

农产品贮藏加工

脱涩方法对三种成熟度磨盘柿货架品质的影响

韩双双¹, 张鹏², 薛友林¹, 李江阔², 张玲²

(1.辽宁大学 轻型产业学院, 沈阳 110036; 2.国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津)

天津市农产品采后生理与贮藏保鲜重点实验室, 天津 300384)

摘要:目的 为了探讨真空包装脱涩和干冰脱涩方法对不同成熟度磨盘柿的脱涩效果和货架品质的影响。

方法 以北京房山3种成熟度(7成、8成、9成)磨盘柿为实验材料,在常温下采用真空脱涩和干冰脱涩等2种方法进行柿果脱涩,研究不同脱涩方法对3种磨盘柿可溶性单宁的影响和脱涩后货架期间果实营养品质、呼吸强度、硬度、色泽和挥发性成分的变化规律。**结果** 真空包装脱涩处理7成、8成、9成熟柿果的脱涩时间分别为144, 72, 60 h,而干冰处理7成、8成、9成熟柿果的脱涩时间分别为48, 24, 24 h。随着成熟度的增加,果实硬度、脱涩时间逐渐降低,但可溶性固形物含量逐渐升高。7成熟柿果的挥发性成分变化速率较8成、9成熟柿果变化快。另外,3种柿果脱涩前Vc含量均高于脱涩后,干冰脱涩时间较真空脱涩时间快,且有效延缓了脱涩后果实硬度的降低。8成熟柿果果实色泽鲜艳,果实硬度和可溶性固形物含量在货架期变化较小。**结论** 干冰脱涩8成熟柿果常温货架品质较优。

关键词: 磨盘柿; 脱涩; 成熟度; 货架期; 果实品质; 挥发性成分

中图分类号: S665.2; TS201.1 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2019)05-0001-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.05.001

Effects of Deastringent Methods on Shelf Quality of Mopan Persimmon in Three Maturities

HAN Shuang-shuang¹, ZHANG Peng², XUE You-lin¹, LI Jiang-kuo², ZHANG Ling²

(1.School of Light Industry, Liaoning University, Shenyang 110036, China; 2.Tianjin Key Laboratory of Postharvest Physiology and Storage of Agricultural Products, National Engineering and Technology Research Center for Preservation of Agricultural Products (Tianjin), Tianjin 300384, China)

ABSTRACT: The work aims to investigate the effects of vacuum packaging and dry-ice deastringency on deastringency result and shelf quality of Mopan persimmon in three different maturity stages. Mopan persimmon in three kinds of maturity stages (7, 8, 9) in Beijing Fangshan were used as test materials. At the ambient temperature, vacuum packaging and dry-ice deastringency were carried on Mopan persimmon to study the effects of soluble tannins on Mopan persimmon in three maturity stages and the changes of nutrient quality, respiratory intensity, hardness, color and volatile components of fruits during shelf life. Persimmon at maturity stage 7,8 and 9 were completely de-astringent treated by vacuum treatment for 144, 72 and 60 h, but completely de-astringent treated by dry-ice for 48, 24 and 24 h. With the increase of maturity, the fruit firmness and deastringency time decreased gradually, but the soluble solid content gradually increased. The rate of

收稿日期: 2019-01-23

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFD0401303); 广西科技基地和人才专项(桂科AD17129011)

作者简介: 韩双双(1994—),女,辽宁大学硕士生,主攻农产品贮藏与加工。

通信作者: 李江阔(1974—),男,博士,副研究员,主要研究方向为农产品安全与果蔬贮运保鲜新技术。

change of volatile components of persimmon fruit in maturity stage 7 changed faster than that of fruit in maturity stage 8 and 9 persimmon. In addition, the content of VC before deastringency of three kinds of persimmon was higher than that after deastringency. The time of deastringency by dry-ice was faster than that by vacuum treatment, and dry-ice method effectively delayed the decline of fruit hardness after deastringency. The persimmon fruit in maturity stage 8 is bright, and the hardness and soluble solid content changed little during the shelf life. The dry-ice treatment has the best effect on the quality of the Mopan persimmon in maturity stage 8.

KEY WORDS: Mopan persimmon; deastringency; maturity stages; shelf life; fruit quality; volatile substances

柿(*Diospyros kaki* L.)属柿科植物,原产于中国^[1]。根据果实脱涩程度和果肉褐斑的形成,又可将柿果实分为完全涩柿、不完全涩柿、完全甜柿和不完全甜柿等 4 个种类^[2-3]。目前,我国以完全涩柿为主,如:磨盘柿、牛心柿、恭城月柿等,且完全涩柿必须经过人工脱涩后,使涩味降到其阈值之下才可食用^[4]。其中磨盘柿为我国北方地域主要种植品种^[5],果实脱涩后味道香甜可口、营养价值高,深受人们的喜爱^[6]。不同成熟阶段的柿果中可溶性单宁含量差异显著^[7],致使相同的脱涩方法下其脱涩时间有所不同,脱涩时间过长会加速果实软化,脱涩不彻底会影响果实的销售,而采取适宜的脱涩方法和工艺,可以在减缓果实软化速率的同时,延长果实的货架时间,降低商品的经济损失,这对柿果产业的发展具有重要意义。

真空包装脱涩是指在贮藏过程中通过真空包装柿果实,使柿果实处于一个 O_2 含量较低、 CO_2 含量较高,并且可以保持一定湿度的环境中,这样的贮藏环境可以减少果实中乙烯的产生和营养成分的消耗,使涩味消失。刘成红等^[8]研究了不同成熟度柿果经真空包装后对其味涩的影响; CO_2 脱涩的机理是使柿果实在无氧的情况下进行呼吸作用,产生乙醇,再经乙醇脱氢酶催化生成乙醛,进而达到脱涩的目的。董士远等^[9]研究表明,果实采摘时果皮颜色刚转黄为最佳采摘期,在此阶段用 CO_2 脱涩果实后品质较优。干冰即为固态二氧化碳,与气体二氧化碳相比易于掌控,且脱涩效果相同。Nakatsuka 等^[10]研究在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度为 60%的条件下,用干冰处理柿果 4 d 即可使柿果完全脱涩。真空处理和干冰处理广泛用于柿果实的脱涩,然而,对于果实脱涩后常温货架期的品质指标变化的研究较少。文中以 3 种成熟度磨盘柿为实验材料,采取真空包装脱涩和干冰脱涩等 2 种方法,研究常温下不同脱涩方法对 3 种成熟度果实脱涩时间的影响,以及脱涩后货架期间果实营养品质、呼吸强度、硬度、色泽和挥发性成分的变化规律,进而明确真空包装脱涩和干冰脱涩对 3 种成熟度磨盘柿的脱涩效果和货架品质的影响,为我国涩柿脱涩方法和工艺提供理论依据。

1 实验

1.1 材料与设备

材料:磨盘柿,产自北京房山,2018 年 10 月于当地采收(7 成熟,柿果表面 70%~80%为绿色;8 成熟,柿果表面 70%~80%为橙黄色,果底部分为黄绿色;9 成熟,柿果表面 100%为橙黄色),选择大小均匀、无病虫害、无机械损伤的果实作为试验用果;保鲜箱(长 0.28 m ×宽 0.22 m ×高 0.12 m ,体积为 0.0073 m^3) 宁波国嘉农产品保鲜包装技术有限公司。

仪器与设备:3-30K 离心机,德国 SIGMA 公司;TU-1810 紫外-可见分光光度计,北京普析通用仪器有限责任公司;PAL-1,便携式手持折光仪,日本爱宕公司;916 Ti-Touch 电位滴定仪,瑞士万通中国有限公司;Check Piont II 便携式残氧仪,丹麦 Dansensor 公司;KF-568 电子称,中国凯丰集团;TA.XT.Plus 质构仪,英国 SMS 公司;CM-700 d 色差仪,日本柯尼卡美能达;恒温水浴锅,金坛市金南仪器制造有限公司;PEN3 型便携式电子鼻,德国 Airsense 公司。

1.2 方法

1.2.1 实验处理

将 7 成、8 成、9 成熟磨盘柿分为 A, B, C 等 3 组,每组 2.4 kg,然后分装于保鲜箱内。A 组:柿果置于保鲜箱中,置于 $20\sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 常温环境下,保鲜箱顶部密封,侧面通气孔打开,记作对照组;B 组:用 0.1 mm 的聚乙烯膜(PE)袋包装柿果实,并抽真空,保持真空度为 0.08 MPa ,记作真空包装脱涩组;C 组:在装有柿果的保鲜箱内放入 $(40\pm 2)\text{ g}$ 干冰,注意将干冰用纱布包裹,然后密封(微环境内 CO_2 气体体积分数为 80%~90%),记作干冰脱涩组,干冰处理柿果脱涩后不再密封。

1.2.2 可溶性单宁含量的测定

采用 FoLin-Denis 法^[11],略有改变。取 5 g 柿果肉匀浆,加入 20 mL 的甲醇溶液(75%)并搅拌均匀,在 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下(10 kg)离心 10 min,取 4 mL 上清液,定容至 100 mL,测定时取 1 mL 样品,加入 7.5 mL 蒸

馏水、0.5 mL 酚类试剂，3 min 以后，加入 1 mL 饱和碳酸钠溶液，60 min 后在 725 nm 下测定吸光度，并从单宁酸标准曲线上计算单宁的体积。每组处理重复 3 次。

1.2.3 营养品质指标的测定

1.2.3.1 可溶性固形物的测定

采用便携式手持折光仪测定^[12]，打浆后取匀浆用 4 层纱布过滤，吸取 0.2 mL 滤液置于仪器上直接测定，每个处理重复 6 次，取平均值。

1.2.3.2 可滴定酸含量的测定

参考李文生等^[13]的方法略有改动，取匀浆 20 g，置于 250 mL 容量瓶中，用蒸馏水稀释至刻度。80 ℃ 水浴 30 min，用脱脂棉过滤，收集滤液于 250 mL 锥形瓶中备用。吸取 20 mL 滤液于 100 mL 烧杯中，然后加 40 mL 蒸馏水，用 0.025 mol/L 的 NaOH 溶液电位滴定仪测定。每个样品重复滴定 3 次，并进行空白实验。

1.2.3.3 VC含量的测定

根据李玉红^[14]的方法测定 Vc 的含量。

1.2.4 呼吸强度的测定

采用静置法^[15]稍作修改，将 3 个果实放入固定容器中密闭 1 h，用 Check Piont II 便携式残氧仪测定容器内的 CO₂ 含量，以 1 kg 柿果的鲜质量每小时所累积释放的 CO₂ 的含量计。

1.2.5 硬度的测定

硬度采用英国产 TA. XT. Plus TextureAnalyser 物性测定仪测定。每个处理组取 6 个果实，分别在胴部对立面去皮测 2 个点，取平均值。测定参数：探头型号为 P/2，直径为 2 mm，测试速度为 2.00 mm/s；测定深度为 10 mm。

1.2.6 色泽的测定

色泽采用 CM-700d 分光测色计测定，测得 *L*，*a*^{*}，*b*^{*}，*C* 和 *h* 值，每个处理组选取 6 个柿子，每个柿子在阴阳面各测定 1 次，共测定 12 次。明度 *L* 值由大到小表示亮度从白到黑渐变，色度 *a*^{*}、*b*^{*} 值由正向负分别表示颜色由红向绿、由黄向蓝渐变，*C* 表示果实着色强度，*h* 表示色调角。

1.2.7 电子鼻的测定

根据张鹏等^[16]的方法稍作修改，在货架 21 d 时将柿果装进 1 L 的烧杯里，用保鲜膜密封 5 min 后采集数据，采用顶空吸气法进行电子鼻的测定，每个处理组重复试验 6 次。

1.3 数据处理

实验中所有数据通过 Excel 2010 软件作图，采用 DPS7.5 软件进行差异显著性分析，利用软件自带的 Winmuster 分析软件对电子鼻数据进行线性判别分析 (LDA)。

2 结果与分析

2.1 不同脱涩方法对 3 种成熟度磨盘柿可溶性单宁含量的影响

由表 1 可以看出，3 种成熟度的柿果实对照组可溶性单宁含量在脱涩期间变化幅度小，且未达到单宁临界值^[17]，而干冰脱涩处理和真空包装脱涩处理组的单宁含量在脱涩期间均呈下降的趋势，在脱涩 72 h 后，对照组可溶性单宁含量显著高于脱涩组 (*P*<0.05)。对于 7 成熟柿果来说，干冰脱涩处理对照果在 48 h 内柿果可溶性单宁含量迅速降低，在 48 h

表 1 不同脱涩方法处理磨盘柿果实其可溶性单宁含量的变化
Tab.1 Content change of soluble tannin in persimmon fruit treated by different deastringency methods

处理方式	7成熟			8成熟			9成熟		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
脱 涩 时 间/ h	0	0.755±0.017a	0.755±0.017a	0.755±0.017a	0.704±0.042a	0.704±0.042a	0.646±0.012a	0.646±0.012a	0.646±0.012a
	12	0.820±0.124a	0.784±0.185a	0.565±0.013a	0.499±0.005b	0.624±0.008a	0.359±0.012c	0.564±0.020a	0.539±0.026b
	24	0.728±0.032a	0.710±0.034a	0.468±0.027b	0.470±0.020a	0.426±0.032b	0.046±0.011c	0.551±0.002a	0.443±0.019b
	36	0.626±0.070a	0.534±0.007a	0.416±0.017b	0.476±0.021a	0.307±0.014b	0.032±0.008c	0.329±0.082a	0.306±0.029a
	48	0.694±0.041a	0.062±0.002b	0.052±0.005b	0.627±0.010a	0.133±0.011b	0.030±0.006c	0.298±0.048a	0.251±0.020a
	60	0.842±0.016a	0.075±0.005b	0.084±0.012b	0.627±0.017a	0.299±0.028b	0.040±0.016c	0.239±0.010a	0.092±0.029b
	72	0.579±0.017a	0.145±0.004b	0.032±0.001c	0.454±0.009a	0.028±0.003b	0.024±0.004b	0.284±0.031a	0.098±0.002b
	96	0.498±0.076a	0.109±0.002b	0.030±0.004b	0.511±0.014a	0.054±0.006b	0.040±0.003b	0.290±0.028a	0.090±0.027b
	144	0.494±0.016a	0.008±0.003b	0.026±0.001b	0.522±0.008a	0.091±0.011b	0.073±0.003b	0.539±0.001a	0.068±0.004b
	192	0.821±0.034a	0.008±0.003b	0.016±0.001b	0.535±0.007a	0.535±0.003b	0.038±0.001c	0.545±0.006a	0.049±0.003b

注：不同的小写字母表示每一列每一种成熟度中每种处理间的显著性差异 (*P*<0.05)，后同

后降低到 0.0521%，低于单宁质量分数的临界值 (0.1%)^[18]，而真空包装脱涩处理则需 144 h 才可使果实涩味消失。对于 8 成熟柿果来说，干冰处理柿果后，果实去除涩味需要 24 h，真空包装脱涩处理柿果仅需 72 h 即可使可溶性单宁含量降低到单宁临界值。表 1 中还显示，9 成熟柿果的干冰脱涩处理可溶性单宁质量分数在脱涩 24 h 时为 0.036%，而 8 成熟柿果的可溶性单宁含量为 0.046%，真空脱涩处理 60 h 时单宁的质量分数为 0.092%，涩味均在单宁临界值之下。从不同成熟度角度分析可以看出，成熟度的高低对柿果脱涩时间有很大的影响，成熟度越低，果实脱涩时间越长。从脱涩方法分析，干冰脱涩处理比真空包装脱涩处理用时短，脱涩速率较快。

2.2 不同脱涩方法对 3 种成熟度磨盘柿营养品质指标的影响

2.2.1 不同脱涩方法对 3 种成熟度磨盘柿可溶性固形物含量的影响

不同成熟度的柿果实在脱涩后可溶性固形物含量总体呈降低的趋势，见图 1。对于 7 成熟的柿果来

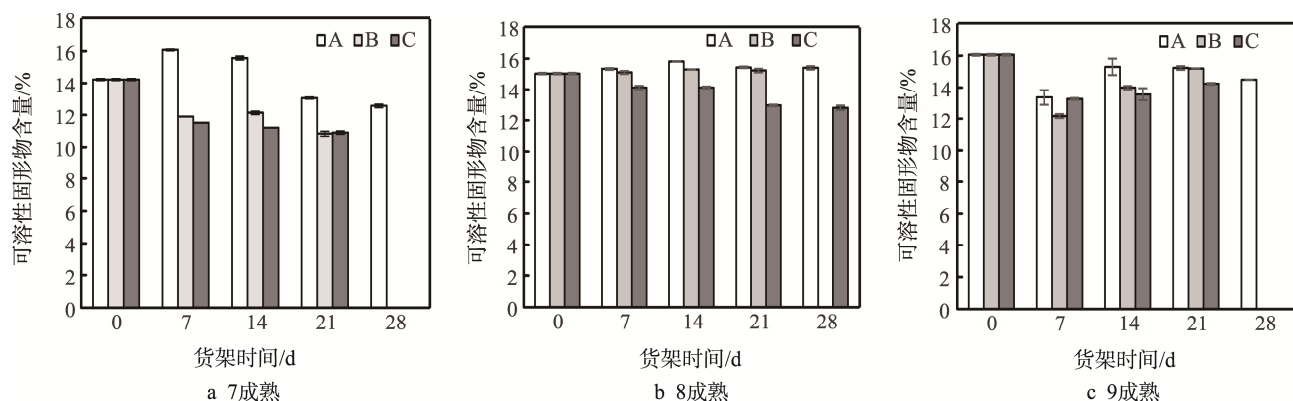


图 1 不同脱涩方法处理磨盘柿果实其可溶性固形物含量的变化

Fig.1 Content change of soluble solid in persimmon fruit treated by different destringency methods

2.2.2 不同脱涩方法对 3 种成熟度磨盘柿可滴定酸含量的影响

可滴定酸 (TA) 是影响水果风味的一个重要指标，由图 2 可以看出，7 成、8 成、9 成熟柿果均随着货架时间的增长，可滴定酸含量逐渐降低。对于 7 成熟柿果经真空包装脱涩和干冰脱涩处理后，果实可滴定酸含量在货架期内变化显著 ($P < 0.05$)。对 8 成熟柿果来说，与另外 2 种成熟度的果实相比，在货架第 28 d 时，干冰脱涩处理组仍然具有商品价值，而真空包装脱涩方式在第 28 d 时不具有商品价值，因此可以看出，干冰脱涩处理较真空包装脱涩处理可以延长货架期。图 2 中还显示出，在贮藏前 7 成、8 成、9 成熟的柿果可滴定酸含量分别为 0.08%，0.067%，0.066%，因此成熟度越低的果实在贮藏前的可滴定酸含

量越高，说明成熟度低的果实风味较成熟度高的果实风味差。从脱涩方法来讲，由图 2 可以看出，干冰脱涩后的果实可滴定酸含量较真空包装脱涩后含量高，可间接说明干冰处理的柿果实软化衰老慢。

说，对照组可溶性固形物 (TSS) 含量在货架期间呈先升高后下降的状态，可能是因为果实在采摘后仍进行呼吸作用，积累营养物质，但随着货架时间的增加，可溶性固形物会作为呼吸底物在糖酵解过程导致还原性糖类被分解成丙酮酸而逐渐被消耗，因此出现该变化趋势；对于真空包装脱涩和干冰脱涩这 2 种处理方式，可溶性固形物含量基本呈降低的趋势，可能是因为这 2 种处理均可使果肉细胞在短期内进入无氧状态，消耗糖类物质，从而使可溶性固形物含量下降，其中干冰脱涩处理柿果的可溶性固形物含量变化快于真空包装脱涩处理。对于 8 成熟柿果来说，对照组和真空包装脱涩处理的可溶性固形物含量在货架 28 d 内变化幅度不大，基本保持在 15.03%~15.8% 之间，说明在货架期间果实呼吸作用较弱，而柿果经干冰脱涩处理后，可溶性固形物含量基本呈降低的趋势，说明果实在脱涩后经呼吸作用逐渐成熟。对于 9 成熟柿果实来说，3 种处理的可溶性固形物含量均在货架第 7 d 时下降，之后增加，可能是因为果实进入无氧状态，会消耗大量营养物质，随着货架时间的增加，果实逐渐完熟，且仍会进行呼吸作用，进而产生糖类物质。

量越高，说明成熟度低的果实风味较成熟度高的果实风味差。从脱涩方法来讲，由图 2 可以看出，干冰脱涩后的果实可滴定酸含量较真空包装脱涩后含量高，可间接说明干冰处理的柿果实软化衰老慢。

2.2.3 不同脱涩方法对 3 种成熟度磨盘柿 Vc 含量的影响

不同脱涩方法处理磨盘柿 Vc 含量的变化见图 3。从脱涩方法分析，货架 28 d 时 3 种成熟度的柿果经真空包装脱涩或干冰脱涩后果实 Vc 含量均低于初始值，差异极显著 ($P < 0.01$)。其中未脱涩柿果下降速率较脱涩组慢，说明脱涩处理果实后，会改变果实的品质，加快果实成熟衰老进程。从图 3 中还可看出，真空包装脱涩和干冰脱涩处理果实后，果实 Vc 含量的降低速率基本上无差异 ($P > 0.05$)。从柿果成熟度分析，

未脱涩的果实中,在贮藏前 8 成熟柿果 V_c 含量为 150.81 mg/100 g,而 7 成、9 成熟果实 V_c 含量分别为 117.37, 111.33 mg/100 g,较 8 成熟柿果 V_c 含量低。

2.3 不同脱涩方法对 3 种成熟度磨盘柿呼吸强度的影响

由图 4 可看出,3 种成熟度的柿果经干冰处理后呼吸强度较对照组和真空包装脱涩组的呼吸强度都高,差异显著 ($P<0.05$),可能是因为干冰会促进果

实迅速进入完熟阶段,所以呼吸强度较高。对于 3 种成熟度柿果来说,干冰脱涩处理一段时间后果实会达到呼吸高峰,但随着货架时间的延长,呼吸强度又呈下降趋势,说明在货架期,果实逐渐成熟以致衰老。从不同成熟度角度来看,随着成熟度的增加,果实的呼吸高峰值基本呈下降的趋势,7 成熟柿果在货架第 7 d 时出现呼吸高峰,真空包装脱涩处理呼吸高峰 (CO_2) 为 53.92 mg/(kg·h),干冰脱涩处理后柿果呼吸高峰值 (CO_2) 可达 155.31 mg/(kg·h),然而 8 成、9

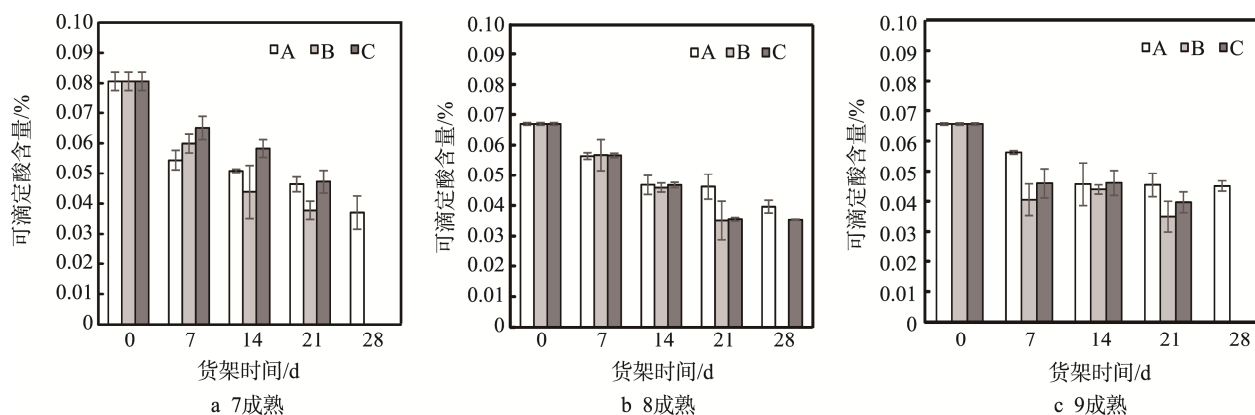


图 2 不同脱涩方法处理磨盘柿果实其可滴定酸含量的变化

Fig.2 Content change of titratable acid in persimmon fruit treated by different deastringency methods

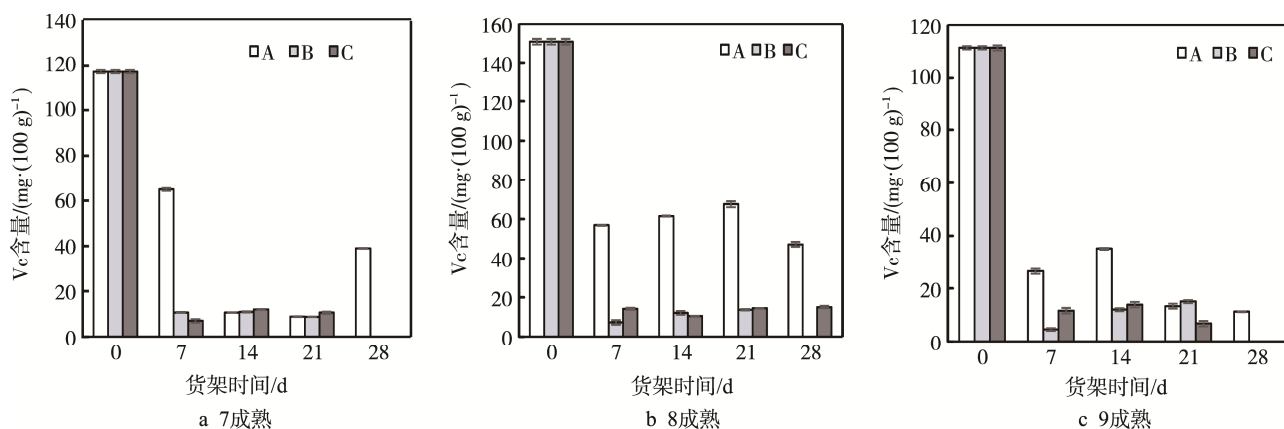


图 3 不同脱涩方法处理磨盘柿果实其 V_c 含量的变化

Fig.3 Content change of V_c in persimmon fruit treated by different deastringency methods

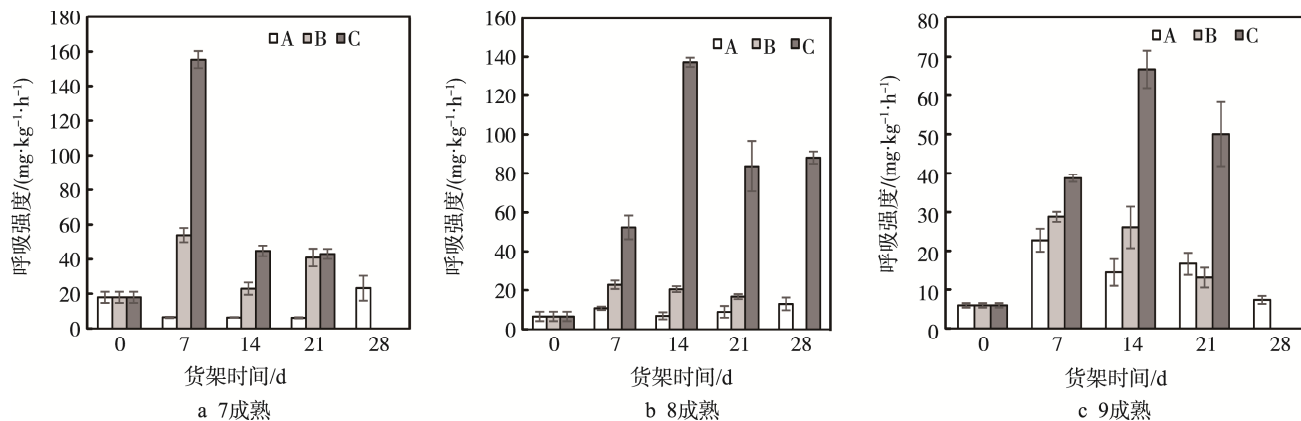


图 4 不同脱涩方法处理磨盘柿果实其呼吸强度的变化

Fig.4 Content change of respiration intensity in persimmon fruit treated by different deastringency methods

成熟柿果果实在货架第 14 d 才出现呼吸高峰。可能是因为 7 成熟果实要先进入成熟期,再进入衰老期,所以在货架期第 7 d 就达到呼吸高峰。

2.4 不同脱涩方法对磨盘柿 3 种成熟度硬度的影响

硬度的高低是评价柿果实成熟与否的一个重要指标。由图 5 可以看出,3 种成熟度的柿果在货架期果实的硬度均下降,但 8 成熟柿果硬度变化较另 2 种成熟度的果实的硬度变化小。果实刚采摘时的硬度按照成熟度比较,其硬度变化大小为 7 成熟>8 成熟>9 成熟。图 5 中还显示,3 种成熟度柿果在货架期第 14 d 时硬度很低,又因到货架后期成熟度较高的果实果肉组织近乎浆状,所以没有测定货架 21 d 时的硬度。从图 5 还可以看出,干冰脱涩处理后的 8 成熟果实在货架第 7 天硬度显著高于真空包装脱涩处理的果实硬度 ($P<0.05$),而在货架第 14 天时干冰处理的 8 成熟柿果果实硬度仍较高。

2.5 不同脱涩方法对 3 种成熟度磨盘柿色泽的影响

3 种成熟度的柿果经不同脱涩处理后果实在货架

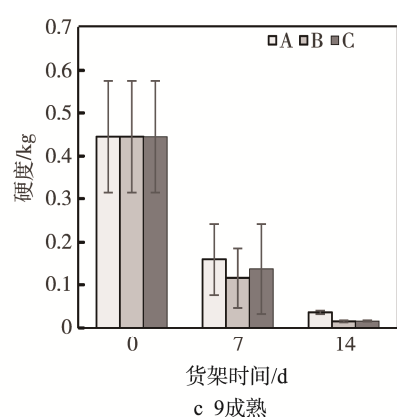
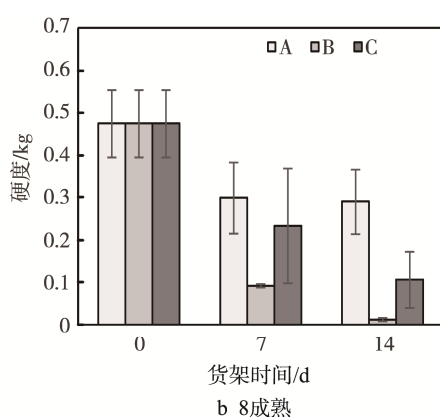
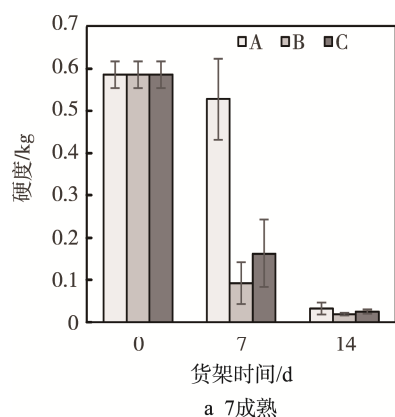


图 5 不同脱涩方法处理磨盘柿果实其硬度的变化

Fig.5 Hardness change of persimmon fruit treated by different deastringency methods

表 2 不同处理方式脱涩后柿果实果皮颜色的变化

Tab.2 Changes in peel color of persimmon fruit treated by different deastringency methods

成熟度	处理组	L^*	a^*	b^*	C	h
7成	A	44.49±2.86abc	26.10±3.24bc	36.68±6.19abc	45.08±6.54abc	54.33±3.15bc
	B	37.83±3.64cd	16.52±4.86de	23.48±5.94cd	28.78±7.37d	55.07±4.44b
	C	33.90±2.65e	15.42±3.46e	14.46±3.6d	15.59±4.48e	71.12±8.19a
8成	A	48.00±1.63a	27.96±2.95ab	42.11±4.36a	50.69±3.59ab	56.30±4.34b
	B	41.94±5.70bcd	22.69±7.33bcde	27.82±11.99bc	36.05±13.65cd	49.11±6.10bc
	C	47.26±1.98a	23.80±2.10bcd	39.37±4.48ab	46.10±3.92abc	58.64±3.76b
9成	A	46.68±2.58a	34.01±3.11a	39.62±4.14ab	52.32±3.84a	49.29±3.85bc
	B	39.00±2.53de	19.88±2.61cde	22.26±4.78cd	29.96±4.71d	47.77±5.14bc
	C	42.45±1.49abc	29.39±3.84ab	31.80±5.28abc	43.40±5.85bc	47.08±3.88c

期为 21 d 的色泽值见表 2。由表 2 可以看出,7 成熟的柿果和 8 成熟柿果干冰脱涩组的 L^* 值有显著性差异。可能是因为成熟度低的柿果中叶绿素含量高,而成熟度高的柿果类胡萝卜素含量较高^[19],从而使柿果表面明暗有显著区别 ($P<0.05$)。对于 7 成熟和 9 成熟柿果来说,干冰脱涩处理果实后在货架期为 21 d 时,2 种处理的果实表面明亮度有显著区别,且对于 8 成、9 成熟柿果来说,干冰脱涩处理的果实色泽保持较好。 a^* 、 b^* 值由正向负分别表示颜色由红向绿、由黄向蓝渐变,7 成熟柿果基本呈绿色,因此对照组 a^* 值与 9 成熟的果实 a^* 值有显著差别。对于果实着色强度 C 来说,3 种成熟度果实经真空包装脱涩处理方式处理后,果实在货架期为 21 d 时的颜色深浅无显著性差别,但对于 7 成熟柿果来说,干冰脱涩和真空包装脱涩处理柿果后在货架期为 21 d 时,果实的着色强度有显著区别,真空包装脱涩处理的果实着色强度高,可能是因为该种处理脱涩柿果后更容易导致果实衰老,黑色素沉积,颜色变暗。

2.6 基于电子鼻分析不同脱涩方法对磨盘柿 3 种成熟度挥发性成分的影响

从图 6 中可以看出,3 种成熟度的柿果在货架 21 d

的判别式总贡献率为 83.373%, 且除个别挥发性成分有一定的重叠外, 总体上不同成熟度的磨盘柿果实不同脱涩方法处理后, 果实的挥发性成分有相对显著的变化。图 6 中 8 成、9 成熟柿果对照组的挥发性成分区域重叠, 而 7 成熟的果实与 8 成、9 成熟的果实在第 1 主成分贡献率上区分明显, 可间接说明 8 成、9 成熟的果实品质与 7 成熟的果实品质相差较大。对于 7 成熟和 9 成熟柿果来说, 经干冰脱涩处理和真空包装脱涩处理后果实芳香物质在第 1 和第 2 主成分的贡献率基本相近, 说明这些果实的芳香物质变化速率相近, 即干冰脱涩和真空包装脱涩处理柿果后, 对果实的风味物质造成的差别不大。对于 8 成熟柿果来说, 2 种脱涩方式产生的挥发性成分在第 1 主成分和第 2 主成分上贡献率相差较大, 真空包装脱涩的柿果产生的挥发性物质较干冰脱涩的柿果挥发性物质变化快, 即可间接表明真空包装脱涩的柿果实品质变化较大。

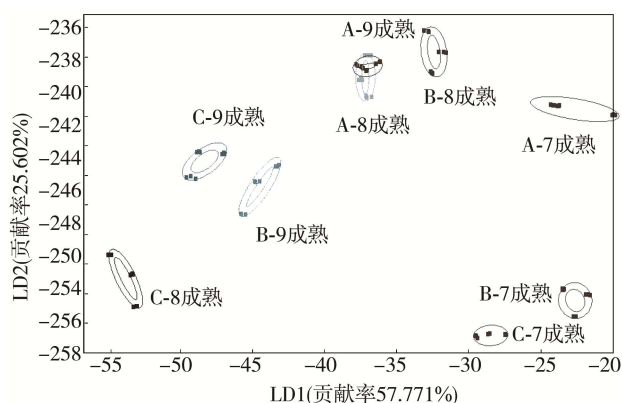


图 6 不同脱涩方法处理磨盘柿电子鼻线性判别分析
Fig.6 LDA analysis by electronic nose on persimmon treated by different destringency methods

3 讨论

不同成熟度的柿果实脱涩时间存在一定差异, 实验时干冰挥发成气体后, 柿果实表面温度几乎不受影响, 保鲜箱内的 CO_2 气体的体积分数为 80%~90%, 干冰处理 7 成熟柿果脱涩需要 48 h, 8 成、9 成熟柿果脱涩均需要 24 h。冷平等^[20]研究了不同浓度 CO_2 处理磨盘柿果实单宁含量的变化, 结果显示, 当 CO_2 的体积分数为 95%, 脱涩时间为 20 h 时, 柿果可以完全脱涩。可以看出, 柿果成熟度及 CO_2 浓度对脱涩时间具有一定的影响。张鹏等^[21]研究表明, 当柿果实处于温度为 18~20 °C、真空度为 0.08 MPa 的条件时, 果实要完全脱涩需要 10 d。文中真空包装脱涩时间最长为 6 d, 可能是因为脱涩时室内环境温度为 20~25 °C, 温度较高或者是果实成熟度较高, 所以脱涩时间短。

不同成熟度的柿果实脱涩时其可溶性固形物

含量基本呈降低的趋势, 其中干冰脱涩处理后的果实可溶性固形物含量变化速率快, 可促进成熟度低的果实成熟。随着货架期的延长, 脱涩后的磨盘柿果实 V_C 含量逐渐下降, 果肉的硬度也逐渐降低。根据磨盘柿经过干冰脱涩和真空包装脱涩处理后得到的柿品质指标和呼吸强度, 可综合分析出较好的脱涩方法。从成熟度来说, 7 成熟柿果的颜色较绿, 商品价值较低, 挥发性成分变化速率快; 9 成熟柿果果肉硬度较低, 货架时间短, 脱涩后果实不易存放; 8 成熟柿果果实色泽鲜艳诱人, 在货架期果实硬度和可溶性固形物含量变化幅度小。从脱涩方法来说, 经过真空包装脱涩的柿果在货架后期果实黑色素沉积较多, 而干冰脱涩处理则不会出现该现象。

4 结语

柿果经真空包装脱涩后, 衰老软化快, 不适合长期贮藏; 干冰脱涩后柿果软化速率慢, 可较好地保持果实硬度、风味等, 但在实验室时应注意将干冰用纱布包裹, 以防止柿果被冻伤, 从而影响商品价值。总之, 成熟度为 8 成熟的柿果在干冰脱涩处理后果实的货架品质较优。

参考文献:

- [1] MIN De-dong, DONG Lu-lu, SHU Pan, et al. The Application of Carbon Dioxide and 1-Methylcyclopropene to Maintain Fruit Quality of 'Niuxin' Persimmon during Storage[J]. Scientia Horticulturae, 2018, 229: 201—206.
- [2] 张雪丹, 杨娟侠, 木志杰, 等. 减压和 CO_2 处理对金瓶柿脱涩保脆效果的影响[J]. 北方农业学报, 2018, 46(3): 118—124.
ZHANG Xue-dan, YANG Juan-xia, MU Zhi-jie, et al. Study on Destringency and Crispness-keeping of Jinping Persimmon of Hypobaric Impact[J]. Journal of Northern Agriculture, 2018, 46(3): 118—124.
- [3] 夏宏义, 杨勇, 杨婷婷, 等. 柿果实单宁细胞特征与总酚和缩合单宁含量的关系[J]. 林业科学, 2014, 50(10): 164—172.
XIA Hong-yi, YANG Yong, YANG Ting-ting, et al. Correlation between Characteristics of Tannin Cells and Total Phenolics and Condensed Tannins Contents in Persimmon Fruits[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2014, 50(10): 164—172.
- [4] 李莹, 臧永琪. 柿果实采后果实软化机理研究进展[J]. 河北林业科技, 2016(1): 69—71.
LI Ying, ZANG Yong-qi. Research Advances on Mechanism of Persimmon Fruit Softening after Harvest [J]. The Journal of Hebei Forestry Science and Technology, 2016(1): 69—71.

- [5] 刘成红, 李江阔, 张平, 等. 1-MCP 对磨盘柿冷藏期间生理生化及贮藏效果的影响[J]. 保鲜与加工, 2008, 8(2): 23—26.
LIU Cheng-hong, LI Jiang-kuo, ZHANG Ping, et al. Effect of 1-MCP Treatment on Physiological and Storage of Mopan Persimmons during Cold Storage[J]. Storage and Process, 2008, 8(2): 23—26.
- [6] 张桂霞, 王巍, 龚无缺, 等. 不同脱涩方法对磨盘柿果实品质的影响[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(8): 37—40.
ZHANG Gui-xia, WANG Wei, GONG Wu-que, et al. Effect of Different Methods of Persimmon Deastringency on Quality of Mopan[J]. Food Research and Development, 2016, 37(8): 37—40.
- [7] NOVILLO P, SALVADOR A, CRISOSTO C, et al. Influence of Persimmon Astringency Type on Physico-chemical Changes from the Green Stage to Commercial Harvest[J]. Scientia Horticulturae, 2016, 206: 7—14.
- [8] 刘成红, 张平, 李江阔, 等. 真空包装对磨盘柿脱涩保脆效果的影响[J]. 食品工业科技, 2008, 29(11): 244—247.
LIU Cheng-hong, ZHANG Ping, LI Jiang-kuo, et al. Effect of De-astringent and Crispness-keeping on Mopan Persimmon of Vacuum Packing[J]. Science and Technology of Food Industry, 2008, 29(11): 244—247.
- [9] 董士远, 张平, 纪淑娟. CO₂ 脱涩处理对柿果贮藏品质的影响[J]. 食品科学, 2002, 23(10): 105—109.
DONG Shi-yuan, ZHANG Ping, JI Shu-juan. Effects of CO₂ Deastringency Treatments on Storage Quality of Persimmon Fruits[J]. Food Science, 2002, 23(10): 105—109.
- [10] NAKATSUKA A, MARUO T, ISHIBASHI C, et al. Expression of Genes Encoding Xyloglucan Endotransglycosylase/Hydrolase in 'Saijo' Persimmon Fruit during Softening after Deastringency Treatment[J]. Postharvest Biology and Technology, 2011, 62(1): 89—92.
- [11] NASER F, RABIEI V, RAZAVI F, et al. Effect of Calcium Lactate in Combination with Hot Water Treatment on the Nutritional Quality of Persimmon Fruit during Cold Storage[J]. Scientia Horticulturae, 2018, 233: 114—123.
- [12] 颜廷才, 刘振通, 李江阔, 等. 箱式气调结合 1-MCP 对软枣猕猴桃冷藏期品质及风味物质的影响[J]. 食品科学, 2016, 37(20): 253—260.
YAN Ting-cai, LIU Zhen-tong, LI Jiang-kuo, et al. Effect of Box-type Modified Atmosphere Packaging Combined with 1-MCP on Quality and Flavor Compounds of Actinidia Arguta during Cold Storage[J]. Food Science, 2016, 37(20): 253—260.
- [13] 李文生, 冯晓元, 王宝刚, 等. 应用自动电位滴定仪测定水果中的可滴定酸[J]. 食品科学, 2009, 30(4): 247—249.
LI Wen-sheng, FENG Xiao-yuan, WANG Bao-gang, et al. Study on Determination of Titratable Acidity in Fruits Using Automatic Potentiometric Titrator[J]. Food Science, 2009, 30(4): 247—249.
- [14] 李玉红. 钼蓝比色法测定水果中还原型维生素 C[J]. 天津化工, 2002(1): 31—32.
LI Yu-hong. Determination of Ascorbic Acid in Fruit by Molybdenum Blue Method[J]. Tianjin Chemical Industry, 2002(1): 31—32.
- [15] 朱志强, 张平, 任朝晖, 等. 不同包装箱对绿芦笋贮藏效果的影响[J]. 食品科技, 2009(9): 48—52.
ZHU Zhi-qiang, ZHANG Ping, REN Zhao-hui, et al. Effects of Different Packing Modes on the Storage Quality of Green Asparagus[J]. Food Science and Technology, 2009(9): 48—52.
- [16] 张鹏, 李天元, 李江阔, 等. 贮藏微环境气体调控对精准相温贮藏后阳丰甜柿货架品质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2017, 43(10): 121—128.
ZHANG Peng, LI Tian-yuan, LI Jiang-kuo, et al. Effect of Microenvironment Gas Regulation on the Quality of Sweet Persimmon after Accurate Phase Temperature Storage[J]. Food and Fermentation Industries, 2017, 43(10): 121—128.
- [17] NOVILLO P, SALVADOR A, LLORCA E, et al. Effect of CO₂ Deastringency Treatment on Flesh Disorders Induced by Mechanical Damage in Persimmon. Biochemical and Microstructural Studies[J]. Food Chemistry, 2014, 145: 454—463.
- [18] 金光, 郭瑞, 廖汝玉, 等. 二氧化碳和乙醇脱涩对早红柿果实品质及叶绿体色素含量的影响[J]. 福建农业学报, 2011, 26(5): 842—846.
JIN Guang, GUO Rui, LIAO Ru-yu, et al. Effects of Deastringency with Carbon Dioxide and Alcohol on Fruit Quality and Chloroplast Pigment Content of Persimmon cv 'Zaohong' [J]. Fujian Journal of Agricultural Sciences, 2011, 26(5): 842—846.
- [19] 袁沙, 李华佳, 朱永清, 等. “红阳”猕猴桃乙烯催熟特性[J]. 食品科学, 2018, 39(9): 244—251.
YUAN Sha, LI Hua-jia, ZHU Yong-qing, et al. Ripening Characteristics of 'Hongyang' Kiwifruits Following Postharvest Ethylene Treatment[J]. Food Chemistry, 2018, 39(9): 244—251.
- [20] 冷平, 李宝, 张文, 等. 磨盘柿的二氧化碳脱涩技术研究[J]. 中国农业科学, 2003, 36(11): 1333—1336.
LENG Ping, LI Bao, ZHANG Wen, et al. Study on De-astringent of Mopan Persimmon by Carbon Dioxide[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2003, 36(11): 1333—1336.
- [21] 张鹏, 李江阔, 陈绍慧, 等. 磨盘柿脱涩优化条件筛选[J]. 食品科技, 2012, 37(10): 53—57.
ZHANG Peng, LI Jiang-kuo, CHEN Shao-hui, et al. Screen the De-astringent Optimal Condition of Mopan Persimmon[J]. Food Science and Technology, 2012, 37(10): 53—57.