

不同贮藏条件下核桃及其油脂品质的变化分析

蒲成伟, 阚欢, 刘云

(西南林业大学 林学院, 昆明 650224)

摘要:研究了不同贮藏条件对核桃及其油脂品质的影响。将新鲜核桃分别贮藏于常温、低温、蜡封与保鲜袋包装中,通过测定核桃水分含量、粗蛋白质含量、粗脂肪含量、脂肪酶活力以及核桃油酸值、过氧化值、脂肪酸组成,分析不同贮藏条件对核桃及其油脂品质的影响。结果表明:核桃油中饱和脂肪酸约占9%,不饱和脂肪酸含量高达约91%;蜡封贮藏条件下的核桃在贮藏90 d后,水分含量、粗蛋白质含量、粗脂肪含量下降速率最慢,分别减少8.09、0.7、2.16个百分点,核桃油酸值(KOH)与过氧化值增长速率较慢,分别为0.44 mg/g、2.19 meq/kg;蜡封贮藏条件下核桃脂肪酶活力先上升后下降,且整体活性较低;蜡封贮藏条件下核桃油中不饱和脂肪酸含量下降幅度最低,为1.03个百分点。在降低温度的基础上采用蜡封的密封方式,能够一定程度上隔绝氧气,对核桃及其油脂的保存有积极意义。

关键词:核桃;贮藏;油脂;品质

中图分类号:TS225.1;TS205

文献标识码:A

文章编号:1003-7969(2018)02-0046-05

Analysis of quality changes of walnut and walnut oil under different storage conditions

PU Chengwei, KAN Huan, LIU Yun

(College of Forestry, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

Abstract: The effects of different storage conditions on the qualities of walnut and walnut oil were studied. Fresh walnuts were stored under four different storage conditions, such as normal temperature, low temperature, wax-sealing package and fresh-keeping bag package. Through the determination of moisture content, crude protein content, crude fat content and lipase activity of walnut, and acid value, peroxide value and fatty acid composition of walnut oil, the effects of different storage conditions on the qualities of walnut and walnut oil were analyzed. The results showed that saturated fatty acid content accounted for about 9% in walnut oil, and unsaturated fatty acid content was up to 91%. The decrease rates of contents of moisture, crude protein, and crude fat in walnut in wax-sealing package after storing for 90 d were the slowest with 8.09, 0.7, 2.16 point percentage, respectively, and acid value and peroxide value of walnut oil had the slowest growth rates with 0.44 mgKOH/g and 2.19 meq/kg respectively. Lipase activity of walnut in wax-sealing package increased at first and then decreased, and overall activity was low. The content of unsaturated fatty acid in walnut oil in wax-sealing package had the lowest reduction range by 1.03 point percentage. The wax-sealing based on lower temperature could isolate oxygen to a certain extent, and had a positive significance for the storage of walnut and walnut oil.

Key words: walnut; storage; oil; quality

收稿日期:2017-06-04;修回日期:2017-10-22

基金项目:西南林业大学科技创新基金(C16075)

作者简介:蒲成伟(1992),男,在读硕士,研究方向为果品加工与贮藏(E-mail)1064418765@qq.com。

通信作者:阚欢,教授(E-mail)13700650213@163.com。

核桃(*Juglans sigillata* L.)又名胡桃、羌桃,为核桃科(Jugladiaceae)核桃属(*Juglans*)植物,是一种重要的油料资源。核桃营养价值丰富,核桃蛋白富含18种人体所需氨基酸^[1],其中8种必需氨基酸占总氨基酸的质量分数为29.0%;核桃仁中脂肪含量可

达 60% ~ 70%^[2], 其中不饱和脂肪酸含量高达 90%^[3], 对人体有重要的生理功能^[4-6]; 同时, 核桃油中所含维生素 E、甾醇等活性成分^[7], 对降低人体胆固醇、防止动脉粥样硬化和血栓的形成以及保健益智有积极作用^[8-10]。因此, 核桃油是一种具有广阔市场前景的高级保健油。

核桃油中存在大量不饱和脂肪酸, 极易氧化酸败, 其品质的变化直接影响人体健康。自氧化、光氧化与酶促氧化是核桃油酸败的 3 种途径^[11], 因此对于核桃贮藏条件的选择尤为重要。不同的贮藏条件均会对核桃品质产生影响, 例如温度、湿度、氧气、光照、微生物状况等。其中, 温度与氧气含量是最重要的影响因素^[12-14]。低温条件可以减缓核桃的呼吸速率, 降低酶活性, 从而起到防止油脂酸败的作用, 降低氧气含量能够有效减缓油脂氧化过程^[15-16]。目前, 对核桃在保鲜贮藏过程中品质变化及油脂稳定性的研究较多, 但对核桃在不同贮藏条件下其油脂中脂肪酸组成的变化报道很少。本文采用常温、低温、蜡封及保鲜袋包装 4 种不同贮藏方式, 分析核桃的水分含量、粗脂肪含量、粗蛋白质含量、脂肪酶活力及其油脂酸值、过氧化值、脂肪酸组成的变化, 以便能够更加深入研究在不同贮藏条件下核桃及其油脂品质的变化机理, 旨在为核桃及其油脂保鲜贮藏技术的发展提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料

云南大理漾濞泡核桃。石蜡、蜂蜡; 硫酸铜、硫酸钾、浓硫酸、氢氧化钠、硼酸、氢氧化钾、磷酸氢二钠、磷酸二氢钠、无水乙醇、无水乙醚等, 均为分析纯。

101-2AB 型电热鼓风干燥箱; 索氏抽提器; 凯氏定氮装置; MD100-2 型上皿电子天平; HH-2 型恒温水浴锅。

1.2 实验方法

1.2.1 不同条件下储藏核桃

将新鲜漾濞泡核桃经过清洗及臭氧杀菌后, 平均分装为 4 组, 每组 2.5 kg。第一组存放室温条件下; 第二组存放于低温冷库(4℃ ± 0.5℃); 第三组将石蜡与蜂蜡按比例(6:4)混合熔化, 并将青皮核桃用混合蜡液密封 3 层后存放于低温冷库(4℃ ± 0.5℃); 第四组除去青皮置于保鲜袋, 并存放于低温冷库(4℃ ± 0.5℃)。每 15 d 取样, 测定相关指标, 重复 3 次。

1.2.2 测定方法

核桃水分含量的测定: 参考 GB/T 5009.3—2010, 直接干燥法。核桃粗蛋白质含量的测定: 参考

GB/T 5009.5—2010。核桃粗脂肪含量的测定: 索氏抽提法。核桃油酸值的测定: 参考 GB/T 5009.37—2003。核桃油过氧化值的测定: 参考 GB/T 5009.37—2003。核桃脂肪酶活力的测定: 参考 GB/T 5523—2008。核桃油脂脂肪酸组成的测定: 将提取 3 次油脂混合, 参考 GB/T 17376—2008、GB/T 17377—2008 测定油脂脂肪酸组成(由云南省粮油科学研究院代为测定)。

2 结果与讨论

2.1 贮藏条件对核桃品质的影响

2.1.1 不同贮藏条件对核桃水分含量的影响(见图 1)

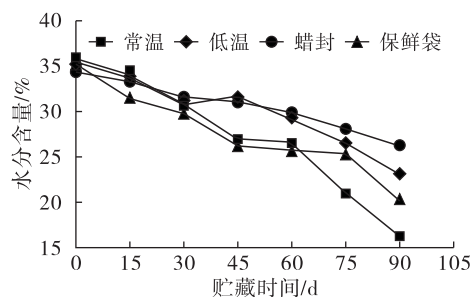


图 1 不同贮藏条件下核桃水分含量的变化

由图 1 可知, 4 组的核桃水分含量在贮藏前均在 35% 左右, 在贮藏过程中都有不同程度的下降, 在经过 90 d 的贮藏后, 常温条件下的核桃水分含量下降程度最高, 降至 16.27%, 核桃仁表面的内种皮出现明显的褶皱, 颜色由乳白色变为褐色; 低温贮藏的核桃, 其表面的青皮在 40 d 左右开始出现一定程度的腐烂, 水分含量下降速度开始加快, 在整个贮藏期内水分含量损失约为 12.33 个百分点; 采用蜡封贮藏的核桃水分损失速度最慢, 在贮藏前期都保持缓慢的速度下降, 在后期, 核桃青皮表面的混合蜡质部分开裂但内青皮已近完全腐烂, 造成核桃水分含量下降速度加快, 在贮藏期结束后, 水分含量仅损失 8.09 个百分点; 采用保鲜袋贮藏的核桃, 水分含量保持稳定的下降速度, 在贮藏期结束后水分含量约损失 14.95 个百分点。

2.1.2 不同贮藏条件对核桃粗蛋白质含量的影响(见图 2)

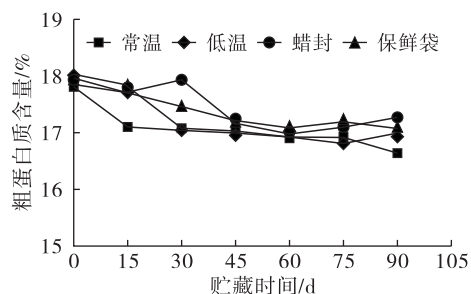


图 2 不同贮藏条件下核桃粗蛋白质含量的变化

核桃所含蛋白质含量是评价核桃品质的重要指标。由图2可知,在贮藏过程中,4组核桃的粗蛋白质含量略有下降,但基本保持在一个相对稳定的范围内。4种贮藏方式下核桃粗蛋白质含量的损失由大到小分别是:常温1.18个百分点,低温1.03个百分点,保鲜袋0.78个百分点,蜡封0.7个百分点,差异不明显。

2.1.3 不同贮藏条件对核桃粗脂肪含量的影响 (见图3)

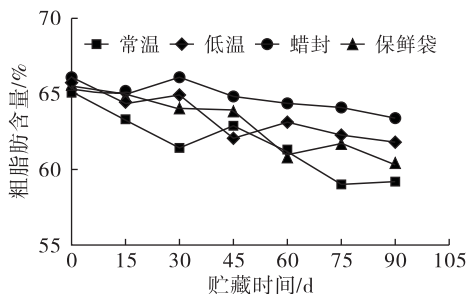


图3 不同贮藏条件下核桃粗脂肪含量的变化

由图3可知,新鲜核桃的粗脂肪含量均在66%左右,随着贮藏时间的延长,粗脂肪含量均有一定程度的降低,其中采用蜡封的核桃损失最低,仅为2.16个百分点;常温贮藏条件下核桃粗脂肪的损失最高,达到5.92个百分点;采用低温与保鲜袋贮藏的核桃粗脂肪损失分别为4.29个百分点与4.86个百分点。

2.1.4 不同贮藏条件对核桃脂肪酶活力的影响 (见图4)

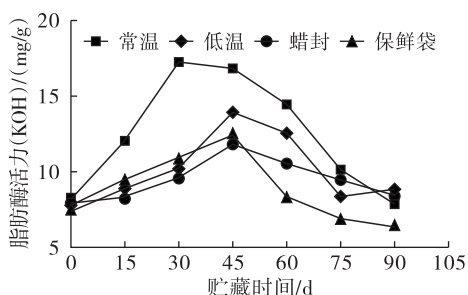


图4 不同贮藏条件下核桃脂肪酶活力的变化

脂肪酶属于水解酶,可以将部分脂肪酸水解成游离脂肪酸与甘油,在核桃的贮藏保鲜过程中起着非常重要的作用^[17],因此通过测定脂肪酶活力可以了解核桃油的水解酸败程度,并反映核桃品质。由图4可知,在不同贮藏条件下,脂肪酶活力变化趋势大致为先增加后降低,并在一定时间内趋于稳定。常温条件下核桃的脂肪酶活力(KOH)较高,在贮藏30d左右达到峰值,为17.2 mg/g,随后其脂肪酶活力降低,并与其他贮藏方式下的核桃脂肪酶活力差

异明显;在低温、蜡封与保鲜袋包装的贮藏条件下核桃脂肪酶活力在贮藏前期差异不明显,在贮藏后期差异开始显现,并在贮藏45d左右达到峰值,按核桃脂肪酶活力(KOH)峰值依次为低温13.9 mg/g、保鲜袋12.44 mg/g、蜡封11.76 mg/g,三者之间差异不显著。

2.2 贮藏条件对核桃油品质的影响

2.2.1 不同贮藏条件对核桃油酸值的影响 (见图5)

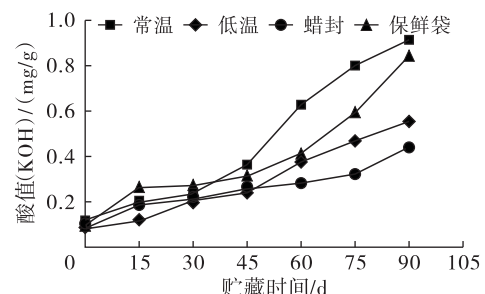


图5 不同贮藏条件下核桃油酸值的变化

由图5可知,4组核桃油的酸值均随贮藏时间延长呈上升态势。常温条件下核桃表面青皮在贮藏10d左右开始腐烂,其油脂酸值上升幅度开始增加,在贮藏45d左右,核桃油酸值与其他实验组比较差异显著。保鲜袋贮藏的核桃油酸值在贮藏45d后开始迅速上升;低温实验组与蜡封实验组在贮藏45d后油脂酸值也开始出现差异,但差异不明显。在贮藏90d后,蜡封实验组的核桃油酸值(KOH)最低为0.44 mg/g。根据GB 2716—2005食用植物油成品油的酸值(KOH)小于等于3 mg/g,植物原油的酸值(KOH)小于等于4 mg/g,而4组核桃油酸值(KOH)在贮藏期内均未超过4 mg/g,均具有较好的品质,而蜡封条件下核桃油品质明显优于其他实验组。

2.2.2 不同贮藏条件对核桃油过氧化值的影响 (见图6)

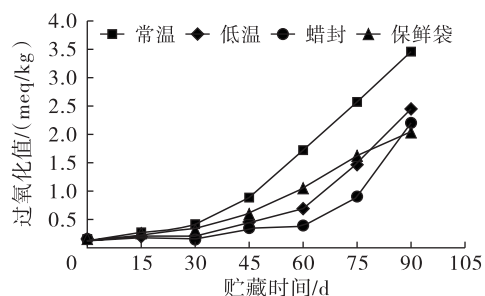


图6 不同贮藏条件下核桃油过氧化值的变化

由图6可知,4种贮藏条件下核桃油过氧化值在贮藏前30d上升缓慢,在30d以后常温贮藏下的

核桃油过氧化值迅速上升,与其他实验组开始出现明显的差异;低温与保鲜袋贮藏条件下的核桃油过氧化值在贮藏45 d后上升较快,但在贮藏后期,低温条件下核桃油过氧化值逐渐超过了保鲜袋贮藏的核桃油过氧化值;蜡封条件下核桃油过氧化值在贮藏60 d前上升缓慢,在60 d以后进入迅速上升期,

并逐渐超过了用保鲜袋贮藏的核桃油过氧化值。常温、低温、蜡封、保鲜袋4种贮藏条件下核桃油过氧化值在贮藏期结束后分别达到3.44、2.43、2.19、2.03 meq/kg。

2.2.3 不同贮藏条件对核桃油脂肪酸组成的影响 (见表1)

表1 不同贮藏条件下核桃油脂肪酸组成的变化

贮藏条件	贮藏时间/d	含量/%						
		棕榈酸	棕榈一烯酸	硬脂酸	油酸	亚油酸	亚麻酸	花生一烯酸
常温	0	7.06	0.16	2.23	22.36	60.02	8.01	0.14
	15	7.80	0.15	2.23	22.35	59.06	8.18	0.14
	30	7.46	0.13	2.22	23.05	59.37	7.77	0.15
	45	7.59	0.10	2.47	23.56	58.17	7.97	0.14
	60	7.90	0.14	2.29	23.57	58.06	7.90	0.16
	75	8.03	0.07	2.21	23.90	58.53	6.95	0.20
	90	8.13	0.07	2.46	24.73	57.36	7.03	0.21
低温	0	6.05	0.13	2.28	23.99	59.68	8.02	0.15
	15	6.25	0.11	2.33	23.82	59.97	8.15	0.15
	30	6.45	0.13	2.38	23.60	59.18	8.07	0.15
	45	6.75	0.13	2.30	24.01	59.17	7.48	0.16
	60	6.64	0.16	2.37	24.94	58.46	7.15	0.15
	75	6.69	0.14	2.41	25.36	58.07	7.05	0.14
	90	6.95	0.13	2.45	25.48	58.01	6.89	0.18
蜡封	0	6.57	0.13	2.40	22.20	60.47	7.95	0.13
	15	6.57	0.13	2.41	22.32	60.34	7.95	0.13
	30	6.34	0.15	2.24	22.68	60.77	7.65	0.13
	45	6.80	0.14	2.26	23.50	59.64	7.50	0.15
	60	6.82	0.11	2.50	23.46	59.89	6.58	0.17
	75	6.94	0.14	2.64	23.86	59.92	6.36	0.14
	90	7.01	0.14	2.70	24.04	59.48	6.05	0.14
保鲜袋	0	6.87	0.13	2.23	23.47	59.07	8.03	0.14
	15	7.01	0.14	2.24	23.62	58.53	8.26	0.13
	30	6.97	0.10	2.33	23.58	58.84	7.93	0.16
	45	6.92	0.15	2.79	24.31	58.42	7.14	0.12
	60	6.67	0.15	2.02	24.86	58.92	7.03	0.15
	75	6.97	0.15	2.45	25.14	58.51	6.50	0.25
	90	7.52	0.14	2.63	24.87	58.62	6.04	0.13

由表1可知,核桃油中的脂肪酸以不饱和脂肪酸为主,约占总脂肪酸含量的91%,饱和脂肪酸仅约占9%。不饱和脂肪酸以亚油酸含量最高,达到59%以上,其次油酸约为23%,亚麻酸约8%,棕榈一烯酸与花生一烯酸分别约占0.13%、0.15%。饱和脂肪酸中棕榈酸含量约为7%,硬脂酸约为2.3%。油脂中的多不饱和脂肪酸可分为 $\omega-6$ 与 $\omega-3$ 两类,在人体内部不能自主合成,需要从外界摄取,而两者之间比例不同,对人的作用也不同^[18]。

核桃油中亚油酸与亚麻酸比例约为7.5:1,与人体最为健康的比例 $(\omega-6/\omega-3)4:1\sim 6:1$ 较为接近,是一种具有营养保健价值的油脂。

由表1可知,在整个贮藏过程中,饱和脂肪酸中的棕榈酸与硬脂酸含量随贮藏时间延长逐渐升高,常温贮藏的核桃油棕榈酸含量上升最快,上升了1.07个百分点,保鲜袋包装贮藏的核桃油硬脂酸含量上升最快,上升了0.4个百分点。不饱和脂肪酸中,亚麻酸含量随贮藏时间延长不断降低,其中保鲜

袋包装的核桃油在贮藏期结束后,亚麻酸含量下降了1.99个百分点。棕榈一烯酸与花生一烯酸含量基本保持稳定。油酸含量逐渐增高,在贮藏期结束后常温条件下贮藏的核桃油油酸含量增高2.37个百分点。亚油酸含量在整个贮藏期内持续降低,常温条件下贮藏的核桃油亚油酸含量降低2.66个百分点,而采用保鲜袋包装的核桃油亚油酸含量仅下降0.45个百分点。

在贮藏期结束后,不饱和脂肪酸含量均有一定程度的降低,常温、低温、蜡封、保鲜袋贮藏的核桃油不饱和脂肪酸含量分别降低至89.40%、90.69%、89.85%、89.80%,其中常温条件下降幅最大达到1.29个百分点,其次为低温1.28个百分点、保鲜袋1.04个百分点,蜡封条件下下降幅度最低,为1.03个百分点。

3 结论

对4种贮藏条件下核桃及其油脂的各项理化指标进行测定,结果显示:随贮藏时间延长,核桃的水分含量、粗蛋白质含量、粗脂肪含量均呈现下降趋势,脂肪酶活力呈现先上升后下降的趋势;核桃油的酸值、过氧化值均呈现上升趋势,不饱和脂肪酸含量呈下降趋势,饱和脂肪酸含量呈上升趋势。虽然核桃及其油脂的各项指标的变化趋势大致一致,但在不同的贮藏阶段其变化程度有一定差异,主要原因是温度与氧气含量以及两者的共同作用,通过对比低温与常温贮藏的温度差异、蜡封与保鲜袋包装后期氧气含量的差异、以及贮藏在常温条件下的带青皮核桃与用保鲜袋包装的去青皮核桃来实现温度与氧气含量的共同差异也证明这一点。因此,低温同时低氧的条件下更加有利于核桃及其油脂的贮藏。

参考文献:

[1] 金青哲,王丽蓉,王兴国,等. 木本油料油脂和饼粕产品开发[J]. 中国油脂,2015,40(2):1-7.
 [2] 王丁丁,赵见军,张润光,等. 核桃油脂研究进展[J]. 食品工业科技,2013,34(16):383-387.
 [3] 刘雪芳,郝利平,常月梅. 索氏抽提法提取核桃油工艺的优化[J]. 山西农业科学,2017,45(1):34-36.
 [4] 赵见军,王丁丁,张亮,等. 我国核桃综合利用与发展前景[J]. 山西农业科学,2014,60(4):56-59,73.
 [5] 史鹏,常月梅. 核桃油脂的质量评价及综合开发利用

[J]. 山西林业科技,2015,44(1):37-40.
 [6] 毛晓英,吴庆智,田洪磊,等. 核桃仁抗氧化作用研究进展[J]. 中国油脂,2017,42(8):82-85.
 [7] MAO X Y, HUA Y F. Chemical composition, molecular weight distribution, secondary structure and effect of NaCl on function properties of walnut (*Juglans regia* L.) protein isolates and concentrates[J]. J Food Sci Technol,2014,51(8):1473-1482.
 [8] GHARIBZAHEDI S M T, MOUSAYI S M, HANMEDI E, et al. Determination and characterization of kernel biochemical composition and functional compounds of Persian walnut oil[J]. J Food Sci Technol,2014,51(1):34-42.
 [9] PEREIRA J A, OLIVEIRA I, SOUSA A, et al. Bioactive properties and chemical composition of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars [J]. Food Chem, 2008, 46 (6): 2103-2111.
 [10] 乔雪,吴舒同,刘零怡,等. 不同山核桃及其油脂品质对比分析[J]. 中国油脂,2017,42(1):139-143.
 [11] 周晔,裴东. 核桃油脂品质及贮藏稳定性的影响因素探讨[J]. 中国油脂,2016,41(1):60-63.
 [12] 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.
 [13] PIGNITTER M, STOLZE K, GARTNER S, et al. Cold fluorescent light as major inducer of lipid oxidation in soybean oil stored at household conditions of eight weeks[J]. J Agric Food Chem,2014,62(10):2297-2305.
 [14] PRISTOURI G, BADEKA A, KONTOMINAS M G. Effect of packing 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.
 [15] PSOMIADOU E, TSIMIDOU M. Stability of virgin olive oil. 1. Autoxidation studies [J]. J Agric Food Chem, 2002,50(4):716-721.
 [16] MATE J I, SALTVEIT M E, KROCHTA J. Peanut and walnut rancidity: effects of oxygen concentration and relative humidity[J]. J Food Sci,1996,61(2):465-469.
 [17] 王金. 不同包装形式对鲜食核桃仁货架寿命影响的研究[D]. 西安:西安理工大学,2014.
 [18] 蒋瑜,熊文珂,殷俊玲,等. 膳食中 $\omega-3$ 和 $\omega-6$ 多不饱和脂肪酸摄入与心血管健康的研究进展[J]. 粮食与油脂,2016,29(11):1-5.