



1MCP复合抽真空包装对脱青皮鲜食核桃贮藏生理的影响

姜德志 王其竹 徐永杰

Effects of Storage Physiology on Fresh Walnut without Green Husk After 1-MCP Composite Vacuum Packaging Treatment

Jiang Dezhi, Wang Qizhu, Xu Yongjie

引用本文:

姜德志, 王其竹, 徐永杰. 1MCP复合抽真空包装对脱青皮鲜食核桃贮藏生理的影响[J]. 西南林业大学学报, 2023, 43(6):179–184. doi: 10.11929/j.swfu.202212003

Jiang Dezhi, Wang Qizhu, Xu Yongjie. Effects of Storage Physiology on Fresh Walnut without Green Husk After 1MCP Composite Vacuum Packaging Treatment[J]. *Journal of Southwest Forestry University(Natural Science)*, 2023, 43(6):179–184. doi: 10.11929/j.swfu.202212003

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.11929/j.swfu.202212003>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

云南铁核桃及‘云新’核桃油脂抗氧化研究

Study on Antioxidant Activity of 'Yunxin' Walnut Oil and *Juglans sigillata* Oil

西南林业大学学报. 2019, 39(4): 61–68 <https://doi.org/10.11929/j.swfu.201903112>

核桃青皮及其复配物在二氯乙酸溶液中对钢的缓蚀协同效应

Synergistic Inhibition Effect of *Juglans regia* Green Husk and Its Composite on Steel in Dichloroacetic Acid Solution

西南林业大学学报. 2021, 41(1): 100–109 <https://doi.org/10.11929/j.swfu.202004053>

核桃青皮提取物对NH₂SO₃H溶液中冷轧钢的缓蚀作用研究

Inhibition Effect of Walnut Green Husk Extract on Steel in NH₂SO₃H Solution

西南林业大学学报. 2020, 40(6): 153–159 <https://doi.org/10.11929/j.swfu.201910057>

过量叶酸对小鼠胚胎发育及*Vangl1*基因表达的影响

Effects of Excessive Folic Acid on Embryonic Development and *Vangl1* Gene Expression in Mice

西南林业大学学报. 2020, 40(5): 87–92 <https://doi.org/10.11929/j.swfu.201906027>

供磷水平对核桃实生苗生长生理特性及酶活性的影响

Effects of Phosphorus Supply on the Growth, Physiological Characteristics and Enzyme Activity of *Juglans regia* Seedlings

西南林业大学学报. 2021, 41(5): 27–35 <https://doi.org/10.11929/j.swfu.202004052>

安康‘紫仁’核桃响应干旱胁迫的生理评价研究

Physiological Evaluation of Response of 'Ziren' Walnut from Ankang Under Drought Stress

西南林业大学学报. 2018, 38(1): 202–206 <https://doi.org/10.11929/j.jissn.2095-1914.2018.01.032>

DOI: 10.11929/j.swfu.202212003

引文格式: 姜德志, 王其竹, 徐永杰. 1-MCP 复合抽真空包装对脱青皮鲜食核桃贮藏生理的影响 [J]. 西南林业大学学报 (自然科学), 2023, 43(6): 179-184.

1-MCP 复合抽真空包装对脱青皮鲜食核桃贮藏生理的影响

姜德志¹ 王其竹² 徐永杰¹

(1. 湖北省林业科学研究院, 湖北 武汉 430075; 2. 保康县核桃技术推广中心, 湖北 襄阳 441600)

摘要: 为延长脱青皮鲜食核桃贮藏期, 以‘清香’核桃为试材, 比较了经 1-甲基环丙烯 (1-MCP) 熏蒸处理后抽真空加干燥剂、抽真空、不抽真空 3 种贮藏方式下, 核仁含水率、酸价、过氧化值及内种皮总酚、黄酮等生理指标的变化。结果表明: 随贮藏时间增加, 鲜食核桃核仁含水率呈下降趋势, 核仁酸价、过氧化值呈上升趋势, 内种皮黄酮、内种皮总酚含量呈下降趋势, 各生理指标显著相关 ($P < 0.05$), 核仁含水率可作为鲜食核桃贮藏期生理指标变化的重要指示参数; 经 3 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 熏蒸、加干燥剂后进行真空包装处理的脱青皮鲜食核桃, 低温 (1 ± 0.5) $^{\circ}\text{C}$ 贮藏 15 d, 能在维持核仁含水率的同时, 减缓贮藏过程中核仁酸价、过氧化值的上升。1-MCP 复合抽真空包装处理可延缓核仁品质下降, 对脱青皮鲜食核桃贮藏保鲜具有重要意义。

关键词: 鲜食核桃; 1-MCP; 真空包装; 酸价; 过氧化值

中图分类号: S664.1

文献标志码: A

文章编号: 2095-1914(2023)06-0179-06

Effects of Storage Physiology on Fresh Walnut without Green Husk After 1-MCP Composite Vacuum Packaging Treatment

Jiang Dezhi¹, Wang Qizhu², Xu Yongjie¹

(1. Hubei Academy of Forestry, Wuhan Hubei 430075, China; 2. Center for Walnut Technology of Baokang Country, Xiangyang Hubei 441600, China)

Abstract: To extend the storage period, the peeled fresh walnuts (*Juglans regia* ‘Qingxiang’) were treated by three storage methods such as vacuum plus desiccant, vacuum, non-vacuum after 1-MCP fumigation, physiological indexes such as nucleolar acid value, nucleolar peroxide value, total phenols and flavone of walnut pellicle were measured and studied. The result showed that with the duration of storage time, the moisture content of fresh walnut nucleolus decreased, the acid value and peroxide value of nucleolus increased, the content of flavonoids and total phenols in endotesta decreased, and the physiological indexes were significantly correlated ($P < 0.05$). The moisture content of nucleolus can be used as an important indicator parameter for the change of physiological indexes of fresh walnut during storage. The fresh walnuts without green husk could be stored 15 days at low temperature (1 ± 0.5) $^{\circ}\text{C}$ after 3 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP fumigation and vacuum packaging treatment with drying agent, which could slow down the increase of nucleolar acid value and peroxide value while maintaining nucleolar moisture content during storage. The 1-MCP combined vacuum packaging treatment could delay the decrease of the nucleolus quality, it had great significance for the storage and preservation of peeled fresh walnut.

收稿日期: 2022-12-02; 修回日期: 2023-04-03

基金项目: 湖北省林业科技支撑重点项目 ([2022]LYKJ10) 资助; 中央财政林业科技推广项目 ([2022]TG10 号) 资助。

第 1 作者: 姜德志 (1986—), 男, 硕士, 助理研究员。研究方向: 经济林育种与栽培。Email: 709626589@qq.com。

通信作者: 徐永杰 (1981—), 男, 博士, 副研究员。研究方向: 经济林育种与栽培。Email: 498674563@qq.com。

Key words: fresh walnut; 1-MCP; vacuum package; acid value; nucleolar peroxide value

核桃 (*Juglans regia*) 为胡桃科核桃属植物的果实, 是著名经济林果实之一^[1]。鲜食核桃为脱青皮后直接食用的核桃, 于 20 世纪 90 年代开始在法国流行, 由于其果仁饱满、口感脆嫩、风味清淡, 营养价值优于干制核桃^[2], 深受消费者喜爱。核桃鲜果含水量高, 不饱和脂肪酸丰富, 酶活性较高, 且呼吸强度大, 采后贮藏中青皮易褐变腐烂^[3], 核仁也易出现失水、哈败、霉变等不良现象, 贮藏性差, 严重影响鲜食核桃产业发展^[4]。低温、抽真空、气调、聚乙烯袋、防腐剂等能有效抑制核桃腐烂, 延长核桃贮藏期^[5-10], 但多以青皮核桃和核桃干果为研究对象, 对脱青皮核桃贮藏保鲜的相关研究较少。采用塑料袋抽真空低温处理, 带青皮核桃贮藏期可达 120 d^[9], 但与脱青皮核桃相比, 带青皮核桃低温贮藏所需制冷量更多, 贮藏成本高^[11]。

1-甲基环丙烯 (1-MCP) 属环丙烯类的小分子化合物, 以气态存在, 具有无毒、高效、稳定等特点, 能阻断乙烯与受体的正常结合, 延缓果蔬的成熟与衰老^[12], 在梨 (*Pyrus spp.*)、桃 (*Amygdalus persica*)、苹果 (*Malus pumila*)、草莓 (*Fragaria × ananassa*)、芒果 (*Mangifera indica*)、板栗 (*Castanea mollissima*) 等水果和干果贮藏保鲜中已开展研究并应用^[13-18]。本研究以‘清香’核桃为试材, 测定经 1-MCP 熏蒸不同方法处理后脱青皮鲜食核桃核仁含水率、核仁酸价、核仁过氧化值等生理指标, 探究 1-MCP 和真空包装复合处理对鲜食核桃贮藏生理的影响, 以期对鲜食核桃贮藏保鲜提供参考。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

供试核桃品种为‘清香’, 采自于湖北省襄阳市保康县城关镇堰塘村的秦巴山区核桃种质资源库, 于 2020 年 9 月 8 日果实充分成熟后采收。选取青皮完好, 无明显损伤、无虫害或病斑、大小基本一致的果实, 用高压水枪冲洗脱去青皮, 阴干后立即运回湖北省林业科学研究院实验室进行试验处理。供试的 1-MCP (有效成分 3.5%) 试剂, 商品名为“鲜博士”, 由陕西省咸阳市咸

阳西秦生物科技有限公司生产。真空包装袋 (聚乙烯膜, 30 cm × 22 cm, 厚度为 0.14 ~ 0.23 mm), 由河北省沧州市得力包装有限公司生产。干燥剂为河北省廊坊市绿之源有限公司生产的硅胶干燥剂, 主要成分为 SiO₂ 和爱华纸。

1.2 试验方法

参照孙希生等^[13]处理方法, 将果实置于一定体积的塑料帐内, 用 1% 的 KOH 溶液溶解配制浓度为 3 μL/L 1-MCP 溶液后, 立即置于密封的塑料帐内, 室温条件下密封 24 h。将经 1-MCP 熏蒸处理的脱青皮鲜食核桃按如下 3 种方式处理:

处理 I: 聚乙烯真空袋中装入 (500 ± 10) g 果实和 10 g 干燥剂, 进行抽真空处理;

处理 II: 聚乙烯真空袋中装入 (500 ± 10) g 果实, 进行抽真空处理;

处理 III: 普通聚乙烯袋中装入 (500 ± 10) g 果实。

处理 I 和处理 II 采用得力真空包装机 (型号为 14886) 进行抽真空, 真空度为 -85 kPa, 热封口温度 190 °C。处理 III 为普通聚乙烯袋封口包装, 未抽真空。将 3 种方法处理的脱青皮鲜食核桃置于 (1 ± 0.5) °C 条件下贮藏。

1.3 理化指标的测定

贮藏 5、10、15、20、25 d 后, 按照 GB/T 5009.3—2016^[19]、GB 5009.227—2016^[20] 和 GB 5009.229—2016^[21] 检测核仁含水率、过氧化值、酸价等指标; 用分光光度法^[22] 和氯化铝显色法^[23] 测定内种皮总酚含量和总黄酮含量。实验重复 3 次, 共取样 6 次。

1.4 数据处理

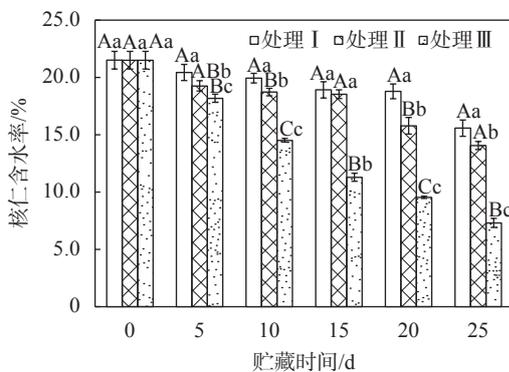
所有数据采用 Excel 2003 软件处理, 并采用 SPSS 24.0 软件进行方差分析和相关分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对核仁含水率的影响

核桃仁含水量是影响核桃鲜果贮藏品质的重要因素^[24]。由图 1 可知, 不同处理鲜食核桃核仁贮藏期间水分含量均呈现下降趋势, 处理 I 和处理 II 的核仁含水率在整个贮藏期下降趋势较慢,

处理Ⅲ核仁含水率下降趋势较快。在贮藏的前 15 d, 处理 I 和处理 II 核仁水分含量差别不大。贮藏 15~20 d, 处理 I 和处理 II 核仁水分含量均在下降, 但处理 I 相对于处理 II 核仁水分含量下降较慢。贮藏 20 d 时, 处理 I 和处理 II 核仁水分含量分别为 18.78% 和 15.78%, 二者之间差异极显著 ($P<0.01$), 均高于处理 III 的含水率。贮藏 25 d 后, 处理 I 和处理 II 核仁水分含量分别为 15.57% 和 14.06%, 均高于处理 III 的 7.31%, 差异极显著 ($P<0.01$)。因此, 经 1-MCP 处理的核桃鲜果, 低温 (1 ± 0.5) °C 真空保存, 加干燥剂有利于保持鲜食核桃核仁水分含量。

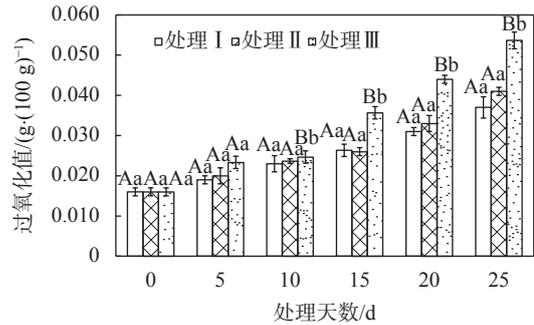


小写字母表示显著相关 ($P<0.05$), 大写字母表示极显著相关 ($P<0.01$)。

图 1 不同处理对鲜食核桃仁含水率的影响
Fig. 1 Effects of different treatments on moisture content of fresh walnut kernel

2.2 不同处理对核仁过氧化值的影响

过氧化值是判断油脂酸败的重要指标^[25]。油脂过氧化值的升高是因为在温度、氧气等环境因素作用下油脂发生氧化酸败, 形成过氧化物等所致^[8]。由图 2 可知, 随着贮藏时间的增加, 鲜食核桃核仁过氧化值呈上升趋势。与处理 III 相比, 处理 I 和处理 II 贮藏条件下, 核仁过氧化值上升趋势较为平缓。在贮藏前 10 d, 3 种处理下核仁过氧化值差异不显著。贮藏 10 d 后, 处理 I 和处理 II 核仁过氧化值上升趋势较慢, 而处理 III 的核仁过氧化值上升趋势加快, 处理 III 的核仁过氧化值高于处理 I 和处理 II。贮藏 15~25 d, 处理 I 和处理 II 的核仁过氧化值差异不显著, 均低于处理 III, 差异极显著 ($P<0.01$)。表明 1-MCP 和抽真空冷处理能有效抑制贮藏中鲜食核桃核仁过氧化值的升高。

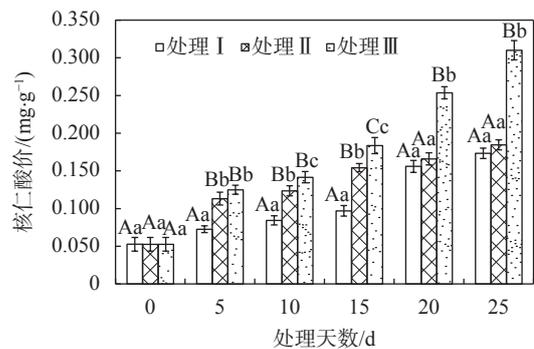


小写字母表示显著相关 ($P<0.05$), 大写字母表示极显著相关 ($P<0.01$)。

图 2 不同处理对鲜食核桃核仁过氧化值的影响
Fig. 2 Effects of different treatments on peroxide value of fresh walnut kernel

2.3 不同处理对核仁酸价的影响

酸价是脂肪中游离脂肪酸含量的标志, 用来表示油脂水解酸败的程度^[3], 酸价越小, 贮藏保鲜的效果越好^[3,7]。由图 3 可知, 鲜食核桃核仁酸价随着贮藏时间延长呈升高的趋势, 在处理 I 和处理 II 下, 核仁酸价上升趋势较为平缓, 且显著低于处理 III ($P<0.05$)。在贮藏的前 15 d, 处理 I 核仁酸价显著低于处理 II ($P<0.05$)。贮藏 20 d 和 25 d, 处理 I 和处理 II 核仁酸价差异不显著, 二者均低于处理 III, 差异极显著 ($P<0.01$)。表明 1-MCP 和抽真空冷藏能减缓贮藏中鲜食核桃核仁游离酸的产生, 且在 15 d 贮藏期内加干燥剂比不加干燥剂能显著减缓核仁酸价上升。



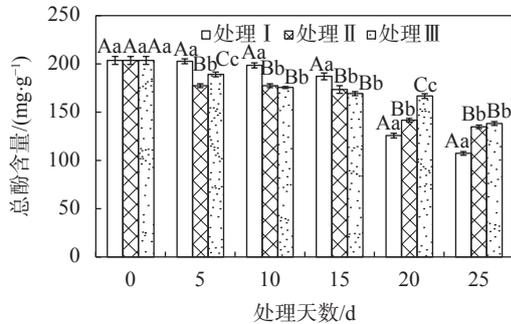
小写字母表示显著相关 ($P<0.05$), 大写字母表示极显著相关 ($P<0.01$)。

图 3 不同处理对鲜食核桃核仁酸价的影响
Fig. 3 Effects of different treatments on acid value of fresh walnut kernel

2.4 不同处理对内种皮总酚的影响

内种皮作为核仁多酚类物质的主要富集部位, 是防止核仁氧化酸败的重要组成部分^[26-27]。图 4 显示, 随着贮藏时间增加, 鲜食核桃内种皮总酚含量呈现下降趋势。在贮藏的前 15 d, 总酚

含量下降趋势较为缓慢，处理 I 内种皮总酚显著高于处理 II 和处理 III ($P<0.05$)。贮藏 15 d 后，处理 I 和处理 II 总酚含量下降趋势增快，而处理 III 内种皮总酚含量下降趋势相对平缓。贮藏 5 d，3 种处理内种皮总酚含量差异极显著 ($P<0.01$)；贮藏 10 d 和 15 d，处理 I 与处理 II 和处理 III 差异极显著 ($P<0.01$)，处理 II 和处理 III 差异不显著。贮藏 20 d，3 种处理下的内种皮总酚含量差异显著 ($P<0.05$)，处理 I 和处理 II 的内种皮总酚含量均低于处理 III。贮藏 25 d，处理 II 和处理 III 的内种皮总酚含量差异不显著，均显著高于处理 I 内种皮总酚含量 ($P<0.05$)。表明鲜食核桃贮藏 15 d 内，处理 I 内种皮总酚含量呈缓慢下降趋势，高于其他 2 个处理，差异极显著 ($P<0.01$)。



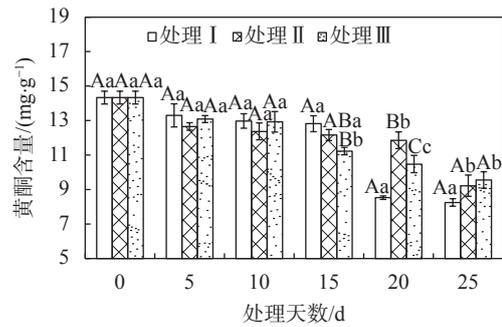
小写字母表示显著相关 ($P<0.05$)，大写字母表示极显著相关 ($P<0.01$)。

图 4 不同处理对核桃内种皮总酚含量的影响
Fig. 4 Effects of different treatments on phenolic content in endotesta of fresh walnut

2.5 1-MCP 处理对内种皮黄酮的影响

由图 5 可知，随着贮藏时间增加，鲜食核桃内种皮黄酮含量呈现下降趋势，贮藏前 15 d 内种皮黄酮含量下降趋势较为缓慢，贮藏 15 d 后内种皮黄酮含量下降趋势加快。贮藏 10 d 内，3 种处理内种皮黄酮含量差异不显著；贮藏 15 d，处理

I 与处理 III 差异极显著 ($P<0.01$)，处理 II 与处理 III 差异显著 ($P<0.05$)，处理 I 和处理 II 差异不显著。贮藏 20 d，处理 I 核桃内种皮黄酮含量低于处理 II 和处理 III。贮藏 25 d，处理 I 和处理 III 差异显著 ($P<0.05$)，处理 II 与处理 III 和处理 I 的内种皮黄酮总量差异不显著。表明鲜食核桃短期贮藏 (<15 d) 情况下，抽真空包装处理能抑制核桃内种皮黄酮含量的下降趋势。



小写字母表示显著相关 ($P<0.05$)，大写字母表示极显著相关 ($P<0.01$)。

图 5 不同处理对鲜食核桃内种皮黄酮含量的影响
Fig. 5 Effects of different treatments on total flavone content in endotesta of fresh walnut

2.6 脱青皮鲜食核桃核仁生理指标相关分析

对脱青皮鲜食核桃的核仁含水率、核仁酸价、核仁过氧化值、内种皮总酚、内种皮黄酮的含量进行相关性分析。由表 1 可知，核仁酸价与过氧化值呈极显著正相关 ($P<0.01$)，相关系数达 0.95；内种皮总酚含量和黄酮含量也呈极显著正相关 ($P<0.01$)，相关系数为 0.917；核仁含水率与核仁过氧化值、核仁酸价呈极显著负相关 ($P<0.01$)，其相关系数分别为 -0.91 和 -0.932；而核仁含水率与内种皮总酚、内种皮黄酮含量呈极显著正相关 ($P<0.01$)，相关系数分别为 0.568 和 0.62。

表 1 脱青皮鲜食核桃生理指标相关系数

Table 1 Correlation coefficient of physiological indexes in dehulled fresh walnut

指标	核仁含水率	核仁过氧化值	核仁酸价	内种皮总酚	内种皮黄酮
核仁含水率	1	-0.910**	-0.932**	0.568**	0.620**
核仁过氧化值	-0.910**	1	0.950**	-0.747**	-0.818**
核仁酸价	-0.932**	0.950**	1	-0.700**	-0.754**
内种皮总酚	0.568**	-0.747**	-0.700**	1	0.917**
内种皮黄酮	0.620**	-0.818**	-0.754**	0.917**	1

注：**表示极显著相关 ($P<0.01$)。

相关性分析表明，随贮藏时间增加，脱青皮核桃的核仁含水率、核仁过氧化值、核仁酸价、

内种皮总酚、内种皮黄酮等生理指标都相应发生变化，核仁含水率逐渐下降，过氧化值、核仁酸

价逐渐升高, 而内种皮黄酮含量和内种皮总酚含量逐渐降低, 过氧化值等生理指标都与含水率呈极显著相关 ($P < 0.01$)。

以脱青皮核桃的核仁含水率为自变量, 核仁酸价、核仁过氧化值、内种皮总酚和内种皮黄酮含量为因变量, 通过逐步回归分析, 得到拟合线性方程为: $Y = 37.308 - 37.228X_1 - 0.707X_2 - 239.063X_3$, 其中 Y 为脱青皮核桃核仁含水率, X_1 、 X_2 、 X_3 分别为核仁酸价、内种皮黄酮、核仁过氧化值含量, 方程复相关指数 (R) 为 0.954, 决定系数 (R^2) 为 0.911。表明经 1-MCP 熏蒸后冷藏处理, 去青皮鲜食核桃核仁含水率与核仁酸价、核仁过氧化值、内种皮黄酮含量呈线性相关, 含水率可作为鲜食核桃贮藏期生理指标变化的重要指示参数。

3 结论与讨论

鲜核桃仁含水量高, 富含蛋白质和油脂, 采后生理代谢活跃, 营养物质易被氧化分解, 造成果仁衰老和营养物质损失^[3]。温度、湿度、氧气等不同贮藏条件均会对核桃品质产生影响^[28], 其中温度与氧气含量是最重要的影响因素^[29-31]。低温条件可降低酶活性, 减缓核桃呼吸速率, 从而起到防止油脂酸败的作用, 有效减缓油脂氧化过程^[32-33]。氧气浓度为鲜食核桃贮藏过程中过氧化值和酸价升高的关键影响因素, 低氧气浓度能减缓核桃贮藏过程中核仁酸价、过氧化值的升高, 较好地保持核桃鲜果品质及口感^[9]。试验处理 I 由于真空包装隔绝了空气, 降低了微环境 O_2 浓度, 进而减缓核仁脂肪酸的酸价和过氧化值升高, 加之低温条件下核仁酶活性较低, 能减缓果实呼吸速率。另外, 处理 I 中真空包装袋内增加了 10 g 干燥剂, 可能由于其能有效吸收真空袋内鲜食核桃呼吸作用产生的水分, 降低袋内水分浓度, 因而比不添加干燥剂处理 II 的贮藏效果更好。核桃内种皮在核仁总质量中占比不高, 但其酚类物质含量占整个核桃仁酚类物质含量的 93%~97%, 内种皮酚类物质可减缓核桃油脂氧化, 延长贮藏期^[34]。试验结果发现, 在贮藏过程中, 鲜食核桃核仁含水率呈下降趋势, 核仁酸价、过氧化值呈上升趋势, 内种皮黄酮、内种皮总酚含量呈下降趋势, 且内种皮总酚、内种皮黄酮含量与核仁含水率、核仁酸价、核仁过氧化值呈极显著负相关 ($P < 0.01$), 与 Salcedo 等^[34] 研究结果一致, 脱青皮鲜食核桃核仁含水率可作为鲜食核桃贮藏期

生理指标变化的重要指示参数。

采用 1-MCP 熏蒸处理的脱青皮鲜食核桃, 经加干燥剂和抽真空处理, 在低温 (1 ± 0.5) $^{\circ}C$ 贮藏期可达 15 d, 该贮藏方式能减缓核仁水分含量的下降, 保持鲜食核桃核仁含水率, 还能减缓核仁酸价、过氧化值上升速度。因此, 1-MCP 复合抽真空包装处理可延缓核仁品质下降, 对脱青皮鲜食核桃贮藏具有重要意义。

[参 考 文 献]

- [1] 郝荣庭, 张毅萍. 中国果树志—核桃卷 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1996.
- [2] 马艳萍, 马惠玲, 刘兴华, 等. 鲜食核桃和干核桃贮藏生理及营养品质变化比较 [J]. 食品与发酵工业, 2011, 37(3): 235-238.
- [3] 韩强, 郜海燕, 陈杭君, 等. ClO_2 处理和包装方法对鲜核桃仁贮藏品质的影响 [J]. 中国食品学报, 2017, 17(5): 130-137.
- [4] 黄凯, 袁德保, 韩忠. 鲜食核桃贮藏中生理生化变化的研究 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36(23): 9858-9860, 9960.
- [5] 李孙玲, 杨建华, 陈诗, 等. 不同贮藏温度对鲜食核桃呼吸速率和油脂品质的影响 [J]. 北方园艺, 2015(9): 112-114.
- [6] 郭园园, 鲁晓翔, 李江阔, 等. 1-MCP 处理复合薄膜包装对青皮鲜核桃采后品质的影响 [J]. 食品科学, 2014, 35(10): 252-257.
- [7] 张丽萍, 朱旭, 马惠玲. 不同包装处理对鲜食核桃的保鲜效应 [J]. 山东农业科学, 2014, 46(10): 117-119.
- [8] 冯文煜, 蒋柳庆, 马惠玲, 等. 不同厚度 PE 膜包装对核桃果实采后生理与鲜贮的效应 [J]. 食品科学, 2013, 34(18): 295-300.
- [9] 杨曦, 张润光, 韩军岐, 等. 不同贮藏方式对核桃鲜果采后生理及贮藏品质的影响 [J]. 中国农业科学, 2015, 48(10): 2029-2038.
- [10] 袁德保. 鲜食核桃冷藏技术及采后生理研究 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2007.
- [11] 陈柏, 颌敏华, 吴小华, 等. 5 种保鲜剂对低温贮藏去青皮核桃感官品质的影响 [J]. 甘肃农业科技, 2018(6): 40-44.
- [12] 胡波, 李国元, 谢志兵, 等. 不同浓度的 1-MCP 处理对鄂北冬枣低温贮藏品质的影响 [J]. 食品研究与开发, 2014, 35(20): 1-3.
- [13] 孙希生, 王文辉, 李志强, 等. 1-MCP 对砀山酥梨保鲜效果的影响 [J]. 保鲜与加工, 2001, 1(6): 14-17.

- [14] 侯佳迪, 朱丽娟, 王军萍, 等. 1-MCP 处理期不同成熟度‘霞晖8号’桃果实贮藏中品质和生理生化特性的影响[J]. 食品工业科技, 2021, 42(17): 326-334.
- [15] 张建业, 姚向峰, 杜庆志, 等. 1-MCP 发气剂对苹果保鲜效果的研究[J]. 落叶果树, 2021, 53(2): 26-30.
- [16] 付亮, 刘诗扬, 徐方旭. 不同浓度 1-MCP 对草莓果实货架期品质的影响[J]. 辽宁大学学报(自然科学版), 2015, 42(3): 280-284.
- [17] 刘荣, 刘清国, 雷朝云, 等. 1-MCP 对保持采后芒果常温贮藏品质及生理的影响[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(14): 197-201.
- [18] 费斐, 薛风照. 1-MCP 对板栗采后生理的影响[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(10): 195-198.
- [19] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 食品安全国家标准 食品中水分的测定: GB 5009.3—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [20] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 食品安全国家标准 食品中过氧化值的测定: GB 5009.227—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [21] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 食品安全国家标准 食品中酸价的测定: GB 5009.229—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [22] 张春江, 吕飞杰, 台建祥, 等. 槟榔果及其制品中总酚和单宁含量的测定[J]. 食品研究与开发, 2008, 29(6): 119-121.
- [23] 钟冬莲, 韩素芳, 丁明. 分光光度法测定西红柿中总黄酮含量的方法比较[J]. 食品科学, 2009, 30(22): 272-274.
- [24] 徐华. 气调贮藏对生核桃仁及其加工品品质的影响[D]. 南京: 南京农业大学, 2011.
- [25] Vanhanen L P, Savage G P. The use of peroxide value as a measure of quality for walnut flour stored at five different temperatures using three different types of packaging[J]. Food Chemistry, 2006, 99(1): 64-69.
- [26] Nalder T D, Marshall S, Preffer F M, et al. Characterisation of lipase fatty acid selectivity using novel omega-3 pNP-acyl esters[J]. Journal of Functional Foods, 2014, 6: 259-269.
- [27] 周晔. 核桃内种皮多酚分析与抗氧化活性[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2013.
- [28] 蒲成伟, 阚欢, 刘云. 不同贮藏条件下核桃及其油脂品质的变化分析[J]. 中国油脂, 2018, 43(2): 46-50.
- [29] 郝利平, 杨剑婷. 贮藏因素对核桃脂肪酶活性与油脂酸价的影响[J]. 农业工程学报, 2005, 21(5): 170-172.
- [30] Pignitter M, Stolze K, Gartner S, et al. Cold fluorescent light as major inducer of lipid oxidation in soybean oil stored at household conditions for eight weeks[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2014, 62(10): 2297-2305.
- [31] Pristouri G, Badeka A, Kontominas M G. Effect of packaging material headspace, oxygen and light transmission, temperature and storage time on quality characteristics of extra virgin olive oil[J]. Food Control, 2010, 21(4): 412-418.
- [32] Psomiadou E, Tsimidou M. Stability of virgin olive oil. 1. Autoxidation studies[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2002, 50(4): 716-721.
- [33] Maté J I, Saltveit M E, Krochta J M. Peanut and walnut rancidity: effects of oxygen concentration and relative humidity[J]. Journal of Food Science, 1996, 61(2): 465-469.
- [34] Salcedo C L, Lopez D M B A, Nazareno M A. Walnuts and almonds as model systems of foods constituted by oxidisable, pro-oxidant and antioxidant factors[J]. Food Research International, 2010, 43(4): 1187-1197.

(责任编辑 刘永梅)

