CO<sub>2</sub> 浓度分别为:(8.3±1.9) % O<sub>2</sub>、(5.3±0.5) % CO<sub>2</sub>。

1.3.2 指标测定

1.3.2.1 外观

每日肉眼观察记载果实颜色、失水萎蔫程度、霉

变等感官特性变化。

1.3.2.2 果径大小

横径、纵径:测量单个果实赤道处的宽度和果实纵轴的长度。每个处理 15 颗果实。

1.3.2.3 失重率

采用称量法。公式如下:

$$\text{失重率}/\% = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

式中:W<sub>1</sub> 为贮藏 0 d 果实的质量,g;W<sub>2</sub> 为贮藏后果实的质量,g。

1.3.2.4 腐烂率

$$\text{腐烂率}/\% = \frac{\text{腐烂杏果个数}}{\text{杏果果实总数}} \times 100$$

果实表皮出现霉斑,果肉松软,果皮褐变,下陷斑达到果实表面积的 1/4,即为腐烂果实。

1.3.2.5 色差

用色差仪测定果实横径处相对两个点的色差值,取平均值。每个处理 15 颗果实。

1.3.2.6 硬度

用果实硬度计测量果实横径的硬度,取平均值。每个处理 15 颗果实。

1.3.2.7 可溶性固形物(total soluble solid,TSS)

一颗果实切碎研磨混匀,用 4 层纱布挤出汁液,用手持糖量仪测定。每个处理 15 颗果实。

1.3.2.8 可滴定酸(titrate acid,TA)

可滴定酸含量测定根据国标 GB/T 12456-2008《食品中总酸的测定》,用 0.01 mol/L NaOH 滴定法进行测定。

1.4 数据处理

所得结果为各处理平均值,数据分析和图表绘制均采用 Excel 2010 和 GGE biplot 软件。

2 结果与分析

2.1 巴仁杏成熟过程中基本品质特性变化

巴仁杏成熟过程中品质指标的变化见表 2。

表 2 巴仁杏成熟过程中品质指标的变化  
Table 2 Quality changes of Baren apricot fruit during maturity

| 成熟度 | 果实大小     |          |         | 硬度/×10 <sup>5</sup> Pa | 可溶性固形物/%  | 可滴定酸/%   |
|-----|----------|----------|---------|------------------------|-----------|----------|
|     | 纵径/cm    | 横径/cm    | 果形指数    |                        |           |          |
| 七成熟 | 4.1±0.10 | 3.4±0.15 | 1.2±0.1 | 13.5±0.90              | 10.5±1.21 | 1.7±0.11 |
| 八成熟 | 4.3±0.21 | 3.6±0.11 | 1.2±0.1 | 12.4±0.73              | 12.0±1.16 | 1.6±0.14 |
| 九成熟 | 4.4±0.11 | 3.8±0.14 | 1.2±0.1 | 10.5±1.10              | 17.6±1.53 | 1.5±0.08 |
| 十成熟 | 3.8±0.12 | 3.4±0.17 | 1.1±0.2 | 8.8±1.24               | 19.0±1.27 | 1.3±0.10 |

### 2.1.1 外观

外观变化是许多水果成熟过程中发生的最显著变化,也是判断其是否成熟的一项重要标准。巴仁杏果形均呈长圆形,表皮光滑似有油质,随着巴仁杏成熟度的增加,果实表皮绿色逐渐褪去,变黄变红,色泽更加鲜艳诱人,这是由于果实成熟过程中,叶绿素逐渐降解,类胡萝卜素显露,红黄色逐步成为主导颜色。

### 2.1.2 果径

果径是果实等级划分的一项重要指标,其大小直接影响果实的商品价值。由于新疆独特的地理条件,果树光合作用强,因而巴仁杏不但色泽优美,果型也大。巴仁杏果实纵径大于横径,成熟过程中果实大小范围横径 3.4 cm~3.8 cm、纵径 3.8 cm~4.4 cm,果形指数 1.1~1.2,果实形状长圆形(见表 2)。随着成熟度的增加,果实纵径和横径均呈先增大后减小的趋势,九成熟果实两者均达到最大值。

### 2.1.3 硬度

硬度是评判果实成熟度和品质的一项重要指标,随着巴仁杏成熟,硬度逐渐下降,十成熟果实最软,硬度约为七成熟果实的 64%(见表 2)。这是由于果实成熟过程中,细胞壁组分如果胶物质发生降解、细胞壁结构改变,进而导致硬度下降<sup>[12]</sup>。

### 2.1.4 可溶性固形物

可溶性固形物是反映果实成熟度、内部品质和口感的重要指标之一。果实 TSS 在很大程度上决定果实甜味。TSS 随果实成熟呈上升趋势,十成熟巴仁杏最甜(见表 2),个别果实 TSS 可高达 21%。未成熟巴仁杏贮存许多淀粉,可溶性糖类含量相对较少,TSS 相对较低,随着果实成熟,不溶性的淀粉转化为可溶性的葡萄糖、果糖、蔗糖等,使巴仁杏的 TSS 增加,甜味变浓。

### 2.1.5 可滴定酸

杏果实中主要含有苹果酸和柠檬酸,有机酸是果实感官品质的重要组成部分之一,与糖一起形成果实口感的风味,常用固酸比即 TSS/TA 来表示甜酸味。固酸比也是影响果实风味、品质和贮藏期的一项重要指标。果实成熟过程中可滴定酸会逐渐减少(见表 2),虽然成熟过程中果实可滴定酸下降缓慢,但果实成熟过程中固酸比含量显著增加( $p<0.05$ ),七、八、九、十成熟果实的固酸比分别为 6.2、7.5、11.7、14.6,因而成熟度越高,果实口感越甜,风味越丰满。

## 2.2 运输处理和贮藏方式对贮藏期巴仁杏品质变化的影响

### 2.2.1 外观

外观是感官评价果实品质的最直观因素,它在一

定程度上反映了果实的新鲜程度、成熟度和品质变化。巴仁杏果实采后逐渐失水萎蔫,光泽消失,颜色变暗,甚至产生褐变。果实成熟度越高,褐变和失水萎蔫越严重。常温下果实失水萎蔫较快,贮藏期 10 d,果实失去鲜果商品性,原因是常温处理温度高(28℃~36℃)、相对湿度低(RH 58%~72%),果实生理代谢旺盛,营养物质消耗和蒸腾失水快。仅从外观看冷藏和 MAP 的贮藏期均可以达到 32 d,MAP 果实外观上更加饱满,但 MAP 果实褐变和内部果肉絮败严重,失去商品性能。合适的低 O<sub>2</sub> 高 CO<sub>2</sub> 可以提高杏果实的贮藏品质、延长贮藏期<sup>[9-10]</sup>,而本试验中 MAP 贮藏结束时, O<sub>2</sub> 浓度为(8.3±1.9)%、CO<sub>2</sub> 为(5.3±0.5)%,推测可能是由于低 O<sub>2</sub> 高 CO<sub>2</sub> 导致果实产生了气体伤害,因而未能延长果实贮藏期。1-MCP 处理和冷藏结合贮藏巴仁杏色泽等外观效果最好。冷藏条件下,1-MCP 处理果实色泽优于对照,七成熟果实光泽优于八、九成熟的,但果实颜色偏绿,而九成熟果实颜色暗褐,综合评价 3 种成熟度中八成熟外观最好。

### 2.2.2 失重率

失重是影响果实商品性和贮藏寿命一项重要指标,包括水分和干物质的损失,失水是失重的重要原因<sup>[6]</sup>。巴仁杏冷链运输后不同贮藏时间处理失重率变化见图 1。

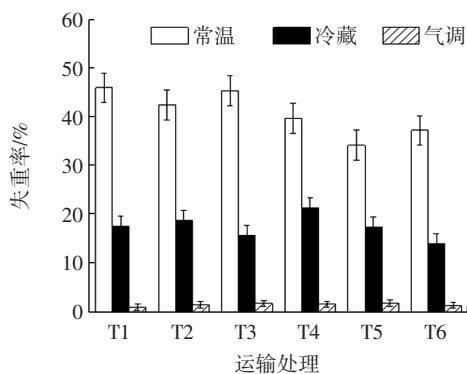


图 1 巴仁杏冷链运输后不同贮藏时间处理失重率的变化

Fig.1 The changes in the weight loss of Baren apricot fruit with different shelf-life treatments

如图 1,果实采后均产生不同程度的失重,常温处理失重最为严重,常规运输包装处理果实失重均超过 40%;相比之下,所有冷藏果实失重率均低于 20%,MAP 果实失重最低,原因可能是由于高湿度和低温气调贮藏抑制了呼吸作用、蒸腾失水等代谢变化,因而物质消耗和水分损失较少。果实经过 1-MCP 处理后,常温和低温贮藏均能抑制果实失重,常温效果更明显,这与他人研究结果相似<sup>[3-7]</sup>。

### 2.2.3 腐烂率

腐烂率是反映果实贮藏品质的一项重要指标。巴仁杏冷链运输后不同贮藏时间处理腐烂率变化见图2。

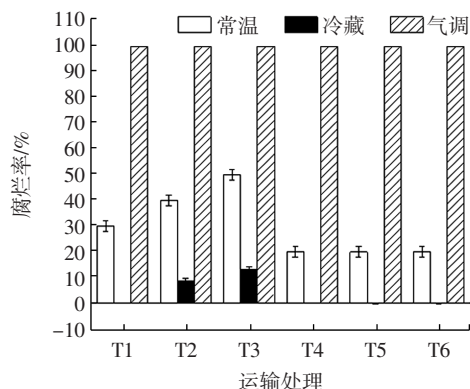


图2 巴仁杏冷链运输后不同贮藏时间处理腐烂率的变化

Fig.2 The changes in the decay rate of Baren apricot fruit with different shelf-life treatments after cold chain transportation

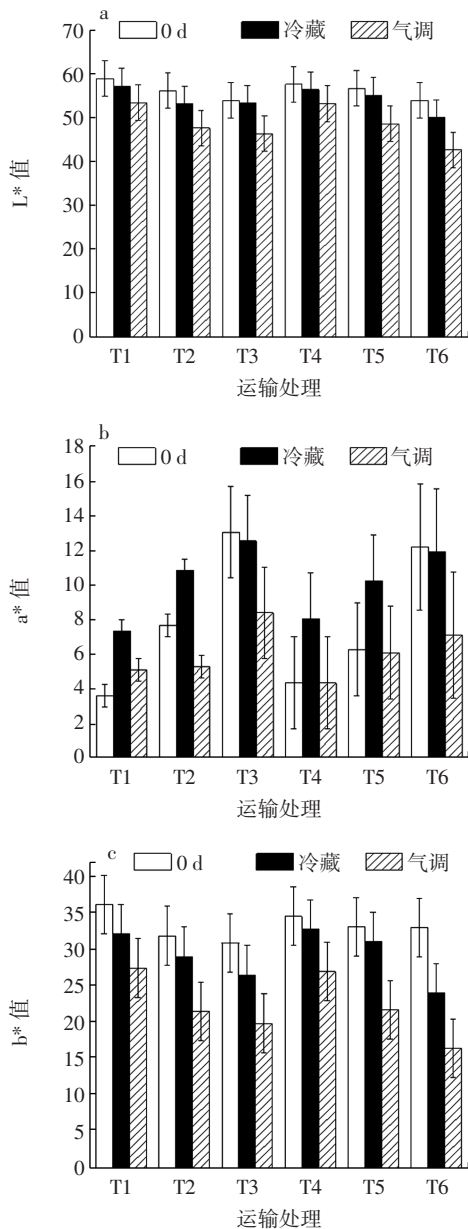
由图2所示,九成熟果实腐烂率高,这是由于果实成熟度越高,采后生理代谢越旺盛,品质下降越迅速,因而果肉软化、褐变严重,不耐贮藏和销售。无论是常温还是低温冷藏,1-MCP处理组的腐烂率均比对照组低,原因可能是1-MCP处理改变果实采后糖酸代谢<sup>[13-14]</sup>,提高抗氧化酶系统活性,保持果实良好品质,抑制果实腐败<sup>[4-7]</sup>。MAP组果实表皮局部组织下陷和产生褐变,表皮未发现腐烂,但内部组织极其松软、发生絮败,果实全部失去食用性能,推测原因是MAP低O<sub>2</sub>高CO<sub>2</sub>气体组分导致果实生理代谢异常。

因为常温组果实贮藏期只有10d,故贮藏32d时,以下指标均无常温贮藏果实相关结果,因而不使用常温组做对比,而使用刚运到南京时新鲜果实做对照。

### 2.2.4 色泽

色泽是反映果实外观品质的一项重要指标。果实成熟期间叶绿素迅速降解,类胡萝卜素或花青素增加,表现出黄色、红色是其成熟的标志。色差用L\*、a\*、b\*值表示,L\*值越大则果皮越亮,反之越暗;a\*值越大果皮越红,反之越绿;b\*值越大果皮越黄,反之越蓝。巴仁杏冷链运输后不同贮藏时间处理色泽变化见图3。

如图3a,在冷藏和气调下,1-MCP处理七、八成熟果实的L\*值均比对照组高( $p < 0.05$ ),说明1-MCP处理能够保持果实的亮度;冷藏下七、八成熟的果实无论有无1-MCP处理a\*显著增加( $p < 0.05$ ),果实变红,而九成熟果实a\*冷藏后未上升(见图3b);不同成熟度果实的b\*值贮藏后均下降,1-MCP处理间无显著



a 为 L\* 值; b 为 a\* 值; c 为 b\* 值。

图3 巴仁杏冷链运输后不同贮藏时间处理色差变化

Fig.3 The changes of colour difference of Baren apricot fruit with different shelf-life treatments after cold chain transportation

差异( $p > 0.05$ )(见图3c)。

### 2.2.5 硬度

硬度影响果实贮藏期的长短、运输距离的远近及经济效益的提高。贮藏期中果实硬度下降,原因是鲜果含水量很高,果胶物质、纤维素和半纤维素的紧密结合维持了果蔬良好的硬度,随着贮藏时间延长,细胞壁组分逐渐分解,硬度下降;成熟度越高,硬度越低。低温有利于延缓细胞壁组分分解、抑制硬度下降。巴仁杏冷链运输后不同贮藏时间处理硬度变化见图4。

如图4,1-MCP处理显著抑制果实贮藏期间硬度

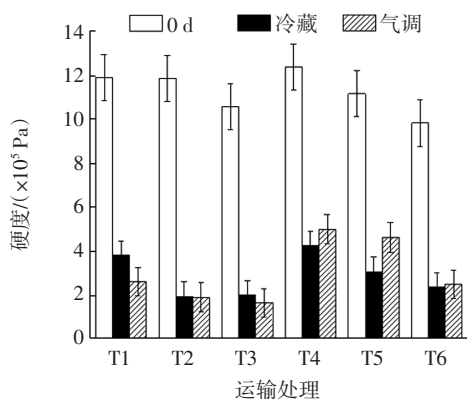


图4 巴仁杏冷链运输后不同贮藏时间处理硬度变化

Fig.4 The changes of hardness of Baren apricot fruit with different shelf-life treatments after cold chain transportation

的下降( $p<0.05$ ),如冷藏 32 d 时 1-MCP 处理七、八、九成熟果实硬度分别为  $4.2\times10^5$ 、 $3.0\times10^5$ 、 $2.3\times10^5$  Pa, 未 1-MCP 处理七、八、九成熟果实硬度分别为  $3.8\times10^5$ 、 $1.9\times10^5$ 、 $1.9\times10^5$  Pa。可见 1-MCP 处理能够延缓果实硬度下降,这与王瑞庆等<sup>[15]</sup>、杨娟侠等<sup>[16]</sup>研究发现相似。敬媛媛等发现,成熟度 II (着色面积 50 %~80 %)新疆“赛买提”杏果实在采后冷藏期间能保持较低多聚半乳糖醛酸酶、果胶甲酯酶活性和纤维素含量,并且保持一定的木质素含量和果胶含量,从而比成熟度 I 和 III 的果实较好地保持杏果实的硬度<sup>[11]</sup>。而本试验中却发现无论有无 1-MCP 处理,冷藏下较低的成熟度(七成熟)果实硬度维持得最好。

### 2.2.6 可溶性固形物

果蔬中 TSS 能直接反应成熟度和品质,TSS 高低是判断耐贮藏性的重要指标之一。冷藏下,TSS 升高,原因是杏子是呼吸跃变型果实,存在后熟作用,内部淀粉会不断转化为 TSS,在供果实自身消耗的同时,TSS 不断上升。巴仁杏冷链运输后不同贮藏时间处理可溶性固形物变化见图 5。

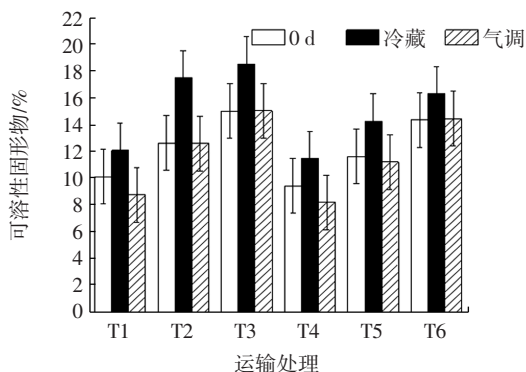


图5 巴仁杏冷链运输后不同贮藏时间处理可溶性固形物变化

Fig.5 The changes of total soluble solids of Baren apricot fruit with different shelf-life treatments after cold chain transportation

如图 5 所示,1-MCP 处理果实 TSS 均比未 1-MCP 处理组低( $p<0.05$ ):其中 1-MCP 处理七成熟冷藏果实的 TSS 最低,为 11.8 %,而相对应未 1-MCP 处理果实为 12.3 %。可见 1-MCP 结合冷藏处理抑制了 TSS 上升,延缓果实成熟衰老进程。1-MCP 能明显延缓果实 TSS 下降,这与很多人研究发现一致<sup>[6-7,15]</sup>。

### 2.2.7 可滴定酸

TA 是影响果实风味和贮藏性的重要因素,主要受有机酸的影响。巴仁杏冷链运输后不同贮藏时间处理可滴定酸变化见图 6。

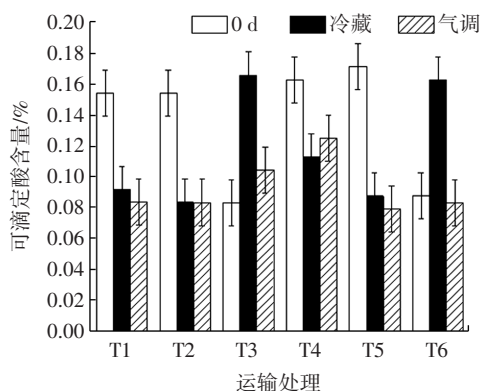


图6 巴仁杏冷链运输后不同贮藏时间处理可滴定酸含量变化

Fig.6 The changes of titratable acid of Baren apricot fruit with different shelf-life treatments after cold chain transportation

如图 6,除九成熟外,TA 均低于初始值,七成熟 TA 更高,原因是贮藏过程中七、八成熟果实有机酸进入呼吸系统作为底物参与代谢,其含量总体下降,九成熟内部已出现腐烂酸败,导致 TA 剧增。1-MCP 处理组的 TA 均比对照组要高。说明 1-MCP 处理可抑制 TA 下降,这与吴芳等<sup>[9]</sup>、赵迎丽等<sup>[14]</sup>研究结果相似。

贮藏过程中果实固酸比逐渐上升,原因是有机酸含量减少,TSS 含量增加,固酸比越大,口感和风味越好。冷藏 32 d 后九成熟固酸比最低,原因是部分果实发生腐烂酸败,TA 含量升高;七、八成熟果实的固酸比较高,说明冷藏果实口感和风味适宜食用。

## 3 结论

通过巴仁杏采后冷链运输后不同贮藏时间处理品质变化研究结果表明,七成熟果实外观最好、腐烂率最低、果皮亮度和硬度最高、 $a^*$  值和 TSS 最低、TA 较高;八成熟果实色泽、外观较好,TSS 含量和固酸比值均显著高于七成熟果实;而九成熟果实冷链运输贮藏后品质最差。通过贮藏时间试验结果表明,在冷藏下,果实外观保持得最好、腐烂率最低、亮度最高、与 1-MCP 结合抑制 TSS 上升效果最好、可滴定酸更高,

冷藏对果实的贮藏效果比 MAP 好;本研究结果也表明,1-MCP 可降低失重率和腐烂率,抑制硬度和 TA 的下降,减缓 TSS 的上升,有利于巴仁杏的贮运保鲜。

综上所述可以得出结论,八成熟巴仁杏适宜用于采后冷链贮运。在贮运过程中使用 1-MCP 果蔬保鲜剂可延长巴仁杏冷链运输的贮藏期。在贮藏期间,冷藏的贮藏效果要优于不适宜的 MAP 贮藏和常温贮藏。

#### 参考文献:

- [1] 赵习平. 杏优良品种及无公害栽培技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2009: 2
- [2] 宋永宏, 杨晓华, 李静江, 等. 不同杏品种果实营养成分分析及综合评价[J]. 中国农学通报, 2018, 34(23): 65-71
- [3] 刘路. 果实采后生理及贮藏保鲜技术的研究[D]. 石河子: 石河子大学, 2010
- [4] CAO J K, ZHAO Y M, WANG M, et al. Effects of 1-methylcyclopropene on apricot fruit quality, decay, and on physiological and biochemical metabolism during shelf-life following long-term cold storage[J]. Journal of Pomology and Horticultural Science and Biotechnology, 2009, 84(6): 672-676
- [5] 孙守文, 王静, 刘凤兰, 等. 1-MCP 处理对巴仁杏冷藏期间生理特性的影响[J]. 新疆农业科学, 2011, 48(6): 1049-1055
- [6] 吴芳, 周江, 朱尤可, 等. 水杨酸和 1-甲基环丙烯处理对赛买提杏冷藏后货架期品质的影响[J]. 食品科技, 2016(3): 52-57
- [7] EGEA I, FLORES F B, MARTINEZ-MADRID M C, et al. 1-Methylcyclopropene affects the antioxidant system of apricots (*Prunus armeniaca* L. cv. Búlida) during storage at low temperature[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2010, 90(4): 549-555
- [8] 牛希跃, 刘华英, 任少东, 等. 冷藏对库车小白果果实硬度及相关指标的影响[J]. 科技视界, 2015(36): 42-43
- [9] 王伟, 刘红锦, 王毓宁, 等. 气调贮藏对金太阳杏贮藏品质的影响[J]. 江苏农业学报, 2011, 27(2): 396-400
- [10] ZHANG M, MENG X, BHANDARI B, et al. Recent developments in film and gas research in modified atmosphere packaging of fresh foods[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2016, 56(13): 2174-2182
- [11] 杨婷婷, 朱璇, 向玉洁, 等. 采收成熟度对果实贮藏品质的影响[J]. 现代食品科技, 2015(7): 277-282
- [12] 敬媛媛, 杨婷婷, 马玄, 等. 不同成熟度杏果实采后细胞壁物质代谢规律的研究[J]. 现代食品科技, 2017, 33(5): 103-108
- [13] 郭香凤, 向进乐, 史国安, 等. 1-MCP 对凯特果实实采后糖酸组分与含量的影响[J]. 保鲜与加工, 2008(5): 30-33
- [14] 赵迎丽, 王春生, 闫根柱, 等. 1-MCP 处理对凯特杏室温贮藏品质的影响[J]. 中国果树, 2013(1): 31-34
- [15] 王瑞庆, 冯建华, 魏雯雯, 等. 1-MCP 处理和气调贮藏对赛买提杏冷藏效果的影响[J]. 食品科学, 2013, 34(20): 287-290
- [16] 杨娟侠, 鲁墨森. 1-MCP 对金太阳杏采后生理和保鲜效果的影响[J]. 北方园艺, 2008(1): 235-237

收稿日期: 2018-10-20

## 欢迎订阅 2019 年《食品研究与开发》

《食品研究与开发》是由天津市食品研究所有限公司和天津市食品工业生产力促进中心主办, 国内外公开发行的食品专业科技期刊, 1980 年创刊, 半月刊, 采用国际流行开本大 16 开。其专业突出, 内容丰富, 印刷精美, 是一本既有基础理论研究, 又包括实用技术的刊物。本刊已被“万方数据库”、“中文科技期刊数据库”、《乌利希期刊指南》、美国《化学文摘》、英国国际农业与生物科学研究中心(CABI)、英国《食品科技文摘》(FSTA)等知名媒体收录, 并被列入“中文核心期刊”、“中国科技核心期刊”、RCCSE 中国核心学术期刊(A)。主要栏目有: 基础研究、应用技术、检测分析、生物工程、专题论述、食品机械等。

本刊国内统一刊号 CN 12-1231/TS; 国际刊号 ISSN 1005-6521; 邮发代号: 6-197。全国各地邮局及本编辑部均可订阅。从本编辑部订阅全年刊物享八折优惠。2019 年定价: 30 元/册, 全年 720 元。

本编辑部常年办理邮购, 订阅办法如下:

(1) 邮局汇款。地址: 天津市静海县静海经济开发区南区科技路 9 号; 收款人: 《食品研究与开发》编辑部; 邮政编码: 301600。

(2) 银行汇款。开户银行: 工商银行静海支行

账号: 0302095119300204171; 单位: 天津市食品研究所有限公司。

《食品研究与开发》编辑部

www.tjfrad.com.cn

E-mail: tjfood@vip.163.com

电话(传真): 022-59525671