

# ‘温 185’脱青皮鲜核桃低温冷冻保鲜效果研究

巩芳娥, 虎云青, 徐丽, 张波, 任志勇, 贾星宏

(陇南市经济林研究院 核桃研究所, 甘肃 陇南 746000)

**摘要:**旨在为鲜核桃保鲜贮藏提供理论依据,以‘温 185’为测试品种,经脱青皮后在 $-10^{\circ}\text{C}$ 下低温冷冻贮藏 180 d,分析其在贮藏期间的品质变化。结果表明:在贮藏期内,‘温 185’脱青皮鲜核桃坚果霉变率为 0,种皮颜色由暗黄色变为接近暗褐色,种皮较易分离,种仁为白色,香气由浓郁清香变为淡青香;种仁和种皮色差值逐渐增大;含水率和含油率整体呈下降趋势;种仁风味物质的变化分为 3 个阶段,即 0~60 d、90 d、120~180 d;核桃油脂脂肪酸组成无明显变化,但其相对含量发生不同程度的变化,酸值和过氧化值逐渐增大,但均未超出国标要求。在冷冻贮藏期(0~180 d),‘温 185’坚果品质变化较小,低温冷冻贮藏效果良好。

**关键词:**‘温 185’核桃;鲜核桃;低温冷冻;保鲜

中图分类号:TS221.1;TS205 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2023)12-0142-05

## Effect of low-temperature freezing preservation on peeled fresh walnuts of Wen 185

GONG Fang'e, HU Yunqing, XU Li, ZHANG Bo, REN Zhiyong, JIA Xinghong  
(Walnut Research Institute of Longnan Economic Forest Research Institute, Longnan 746000, Gansu, China)

**Abstract:** Aiming to provide a theoretical basis for fresh walnut preservation and storage, taking Wen 185 as the test variety, after peeling, it was frozen at  $-10^{\circ}\text{C}$  for 180 d, and its quality changes were analyzed during the storage period. The results showed that during the storage period of Wen 185 peeled fresh walnut, the nut mold rate was 0, the seed coat changed from dark yellow to nearly dark brown and easy to separate, the seed kernel was white, the aroma changed from deep fragrance to light fragrance, and the color difference between seed kernel and seed coat gradually increased. There was an overall downward trend in the moisture content and oil content. The changes of the flavor substances of kernels were divided into three stages, namely 0-60 d, 90 d, 120-180 d. The composition of fatty acids in walnut oil did not change significantly, but the relative content changed to varying degrees. The acid value and peroxide value of walnut oil increased gradually, but both did not exceed the national standard. During the freezing storage period (0-180 d), there is little change in nut quality of Wen 185, and the low temperature freezing storage effect is good.

**Key words:** Wen 185 walnut; fresh walnut; low temperature freezing; preservation

核桃 (*Juglans regia* L.), 为胡桃科胡桃属, 是

世界上普遍种植的树种之一<sup>[1]</sup>。核桃不仅营养价值高,其保健功能也较强,在市场上很受消费者青睐。当前核桃的销售方式主要有干核桃和鲜核桃,近年来鲜核桃因口感较好,受到消费者的欢迎<sup>[2]</sup>。在全国核桃市场不景气的大背景下,鲜核桃销售拓宽了核桃销售渠道,也成为核桃产业寻求突破的契机,鲜核桃的保鲜技术也逐渐成为研究的热点。

收稿日期:2022-06-15;修回日期:2023-08-30

基金项目:中央财政林业科技推广示范项目([2021] ZYTG006);陇原青年人才项目“核桃保鲜实验研究”(市委组[2019]57);甘肃省委组织部重点人才项目(2021RCXM71)

作者简介:巩芳娥(1985),女,高级工程师,硕士,主要从事核桃丰产栽培、采后保鲜贮藏、加工利用方面的工作(E-mail) 316815636@qq.com。

鲜核桃的保鲜方式有带青皮保鲜以及脱青皮冷冻保鲜两种<sup>[3]</sup>。带青皮保鲜操作要求严格,成本高且保鲜期一般不超过90 d<sup>[4]</sup>。脱青皮冷冻保鲜方式较带青皮保鲜方式操作简单,保鲜期长,保鲜效果更好<sup>[4]</sup>。王朝叶<sup>[5]</sup>研究表明,采用冷冻保鲜方式能维持鲜核桃较好的感官品质。景鑫鑫<sup>[6]</sup>研究表明,‘清香’脱青皮鲜核桃在-7~-5℃、-12~-10℃下冻藏10个月以上,其生鲜风味与贮藏前接近,且核桃油的酸值、过氧化值、皂化值与碘值均符合GB/T 22327—2008《核桃油》标准范围。陈柏等<sup>[4]</sup>研究表明,‘清香’脱青皮鲜核桃在-19~-6℃下冻藏8个月可以较好地抑制核桃坚果的霉变,以及核仁油的酸值、皂化值和过氧化值的上升。吕文静<sup>[7]</sup>研究表明,在-20℃与-40℃下冷冻贮藏,有效降低了青皮核桃的褐变,延缓了鲜核桃仁中脂肪的降解。

‘温185’核桃作为新疆主栽品种,其品质优良,深受消费者喜爱,但其主要以干果销售为主,对其鲜核桃的低温冷冻保鲜效果的研究还未见报道。本文将‘温185’脱青皮鲜核桃在-10℃冷冻贮藏180 d,研究贮藏过程中核桃仁及其油脂品质的变化,考察低温冷冻贮藏对核桃的保鲜效果,为开拓鲜核桃销售市场提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

#### 1.1.1 原料与试剂

‘温185’青皮核桃,产自新疆阿克苏地区温宿

县;10种脂肪酸甲酯混标(C16~C22);甲醇、氢氧化钠、石油醚、无水硫酸钠,均为分析纯。

#### 1.1.2 仪器与设备

PL203型电子天平,Trace 1300 ISQ气相色谱-质谱联用仪,PEN3.5电子鼻分析仪,UV 8100B紫外-可见分光光度计,LYF-602榨油机,DynamicaV18R高速冷冻离心机,T960全自动电位滴定仪,Minispec碳氢化合物含氢量测定仪,N800测色仪。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 核桃的低温冷冻贮藏

对‘温185’青皮核桃进行脱青皮、清洗、烘干,0℃预冷48 h后采用厚度为0.03 mm聚乙烯(PE)袋(规格为400 mm×600 mm)包装,在-10℃、相对湿度70%~80%条件下贮藏180 d,每隔30 d取样,经升温复味<sup>[5]</sup>后,破壳取仁测定相关指标。

#### 1.2.2 核桃油的制备

使用LYF-602榨油机将核桃仁压榨制油,离心(5 000 r/min、10 min)得核桃油,置于-20℃保存,待测。

#### 1.2.3 核桃品质指标测定

霉变率的测定:将坚果壳表面有明显可见菌丝的核桃坚果记为霉变果,霉变率为霉变果实数占果实总数的比例<sup>[8]</sup>。

感官品质评价:参照王进等<sup>[9]</sup>的方法,进行感官品质评价,评价标准见表1。

表1 感官评价标准

项目	1级	2级	3级	4级	5级
种皮颜色	浅亮黄色	暗黄色	暗褐色	褐色	黑褐色
种皮分离度	易(可轻易大片剥除)	中(可小片剥取,有残留)	难(难以剥取,有大量残留)		
种仁色泽	白色	黄白色	黄色	黄褐色	黑褐色
种仁香气	浓郁清香	清香	淡清香	微弱清香	无香气
种仁风味	香脆味浓	脆而味不浓	似脆非脆,鲜味淡	失脆,无异味	有微酸味和韧感

色差值的测定:参考卢朝婷<sup>[10]</sup>的方法,采用色差仪测定不同贮藏时间下核桃种皮和种仁的亮度值( $L^*$ )、红绿值( $a^*$ )、黄蓝值( $b^*$ ),计算其与贮藏0 d鲜核桃种皮和种仁的亮度值、红绿值、黄蓝值的差值 $\Delta L^*$ 、 $\Delta a^*$ 、 $\Delta b^*$ ,按式(1)计算色差值( $\Delta E$ )。

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (1)$$

含水率的测定:参考文献[9]测定核桃坚果及种仁含水率。

风味物质分析:参考文献[11]采用电子鼻对核桃

种仁风味物质进行分析,并进行主成分分析(PCA)。

含油率的测定:将鲜核桃种仁置于50℃下烘干至质量恒定,按文献[12]测定其含油率。

#### 1.2.4 桃核桃油品质分析

脂肪酸的组成及相对含量,参考闫辉强等<sup>[13]</sup>的方法采用GC-MS测定;酸值的测定,参照GB 5009.229—2016;过氧化值的测定,参照GB 5009.227—2016。

#### 1.2.5 数据处理与统计分析

用Excel、Origin 9.0和Winmuster进行绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 ‘温 185’脱青皮鲜核桃霉变率随贮藏时间的动态变化

霉变是鲜核桃保鲜贮藏过程中存在的主要问题<sup>[14]</sup>。试验通过考察在 $-10^{\circ}\text{C}$ 下不同贮藏时间‘温 185’脱青皮鲜核桃的霉变情况发现,冷冻贮藏 180 d,核桃坚果未发霉,表面无任何霉菌产生。陈柏等<sup>[4]</sup>在研究‘清香’脱青皮鲜核桃冷冻贮藏时也得出类似结论,其将‘清香’核桃在 $-9^{\circ}\text{C}$ 下贮藏 240 d,核桃坚果均未出现霉变。

### 2.2 ‘温 185’脱青皮鲜核桃坚果感官品质随贮藏时间的动态变化

感官品质对评价鲜核桃非常重要<sup>[9]</sup>。表 2 为‘温 185’脱青皮鲜核桃坚果感官品质随贮藏时间的动态变化。

表 2 脱青皮鲜核桃坚果感官品质随贮藏时间的动态变化

贮藏时间/d	种皮颜色(级)	种皮分离度(级)	种仁色泽(级)	种仁香气(级)	种仁风味(级)
0	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00
30	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00
60	2.00	1.20	1.00	1.00	1.00
90	2.00	1.20	1.00	1.20	1.20
120	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00
150	2.60	2.00	1.00	2.20	2.00
180	2.80	2.00	1.00	2.60	2.00

从表 2 可以看出:随着贮藏时间的延长,‘温 185’核桃的种皮颜色在 0~120 d 未发生变化,120 d 之后种皮颜色逐渐加深,到 180 d 时种皮颜色由最初的暗黄色变为接近暗褐色;种皮分离难度总体增大,贮藏 120 d 后稳定,可小片剥取,有残留,但还未达到影响鲜核桃剥皮的程度;种仁色泽在贮藏期未发生变化,均为白色;种仁香气变化表现为 0~60 d 无变化,60 d 后香气变淡;在贮藏 60 d 内种仁风味未变化,香脆味浓,90 d 后种仁风味为脆而味不浓。

### 2.3 ‘温 185’脱青皮鲜核桃种皮及种仁色差值随贮藏时间的动态变化

‘温 185’脱青皮鲜核桃种皮及种仁色差值随贮藏时间的动态变化见图 1。

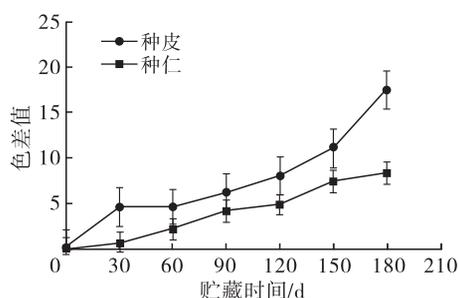


图 1 脱青皮鲜核桃种皮及种仁色差值随贮藏时间的动态变化

色泽是影响食品质量的重要因素之一,其变化范围对消费者所做的选择有重要影响<sup>[15]</sup>。从图 1 可以看出,脱青皮鲜核桃种皮和种仁的色差值随着贮藏时间的延长总体呈现逐渐增大的趋势。这与景鑫鑫<sup>[6]</sup>的研究结果一致。在整个贮藏期,种皮的色差值明显高于种仁的,变化更为明显。

### 2.4 ‘温 185’脱青皮鲜核桃坚果及种仁含水率随贮藏时间的动态变化

‘温 185’脱青皮鲜核桃坚果及种仁含水率随贮藏时间的动态变化见图 2。

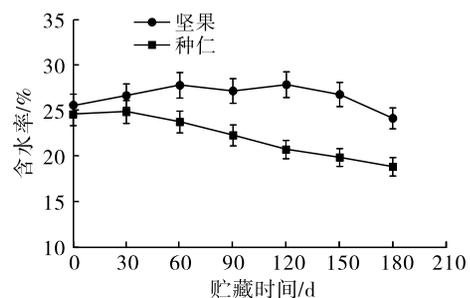


图 2 脱青皮鲜核桃坚果及种仁含水率随贮藏时间的动态变化

坚果的含水率在一定程度上反映了贮藏袋内的湿度,间接影响坚果的霉变率以及种仁的品质。种仁的含水率影响着种皮的分离度和种仁的口感,甚至是营养品质<sup>[9]</sup>。从图 2 可以看出:坚果含水率在贮藏 0~120 d 无明显变化,120 d 后随着贮藏时间的延长逐渐下降;种仁含水率在贮藏 0~30 d 无明显变化,30 d 后随贮藏时间的延长逐渐下降;种仁含水率下降幅度较坚果含水率的大。景鑫鑫<sup>[6]</sup>研究表明,‘清香’鲜核桃在 $-2\sim 0^{\circ}\text{C}$ 、 $-4\sim -2^{\circ}\text{C}$ 、 $-7\sim -5^{\circ}\text{C}$ 、 $-12\sim -10^{\circ}\text{C}$ 条件下贮藏,随着贮藏时间延长,鲜核桃的含水率均呈下降趋势。陈柏等<sup>[4]</sup>研究表明,‘清香’鲜核桃在 $(-6\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 、 $(-9\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 和 $(-19\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 下贮藏,其种仁含水率于贮藏 2 个月时均迅速下降,而在后期则均趋于平缓状态。

### 2.5 ‘温 185’脱青皮鲜核桃种仁风味物质随贮藏时间的动态变化

‘温 185’脱青皮鲜核桃种仁风味物质随贮藏时间变化的电子鼻主成分分析(PCA)见图 3。

核桃种仁的风味影响食用体验,从而影响其销售。从图 3 可以看出,随着贮藏时间的延长,脱青皮鲜核桃种仁风味物质发生明显的变化。风味物质电子鼻 PCA1 的贡献率为 72.01%,PCA2 的贡献率是 16.99%,总贡献率为 89.00%,PCA1 起主要作用,PCA2 起次要作用。在 PCA1 上方向来看,贮藏 90 d 种仁的风味物质与其他贮藏时间的相距较远,贮藏

0~60 d 的距离较近,贮藏 150 d 的与贮藏 180 d 的互相靠近,且与贮藏 120 d 的距离较近。因此,‘温 185’脱青皮鲜核桃在冷冻贮藏期间,其种仁风味物质成分的变化可分为 3 个阶段,即 0~60 d、90 d、120~180 d。

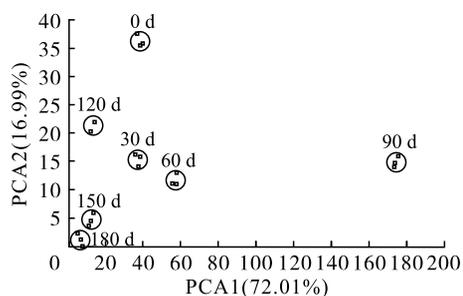


图3 脱青皮鲜核桃种仁风味物质随贮藏时间动态变化的 PCA 图

## 2.6 ‘温 185’脱青皮鲜核桃种仁含油率随贮藏时间的动态变化

‘温 185’脱青皮鲜核桃种仁含油率随贮藏时间的动态变化见图 4。

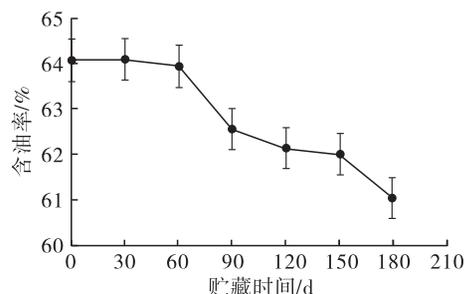


图4 脱青皮鲜核桃种仁含油率随贮藏时间的动态变化

从图 4 可以看出,在贮藏 60 d 内脱青皮鲜核桃种仁含油率无明显变化,60 d 后含油率下降。经过 180 d 的贮藏,含油率由最初的 64.08% 下降至 61.02%。

## 2.7 ‘温 185’脱青皮鲜核桃核桃油脂肪酸组成及相对含量随脱青皮鲜果贮藏时间的动态变化

鲜核桃在保鲜贮藏过程中脂肪酸的变化与自身的氧化、代谢以及转化损失有关<sup>[16]</sup>。‘温 185’脱青皮鲜核桃核桃油脂肪酸组成及相对含量随脱青皮鲜果贮藏时间的动态变化见表 3。

表3 脱青皮鲜核桃核桃油脂肪酸组成及相对含量随脱青皮鲜果贮藏时间的动态变化

脂肪酸	相对含量/%						
	0 d	30 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d
棕榈酸	7.37	7.47	7.70	7.61	7.63	7.62	7.38
9-十六碳烯酸	0.13	0.09	0.13	0.09	0.13	0.13	0.10
十七碳酸	0.07	0.08	0.06	0.08	0.07	0.08	-
9-十七碳一烯酸	0.05	-	0.04	-	0.04	0.04	-
硬脂酸	2.73	2.78	2.74	2.85	2.77	2.79	2.75
油酸	15.49	15.58	15.73	15.21	15.45	15.84	15.91
亚油酸	59.05	58.31	58.06	58.29	57.74	58.02	57.99
亚麻酸	14.59	15.02	15.23	15.49	15.23	15.03	14.61
二十烷酸	0.10	0.09	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09
9-二十碳烯酸	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16
饱和脂肪酸	10.27	10.42	10.60	10.63	10.56	10.58	10.22
不饱和脂肪酸	89.49	89.17	89.36	89.25	88.76	89.23	88.77

从表 3 可以看出,随贮藏时间延长,‘温 185’核桃油棕榈酸相对含量呈先上升后下降的趋势,油酸相对含量整体呈升高趋势,亚油酸相对含量整体呈下降趋势,亚麻酸相对含量呈先上升后下降的趋势,其他脂肪酸相对含量无明显变化。景鑫鑫<sup>[6]</sup>通过对在 -12~-10℃ 条件下贮藏的‘清香’脱青皮鲜核桃核桃油的脂肪酸变化研究发现,棕榈酸含量有小幅度的上下波动,硬脂酸、油酸含量总体下降,亚油酸含量上升,亚麻酸含量先上升后下降,亚麻酸含量的变化与本文的研究结果一致,总之,‘温 185’脱青皮鲜核桃在贮藏过程中其油脂的脂肪酸相对含量存在差异,但组成保持不变,与努尔买买提·阿布地热木<sup>[17]</sup>、苏彦苹<sup>[18]</sup>等的研究结果相似。

## 2.8 ‘温 185’脱青皮鲜核桃核桃油酸值随脱青皮鲜果贮藏时间的动态变化

‘温 185’脱青皮鲜核桃核桃油酸值随脱青皮鲜果贮藏时间的动态变化见图 5。

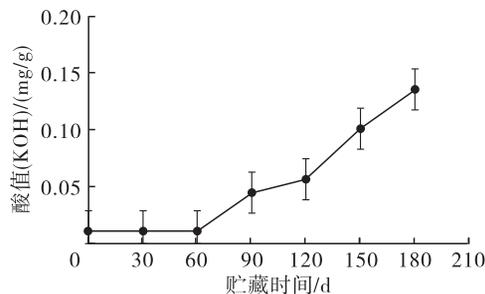


图5 脱青皮鲜核桃核桃油酸值随脱青皮鲜果贮藏时间的动态变化

从图5可知,在‘温185’脱青皮鲜果贮藏0~60 d时核桃油酸值保持不变,60 d后随着贮藏时间的延长呈上升趋势,但均未超过GB/T 22327—2019一级核桃油酸值(KOH)标准( $\leq 1.0$  mg/g)。酸值的升高主要是由于种仁中的脂肪酶水解脂肪,积累脂肪酸导致<sup>[12]</sup>。

### 2.9 ‘温185’脱青皮鲜核桃核桃油过氧化值随脱青皮鲜果贮藏时间的动态变化

‘温185’脱青皮鲜核桃核桃油过氧化值随脱青皮鲜果贮藏时间的动态变化见图6。

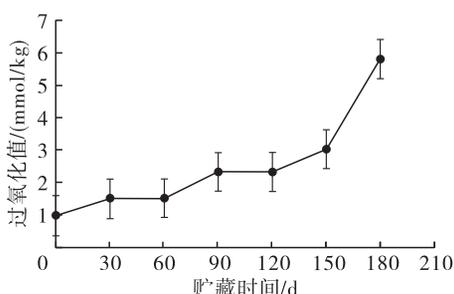


图6 脱青皮鲜核桃核桃油过氧化值随脱青皮鲜果贮藏时间的动态变化

从图6可知,随脱青皮鲜果贮藏时间的延长,其核桃油的过氧化值逐渐增大,且在150 d后急剧增大,180 d时未超过GB 2716—2018《食品安全国家标准 植物油》要求( $\leq 0.25$  g/100 g)。这一结果与陈柏<sup>[4]</sup>、景鑫鑫<sup>[6]</sup>、卢朝婷<sup>[10]</sup>等的研究相似。

### 3 结论

(1) ‘温185’脱青皮鲜核桃在低温冷冻贮藏的0~180 d,坚果无霉变;种皮颜色由暗黄色变为接近暗褐色;种皮分离难度增加,种仁呈白色;风味由浓郁清香逐渐变为淡清香;种皮和种仁色差值逐渐增加,坚果、种仁含水率和种仁含油率降低。冷冻贮藏期内核桃种仁风味物质的变化分为0~60 d、90 d、120~180 d 3个阶段。

(2) ‘温185’脱青皮鲜核桃低温冷冻贮藏180 d内,其核桃油亚油酸、不饱和脂肪酸相对含量整体呈下降趋势,油酸相对含量整体呈上升趋势,棕榈酸、亚麻酸、饱和脂肪酸相对含量呈先上升后下降的趋势,酸值和过氧化值均呈上升趋势,但均未超出国标要求。

### 参考文献:

[1] 吕文静. 冻藏温度对核桃鲜果贮藏品质的影响[D]. 陕

西 杨凌:西北农林科技大学,2019.

- [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] 王一峰,王明霞,赵淑玲,等. 贮藏期间不同品种(系)青皮核桃的品质变化[J]. 经济林研究,2020,38(3):136-144.
- [4] 陈柏,颜敏华,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.
- [5] 王朝叶. 冻藏条件对鲜核桃抗氧化性及品质的影响[D]. 陕西 杨凌:西北农林科技大学,2019.
- [6] 景鑫鑫. 温度和采收期对去青皮鲜核桃冻藏品质的影响[D]. 兰州:甘肃农业大学,2019.
- [7] 吕文静. 冻藏温度对核桃鲜果贮藏品质的影响[D]. 陕西 杨凌:西北农林科技大学,2019.
- [8] 李盼. 气调及保鲜剂处理对湿鲜核桃品质影响与生理机制研究[D]. 陕西 杨凌:西北农林科技大学,2018.
- [9] 王进,蒋柳庆,马惠玲,等. ClO<sub>2</sub> 和 1-MCP 对青皮核桃二步贮藏的效应[J]. 中国食品学报,2015,15(3):137-145.
- [10] 卢朝婷. 鲜食核桃仁贮藏保鲜技术研究[D]. 成都:西华大学,2019.
- [11] 巩芳娥,虎云青,任志勇,等. 电子鼻对陇南核桃主栽品种风味物质的研究[J]. 中国林副特产,2020(5):1-6.
- [12] 巩芳娥,虎云青,高瑞琴,等. 甘肃陇南‘香玲’核桃成熟过程中表型特征、脂肪酸组成与含量的变化[J]. 中国油脂,2021,46(3):34-38,51.
- [13] 闫辉强,后春静,马君义,等. 不同品种和成熟度的油橄榄果表型性状与脂肪酸组成及含量分析[J]. 中国油脂,2019,44(4):105-111.
- [14] 李慧芸,李蒙蒙,余琼,等. 纳他霉素结合壳聚糖保鲜对鲜食核桃霉变及采后生理的影响[J]. 农产品加工,2019(1):23-26.
- [15] 徐赟,戚文元,岳玲,等. 高能电子束辐照处理对几种进口水果表皮色泽的影响[J]. 保鲜与加工,2013,13(2):13-16.
- [16] 王晓燕,张志华,李月秋,等. 核桃品种中脂肪酸的组成与含量分析[J]. 营养学报,2004,26(6):499-501.
- [17] 努尔买买提·阿布地热木,龙建春,阿力木·阿木提,等. 温185、新新2号核桃及后代坚果脂肪酸含量比较[J]. 中国粮油学报,2018,33(11):52-60.
- [18] 苏彦苹,赵爽,李保国,等. 6个新疆核桃优系核仁营养评价[J]. 中国粮油学报,2017,32(1):59-66,73.