

海藻酸钠和溶菌酶复合涂膜对马陆葡萄贮藏的保鲜效果

胡晓亮, 周国燕

(上海理工大学食品与低温生物技术研究, 上海 200093)

摘要:以海藻酸钠和溶菌酶为保鲜剂对马陆葡萄进行复合涂膜保鲜, 研究不同浓度的海藻酸钠溶液对马陆葡萄贮藏保鲜效果的影响, 分析比较各处理组对葡萄果实的感官品质、腐烂指数、质量损失率、硬度、呼吸强度、VC含量、可溶性固形物含量以及超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)酶活性等生理生化指标的变化。结果表明: 1%海藻酸钠和0.1%溶菌酶处理后的马陆葡萄, 感官效果最好, 在 $(4 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ 条件贮藏25d后, 果实的腐烂指数为0.17, 质量损失率仅为9.34%, VC含量为3.2mg/100g, 可溶性固形物含量为12.1%, 呼吸强度显著低于其他处理组, 保鲜效果最佳。

关键词:海藻酸钠; 溶菌酶; 保鲜; 葡萄

Fresh-keeping Effect of Compound Sodium Alginate-Lysozyme Coating on Malu Grapes

HU Xiao-liang, ZHOU Guo-yan

(Institute of Cryomedicine and Food Refrigeration, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: Malu grapes were coated with distilled water and 0.1% lysozyme solution alone or mixed solutions containing different concentrations of sodium alginate and 0.1% lysozyme, respectively and then stored at $(4 \pm 1)^{\circ}\text{C}$. The effects of alginate concentration on sensory quality, decay index, weight loss, hardness, respiration intensity, VC content, soluble solids content and SOD activity of Malu grapes were analyzed during the storage. Malu grapes treated with 1% sodium alginate-0.1% lysozyme showed the best sensory quality. After 25 days, the decay index, weight loss rate, VC content and soluble solids content were 0.17, 9.34%, 3.2 mg/100 g and 12.1%, respectively, and the respiration intensity was significantly lower than those of other treatment groups, suggesting the best fresh-keeping effect of 1% sodium alginate-0.1% lysozyme treatment.

Key words: sodium alginate; lysozyme; preservation; grapes

中图分类号: TQ929.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2011)20-0271-06

葡萄是世界上栽培面积最大, 产量最多的果树之一。马陆葡萄是上海特有的地方性水果品种, 以其上乘的质量、浓郁的口味、丰富的营养深受广大消费者的喜爱。马陆葡萄果肉富含纤维素、矿质元素、维生素以及多种对人体有益的氨基酸, 营养价值很高^[1]。葡萄除生食风味独特外, 还可加工成葡萄汁、葡萄干、葡萄酒等各具风味的工业食品和饮料。近年来随着马陆葡萄栽培面积的扩大, 出现了新的问题。每年秋季大量鲜葡萄涌向市场, 造成市场积压, 加上葡萄属于皮薄汁多柔软的浆果, 含糖量高, 采后生命力仍比较旺盛, 易受到机械损伤和发生微生物病害, 贮藏期间很容易腐烂变质, 给鲜食葡萄的贮藏运输、拓宽市场、

延长销售时间等带来困难, 造成很大的经济损失^[2]。

葡萄的贮藏保鲜方法主要有低温贮藏、防腐保鲜剂处理、辐射保鲜及气调保鲜等^[3-4]。从动植物体中提取无毒、高效且经济的天然食品保鲜剂, 具有优良的分散性、保湿性、抗菌性等诸多优点, 正日益成为食品贮藏保鲜研究的热点^[5-7]。Pastor等^[8]以羟丙基甲基纤维素和蜂胶作为保鲜材料处理鲜食葡萄, 显著增加了葡萄果实的外观光泽, 强化了果实的营养特性。王如平等^[9]以丹皮酚及白芨多糖对巨峰葡萄进行复合涂膜保鲜并与对照组进行比较, 试验表明, 在 $(25 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ 条件下, 贮藏16d后, 降低了贮果的质量损失率, 抑制了果实中有机酸和VC含量的下降, 保持了贮果细胞中超氧化物歧化酶

收稿日期: 2011-06-22

基金项目: 国家自然科学基金青年基金项目(50206013); 上海市教委科研创新项目(09YZ230)

作者简介: 胡晓亮(1987—), 男, 硕士研究生, 主要从事果蔬安全与保鲜方面的研究。E-mail: hxliang135@yahoo.cn

(superoxide dismutase, SOD)的活性。Sánchez-González等^[10]以佛手柑精油处理佳丽酿葡萄,有效抑制了葡萄果实的褐变及呼吸强度,减小了贮果的质量损失及硬度的降低。

本实验采用海藻酸钠(Alginate)和溶菌酶(Lysozyme)两种天然保鲜剂复合涂膜马陆葡萄,研究它们在 $(4 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ 条件下对葡萄果实采后生理生化的影响,以果实感官品质、腐烂指数、质量损失率、硬度、呼吸强度、VC含量、可溶性固形物含量以及SOD酶活性等作为保鲜效果的评价指标,对不同质量浓度配比的天然保鲜剂保鲜效果进行比较,分析总结各处理组对马陆葡萄贮藏的优缺点,为马陆葡萄的实际贮藏和天然保鲜剂的应用提供理论和实践依据。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

试验所用葡萄为马陆品种,采自上海嘉定区,于2010年10月30日采收。成熟度为八成熟,采后用泡沫箱加冰块条件下运回实验室。

海藻酸钠 浙江银象生物工程有限公司;溶菌酶 山东奥康生物科技有限公司。

TGL-16M 高速台式冷冻离心机 南京皓海科学仪器有限公司;食品质构仪 香港波通仪器有限公司;UV-2000 型紫外可见分光光度计 上海尤尼柯仪器有限公司;精密电子天平 梅特勒-托利多国际股份有限公司;手持折光仪 杭州汇尔仪器设备有限公司;DK-S22 型电热恒温水浴锅 苏州江东精密仪器有限公司。

1.2 样品处理

经挑选,选取无机械损伤、无病虫侵染、成熟度基本一致且果实饱满的葡萄果实作为试材。根据预实验结果及国标中食品添加剂用量的要求,用不同的保鲜剂(表1)方案进行处理后,用聚乙烯薄膜保鲜袋进行包装,每袋装600g。把包装好的葡萄装入塑料筐中,于 $(4 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ 冰箱中进行冷藏,每隔5d时间测定各项指标。

表1 采后葡萄处理方案

Table 1 Different treatment protocols for postharvest Malu grapes

处理组别	A组	B组	C组	D组	E组
保鲜剂成分	蒸馏水	0.1% 溶菌酶	0.5% 海藻酸钠, 1% 海藻酸钠, 1.5% 海藻酸钠, 0.1% 溶菌酶	0.1% 溶菌酶	0.1% 溶菌酶

1.3 指标测定

1.3.1 感官评价^[11]

7人组成感官评定小组,根据马陆葡萄的外观、气味、质地、腐烂程度综合打分后取平均值。感官评定标准:5分:果粒饱满,外形完好,有特殊的水果香

味,硬度大,无腐烂;4分:果粒较饱满,外形好,有淡淡的香味,硬度较大;3分:果实部分软化,外形较好;2分:果实外表皱缩,部分发生霉变,有些许异味;1分:果实软烂,有较重腐烂气味。

腐烂指数:按果实腐烂情况划分为4级。0级:无腐烂;1级:腐烂面积小于果实表面10%;2级:腐烂面积占果实表面10%~30%;3级:腐烂面积大于果实表面30%。

$$\text{腐烂指数} = \frac{\sum(\text{腐烂级别} \times \text{该级果实数})}{\text{总果实数} \times \text{最高级数}}$$

1.3.2 质量损失率

每隔5d,分别测定各处理组葡萄果实的质量损失率,质量损失率的测定采用称质量法^[12]。每种处理重复3次,并计算质量损失率。

$$V_n/\% = \frac{(W_0 - W_n')}{W_0} \times 100$$

式中: V_n 为保鲜nd后果实的质量损失率; W_0 为马陆葡萄的原始质量/g; W_n' 为保鲜nd后马陆葡萄质量/g。

1.3.3 硬度

采用TPA法^[13],使用直径为6mm的圆柱形探头,在Compression-Distance的操作模式下,检测各处理组葡萄果实的硬度。每种处理取样5次,重复5次,取平均值。

1.3.4 呼吸强度

采用静置法^[14],测定时温度为 20°C ,结果以 $\text{CO}_2 \text{ mg/kg} \cdot \text{h}$ 表示。将马陆葡萄试样放入呼吸室多孔瓷板上,底部放入氢氧化钠溶液,经2h(其间每隔30min振荡1次)后取出培养皿把碱液移入烧杯中(冲洗4~5次),加饱和 BaCl_2 5mL和酚酞指示剂2滴,用草酸溶液滴定至红色完全消失即为终点,分别纪录空白和试样滴定所消耗的草酸溶液的毫升数。每种处理取样3次,测定重复3次。

1.3.5 VC含量

2,6-二氯酚酚滴定法^[15],每种处理取样3次,重复3次,取平均值。

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

手持式折光仪法^[16],每种处理取样5次,重复5次,取平均值。

1.3.7 SOD酶活性

采用NBT光还原法^[17],准确称取 $(5 \pm 0.01)\text{g}$ 马陆葡萄果肉,加入10mL pH7.8的磷酸缓冲液,冰浴研磨成匀浆,高速冷冻离心10min,取上清液同反应液在4000lx日光灯下(25°C)反应30min后用黑暗终止反应,测

OD₅₆₀, 以抑制 NBT 光化还原 50% 为 1 个酶活力单位计算酶活性。每种处理取样 3 次, 重复 3 次, 取平均值。

1.4 数据处理

用 Excel 2003 软件对试验数据进行制图; 用统计软件 SPSS 11.5 对试验数据进行分析并用 LSD 法进行多重比较和显著性检验。

2 结果与分析

2.1 感官品质的变化

表 2 不同保鲜剂处理后马陆葡萄的感官评定

Table 2 Effect of coating composition on sensory evaluation of Malu grapes during storage

时间/d	5	15	25
A 组(CK)	4.00 ± 0.18 ^d	2.86 ± 1.48 ^c	1.43 ± 1.24 ^e
B 组(0.1% Lys)	4.29 ± 0.36 ^c	3.29 ± 0.92 ^b	2.00 ± 1.13 ^d
C 组(0.5%Alg, 0.1%Lys)	4.71 ± 0.12 ^a	4.00 ± 0.45 ^a	2.71 ± 1.65 ^b
D 组(1.0%Alg, 0.1%Lys)	4.86 ± 0.00 ^a	4.14 ± 0.16 ^a	3.14 ± 1.87 ^a
E 组(1.5%Alg, 0.1%Lys)	4.57 ± 0.21 ^b	3.86 ± 0.87 ^a	2.43 ± 1.68 ^c

注: 不同字母表示差异显著, $P < 0.05$ 。

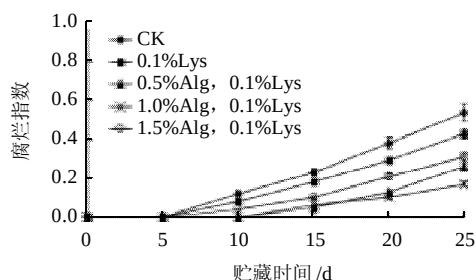


图 1 不同保鲜剂对马陆葡萄腐烂指数的影响

Fig.1 Effect of coating composition on decay index of Malu grapes

各处理组在贮藏初期, 葡萄果实中的果胶物质与细胞壁结合紧密, 果粒外观饱满, 质地坚挺。从表 2 和图 1 可以看出, 对照组贮藏 15d 后, 果实外表已出现皱缩, 果肉软化程度严重, 基本失去了商品价值; 贮藏 25d 后, 果实几乎全部软烂变质, 完全失去了食用价值, 原因在于随着贮藏时间的延长, 原果胶被分解成果胶, 果实外表皱缩, 组织形态软化, 当果胶进一步转化为果胶酸, 葡萄果肉彻底软烂, 此外在果实成熟衰老过程中, 果肉的抗菌能力逐渐下降, 易受到微生物侵染, 加快了果实软烂变质的进程。保鲜剂处理后的马陆葡萄外观、气味、质地等感官品质变化明显缓于对照组, 经方差分析, 与对照组之间存在显著差异 ($P < 0.05$), 其中 1% 海藻酸钠和 0.1% 溶菌酶处理对抑制马陆葡萄的感官品质下降效果最为显著, 贮藏 25d 后仍保持果实的硬度和组织形态, 腐烂指数最低, 原因在于海藻酸钠具有较强的抑菌特性, 海藻酸钠是一种表

面活性剂, 分子链上的某些基团可以与细菌细胞膜上的类脂、蛋白质复合物发生反应, 使蛋白质变性, 从而改变细菌细胞膜的通透性, 破坏细胞壁的完整性, 整合对微生物生长起关键作用的金属离子, 尤其是酶的辅助因子, 保护了果实不受微生物的侵染, 此外低分子质量的海藻酸钠能够渗入菌体内部, 干扰遗传因子从 DNA 到 RNA 的转移, 抑制菌体的繁殖。

2.2 质量损失率的变化

新鲜马陆葡萄含水量在 90%~95%, 葡萄含水量高低直接影响果实的鲜度和风味。从图 2 可以看出, 随着贮藏时间的延长, 葡萄果实的质量损失率增加, 原因在于采收后的葡萄失去了母体和土壤供给的营养和水分补充, 而蒸腾作用仍在持续进行, 会导致果实产生自然损耗。水分散失和干物质消耗是引起葡萄果实质量损失的主要原因, 前者是由于蒸腾作用引致组织水分的蒸发, 后者则是呼吸作用导致的细胞内贮藏物质的消耗。对照组的质量损失率上升最明显, 尤其在贮藏后期, 果实质量损失率上升加剧, 这可能与马陆葡萄的代谢活性增加及相关组织的衰老有关, 这也与之前研究的格那希品种和其他浆果类水果报道的结果相似^[18], 在贮藏 25d 后, 对照组葡萄的质量损失率高达 21.9%, 经海藻酸钠和溶菌酶处理后的马陆葡萄质量损失率降低且显著低于对照组 ($P < 0.05$), 原因在于海藻酸钠分子具有微观网状结构, 有很强的保水性能。海藻酸钠分子链上均带有羧基, 由于羧基负电荷的排斥作用, 使高分子链空间伸展特别大, 再加上亲水基团的作用, 使其对水分子具有很强的作用力, 能减缓葡萄果实中水分的蒸腾, 降低了果实的质量损失。其中 1% 海藻酸钠和 0.1% 溶菌酶对抑制马陆葡萄水分的蒸发最为显著, 与对照组相比果实质量损失率减少了 12.5%, 有效延缓了葡萄果实的皱缩萎蔫。

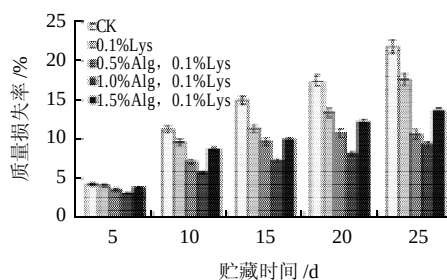


图 2 不同保鲜剂对马陆葡萄质量损失率的影响

Fig.2 Effect of coating composition on weight loss of Malu grapes

2.3 硬度的变化

从图 3 可知, 各处理组葡萄果实硬度均呈下降趋势, 原因在于马陆葡萄成熟过程中一些能水解果胶物质和纤维素的酶类活性增加, 使中胶层溶解, 纤维分解,

果实细胞壁结构松散失去黏结性,造成果肉软化;对照组在贮藏后期果实硬度下降尤其显著,贮藏25d后马陆葡萄的硬度仅为初始值的64.9%,保鲜剂处理能有效抑制果实硬度的下降,经方差分析,与对照组之间存在显著差异($P < 0.05$),其中1%海藻酸钠和0.1%溶菌酶涂覆在葡萄表面作用最为明显,果实硬度降低平缓,至贮藏25d,果肉硬度比对照组高出了18.8%,较好的保持了果实饱满的外观。而经0.5%或1.5%海藻酸钠溶液浸泡涂膜处理的葡萄果实因保鲜液浓度太低未形成连续膜或浓度高而使膜层偏厚,均在一定程度影响了保鲜性能。由此可见膜层的厚度对果蔬贮藏的效果具有显著影响。葛玉萍等^[19]研究了不同厚度的保鲜膜对枸杞果实品质的影响。结果表明,涂膜处理后都对枸杞果实的呼吸强度起到了抑制作用,降低了营养成分的损失,但不同厚度的保鲜膜内气体的组成成分变化情况不同,其中0.05mm厚度的保鲜膜在整个贮藏过程中保鲜效果最好。

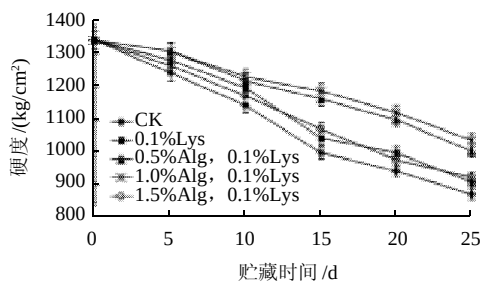


图3 不同保鲜剂对马陆葡萄硬度变化的影响

Fig.3 Effect of coating composition on hardness of Malu grapes

2.4 呼吸强度的变化

由图4可知,在整个贮藏期间内,葡萄果实的呼吸强度呈下降趋势,且以贮藏前期降低幅度最大;在贮藏中后期,对照组仍出现呼吸强度显著下降,而经保鲜剂处理后的葡萄果实呼吸强度趋于稳定,变化不明显且始终高于对照组,马陆葡萄属于非呼吸跃变型果实,采后果实成熟衰老过程中的呼吸作用变化平缓,不形成呼吸高峰。海藻酸钠具有很好的成膜特性,海藻酸钠覆盖在马陆葡萄表面,形成一层薄膜,该膜具有气体选择渗透性能,在葡萄内部形成一个低 O_2 、高 CO_2 浓度的微气调环境,抑制果实的呼吸作用,降低果实内营养物质的转化和消耗,减少活性氧的形成,降低膜脂过氧化,延缓细胞膜的损伤,从而达到延长马陆葡萄贮藏期的效果。方差分析结果表明,不同浓度海藻酸钠处理后果实的呼吸强度随贮藏时间的变化有着显著差异($P < 0.05$),各处理组之间也存在着显著差异($P < 0.05$),其中1%海藻酸钠和0.1%溶菌酶对抑制马陆葡萄的呼吸

作用较为明显,减少了营养物质的消耗。许多研究者发现果蔬的呼吸强度与样品的质量损失率之间有一定的关系,对于其他葡萄品种的研究也得出类似结论^[20]。

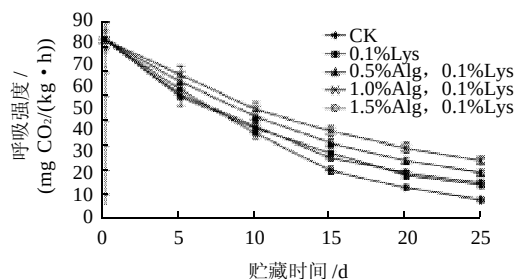


图4 不同保鲜剂对马陆葡萄呼吸强度变化的影响

Fig.4 Effect of coating composition on respiration intensity of Malu grapes

2.5 VC含量的变化

维生素C是果蔬重要的营养成分之一,新鲜的马陆葡萄VC含量大约在5~8mg/100g。从图5可知,在整个贮藏过程中,马陆葡萄VC含量随贮藏时间的增加而逐渐降低,原因在于随果实的成熟,VC含量在贮藏阶段易被氧化分解,失去生理活性,一些环境因素如高温和供氧充足的条件下均会加快VC含量的损失,对照组降低最为显著,贮藏25d后VC含量下降了80.9%,海藻酸钠和溶菌酶处理后能抑制马陆葡萄VC含量的损失,经方差分析,与对照组之间存在显著差异($P < 0.05$),贮藏至25d,VC含量仍保留了初始值的58.0%以上,均显著高于对照组,其中经1%海藻酸钠和0.1%溶菌酶涂膜处理后的马陆葡萄VC损失量最低。

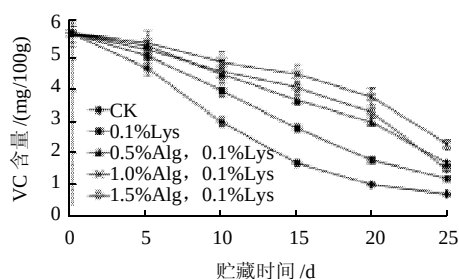


图5 不同保鲜剂对马陆葡萄VC含量的影响

Fig.5 Effect of coating composition on VC content of Malu grapes

2.6 可溶性固形物含量的变化

马陆葡萄在整个贮藏期间可溶性固形物含量呈现减少趋势,经海藻酸钠和溶菌酶处理后的果实可溶性固形物含量降低速率缓于对照组,主要原因在于保鲜剂处理后有效抑制了葡萄果实的生理代谢,从而延缓了可溶性糖类物质的消耗,经方差分析,与对照组之间存在显著差异($P < 0.05$),其中1%海藻酸钠和0.1%溶菌酶处

理最为显著,贮藏 25d 后可溶性固形物含量比对照组高出了 5 个百分点。Sánchez-González 等^[10]以壳聚糖和佛手柑精油对佳丽酿葡萄进行涂膜处理,结果发现,葡萄果实可溶性固形物含量在贮藏前期会有小幅升高而后急剧下降,Valero 等^[21]也得出了与其相同的结论,这可能是因为马陆葡萄果实在贮藏后期淀粉转化的糖元不足以补充呼吸的消耗,TSS 含量因而呈现下降趋势。何维华等^[22]研究了泰纳特、泰姆比罗和紫大夫 3 个品种的酿酒葡萄果实可溶性固形物含量的变化规律,证实了上述的观点,发现采后葡萄果实的 TSS 含量变化除了同果实的成熟度有关外还与栽培期间的光照强弱、降水、环境温度以及不同的品种差异有直接关系。

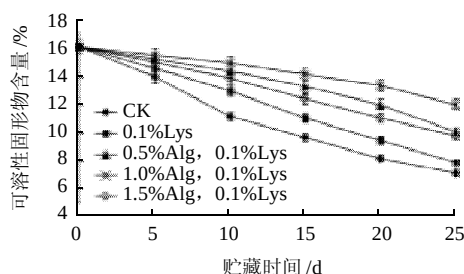


图 6 不同保鲜剂对马陆葡萄可溶性固形物含量的影响

Fig.6 Effect of coating composition on soluble solids content of Malu grapes

2.7 SOD 的变化

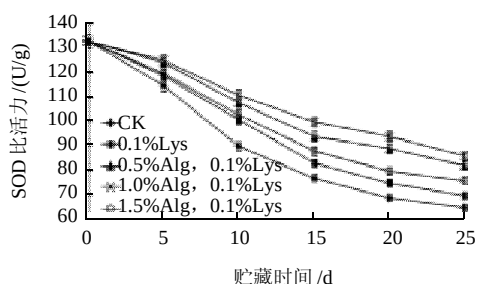


图 7 不同保鲜剂对马陆葡萄 SOD 酶活性的影响

Fig.7 Effect of coating composition on SOD activity of Malu grapes

超氧化物歧化酶是植物氧化代谢过程中一种极为重要的酶,它的主要功能是清除果蔬在进行旺盛的有氧呼吸和叶绿体进行光合电子传递中产生的自由基和活性氧,降低膜脂的过氧化作用,减轻对果蔬细胞膜的损伤和破坏。从图 7 可知,SOD 值随着马陆葡萄的成熟和衰老而逐渐下降,对照组下降幅度最为明显,贮藏 25d 后的 SOD 值仅为初始活性的 48.8%,保鲜剂处理后能显著减缓马陆葡萄 SOD 活性的下降($P < 0.05$),其中 1% 海藻酸钠和 0.1% 溶菌酶处理对抑制葡萄 SOD 活性的

降低最为明显,整个贮藏期间变化最慢,贮藏 25d 后的 SOD 比活力仍有 86.3U/g。这个结果与王如平等^[9]用丹皮酚及其白芨多糖包合物处理葡萄得出的 SOD 值先上升后下降的结论不同,可能的原因在于丹皮酚及其白芨多糖包合物处理后葡萄果实细胞内活性氧形成加快,导致细胞内产生应激性反应,致使 SOD 值出现升高,此外,SOD 值的变化趋势还与葡萄的品种、果实成熟度、贮藏条件以及环境因素等密切相关。

3 结论与讨论

不同浓度的海藻酸钠和溶菌酶处理对抑制马陆葡萄生理生化功能的衰退和组织的损伤,延长贮果的贮藏期均有一定的保鲜效果。相比较而言,1% 海藻酸钠和 0.1% 溶菌酶处理后的马陆葡萄在贮藏 25d 后,感官品质最好,腐烂指数为 0.17,质量损失率仅为 9.34%,VC 含量为 3.2mg/100g,可溶性固形物含量为 12.1%、SOD 活性仍保持了初始活性的 86.5%,其保鲜效果更显著。海藻酸钠具有很强的保水性能,海藻酸钠分子链上带有羧基,由于羧基上的负电荷的排斥作用,使高分子链空间伸展特别大,再加上亲水基团的作用,使其对水分子具有很强的作用力,能减缓马陆葡萄果实中水分的蒸腾,延缓其萎蔫,降低果实的质量损失;海藻酸钠具有很好的成膜特性,海藻酸钠覆盖在马陆葡萄表面,形成一层薄膜,该膜具有气体选择渗透性能,形成一个微气调环境,抑制马陆葡萄的呼吸作用,降低果实内营养物质的转化和消耗,从而达到延长马陆葡萄贮藏期的效果;海藻酸钠具有较强的抑菌性,海藻酸钠是一种表面活性剂,其中的 NH_3^+ 可以与细菌细胞膜上的类脂、蛋白质复合物发生反应,使蛋白质变性,从而改变细菌细胞膜的通透性,破坏细胞壁的完整性。单独使用溶菌酶处理对马陆葡萄保鲜效果不理想,可能的原因在于溶菌酶作为一种天然抗菌剂,在一定程度上能抑制腐败微生物的生长,但对于马陆葡萄自身生理功能的衰退和营养物质的消耗抑制作用不明显;此外马陆葡萄果实表面有较厚的蜡质层,表面张力很大。溶菌酶不具有较高的黏度致使保鲜液无法完全覆盖在马陆葡萄果实表面,这可能是保鲜效果不显著的原因之一;溶菌酶对抑制引起食品腐败的许多革兰氏阳性细菌,如乳杆菌、葡萄球菌,特别是对芽孢杆菌具有很强的抑制作用,而马陆葡萄主要是真菌引起的腐烂病害,所以保鲜效果不明显。

另外,在海藻酸钠涂膜溶液中可以添加增塑剂、表面活性剂、抗菌剂,以及蛋白质和脂类物质,形成复合膜,以改善其膜性能,增强贮藏保鲜效果;最新研究表明,在海藻酸钠涂膜材料中添加纳米材料可以增强保鲜剂的抑菌性和抗氧化性能,提高膜与基体之间的

结合强度,改善成膜的气密性,强化贮藏保鲜效果。

我国沿海地区辽阔,海藻酸钠来源非常丰富,海藻酸钠保鲜剂的研制,能有效降低马陆葡萄贮藏成本,提高经济效益,还可以改善化学保鲜剂残留给人体健康和环境带来诸多负面的影响,具有非常广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 王海波,王宝亮,王孝娣,等.我国葡萄产业现状与存在问题及发展对策[J].中国果树,2010(6): 69-71.
- [2] 孔庆山,刘崇怀,潘兴,等.国内外鲜食葡萄发展现状、趋势、问题与对策[J].中国农业信息快讯,2002(7): 3-6.
- [3] 李桂芬,刘廷松.葡萄贮藏生理研究进展[J].果树科学,2000,17(1): 63-69.
- [4] ARTÉS-HERNÁNDEZ F, TOMÁS-BARBERÁN F A, ARTÉS F. Modified atmosphere packaging preserves quality of SO₂-free superior seedless table grapes[J]. Postharvest Biol Technol, 2006, 39(2): 146-154.
- [5] VALERO D, VALVERDE J M, MARTINEZ-ROMERO D, et al. The combination of modified atmosphere packaging with eugenol or thymol to maintain quality, safety and functional properties of table grapes[J]. Postharvest Biol Technol, 2006, 41(3): 317-327.
- [6] MENG Xianghong, LI Boqiang, LIU Jia, et al. Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage[J]. Food Chemistry, 2008, 106(2): 501-508.
- [7] TROTEL-AZIZ P, COUDERCHET M, VERNET G, et al. Chitosan stimulates defense reactions in grapevine leaves and inhibits development of *Botrytis cinerea*[J]. European Journal of Plant Pathology, 2006, 114(4): 405-413.
- [8] PASTOR C, SÁNCHEZ-GONZÁLEZ L, MARCILLA A, et al. Quality and safety of table grapes coated with hydroxypropylmethylcellulose edible coatings containing propolis extract[J]. Postharvest Biology and Technology, 2011, 60(1): 64-70.
- [9] 王如平,吴婷,张卫明,等.丹皮酚及其白芨多糖包合物对葡萄保鲜作用的比较研究[J].食品科学,2008,29(11): 645-648.
- [10] SÁNCHEZ-GONZÁLEZ L, PASTOR C, VARGAS M, et al. Effect of hydroxypropylmethylcellulose and chitosan coatings with and without bergamot essential oil on quality and safety of cold-stored grapes[J]. Postharvest Biology and Technology, 2010, 60(1): 57-63.
- [11] 靳敏,夏玉宇.食品技术检验[M].北京:化学工业出版社,2003.
- [12] ROMANAZZI G, NIGRO F, IPPOLITO A, et al. Effects of pre- and postharvest chitosan treatments to control storage grey mold of table grapes[J]. Food Sci, 2002, 67(2): 1862-1867.
- [13] 邹琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [14] TANAKA K, SUDA Y, KONDO N. Ozone tolerance and theascorbate-dependent hydrogen peroxide decomposing system in chloroplasts[J]. Plant Cell Physiol, 1985, 26: 1425-1431.
- [15] 蔡楠,谢晶.弱光照射及保鲜剂对芦笋冷藏品质的影响[J].上海水产大学学报,2008,17(4): 476-480.
- [16] STEWRET R C, BEWBY J D. Lipid peroxidation associated with accelerated aging of soybean axes[J]. Plant Physiol 1980, 65: 245-248.
- [17] LICHTER A, ZUTHHY Y, SONEGO L, et al. Ethanol controls postharvest decay of table grapes[J]. Postharvest Biol Technol, 2002, 24(3): 301-308.
- [18] MLIKOTA-GABLER F, SMILANICK J L, GHOSOPH G M, et al. Impact of postharvest hot water or ethanol treatment of table grapes on gray mold incidence, quality, and ethanol content[J]. Plant Dis, 2005, 89(1): 309-316.
- [19] 葛玉萍,曹有龙,许兴,等.不同厚度保鲜膜对枸杞果实品质的影响[J].安徽农业科学,2008,36(20): 8805-8806.
- [20] KARABULUT O A, MLIKOTA GABLER F, MANSOUR M, et al. Postharvest ethanol and hot water treatments of table grapes to control graymold[J]. Postharvest Biol Technol, 2004, 34(3): 169-177.
- [21] VALERO D, VALVERDE J M, MARTINEZ-ROMERO D, et al. The combination of modified atmosphere packaging with eugenol or thymol to maintain quality, safety and functional properties of table grapes[J]. Postharvest Biol Technol, 2006, 41(3): 317-327.
- [22] 何维华,曲凌慧,任玉华,等.酿酒葡萄果实可溶性固形物含量的变化及其与环境的关系[J].落叶果树,2008(2): 18-19.