

# 两个鲜食核桃品种冷藏期间生理特征变化研究

杜宏儒<sup>1</sup>, 王健强<sup>1</sup>, 陈柏华<sup>1</sup>, 石天磊<sup>2</sup>, 申艳红<sup>2</sup>, 姜涛<sup>2</sup>, 鲍民胡<sup>1\*</sup>

(1. 承德市农林科学院, 河北 承德 067000; 2. 河北科技师范学院园艺科技学院/河北省特色园艺种质挖掘与创新利用重点实验室, 河北 秦皇岛 066004)

**摘要:** 为筛选耐储性好的鲜食核桃品种, 以西岭、早硕核桃为试材, 采用厚度 0.33 mm 聚乙烯袋包装, 在(0±1) °C 条件下, 定期对两个核桃品种的褐变指数、腐烂指数、SOD 活性、POD 活性和 MDA 含量等指标进行分析。结果表明, 早硕含水量、不饱和脂肪酸含量高于西岭。在贮藏期间, 两个品种青皮率逐渐上升, 出仁率和好果率逐渐下降; 两个品种间脂肪、蛋白质含量差异极显著( $P<0.01$ ), 西岭脂肪含量逐渐升高, 早硕脂肪含量变化并不明显; 西岭蛋白质含量在 60 d 左右开始消耗, 早硕在 20 d 开始消耗; POD、SOD 活性先升高后降低; MDA 含量先降低后升高。试验表明, 在(0±1) °C 条件下, 西岭更耐贮藏, 最佳贮藏期为 40~60 d, 早硕贮藏期在 20~40 d。

**关键词:** 鲜食核桃; 冷藏; 蛋白质含量; 酶活性

中图分类号: S664.1

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2025)06-0247-06

## Study on Physiological Characteristics Changes of Two Fresh Walnut Varieties during Refrigeration Period

DU Hongru<sup>1</sup>, WANG Jianqiang<sup>1</sup>, CHEN baihua<sup>1</sup>, SHI Tianlei<sup>2</sup>, SHEN Yanhong<sup>2</sup>, JIANG Tao<sup>2</sup>, BAO Minhu<sup>1\*</sup>

(1. Chengde Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Chengde 067000; 2. College of Horticultural Science and Technology, Hebei Normal University of Science and Technology/Hebei Key Laboratory of Horticultural Germplasm Excavation and Innovative Utilization, Qinhuangdao 066004, China)

**Abstract:** To screen fresh walnut varieties with good storage tolerance, 'Xiling' and 'Zaoshuo' walnuts were used as test materials. The walnuts were packaged in 0.33 mm thick polyethylene bags and stored at(0±1) °C, with regular determinations of browning index, rot index, superoxide dismutase(SOD) activity, peroxidase(POD) activity, and malondialdehyde(MDA) content. The results showed that the water content and unsaturated fatty acid content of 'Zaoshuo' were higher than those of 'Xiling'. During storage, the rate of green skin retention of both varieties gradually increased, while the kernel yield and good fruit rate gradually decreased. The differences in fat and protein contents between the two varieties were extremely significant( $P<0.01$ ): the fat content of 'Xiling' gradually increased, while that of 'Zaoshuo' showed no significant change; the protein content of 'Xiling' began to be consumed after approximately 60 days of storage, whereas that of 'Zaoshuo' started to be consumed after 20 days of storage. The activities of POD and SOD first increased and then decreased, while the MDA content first decreased and then increased. The experiment indicated that under the condition of (0±1) °C, 'Xiling' had better storage resistance, with an optimal storage period of 40-60 days, and the optimal storage period of 'Zaoshuo' was 20-40 days.

**Key words:** Fresh walnuts; Cold storage; Protein content; Enzymatic activity

收稿日期: 2025-02-07

基金项目: 河北省现代农业产业技术体系-干果产业创新团队项目(HBCT2024190402)

作者简介: 杜宏儒(1994-), 女, 助理研究员, 硕士, 从事果树栽培生理等研究工作。

王健强为并列第一作者。

通信作者: 鲍民胡, E-mail: mihubao@163.com

核桃(*Juglans regia* L.)又称胡桃, 是世界四大干果之一<sup>[1]</sup>, 含有丰富的矿物质、维生素、脂肪、蛋白质及多种微量元素<sup>[2]</sup>, 核桃对预防糖尿病、心脑血管疾病和肥胖均有药用价值<sup>[3]</sup>。核桃因其较高的营养价值和保健作用<sup>[4]</sup>, 被称为天然脑黄金<sup>[5]</sup>。传统上核桃多以干果形式进行销售, 鲜食市场占比较少, 鲜食能更好地保存营养成分, 减少养分

损失<sup>[6]</sup>。鲜食核桃去除种皮后因其独特的脆甜口感,以及富含丰富的维生素和营养物质,以独特的风味深受广大消费者的喜爱,市场前景广阔<sup>[7]</sup>。但是,鲜食核桃果皮含水量高,在贮藏运输过程中极易发生失水褐变,使远距离运输受限,目前多以农产品形式在主产区进行销售,经济效益受到影响。蒜薹硅窗保鲜袋和气调保鲜袋保存鲜核桃,对于种壳色泽保持、种壳发霉率的降低、种皮色泽的保持均有一定效果,其中气调保鲜袋核桃仁风味评分最高,两者的保鲜效果都优于普通的PE袋<sup>[8]</sup>。用无花果叶提取液处理有效延缓脂肪氧化酸败和核桃仁丙二醛含量升高,使贮藏时间延长至60 d时,青皮核桃仍保持较好的经济价值,无花果叶提取液处理有效延长了青皮核桃的贮藏期<sup>[9]</sup>。青皮核桃贮藏时果实周围O<sub>2</sub>和CO<sub>2</sub>的双向控制的条件下,二者相互作用远大于单独浓度变化效应,并提出在气调贮藏以5%O<sub>2</sub>+6%CO<sub>2</sub>气体组合条件为最优,气调贮藏相比冷藏而言,降低了褐变指数和腐烂率。鲜食核桃作为商品进行销售,提高品种的耐储性,以及储藏过程中核桃品质,对鲜食核桃发展具有重要意义<sup>[10]</sup>。近年来,学者多从包装方法和材质、保鲜剂<sup>[11]</sup>、气调处理<sup>[12]</sup>等方式做了大量研究,实际生产中操作繁琐,成本较高,筛选出耐青储品种,可有效解决以上问题。本研究以秦皇岛地区‘早硕’和‘西岭’核桃品种为试材,研究其在低温贮藏条件下的两个品种品质变化情况,拟为今后鲜食核桃品种选择提供参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料与设备

#### 1.1.1 材料与试剂

2023年8月26日在河北秦皇岛卢龙县,于核桃果实商品成熟期,即由青皮绿转黄时,采集果个大小一致、色泽均匀、无病虫害和无机械损伤的‘西岭’和‘早硕’带青皮果实,当天带回实验室备用。

氢氧化钠、甲醇、氯化钠、三氯化硼、乙醚、95%乙醇、石油醚、浓盐酸、硫酸铜、硫酸钾、硫酸、2%硼酸溶液,国药集团化学试剂有限公司;超氧化物歧化酶(T-SOD)测定试剂盒(WST-1法)、过氧化物酶(POD)测定试剂盒(测植物)(比色法)、丙二醛(MDA)测定试剂盒(TBA法),南京建成生物工程研究所有限公司。

#### 1.1.2 仪器与设备

万分之一天平、烘箱 101-4S,浙江苏珀仪器有限公司;惠普 HP-5890(II)气相色谱,氢火焰离

子化检测器 FID, HH-2 型数显电子恒温水浴锅,美的牌 M1-L213B 型微波炉, AS10200AT 型超声仪,力辰 LC-LCE-05 离心机, DHC-9140A 型数显电热鼓风干燥箱。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 试验设计

以西、早硕核桃为试材,将核桃果实在(0±1)℃冷库中预冷24 h,装入0.33 mm聚乙烯袋(340 mm×240 mm),每袋装15个带青皮核桃,放在(0±1)℃冷库中贮藏。期间,取样进行指标测定,3次重复。

#### 1.2.2 品质指标的测定

含水量测定:试材采回后,每个品种随机取45个核桃,去青皮后切碎混匀,取20.0 g核桃仁,置于110℃烘箱4 h,根据质量差计算含水量。

脂肪测定:试验选用不同品种干样进行测定,参照 GB/T 5009.6-2016 测定粗脂肪含量。

蛋白质测定:采用凯氏定氮法测定蛋白质含量。

脂肪酸测定:索氏抽提法提取核桃油,甲酯化完全后进行气相分析测定。气相色谱条件:HP-5 石英弹性毛细管柱(30 m×250 μm×0.25 μm),载气为 He(99.999%),不分流进样,流量 1.0 mL/min,进样口温度 230℃,起始温度为 40℃,保持 5 min,以 5℃/min 升至 70℃,保持 2 min;以 5℃/min 升至 120℃,保持 6 min;再以 10℃/min 升至 230℃,保持 5 min。

#### 1.2.3 贮藏效果的观察及测定

褐变指数测定标准:每个品种随机选取10个样品,按照弓弼等<sup>[13]</sup>褐变指数分级标准,果实完好无损为0级、褐色斑点面积达到0%~20%为1级、褐色斑点面积达到20%~40%为2级、褐色斑点面积达到41%~60%为3级、褐色斑点面积达到61%~80%为4级、褐色斑点面积达到81%~100%为5级。

$$\text{褐变指数} = \frac{\sum \text{褐腐级别} \times \text{本级核桃数}}{\text{总核桃数} \times \text{最高级别数}} \times 100\%$$

腐烂指数测定标准:每个品种随机选取10个样品,按照弓弼褐变指数分级标准,果实完好无损为0级、果皮出现零星病斑,面积≤1/10为1级、果皮病斑,面积11%~20%为2级、果皮褐斑面积21%~33%为3级、果皮褐斑面积34%~50%为4级、果皮褐斑面积≥1/2为5级。指数计算公式同褐变指数公式一致。

出仁率与好果率:每个品种随机取45个核桃用于测量带青皮果重、去青皮核果重及果仁重,计算出果率和出仁率。

出仁率=(核仁质量/坚果质量)×100%;

好果率=(好果数/被检查总果数)×100%。

1.2.4 生理指标的测定

超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、丙二醛(MDA)按照杨晴等<sup>[14]</sup>的方法进行测定。

1.2.5 数据处理与分析

采用 Excel 2019 和 SPSS 22.0 对数据进行处理与分析。

2 结果与分析

2.1 两个品种核桃含水量及脂肪酸组分对比

如表 1 所示,‘西岭’含水量为 33.52%,‘早硕’为 54.83%,‘早硕’含水量远高于‘西岭’,呈极显著

差异。鲜食核桃脂肪酸主要由棕榈酸、亚油酸、亚麻酸、油酸构成,其中油酸、亚油酸、亚麻酸为不饱和脂肪酸,对人体有保健作用。‘早硕’中亚油酸、棕榈酸和亚麻酸,以及不饱和脂肪酸总量比‘西岭’高,‘西岭’中有少量油酸,‘早硕’本次试验中未检测到油酸存在。

2.2 品种对青皮核桃褐变指数和腐烂指数的影响

如图 1 所示,贮藏期两个品种在 14 d 出现褐变,12 d 后褐变加快,在 42 d 和 49 d 时,两个品种对比差异显著,西岭核桃的褐变指数较早硕分别减少 5.56% 和 9.72%;早硕核桃的腐烂指数上升要早于西岭核桃,49 d 两个品种呈现显著差异,早硕核桃腐烂指数比西岭核桃低 4.56%。

表 1 两个品种核桃含水量及脂肪酸组分对比

Table 1 Comparison of water content and fatty acid components in two varieties of walnut

| 品种<br>Variety | 含水量/%<br>( <i>P</i> <0.01)<br>Water content | 脂肪酸相对含量/%<br>Relative fatty acid content |               |                |            |
|---------------|---|--|---------------|----------------|------------|
|               |   | 棕榈酸                                      | 亚油酸           | 亚麻酸            | 油酸         |
|               |   | Palmitic acid                            | Linoleic acid | Linolenic acid | Oleic acid |
| 西岭            | 33.52±3.90                                  | 0.08±0.00                                | 0.35±0.02     | 0.04±0.00      | 0.01       |
| 早硕            | 54.83±1.50**                                | 0.13±0.03                                | 0.52±0.06     | 0.08±0.02      | —          |

注:\*\*表示差异极显著,“—”为未检出。

Note: \*\* indicates a highly significant difference, - indicates not detected.

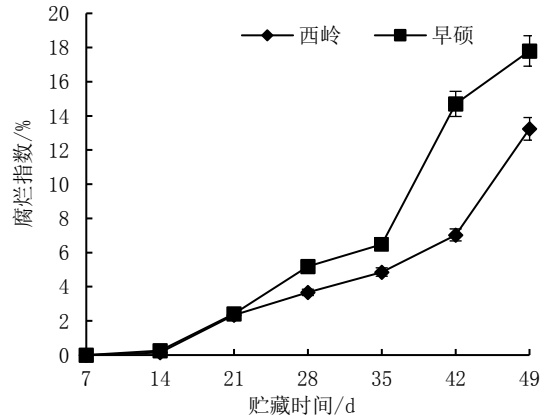
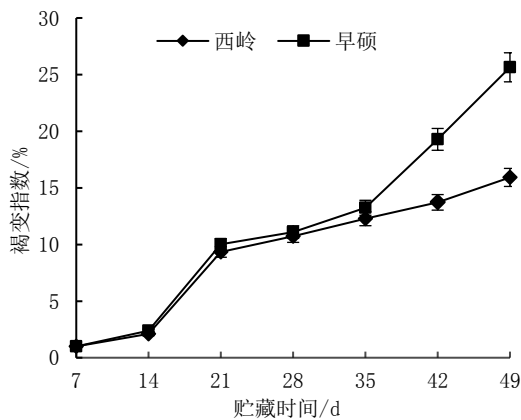


图 1 不同品种青皮核桃褐变指数和腐烂指数的变化

Fig.1 Changes in browning index and decay index of different varieties of green skinned walnuts

2.3 两个品种的出果率和出仁率

由图 2 可知,两个品种出仁率呈逐渐下降趋势。两个品种间出仁率在 0 d 和 80 d 差异并不显著,核仁中的水分随代谢逐渐增加,有机物逐渐被消耗,导致出仁率逐步降低。

2.4 两个品种的好果率

好果率是评价鲜食核桃贮藏品质的重要指标

之一。由图 3 所示,两个核桃品种好果率都呈逐渐降低趋势。‘西岭’在贮藏 60 d 后好果率急剧下降,‘早硕’40 d 后好果率急剧下降 80 d 降至 0 点,说明‘西岭’在(0±1) °C 条件下,带青皮鲜果有效贮藏时间可达 60 d,而‘早硕’约有 40 d 的保鲜期。

2.5 贮藏期间脂肪及蛋白质含量的变化分析

脂肪含量是核桃重要商品特征之一。如图

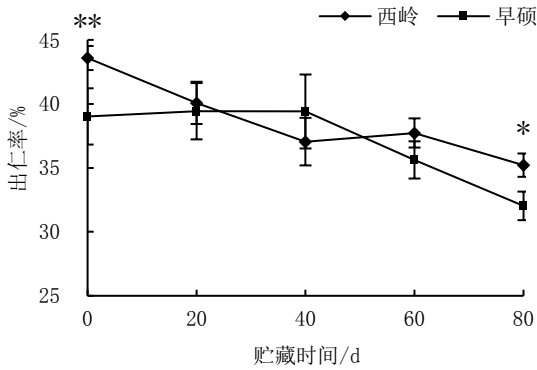


图2 鲜食核桃贮藏期间的出果率和出仁率  
Fig.2 The fruit rate and kernel rate of fresh walnut during storage

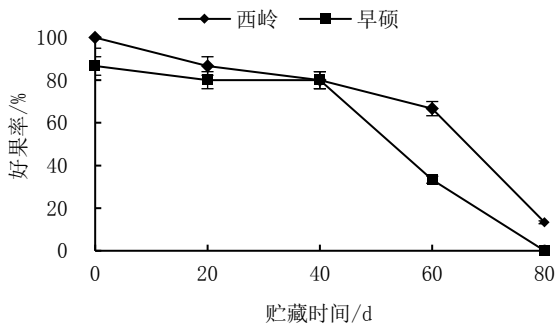


图3 食核桃贮藏期间好果率的变化  
Fig.3 Changes of good fruit rate of fresh walnut during storage

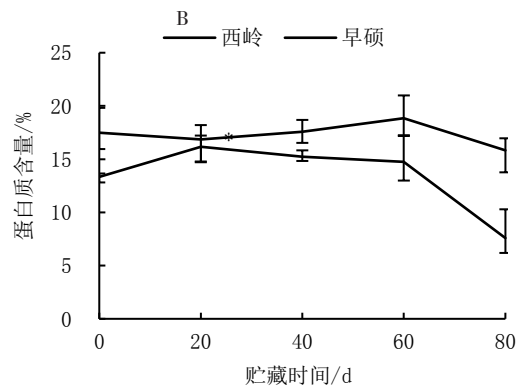
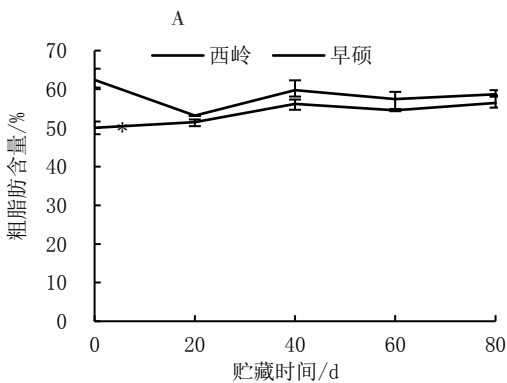


图4 鲜食核桃贮藏期间蛋白质含量的变化  
Fig.4 Changes in protein content of fresh walnut during storage

合作用及生长素的氧化等都有关系。如图 5B 所示,贮藏至 0 d 和 20 d 时,‘早硕’POD 活性高于‘西岭’,说明‘早硕’对冷害等逆境更先反应。贮藏至 40 d 时两个品种同时达到活性最高值,其后变化趋势基本一致,均为显著下降。

MDA 是脂质过氧化指标,是植物器官衰老或逆境条件下膜脂过氧化的产物。如图 5C 所示,两个品种 MDA 含量均呈现先下降后上升的趋势。

4A 所示,贮藏期间,‘西岭’脂肪含量分别为 50.04%、51.53%、56.21%、54.59% 和 56.47%;‘早硕’脂肪含量分别为 62.43%、53.19%、59.77%、57.43% 和 58.7%。贮藏前后,‘西岭’脂肪含量有所升高,‘早硕’变化不大。在 0 d 和 40 d ‘早硕’的脂肪含量明显高于‘西岭’,其他几个时期无明显差异。

蛋白质是鲜食核桃的重要营养成分之一。‘西岭’贮藏期间蛋白质含量分别为 17.48%、16.84%、17.58%、18.85% 和 15.83%(图 4B),变化并不明显,只在 60 d 后有所降低,这与其好果率变化趋势基本一致,说明其有效贮藏时间在 60 d 左右。‘早硕’贮藏期间蛋白质含量分别为 13.32%、16.16%、15.24%、14.75% 和 7.59%,蛋白质在贮藏 20 d 后开始消耗。贮藏至 80 d 时两个品种蛋白质含量呈极显著差异。

### 2.6 品种对青皮核桃贮藏期间 SOD、POD 和 MDA 含量的影响

SOD 是一种清除活性氧自由基的酶<sup>[15]</sup>。如图 5A 所示,两个品种 SOD 活性都是先升高后降低,但两个品种对逆境的反应时间并不相同。‘西岭’在 40 d 左右 SOD 活性达到最高;‘早硕’在 20 d 左右达到最高,说明‘早硕’对逆境环境更为敏感。

POD 在植物体内普遍存在,且与呼吸作用、光

## 3 讨论

原始采摘时,‘西岭’含水量低于‘早硕’可能与品种特性有关,含水量的多少直接影响鲜食贮藏时间。调查显示,两个品种养分含量均有所不同,‘早硕’亚油酸和亚麻酸等稳定性较差不饱和脂肪酸含量高于‘西岭’,不饱和脂肪酸含量高容易引起酸败,品质裂变<sup>[16]</sup>,褐变指数和腐烂指数分

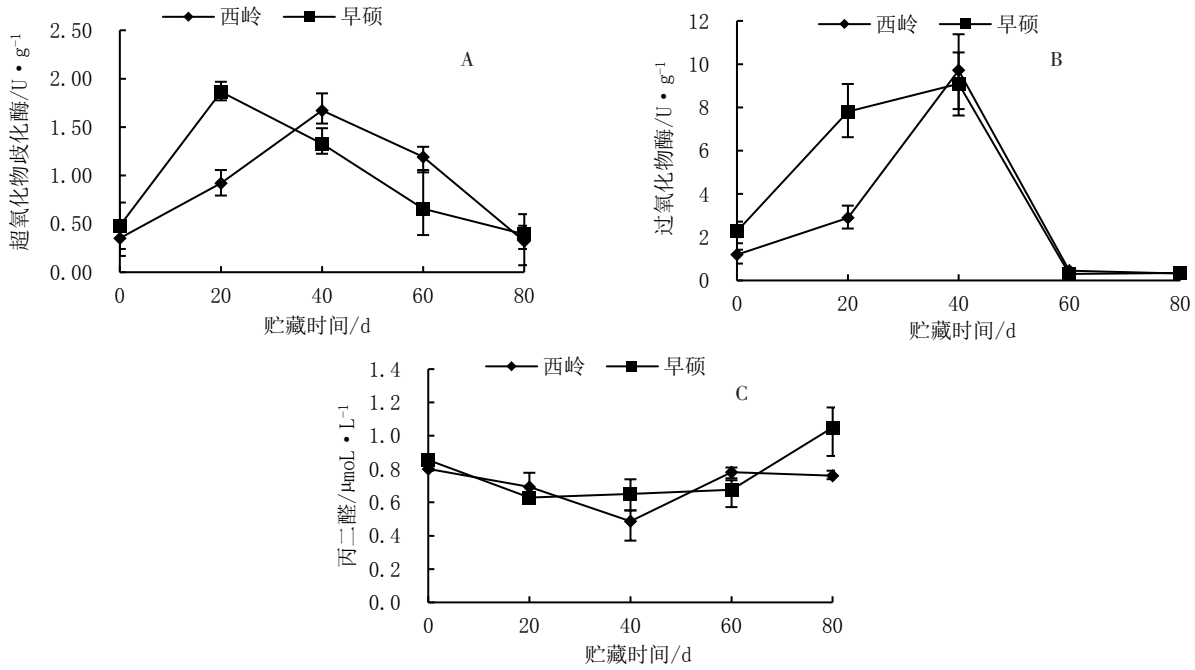


图5 鲜食核桃贮藏期间SOD、POD和MDA含量的变化

Fig.5 Changes in SOD,POD and MDA of fresh walnut during storage

析结果显示,‘早硕’上升指数均高于‘西岭’,这与养分含量分析结果相一致。

粗脂肪含量表明核桃仁大概的含油量,‘西岭’粗脂肪含量的稳定性优于‘早硕’,粗脂肪酸稳定性可以减缓总糖含量的下降,总酸含量的升高,有效延长鲜食核桃的保质期,结果与王萍等<sup>[17]</sup>一致。蛋白质含量在初期含量均高于后期,可能在贮藏初期呼吸作用强,蛋白质积累增加,随着时间的增加,营养物质大量消耗,蛋白质含量逐渐降低,这与王一峰等<sup>[18]</sup>试验结果一致。在贮藏过程中,两个品种MDA含量明显增加<sup>[19]</sup>,活性氧清除剂SOD、POD活性随着时间增加显著下降,与蒋跃明<sup>[20]</sup>的研究结果一致,果实采收后衰老过程中,细胞膜透性逐渐增大,冷藏80 d时,二者MDA含量均不同程度有所增加,但‘西岭’MDA含量远高于‘早硕’,SOD、CAT活性逐渐下降,活性氧功能减弱也是果实品质下降的主要原因,与林河通试验结果一致。

#### 4 结论

在0℃贮藏条件下,两个核桃品种出仁率差异并不显著,好果率变化有所不同,初期逐渐下降,40 d‘早硕’好果率开始急速下降至零点,‘西岭’在60 d开始急速下降;两个核桃品种脂肪及蛋白质含量变化极显著( $P<0.01$ ),‘西岭’脂肪含量逐渐升高,‘早硕’脂肪含量变化并不明显;‘西

岭’蛋白质含量在60 d左右开始消耗,‘早硕’20 d左右开始消耗;SOD、POD活性变化趋势都为先升高后降低,MDA含量先降低后升高,但总体来看‘早硕’数值更先变化。针对两个核桃品种在冷藏期间品质及生理变化得知,西岭作为鲜食核桃贮藏较早硕具有一定优势,但是其养分含量少于早硕,因此还需进一步筛选适合的鲜食核桃品种。

#### 参考文献:

- [1] 潘桂谈,吴涛,马婷,等. 3种类型核桃果实生长发育及坚果品质比较[J]. 西部林业科学, 2024, 53(5): 108-115.  
PAN G T, WU T, MA T, et al. Comparison of fruit growth and development and nut quality of three types of walnut[J]. Journal of West China Forestry Science, 2024, 53(5): 108-115. (in Chinese)
- [2] 王磊,曹亚龙,孟海军,等. 国内外核桃品种选育研究进展[J]. 果树学报, 2022, 39(12): 2406-2417.  
WANG L, CAO Y L, MENG H J, et al. Research progress in walnut variety breeding at home and abroad[J]. Journal of Fruit Science, 2022, 39(12): 2406-2417. (in Chinese)
- [3] ALJAZ M, JERNEJA J, METKA H, et al. Identification and quantification of the major phenolic constituents in *Juglans regia* L. peeled kernels and pellicles, using HPLC - MS/MS[J]. Food Chemistry, 2021, 352: 129404.
- [4] 孟佳,方晓璞,史宣明,等. 我国核桃产业发展现状、问题与建议[J]. 中国油脂, 2023, 48(1): 84-86, 103.  
MENG J, FANG X P, SHI X M, et al. Situation, problems and suggestions on the development of walnut industry in China[J].

- China Oils and Fats, 2023, 48(1): 84–86, 103. (in Chinese)
- [ 5 ] YUAN X, HUANG S, MA H, et al. Differential responses of walnut cultivars to cold storage and their correlation with post harvest physiological parameters[J]. Hort. Environ. Biotechnol, 2019(60): 345–356.
- [ 6 ] MA Y P, XING L, XING H L, et al. Effect of 60 Co $\gamma$ -irradiation doses on nutrients and sensory quality of fresh walnuts during storage[J]. Postharvest Biology and Technology, 2013, 84: 36–42.
- [ 7 ] 宋丽君, 康明丽, 王晓婷, 等. 鲜食核桃保鲜技术的研究现状[J]. 食品工业, 2022, 43(2): 239–242.
- SONG L J, KANG M L, WANG X T, et al. Research status of fresh walnut preservation technology[J]. Food Industry, 2022, 43(2): 239–242. (in Chinese)
- [ 8 ] 陈柏, 颀敏华, 吴小华, 等. 4种包装材料对低温贮藏期间去青皮核桃感官品质的影响[J]. 甘肃农业科技, 2018(12): 19–23.
- CHEN B, XIE M H, WU X H, et al. Effects of different packaging materials on sensory quality of peeled green walnut fruit during cold storage[J]. Gansu Agricultural Science and Technology, 2018(12): 19–23. (in Chinese)
- [ 9 ] 丁真真, 夏娜, 刘艳全, 等. 两种天然保鲜剂对气调包装青皮核桃贮藏期品质的影响[J]. 食品安全质量检测学报, 2023, 14(2): 271–278.
- DING Z Z, XIA N, LIU Y Q, et al. Effects of 2 kinds of natural preservatives on the quality of air conditioned packaged green walnut during storage[J]. Journal of Food Safety & Quality, 2023, 14(2): 271–278. (in Chinese)
- [ 10 ] 黄宁, 孙雯, 马惠玲, 等. 不同气体参数对青皮核桃保鲜效应的影响[J]. 西北林学院学报, 2018, 33(6): 89–93.
- HUANG N, SUN W, MA H L, et al. Effects of controlled atmosphere storage on green walnut fruit preservation and the parameters selection[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2018, 33(6): 89–93. (in Chinese)
- [ 11 ] XIAO H M, ZHANG S Q, XI F, et al. Preservation effect of plasma-activated water(PAW) treatment on fresh walnut kernels[J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2023, 85.
- [ 12 ] NIU Y, ZHANG P P, WANG Y F, et al. Effects of controlled atmosphere on browning, redox metabolism and kernel quality of fresh in-hull walnut(*Juglans regia* L.)[J]. Horticulture, Environment, and Biotechnology, 2021.
- [ 13 ] 弓弼, 蒋柳庆, 马惠玲. 早实核桃3个品种青皮果实鲜贮特性比较[J]. 食品科学, 2016, 37(2): 250–255.
- GONG B, JIANG L Q, MA H L. Comparative storability of green walnut fruits of three early-fruiting varieties[J]. Food Science, 2016, 37(2): 250–255. (in Chinese)
- [ 14 ] 杨晴, 郭守华. 植物生理生化实验[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2010: 256.
- [ 15 ] 布妈热娅木·艾山, 潘俨, 孙席, 等. 采收成熟度对核桃青皮褐变及相关代谢酶的影响[J]. 新疆农业科学, 2022, 59(12): 3066–3074.
- BUMA R Y M A S, PAN Y, SUN X, et al. Effects of harvest maturity on browning and related metabolic enzymes of green walnut fruits[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2022, 59(12): 3066–3074. (in Chinese)
- [ 16 ] ZHANG R, ZHU Z B, JIA W, et al. Time-Series Lipidomics insights into the progressive characteristics of lipid constituents of fresh walnut during postharvest storage[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2021, 69(46): 13796–13809.
- [ 17 ] 王萍, 李述刚, 李勇, 等. 不同包装方式对南疆薄皮鲜食核桃营养品质的影响研究[J]. 保鲜与加工, 2016, 16(4): 41–47.
- WANG P, LI S G, LI Y, et al. Effects of different packing methods on nutrition quality of fresh thin-skinned walnut in southern Xinjiang[J]. Storage and Process, 2016, 16(4): 41–47. (in Chinese)
- [ 18 ] 王一峰, 王明霞, 赵淑玲, 等. 不同贮藏方式对鲜食核桃品质的影响[J]. 保鲜与加工, 2020, 20(5): 40–47.
- WANG Y F, WANG M X, ZHAO S L, et al. Effect of different storage methods on quality of fresh walnut[J]. Storage and Process, 2020, 20(5): 40–47. (in Chinese)
- [ 19 ] 林河通, 席珂芳, 陈绍军, 等. 龙眼采后生理和病理及贮运技术研究进展[J]. 农业工程学报, 2002, 18(1): 185–190.
- LIN H T, XI Y F, CHEN S J, et al. Research progress on post-harvest physiology, pathology, and storage and transportation technology of Longan[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2002, 18(1): 185–190. (in Chinese)
- [ 20 ] 蒋跃明. 荔枝果实采后果皮褐变的研究[D]. 广州: 中山大学, 1999.

(责任编辑: 王 昱)