

贮藏处理后红阳猕猴桃的品质变化

何靖柳,刘继,秦文*,董红敏,许晓丽,王春霞

(四川农业大学食品学院,四川雅安 625014)

摘要:研究不同保鲜方法对红阳猕猴桃贮藏期生理及品质变化的影响。以红阳猕猴桃为试材,采后分别用1-MCP、臭氧、调气和热激处理后,置于温度 $(4\pm 1)^{\circ}\text{C}$,相对湿度90%~95%条件下贮藏,定期测定贮藏过程中呼吸强度、果肉硬度、腐烂率、失重率、可溶性固形物、可溶性糖、可滴定酸和 V_C 等各项指标。结果表明:与对照组相比,4种处理方法均不同程度保持了猕猴桃贮藏期间良好的品质。臭氧处理后贮藏至120d,呼吸强度为 $12.4\text{mg}/(\text{kg}\cdot\text{h})$,硬度为 $6.53\text{kg}/\text{cm}^2$,腐烂率、失重率、可溶性糖、可溶性固形物、 V_C 含量和可滴定酸含量分别为44.40%、10.49%、6.80%、9.10%、 $45.90\text{mg}/100\text{g}$ 和1.18%,这些指标均优于其他处理组和对照组。

关键词:红阳猕猴桃,呼吸强度,贮藏效果,品质

Research of qualities of 'Red Sun' kiwifruit during postharvest period

HE Jing-liu, LIU Ji, QIN Wen*, DONG Hong-min, XU Xiao-li, WANG Chun-xia

(College of Food Science, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China)

Abstract: Several preservation methods including 1-MCP, ozone, controlled atmosphere and heat shock were used on 'Red Sun' kiwifruit stored at $(4\pm 1)^{\circ}\text{C}$ and relative humidity 90%~95% to investigate the effects of physiology and quality change. During the storage, the respiration rate, hardness, rot, weight loss, the changes of soluble solids, soluble sugar, titratable acid and vitamin C were analyzed. Results showed that the treatment groups could keep the quality of 'Red Sun' kiwifruit in various degrees as compared with the untreated group. Meanwhile, the group treated with ozone was best in all treatment groups after 120d, and its respiration rate was $12.4\text{mg}/(\text{kg}\cdot\text{h})$ and hardness was $6.53\text{kg}/\text{cm}^2$, the rates of rot, weight loss, soluble sugar were 44.40%, 10.49% and 6.8%, respectively. The content of vitamin C was $45.9\text{mg}/100\text{g}$. The content of soluble solids and titratable acid was 9.1% and 1.18%, respectively, these indexes were better than other treatment and untreated group.

Key words: 'Red Sun' kiwifruit; respiration rate; storage effectiveness; storage quality

中图分类号: TS255.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2014)08-0318-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2014.08.064

红阳猕猴桃 (*Actinidia chinensis* Planch. var. *rufopulpa* Liang et Ferguson) 是中华系早熟品种, 是四川苍溪县选育出的世界首个红肉型新品种, 被列为“国家级品种保护资源”。此类猕猴桃果肉黄绿色, 横截面绕胎座呈放射状红色条纹, 极为美观, 果汁丰富, 香甜味浓, 鲜食、加工俱佳, 深受消费者喜爱^[1]。该种鲜果每100g果肉含维生素C (V_C) 350mg, 是苹果的100倍; 富含稀有天然维生素E (V_E)、17种游离氨基酸及钙、铁、钾等多种矿物质成分; 既具有抗癌保健功能, 又独具抗衰老、排毒、嫩肤功效。红阳猕猴桃属呼吸跃变型果实, 不耐贮藏, 刚采收时果肉硬而酸, 糖酸比大, 不宜生食, 在贮藏过程中随着呼吸跃变的到来, 果实逐渐变软, 最后进入衰老阶段, 表明贮藏寿命即将结束。加之猕猴桃果实对乙烯非常敏感, 环境中仅有 $0.1\mu\text{L}/\text{L}$ 的乙烯就可促使果实软化、呼吸上升

和酸含量降低^[2]。因此, 凡能抑制呼吸和降低乙烯含量的措施均有助于延长果实的贮存期^[3]。

1-MCP处理、热处理以及冷藏、气调贮藏是近年来果蔬贮藏保鲜的研究热点^[4], 这些方法常用于一般果蔬的保鲜, 但在猕猴桃上的应用较少^[5]。臭氧可通过对细胞化学物质氧化实现杀菌效果, 从而大大降低果实的腐烂率; 1-MCP作为一种新型乙烯受体抑制剂, 能不可逆地作用于乙烯受体, 阻断与乙烯的正常结合, 从而不同程度的抑制果蔬乙烯释放量的升高, 该制剂在果蔬贮藏保鲜中效果明显, 因此可以将其应用于猕猴桃保鲜, 以抑制猕猴桃贮藏过程中的呼吸作用; 气调贮藏是通过控制贮藏环境中气体成分的控制, 抑制果蔬呼吸作用, 延缓新陈代谢达到对果蔬的贮藏保鲜^[6]。

目前关于红阳猕猴桃复合式保鲜技术及实施方法的研究鲜有报道。本文考虑到过多的复合保鲜技术会加重实验成本的负担, 加之可能会对新鲜果实造成更大的伤害, 不利于实际应用; 因此本实验主要采用机械冷藏分别与上文提到的任意一种保鲜技术

收稿日期: 2013-07-22 * 通讯联系人

作者简介: 何靖柳(1989-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 农产品加工及贮藏工程。

相结合,对比不同复合保鲜方法的实验结果,揭示新鲜红阳猕猴桃采后贮藏期间生理的变化规律,选出最优保鲜方式,为改善红阳猕猴桃贮藏保鲜技术提供一些基础数据。

1 材料与方 法

1.1 材料与设备

红阳猕猴桃 采自雅安市名山县建山乡安乐村果园。

BS210S型电子天平 塞多利斯北京天平有限公司;GY-1型果实硬度计 牡丹江市机械研究所;手持折光仪 成都光学厂;OZ-3G型臭氧发生器 BNP OZONE TECHNOLOGY CO.LTD;可见分光光度计、紫外分光光度计 上海尤尼柯仪器有限公司;冷冻高速离心机 美国Thermo公司;DHG-9245A型电热恒温鼓风干燥箱、低温冷藏柜 青岛海尔公司;HWS24型电热恒温水浴锅 上海一恒科技有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 处理方法 选择大小均匀、成熟度基本一致、外表光滑、无机械伤、无病虫害的红阳猕猴桃果实作为实验材料,采后迅速运至四川农业大学食品学院园艺产品采后生理实验室低温冷库,8℃预冷30h后于(4±1)℃贮藏备用。

采用以下4种方法(A、B、C、D)对鲜果进行处理,A方法:将1片安喜布(规格为25cm×20cm,1-MCP有效质量浓度为0.9mg/L)放在装有2.5kg红阳猕猴桃的20L密闭贮藏箱中。B方法:用200mg/m³的臭氧处理果实0.5h,处理后打开箱口排除臭氧,每隔7d通一次臭氧。C方法:用气调机将气体浓度控制为O₂ 25%+CO₂ 5%。D方法:将果实置于40℃恒温水浴锅中浸泡30min,自然晾干。CK:对照组。将上述各处理组和对对照组猕猴桃装入贮藏箱中置于(4±1)℃、相对湿度90%~95%的冷藏库内。以上每处理重复三次。贮藏期间除呼吸强度外其他指标均每个月测一次,相关指标有:果实硬度、可溶性固形物(SSC)、可溶性糖、可滴定酸、V_C、腐烂率、失种率;呼吸强度前两个月每个月测一次,之后每10d测一次。

1.2.2 指标测定

1.2.2.1 呼吸强度 气流法^[7]。

1.2.2.2 硬度的测定 参照居益民等^[8]用果实硬度计测定。

1.2.2.3 可溶性固形物的测定 手持糖量计测定。

1.2.2.4 可溶性糖的测定 参照熊庆娥^[9]采用蒽酮比色法测定。

1.2.2.5 可滴定酸含量的测定 参照刘小阳等^[10]用标准酸碱滴定法测定。

1.2.2.6 V_C含量的测定 参照曹建康等^[11]用2,6-二氯酚酚测定法测定。

1.2.2.7 腐烂率 参照陈佳阳等^[12]的方法。腐烂率(%)=(贮前完好果的个数-贮后完好果的个数)/贮前完整果的数量×100。

1.2.2.8 失重率 参考田红炎和饶景萍^[13]的方法。失重率(%)=(贮前果质量-贮后果质量)/贮前果质量×100。

1.2.3 数据处理 所有测定均重复3次,取其平均值,运用Excel 2007和SPSS 19.0软件对数据进行处理分析,并用邓肯氏多重比较法(Duncan's multiple range test)进行差异显著性检验, $p<0.05$ 为显著水平, $p<0.01$ 为极显著水平。

2 结果与分析

2.1 不同处理对果实呼吸强度的影响

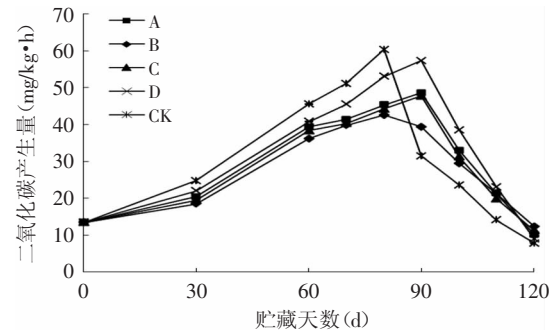


图1 4种不同处理对红阳猕猴桃呼吸强度的影响

Fig.1 Effect of four treatments on respiratory rate of 'Red Sun' kiwifruit

呼吸作用是果蔬采后生命活动的中心,与果蔬产品品质的变化、贮藏寿命、贮藏中的生理病变有密切的联系,果实呼吸强度越大,衰老越快。猕猴桃是一种典型呼吸跃变型果实,采后会出现一个呼吸高峰,之后果实迅速变软,失去贮藏性。几种保鲜方法处理后,红阳猕猴桃果实呼吸强度的变化明显不同。由图1可知,A、C、D这三种处理出现呼吸高峰的时间基本一致,均在贮藏第90d,而B组和CK组的峰值在第80d便出现,说明A、C、D这三种处理均可抑制猕猴桃呼吸峰值的出现;同时,比较A、B、C、D四种处理,呼吸峰值高低顺序为:D>A>C>B,分别是57.4、48.6、47.8、42.5mg/(kg·h);CK组的为60.4mg/(kg·h);比较处理各组呼吸峰值和对照组,其差异性均显著($p<0.05$);贮藏至120d,呼吸强度的高低顺序为:B>C>A>D>CK,且各组间差异显著($p<0.05$)。从呼吸强度可看出,D处理会推迟呼吸高峰的出现,对红阳猕猴桃呼吸峰值有一定的影响,但效果不是很明显;A和C处理均可推迟呼吸跃变的到来并降低峰值;B方法不会影响峰值出现的时间,但能有效地抑制红阳猕猴桃储藏期间呼吸强度。因此,通过比较红阳猕猴桃整个贮藏期间果实呼吸强度变化可知:B处理方法对延长果实贮藏时间效果最佳。

2.2 不同处理对果实贮藏效果的影响

2.2.1 对果肉硬度的影响 果实硬度是反映果实抗压力的一个重要指标,抗压力越强果实的硬度就越大,反之果实的硬度就越小^[14];水果的耐贮性和果实硬度也有密切的关系。在整个贮藏期间,硬度均呈下降趋势,且先下降迅速,后趋于缓慢。由图2可知,刚采收的猕猴桃硬度为10.47kg/cm²,经处理后贮藏至第30d,果肉硬度均呈迅速下降,但比较发现,臭氧处理的果肉硬度下降速率最小,且与其他各处理和空白组比较,差异性均显著($p<0.05$)。贮藏到第120d

时,果肉硬度下降速度降低,比较测定结果,发现处理B>A>D>C>CK。通过实验结果可知,处理组能一定程度上保持猕猴桃的硬度,延缓果实软化,其中臭氧处理的效果最好,1-MCP处理其次,热激和气调处理都不是很明显。

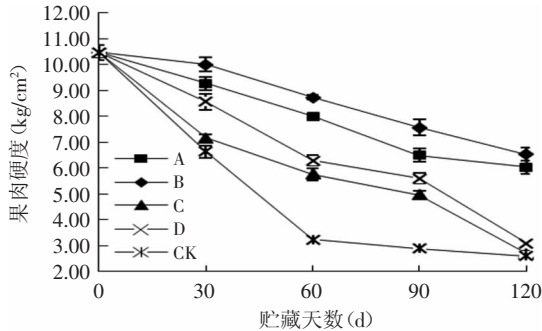


图2 贮藏过程中猕猴桃果肉硬度的变化

Fig.2 Change in fresh hardness of 'Red Sun' kiwifruit during storage

2.2.2 对腐烂率的影响 腐烂率是衡量果实贮藏效果的一个重要指标。实验结果表明,对照组的腐烂率明显高于处理组(见图3)。各种处理后置于(4±1)℃,相对湿度为90%~95%条件下贮藏,第30d,果实均未出现腐烂;随着贮藏期的推移,腐烂果实逐渐增多,且腐烂速率增大,贮藏至第120d时,空白组的腐烂率高达78.03%,是D处理组的1.12倍($p<0.05$),C处理的1.28倍($p<0.05$),A处理的1.38倍($p<0.05$),B处理的1.76倍($p<0.05$),腐烂率大小依次为:B<A<C<D<CK,且各处理组腐烂率差异性均显著($p<0.05$),说明以上处理方法对果实腐烂都有抑制作用。分析处理果腐烂率优于对照果的原因,可能是这些处理一定程度上杀灭了果实表面的部分微生物,从而阻止微生物的侵染,最终降低了果实的腐烂率。

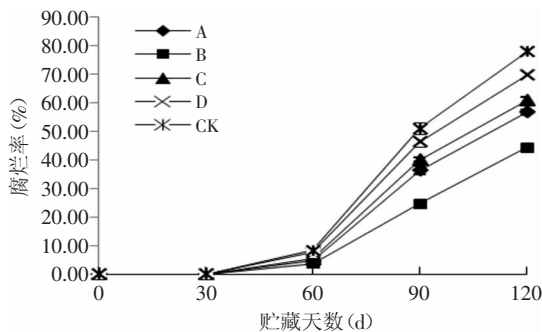


图3 贮藏过程中猕猴桃腐烂率的变化

Fig.3 Change in rotting rate of 'Red Sun' kiwifruit during storage

2.2.3 对失重率的影响 果实失重主要是由于失水引起的,果实采后因为蒸腾作用使其水分含量逐渐降低,自然损耗率增加。果实中的水分减少不但直接造成经济损失,而且会引起鲜果品质下降,严重影响其新鲜度。因此,果实在贮藏过程中要尽量降低其质量的损失。随着贮藏时间的延长,猕猴桃的质量损失

率呈递增的趋势,处理组和对照组果实失重率差异较为明显($p<0.05$),对照组的失重率始终高于处理组(见图4),贮藏至120d,对照组的失重率高达19.46%,是D组的1.33倍,C组的1.34倍,A组的1.51倍,B组的1.86倍,各处理组与对照组差异性均极显著($p<0.01$),由此可知,所有处理组均能有效地抑制猕猴桃质量损失率的增长,且处理效果好,其中贮藏120d时臭氧处理组效果最好。原因可能是臭氧可广泛、高效、快速地杀死病原菌,从而降低因病原菌的作用对果实造成的损耗。

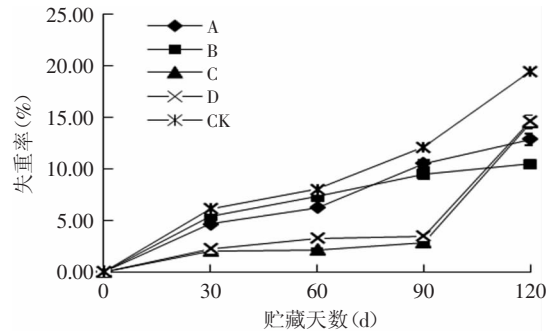


图4 贮藏过程中猕猴桃失重率的变化

Fig.4 Change in weight loss rate of 'Red Sun' kiwifruit during storage

2.3 不同处理对果实品质变化的影响

2.3.1 不同处理对果实SSC含量的影响 猕猴桃采后,随着贮藏时间的延长,营养成分作为呼吸基质逐渐被消耗,因而果实品质会发生很大变化(见表1)。由表1可看出,果实在整个贮藏期间,处理组与对照组的SSC均呈上升趋势,但处理组SSC上升的速度均小于对照组果实。贮藏一段时间后,B处理果SSC上升最平缓,其次是D、C、A,果实用C、A两种方法处理后,在最终贮藏期,SSC基本一致,其差异性不显著($p>0.05$),但与CK比,差异性均显著($p<0.05$),说明这两种处理方法都能有效的抑制可溶性固形物的上升;B处理后至120d与D比较,差异性显著($p<0.05$),探究B处理果SSC上升如此平缓的原因,可能是猕猴桃经臭氧作用后在后熟阶段果实内部酶系统得到很好的调控。

2.3.2 不同处理对果实可溶性糖的影响 果实的可溶性糖基本呈先上升后下降的趋势(见表1),出现以上现象的主要原因可能是在贮藏前期,果实未达到完全成熟,因此果实体内不溶于水的淀粉和纤维素在淀粉酶和纤维素酶的作用下降解为可溶性糖从而使果实中的糖分不断地积累且大于消耗丧失的糖,故出现含糖量增大的趋势;但到贮藏后期,因果实呼吸作用消耗掉大量的可溶性糖这一底物,在此过程中分解放出热能,所以糖含量会出现下降趋势。比较果实的各种处理,发现从开始到第90d可溶性糖均呈上升趋势,之后全部下降;且对比果实贮藏过程中不同处理果可溶性糖的变化趋势,B组的最平缓,其次是A组,接着依次是D组、C组、CK组;在第90d时,对照组CK的可溶性糖含量高达9.6%,分别是B的1.19倍,A的1.09倍,D的1.07倍,C的1.05倍,且对照组与各处

表1 不同处理果实品质的比较
Table 1 Comparison of fruit quality by different treatments

处理组	贮藏天数(d)	测定项目			
		可溶性固形物(%)	可溶性糖(%)	可滴定酸(%)	维生素C(mg/100g)
初始	0	7.03±0.16	4.2±0.10	1.62±0.05	126.6±1.46
	30	8.00±0.14	6.8±0.23	1.54±0.02	76.9±1.83
	60	9.03±0.16	7.8±0.14	1.35±0.03	54.2±1.68
A	90	9.53±0.10	8.8±0.13	1.25±0.03	45.1±1.63
	120	10.52±0.13	7.1±0.10	1.13±0.02	41.8±1.42
	30	7.98±0.15	6.4±0.31	1.55±0.03	86.0±0.55
B	60	8.32±0.12	7.1±0.30	1.40±0.02	64.7±0.87
	90	8.53±0.10	8.1±0.13	1.28±0.03	53.1±1.81
	120	9.10±0.18	6.8±0.18	1.18±0.02	45.9±1.33
C	30	7.00±0.23	7.0±0.17	1.53±0.03	83.4±1.65
	60	8.72±0.17	8.1±0.17	1.31±0.02	60.8±1.27
	90	9.68±0.16	9.1±0.12	1.18±0.02	48.0±1.66
D	120	10.27±0.28	7.6±0.20	1.12±0.02	44.1±0.36
	30	7.63±0.23	6.8±0.09	1.45±0.03	64.8±1.42
	60	8.37±0.35	7.8±0.14	1.23±0.03	52.8±0.60
CK	90	9.08±0.34	9.0±0.14	1.15±0.03	46.9±1.45
	120	9.83±0.41	7.1±0.12	1.07±0.02	38.2±0.47
	30	8.03±0.16	7.6±0.22	1.37±0.03	71.7±1.35
CK	60	9.43±0.14	8.6±0.20	1.18±0.03	58.7±0.45
	90	10.47±0.19	9.6±0.14	1.08±0.02	48.9±0.26
	120	11.15±0.27	7.9±0.15	1.02±0.03	39.7±0.46

注:数据为3次平均值±标准偏差。

理组两两之间的差异性显著 ($p < 0.05$), 由此说明, 以上各种处理均可抑制猕猴桃体内的新陈代谢过程, 延缓果实衰老, 对于保持果实可溶性糖含量具有重要的作用。

2.3.3 不同处理对果实可滴定酸的影响 植物果实的可滴定酸在风味上起着很重要的作用, 其含量是衡量果实成熟度的一个重要指标^[5]。一般来讲, 果实中可滴定酸含量随着贮藏时间的延长, 呈下降趋势, 且下降速度先迅速, 后减慢^[6], 表1所示猕猴桃中可滴定酸变化趋势基本符合这一结论。产生此现象的原因是, 果蔬的有机酸可以作为贮藏期间的呼吸基质之一, 是合成能量ATP的主要来源, 贮藏过程中可滴定酸会随着呼吸作用的消耗逐渐减少, 从而使酸味变淡, 甚至消失; 同时它也是细胞内很多生化过程所需中间代谢物的提供者^[7]。由表1可知, 所有处理组可滴定酸下降幅度均比空白组缓慢, 且最终含量比空白组高, 因此说明所有处理对保持果实可滴定酸有一定的效果。果实用各种方法处理后, 贮藏至第120d时, 处理B组的可滴定酸含量最高, 达1.18%, 是处理组A的1.04倍 ($p < 0.05$), 处理组C的1.05倍 ($p < 0.05$), 处理组D的1.1倍 ($p < 0.05$), 对照组CK的1.16倍 ($p < 0.05$)。B处理组能有效保持可滴定酸的含量, 可能是因为该种处理对果实呼吸作用的抑制效果较其他作用都好, 从而减少了可滴定酸作为呼吸底物被消耗, 延缓了可滴定酸含量的下降速度, 对于维持猕猴桃的风味具有重要意义。

2.3.4 不同处理对果实V_C的影响 V_C又称抗坏血酸(ASA), 是一种重要的代谢化合物, 人类因自身不能合成, 所以必须从食物中摄取^[8]。猕猴桃是一类V_C含量特别高的果实, 但果实中V_C很不稳定, 在贮藏过程中易受到生物体自身呼吸作用、相关酶活性变化及周围环境因素的影响, 造成V_C大量损失, 因此, 如何防止V_C分解, 使果实自始至终保持较高的V_C含量, 从而保证果实的营养价值就显得十分重要^[9-23]。从表1中可看出, 经各种处理后, V_C均呈下降趋势, 且经历两个阶段, 从开始到第30d处于快速下降, 接着进入缓慢下降期; 对照组CK猕猴桃果实中V_C含量从初始的126.6mg/100g减少到第120d的39.7mg/100g, 而处理组B在第120d时还有45.9mg/100g, 是各种处理后V_C含量最高的一组, 与CK组相比差异性显著 ($p < 0.05$), 其次是C组, V_C含量为44.1mg/100g ($p < 0.05$), 接着是A处理, 含41.8mg/100g ($p < 0.05$), 最后是D组, 低于对照, 仅为38.2mg/100g。大量数据表明, 针对保持果实中V_C来说, B种方法优于C优于A优于D, 出现此种现象的原因可能是, 臭氧可更有效地抑制果实呼吸代谢作用, 因此B种处理后V_C含量的下降最缓慢; 气调处理猕猴桃后, 可较好地抑制果实内部与环境中进行的气体交换, 从而C处理组V_C含量的下降也比较缓慢; 1-MCP处理后, 果实在整个贮藏期, V_C含量稍微比空白组高一点, 说明1-MCP对果实V_C含量影响不大; V_C是热敏性物质, 温度会促使其分解, 所以热激处理后的样品V_C含量比对照组低, 但是在贮藏期间, 该处理

后V_c含量的下降速度比对照组缓慢。

3 结论

本文采用1-MCP、臭氧、气调、热激4种方法处理后,分别置于(4±1)℃,相对湿度为90%~95%条件下贮藏,定期测定果实的各种指标,探讨不同处理方法的保鲜效果。结果表明:D处理会推迟呼吸高峰的出现,对红阳猕猴桃呼吸峰值有一定的影响,但效果不明显;A和C处理均可推迟呼吸跃变的到来并降低峰值;B方法不会影响峰值出现的时间,但能有效地抑制红阳猕猴桃储藏期间呼吸强度,说明就呼吸强度来看,臭氧处理这一条件最佳。比较各种处理的贮藏效果,臭氧处理后贮藏至120d,硬度为6.53kg/cm²,腐烂率、失重率和可溶性糖分别为44.40%、10.49%和6.8%,这些指标均优于其他组;这一结果与李艳杰等^[2]的研究结论一致,表明臭氧通过对细胞化学物质的氧化作用实现它的杀菌效果,从而大大降低果实的腐烂率;同时,臭氧能够调节果蔬采后生命活动,抑制果蔬储藏期间呼吸强度,延缓糖的变化,降低果蔬储藏过程中的失重,延长果蔬的储藏时间^[24]。对比果实不同处理的贮藏品质变化,臭氧处理后贮藏至120d,TSS、可滴定酸和V_c含量分别为9.1%、1.18%和45.9mg/100g,这些指标优于其他组;该结果体现了臭氧作为一种冷杀菌技术,在抑制果实TSS增加以及延缓可滴定酸和V_c含量的降低方面,显示出极强的效果^[12]。

参考文献

- [1] 叶昕,李昆同. “红阳”猕猴桃采收成熟度及1-MCP对果实保鲜的效果[J]. 四川农业大学学报,2011(3):374-377.
- [2] 矢野昌充,马月中. 猕猴桃催熟的机理[J]. 国外特种经济动植物,1993(4):42.
- [3] 周会玲,饶景萍. 几种保鲜方法对秦美猕猴桃常温贮藏效果的研究[J]. 西北农业学报,2002,11(2):67-70.
- [4] ZHU Z,ZHANG Z Q,QIN G Z, *et al.* Effects of brassinosteroids on postharvest disease and senescence of jujube fruit in storage [J]. *Postharvest Biol Technol*,2010,56(1):50-55.
- [5] ZHONG Q P,XIAW S. Effect of 1-methylcyclopropene and/or chitosan coating treatments on storage life and quality maintenance of Indian jujube fruit[J]. *Food Science and Technology*,2007,40(3):404-411.
- [6] 郑优,陈厚荣. 鲜切果蔬贮藏保鲜技术的研究进展[J]. 食品工业科技,2012(5):372-375.

- [7] 连喜军,鲁晓翔,杨鑫博,等. 气流法测定苹果呼吸强度中参数的确定[J]. 农产食品科技,2007(2):26-28.
- [8] 居益民,周慧娟,叶正文,等. 1-MCP处理对猕猴桃贮藏保鲜效果的影响[J]. 食品与机械,2010,26(6):40-43.
- [9] 熊庆娥. 植物生理学实验教程[M]. 成都:四川科学技术出版社,2003:81-83.
- [10] 刘小阳,李玲,史宏伟,等. 光强对砀山酥梨果实发育期可溶性糖、可滴定酸和V_c含量的影响[J]. 林业科学,2007,43(7):134-137.
- [11] 曹建康,姜微波,赵玉梅,等. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京:中国轻工业出版社,2007.
- [12] 陈佳阳,黄山华,陆旺金,等. 壳聚糖双胍盐酸盐涂膜保鲜龙眼及其抑菌活性的研究[J]. 食品工业科技,2012,(18):328-331,392.
- [13] 田红炎,饶景萍. 二氧化氯处理对机械损伤猕猴桃果实的防腐保鲜效果[J]. 食品科学,2012,33(18):298-302.
- [14] 寇莉苹,刘兴华,李锋元,等. 保鲜剂对猕猴桃贮藏效果的影响[J]. 食品科技,2003(5):92-114.
- [15] 李艳杰,孙先鹏,郭康权,等. 臭氧、保鲜剂对猕猴桃贮藏保鲜效果的比较[J]. 食品科技,2009,34(2):45-48.
- [16] 王瑞玲. 红阳猕猴桃采后病害生理及臭氧保鲜技术研究[D]. 雅安:四川农业大学,2010.
- [17] 张子德. 果蔬贮藏学[M]. 北京:中国轻工业出版社,2002.
- [18] 陈坤明,宫海军,王锁民. 植物抗坏血酸的生物合成、转运及其生物学功能[J]. 西北植物学报,2004,30(2):329-336.
- [19] HANCOCK R D, VIOLA R. Biosynthesis and Catabolism of L-Ascorbic Acid in Plants[J]. *Plant Sciences*,2005,30(3):167-188.
- [20] DAVEY M W, MONTAGU M V, STRAIN J J, *et al.* Plant L-ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing[J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*,2000,80(7):825-860.
- [21] 张有林,韩军岐,张润光,等. 低温、减压和臭氧对冬枣保鲜的生理效应研究[J]. 中国农业科学,2005,38(10):2102-2110.
- [22] 刘尊英,姜微波,赵玉梅,等. 温度、赤霉素和乙烯处理对采后豌豆苗纤维合成及品质变化的影响[J]. 中国农业大学学报,2003,8(1):75-77.
- [23] 刘晓军,王群,张云川,等. 冬枣湿冷贮藏过程中生理生化变化的研究[J]. 农业工程学报,2004,20(1):215-217.
- [24] 陆福军,孙明钊,孙丽萍,等. 臭氧在果蔬保鲜贮藏中的应用[J]. 植物检疫,2009,23(4):48-50.

(上接第309页)

- [11] 杜清,秦民坚,郭巧生. 明党参多糖提取工艺研究[J]. 现代中药研究与实践,2005,19(4):51-53.
- [12] 雷晓莉,宋芳芳,彭成,等. 不同产地川明参药材中多糖含量测定[J]. 中药与临床,2011,2(1):49-54.
- [13] 钟振声,孙立杰,冯焱,等. 超声波法提取人参多糖的研究[J]. 化学与生物工程,2006,26(6):30-32.
- [14] 张梅,雨田,苏筱琳,等. 川明参多糖的提取工艺[J]. 华西药理学杂志,2007,22(3):361-362.

- [15] 杜荣骞. 生物统计学[M]. 北京:高等教育出版社,2003:119-139.
- [16] 范三红,原超,刘艳荣,等. 超声波辅助提取南瓜籽油及其脂肪酸组成研究[J]. 食品科学,2010,31(24):107-110.
- [17] 孟宪军,李冬男,汪艳群,等. 五味子多糖超声波提取条件的研究[J]. 食品工业科技,2010,31(4):313-315.
- [18] 李桂娟,李冲,姜雪,等. 松籽壳多糖超声辅助溶剂法提取及抗氧化性研究[J]. 食品与机械,2012,28(6):133-137.