

乙烯利催熟去青皮对鲜核桃冻藏品质的影响

Effect of ethephon ripening and peeling on quality of fresh walnut during freezing storage

吴小华^{1,2} 陈 柏^{1,2} 李明泽^{1,2} 张 蕊^{1,2} 冯继虎³

WU Xiao-hua^{1,2} CHEN Bai^{1,2} LI Ming-ze^{1,2} ZHANG Rui^{1,2} FENG Ji-hu³

(1. 甘肃省农业科学院农产品贮藏加工研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省果蔬贮藏加工技术创新中心, 甘肃 兰州 730070; 3. 甘肃省康县生产力促进中心, 甘肃 陇南 746500)

(1. *Agricultural Product Storage and Processing Research Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China*; 2. *Gansu Innovation Center of Fruit and Vegetable Storage and Processings, Lanzhou, Gansu 730070, China*; 3. *Gansu Kangxian Productivity Promotion Center, Longnan, Gansu 746500, China*)

摘要:目的:评价乙烯利催熟去青皮的生产操作在鲜核桃冷冻—解冻复鲜中应用的可行性。方法:以清香核桃为试材,将青皮核桃手工采摘后进行乙烯利催熟堆沤去皮,同时以自然堆沤去皮为对照(CK),脱除青皮后置于温度为 $-7\sim-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、湿度为 $85\%\sim95\%$ 的恒温冷冻库中进行冻藏,并分析冷冻—解冻复鲜后鲜核桃核仁的感官品质、营养品质及油脂品质等。结果: $-7\sim-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冻藏条件下,乙烯利催熟去青皮处理在一定程度上促进了脱青皮鲜核桃冻藏前期种仁、种皮的褐变速度,冻藏10个月后,经乙烯利催熟后脱去青皮的鲜核桃,其种壳色泽、种皮色泽和种仁风味得分分别为73.48, 74.56, 77.26, 核仁含水量、总脂肪含量、酸价、碘值、过氧化值和皂化值分别为22.07%、49.74%、0.62 mg/g、145.31 g/100 g、3.62 meq/kg和169.53 mg/g,与人工去青皮鲜核桃相比均无显著性差异,能够保持种仁较好的感官和营养品质。结论:乙烯利催熟可用于脱青皮鲜核桃冷冻贮藏保鲜的前处理工序。

关键词: 乙烯利催熟; 人工去皮; 冻藏; 品质; 鲜核桃

Abstract; Objective: To evaluate the feasibility of the production of ethephon in the freezing thawing and fresh keeping of fresh walnut, and to provide theoretical basis and technical support for fresh walnut freezing thawing and fresh keeping technology system. **Methods:** The late fruiting walnut variety 'Qingxiang' from

Longnan county of Gansu province was used as the experimental material, and then the green walnut was picked by hand and then peeled by Ethephon. Meanwhile, the artificial peeling was used as the control (CK). The fresh walnut was peeled and stored in a constant temperature freezer with temperature of $-7\sim-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ and humidity of $85\%\sim95\%$, the effects of ethephon on sensory quality (seed shell color, seed coat color, seed coat browning index, peeling difficulty and seed kernel flavor), nutritional quality (water content, total fat content) and oil quality (acid value, iodine value, peroxide value and saponification value) of fresh walnut kernel after freezing thawing were studied. **Results:** Under the conditions of $-7\sim-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ frozen storage, Ethrel accelerated the browning rate of peeled fresh kernels in the early stage of frozen storage to a certain extent. After 10 months of frozen storage, the scores of shell color, shell color and kernel flavor were 73.48, 74.56 and 77.26, respectively; The kernel water content, total fat content, acid value, iodine value, peroxide value and saponification value were 22.07%, 49.74%, 0.62 mg/g, 145.31 g/100 g, 3.62 meq/kg and 169.53 mg/g, respectively. There was no significant difference compared with the artificial peeled fresh walnut, which could maintain better flavor and nutritional quality. **Conclusion:** Ethephon accelerated ripening and peeling had no adverse effect on the quality of fresh walnut after freezing thawing. Ethephon could be used in the pretreatment process of fresh walnut frozen storage.

Keywords: ethephon accelerated ripening; artificial peeling; frozen storage; quality; fresh walnut

基金项目: 甘肃省民生科技专项(编号:21CX10NK001); 甘肃省现代水果产业体系项目(编号:GARS-SG-1); 甘肃省引导资金项目(编号:2019GAAS03)

作者简介: 吴小华,女,甘肃省农业科学院农产品贮藏加工研究所副研究员,硕士。

通信作者: 张蕊(1984—),女,甘肃省农业科学院农产品贮藏加工研究所助理研究员,硕士。E-mail:84664963@qq.com

收稿日期: 2021-08-15

核桃(*Juglans regia*)是中国重要的经济林树种,在中国西北、华北、西南等地区广泛种植^[1]。目前市面上主要以干核桃形式进行贮藏、销售,但近年来鲜核桃以其独

特的口感和品质越来越受人们的亲睐。有研究^[2-4]表明,鲜核桃含水量、维生素含量以及抗氧化能力等均显著高于干核桃。但由于鲜核桃呼吸强度高、含水量高,在贮藏过程中极易发芽、失水、霉变,且青皮核桃保鲜期不到3个月,腐烂率超过50%。与青皮核桃保鲜相比,去青皮核桃冷冻贮藏技术不仅能够节约采摘、贮藏和运输成本,利于商品化操作,减少环境污染,还能保持较好的种仁风味和营养品质,有效延长鲜核桃贮藏期^[5]。课题组前期研究发现,脱青皮后冷冻贮藏的核桃在适宜的条件下核仁可以慢慢恢复色泽、硬度和风味等鲜食核桃特性。因此,经冷冻—解冻复鲜的核桃将是今后鲜食核桃消费的主要模式,而脱除青皮作为鲜核桃采收后初加工的一道重要工序,对保证鲜核桃冷冻贮藏品质尤为重要^[6-7]。

乙烯在果蔬的生长发育、成熟衰老以及采收、贮藏、销售等环节都发挥着重要作用^[8-9],尤其在促进果实成熟方面,已广泛应用于核桃^[10]、胡椒果皮^[11]的脱除,香蕉^[12-13]、猕猴桃^[14]等。目前鲜核桃最为常用的脱青皮方法是采用乙烯利溶液喷施青果再堆积去青皮^[15]。研究^[16-17]表明,乙烯处理对核桃具有双重作用,高浓度的乙烯处理会加速核桃的成熟和衰老,适宜浓度的乙烯处理有利于核桃鲜果耐贮性的提高。乙烯利催熟去青皮处理可能会存在乙烯利残留问题^[18-19],同时青皮核桃作为呼吸跃变型果实^[20],外源乙烯处理也可能会引起内源乙烯含量的变化^[21],在外源乙烯及内源乙烯的共同作用下可能会引起核桃内一系列的生理变化,进而影响核桃贮藏品质。但关于乙烯利催熟去青皮法对鲜核桃的研究大多集中在其对青皮核桃脱净率、脱皮率、乙烯残留量的影响上,对于乙烯利催熟去皮对鲜核桃品质的影响鲜有报道,尤其在对冻藏核桃贮藏品质的影响研究上尚未涉及。研究拟以甘肃陇南地区主栽核桃品种晚实清香为试验材料,探讨乙烯利催熟去皮对冻藏鲜核桃感官品质、营养品质及油脂品质的影响,旨在评价乙烯利催熟去皮的生产操作在核桃冷冻—解冻复鲜保鲜中应用的可行性,为建立核桃冷冻—解冻复鲜保鲜技术体系提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

以清香核桃为试验材料,于2017年9月4日采自甘肃省成县陇南市经济林研究院核桃示范基地,挑选大小一致、表面无病虫害、无机械损伤的青皮核桃进行人工采摘,采摘过程中避免机械损伤。

1.2 仪器设备

气相色谱仪:SP-3420型,北京北分瑞利分析仪器有限公司;
紫外分光光度计:Cary-100型,美国瓦里安公司;
冷冻离心机:TGL-16LM型,湖南星科科学仪器有限公司;

核桃专用保鲜袋:0.04 mm PE袋,国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津)。

1.3 处理

将采摘后的青皮核桃随机分成两组,CK组:未喷施乙烯利,处理组:均匀喷洒2.5%的乙烯利溶液,分别覆盖堆沤3 d后进行人工脱除青皮、清洗、晾干表面水分,运回甘肃省农业科学院农产品贮藏加工研究所。将不同处理的去青皮核桃装入核桃保鲜袋内扎紧袋口,于-7~-5℃下冷冻贮藏。每袋核桃10 kg,每个处理重复3袋。整个冻藏期为10个月,每隔2个月测定一次相关指标。

1.4 指标测定

1.4.1 感官品质

(1) 感官品质指标:参照陈柏等^[22]的方法,按表1进行评分并计算,每处理30个果实,取平均值。

(2) 种皮褐变指数:参照景鑫鑫等^[23]的方法,按表2进行分级,每处理30个果实,按式(1)计算褐变指数。

$$B = \frac{\sum (n \times a)}{A \times N}, \tag{1}$$

式中:
B——种皮褐变指数;
n——褐变级别;
a——褐变果实个数;
A——调查总果数;
N——最高级别。

1.4.2 营养品质

- (1) 核仁含水量:采用烘箱干燥法。
- (2) 脂肪酶(LPS)活性:参照 GB/T 5523—2008。
- (3) 脂肪酸含量:参照景鑫鑫等^[23]的方法。
- (4) 总脂肪含量:参照 GB/T 14488.1—2008。

表 1 鲜核桃感官品质品质指标评分表
Table 1 Sensory evaluation of fresh walnut

评分标准	种壳色泽	种皮色泽	剥皮难易程度	种仁风味
90~100	黄白色	淡黄色	容易	脆、甜、香
80~89	黄色	黄色	较易	脆、较甜、较香
70~79	棕色	棕色	较难	较脆、较香、微苦
<70	深褐色	深褐色	难	不脆、苦涩、不香

表 2 种皮褐变指数分级标准
Table 2 Classification of seed coat browning index

级数	种皮褐变面积
0级	种皮无褐变
1级	种皮有小于1/3发生褐变
2级	种皮有1/3~2/3发生褐变
3级	种皮有大于2/3发生褐变

1.4.3 油脂品质分析 将核桃仁去种皮,捣碎,用沸程 60~90 ℃石油醚浸提 24 h,提取液于 90 ℃水浴中脱除溶剂,得到核桃油样品。

(1) 酸价:参照 GB/T 5009.229—2016。

(2) 过氧化值:参照 GB/T 5009.227—2016。

(3) 碘值:参照 GB/T 5532—2008。

(4) 皂化值:参照 GB/T 5534—2008。

1.5 数据处理

采用 Excel 2010 软件对试验数据进行整理分析并绘图,采用 DPS 7.05 软件对数据进行差异性检验(Duncan 新复极差法)。

2 结果与分析

2.1 对鲜核桃冷冻过程中感官品质的影响

由图 1 可知,与对照相比,乙烯利催熟处理组核桃的种壳色泽、种皮褐变指数、种皮剥皮难易程度和种仁风味无显著差异,而种皮色泽在冻藏 4 个月时显著降低,说明乙烯利催熟去青皮处理加速了种皮褐变速度,与吴桂苹

等^[11]的研究一致。这可能是因为核桃种皮中总酚含量最高^[24],而多酚类物质在氧气和多酚氧化酶的参与下会引发酶促褐变^[25],乙烯利催熟处理改变了核桃的呼吸及生理代谢,促进了核桃种皮的褐变反应,使种皮颜色加深。冻藏后期,随着鲜核桃的后熟衰老,种皮褐变进一步增强,但处理间未表现出明显差异。

2.2 对鲜核桃冷冻过程中营养品质的影响

2.2.1 核仁含水量 由图 2 可知,冻藏期间鲜核桃含水量与冻藏时间呈负相关,冻藏前期核仁水分迅速下降,后期下降速度趋于平缓。乙烯利催熟处理会在一定程度上加速冻藏中核仁水分的流失,可能是由于青皮核桃采收后呼吸旺盛,而乙烯利具有催熟作用,刺激采后鲜核桃呼吸进一步增强,进而导致机体消耗较多的水分。冻藏 10 个月时,乙烯利催熟处理的鲜核桃核仁含水率为 22.07%,较 CK 组(23.11%)低 4.48%,处理间差异不显著。

2.2.2 核仁LPS活性和总脂肪含量 由图3可知,冻藏

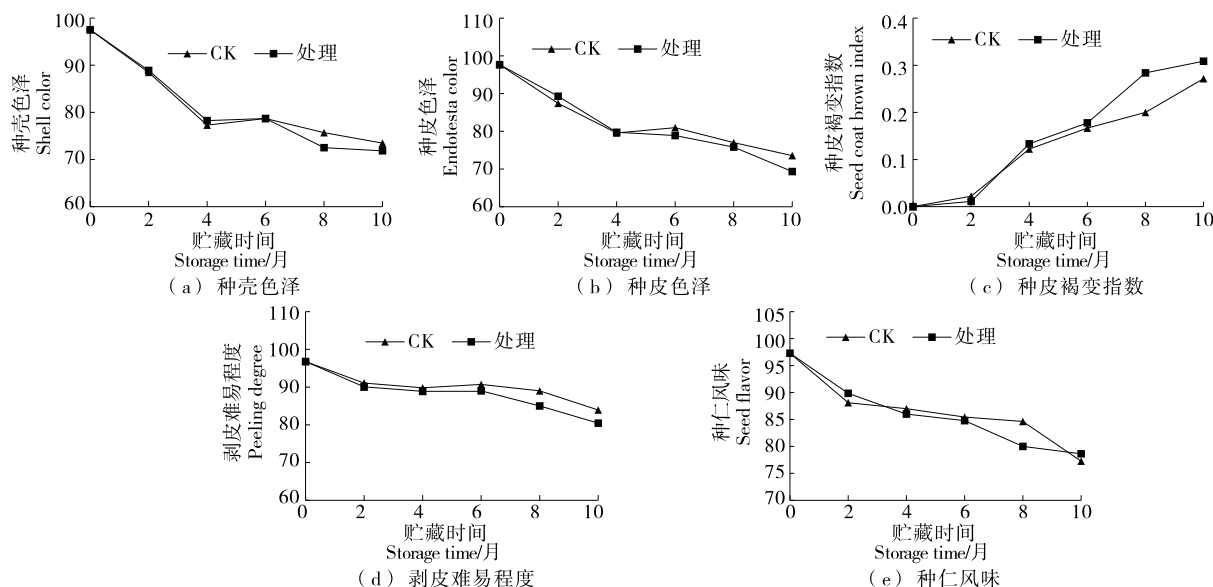


图 1 乙烯利去青皮对鲜核桃冻藏期间感官品质的影响

Figure 1 Effects of ethrel peeling on sensory quality of fresh walnut during freezing storage

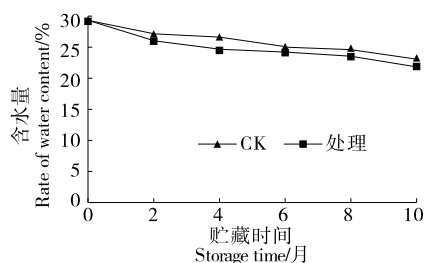


图 2 乙烯利去青皮对鲜核桃冻藏期间含水量的影响

Figure 2 Effects of ethrel peeling on rate of water content of fresh walnut during freezing storage

期间核仁脂肪酶活动度整体呈先升高后降低的变化趋势,乙烯利催熟处理组脂肪酶活动度高于 CK 组,在冻藏 2 个月时显著升高,处理组为 3.65 mg/g,较 CK 组高 20.20%,差异显著($P < 0.05$),此后二者无显著差异;冻藏期间核仁油脂含量总体呈下降趋势,处理间差异不显著,说明乙烯利催熟处理一定程度上提高了脂肪酶活性,加速了核桃脂肪的降解速度,但并未对总脂肪含量造成不良影响,能够较好地保持核桃营养品质。

2.2.3 核仁饱和脂肪酸含量 由图 4(a)可知,冻藏期间鲜核仁棕榈酸含量有小幅的上下波动。冻藏 2 个月,处

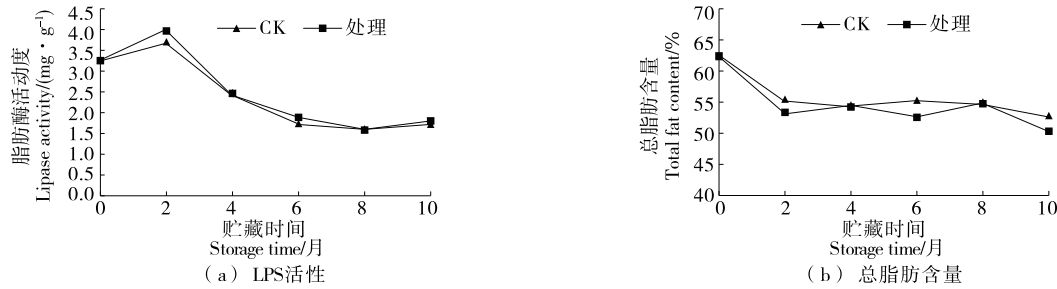


图3 乙烯利去青皮对鲜核桃冻藏期间 LPS 活性和总脂肪含量的影响

Figure 3 Effects of ethrel peeling on LPS activity and total fat content of fresh walnut during freezing storage

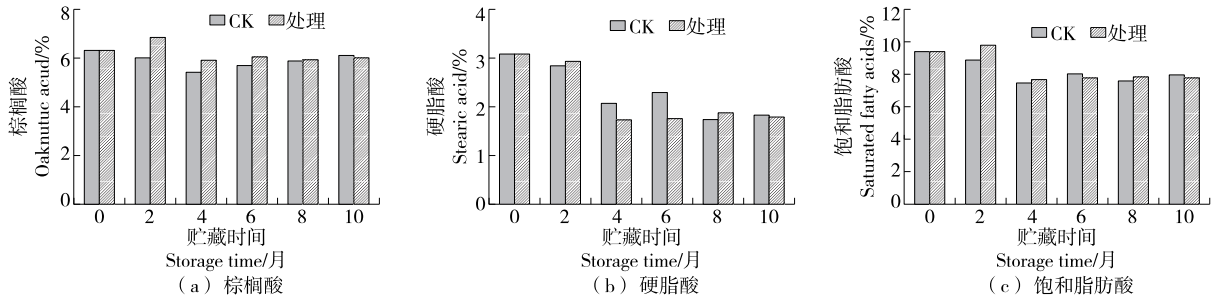


图4 乙烯利去青皮对鲜核桃冻藏期间核仁饱和脂肪酸含量的影响

Figure 4 Effects of ethrel peeling on saturated fatty acids in nucleolus of fresh walnut during freezing storage

理组和 CK 组棕榈酸含量差异较大,此时二者棕榈酸含量分别为 6.87% 和 6.02%,处理组较 CK 组高 14.19%,差异显著 ($P < 0.05$);冻藏 10 个月,处理组与 CK 组棕榈酸含量分别为 6.03% 和 6.11%,差异不显著。由图 4(b) 可知,冻藏期间鲜核仁硬脂酸含量总体呈下降趋势。冻藏 4 个月,核仁内硬脂酸含量迅速下降,处理组和 CK 组含量分别为 1.73% 和 2.06%,处理组较 CK 组下降 16.05%,差异显著 ($P < 0.05$);冻藏 6 个月,CK 组硬脂酸含量略有上升,随后下降;冻藏 10 个月,CK 组与处理组硬脂酸含量分别为 1.81% 和 1.78%,差异不显著。由图 4(c) 可知,冻藏期间鲜核仁中饱和脂肪酸含量总体呈下降趋势。乙烯利催熟处理组与 CK 组在整个冻藏期间核仁饱和脂肪酸含量均在 7.8% 以上,处理间无显著差异,说明乙烯利催熟去青皮对鲜核桃核仁内饱和脂肪酸含量无显著影响。

2.2.4 核仁不饱和脂肪酸含量 由图 5(a) 可知,鲜核桃冻藏期间核仁油酸含量总体呈下降趋势,冻藏前期各处理核仁油酸含量迅速下降,后期趋于平缓。冻藏 2 个月,处理组油酸含量较 CK 组明显下降,二者较初始值 17.67% 分别下降了 23.97% 和 3.77%,差异显著 ($P < 0.05$);冻藏 10 个月,处理组含量为 11.30%,较 CK 组低 5.95%,差异不显著。由图 5(b) 可知,冻藏期间鲜核仁亚油酸含量呈上升趋势。冻藏 2 个月,处理组亚油酸含量迅速上升,此时处理组与 CK 组亚油酸含量分别为 67.63% 和 62.93%,处理组较 CK 组高 7.47%,差异显著 ($P < 0.05$)。此后,亚油酸含量上升平缓,至冻藏 10 个

月,处理组与 CK 组亚油酸含量分别为 71.87% 和 70.35%,二者差异不显著。由图 5(c) 可知,冻藏期间核仁亚麻酸含量总体呈下降趋势,且处理组亚麻酸含量整体低于 CK 组。冻藏 2 个月,处理组亚麻酸含量迅速降低,较 CK 组低 18.56%,差异显著 ($P < 0.05$)。此后,二者变化趋于平缓,至冻藏 10 个月,处理组与 CK 组亚麻酸含量分别为 9.03% 和 9.61%,差异不显著。由图 5(d) 可知,冻藏期间鲜核仁中不饱和脂肪酸含量总体呈上升趋势。冻藏期间,处理组与 CK 组核桃不饱和脂肪酸含量均在 92% 以上,且处理间差异不显著,说明乙烯利催熟去青皮未对核仁内不饱和脂肪酸含量造成显著不良影响。

综上,乙烯利催熟处理一定程度增强了核仁的氧化作用,从而显著影响了鲜核桃冻藏前 2 个月核仁脂肪酸含量的变化,加速了核仁内油酸向亚油酸及亚麻酸的转化,并加剧了油酸的氧化分解,导致油酸含量下降,同时提高了棕榈酸和亚油酸含量。此外,鲜核桃在冻藏过程中核仁饱和脂肪酸含量下降,不饱和脂肪酸含量上升,可能是在采后冻藏期鲜核桃脂肪酸存在较为复杂的变化,除了氧化和代谢转化损失外,抗氧化物质与不饱和脂肪酸之间可能存在一定的抗氧化互补作用。

2.3 对鲜核桃冷冻过程中油脂品质的影响

由图 6(a) 可知,随着冻藏时间的延长,核仁中油脂酸价逐渐升高。冻藏期间乙烯利催熟处理组酸价均高于 CK 组,冻藏 10 个月,处理组油脂酸价为 0.62 mg/g,较 CK 组高 14.31%,说明催熟去青皮处理对冻藏期间核仁

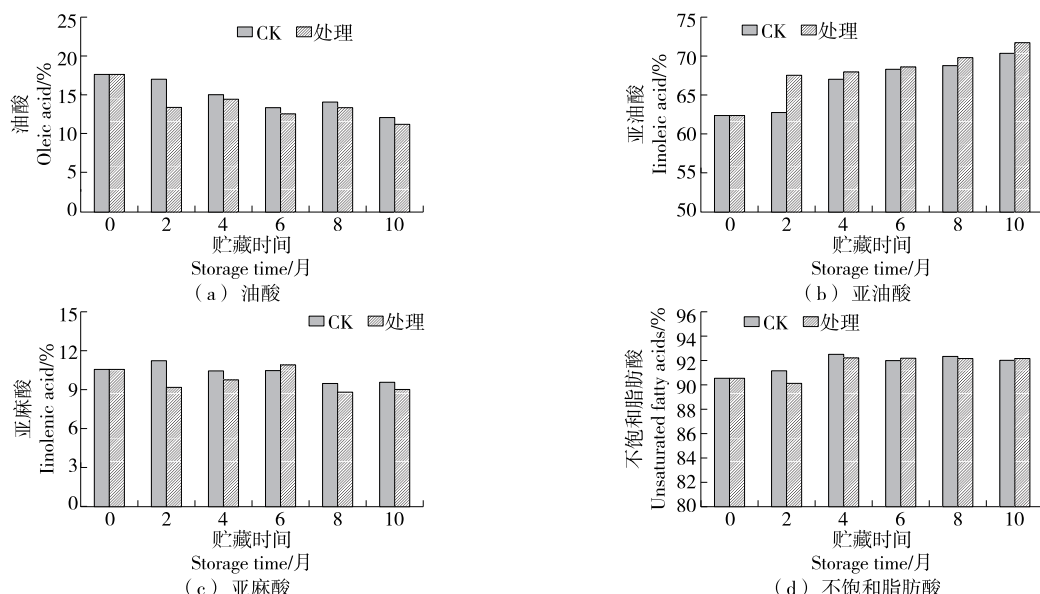


图 5 乙烯利去青皮对鲜核桃冻藏期间核仁不饱和脂肪酸含量的影响

Figure 5 Effects of ethrel peeling on unsaturated fatty acids in nucleolus of fresh walnut during freezing storage

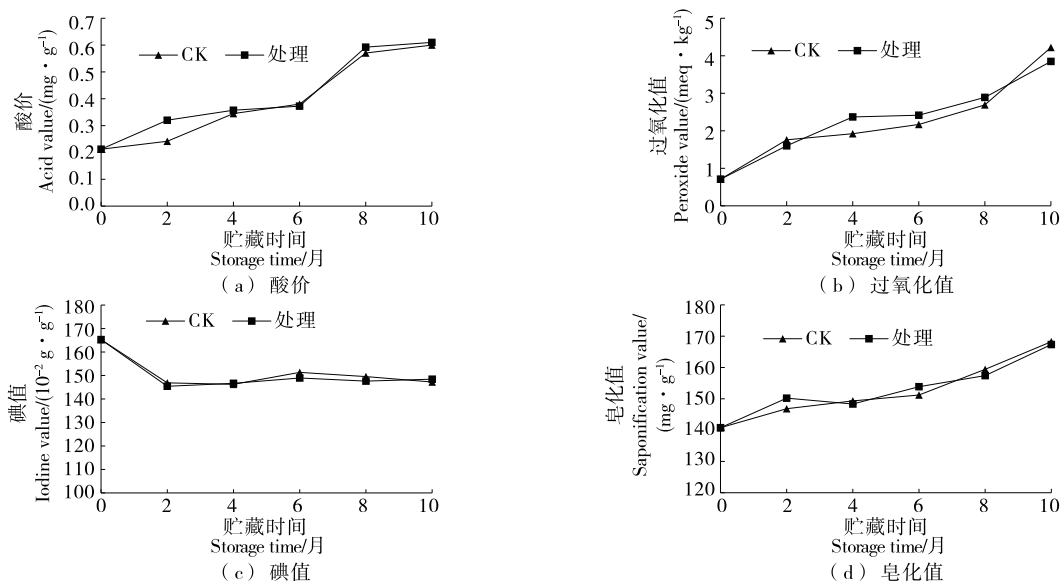


图 6 乙烯利去青皮对鲜核桃冻藏期间核仁油脂酸价、过氧化值、碘值和皂化值的影响

Figure 6 Effects of ethrel peeling on acid value, peroxide value, iodine value and saponification of fresh walnut during freezing storage

油脂酸价无显著影响。由图 6(b)可知,冻藏期间核桃过氧化值总体呈上升趋势,冻藏前期上升迅速,后期趋于平缓。冻藏 2 个月,催熟去青皮处理组核仁过氧化值显著升高至 1.78 meq/kg ,较 CK 组高 89.81% ,差异显著 ($P < 0.05$),随后 CK 组过氧化值含量迅速上升至处理组水平;冻藏 10 个月,处理组与 CK 组含量分别为 $3.62, 3.44 \text{ meq/kg}$,说明乙烯利催熟处理对冻藏前期核桃油脂过氧化值有明显的促进作用,但对冻藏后期无显著影响。

由图 6(c)可知,冻藏期间核仁碘值总体呈下降趋势,

且处理间差异不显著。冻藏 2 个月,各处理的核仁碘值迅速下降,此后下降缓慢。冻藏 10 个月,处理组和 CK 组碘值分别为 $148.43, 147.22 \text{ g/100 g}$,说明乙烯利催熟去青皮处理对核桃碘值无显著影响。由图 6(d)可知,冻藏期间核桃皂化值呈上升趋势,且处理间差异不显著。冻藏 2 个月,处理组与 CK 组皂化值含量差异最大,分别为 $150.21, 146.83 \text{ mg/g}$;冻藏 10 个月,二者皂化值含量分别为 $167.33, 168.24 \text{ mg/g}$,说明催熟去青皮处理对冻藏期间核桃油脂皂化值无显著影响。

综上,随着冻藏时间的延长,鲜核桃核仁碘值降低,酸价、过氧化值和皂化值升高,与脂肪含量、脂肪酶活性变化基本一致。乙烯利催熟去青皮处理的核桃在冻藏2个月时各指标变化较CK组明显,可能是由于乙烯利的催熟作用使得鲜核桃在冻藏前期仍保持旺盛的生理代谢所致。冻藏2个月后,催熟去皮处理对核仁油脂品质无显著影响。

3 结论

试验表明,与未催熟去青皮处理相比,乙烯利催熟去青皮处理对 $-7\sim-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下冻藏10个月的鲜核桃感官品质、营养品质以及油脂品质无显著不良影响。冻藏10个月后,核仁含水量保持在22%以上,不饱和脂肪酸在92%以上。说明乙烯利催熟去青皮处理对鲜核桃冻藏期间核桃整体品质无显著不良影响,可用于脱青皮鲜核桃冷冻贮藏保鲜的前处理工序。

参考文献

- [1] 马凯恒, 张彤, 闫鹏宇, 等. 核桃转录因子 JrDof3 的克隆及胁迫表达分析[J]. 中南林业科技大学学报, 2020, 40(10): 35-41.
MA Kai-heng, ZHANG Tong, YAN Peng-yu, et al. Cloning and expression analysis of walnut transcription factor JrDof3 to osmotic stress[J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2020, 40(10): 35-41.
- [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.
MA Yan-ping, MA Hui-ling, LIU Xing-hua, et al. Comparison of storage physiology and nutritional quality of fresh walnut and dried walnut[J]. Food and Fermentation Industries, 2011, 37(3): 235-238.
- [3] 梁双婕. 干鲜核桃品质比较和乙烯对核桃果实采后成熟调节作用研究[D]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2016: 9-12.
LIANG Shuang-jie. Quality comparison between dried and fresh walnuts and study on effect of ethylene on postharvest ripening of fresh walnut[D]. Xianyang: Northwest A & F University, 2016: 9-12.
- [4] ZHANG Z J, LIAO L P, MOORE J, et al. Antioxidant phenolic compounds from walnut kernels (*Juglans regia* L.)[J]. Food Chemistry, 2009, 113(1): 160-165.
- [5] 颜敏华, 陈柏, 吴小华, 等. 鲜核桃保鲜研究现状及思路调整建议[J]. 甘肃农业科技, 2020(4): 68-70.
XIE Min-hua, CHEN Bai, WU Xiao-hua, et al. Research status and suggestions on fresh walnut preservation[J]. Gansu Agricultural Science and Technology, 2020(4): 68-70.
- [6] 魏芳. 采后商品化处理对核桃品质的影响[D]. 济南: 齐鲁工业大学, 2020: 31-51.
WEI Fang. Effects of post-harvest commercial treatments on walnut quality[D]. Jinan: Qilu University of Technology, 2020: 31-51.
- [7] 张志宏, 王秀芝, 刘玉乐, 等. 去除核桃青皮的方法综述[J]. 科技创新与应用, 2017(10): 86.
ZHANG Zhi-hong, WANG Xiu-zhi, LIU Yu-le, et al. Review on

- methods of removing walnut green husk[J]. Technology Innovation and Application, 2017(10): 86.
- [8] JOHN M, WILLIAM H O, WILLIAM W C, et al. Walnut production manual[M]. California: University of California Division of Agriculture and Natural Resources, 1997: 139-174.
- [9] 田世平, 罗云波, 王贵禧. 园艺产品采后生物学基础[M]. 北京: 科学出版社, 2011: 58-68.
TIAN Shi-ping, LUO Yun-bo, WANG Gui-xi. Postharvest biological basis of horticultural products[M]. Beijing: Science Press, 2011: 58-68.
- [10] 杨忠强, 李忠新, 杨莉玲, 等. 核桃脱青皮技术及其装备研究[J]. 食品与机械, 2013, 29(6): 121-124.
YANG Zhong-qiang, LI Zhong-xin, YANG Li-ling, et al. Research on technology and equipment for green walnut peeling[J]. Food & Machinery, 2013, 29(6): 121-124.
- [11] 吴桂苹, 谷凤林, 魏来, 等. 采后乙烯利处理对胡椒鲜果果皮脱除及品质的影响[J]. 热带作物学报, 2015, 36(2): 391-395.
WU Gui-ping, GU Feng-lin, WEI Lai, et al. Effects of ethephon treatments on peeling and quality of pepper fruit postharvest[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2015, 36(2): 391-395.
- [12] 廉韶斌, 郝利平, 王愈. 香蕉催熟过程中品质变化的研究[J]. 农产品加工(学刊), 2014(8): 7-11.
LIAN Shao-bing, HAO Li-ping, WANG Yu. Quality changes during ripening of banana [J]. Academic Periodical of Farm Products Processing, 2014(8): 7-11.
- [13] 尚政, 张宇, 王萌, 等. 40% 乙烯利水剂催熟对香蕉品质的影响[J]. 热带农业科学, 2014, 34(6): 48-53.
SHANG Zheng, ZHANG Yu, WANG Meng, et al. 40% ethrel's ripening effect on the qualities of banana[J]. Chinese Journal of Tropical Agriculture, 2014, 34(6): 48-53.
- [14] 陈昆松, 张上隆, 郑金土, 等. 乙烯与猕猴桃果实的后熟软化[J]. 浙江农业大学学报, 1999(3): 251-254.
CHEN Kun-song, ZHANG Shang-long, ZHENG Jin-tu, et al. The role of ethylene in kiwifruit ripening and softening[J]. Journal of Zhejiang Agricultural University, 1999(3): 251-254.
- [15] 袁德保, 刘兴华, 马艳萍, 等. 鲜食核桃贮藏中脂肪酶活性及油脂酸价变化[J]. 食品研究与开发, 2006, 27(11): 79-81.
YUAN De-bao, LIU Xing-hua, MA Yan-ping, et al. Changes of lipase activity and the acid value of oil in walnut during storage[J]. Food Research and Development, 2006, 27(11): 79-81.
- [16] 王进. 几种次生代谢调节剂与水气耦合对青皮核桃保鲜效应及其生理机制研究[D]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2015: 8-18.
WANG Jin. Study on the effect and mechanism of secondary metabolism regulator, combination of modified atmosphere and moisture loss on preservation of green walnut fruit [D]. Xianyang: Northwest A & F University, 2015: 8-18.
- [17] WANG J, LIANG S, MA H, et al. Effects of ethephon on fresh in-husk walnut preservation and its possible relationship with phenol metabolism[J]. Journal of Food Science, 2016, 81(8): C1 921-C1 927.
- [18] 莫开林, 蒋春蓉, 徐明, 等. 不同核桃青皮脱除技术对坚果品

- 质的影响[J]. 四川林业科技, 2016, 37(2): 91-93.
- MO Kai-lin, JIANG Chun-rong, XU Ming, et al. Effect of different walnut green husk removal technology on nut quality[J]. Journal of Sichuan Forestry Science and Technology, 2016, 37(2): 91-93.
- [19] 刘淑艳, 胡喜珍, 齐宏业, 等. 市售水果中乙烯利残留量调查[J]. 中国卫生工程学, 2004(4): 31-32.
- LIU Shu-yan, HU Xi-zhen, QI Hong-ye, et al. Investigation of ethephon residues in fruits on the market[J]. Chinese Health Engineering, 2004(4): 31-32.
- [20] 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): 2 029-2 038.
- YANG Xi, ZHANG Run-guang, HAN Jun-qi, et al. Effects of different storage methods on postharvest physiology and storage quality of fresh walnut fruit[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2015, 48(10): 2 029-2 038.
- [21] 王俊宁, 弓德强, 饶景萍, 等. 1-MCP 对外源乙烯诱导的油桃果实呼吸、乙烯代谢的影响[J]. 贵州农业科学, 2005(2): 11-12, 23.
- WANG Jun-ning, GONG De-qiang, RAO Jin-ping, et al. Effects of 1-MCP on fruit firmness, respiration and ethylene production induced by exogenous ethylene in nectarine fruit[J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2005, 33(2): 11-12.
- [22] 陈柏, 顾敏华, 吴小华, 等. 不同冷冻温度对‘清香’去青皮鲜核桃冻藏期间品质的影响[J]. 经济林研究, 2019, 37(3): 65-72.
- CHEN Bai, XIE Min-hua, WU Xiao-hua, et al. Effects of different freezing temperatures on quality of peeled fresh 'Qingxiang' walnut during freezing storage[J]. Non-Wood Forest Research, 2019, 37(3): 65-72.
- [23] 景鑫鑫, 顾敏华, 吴小华, 等. 不同冻藏温度对去青皮鲜核桃采后生理及贮藏品质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2019, 45(10): 161-167.
- JING Xin-xin, XIE Min-hua, WU Xiao-hua, et al. Effects of different freezing temperatures on the post-harvest physiology and storage quality of peeled fresh walnuts[J]. Food and Fermentation Industries, 2019, 45(10): 161-167.
- [24] 张天财, 陈朝银, 赵声兰, 等. 核桃种皮中多酚的测定及种皮对核桃贮藏品质的影响[J]. 食品工业科技, 2013, 34(20): 65-69, 74.
- ZHANG Tian-cai, CHEN Chao-yin, ZHAO Sheng-lan, et al. Determination of total polyphenol from walnut kernel pellicle and the effect of walnut kernel pellicle on walnut storage quality [J]. Science and Technology of Food Industry, 2013, 34(20): 65-70.
- [25] MISHRA B B, GAUTAM S, SHARMA A. Browning of fresh-cut eggplant: Impact of cutting and storage[J]. Postharvest Biology and Technology, 2012, 67(7): 44-51.
-
- (上接第 33 页)
- [2] 张瑜, 田静. 二氢杨梅素调节糖脂代谢及其在食品中的应用[J]. 食品安全导刊, 2020(3): 147-148.
- ZHANG Yu, TIAN Jing. Dihydromyricetin regulates glucose and lipid metabolism and its application in food[J]. China Food Safety Magazine, 2020(3): 147-148.
- [3] HU H C, LUO F, WANG M J, et al. New method for extracting and purifying dihydromyricetin from ampelopsis grossedentata[J]. ACS Omega, 2020, 5(23): 13 955-13 962.
- [4] WANG L L, QIN Y C, WANG Y B, et al. Interaction between iron and dihydromyricetin extracted from vine tea[J]. Food Science & Nutrition, 2020, 8(11): 5 926-5 933.
- [5] 屠梦珏, 魏进歌, 陈鑫, 等. 二氢杨梅素对 APAP 诱导小鼠急性肝损伤的保护作用[J]. 中国药理学通报, 2018, 34(12): 1 707-1 712.
- TU Meng-jue, WEI Jin-ge, CHEN Xin, et al. Protective effect of Dihydromyricetin on APAP induced acute liver injury in mice[J]. Chinese Pharmacological Bulletin, 2018, 34(12): 1 707-1 712.
- [6] XIE C F, CHEN Z, ZHANG C F, et al. Dihydromyricetin ameliorates oleic acid-induced lipid accumulation in L02 and HepG2 cells by inhibiting lipogenesis and oxidative stress[J]. Life Sciences, 2016, 157: 131-139.
- [7] LI W, WU H, LIU B G, et al. Highly efficient and regioselective synthesis of dihydromyricetin esters by immobilized lipase [J]. Journal of Biotechnology, 2015, 199: 31-37.
- [8] ZHU S, WANG S, CHEN S W, et al. Lipase-catalyzed highly regioselective synthesis of acylated chlorogenic acid [J]. Food Bioscience, 2020, 37: 100706.
- [9] ZHAO X Y, DOU M M, ZHANG Z H, et al. Protective effect of *Dendrobium officinale* polysaccharides on H₂O₂-induced injury in H9c2 cardiomyocytes[J]. Biomed Pharmacother, 2017, 94: 72-78.
- [10] CHANG X W, DONG S, BAI W L, et al. Methylated metabolites of chicoric acid ameliorate hydrogen peroxide (H₂O₂)-induced oxidative stress in HepG2 cells[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2021, 69(7): 2 179-2 189.
-
- (上接第 72 页)
- [21] LERTITTIKUL W, BENJAKUL S, TANAKA M. Characteristics and antioxidative activity of Maillard reaction products from a porcine plasma protein-glucose model system as influenced by pH[J]. Food Chemistry, 2007, 100(2): 669-677.
- [22] TU Z C, HU Y M, WANG H, et al. Microwave heating enhances antioxidant and emulsifying activities of ovalbumin glycosylated with glucose in solid-state[J]. Journal of Food Science and Technology, 2015, 52(3): 1 453-1 461.
- [23] APEA-BAH F B, SEREM J C, BESTER M J, et al. Phenolic composition and antioxidant properties of Koose, a deep-fat fried cowpea cake[J]. Food Chemistry, 2017, 237(15): 247-256.
- [24] PERALES-SÁNCHEZ J, REYES-MORENO C, GÓMEZ-FAVELA M, et al. Increasing the antioxidant activity, total phenolic and flavonoid contents by optimizing the germination conditions of amaranth seeds[J]. Plant Foods for Human Nutrition, 2014, 69(3): 196-202.