

姜永峰, 陆玉卓, 邢英丽, 等. 采前甲壳宝处理对“红丰”梨贮藏品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2023, 51(24): 212-217.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2023.24.029

采前甲壳宝处理对“红丰”梨贮藏品质的影响

姜永峰, 陆玉卓, 邢英丽, 李宏军, 郝 义

(辽宁省果树科学研究所, 辽宁营口 115009)

摘要:以红丰梨为试验材料, 使用 3 种不同浓度[4/1 000(V/V)、3/1 000(V/V)、2/1 000(V/V)]的水溶肥料“甲壳宝”稀释液对红丰梨采前 1 个月进行 3 次(7 d/次)喷布, 研究其对红丰梨采后贮藏品质的影响。结果表明, 采前甲壳宝处理有效地提高果实采收品质和贮藏品质, 浓度为 4/1 000(V/V)效果最好。采收时处理组的色差值优于对照组; 处理组可溶性固形物(TSS)和可滴定酸(TA)含量高于对照组; 贮藏 50 d 时, 经过 4/1 000(V/V)的甲壳宝处理的红丰梨果实 TSS 含量是对照组的 1.13 倍, TA 含量是对照组的 1.15 倍; 硬度是对照组的 1.35 倍; 失质量率对照组 5.22%, 处理组 3.72%; 腐烂率对照组是处理组的 1.94 倍。通过感官评价发现, 采前 4/1 000(V/V)的甲壳宝处理能够有效提高红丰梨的贮藏品质; 相关性分析可知红丰梨感官评价越高硬度和 TSS 含量越高, 腐烂率、失质量率和色差越小, 处理组感官评价和各指标的相关系数均大于对照组。

关键词:红丰梨; 甲壳宝; 采前处理; 贮藏品质; 水溶肥; 保鲜

中图分类号:S661.209+.3; TS255.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2023)24-0212-06

红丰梨的母本为全红型洋梨“红茄”梨, 父本为抗性强的秋子梨“南果”梨, 是辽宁省果树科学研究所梨课题组选育的早熟红梨新品种^[1]。红丰梨果实呈圆形, 果皮与父本南果梨几乎一致, 通常底色绿黄、阳面红艳, 整体着色表面积超过 1/2; 果肉白色, 细腻多汁, 石细胞少, 具有香气。果实比亲本大, 平均单果质量 210 g, 最大单果质量 360 g 左右, 平均纵径 7.11 cm、横径 7.50 cm。红丰梨果实 8 月中旬成熟, 新鲜采收的果实坚硬, 口感较差, 缺乏香味, 后熟后充分显露出果实的口感、风味和色泽。采收后常温下后熟 7 d 左右色泽绿色部分转为黄色, 风味酸甜可口、微香, 果肉细腻, 品质上佳。常温下可贮藏 20 d 左右^[2-3]。红丰梨常温下贮藏寿命较短, 常伴有水分流失、果肉褐变、果实软化等现象, 严重影响果实品质。因此, 寻找和开发天然有机的贮藏保鲜技术是推广我所红丰梨的重要环节。

“甲壳宝”作为一种新型的含氨基酸的水溶肥

料, 是以阿拉斯加鳕壳和韩国红蟹壳为主要原料, 再经现代精细化加工技术和生物工程技术精制而成的一种新兴的高科技绿色生物肥料。该产品中含有甲壳素、壳寡糖等多种活性物质, 并含有多种氨基酸、多肽、脂肪酸、低聚酸等营养物质和锌、硼、硅、铁、铜等微量元素; 其生物活性高、易被植物吸收、利用率高, 采前喷布可以增强作物的抗逆性、提高果实色泽和含糖量、同时延长贮藏期^[4-6]。甲壳宝作为一种新型的水溶肥料已经运用于一些品种的田间试验上。

综上所述, 甲壳宝在果品保鲜中是安全有效的, 但甲壳宝在红丰梨果实的保鲜中鲜有报道。因此, 本试验选用甲壳宝为采前处理剂, 以红丰梨果实为试验材料, 研究采前不同浓度的甲壳宝处理对果实贮藏品质的影响, 以期为甲壳宝在红丰梨果实采后贮藏保鲜中的应用提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

试验选用红丰梨, 于 2022 年 8 月 15 日 09:00 采自辽宁省果树科学研究所梨园试验区, 采摘后立即运回辽宁省果树科学研究所, 选取色泽均匀、大小一直无病虫害的红丰梨果实作为试验用果。所用保鲜袋购自辽宁东盛塑业有限公司, 供试甲壳宝为大连双鑫科技发展有限公司生产, 所有化学试剂

收稿日期: 2023-02-15

基金项目: 辽宁省盖州市果品保鲜科技特派团项目(编号: 2022JH5/10400067); 乡村振兴科技支持专项; “揭榜挂帅”科技攻关专项(编号: 1655815114415)。

作者简介: 姜永峰(1972—), 男, 辽宁营口人, 助理研究员, 研究方向为果品保鲜技术示范推广。E-mail: xiaozhu5820@163.com。

通信作者: 郝 义, 硕士, 研究员, 研究方向为果品贮藏保鲜。

E-mail: lnh7849023@163.com。

均为分析纯。

1.2 试验设计

试材为 Y 字形栽植的 5 年生红丰梨,株行距为 4.0 m × 1.5 m。选择生长健壮,冠幅长势较一致的红丰梨树 12 株。设 3 个处理,1 组对照(CK),单株为 1 次重复,每个处理重复 3 次。4 个处理分别为清水(CK)、甲壳宝 4/1 000 (V/V) 为 TR1、甲壳宝 3/1 000 (V/V) 为 TR2、甲壳宝 2/1 000 (V/V) 为 TR3。于果实成熟前 1 个月,选择天气晴朗的 10:00 前,用背负式电动喷雾器全树均匀喷洒至果实及叶片正反两面,喷至红丰梨树叶片轻微滴水为止。每隔 7 d 喷施 1 次,连续喷施 4 次。待果实 7 d 后熟后装入聚乙烯(PE)袋(0.02 mm),置于辽宁省果树科学研究所试验冷库,温度为(0 ± 0.5) °C、相对湿度(85 ± 5)% 条件下贮藏,每个处理组果实 130 个,待用。

1.3 方法

1.3.1 色差测定 红丰梨表面颜色变化采用日本美能达 CM-700d 型手持便携式精密色差仪测定,在贮藏过程中每隔 7 d,随机取对照和甲壳宝处理果实 5 个,围绕果实赤道区域取 3 点测定,测定物理量包括亮度(L^*)、红绿值(a^*)和黄蓝值(b^*)。

1.3.2 硬度测定 使用艾德堡 GY-4 数显式硬度计测定果实硬度,圆柱形探头直径 8 mm。围绕果实的赤道部,测定果实正反两面削皮处(皮下 3 mm)的硬度,单位为 N。

1.3.3 可溶性固形物(total soluble solids, TSS) TSS 含量使用手持阿贝折光仪测定,均匀选取 5 g 李果实果肉,并进行匀浆,匀浆液在 6 000 g 条件下离心 10 min,取 2 滴上清液用手持折光仪测定,单位为 %。

1.3.4 可滴定酸测定(titratable acid, TA) TA 含量测定参考 GB/T 12456—2008《食品中总酸的测定》,单位为 %。

1.3.5 失质量率测定 贮藏前将果蔬进行称质量,并在贮藏一定天数后再次称质量(固定选用 10 个红丰梨,完成整个试验周期),计算贮藏前后果实的质量变化。

$$\text{失质量率} = \frac{\text{贮藏前的质量} - \text{贮藏后的质量}}{\text{贮藏前的质量}} \times 100\%$$

1.3.6 腐烂率测定 试验者采用感官鉴定及测定法,不同处理组的样品随机测定 20 个果实,取其平均值。

$$\text{腐烂率} = \frac{\text{腐烂果}}{\text{调查总果数}} \times 100\%$$

1.3.7 感官评价 参考 GB/T 10220—2012《感官分方法学总论》及马秀花等并加以改进,制定红丰梨的感官评价方法^[7]。选择 5 名具有专业背景人员,对每个贮藏期的红丰梨进行感官评价,分别从甜度、酸度、香味、口感、色泽 5 个方面进行评价,如表所示。

表 1 红丰梨感官评价标准

甜度(20 分)	酸度(20 分)	香味(20 分)	口感(20 分)	色泽(20 分)
甜度适中(16~20)	酸度适中	香味浓郁,协调	酸甜可口,无苦涩味	色泽纯正均一
稍偏甜(13~16)	稍偏酸	香味稍淡,无异味	口感较好,无苦涩味	色泽均匀
较甜(9~12)	较酸	香味淡,带少许杂味	口感一般,带有苦涩味	色泽均匀,局部带有少许杂色
过甜(5~8)	过酸	无香味,带少许刺激性	口感差,苦涩味重	色泽局部不均匀,杂色明显
极甜(1~4)	极酸	无香味,气味刺鼻	苦涩感极度明显,难以下咽	色泽极不均,杂色很深

1.4 数据统计与处理

样品的每个指标设 3 次重复,所得数据取平均值作为结果。试验采用完全随机设计,使用 Excel 2019 进行数据汇总和统计。试验数据采用 SPSS 26.0 软件进行差异显著性分析($\alpha = 0.05$),采用 Origin 9.0 软件进行绘图。

2 结果与分析

2.1 不同浓度甲壳宝对红丰梨外观品质影响

分别对采收、后熟和贮藏 50 d 的红丰梨外观和

切面进行观察,见图 1。采前喷布甲壳宝的红丰梨果面颜色艳丽,色泽分布均匀,果面光滑,对照组的果面颜色淡于处理组,果实切面无明显差别。室温下放置 7 d,后熟的果实表面泛黄,采前甲壳宝处理的果实色泽优于对照组,果实切面无明显差别。贮藏 50 d,对照组红丰梨果实果梗多为黑色、枯黄,并且很容易折断和脱落,失水严重,甲壳宝处理后的果实果梗嫩绿,未见明显失水;果实切面可以看出对照组和 TR3 处理组果肉软化,果核附近已发生明显褐变,TR1 和 TR2 处理组果肉保持较高硬度且果

核未见褐变。表明甲壳宝 TR1 和 TR2 处理组能有效地提高果实果面色泽,延缓果实果肉软化以及褐变。

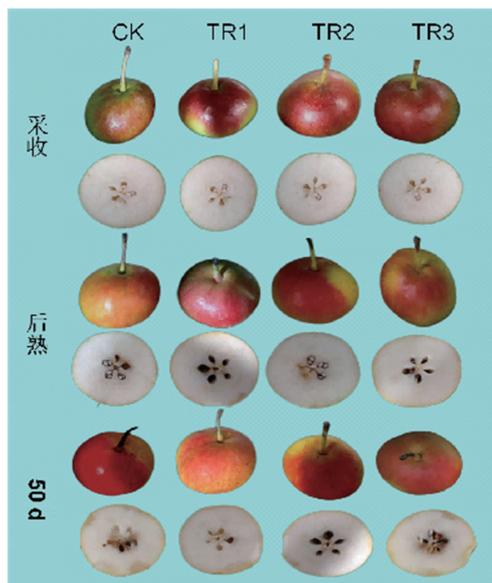


图1 不同处理红丰梨采后不同时间观察

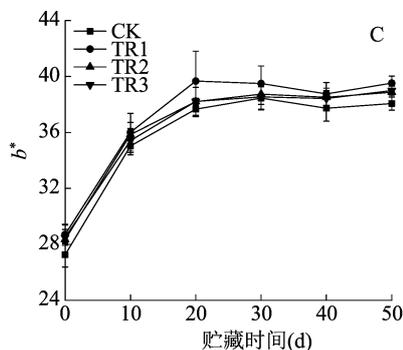
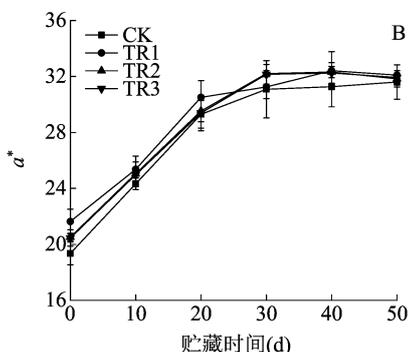
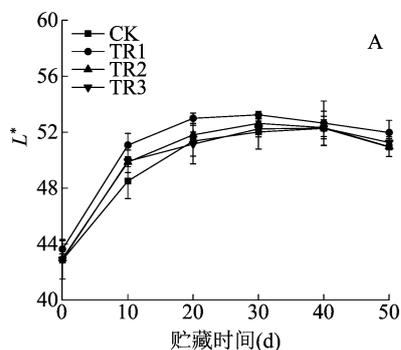


图2 不同处理对红丰梨采后色差的影响

2.3 不同浓度甲壳宝对红丰梨可溶性固形物和可滴定酸含量影响

TSS 含量和 TA 含量是评价果实成熟和风味的品质指标之一,同时也是果实中的一类渗透调节物质,参与果实多种生理生化代谢过程的调控^[9]。TSS 主要由果实中的可溶性糖组成,是评价甜度的重要指标。如图 3 - A 所示,TSS 含量先缓慢上升后不断下降,这与采果实的后熟和衰老等生理活动相关。经过采前甲壳宝处理后,果实采收时(0 d) CK、TR1、TR2 和 TR3 组的含量分别是 11.4%、12.3%、12.0%、11.7%,经过甲壳宝处理的果实 TSS 含量与对照组相比明显提升,说明甲壳宝可以有效调节果实糖代谢途径,从而改善果实贮藏品质。果实在贮藏 20 d 时,TSS 含量达到峰值,随

2.2 不同浓度甲壳宝对红丰梨色差影响

如图 2 所示,红丰梨在贮藏过程中,果皮 L^* 先上升后下降、 a^* 一直上升、 b^* 先上升后下降,整体均呈上升趋势。这表明贮藏期果皮颜色由绿色逐渐向黄色转变,标志着果实逐渐衰老,与亲本南国梨采后贮藏色泽变化一致^[8]。果皮 L^* 先上升后下降表明经过甲壳宝处理的红丰梨 L^* 、 a^* 、 b^* 均高于对照组,且 TR1 处理组始终保持最高。如图 2 - A 所示,经过甲壳宝处理的果实在贮藏过程中果皮亮度高于空白组,且 TR1 处理组始终保持最高。如图 2 - B 所示,贮藏 0 ~ 30 d a^* 明显增加,30 ~ 50 d 趋于平稳,这表明经过甲壳宝处理的红丰果实在贮藏过程中果皮颜色始终红于对照组,且 TR1 处理组始终保持最高(30 d 除外)。如图 2 - C 所示,贮藏 20 d 时 b^* 显著增加,20 ~ 50 d 趋于平稳,经过甲壳宝处理的红丰果实在贮藏过程中果皮颜色始终黄于对照组,且 TR1 处理组始终保持最高。

后不断下降,这与果实采后贮藏呼吸代谢有关,随着果实采后呼吸代谢旺盛,TSS 含量大量消耗。TR1 处理组果实 TSS 含量始终保持最高,贮藏结束时(50 d)TR1 处理组果实 TSS 含量是 CK 组的 1.13 倍。该结果与邹良栋等壳聚糖对苹果进行采前处理的贮藏保鲜效果^[10]一致。

贮藏过程中果实 TA 含量直接影响果实的风味和贮藏性。如图 3 - B 所示,果实贮藏期间 TA 含量逐渐下降,经采前甲壳宝处理后的实采收时(0 d) CK、TR1、TR2 和 TR3 组的含量分别是 1.42%、1.73%、1.55%、1.52%,经过甲壳宝处理的果实 TA 含量与对照组相比明显提升,说明甲壳宝可以有效调节果实糖代谢途径,从而改善果实贮藏品质。在整个贮藏过程中,红丰梨处理组和对照组果实 TA

含量均呈下降趋势,且处理组始终高于对照组。0~20 d,梨果实 TA 含量下降速度较快,贮藏 20 d 时,TR1 处理组果实 TA 含量是 CK 组的 1.18 倍。贮藏 50 d 时,CK、TR1、TR2 和 TR3 组的含量分别是

0.86%、0.99%、0.93%、0.89%。结果表明采前甲壳宝处理能够减少红丰梨果实有机酸的呼吸消耗和氧化,可以有效延缓后熟过程中酸的转化进程。

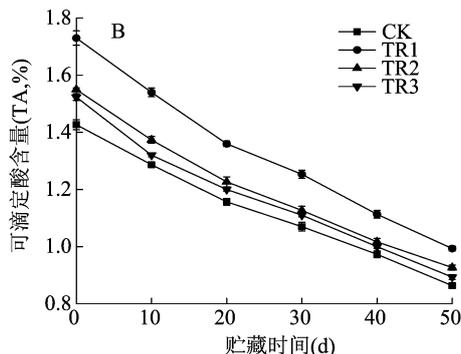
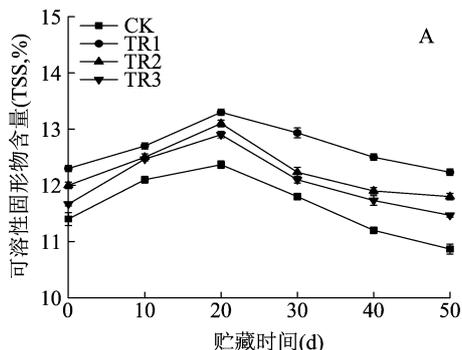


图3 不同处理对红丰梨采后品质的影响

2.4 不同浓度甲壳宝对红丰梨硬度影响

果肉硬度是梨果实主要的品质指标,随着梨果实后熟成熟度的增加会使其逐渐软化而失去光泽,影响果实的口感和贮藏期^[11]。如图 4 所示,经过采前甲壳宝处理后,果实采收时(0 d)的硬度高于对照组,CK、TR1、TR2 和 TR3 组的硬度分别是 8.43、9.81、9.06、8.74 N,经甲壳宝处理的果实硬度明显提升,说明采前甲壳宝处理可以增加红丰梨水溶性果胶含量和多聚半乳糖醛酸酶活力,从而增加果实硬度,其中 TR1 处理组效果较好。随着贮藏时间的延长,红丰梨各组果实硬度均呈下降趋势,整个贮藏期间处理组始终高于对照,TR1 处理组明显抑制了果肉硬度的下降,贮藏 50 d,TR1 处理组果实硬度是 CK 组的 1.35 倍。结果表明,采前甲壳宝处理能够有效地延缓红丰果实在贮藏过程中硬度的下降。

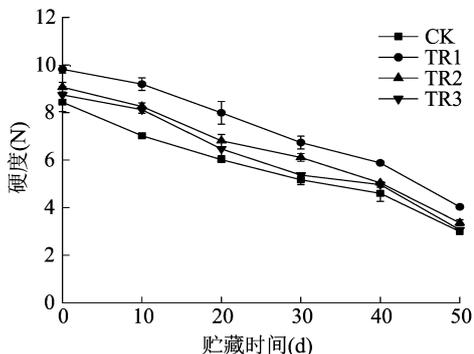


图4 不同处理对红丰梨采后硬度的影响

2.5 不同浓度甲壳宝对红丰梨失质量率和腐烂率影响

果实贮藏期间失质量率和腐烂率可以直接反映其品质劣变、抗病性以及品质情况。如图 4 - A

所示,随着贮藏时间的延长,红丰梨果实的失质量率均呈上升趋势,这是由于随着时间的延长果实内部水分挥发导致果实失水。贮藏 0~10 d,对照组和处理组失质量率几乎没有变化;30~50 d,采前甲壳宝处理组的失质量率明显小于对照组,TR1 组的失质量率始终保持最低;贮藏 50 d,TR1 组的失质量率为 3.72%,明显低于其他组,此时对照组的失质量率已达到 5.22%。这一结果与周莉等采用甲壳素对猕猴桃、杨桃的贮藏保鲜结果^[12]几乎一致。

红丰梨果实在采收或运输过程中造成的轻微机械损伤以及表皮上残留的各种真菌、细菌等随着贮藏时间的延长自身呼吸产生的热量和水分的积累,为这些微生物孳生提供了合适条件,进行大量滋生,最终导致果实腐烂^[13]。如图 4 - B 所示,在贮藏过程中红丰梨各组的腐烂率均呈上升趋势;贮藏 0~20 d,对照组和处理组几乎没有失质量率变化;30~50 d,采前甲壳宝处理组的腐烂率明显小于对照组;贮藏 30 d,TR1 组的腐烂率为 0.60%,而 CK 的腐烂率为 1.96%;贮藏 50 d,CK、TR1、TR2 和 TR3 组的分别是 7.67%、3.96%、5.04%、6.11%。结果表明,采前甲壳宝处理能够有效延长红丰梨果实贮藏期的腐烂率。

2.6 不同浓度甲壳宝处理红丰梨果实感官评价分析

由表 2 可知,通过对红丰梨果实贮藏期甜度、香味、口感、色泽进行评价,可见经过采前甲壳宝处理后的梨果实采收时(0 d)综合评分总的质地品质优于对照组,CK、TR1、TR2 和 TR3 组的综合评分值分别为 95.03、97.43、97.27、96.13。随着贮藏时间的

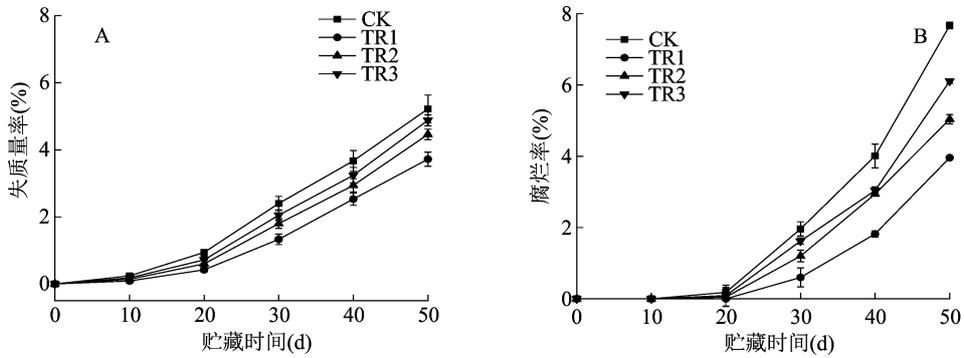


图5 不同处理对红丰梨采后失质量率和腐烂率的影响

延长,红丰梨果实综合评分值逐渐降低,表明果实的甜度、香味、口感、色泽变差,这与测定指标色差、TA 含量、TSS 含量和硬度的变化趋势一致。贮藏 30~40 d,果实综合评分值下降速率最快,对照的综合评分值下降速率为 10.8%,TR1、TR2 和 TR3 处理组的下降速率为 7.10%、7.58%、10.00%,表明红丰梨果实在贮藏 30~40 d 时甜度、香味、口感、色泽

下降速率快,品质劣变较快。贮藏 50 d,CK、TR1、TR2 和 TR3 组的综合评分值分别为 65.37、75.70、73.23、69.78,经 4/1 000 (V/V) 甲壳宝采前处理组果实的综合评分值均高于对照,TR1 > TR2 > TR3,即采前 4/1 000 (V/V) 的甲壳宝处理能够维持果实正常的品质。

表 2 不同处理红丰梨果实感官评价

贮藏时间 (d)	评分值			
	CK	TR1	TR2	TR3
0	95.03 ± 1.34	97.43 ± 1.44	97.27 ± 1.06	96.13 ± 0.32
10	89.97 ± 1.95	93.3 ± 1.36	92.43 ± 0.74	90.97 ± 1.03
20	85.17 ± 2.01	90.60 ± 1.68	88.57 ± 0.45	86.75 ± 0.89
30	80.37 ± 1.64	86.40 ± 1.73	83.83 ± 2.01	82.01 ± 1.03
40	71.67 ± 1.33	80.63 ± 2.06	78.00 ± 1.88	74.55 ± 1.22
50	65.37 ± 2.02	75.70 ± 1.42	73.23 ± 2.02	69.78 ± 0.97

2.7 不同处理红丰梨品质指标与感官评分相关性分析

根据不同处理红丰梨相关品质指标和感官评分值的分析,采前甲壳宝 TR1 处理对梨果实贮藏品质效果最好。选择 TR1 处理组合 CK 组对红丰梨品的质指标和感官评分进行相关性分析。由表 3 可知,处理组和对照组果实的硬度、TSS 和 TA 与感官评价均呈显著正相关 ($R = 0.919 \sim 0.994$, $P < 0.01$);腐烂率、失质量率、 L^* 、 a^* 和 b^* 与感官评价均呈负相关 ($R = -0.987 \sim -0.619$),失质量率

和色差 a^* 与感官评价相关性显著 ($P < 0.05$)。经过 TR1 处理的红丰梨果实感官评价和各指标的相关系数均大于对照组。由此可见,采前经甲壳宝处理的梨果实感官评价越高硬度和 TA 含量越高,腐烂率、失质量率和色差越小。

3 讨论与结论

梨采收后,生命活动并没有终止,而是一个从成熟到衰老的过程;这个过程的变化速度主要体现在各种品质指标(色差、TA、TSS、失质量率和腐烂率

表 3 红丰梨品质指标与感官评分相关性分析

采前处理	与感官评分的相关系数							
	硬度	TSS	TA	腐烂率	失质量率	L^*	a^*	b^*
CK	0.987**	0.919**	0.951**	-0.720	-0.987*	-0.720	-0.856*	-0.721
甲壳宝	0.992**	0.920**	0.994**	-0.605	-0.978**	-0.619	-0.856*	-0.712

注: *、** 分别表示在 0.05、0.01 水平显著相关。

等)^[14]。本研究发现,采前甲壳宝处理对红丰梨采收品质及贮藏品质有较好的效果。在所用的甲壳宝浓度中,4/1 000 (V/V)的浓度采收品质和贮藏保鲜效果最好,其次是3/1 000 (V/V)和2/1 000 (V/V)。4/1 000 (V/V)的甲壳宝处理有效提高红丰梨果实采收时的硬度、TSS含量和TA含量;同时延缓果实贮藏期硬度、TSS含量、TA含量、失质量率和腐烂率的下降,这对于保持梨实贮藏品质具有明显作用。

经过4/1 000 (V/V)的甲壳宝处理的红丰梨贮藏期间果面色泽明亮,果心褐变较少,这可能是采前喷布甲壳宝使果实有效地吸收铁、锌等金属离子,使其失去原有的催化特性;同时具有抗低温,防冷害的特性,从而以延缓和防止果蔬的颜色和品质劣变^[15]。

贮藏50 d时,经过4/1 000 (V/V)的甲壳宝处理组抑制了果肉硬度的下降,果实硬度是CK组的1.35倍;4/1 000 (V/V)处理组的失质量率为3.72%,CK组的失质量率为5.22%,远大于处理组。由于“甲壳宝”的主要成分具有很好的成膜性,喷布后会在果实表面形成了一层成一层半透膜,在贮藏过程中有效地阻隔水分蒸腾,从而减缓果实硬度和失质量率下降^[16-17]。可以协同调控果实采后品质,提高果实抗病性,处理综合调控效果更好。贮藏50 d,经过4/1 000 (V/V)的甲壳宝处理的红丰梨腐烂率比对照组少48.37%。甲壳宝具有广谱抗菌性,可以单独或者通过调控植物体内源小分子的信号转导,参与提升植物体的抗病性,从而改善和提高果实的贮藏品质^[18]。

以上研究结果表明,采前甲壳宝处理对红丰梨采收品质和贮藏保鲜均有较好的效果。4/1 000 (V/V)的甲壳宝能有效的提高果实采收品质和贮藏品质,使其在贮藏后仍保持良好的食用品质和营养价值。甲壳宝作为天然的机缓释叶面水溶肥,具有很好的成膜性和抗菌性,能够在植物表面形成一层半透膜,防止病虫害侵入以及水分蒸发,同时能够改善作物品质,提高含糖量等。后续将开展采前甲壳宝处理对红丰梨生理活性、抗褐变性以及抑制微生物生长等相关试验,进一步明确甲壳宝的贮藏保鲜机制。

参考文献:

- [1]王家珍,李俊才. 红色梨新品种——红丰梨[J]. 中国果业信息, 2021,38(1):56.
- [2]王家珍,李俊才,蔡忠民,等. 红色梨新品种‘红丰梨’的选育[J]. 果树学报,2020,37(12):1980-1983.
- [3]王家珍,李俊才,沙守峰,等. ‘红丰梨’主要性状及栽培技术研究[J]. 北方果树,2022(2):26-28.
- [4]王庆丰. 水稻应用甲壳宝试验初报[J]. 新农业,2020(11):4-5.
- [5]刘峥颀,吴广臣,王庭欣. 壳聚糖保鲜食品的机理及其应用的研究[J]. 食品科学,2005,26(8):533-537.
- [6]安 娇,徐聆粤,刘香苏,等. 甲壳素处理对软枣猕猴桃果实品质及贮藏性的影响[J]. 延边大学农学学报,2018,40(2):30-34.
- [7]马秀花,曹丽萍,肖 明,等. 黑果枸杞功能性饮料制作工艺及稳定性研究[J]. 食品研究与开发,2020,41(7):80-85.
- [8]王 阳,佟 伟,贾晓辉,等. 1-MCP对不同后熟程度‘南果梨’贮藏品质和果皮褐变的影响[J]. 中国果树,2020(3):52-57.
- [9]秦海容,徐 丹,刘 琴. 壳聚糖复合涂膜的微观形貌变化及其对红桔的保鲜效果[J]. 食品与发酵工业,2018,44(2):233-239.
- [10]邹良栋,王振龙,王静华,等. 采前处理对苹果常温保鲜效应[J]. 北方园艺,1998(2):34-35.
- [11]李灿婴,侯佳宝,张 浪,等. 外源甜菜碱处理对南果梨果实贮藏品质的影响[J]. 包装与食品机械,2021,39(4):31-37.
- [12]周 莉,吴奕光,刘 波. 羧甲基甲壳素对猕猴桃、杨桃的保鲜性能[J]. 精细化工,2004,21(10):748-752.
- [13]Ryder T B, Cramer C L, Bell J N, et al. Elicitor rapidly induces chalcone synthase mRNA in *Phaseolus vulgaris* cells at the onset of the phytoalexin defense response[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 1984, 81(18):5724-5728.
- [14]向妙莲,吴 帆,李树成,等. 褪黑素处理对梨果实采后黑斑病及贮藏品质的影响[J]. 中国农业科学,2022,55(4):785-795.
- [15]林 玲,陈金印. 壳聚糖处理对“杨小-2,6”南丰蜜橘果实采后生理及贮藏效果的影响[J]. 江西农业大学学报,2010,32(1):45-50.
- [16]刘 伟,杨广玲,王金信,等. 0.3%壳聚糖水剂对番茄产量和病害发生的影响[J]. 现代农药,2004,3(2):30-31,44.
- [17]刘亚平. 采前喷布壳聚糖处理和采后适度失水处理对红地球葡萄保鲜效应研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2012.
- [18]朱子华,何贵友,盛恒彬,等. 壳聚糖及其在果蔬保鲜中的应用机理[J]. 河南林业科技,2005,25(1):7-10.