

洪理杰, 范阳, 刘秉珍, 等. 苦荞粗多糖涂膜处理对中国樱桃的保鲜效果 [J]. 食品工业科技, 2021, 42(14): 296–301. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2020060106

HONG Lijie, FAN Yang, LIU Bingzhen, et al. Preservation Effect of Tartary Buckwheat Crude Polysaccharide Coating on Chinese Cherry [J]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(14): 296–301. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2020060106

· 贮运保鲜 ·

苦荞粗多糖涂膜处理对中国樱桃的保鲜效果

洪理杰, 范 阳, 刘秉珍, 李莉蓉*

(昆明理工大学农业与食品学院, 云南昆明 650500)

摘 要:为延长中国樱桃采后保质期, 探究苦荞粗多糖涂膜处理对中国樱桃的保鲜效果, 本研究对新鲜中国樱桃采后用不同浓度的苦荞粗多糖进行涂膜处理, 塑料包装盒包装置于 4 ℃ 下贮藏 6 d, 测定贮藏期间樱桃的理化、微生物和感官指标来分析苦荞粗多糖可食涂膜对中国樱桃的保鲜作用。结果表明: 苦荞多糖可食涂膜保鲜有效降低中国樱桃除采后果实失重率 (<3%), 贮藏第 6 d 可溶性固形物、可滴定酸度、维生素 C 和总酚含量维持在新鲜采收时的 87%、60%、40%、44% 以上; 延缓果实硬度和颜色的劣变, 抑制贮藏期间细菌、霉菌和酵母的增殖, 菌落总数 <7 lg CFU/g, 霉菌和酵母总数 <6.2 lg CFU/g; 0.4% 和 0.8% 的苦荞粗多糖对中国樱桃的保鲜效果与相同浓度的壳聚糖相当, 保鲜期延长至 4 d, 而 1.2% 的苦荞粗多糖显著增加樱桃保鲜期至 5 d。苦荞粗多糖涂膜处理可作为有效的方式用于中国樱桃的采后保鲜。

关键词:粗多糖, 中国樱桃, 可食涂膜, 保鲜效果, 质构, 感官评价

中图分类号: TS255.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2021)14-0296-06

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2020060106

Preservation Effect of Tartary Buckwheat Crude Polysaccharide Coating on Chinese Cherry

HONG Lijie, FAN Yang, LIU Bingzhen, LI Lirong*

(Faculty of Agriculture and Food, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650500, China)

Abstract: In order to extend the shelf life of Chinese cherries after harvest and explored the preservation effect of tartary buckwheat crude polysaccharide coating on Chinese cherries, fresh Chinese cherries were coated with different concentrations of crude tartary buckwheat polysaccharides, and stored in plastic packaging boxes at 4 ℃ for 6 d in this study. The physical, chemical, microbiological and sensory indicators of cherries during storage were measured to analyze the fresh-keeping effect of crude polysaccharide edible coating on Chinese cherry. The results showed that tartary buckwheat crude polysaccharide edible film preservation effectively reduced the weight loss rate of Chinese cherries after harvesting (<3%), and the soluble solids, titratable acidity, vitamin C and total phenol contents were respectively maintained at 87%, 60%, 40% and 44% of the fresh harvest cherries on the 6th day of storage. Meanwhile, crude tartary buckwheat polysaccharides delayed the deterioration of fruit hardness and color, and inhibited proliferation of bacteria, mold, and yeast with the total number of colonies was <7 lg CFU/g, and the total number of molds and yeasts <6.2 lg CFU/g. The fresh-keeping effect of 0.4% and 0.8% tartary buckwheat crude polysaccharide on Chinese cherries was equivalent to the same concentration of chitosan, and the fresh-keeping period was extended to 4 days, while 1.2% tartary buckwheat crude polysaccharide significantly increased the fresh-keeping period of cherries to 5 d. Tartary buckwheat crude polysaccharide coating treatment can be used as an effective way to preserve the freshness of Chinese cherries after harvest.

Key words: crude polysaccharide; chinese cherry; edible coating; preservation effect; texture; sensory evaluation

收稿日期: 2020-06-09

基金项目: 国家自然科学基金 (31460424); 云南省大学生创新创业训练项目 (201710674256)。

作者简介: 洪理杰 (1996-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 轻工技术与工程, E-mail: 1030157703@qq.com。

* 通信作者: 李莉蓉 (1980-), 女, 博士, 副教授, 研究方向: 食品营养与安全, E-mail: lilirong-lily@126.com。

中国樱桃(*Prunus pseudocerasus* Lindl.)也称“小樱桃”、“玛瑙”、“樱珠”等,在我国云南、贵州、四川等地均有种植^[1-2]。中国樱桃果实个头较小,果径约 15~20 mm,单果重一般在 2~2.8 g,最佳收获期为每年的四月至五月。中国樱桃色泽红润、皮薄、肉软、汁多、酸甜可口、营养丰富,其独特的口感、风味、色泽和富含天然营养物质,深受产区消费者的喜爱^[3-5]。然而,中国樱桃采后质量迅速劣变,自然条件下存放半天就会产生颜色、风味和硬度的劣变,最佳质量仅维持在采后 1~1.5 d,极大限制了中国樱桃的销售,影响消费需求和产业发展。

可食涂膜是将可食用的成膜物质应用于食品表面,提供屏障和保护作用,抑制呼吸、减少水分损失、保持果实硬度,提高食品的质量和安全性,而且工艺简单、效果显著、安全性高,被视为绿色保鲜技术应用于多种食品的保鲜研究,在水果采后保鲜上显示巨大潜力^[6]。多糖具有来源丰富、可再生、低成本且透明、无毒、无异味,阻隔性、稳定性和成膜性好的特点,多用于直接或间接与其他材料复配制备可食涂膜液^[7]。研究证实壳聚糖与茶多酚复配、壳聚糖与甘草提取物复配、大豆分离蛋白与茶多酚复配以及改性魔芋精粉的可食涂膜对甜樱桃有较好的保鲜效果^[8-11]。前期研究发现苦荞粗多糖具有抑菌和自由基清除活性,与乳酸链球菌素制成的可食涂膜可有效保持冷藏罗非鱼片的品质和延长保质期^[12]。但苦荞粗多糖在水果保鲜中的应用研究未见报道。因此,本研究旨在评估苦荞粗多糖可食涂膜对中国樱桃 4 ℃ 下贮藏期间失重率、腐烂率、可溶性固形物含量、可滴定酸度、 V_C 含量、总酚含量、色度、硬度、菌落总数、霉菌及酵母计数和感官品质的影响,为中国樱桃采后涂膜保鲜提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

中国樱桃(成熟度 80%~85%) 采摘自云南省昆明市呈贡区樱桃园;苦荞粉 昆明市官渡区苏荣调味食品厂;没食子酸、福林酚试剂 生工生物工程(上海)股份有限公司;计数琼脂、孟加拉红氯霉素琼脂 北京索莱宝生物科技有限公司;其它试剂均为国产分析纯。

BCD-290WDPK 冰箱 青岛海尔股份有限公司;GSP-9050MBE 隔水式恒温培养箱 上海博迅实业有限公司医疗设备厂;UV-1800PC 紫外可见分光光度计 上海美谱达仪器有限公司;pH 计 梅特勒-托利多上海有限公司;WSC-S 色度计 上海精密科学仪器有限公司;TA-XT 质构分析仪 英国 Stable Micro Systems 公司。

1.2 实验方法

1.2.1 原料预处理 樱桃于实验当日清晨 6 点采摘,采后半小时内送至实验室预处理。挑选大小均匀、无物理损伤、无虫害、无感染的樱桃,用无菌纯水清

洗 3 遍后置于不锈钢筛网上控干水分。

1.2.2 苦荞粗多糖提取 参照 Wang 等^[12]方法制备苦荞粗多糖。称取一定质量的脱酚脱脂苦荞粉,按 1:15(g/mL)料液比加入纯水,于 60 ℃ 下超声(功率 300 W)搅拌提取 2 h。随后在 4 ℃ 以 8000 r/min 转速离心 10 min,收集上清液。上清液用旋转蒸发仪减压浓缩至原体积的 1/3,用 3 倍体积的 95% 乙醇沉淀多糖 12 h。于 4 ℃ 下 8000 r/min 离心 15 min 收集沉淀,并用 95% 乙醇洗涤沉淀 3 遍,冷冻干燥即为苦荞粗多糖(Tartary Buckwheat Crude Polysaccharide, TBP)。

1.2.3 樱桃保鲜处理 预处理好的樱桃随机分为 5 个保鲜液处理组:无菌水处理 Control 组、0.8% 壳聚糖处理组、0.4% TBP 处理组、0.8% TBP 处理组和 1.2% TBP 处理组。将樱桃浸泡于各保鲜液中 10 s,取出置于无菌筛网上室温干燥 0.5 h。干燥后装入透明 PET 保鲜盒(12 cm×9 cm×3 cm,盒盖两侧有透气孔),贴好标签,置于 4 ℃ 冰箱贮藏 6 d,每天取样测定各指标。

1.2.4 中国樱桃贮藏期间理化、微生物及感官指标分析

1.2.4.1 失重率测定 采用直接称重法,失重率为每组樱桃第 0 d 的重量与取样当天重量之差与第 0 d 的重量的比值。

1.2.4.2 腐烂率测定 表面有软化、褐变斑点和发霉的区域的樱桃均属于腐烂樱桃。腐烂率为每组腐烂的樱桃占樱桃总数的百分比^[13]。

1.2.4.3 可溶性固形物含量测定 用手持折光仪测定樱桃的可溶性固形物含量^[14]。

1.2.4.4 可滴定酸度测定 取 10 g 樱桃样品去核后匀浆,再加入 90 mL 煮沸冷却的纯水,混匀、过滤,滤液用 0.1 mol/L NaOH 滴定至 pH 为 8.2。可滴定酸度以苹果酸的百分含量表示^[15]。

1.2.4.5 维生素 C 含量测定 采用 2,6-二氯靛酚滴定法测定,结果以每 100 g 樱桃所含抗坏血酸毫克数表示^[16]。

1.2.4.6 总酚含量测定 参照 Bozkurt 等^[17]方法进行测定。按 1:2 的料液比向樱桃果肉中加入 80% 甲醇溶液混合后低温下匀浆。在 37 ℃ 振荡提取 2 h 后室温下以 4500 r/min 离心 5 min。收集上清液,用纯水稀释 40 倍,即得到樱桃提取液。将 500 μL 樱桃提取液与 2.5 mL 福林酚试剂混匀,加入 7.5% 的 Na_2CO_3 溶液 2 mL,混匀后室温下避光反应 30 min,记录 765 nm 处的吸光值。以没食子酸作为标准品,结果表示为每克鲜樱桃所含的没食子酸微克当量。

1.2.4.7 樱桃表面颜色分析 取樱桃赤道中心相对应的两个表面进行表面颜色测定,用色度计记录 a^* 、 b^* 值。结果以色度 C (Chroma)表示^[15]。

$$C(\text{Chroma}) = \sqrt{a^2 + b^2}$$

式中: a 表示红绿; b 表示黄蓝。

1.2.4.8 樱桃硬度测定 参照 Bozkurt 等^[17] 方法稍作修改。采用 TPA 模式, 选取 SMS P/10 探头, 前测试速度 1.5 mm/s, 测试速度 1.0 mm/s, 后测试速度 1.0 mm/s, 穿透距离 20%。

1.2.4.9 微生物分析 取 25 g 樱桃, 去核、匀浆后加入 225 mL 无菌纯水混匀过滤。根据需要将滤液 10 倍系列稀释后涂布于平板, 倒置于培养箱培养进行微生物计数。好氧嗜温菌用计数琼脂平板于 30 ℃ 培养 48 h 后计数; 霉菌和酵母用孟加拉红氯霉素琼脂平板于 25 ℃ 培养 4 d 后计数。

1.2.4.10 感观分析 参照 Remón 等^[18] 方法基于樱桃的外观、质地、味道和整体可接受度 4 个方面的感官指标采用 5 级嗜好进行感官评价, 分别是: (5) 非常喜欢; (4) 喜欢; (3) 一般; (2) 不喜欢; (1) 极度不喜欢。

1.3 数据处理

每个样品测定 3 次, 结果以平均值±标准差表示。采用 SPSS 17.0 软件对数据进行统计分析, 以单因素 ANOVA 的 Tukey HSD 检验分析组间差异, $P < 0.05$ 表示差异显著。

2 结果与分析

2.1 中国樱桃贮藏期间的失重率和腐烂率

由图 1 可知, 随着贮藏时间的延长, 樱桃失重率增加, 贮藏第 6 d 对照组失重率达 3.9%; 除了 0.4% 的 TBP 处理组在贮藏第 1 d 失重率与对照组无显著差异外($P > 0.05$), 其余各处理在整个贮藏期间均可显著减缓樱桃失重率的增加($P < 0.05$), 贮藏结束的失重率在 2.5%~3.0% 之间; 除了贮藏的第 2 d 0.8% 的壳聚糖与 1.2% 的 TBP 对樱桃贮藏期间重量减轻的减缓效果相当($P > 0.05$)。失重率结果表明壳聚糖和苦荞多糖涂层在樱桃表面形成具有阻隔性能的薄膜, 有效地减少了樱桃采后贮藏期间的水分损失, 同时壳聚

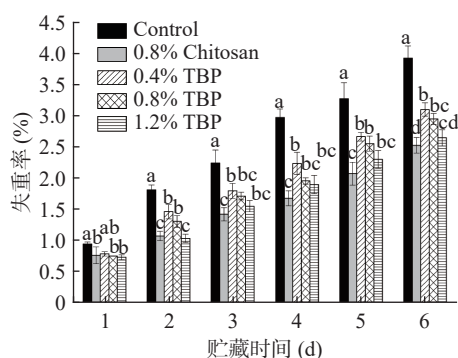


图 1 中国樱桃贮藏期间失重率的变化

Fig.1 Changes of weightlessness of Chinese cherries during storage

注: 图中相同贮藏时间不同处理组标注的不同字母表示组间差异显著($P < 0.05$); 图 2~图 7 同。

糖在低浓度时成膜性优于 TBP, 所以低浓度的壳聚糖显示与高浓度 TBP 对樱桃重量减少的抑制作用效果相当。

樱桃因为采后残留在果实表面的微生物以及樱桃呼吸、氧化衰老等作用, 腐烂率会随着贮藏时间的增加显著上升(图 2), 经壳聚糖和 TBP 处理后樱桃腐烂率显著低于对照组($P < 0.05$)。对照组樱桃腐烂率在第 4 d 高于 50%; 0.8% 的壳聚糖与 0.4% 的 TBP 作用效果相当, 在第 5 d 腐烂率超过 50%; 1.2% 的 TBP 显著降低樱桃贮藏期间的腐烂率($P < 0.05$)。壳聚糖的抗微生物活性是基于氨基质子化和在酸性溶液中在其分子侧链上形成阳离子^[19], 成膜后对抑菌效果受影响故对樱桃腐烂率的抑制弱于相同浓度的 TBP。

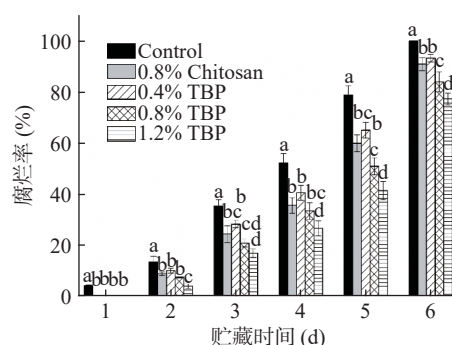


图 2 中国樱桃贮藏期间腐烂率的变化

Fig.2 Changes of rot rate of Chinese cherries during storage

2.2 中国樱桃贮藏期间可溶性固形物、可滴定酸度、 V_C 及总酚含量分析

可溶性固形物主要包含可溶性糖、酸、色素等物质, 随着果实采后衰老的进行, 生理生化活动对营养物质的消耗引起可溶性固形物会逐渐减少^[13,20]。由表 1 可知樱桃采后贮藏期间可溶性固形物含量随时间增加由初始的 16.0 减少到 13.7; 第 3 d 后对照组樱桃的可溶性固形物含量为 14.8, 显著低于各处理组($P < 0.05$); 贮藏第 6 d, 对照组可溶性固形物含量为 13.7, 而各处理组高于 14.0; 0.8% 壳聚糖和 0.4% TBP 处理组可溶性固形物含量差异不显著($P > 0.05$), 而中、高浓度 TBP 处理对樱桃营养物质消耗的抑制效果最显著($P < 0.05$)。

樱桃可滴定酸度随贮藏时间增加而减少, 与对照组相比, 各处理组从第 2 d 开始不同程度地显著减缓可滴定酸度的减少($P < 0.05$), 其中 1.2% 的 TBP 处理效果最佳; 第 6 d 对照组可滴定酸度已经由起始的 0.68 减少至 0.38, 1.2% 的 TBP 处理组可滴定酸度维持在 0.53; 说明苦荞多糖可减少呼吸生理作用对樱桃有机酸的消耗和有机酸向糖分的转化以维持果实风味, 这与陶永远等^[10] 研究结果相似。

维生素 C 和酚类物质是樱桃主要活性物质, 易发生氧化而损失^[21]。樱桃采后果实中的 V_C 和总酚贮藏期间显著减少, 对照组减少最快, 到贮藏结束分

表 1 中国樱桃贮藏期间可溶性固形物、可滴定酸度、V_C 及总酚含量

Table 1 Change of soluble solids, titratable acidity, V_C and total phenol content of Chinese cherries during storage

处理	可溶性固形物(%)						
	0 d	1 d	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d
Control	16.0±0.2 ^{Aa}	15.6±0.1 ^{Ba}	15.3±0.1 ^{Ba}	14.8±0.1 ^{Ca}	14.2±0.1 ^{Da}	14.0±0.2 ^{DEa}	13.7±0.2 ^{Ea}
0.8%Chitosan	16.2±0.2 ^{Aa}	15.9±0.1 ^{Aab}	15.9±0.4 ^{Aab}	15.6±0.2 ^{Abc}	15.2±0.2 ^{Bc}	15.0±0.1 ^{BCc}	14.2±0.2 ^{Cb}
0.4% TBP	16.1±0.3 ^{Aa}	16.0±0.2 ^{Ab}	15.9±0.3 ^{Aab}	15.4±0.1 ^{Bb}	14.9±0.2 ^{Bb}	14.7±0.1 ^{Bb}	14.2±0.1 ^{Cb}
0.8% TBP	16.2±0.2 ^{Aa}	16.2±0.2 ^{Ab}	16.1±0.3 ^{Ab}	15.9±0.1 ^{Ac}	15.2±0.1 ^{Bc}	15.1±0.1 ^{Bc}	14.6±0.1 ^{Cc}
1.2% TBP	16.2±0.4 ^{Aa}	16.2±0.2 ^{Ab}	16.1±0.2 ^{Ab}	15.9±0.3 ^{ABc}	15.4±0.2 ^{BCc}	15.2±0.1 ^{Cc}	14.8±0.1 ^{Cc}

处理	可滴定酸度(%)						
	0 d	1 d	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d
Control	0.68±0.05 ^{Aa}	0.61±0.01 ^{Ba}	0.54±0.01 ^{Ca}	0.47±0.01 ^{CDa}	0.42±0.01 ^{DEa}	0.40±0.01 ^{Ea}	0.38±0.02 ^{Ea}
0.8%Chitosan	0.69±0.02 ^{Aa}	0.64±0.01 ^{Bb}	0.58±0.01 ^{Cb}	0.53±0.02 ^{DBb}	0.47±0.01 ^{Eb}	0.45±0.01 ^{EFb}	0.42±0.01 ^{Fb}
0.4% TBP	0.69±0.02 ^{Aa}	0.64±0.01 ^{Bb}	0.58±0.02 ^{Cb}	0.53±0.01 ^{Db}	0.47±0.02 ^{Eb}	0.44±0.01 ^{EFb}	0.42±0.01 ^{Fb}
0.8% TBP	0.68±0.05 ^{Aa}	0.65±0.01 ^{ABb}	0.61±0.01 ^{BCc}	0.56±0.02 ^{CDbc}	0.53±0.02 ^{Dc}	0.49±0.01 ^{DEc}	0.45±0.01 ^{Eb}
1.2% TBP	0.69±0.03 ^{Aa}	0.65±0.02 ^{ABb}	0.62±0.02 ^{BCc}	0.59±0.02 ^{CDc}	0.55±0.01 ^{DEc}	0.54±0.02 ^{Ed}	0.53±0.01 ^{Fc}

处理	V _C 含量(mg/100 g)						
	0 d	1 d	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d
Control	12.92±0.72 ^{Aa}	10.02±0.87 ^{Ba}	8.62±0.41 ^{Ca}	7.39±0.10 ^{Ca}	5.77±0.34 ^{Da}	5.18±0.31 ^{Da}	4.44±0.30 ^{Da}
0.8%Chitosan	12.92±0.95 ^{Aa}	12.18±0.68 ^{Ab}	10.11±0.23 ^{Bbc}	8.88±0.19 ^{Cb}	6.86±0.17 ^{Db}	6.20±0.12 ^{DEb}	5.25±0.15 ^{Ebc}
0.4% TBP	12.71±0.36 ^{Aa}	12.11±0.47 ^{Ab}	9.89±0.11 ^{Bb}	8.70±0.25 ^{Cb}	6.38±0.19 ^{Db}	5.97±0.15 ^{DEb}	5.11±0.16 ^{Eb}
0.8% TBP	12.68±0.95 ^{Aa}	12.38±0.59 ^{Ab}	11.21±0.87 ^{ABcd}	9.84±0.49 ^{Bc}	8.23±0.23 ^{Cc}	7.01±0.13 ^{CDc}	5.73±0.13 ^c
1.2% TBP	12.71±0.96 ^{Aa}	12.56±0.56 ^{Ab}	11.98±0.46 ^{Ad}	10.02±0.16 ^{Bc}	9.10±0.12 ^{Bd}	7.26±0.35 ^{Cc}	6.33±0.20 ^{Cd}

处理	总酚含量(μg/g)						
	0 d	1 d	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d
Control	540.74±21.97 ^{Aa}	406.18±7.91 ^{Ba}	343.63±13.50 ^{Ca}	301.53±14.73 ^{Da}	247.35±15.65 ^{Ea}	226.46±15.04 ^{EFa}	201.64±10.95 ^{Fa}
0.8%Chitosan	545.59±11.45 ^{Aa}	501.04±9.09 ^{Ac}	448.37±24.48 ^{Bbc}	383.80±19.09 ^{Cbc}	342.14±24.92 ^{CDbc}	312.32±19.72 ^{DEb}	268.80±10.11 ^{Eb}
0.4% TBP	549.89±9.07 ^{Aa}	465.70±9.62 ^{Bb}	401.52±20.87 ^{Cb}	363.01±13.57 ^{Db}	305.16±18.69 ^{Eb}	286.35±10.55 ^{Eb}	242.61±8.89 ^{Fb}
0.8% TBP	549.54±7.01 ^{Aa}	505.73±6.49 ^{Bc}	477.74±18.17 ^{Bcd}	400.02±10.52 ^{Cc}	373.34±18.73 ^{CDc}	357.51±7.38 ^{Dc}	313.72±12.14 ^{Ec}
1.2% TBP	550.54±11.14 ^{Aa}	531.81±10.78 ^{ABd}	505.75±14.56 ^{Bd}	438.17±7.39 ^{Cd}	390.24±10.08 ^{Dc}	373.07±10.34 ^{DEc}	346.95±12.35 ^{Ed}

注: 同一行不同大写字母表示同组样品在不同贮藏时间差异显著($P<0.05$), 同一列不同小写字母表示相同贮藏时间各组间差异显著($P<0.05$)。

别减少至初始的 34.36% 和 37.29%, 经壳聚糖和 TBP 处理后可延缓 V_C 和总酚的减少; 0.4%TBP 与 0.8% 壳聚糖的作用效果相当, 1.2%TBP 处理对贮藏期间 V_C 和总酚的保护效果最好, 贮藏第 6 d 的 V_C 和总酚为初始的 49.80% 和 63.02%, 这可能与 TBP 的抗氧化活性对樱桃贮藏期间氧化应激的抑制有关^[16,19]。

2.3 中国樱桃贮藏期间颜色变化

色度值通常随着果实成熟的进行而降低, 所以考察樱桃贮藏期间反映颜色鲜艳程度的色度来评价 TBP 贮藏期间果实颜色的保护作用^[22-23]。由图 3 可

知, 中国樱桃的色度随贮藏时间的延长从 20.49 降低至 8.89, 经过壳聚糖和 TBP 处理的果实色度在整个贮藏周期均明显高于对照, 第 6 d 各处理组色度在 10.93~15.00 之间, 说明处理组可通过延缓樱桃采后成熟衰老和水分损失引起的果实颜色由鲜红变暗红^[23-24], 其中 0.8% 和 1.2% 的 TBP 可以显著抑制樱桃贮藏后期的颜色劣变($P<0.05$)。

2.4 中国樱桃贮藏期间硬度

樱桃采后变软是果实成熟后向衰老进展的普遍现象, 这与细胞壁和中胶层成分受到多聚半乳糖醛酸酶、果胶甲酯酶和 β -半乳糖苷酶等酶作用分解相关, 所以樱桃采后贮藏期间硬度可反映果实的品质^[8,25]。结果表明(图 4), 樱桃采后硬度随贮藏时间的延长而降低, 与对照组相比樱桃收获后使用多糖处理可显著减缓果实的软化($P<0.05$), 贮藏第 6 d 对照组的硬度由初始的 296.54 降至 110.99, 1.2% 的 TBP 处理对樱桃硬度的保持效果显著优于其它处理组($P<0.05$), 硬度为 199.33。

2.5 樱桃贮藏期间菌落总数、霉菌和酵母计数

樱桃采后微生物侵染会引起果实腐烂变质导致贮藏寿命的缩短。由图 5 可知, 樱桃菌落总数在贮藏期间呈现上升的趋势, 各处理可以显著抑制樱桃菌

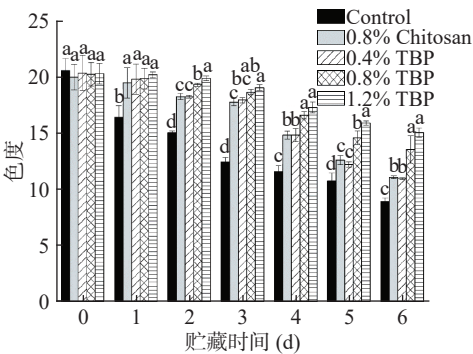


图 3 中国樱桃贮藏期间色度的变化

Fig.3 Changes of chroma of Chinese cherries during storage

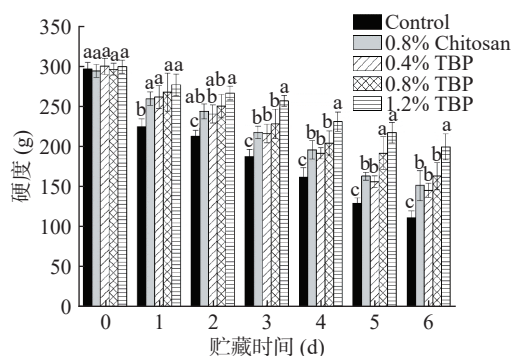


图4 中国樱桃贮藏期间硬度的变化

Fig.4 Changes of hardness of Chinese cherries during storage

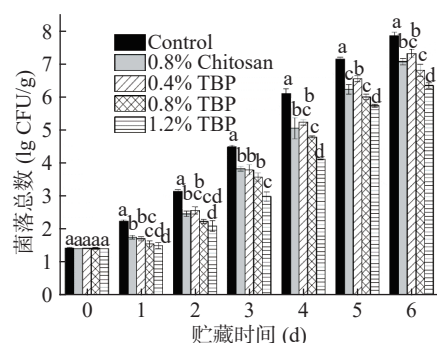


图5 中国樱桃贮藏期间菌落总数的变化

Fig.5 Changes of total viable counts of Chinese cherries during storage

落总数的增加, 1.2% 的 TBP 对樱桃贮藏期间的菌落总数抑制效果最显著($P < 0.05$), 在贮藏的第 6 d, 对照组菌落总数由起始的 1.43 lg CFU/g 增殖至 7.84 lg CFU/g, 0.8% 壳聚糖、0.4% TBP、0.8% TBP 和 1.2% TBP 处理组的菌落总数分别为 7.05、7.29、6.79 和 6.33 lg CFU/g。霉菌和酵母计数显示(图 6), 与对照组相比, 多糖处理显著抑制了樱桃采后可食涂膜贮藏霉菌和酵母的增加($P < 0.05$); 1.2% 的 TBP 效果最好, 0.8% 的 TBP 效果次之, 第 6 d 霉菌和酵母计数分别为 5.68 lg CFU/g 和 6.05 lg CFU/g, 显著低于对照组的 7.18 lg CFU/g; 除了第 5 d 以外, 0.4% 的 TBP 与 0.8% 的壳聚糖作用效果差异不显著($P > 0.05$), 第 6 d 霉菌和酵母计数分别为 6.51 lg CFU/g 和 6.22 lg CFU/g。微生物计数结果表明 TBP 可有效抑制樱桃果实表明细菌、霉菌和酵母的增殖, 进而实现贮藏期间减少果实病害腐烂的作用, 这与 TBP 具有抑菌活性相关^[12]。

2.6 樱桃贮藏期间感官评价

中国樱桃采后贮藏期间 4 个指标感官评价综合评分平均值如图 7 所示, 3 分为樱桃可接受的限值。感官评价结果显示所有组的感官评分随着樱桃采后贮藏时间的延长而降低, 与对照相比多糖涂膜处理可显著减缓樱桃感官的可接受水平。在贮藏 3 d 时, 对照组的感官分值低于 3 分即对照组已不可接受; 在贮藏第 5 d 时, 0.4% 的 TBP 与 0.8% 的壳聚糖处理

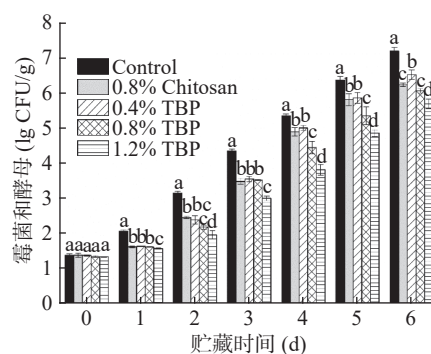


图6 中国樱桃贮藏期间霉菌和酵母计数变化

Fig.6 Changes of molds and yeasts counts of Chinese cherries during storage

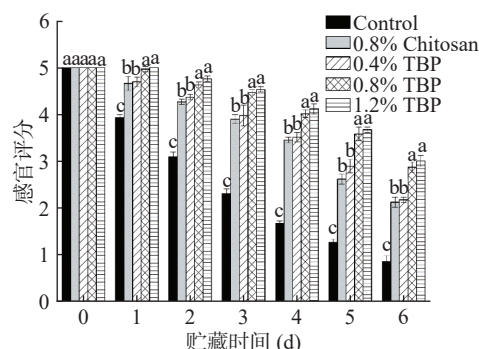


图7 中国樱桃贮藏期间感官评分

Fig.7 Changes of molds and yeasts counts of Chinese cherries during storage

组感官评分低于 3 分, 且差异不显著($P > 0.05$); 而 0.8% TBP 和 1.2% 的保鲜效果最佳, 在贮藏的第 6 d 才不可接受, 运用壳聚糖和 TBP 作为可食涂膜保鲜剂在一定时间内能有效的保持樱桃采后贮藏感官特性。

3 结论

中国樱桃采后以安全有效、制备工艺简单的苦荞粗多糖为可食涂膜液浸渍处理, 显著降低樱桃贮藏期间的失重率和感染率, 减少营养物质的损失, 感官品质较佳, 延缓颜色和质构的劣变, 有效抑制细菌、霉菌和酵母增殖; 基于感官评分可接受限值和 40% 的腐烂限值, 0.4% TBP 和 0.8% TBP 将中国樱桃的货架期由原来的 2 d 延长至 4 d, 而 1.2% TBP 可将中国樱桃货架期延长至 5 d, 研究为苦荞粗多糖在樱桃的涂膜保鲜的应用研究提供理论依据。

参考文献

- [1] 吴保欢. 基于形态性状的中国李属樱亚属系统分类研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2016.
- [2] 艾呈祥, 辛力, 余贤美, 等. 樱桃主栽品种的遗传多样性分析[J]. 园艺学报, 2007, 34(4): 871-876.
- [3] 董渭雪, 陈德经, 贾思婕, 等. 玛瑙樱桃与早美樱桃营养成分比较研究[J]. 食品工业科技, 2020, 41(4): 277-288.
- [4] 贾朝爽, 单长松, 周涛, 等. 主要樱桃品种果实营养性状分析[J]. 食品科学, 2019, 40(4): 244-250.
- [5] 贾海慧, 张小燕, 陈学森, 等. 甜樱桃和中国樱桃果实性状的

- 比较[J]. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2007(2): 193–202.
- [6] Cazón P, Velázquez G, Ramírez J A, et al. Polysaccharide-based films and coatings for food packaging: A review[J]. *Food Hydrocolloids*, 2017, 68: 136–148.
- [7] Salgado P R, Ortiz C M, Musso Y S, et al. Edible films and coatings containing bioactives[J]. *Current Opinion in Food Science*, 2015, 5: 86–92.
- [8] 刘开华, 张宇航, 邢淑婕. 含茶多酚的大豆分离蛋白涂膜对甜樱桃保鲜效果的影响[J]. 茶叶科学, 2013, 33(1): 67–73.
- [9] 舒康云, 陶永元, 徐成东, 等. 一种可食性涂膜保鲜液对樱桃的保鲜效果影响[J]. 北方园艺, 2013(23): 137–140.
- [10] 陶永元, 舒康云, 张春梅, 等. 茶多酚与壳聚糖复配溶液对樱桃的保鲜效果研究[J]. *食品研究与开发*, 2014, 35(8): 115–119.
- [11] 王华林, 王寒. 改性魔芋精粉对樱桃保鲜性能的研究[J]. 食品工业科技, 2010, 31(2): 311–313.
- [12] Wang F, Zhang H, Jin W, et al. Effects of tartary buckwheat polysaccharide combined with nisin edible coating on the storage quality of tilapia (*Oreochromis niloticus*) filets[J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2018, 98: 2880–2888.
- [13] Xin Y, Chen F, Lai S, et al. Influence of chitosan-based coatings on the physicochemical properties and pectin nanostructure of Chinese cherry[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2017, 133: 64–71.
- [14] 韩晓云, 刘鹏, 王震, 等. 核桃青皮提取液对樱桃的保鲜作用[J]. 北方园艺, 2020(6): 109–114.
- [15] Aglar E, Ozturk B, Guler S K, et al. Effect of modified atmosphere packaging and ‘Parka’ treatments on fruit quality characteristics of sweet cherry fruits (*Prunus avium* L. ‘0900 Ziraat’) during cold storage and shelf life[J]. *Scientia Horticulturae*, 2017, 222: 162–168.
- [16] Yaman Ö, Bayoindirli L. Effects of an edible coating and cold storage on shelf-life and quality of cherries[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2002, 35(2): 146–150.
- [17] Bozkurt F, Tornuk F, Tokar O S, et al. Effect of vaporized ethyl pyruvate as a novel preservation agent for control of postharvest quality and fungal damage of strawberry and cherry fruits[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2016, 65: 1044–1049.
- [18] Remón S, Venturini E M, Lopez-Buesa P, et al. Burlat cherry quality after long range transport: Optimisation of packaging conditions[J]. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2003, 4: 425–434.
- [19] Bautista-Baños S, Hernández-Lauzardo A, Velázquez-del Valle M G, et al. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities[J]. *Crop Protection*, 2006, 25(2): 108–118.
- [20] 李洋洋, 宋文龙, 邵海燕, 等. 聚乳酸活性抗菌薄膜的性能及其对樱桃保鲜效果的影响[J]. *食品科学*, 2020, 41(17): 216–222.
- [21] 王建青, 刘光发, 金政伟, 等. 八角茴香提取物对甜樱桃保鲜效果的研究[J]. 食品科技, 2010, 35(5): 186–190.
- [22] Gonçalves B, Morais M C, Sequeirac A. Quality preservation of sweet cherry cv. ‘staccato’ by using glycine-betaine or *Ascophyllum nodosum*[J]. *Food Chemistry*, 2020, 322: 126713.
- [23] Champa W A H, Gill M I S, Mahajan B V C, et al. Preharvest salicylic acid treatments to improve quality and postharvest life of table grapes (*Vitis vinifera* L.) cv. flame seedless[J]. *Journal of Food Science and Technology*, 2015, 52(6): 3607–3616.
- [24] Kortei N K, Odamtten G T, Obodai M, et al. Determination of color parameters of gamma irradiated fresh and dried mushrooms during storage[J]. *Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition*, 2015(10): 66–71.
- [25] Alique R, Zamorano J P, Martínez M A, et al. Effect of heat and cold treatments on respiratory metabolism and shelf-life of sweet cherry, type picota cv “Ambrunés”[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2005, 35: 153–165.