

“新新 2 号”去青皮鲜核桃冻藏条件下的品质变化

巩芳娥, 虎云青, 徐 丽, 张 波, 赵 婷, 杜倩倩

(陇南市经济林研究院核桃研究所, 甘肃 陇南 746000)

摘要:测定“新新 2 号”去青皮鲜核桃冻藏过程中的品质变化, 为鲜核桃贮藏保鲜提供理论依据。结果表明: 鲜核桃在整个贮藏期间(180 d)维持了较好的感官品质; 随着贮藏时间的延长, 鲜核桃坚果和种仁含水率均下降, 种皮色差增大, 种仁含油率下降; 通过电子鼻检测, 根据鲜核桃中油脂风味物质变化情况分为 0~60、90、120~180 d 3 个阶段, 风味物质在不同阶段间差异较大, 在同一阶段内差异不明显; 随着鲜核桃贮藏时间的延长, 鲜核桃中油脂饱和脂肪酸含量上升, 不饱和脂肪酸含量下降, 油脂酸价和过氧化值均增大。由上可知, “新新 2 号”去青皮鲜核桃在-10 °C 条件下贮藏 180 d 仍具有较好的贮藏品质。

关键词:“新新 2 号”; 鲜食核桃; 冻藏; 品质

Quality Changes of ‘Xinxin 2’ Peeled Fresh Walnuts during Frozen Storage

GONG Fang-e, HU Yun-qing, XU Li, ZHANG Bo, ZHAO Ting, DU Qian-qian

(Longnan Economic Forest Research Institute Walnut Research Institute, Longnan 746000, China)

Abstract: In order to provide a theoretical basis for fresh walnut storage, the quality changes of ‘Xinxin 2’ peeled fresh walnuts during freezing storage were determined. The results showed that fresh walnuts maintained good sensory quality throughout the storage period (180 d); with the extension of the storage period, the moisture content of fresh walnut nuts and kernels decreased, the color difference of seed coats increased, and the oil content of kernels decreased. The electronic nose detection showed that according to the change of oil flavor substances in fresh walnut, the storage period was divided into three stage: 0~60 d, 90 d, 120~180 d. And the difference in flavor substances between three stages was large, but not obvious within the same stage. The content of oil saturated fatty acids in fresh walnuts increased, but the content of unsaturated fatty acids decreases; both acid value and peroxide value of oil increased. ‘Xinxin 2’ peeled fresh walnuts had a better preservation quality when stored at -10 °C for 180 days.

Key words: ‘Xinxin 2’; fresh walnut; frozen storage; quality

中图分类号: S664.1

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1009-6221.2022.07.002

基金项目: 中央财政林业科技推广示范项目([2021]ZYTG006); 陇原青年创新创业人才项目

作者简介: 巩芳娥(1985—), 女, 汉族, 硕士, 高级工程师, 主要从事核桃丰产栽培、采后处理方面的研究工作。

核桃是人们生活中常见的坚果,其营养丰富,通常以食用干果为主。但有研究表明,鲜食核桃的风味、口感、营养价值和抗氧化能力均优于干核桃^[1-2]。鲜核桃加工中营养损耗少,其独特的口感和较高的营养价值与保健功能备受消费者青睐,需求量连年上升,具有较大的市场前景^[3-4]。但是鲜核桃保鲜期较短,贮藏过程中品质易下降^[5-7]。冻藏技术是一种能延长果蔬货架期的安全高效的方法。有学者对冻藏在核桃上的应用进行了相关研究,结果表明,采用冻藏方法保鲜青皮鲜核桃简单易操作,在贮藏期间鲜核桃品质变化较小,且保鲜期可达8个月^[8-11]。

“新新2号”核桃品种具有早实、薄皮、味美、出仁率高、整仁易取和抗逆性强等特点,为南疆核桃主产区的主栽品种,因其优良的性状及抗性,在我国所有地区均有栽培^[12-13]。目前对去青皮鲜核桃保鲜的研究多集中在“清香”“香玲”“中林”“西扶系列”等品种上^[8-10],对“新新2号”的研究较少。针对“新新2号”,王萍等^[13]研究了包装处理对其种仁贮藏品质的影响,但“新新2号”去青皮鲜核桃在冻藏条件下的贮藏保鲜效果尚未见报道。

本试验研究“新新2号”去青皮鲜核桃在-10℃、相对湿度70%~80%条件下贮藏的品质变化,以期为核桃鲜果冷冻贮藏提供理论依据和技术支撑。

1 材料与方 法

1.1 材料与设备

1.1.1 材料与试剂

“新新2号”去青皮鲜核桃,产自新疆阿克苏地区温宿县。

10种脂肪酸甲酯混标(C16~C22),美国NU-CHEK-PREP公司;石油醚、甲醇、氢氧化钠,天津市富宇精细化工有限公司;无水硫酸钠,四川西陇化工厂有限公司;以上试剂均为分析纯。

1.1.2 仪器与设备

PL203型电子天平,梅特勒-托利多(上海)仪器有限公司;Trace1300ISQ气相色谱-质谱联用仪,赛默飞世尔科技(中国)有限公司;PEN3.5电子鼻分析仪,德国AIRSENSE公司;T960全自动电位滴定仪,济南海能仪器股份有限公司;UV8100B紫外-可见分光光度计,北京莱伯泰科仪器有限公司;LYF-602榨油机,东莞市民健电器实业有限公司;DynamicaV18R高速冷冻离心机,天美(中国)科析仪器有限公司;Minispec碳氢化合物含氢量测定仪,德国布鲁克公司;N800测色仪,深圳三恩驰科技有限公司。

1.2 方 法

1.2.1 鲜核桃的处理方法

鲜核桃烘干种壳表面水分,预冷后采用30 μm厚聚乙烯(PE)袋(400 mm×600 mm)包装,2.5 kg/袋,于-10℃、相对湿度70%~80%下贮藏(共180 d),出库时经升温复味后测定相关指标。

1.2.2 核桃油的提取方法

冷榨:使用LYF-602榨油机压榨种仁取得核桃毛油,核桃毛油在5 000 r/min条件离心10 min后用吸管吸取上层油脂,-20℃储存待测。

1.2.3 测定项目与方法

1.2.3.1 发霉率

每30 d记录核桃样品中种壳表面发霉坚果的数量,计算核桃发霉率,计算公式如下:

$$\text{发霉率}(\%) = \frac{\text{发霉核桃个数}}{\text{核桃总个数}} \times 100$$

1.2.3.2 核桃仁感官品质评定

参照王进等^[14]的方法进行评定。

1.2.3.3 色差

采用色差仪对鲜核桃种皮、种仁的颜色进行测定。每批次取果30个,每个样品测2个点。将测定的色度与贮藏初始时种仁及种皮颜色进行比较,以色差(ΔE)值表示核桃的种皮、种仁色差变化。

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

1.2.3.4 含水率

记录核桃坚果及破壳后鲜核仁的质量(g),然后于80℃烘箱中烘4 h左右至恒质量,记录相应干质量,种仁及坚果含水率计算公式如下:

$$\text{种仁含水率}(\%) = \frac{\text{鲜种仁质量} - \text{干种仁质量}}{\text{鲜种仁质量}} \times 100$$

$$\text{坚果含水率}(\%) = \frac{\text{鲜果质量} - \text{干果质量}}{\text{鲜果质量}} \times 100$$

1.2.3.5 含油率

将鲜种仁在50℃下烘干至恒重,采用碳氢化合物含氢量测定仪测定其含油率^[14]。

1.2.3.6 脂肪酸组成与含量

参考巩芳娥等^[15]的方法进行测定。

1.2.3.7 油脂酸价

参照GB 5009.229—2016^[16]中的方法进行测定。

1.2.3.8 油脂过氧化值

参照GB 5009.227—2016^[17]中的方法进行测定。

1.2.3.9 电子鼻风味识别与区分

参考闫辉强等^[18]的方法进行检测。

1.2.4 数据处理

采用SIMCA 14.1进行HCA分析,应用Winmuster

进行绘图,结果以 $\bar{x}\pm s$ 表示, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果与分析

2.1 核桃坚果发霉率在贮藏期间的变化

从试验结果来看,“新新2号”去青皮鲜核桃在冷冻贮藏的0~180 d,核桃坚果发霉率均为0,坚果表面无任何霉菌产生。这一结果与陈柏等^[10]的研究结果相似,其研究表明去青皮鲜湿核桃在-9℃条件下贮藏0~240 d,坚果发霉指数均为0。这可能是因为低温冷冻降低了果蔬组织中的水分活性,在抑制微生物生长的同时降低了酶的活性^[7],从而抑制了去青皮鲜核桃的发霉,保持了其商品性^[10]。

2.2 核桃仁感官品质在贮藏期间的变化

由表1可知:“新新2号”去青皮鲜核桃在贮藏过程中,随时间的延长种皮颜色逐渐加深;种皮分离度和种仁色泽无变化;风味在贮藏后期增加,香气逐渐变淡,评价级别逐渐增大。贮藏期间种皮颜色逐渐加深,风味下降,评价级别增大,由最初的香脆味浓变为脆而味不浓,这与王朝叶^[8]、景鑫鑫^[9]、陈柏等^[10]、卢朝婷^[19]的研究结果相似;种皮分离度的变化与陈柏等^[10]的研究结果不同,可能是因为试验材料的品种、种皮厚度、种皮韧性以及种皮含水率不同所致;去青皮鲜核桃在整个贮藏期间均能维持较好的感官品质,这与王朝叶^[8]的研究结果一致。

表1 核桃仁感官品质在贮藏期间的变化

Table 1 Changes of sensory quality of walnut kernel during storage

贮藏时间/d	种皮颜色/级	种皮分离度/级	种仁色泽/级	香气/级	风味/级	综合评分/级
0	1.2	1.00	1.00	1.2	1.0	1.05
30	1.4	1.00	1.00	1.6	1.0	1.12
60	1.4	1.00	1.00	1.6	1.0	1.12
90	1.8	1.00	1.00	1.6	1.0	1.21
120	2.6	1.00	1.00	2.0	1.4	1.50
150	2.6	1.00	1.00	2.0	1.4	1.50
180	2.8	1.00	1.00	2.0	1.4	1.53

2.3 核桃种皮、种仁色差在贮藏期间的变化

由图1可以看出,与初始采摘的核桃相比,“新新2号”去青皮鲜核桃随着贮藏时间的延长,种皮和种仁的色差值都呈现逐渐上升趋势。其中贮藏90 d后,种皮色差值比种仁色差值变化更加明显。其表现为:种皮色差值在0~90 d缓慢增大,种皮颜色逐渐加深;

90~120 d快速上升;120~180 d种皮颜色加深的速度逐渐缓慢。贮藏期间种皮 ΔE 值逐渐增大,这与王朝叶^[8]、陈柏等^[10]、李盼^[3]的研究结果相似。

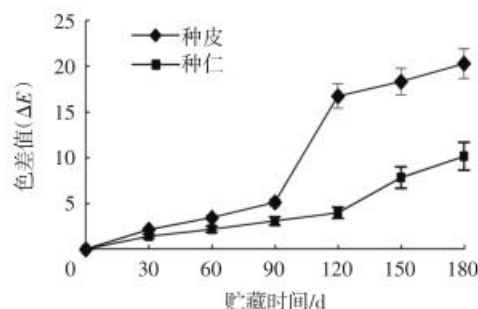


图1 核桃贮藏期间种皮及种仁色差的变化

Fig.1 The changes of color difference of walnut seed coat and kernel during storage

2.4 核桃坚果、种仁含水率在贮藏期间的变化

由图2可以看出,“新新2号”去青皮鲜核桃坚果和种仁含水率均呈前期基本不变,后期下降趋势。这与景鑫鑫^[9]、陈柏等^[10]的研究结果相似。核桃含水率下降可能是因为低温冷冻使鲜核桃内部出现结晶,解冻后汁液外流出现脱水现象,导致较低温度下贮藏的鲜核桃失水更严重^[9]。

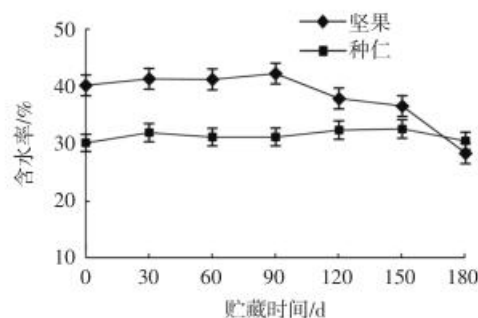


图2 核桃坚果及种仁含水率在贮藏期间的变化

Fig.2 The change of the moisture content of walnut nuts and seeds during storage

2.5 核桃种仁含油率在贮藏期间的变化

由图3可以看出,随着贮藏时间的延长,“新新2号”去青皮鲜核桃种仁含油率从第60天开始呈下降趋势。这与景鑫鑫^[9]、陈柏等^[10]、卢朝婷^[19]、李盼^[3]的研究结果相似。含油率的下降可能是在贮藏过程中,油脂发生氧化酸败,分解成醛、酮类物质,从而导致其含量逐渐减少^[20]。

2.6 核桃贮藏期间其油脂中脂肪酸成分及含量的变化

由表2可以看出:“新新2号”去青皮鲜核桃随贮藏期的延长,其所含油脂中9-十六碳烯酸、十七碳-9-十七碳-烯酸、二十烷酸、9-二十碳烯酸含

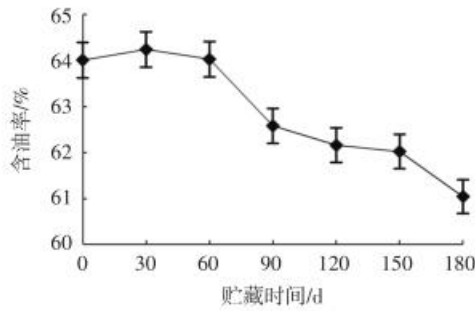


图3 核桃种仁含油率在贮藏期间的变化

Fig.3 The changes of oil content in walnut kernel during storage

量无明显变化规律;棕榈酸含量先下降再上升然后再下降;硬脂酸含量逐渐增加,初始含量为 2.55%±0.03%,第 180 天时含量为 3.61%±0.14%;油酸含量

先下降再上升再下降,初始含量为 17.67%±0.01%,第 180 天时含量为 17.46%±0.08%;亚油酸含量逐渐下降趋势,初始含量为 58.95%±0.14%,第 180 天时含量为 57.94%±0.02%;亚麻酸含量变化与油酸含量变化相似,初始含量为 13.64%±0.12%,第 180 天时含量为 12.51%±0.35%;饱和脂肪酸含量呈逐渐增加趋势,初始含量为 9.87%±0.05%,第 180 天时含量为 10.88%±0.24%;不饱和脂肪酸含量逐渐下降,初始含量为 90.65%±0.01%,第 180 天时含量为 88.26%±0.02%;多不饱和脂肪酸含量变化趋势与不饱和脂肪酸含量变化趋势一致。棕榈酸、硬脂酸、油酸、亚油酸、亚麻酸含量变化同景鑫鑫^[9]研究结果不同,可能是由核桃品种、贮藏条件、出库时升温复味差异引起的。

表2 核桃贮藏期间其油脂中脂肪酸成分及含量
Table 2 The fatty acid composition and content in walnut oil during storage

单位:%

脂肪酸	贮藏时间/d						
	0	30	60	90	120	150	180
棕榈酸	7.12±0.05	6.97±0.04	6.83±0.04	7.06±0.06	7.15±0.05	7.11±0.03	7.08±0.24
9-十六碳烯酸	0.15±0.01	0.15±0.01	0.12±0.01	0.13±0.01	0.14±0.01	0.13±0.00	—
十七碳	0.08±0.01	0.07±0.01	0.09±0.02	0.07±0.01	0.07±0.01	0.07±0.00	—
9-十七碳-烯酸	0.05±0.01	0.04±0.01	0.04±0.01	0.06±0.01	0.05±0.01	—	—
硬脂酸	2.55±0.03	3.22±0.03	3.28±0.15	3.34±0.01	3.47±0.04	3.54±0.02	3.61±0.14
油酸	17.67±0.01	17.21±0.01	16.77±0.02	16.99±0.02	17.61±0.01	17.56±0.01	17.46±0.08
亚油酸	58.95±0.14	58.7±0.23	59.08±0.25	58.64±0.16	57.69±0.16	57.87±0.10	57.94±0.02
亚麻酸	13.64±0.12	13.2±0.12	13.13±0.24	13.27±0.11	13.44±0.12	13.24±0.09	12.51±0.35
二十烷酸	0.12±0.01	0.11±0.01	0.12±0.02	0.12±0.01	0.12±0.01	—	—
9-二十碳烯酸	0.19±0.01	0.17±0.01	0.19±0.01	0.18±0.02	0.18±0.02	0.18±0.01	0.17±0.01
饱和脂肪酸	9.87±0.05	10.17±0.04	10.32±0.04	10.59±0.06	10.81±0.05	10.83±0.03	10.88±0.24
不饱和脂肪酸	90.65±0.01	89.47±0.02	89.33±0.01	89.27±0.01	89.11±0.01	89.02±0.01	88.26±0.02
单不饱和脂肪酸	18.06±0.00	17.57±0.01	17.12±0.02	17.36±0.02	17.98±0.01	17.91±0.02	17.81±0.01
多不饱和脂肪酸	72.59±0.01	72.36±0.01	72.21±0.01	71.91±0.01	71.13±0.01	71.11±0.02	70.45±0.01

注:—表示未检出。

2.7 核桃贮藏期间其油脂酸价的变化

由图 4 可知,核桃油脂酸价在贮藏期间随时间的

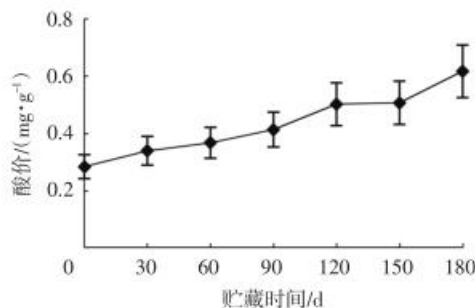


图4 核桃贮藏期间其油脂酸价的变化

Fig.4 The change of walnut acid value during storage

延长呈逐渐上升的变化趋势。这与景鑫鑫^[9]、陈柏等^[10]、卢朝婷^[19]、李盼^[3]的研究结果一致。酸价上升的原因可能是由于种仁中的脂肪酶水解脂肪使脂肪酸积累所致^[19]。

2.8 核桃贮藏期间其油脂过氧化值的变化

由图 5 可知,核桃油脂过氧化值随贮藏时期的延长整体呈上升趋势,这与景鑫鑫^[9]、陈柏^[10]、李盼^[3]、耿阳阳等^[5]的研究结果一致。过氧化值的升高可能是因为油脂中的不饱和脂肪酸在贮藏过程中受环境条件影响而发生氧化,产生氢过氧化物所致^[19,21]。

2.9 核桃贮藏期间其油脂风味物质的变化

核桃油脂经电子鼻分析后的结果如图 6 所示。油

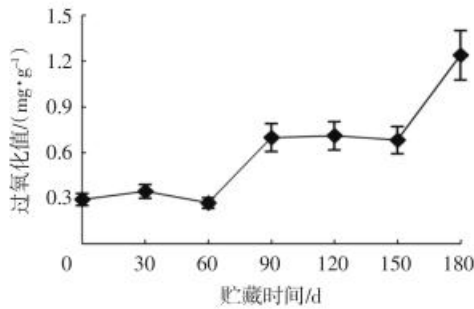


图5 核桃贮藏期间其油脂过氧化值的变化
Fig.5 The change of walnut peroxide value during storage

脂风味物质线性判别分为主成分1和主成分2,主成分1的贡献率为93.74%,主成分2的贡献率是3.92%,总贡献率为97.66%,说明试验结果可排除其他因素,试验结果可信。每个时期风味物质相互独立,无交叉重叠,说明不同时期的风味物质不完全相同。其中0、30、60 d在主成分1和主成分2方向上互接近,说明0~60 d核桃油脂中风味物质相似;120、150、180 d均在主成分1方向上接近,可视为120~180 d风味物质相似;90 d时与其余时间距离较远。故核桃油风味物质变化的3个阶段为0~60、90、120~180 d。

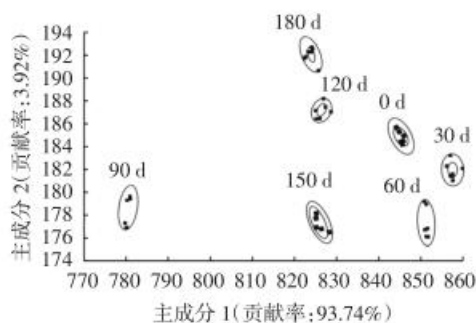


图6 核桃贮藏期间其油脂风味物质变化的LDA分析
Fig.6 LDA analysis of change in walnut oil flavor compounds during storage

3 结论

(1)“新新2号”去青皮鲜核桃在-10℃条件下贮藏0~180 d,坚果无发霉,冻藏核桃经升温复味后,种仁色泽及种皮的分离程度无变化,种皮色泽加深,种仁香味逐渐变淡,由浓郁清香变为清香,风味由香脆味浓变为脆而味不浓。坚果和种仁含水率逐渐下降,种皮色差值增大。

(2)随着贮藏时间的延长,种仁含油率逐渐下降;根据油脂中风味物质变化情况分为0~60、90、120~180 d 3个阶段,各阶段间差异明显,同一阶段内差异不明显。

(3)随着贮藏时间的延长,油脂中硬脂酸、饱和脂肪酸含量上升,亚油酸、亚麻酸、不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸含量下降;酸价和过氧化值逐渐增大。

综上,“新新2号”去青皮鲜核桃采用PE30袋,2.5 kg/袋包装,-10℃、相对湿度70%~80%条件下贮藏180 d保鲜效果较好。

参考文献:

- [1] 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.DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.2011.03.008.
- [2] 孙媛,张平平,王志永,等.鲜干核桃的营养成分测定及品质评价[J].天津农学院学报,2014(3):21-24.DOI:10.3969/j.issn.1008-5394.2014.03.006.
- [3] 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].杨凌:西北农林科技大学,2018.
- [4] 董慧,鲁周民,马艳萍,等.辐照对核桃果实冷藏生理与品质的影响[J].食品科学,2016,37(20):228-233.DOI:10.7506/spkx.1002-6630-201620039.
- [5] 耿阳阳,张彦雄,胡译文,等.鲜食核桃研究进展[J].食品工业科技,2016,37(16):396-399.DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2016.16.070.
- [6] 吕文静.冻藏温度对核桃鲜果贮藏品质的影响[D].杨凌:西北农林科技大学,2019.
- [7] 姚镭栓.预处理、冻藏及解冻方法对速冻青菜营养品质的影响[D].杭州:浙江大学,2014.
- [8] 王朝叶.冻藏条件对鲜核桃抗氧化性及品质的影响[D].杨凌:西北农林科技大学,2019.
- [9] 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.
- [10] 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.DOI:10.14067/j.cnki.1003-8981.2019.03.010.
- [11] 陈柏,颜敏华,吴小华,等.冻藏环境下不同品种去青皮鲜核桃品质变化的研究[J].保鲜与加工,2021,21(11):9-15.DOI:10.3969/j.issn.1009-6221.2021.11.002.
- [12] 胡国俊.新新2号核桃根施氮磷钾肥的产量与品质效应[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2015.DOI:10.7666/d.Y2886646.
- [13] 王萍,宋丽军,陆健等.包装处理对阿克苏地区鲜食核桃贮藏品质的影响[J].食品与机械,2016(5):137-143,181.DOI:10.13652/j.issn.1003-5788.2016.05.033.
- [14] 王进,蒋柳庆,马惠玲,等. ClO₂ 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.DOI:10.16429/j.1009-7848.2015.03.018.
- [15] 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(3):34-38,51.DOI:10.19902/j.cnki.zgyz.1003-7969.2021.03.008.

(下转第20页)

2013. DOI:10.7666/d.D329392.
- [22] 陈学玲, 杨晓庆, 范传会, 等. 二氧化氯和臭氧杀菌处理对菜心贮藏品质的影响[J]. 食品研究与开发, 2020, 41(9): 98-102. DOI:10.12161/j.issn.1005-6521.2020.09.016.
- [23] 张晶琳, 班兆军, 杨相政, 等. 不同间隔时间预冷对蒜薹贮藏期品质的影响[J]. 西华大学学报(自然科学版), 2018, 37(5): 46-50, 55. DOI:10.3969/j.issn.1673-159X.2018.05.010.
- [24] 王静静, 谭月强, 张自坤, 等. 9个菜心品种耐寒性评价与聚类分析[J]. 山东农业科学, 2017, 49(5): 23-26. DOI:10.14083/j.issn.1001-4942.2017.05.004.
- [25] 伍思良, 张钦发, 陈于陇, 等. 不同温度对有孔保鲜袋包装芥蓝品质的影响[J]. 食品工业科技, 2013, 34(9): 324-327, 331. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2013.09.048.
- [26] 陈学玲, 何建军, 范传会, 等. 薄膜包装对菜心贮藏品质的影响[J]. 包装工程, 2019, 40(23): 1-6. DOI:10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.23.001.
- [27] 朱东兴, 曹峰丽, 郁达, 等. 叶菜采后生理与贮藏保鲜研究及应用[J]. 保鲜与加工, 2006, 6(1): 3-6. DOI:10.3969/j.issn.1009-6221.2006.01.004.
- [28] 司徒满泉, 赖健, 范梅红, 等. 臭氧水处理结合冷藏对采后菜心保鲜效果的影响[J]. 食品科技, 2017, 42(10): 60-64.
- [29] XU F, JIN X, ZHANG L, et al. Investigation on water status and distribution in broccoli and the effects of drying on water status using NMR and MRI methods[J]. Food Research International, 2017, 96: 191-197. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.03.041.
- [30] CHEN Y, WANG H, XU Y, et al. Effect of treatment with dimethyl dicarbonate on microorganisms and quality of Chinese cabbage[J]. Postharvest Biology and Technology, 2013, 76: 139-144. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2012.10.005.
- [31] 孔俊豪, 孙庆磊, 涂云飞, 等. 多酚氧化酶酶学特性研究及其应用进展[J]. 中国野生植物资源, 2011(4): 13-17. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9690.2011.04.003.
- [32] 杨腾达, 陈于陇, 曾凡坤, 等. 真空预冷调控桑叶采后木质化的机理初探[J]. 现代食品科技, 2021, 37(4): 131-138. DOI:10.13982/j.mfst.1673-9078.2021.4.0839.
- [33] HE Y, FAN G J, WU C E, et al. Influence of packaging materials on postharvest physiology and texture of garlic cloves during refrigeration storage[J]. Food Chemistry, 2019, 298(15). DOI:10.1016/j.foodchem.2019.125019.

收稿日期:2022-01-11

(上接第13页)

- [16] 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,2016.
- [17] 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,2016.
- [18] 闫辉强, 马君义, 吕孝飞, 等. GC-MS 与 E-Nose 结合 PCA 和 HCA 用于陇南橄榄油品质研究[J]. 中国油脂, 2020, 45(2): 44-49, 58. DOI: 10.12166/j.zgyz.1003-7969/2020.02.009.
- [19] 卢朝婷. 鲜食核桃仁贮藏保鲜技术研究[D]. 成都:西华大学, 2019. DOI:10.27411/d.cnki.gscgc.2019.000383.
- [20] 周柏玲, 李蕾, 孙秋雁, 等. 玉米醇溶蛋白复合膜包衣对核桃仁酸败抑制效果的研究[J]. 农业工程学报, 2004, 20(3): 180-183. DOI:10.3321/j.issn:1002-6819.2004.03.043.
- [21] 廖和善, 郑为完, 龙吉云, 等. 以丁酸单双甘油酯为乳化剂制备饲用脂肪粉[J]. 粮食与饲料工业, 2010(6): 45-47. DOI:10.3969/j.issn.1003-6202.2010.06.015.

收稿日期:2021-11-15