

影响传统中式花生糖果贮藏期间 氧化稳定性的因素研究

陈健敏, 任斯忱, 李汴生, 李丹丹, 张杨杨

(华南理工大学轻工与食品学院, 广东广州 510640)

摘要: 论文以花生糖果作为传统中式果仁糖果的代表, 通过加速贮藏试验 (38 °C, RH 60%), 以酸价 (AV)、过氧化值 (POV) 和感官品质等品质指标, 探讨了糖基水分含量、糖基与果仁配比、果仁粒度大小等生产工艺对传统中式花生糖果贮藏期间氧化稳定性的影响。结果表明, 花生糖果的脂质氧化程度与糖基水分含量成正比, 且当糖基水分含量低于 6% 时, 花生仁酸价和过氧化值显著低于未经糖基包裹的对照组样品 ($P < 0.05$)。糖基比例越高, 对果仁脂质氧化的延缓效果越明显。此外, 果仁糖果贮藏稳定性随果仁粉碎程度递减。试验条件下, 果仁完整样品的 POV 值在 42 d 仍低于 19.7 meq/kg, 而果仁粒度小于 1 mm 的样品在 28 d 则已超过此值。

关键词: 传统中式花生糖果; 糖基水分含量; 糖基与果仁配比; 粒度; 氧化

文章编号: 1673-9078(2012)12-1667-1671

The Effect of the Production Process on the Oxidation Stability of the Traditional Chinese Peanut Candy during Storage

CHEN Jian-min, REN Si-chen, LI Bian-sheng, LI Dan-dan, ZHANG Yang-yang

(College of Light Industry and Food Sciences, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: To find the effect of the production process of the moisture content of sugar, the ratio of sugar and peanut, the size of peanut on the oxidation stability of the traditional Chinese peanut candy during storage (38 °C, RH60%), the acid value (AV), peroxide value (POV) and sensory quality were determined. The results showed that the lipid oxidation of peanut kernels had a value in direct proportion to the moisture content of sugar. When the moisture content of sugar was lower than 6%, the AV and POV of peanut kernels were significantly lower than those of control samples. The higher percentage of sugar can delay the lipid oxidation of peanut kernels. In addition, Storage stability was affected by the crushing degrees of peanut kernels. At experimental condition, the POV of Sample complete nuts was still lower than 19.7 meq/kg after 42 days, and Sample less than 1mm had already exceeded this value after 28 days.

Key words: traditional Chinese candy; moisture content of sugar; material ratio; grain size; oxidize

传统中式果仁糖果是以花生、核桃等为主的果仁和糖、淀粉和食品胶等为主的糖胶为原料制成的糖果, 根据糖胶的性能不同, 可分为硬质果仁糖果和软质果仁糖果, 前者口感质地酥脆、后者口感质地软筋, 但均香甜可口, 深受消费者喜爱。

此类糖果生产过程中, 果仁先经过熟化处理, 然后与熬煮好的糖胶趁热混合, 再经整形、冷却、切块而制得。目前这类产品的生产仍以手工为主, 存在生产效率低、卫生水平差, 产品易氧化酸败等问题。欲提高传统中式果仁糖果产品的品质、实现工业化生产, 必须研究其在加工和贮藏过程中的品质变化规律。

收稿日期: 2012-07-11

基金项目: 粤港关键领域突破项目 (2009A020700001)

作者简介: 陈健敏, 硕士研究生, 主要从事食品加工和保藏研究

通讯作者: 李汴生 (1962-), 男, 博士, 教授, 主要从事食品加工和保藏研究

油脂氧化酸败是果仁糖果在贮藏过程中常见的主要质量问题之一。一方面由于果仁中含有丰富的不饱和脂肪酸, 且经过热加工等处理后, 脂肪水解加剧, 因此在贮藏过程中更易发生酸败; 另一方面, 果仁由于被糖基包裹, 其贮藏的微环境发生改变, 氧化稳定性可能受到糖基影响。酸价和过氧化值是反映油脂氧化酸败的两个重要指标, 酸价是脂肪中游离脂肪酸含量的标志^[1], 过氧化值是衡量脂肪一级氧化产物的指标, 反映脂质氧化的初级程度^[2]。影响食品中脂类氧化速率的因素很多, 如游离脂肪酸的含量、氧浓度、温度和水分等^[3]。国内外学者对果仁油脂酸败已有较多研究, 如陶菲等人研究了不同包装对山核桃脂肪氧化的影响, 结果表明真空包装可以有效减缓山核桃油脂的氧化进程^[4]。贾兆阳的研究表明, 在较低温度下, 高效阻隔紫外线的透明薄膜能提高油炸椒盐花生的贮藏期

[5]。Zacheo 等人在相对湿度 85% 和温度 20 °C 的环境中加速杏仁种子的老化, 40 d 后杏仁种子的脂质干重从最初的 41.1 mg/g 降到了 28.3 mg/g, 而丙二醛的含量显著提高[6]。申晓曦等人的研究发现, 花生仁的水分含量过高或过低都会加速氧化酸败反应进程[7]。

Maté 和 Krochta 探讨了涂有乳清蛋白涂料的花生的脂质氧化模型[8]。Mexis 等用内置氧吸附剂的 PET/LDPE 小袋包装新鲜生杏仁, 贮藏十二个月后, 暴露在光线下的样品的过氧化值从 0.17 meq/kg 升高到 5.47 meq/kg, 而在避光条件下的样品仅升至 4.12 meq/kg [9]。Elleuch 等人研究表明, 相比生的芝麻籽, 烘烤过的芝麻籽游离脂肪酸的含量更高[10]。

目前, 对中式果仁糖果贮藏过程中品质变化的研究鲜见报道, 花生糖果是最常见的果仁糖果之一, 本文以花生糖果为研究对象, 以酸价 (AV)、过氧化值 (POV) 和感官品质等指标, 探讨糖基水分含量、糖基与果仁配比、果仁粒度大小等生产工艺对传统中式花生糖果贮藏期间氧化稳定性的影响 (花生仁烘烤工艺的影响将另文专述)。

1 材料与方法

1.1 材料

试验所用的去壳花生仁均为当季新鲜的大花生 (购自广州市好当家公司); 一级白砂糖, 85% 麦芽糖浆 (桂林市临桂天香食品原料有限公司产)。

1.2 试验方法

1.2.1 花生糖果的生产制作工艺

1.2.1.1 工艺流程

花生仁→挑选、清洗→烘烤→去皮→(粉碎)→与糖浆混合→保温整形→冷却→切块→成品

1.2.1.2 工艺要点

选择大小均匀一致的花生仁, 经清洗后, 选定烘烤工艺条件 (140 °C, 30 min) 进行热加工处理, 加工后的花生仁测得其初始水分含量 2.84±0.05%, 水分活度 0.179±0.001, AV 值 0.314±0.005 mg/g, POV 值 3.79±0.07 meq/kg, 符合标准 GB-19300-2003 烘炒食品卫生标准。糖浆采用白砂糖与麦芽糖浆溶解、熬制而成, 白砂糖与 85% 麦芽糖浆重量比为 5:2, 糖浆的浓度控制在 90% 以上; 熬煮后的糖浆趁热与花生仁混合, 混匀后整形, 经冷却、切块制得成品。

1.2.2 花生糖果的贮藏试验

成品花生糖果置于恒温恒湿箱 (LRH-150S, 广东韶关市鑫腾科普仪器有限公司) 内露空贮藏, 分别比较成品花生糖果中糖基水分含量分别为 4%、6%、8%、10%, 糖基与果仁质量比分别为 1:1.5、1:1、1.5:1, 果仁的粒度从完整果仁到小于 1 mm 时花生糖果的贮藏氧化稳定性。试验采用加速贮藏试验, 在 38 °C 和 RH 60% 的条件下进行贮藏, 每隔一周取出样品进行氧化指标 (酸价和过氧化值) 的检测, 并计算贮藏后的感官品质指标综合分值。试验中的每个处理重复 3 次, 取其平均值。对照样品为热处理加工后的完整花生仁。

1.2.3 检验方法

酸价 (AV) 的测定参照 GB/T 5530-2005 进行; 过氧化值 (POV) 的测定参照 GB/T 5538-2005 进行。

感官品质指标是果仁糖果的一项重要指标。进行感官评定的小组由 10 名未经训练的评审员 (6 名男性, 4 名女性) 组成, 根据表 1 评分标准进行打分, 最终结果取其平均值。评审员均为轻工与食品学院的研究生, 年龄介于 22 岁到 27 岁[9]。

表 1 感官评定表

Table 1 Sensory evaluation of the samples

指标	分值				
	5	4	3	2	1
色泽	色泽微黄, 均一	色泽微黄或黄色基, 本一致	黄色, 不均, 有部分白色	黄色, 不均匀, 且相差较大	黄色, 不均, 有明显焦黄
香气	具有浓烈果仁特殊香气, 无其他异味或哈败味	果仁香气明显, 无其他异味或哈败味	果仁香气不明显, 有轻微异味, 无哈败味	果仁香气不明显, 有轻微异味和哈败味	果仁香气不明显, 有明显异味或哈败味
风味口感	糖体坚硬而脆, 不粘牙, 香甜俱全, 口感协调	糖体坚硬而脆, 粘牙, 香甜俱全, 口感协调	糖体硬, 口感一般,	风味较差, 有异感	风味很差, 异感明显

1.3 数据处理及分析

采用 SPSS 13.0 和 Excel 软件对数据进行处理。

2 结果与分析

2.1 糖基水分含量对果仁糖果氧化稳定性的影响

图 1 为不同糖基水分含量的花生糖果酸价、过氧化值的变化。随着贮藏期的延长, 不同样品的酸价出现不同程度的升高。其中水分含量 8% 和 10% 样品的酸价始终高于对照组, 分别在 37 d 和 30 d 达到 GB19300-2003 《烘炒食品卫生标准》所规定的最高限量 3 mg/g;

而水分含量 4% 和 6% 样品的酸价始终低于对照组, 贮藏至 42 d, 两者仅分别达到 2.10 mg/g 和 2.39 mg/g, 均低于国标最高限量。这表明适当降低糖基水分含量可以有效延缓果仁脂质的酸败, 当糖基水分含量降低至 6% 以下时, 可以起到显著的保护作用 ($P < 0.05$)。

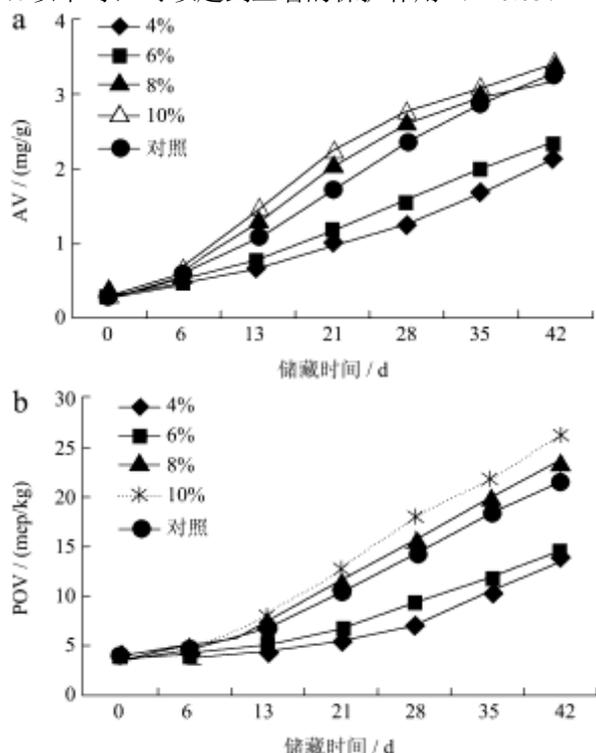


图 1 不同糖基水分含量的花生糖果酸价 (a) 和过氧化值 (b) 的变化 (糖基/果仁比 1:1, 完整果仁)

Fig 1 Changes in the acid value (a) and peroxide value (b) of peanut candy of different moisture content of sugar (sugar/peanut 1:1, the complete peanut)

由图 1b 可知, 不同糖基水分含量的花生糖果, 其过氧化值随贮藏时间的增加而升高, 表明花生的脂肪酸随贮藏时间延长而不断被氧化。其中水分含量 4% 和 6% 样品的过氧化值始终低于未经糖基包裹的对照组样品。在相同贮藏时间内, 糖基水分含量越高的样品, 其过氧化值增加越迅速。贮藏至 42 d, 对照组的过氧化值增长至 21.33 meq/kg, 增长 4.63 倍, 水分含量 4% 的样品过氧化值仅增长至 14.65 meq/kg, 增长 2.87 倍, 而 10% 的样品, 其过氧化值已达 25.99 meq/kg, 增加了 5.86 倍。

果仁糖果中的果仁经过高温焙烤, 脂肪氧合酶大部分失活, 因此推断发生在果仁糖果中的氧化途径主要以自动氧化为主, 同时也存在光氧化途径^[11,12]。果仁糖果属于多组分的食品, 这类食品在贮藏的过程中经常出现水分迁移的现象^[13]。由于果仁被糖浆包裹, 使其贮藏微环境发生改变, 果仁脂质氧化规律明显与受到糖基水分活度的影响。从试验结果来看, 一方面,

包被花生仁的糖基降低了花生仁与氧气和光的接触程度, 有利于延缓脂质氧化。另一方面, 糖基的水分活度分别为 0.292 (水分含量 4%)、0.315 (6%)、0.351 (8%)、0.458 (10%), 均高于花生仁, 两者间存在水分活度梯度^[14], 随着贮藏时间的延长, 水分从糖基转移至花生仁。糖基水分含量越高, 水分活度越大, 与花生仁的水分活度梯度越大, 水分迁移的速度也越快^[15], 加快脂肪酸的游离, 从而加速脂质氧化的影响。因此, 不同水分含量的糖基对果仁氧化过程起着不同方向的影响。此外, 水分含量较低的样品颜色较深, 对光线的阻隔更好, 延缓氧化的效果更好。

2.2 糖基与果仁配比对果仁糖果氧化稳定性的影响

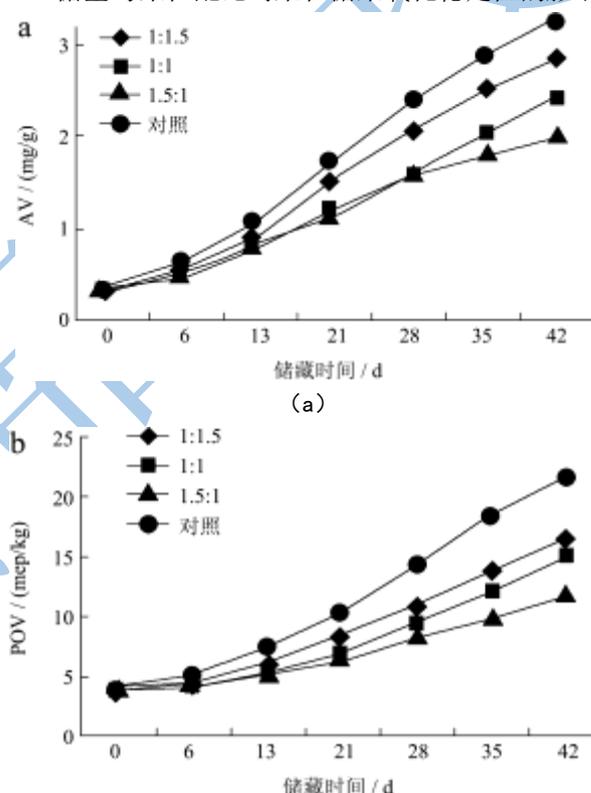


图 2 糖基与果仁配比不同的花生糖果酸价 (a) 和过氧化值 (b) 的变化 (糖基水分 6%, 完整果仁)

Fig.2 Changes in the acid value (a) and peroxide value (b) of peanut candy of different ratios of sugar and peanut (the water moisture of sugar 6%, the complete peanut)

糖基的多少, 间接影响果仁与光、氧等接触, 从而影响脂质氧化程度。根据实际生产工艺的可行性, 分别选择糖基与果仁比为 1:1.5、1:1、1.5:1 的配比, 糖基水分均为 6% 的条件进行试验。试验结果如图 2 所示, 三组样品的酸价和过氧化值均随贮藏期延长而呈上升趋势, 且均低于同期对照组样品, 这说明试验所选的三种配比下, 糖基均起到延缓脂质氧化的作用, 且效果显著 ($P < 0.5$)。至贮藏试验终点 (42 d), 对照组样品已超过国标中规定的酸价上限 (3 mg/g) 和过氧化值

上限 (19.7 meq/kg), 而三组试验样品仍低于此安全上限, 表明样品此时仍保持较好的食用品质。在糖基完全包裹果仁的情况下, 糖基的比例越大, 隔氧和阻光的效果越好, 对果仁的保护作用越好。以入储后第 35 d 为例, 糖基比例(1:1.5)最低的样品酸价增长了 5.5 倍, 过氧化值增长约 4.3 倍; 1:1 的样品酸价和过氧化值分别增长 2.8 和 3.9 倍, 糖基比例最高(1.5:1)的样品酸价和过氧化值仅分别增长 2.0 和 3.9 倍。

2.3 果仁粒度大小对果仁糖果氧化稳定性的影响

不同粒度的果仁制成的果仁糖果酸价和过氧化值在贮藏期的变化如图 3 所示。从图 3a 可知, 各组样品呈现出果仁粒度越小, 同期酸价越大的趋势。从贮藏开始至第 35 d, 果仁粒度小于 4mm 的样品酸价迅速升高, 并均高于同期对照品样品, 说明此时期内, 样品脂肪水解迅速, 脂肪酸大量积累; 此后至贮藏试验终点 (42 d), 三组样品的酸价曲线趋于平缓, 说明此时期内, 脂肪酸氧化分解的速度快于脂肪酸的积累速度, 这可能是果仁粒度越小, 与糖基接触的总面积增大, 水分从糖基转移至果仁的速度加快, 促进了脂肪的氧化。

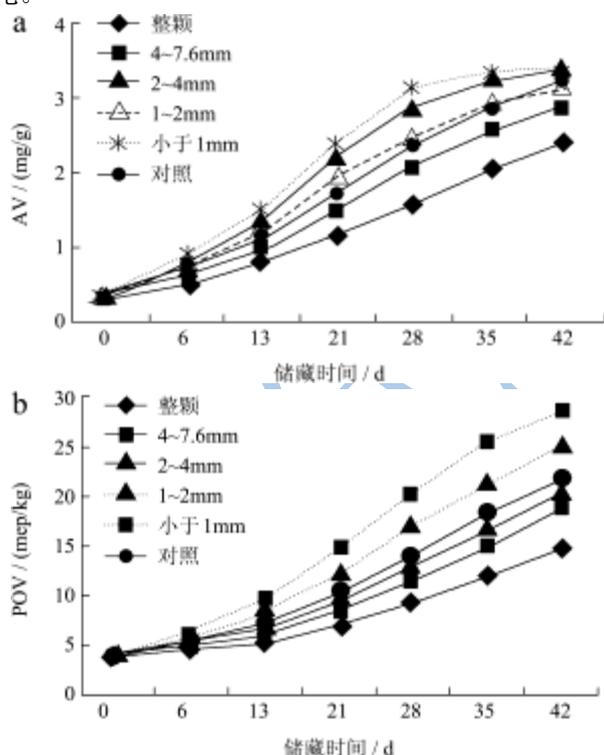


图 3 不同果仁粒度的花生糖果的酸价 (a) 和过氧化值 (b) 的变化 (糖基水分 6%, 完整果仁)

Fig.3 Changes in the acid value(a)and peroxide value (b) of peanut candy of different size of peanut(the water moisture of sugar 6%, the complete peanut)

如图 3b 所示, 不同样品过氧化值的变化趋势相似, 均随贮藏时间的增加而呈上升趋势。同一贮藏时间内,

果仁粉碎程度越大, 氧化程度越高。果仁粒度小于 1 mm 的样品在入储后第 28 d 超过国标规定上限 19.7 meq/kg, 果仁粒度 1~2 mm 的样品则在 35 d 附近超过; 贮藏至 42 d, 粒度 2~4 mm 的样品也超过了国标规定上限, 而粒度 4~6.7 mm 和完整果仁的样品仍低于上限。这主要是因为果仁粒度越小, 单位体积的表面积越大, 与氧气和光接触的面积越大; 此外, 因果仁结构组织被破坏, 油脂迁移加速, 且附在果仁表面的油脂影响果仁与糖基的结合程度, 降低糖基的保护作用。粒度小于 2 mm 样品的过氧化值均高于同期的对照组样品, 说明果仁粒度过小的样品, 面积增加和油脂迁移的负面影响是占主导作用的。相反, 其他组样品的过氧化值均低于同期的对照组样品, 表明此时糖基的保护作用是主要的。

2.4 花生糖果的感官评定

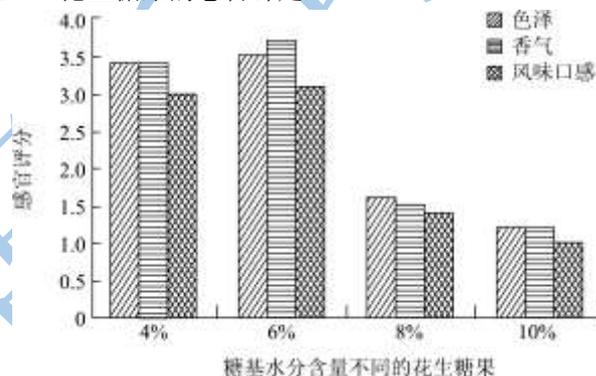


图 4 38°C, RH 60%下贮藏 42d 不同糖基水分含量的花生糖果的感官评定结果

Fig.4 The sensory quality of peanut candy of different moisture content of sugar after 42 days storage of 38 °C, RH

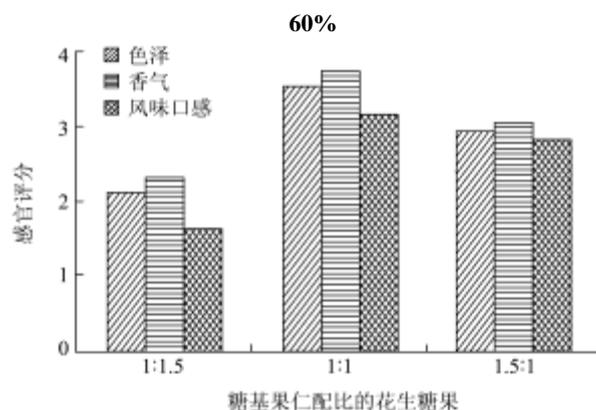


图 5 38°C, RH 60%下贮藏 42d 糖基与果仁配比不同的花生糖果的感官评定结果

Fig.5 The sensory quality of peanut candy of different ratios of sugar and peanut after 42 days storage of 38 °C, RH60%

感官评定可以综合地反映产品的食用品质。花生糖果贮藏过程中由于脂肪氧化, 分解产生低级的醛、酮化合物, 从而导致风味劣变, 甚至产生酸败的气味,

除此之外,由于果仁水分增加和脂肪的迁移等因素,会导致外观、色泽等发生相应变化^[3]。图4~6是花生糖果贮藏42d的感官评定结果。

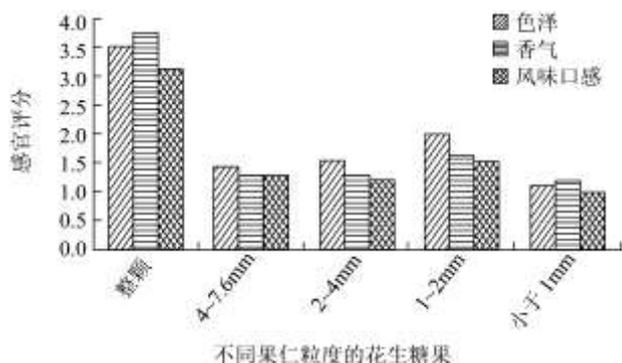


图6 38°C, RH 60%下贮藏42d不同果仁粒度的花生糖果的感官评定结果

Fig.6 The sensory quality of peanut candy of different sizes of peanut after 42 days storage of 38°C, RH60%

比较水分含量不同的四组样品,糖基水分含量较低(4%、6%)的样品贮藏试验终点各项感官评定分数较高,均介于3和4之间,色泽微黄均一,口感协调,果仁香气明显,而糖基水分含量较高(8%、10%)的样品则出现轻微的哈败味,这说明低糖基水分可能延缓哈败味的出现。糖基和果仁配比不同的几组样品,比例1:1.5的样品糖基较少,包裹果仁的效果不好,糖果组织结构、糖果香气及风味口感均不如其余两组。在不同粒度的几组样品中,粒度小于1mm的样品食用价值最差,出现明显的哈败味。

3 结论

3.1 花生仁脂质氧化程度与糖基水分含量成正比,且当糖基水分含量低于6%时,花生仁酸价和过氧化值显著低于对照组样品($P < 0.05$),其食用的价值也较高。

3.2 糖基比例越高,隔氧和阻光的效果越好,对脂质氧化的延缓效果越明显。在入储后30d,比例1.5:1样品酸价和过氧化值仅分别增长2.0和3.9倍,低于同期比例为1:1和1:1.5的样品及对照组样品。

3.3 粉碎的果仁加速水分的转移,并影响与糖基的结合程度,使果仁糖果贮藏稳定性随果仁粉碎程度递减。试验条件下,完整果仁样品的POV值在42d仍低于19.7 meq/kg,而果仁粒度小于1mm的样品在28d则已超过此值。

参考文献

[1] 文刚,盛灿梅.食用植物油中酸价测定的不确定度评定[J].食品与机械,2006,22(3):144-146

- [2] 赵功玲,路建锋,苏丁.三种加热方式对油脂品质影响的比较[J].中国粮油学报,2006,21(5):113-116
- [3] 王璋,许时婴,汤坚.食品化学[M].北京:中国轻工业出版社,2010
- [4] 陶菲,邵海燕,陈杭君,等.不同包装对山核桃脂肪氧化的影响[J].农业工程学报,2008,24(9):303-305
- [5] 贾兆阳.阻光薄膜对油炸椒盐花生氧化酸败影响的研究[J].农产品加工,2009,11:74-77
- [6] Zacheo G, Cappello A R, Perrone L M, et al. Analysis of Factors Influencing Lipid Oxidation of Almond Seeds during Accelerated Ageing [J]. Food Science and Technology, 1998, 31(1):6-9
- [7] 申晓曦,李汴生,阮征,等.水分含量对花生仁储藏过程中的品质影响研究[J].现代食品科技,2011,27(5):495-498
- [8] Maté J I, Krochta J M. Oxygen Uptake Model for Uncoated and Coated Peanuts [J]. Journal of Food Engineering, 1998, 35(3):299-312
- [9] Mexis S F, Badeka A V, Kontominas M G. Quality evaluation of raw ground almond kernels (*Prunus dulcis*): Effect of active and modified atmosphere packaging, container oxygen barrier and storage conditions [J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2009, (10): 580-589
- [10] Elleuch M, Besbes S, Roiseux O, et al. Quality characteristics of sesame seeds and by-products [J]. Food Chemistry, 2007, 103 (2): 641-650
- [11] Jensen P N, Danielsen B, Bertelsen G, et al. Storage stabilities of pork scratchings, peanuts, oatmeal and muesli: Comparison of ESR spectroscopy, headspace-GC and sensory evaluation for detection of oxidation in dry foods [J]. Food Chemistry, 2005, 91(1): 25-38
- [12] 胡廷章,胡宗利,屈霄霄,等.植物脂肪氧化酶的研究进展[J].生物工程学报,2009,25(1):1-9
- [13] Roca E, Guillard V, et al. Moisture migration in a cereal composite food at high water activity: Effects of initial porosity and fat content [J]. Journal of Cereal Science, 2006, 43(2): 144-151
- [14] Jens R. The dynamics of moisture migration in packaged multi-component food systems I: shelf life predictions for a cereal-raisin system [J]. Journal of Food Engineering, 2003, 58(3): 239-246
- [15] Labuza T P, Hyman C R. Moisture migration and control in multi-domain foods [J]. Food Science and Technology, 1998, 9 (2): 47-55