

采后贮藏期间南果梨果皮膜脂过氧化与褐变关系的研究

陈娜, 郑永丽

(天津渤海职业技术学院, 天津 300402)

摘要: 南果梨作为试验材料, 采用2%氯化钙处理、去离子水空白对照处理、0.5%抗坏血酸处理3种处理方式, 研究南果梨低温贮藏过程中果皮膜脂过氧化与褐变的关系。结果表明: 贮藏期间, 南果梨果皮细胞膜系统遭到破坏, 到贮藏结束时空白对照处理果褐变严重; 钙处理和抗坏血酸处理显著降低了 α -法尼烯与共轭三烯最大值, 延缓了高峰的出现, 抑制了过氧化物酶的活性, 减少了丙二醛(malondialdehyde, MDA)积累, 果皮褐变得到有效控制, 其中以氯化钙处理效果最好。

关键词: 贮藏; 南果梨; 果皮; 膜脂过氧化; 褐变

Research on the Relationship between the Peel Membrane Lipid Peroxidation and Browning of 'Nanguo' Pear Fruit during Storage

CHEN Na, ZHENG Yong-li

(Tianjin Bohai Vocational Technical College, Tianjin 300402, China)

Abstract: The relationship between peroxidation of peroxide and browning during the cryopreservation of Nanguo pear was studied using 2 % calcium chloride, blank control of deionized water and 0.5 % ascorbic acid. The results showed that the cell membrane system of the pericarp was damaged during storage, and the fruit Browning was seriously treated by blank control at the end of storage. Calcium treatment and ascorbic acid treatment significantly reduced the maximum value of epoxy-farnesene and conjugated triene, delayed the occurrence of peak, inhibited the activity of peroxidase, reduced the accumulation of malondialdehyde(MDA), and effectively controlled the skin browning, among which calcium chloride was the best treatment.

Key words: storage; Nanguo pear; peel; membrane lipid peroxidation; browning

引文格式:

陈娜, 郑永丽. 采后贮藏期间南果梨果皮膜脂过氧化与褐变关系的研究[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(16): 24-28

CHEN Na, ZHENG Yongli. Research on the Relationship between the Peel Membrane Lipid Peroxidation and Browning of 'Nanguo' Pear Fruit during Storage[J]. Food Research and Development, 2019, 40(16): 24-28

南果梨是辽宁地区的特产水果, 特别是鞍山、海城、辽阳等地的地方优良品种, 采收期一般集中为9月上、中旬^[1]。成熟期间, 石细胞少, 皮薄肉细, 颜色红艳, 发出浓郁的香气, 深受广大消费者的喜爱。南果梨采收期比较集中, 采后的南果梨在常温下贮藏半个月左右就会后熟衰老、褐变、变软, 失去良好的商品价值^[2]。南果梨保存的常用方式就是冷藏, 可适当延长贮藏

作者简介: 陈娜(1981—), 女(汉), 讲师, 本科, 研究方向: 食品生物技术。

期, 但经冷藏后的南果梨在常温货架期间果实果皮褐变问题突出, 制约了南果梨产业的发展^[3]。

陈守江等^[4]研究认为, α -法尼烯在氧化过程中产生、积累过氧化氢等氧化性极强的物质, 过氧化氢的过量积累可诱发膜脂过氧化, 使膜的透性增加, 组织的相对电导率增高, 膜脂过氧化产物丙二醛大量积累。吴小华等^[5]研究认为, 在贮藏前期果实产生大量 α -法尼烯, 并积累在果皮部位, 随着库温升高, 氧化成共轭三烯, 毒害果皮表层细胞而产生褐斑。焦旋等^[6]研究

认为,采用 1-MCP 处理的酥梨对梨果整个贮藏 (0 ± 0.5)℃果皮 α -法尼烯、共轭三烯明显下降,黑皮病的发生得到明显抑制。

目前,有关南果梨采后贮藏期间果皮褐变与膜脂过氧化变化关系之间的研究,报道还较少。本研究以“南果梨”为试材,采用钙处理和抗坏血酸处理,探究在低温贮藏期间果皮膜脂过氧化的调控对褐变的影响,旨在为提高南果梨贮藏技术提供基础的理论依据和实践指导,进一步优化保鲜模式。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

南果梨于 2017 年 9 月 10 日采自辽宁省鞍山市果园,采摘时剔除破损果,挑选大小、成熟度、色泽等均匀一致的果实,采摘后当天运回天津进行处理。

三氯乙酸(trichloroacetic acid, TCA)、愈创木酚、聚乙烯吡咯烷酮、无水醋酸钠、冰醋酸、30%过氧化氢、正己烷、磷酸氢二钠、磷酸二氢钠、聚乙二醇 6000、聚乙二醇辛基苯基醚、硫代巴比妥酸(thiobarbituric acid, TBA)(均为分析纯):天津市江天化工技术有限公司;二硫苏糖醇(dithiothreitol, DTT)(生化试剂)、抗坏血酸(化学纯):天津明川生物技术有限公司;Florisil 柱(硅镁型吸附剂):迈博瑞生物膜技术有限公司。

1.2 仪器设备

UV-1102 型紫外可见分光光度计:上海天美科学仪器有限公司;HH 型数显恒温水浴锅:金坛市金城国胜实验仪器厂;KDC-160HR 高速低温冷冻离心机:科大创新股份有限公司中佳分公司;BS-124S 电子分析天平:赛多利斯科学仪器(北京)有限公司;星火 B 型玻璃仪器气流烘烘干器:郑州长城科工贸有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 试验处理

将试验材料随机等分为 3 份,进行如下处理^[7]:

1)钙处理:用 2%CaCl₂ 溶液浸泡南果梨 15 min。

2)抗坏血酸处理:用 0.5%抗坏血酸溶液浸泡南果梨 15 min。

3)对照果:用去离子水浸泡南果梨 15 min。

3 个处理各 60 个果实,自然晾干后平均分 3 份装入保鲜袋中并挽口包装,随机排列,放入低温冷库(0 ± 0.5)℃中贮藏,相对湿度为 90%左右。本试验从贮藏前、贮藏初期(3 个月时)、贮藏中后期(6 个月时)、贮藏末期(9 个月时)分别取样测定相关指标。

1.3.2 测定指标与方法

1.3.2.1 果皮褐变情况统计

果皮褐变指数分级标准为:0 级,果皮无褐变;1

级,果皮褐变面积小于 1/3;2 级,果皮褐变面积占总的 1/3~2/3;3 级,果皮褐变面积大于 2/3,指数计算公式如下^[8]:

果皮褐变指数/%= Σ (病果数×病果级数)/(检查总数×最高级数)×100

1.3.2.2 果皮 α -法尼烯与共轭三烯含量测定

参照李磊^[9]的试验方法并稍作修改。用削皮器削取果皮并刮净果皮内侧果肉,用直径 0.8 cm 打孔器打成小圆片,取 20 片(约 10 cm²),放入盛有 10 mL 正己烷的 20 mL 大试管中并加塞密封振荡 2 h,提取 α -法尼烯和共轭三烯。振荡完毕后取提取液 2 mL,过 Florisil 柱(硅镁型吸附剂)并用 3 mL~4 mL 正己烷洗脱,合并滤液和洗脱液定容至 5 mL 容量瓶,及时用紫外可见分光光度计于 232 nm 处比色,测定 α -法尼烯的含量。另取提取液 2 mL,加 2 mL 正己烷于 281 nm 和 290 nm 处比色,测定共轭三烯的含量,测定结果以 nmol/cm² 表示。

1.3.2.3 丙二醛(malondialdehyde, MDA)提取及含量测定

采用李磊的方法并加以修改^[9]。

取 2.0 mL 上清提取液(对照空白管中加入 2.0 mL 100 g/L TCA 溶液代替提取液),加入 2.0 mL 0.67% TBA,混合后在沸水浴中煮沸 20 min,取出冷却后再离心 1 次。分别测定上清液在 450、532 nm 和 600 nm 波长处的吸光值。重复 3 次。

根据吸光度值,按照下面公式计算出反应混合液中 MDA 浓度(c):

$$c/(\mu\text{mol/L}) = 6.45 \times (OD_{532} - OD_{600}) - 0.56 \times OD_{450}$$

再按照下式计算出每克果皮(鲜重)中丙二醛的含量,以 $\mu\text{mol/g}$ FW(湿重)表示。计算公式:

$$\text{丙二醛含量}/(\mu\text{mol/g FW}) = \frac{4 \times c \times V}{V_s \times m \times 1\,000}$$

式中: c 表示应混合液中丙二醛浓度, $\mu\text{mol/L}$; V 表示样品提取液的总体积, mL; V_s 表示测定时所取样品提取液体积, mL; m 表示样品质量, g。

1.3.2.4 过氧化物酶(peroxidase, POD)提取及活性测定

采用王蕾等^[10]方法并加以修改。

取 3.0 mL 25 mmol/L 愈创木酚溶液放入试管,依次加入 0.5 mL 酶提取液, 200 μL 0.5 mol/L H₂O₂ 溶液,进行反应并计时。以蒸馏水为参比,在反应 15 s 时开始记录反应体系在波长 470 nm 处吸光度值,作为初始值,然后每隔 1 min 记录 1 次,连续测定,至少获得 6 个点数据。重复 3 次。

以每克果蔬样品(鲜重)每分钟吸光度变化值增加1为1活性单位,单位是 $\Delta D_{470}/(\text{min} \cdot \text{g}) \text{FW}$ 。计算公式:

$$U = \frac{\Delta D_{470} \times V}{V_s \times m}$$

式中: U 表示酶活力, $\Delta D_{470}/(\text{min} \cdot \text{g}) \text{FW}$; V 表示样品提取液的总体积,mL; V_s 表示测定时所取样品提取液体积,mL; m 表示样品质量,g。

2 结果与分析

2.1 3种处理对南果梨贮藏期果皮褐变的影响

3种处理对南果梨贮藏期间果皮褐变指数影响见图1。

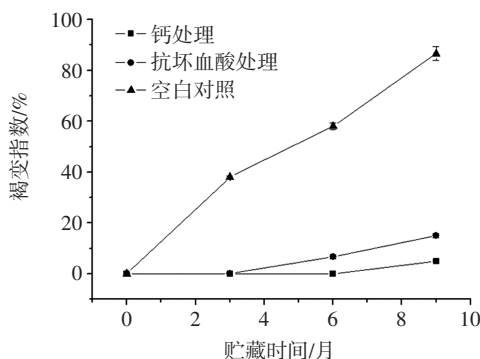


图1 3种处理对南果梨贮藏期间果皮褐变指数影响

Fig.1 Effects of three treatments on peel browning index of 'Nanguo' pear

从图1中我们可以看出,在贮藏期间,在3种处理中,果皮都不同程度的出现褐变现象。随着贮藏时间的增长,对照果果皮褐变非常明显的呈现出逐渐增大的趋势;浸钙处理和抗坏血酸处理在贮藏6个月时才出现褐变并且前者效果更好一些。果皮褐变程度最小是由2%氯化钙处理,贮藏品质显著高于0.5%抗坏血酸处理($P<0.05$),并且极显著高于对照($P<0.01$);抗坏血酸处理的果实果皮褐变程度要低于空白对照且两者之间呈现极显著特征($P<0.01$)。

2.2 3种处理对南果梨贮藏期间果皮中 α -法尼烯含量的影响

3种处理对南果梨贮藏期间果皮 α -法尼烯含量的影响见图2。

由图2可以看出,在空白对照和抗坏血酸处理中 α -法尼烯含量呈现先升后降的变化趋势,钙处理中 α -法尼烯含量呈现逐渐上升的趋势。空白对照果实果皮中 α -法尼烯含量在贮藏3个月时达到高峰而后逐渐下降;抗坏血酸处理的 α -法尼烯含量高峰出现在贮藏6个月时,较对照处理推迟了高峰出现的时间且峰值极显著低于对照处理($P<0.01$);钙处理的 α -法尼烯

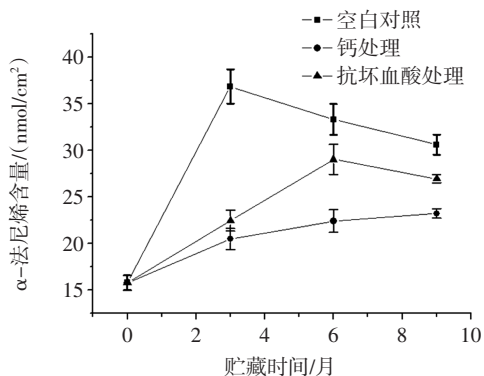


图2 3种处理对南果梨贮藏期间果皮 α -法尼烯含量的影响

Fig.2 Effects of three treatments on peel α -Farnesene content of 'Nan Guo' pear

含量高峰在9个月贮藏期内并未出现,且第9个月时 α -法尼烯含量值极显著低于对照果($P<0.01$),且显著低于抗坏血酸处理($P<0.05$)。3种处理对 α -法尼烯高峰期的出现和峰值的影响明显,对照处理 α -法尼烯含量高峰出现早且数值高,变化趋势明显;钙处理和抗坏血酸处理的 α -法尼烯的含量在整个贮藏期间都显著低于对照处理($P<0.05$)。从以上分析可以得知,钙处理和抗坏血酸处理可有效降低 α -法尼烯的含量并延迟其高峰的出现。

2.3 3种处理对南果梨贮藏期间果皮中共轭三烯含量的影响

3种处理对南果梨贮藏期间果皮共轭三烯含量的影响见图3。

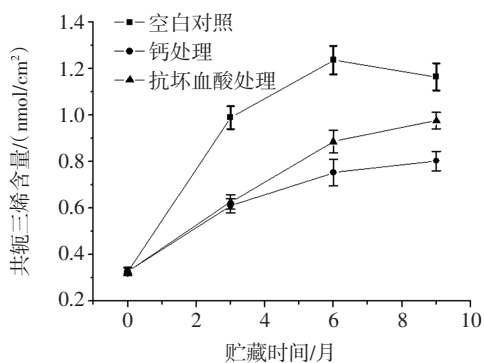


图3 3种处理对南果梨贮藏期间果皮共轭三烯含量的影响

Fig.3 Effects of three treatments on peel conjugated triene content of 'Nan Guo' pear

由图3可知,空白对照的果皮中共轭三烯呈现先升后降的变化趋势,且在贮藏6个月时出现最大值。与空白对照处理相比,抗坏血酸处理的共轭三烯呈现逐渐上升的趋势,但贮藏期间期值一直低于空白对照处理且极显著低于对照($P<0.01$);浸钙处理的共轭三

烯变化与抗坏血酸处理相似,但贮藏期间期值一直低于且显著低于($P<0.05$)抗坏血酸处理。由此可见,抗坏血酸和钙处理都抑制了共轭三烯的产生,并且钙处理效果更好。

2.4 3种处理对南果梨贮藏期间果皮中MDA含量的影响

3种处理对南果梨贮藏期间果皮丙二醛含量的影响见图4。

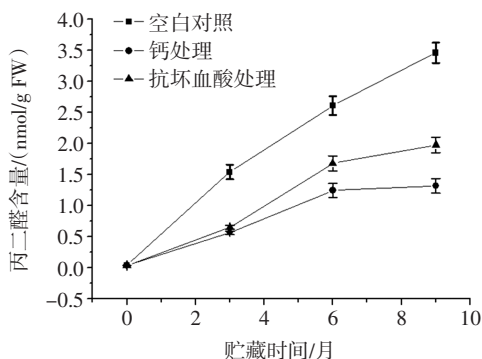


图4 3种处理对南果梨贮藏期间果皮丙二醛含量的影响
Fig.4 Effects of three treatments on peel MDA content of 'Nanguo' pear

由图4可知,在贮藏期间,3种处理的南果梨果皮中MDA含量都表现出逐渐升高的变化;空白对照的MDA含量由0.03623 nmol/g FW上升到5.72231 nmol/g FW;抗坏血酸处理的MDA含量上升最终上升到2.57001 nmol/g FW,与对照相比极显著地($P<0.01$)抑制了MDA含量的增加;钙处理的MDA含量最终增加到1.31655 nmol/g FW,极显著($P<0.01$)抑制了MDA含量的上升,且与钙处理之间存在显著差异($P<0.05$)。

2.5 3种处理对南果梨贮藏期间果皮中过氧化物酶活性的影响

3种处理对南果梨贮藏期间果皮过氧化物酶活性的影响见图5。

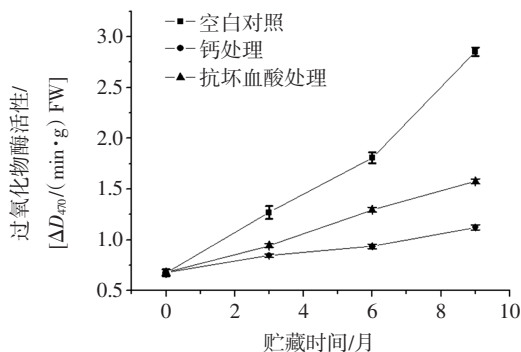


图5 3种处理对南果梨贮藏期间果皮过氧化物酶活性的影响
Fig.5 Effects of three treatments on peel POD activity of 'Nanguo' pear

从图5中所示,在贮藏期间,南果梨3种处理果皮中的POD活性呈现逐渐上升的变化,空白对照处理变化幅度最大,并始终高于其它两种处理,其它两种处理。与对照处理相比,钙处理和抗坏血酸处理都极显著抑制了果皮中POD的活性($P<0.01$),并且钙处理的变化最小且一直显著低于抗坏血酸处理($P<0.05$)。

3 讨论

焦璇等^[9]研究酥梨贮藏期间经1-甲基环丙烯(1-methylcyclopropene, 1-MCP)处理的果皮 α -法尼烯、共轭三烯大幅度降低,果皮细胞膜的损伤程度得到有效减轻,黑皮病的发生得到明显抑制,能维持更好的新鲜程度和品质。赵波等^[11]研究花牛苹果虎皮病时表明,在(0±0.5)℃冷藏及冷藏8个月后模拟货架10 d(25℃)期间果皮中 α -法尼烯、共轭三烯、MDA、总酚的平均含量及PPO的平均活性均极显著的高于果肉,在果皮发生了严重的虎皮病。何近刚等^[12]研究采后1-MCP和自发气调包装(modified atmosphere packaging, MAP)处理对红富士苹果冷藏和货架期品质的影响时表明,在0℃冷藏和20℃货架贮藏中1-MCP明显降低了冷藏期间虎皮病发病指数、果心褐变指数以及果柄端果肉褐变率,显著抑制果皮 α -法尼烯及共轭三烯的生成。杜林笑等^[13]研究1-MCP处理保持库尔勒香梨常温贮藏抗氧化酶活性与品质的关系时,证实1-MCP处理可以保持香梨果实较高的POD活性,延缓了果实MDA含量的上升,保持了果实的品质,提高了商品价值。

本研究表明,钙处理和抗坏血酸处理的南果梨抑制了果皮中 α -法尼烯和共轭三烯含量,降低了丙二醛的含量,减少了过氧化物酶的活性,延缓了褐变的发生。这说明,果皮中 α -法尼烯和共轭三烯合成减少,过氧化物酶的降低,促使膜脂过氧化影响丙二醛含量的上升,降低对细胞膜的破坏,有效减少了果皮褐变的发生。

参考文献:

- [1] 孟令伟,王洪江,刘伟,等.壳聚糖-明胶复合涂膜处理对南果梨保鲜效果的研究[J].农产品加工,2018(17): 1-3,9
- [2] 何晓蒙,孔繁东.南果梨多酚氧化酶的研究[J].食品研究与开发,2016,37(12): 33-36
- [3] 宋良,张强,杜国栋,等.辽宁梨产业发展现状及对策[J].北方果树,2018(4): 36-38
- [4] 陈守江,姜松.果蔬贮藏过程中内源总抗氧化活性的变化[J].食品科学,2004,25(6): 172-175
- [5] 吴小华,颜敏华,王学喜,等.1-MCP对不同采收期黄冠梨褐心病及贮藏品质的影响[J].食品与机械,2016,32(1): 110-113

新基质曲酿造黑糯米酒工艺条件优化

母应春¹, 姜丽¹, 禹晓婷², 苏伟¹, 母雨¹

(1. 贵州大学酿酒与食品工程学院, 贵州 贵阳 550025; 2. 贵州大学生命科学学院, 贵州 贵阳 550025)

摘要:以枸杞、山药、覆盆子等12种物质为基质制作酒曲后用于黑糯米酒酿造,通过单因素和正交试验对黑糯米酒的酿造工艺进行优化,确定黑糯米酒发酵的最佳发酵工艺参数。试验结果表明,最佳工艺条件为发酵时间6 d,发酵温度34℃,新基质曲添加量15%,泡米时间7 h。在此条件下可得到感官评分为86分,总酚含量为0.85 mg/mL的黑糯米酒。

关键词:新基质曲;黑糯米酒;总酚;发酵工艺;正交试验

Optimization of Technological Conditions for Brewing Black Glutinous Rice Wine with New Matrix

MU Ying-chun¹, JIANG Li¹, YU Xiao-ting², SU Wei¹, MU Yu¹

(1. School of Liquor and Food Engineering of Guizhou University, Guiyang 550025, Guizhou, China;

2. College of Life Sciences of Guizhou University, Guiyang 550025, Guizhou, China)

Abstract: Using the 12 substances as a new substrate for making koji and brewed the black glutinous rice wine. The brewing process of black glutinous rice wine was optimized and determined by single factor and orthogonal experiments and made sure the optimal fermentation process parameters for black glutinous rice wine. The results showed that the fermentation time 6 d, fermentation temperature 34℃, koji addition amount 15%, and soaking time 7 h. Under these conditions, the sensory score of black glutinous rice wine was 86 and a total phenol content was 0.85 mg/mL.

Key words: new matrix koji; black glutinous rice wine; total phenol; fermentation process; orthogonal experiment

引文格式:

母应春,姜丽,禹晓婷,等.新基质曲酿造黑糯米酒工艺条件优化[J].食品研究与开发,2019,40(16):28-32

MU Yingchun, JIANG Li, YU Xiaoting, et al. Optimization of Technological Conditions for Brewing Black Glutinous Rice Wine with New Matrix[J]. Food Research and Development, 2019, 40(16): 28-32

基金项目:国家自然科学基金项目(31860441);贵州省科技计划项目(黔科合平台人才[2018]5781号)

作者简介:母应春(1974—),女(汉),高级实验师,硕士,研究方向:食品加工与安全。

- [6] 焦旋,冯志宏,张立新,等. 缓降温阶段1-MCP处理对酥梨黑皮病的影响[J]. 西华大学学报(自然科学版), 2018, 37(3): 24-28, 88
- [7] 李磊,涂郑禹,宋翔,等. 不同处理对采后“南果梨”贮藏期间果皮钙形态及褐变的影响[J]. 北方园艺, 2016(4): 128-132
- [8] 阚超楠,高阳,陈楚英,等. 壳聚糖涂膜对翠冠梨常温货架期果皮褐变及酶活性的影响[J]. 分子植物育种, 2018(18): 27-29
- [9] 李磊. 黄冠梨鸡爪病发病机理及调控技术研究[D]. 天津: 天津大学, 2010
- [10] 王蕾,李磊,周庆礼. 黄冠梨果皮褐变与酶活性调控实验研究[J]. 天津科技大学学报, 2015, 30(2): 29-32

- [11] 赵波, 颜敏华, 王学喜, 等. 花牛苹果虎皮病在果皮与果肉中的发病症状及生理变化比较[J]. 甘肃农业大学学报, 2015, 50(2): 84-89
- [12] 何近刚, 冯云霄, 程玉豆, 等. 采后1-MCP和MAP处理对‘红富士’苹果冷藏和货架期品质的影响[J]. 食品科学, 2016, 37(22): 301-306
- [13] 杜林笑, 赵晓敏, 李丹, 等. 1-MCP处理保持库尔勒香梨常温贮藏抗氧化酶活性与品质的关系[J]. 现代食品科技, 2018, 34(11): 95-102

收稿日期: 2018-10-27