

不同储藏条件对花生品质的影响

王允^{1,2}, 李淑芳^{1,2}, 尹海燕^{1,2}, 刘冬梅^{1,2}, 郑嘉^{1,2}, 王红旗^{1,2}, 王俊艳^{1,2},
曹成^{1,2}, 贾斌^{1,2*}, 刘继红^{1,2*}

[1. 河南省农业科学院, 农业质量标准与检测技术研究所, 郑州 450002;
2. 农业部农产品质量安全风险评估实验室(郑州), 郑州 450002]

摘要: 目的 研究不同储藏条件对花生品质的影响, 探讨延长花生贮藏期的最佳储藏方式。**方法** 以豫花15为研究材料, 探讨在3个温度(15、25、40 °C)以及3种储藏方式(常规、充气、真空)下, 花生品质随储藏时间的变化规律。**结果** 3种储藏方式的优劣排序为气调>真空>常规。酸价受储藏方式、温度、储藏时间的影响差异显著($P<0.05$)。过氧化值与温度和储藏时间均呈显著性正相关($P<0.05$)。油亚比含量在储藏第6个月与前3个月相比差异显著($P<0.05$), 储藏方式和储藏温度对粗脂肪含量和粗蛋白含量影响不显著($P>0.05$)。**结论** 不同储藏条件下对花生储藏品质的影响程度从大到小依次为: 储藏时间、储藏温度、储藏方式。最佳的储藏方式为气调储藏。

关键词: 花生; 储藏条件; 储藏品质

Effects of different storage conditions on the quality of peanuts

WANG Yun^{1,2}, LI Shu-Fang^{1,2}, YIN Hai-Yan^{1,2}, LIU Dong-Mei^{1,2}, ZHENG Jia^{1,2}, WANG Hong-Qi^{1,2},
WANG Jun-Yan^{1,2}, CAO Cheng^{1,2}, JIA Bin^{1,2*}, LIU Ji-Hong^{1,2*}

[1. Institute of Agricultural Quality Standards and Testing Technology, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China; 2. Laboratory of Quality & Safety Risk Assessment for Agro-products (Zhengzhou), Ministry of Agriculture, Zhengzhou 450002, China]

ABSTRACT: Objective To investigate the effects of different storage conditions on the quality of peanuts, and to explore the best storage methods for prolonging the storage period of peanuts. **Methods** Using Yuhua 15 as the research material, the variation of storage qualities of peanut with storage time was investigated under 3 storage technology (conventional airtight, controlled atmosphere storage and vacuum) and 3 kinds of storage temperatures (15, 25 and 40 °C). **Results** The order of the pros and cons of 3 kinds of storage methods was air conditioning>vacuum> conventional airtight. The acid price was significantly affected by storage mode, temperature and sampling time ($P<0.05$). The peroxide value was significantly positively correlated with temperature and storage time ($P<0.05$). The ratio of arachidonic acid to linoleic acid (O/L) was significantly different at the sixth month of storage time compared with the first three months ($P<0.05$). The crude fat content and crude protein content were not

基金项目: 河南省农业科学院新兴学科发展专项项目(2020XK06、2021XK09)

Fund: Supported by Emerging Discipline Development Project of Henan Academy of Agricultural Sciences (2020XK06, 2021XK09)

*通信作者: 贾斌, 副研究员, 主要研究方向为农产品质量安全监测与检测技术研究。E-mail: jiabin854@163.com

刘继红, 研究员, 主要研究方向为农产品质量安全检测技术研究及农产品质量安全风险评估。E-mail: ljha3100@163.com

*Corresponding author: JIA Bin, Associate Professor, Institute of Agricultural Quality Standards and Testing Technology, Henan Academy of Agricultural Sciences, No.116 Huayuan Road, Zhengzhou 450002, China. E-mail: jiabin854@163.com

LIU Ji-Hong, Professor, Institute of Agricultural Quality Standards and Testing Technology, Henan Academy of Agricultural Sciences, No.116 Huayuan Road, Zhengzhou 450002, China. E-mail: ljha3100@163.com

significantly affected by storage method and storage temperature ($P>0.05$). **Conclusion** The degree of influence of different storage conditions on the storage quality of peanuts from large to small is: Storage time, storage temperature, and storage method. The best storage method is controlled atmosphere storage.

KEY WORDS: peanut; storage conditions; storage quality

0 引 言

花生是重要的油料兼经济作物, 有很高的营养价值, 籽仁中富含脂肪、蛋白质、矿物质和维生素等, 花生籽仁中粗脂肪含量约占 37.8%~61.2%, 脂肪酸含量主要是由不饱和脂肪酸油酸和亚油酸构成, 约占脂肪酸总量的 80%左右^[1], 花生中油脂的氧化稳定性和营养价值主要由油酸/亚油酸比值(油亚比, O/L)决定^[2]。其中油酸为单不饱和脂肪酸易被人体吸收, 可降低有害胆固醇含量, 能减少心血管疾病的发生, 被称为中国的橄榄油^[3]。

花生含油量高, 油脂中不饱和脂肪酸含量也比较高, 而不饱和脂肪酸在贮藏过程中易受氧气、高温高湿、机械损伤等因素的影响, 花生种皮易氧化变色, 油脂易氧化酸败, 使得花生种子哈拉变质, 花生在贮藏过程中也容易滋生虫菌从而影响商品价值, 降低花生食用安全性, 尤其是花生在储藏过程中容易受到黄曲霉菌的污染, 其代谢产生的黄曲霉毒素严重危害消费者健康, 并对我国花生及制品的进出口贸易造成不利影响。

花生在储藏过程中, 良好的储藏方式可以很好地减少花生受到温度、湿度、氧气、储藏时间等外界环境因素的影响, 减缓其储藏品质的劣变程度^[4]。目前市场中花生储藏过程中常用的包装材料有编织袋、聚乙烯(polyethylene, PE)薄膜袋等, 已有研究分析了不同材料包装的花生储藏品质变化^[5-9]。王晶^[5]研究花生在常温贮藏下, 将花生样品分成无包装、编织袋包装、二层聚乙烯薄膜袋包装三部分, 结果发现 3 种贮藏方式中, 无包装与编织袋包装对花生含水率、水分活度、酸价的影响较大, 对过氧化值的影响差异不显著。付晓记等^[10]研究 4 种包装材料(编织袋、PE 膜袋、聚酰胺/PE 复合袋和铝箔袋)对花生色泽、品质、发芽率、虫害和黄曲霉毒素防控效果的影响, 结果发现不同包装材料在储藏花生效果上非常显著。一些研究也表明, 真空包装和气调贮藏能有效保障花生的贮藏品质, 延长花生的安全贮藏期^[11-12]。张来林等^[13]研究了充氮气调在不同温度条件下花生仁储藏品质随时间的变化情况, 表明花生仁在充氮气调储藏下品质劣变速率较对照组缓慢。杨潇等^[14]研究表明高温可引起花生油脂过氧化, 酸价和过氧化值显著增加, 降低其加工品质和食味。因此, 探讨在不同温度储藏条件下, 特别是高温条件下, 不同包装方式对花生储藏质量的影响, 对保持储藏

品质及储藏时间下油脂的酸价和过氧化值是否合格, 检测其氧化变质程度对消费者人身健康具有重要意义。

虽然有关花生气调储藏、真空储藏及聚乙烯包装储藏下花生品质变化的研究报道较多, 但是综合不同温度条件下、不同储藏方式下花生仁的品质变化综合研究报道尚少。本研究以 3 种不同包装方式[充气(充 CO₂、充 N₂)、真空、普通聚乙烯包装]的花生作为实验材料, 探讨了不同温度及储藏时间储藏过程中花生酸价、过氧化值、油亚比、粗脂肪含量、粗蛋白含量的变化, 分析研究各条件对花生品质的影响程度, 以期为花生种子的贮藏寻找最佳的包装方式, 为延长花生贮藏期及确定花生保质期提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 材料、试剂与仪器

实验材料: 实验基地生产的花生品种豫花 15。

石油醚、碘化钾、无水乙醇、异丙醇、无水乙醚(分析纯, 国药集团有限公司); 甲醇、乙腈(色谱纯, 德国默克公司)。

SCT-06 索式抽提仪(杭州汇尔仪器设备有限公司); RTOP-Y 智能人工气候培养箱(浙江托普云农科技股份有限公司); ME802/02 电子天平[梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司]; NKB3100 自动定氮仪(上海伟鸿分析仪器有限公司); 6890N 气相色谱仪(日本岛津 GC-14B 气相色谱仪); DQB-700N 呼吸式气调包装机(上海青葩包装机械有限公司)。

1.2 实验方法

将样品装入 15 cm×22 cm 的低密度聚乙烯袋中, 每袋 150 g, 重复 3 次, 采用不同方式进行包装。

(1)包装储藏: 将花生仁放入常压聚乙烯包装袋直接封装。

(2)真空储藏: 用真空包装机抽真空密封, 真空包装机条件设置为真空 25 s, 加热 1 s, 冷却 1.6 s。

(3)气调储藏: 用真空包装机充气密封, 真空包装机条件设置为真空 25 s, 充气 5 s, 加热 1 s, 冷却 1.6 s, 充气气体分别选择 N₂、CO₂ 2 种, 封装。

样品分别放入 15、25、40 °C 恒温培养箱中, 于 1 个月、2 个月、3 个月、6 个月时取样对粗脂肪含量、粗蛋白含量、脂肪酸、酸价和过氧化值进行测定。

1.3 测定指标及方法

酸价的测定参照 GB/T 5009.229—2016《食品安全国家标准 食品中酸价的测定》进行测定;

过氧化值的测定参照 GB/T 5009.227—2016《食品安全国家标准 食品中过氧化值的测定》进行测定;

粗脂肪含量的测定参照 NY/T 1285—2007《油料种籽含油量的测定 残余法》进行测定;

粗蛋白含量的测定参照 GB 5009.5—2017《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定 凯氏定氮法》进行测定;

脂肪酸含量的测定参照 GB/T 17377—2008《动植物油脂 脂肪酸甲脂的气相色谱分析》进行测定。

1.4 数据处理

采用 Excel 2007 分析花生品质指标, 采用 SPSS 17.0 软件进行方差分析、回归分析和相关性分析。

2 结果与分析

2.1 不同包装方式对花生酸价的影响

不同储藏方式下, 酸价范围是 0.19~0.63 mg/g, 见图 1。其中没有样品超出 NY/T 1068—2006《油用花生》和 NY/T 420—2009《绿色食品 花生及制品》中规定的花生酸价 ≤ 2.5 mg/g。

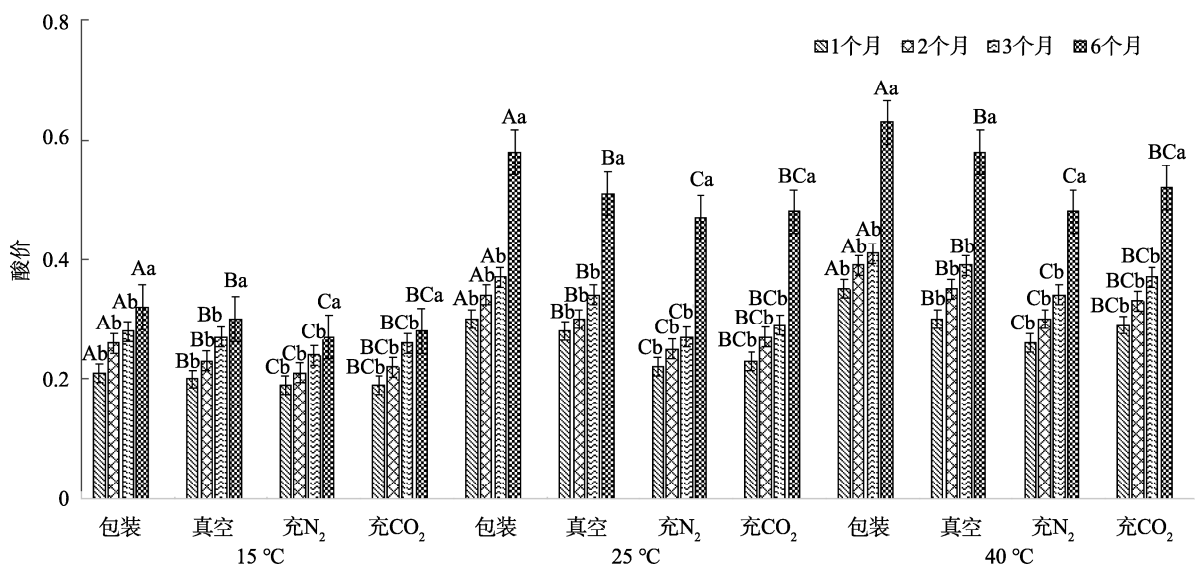
由图 1 可知, 不管何种包装方式, 酸价随着储藏时间的延长呈逐渐增加的趋势, 其中 40 °C 储存的花生酸价变化最大, 并且在储藏 6 个月时最大(0.63 mg/g), 相当于储藏 1 个月酸价(0.31 mg/g)的 2 倍多。由此可见, 不同包装方式在花生储藏期间样品脂肪都存在不同程度的酸败现象, 酸价越高, 表明酸

败现象越严重。低温储藏酸价增加相对较慢, 不同温度对花生籽仁氧化抑制的效果为: 15 °C>25 °C>40 °C。酸价会随着储藏时间的延长持续增加, 储藏第 6 个月同前 3 个月相比, 酸价差异显著且酸价值明显高于前 3 个月。不同包装方式中, 聚乙烯包装与真空、充 N₂、充 CO₂ 有显著差异, 真空与充 N₂ 有显著差异, 其他条件下未见显著差异。并且受包装方式的影响, 真空包装和充气包装的花生酸价上升幅度相对普通包装较低, 而充气包装低于真空包装。表明充气更有利于阻隔氧气的进入及抑制氧化酸败的反应。不同储藏方式对酸价影响的优劣排序为: N₂>CO₂>真空>包装。

2.2 不同包装方式及温度对花生过氧化值的影响

过氧化值是表示油脂和脂肪酸等被氧化程度的指标。过氧化值越大, 则脂肪酸败越严重。所有储藏样品中(图 2), 过氧化值范围是 0.012~0.097 g/100 g, 均不超过 NY/T 420—2009《绿色食品 花生及制品》中规定的花生过氧化值 ≤ 0.25 mg/100 g。

由图 2 可知, 在不同温度下, 随着贮藏时间的增加, 花生仁的过氧化值呈上升趋势, 温高越高其变化速率越快, 过氧化值大小依次为 40 °C>25 °C>15 °C, 由此可知 15 °C 保存效果最好。过氧化值随着储藏时间的增加而升高, 储藏第 6 个月过氧化值显著高于前 3 个月。充 CO₂ 同充 N₂、真空、包装相比, 过氧化值差异性显著。充 CO₂ 包装时花生在同一时期过氧化值的增长速度比其他包装都要慢, 由此可知, 充 CO₂ 的填充更有利于阻隔油脂酸败程度。储藏方式的优劣排序为气调>真空>包装, 其中气调储藏方式下, 充 CO₂ 优于充 N₂。



注: 不同大写字母表示个储藏方式间差异达 0.05 显著水平, 不同小写字母表示储藏期差异性达 0.05 显著水平, 以下同。

图 1 不同包装方式的花生在不同储藏温度下酸价变化的差异显著性分析(n=3)

Fig.1 Analysis of significant difference of acid value change with different packaging methods of peanut under different storage temperatures (n=3)

2.3 不同储藏方式对花生油亚比的影响

油酸/亚油酸(O/L)的比值可以反映花生的品质。由表 1 可知, 所有模拟实验样品中, 油亚比含量范围是 1.024~1.149, 普通包装、抽真空包装和充气包装的花生在不同储藏温度下都有一个共同的特点, 储藏第 6 个月的油亚比显著低于前 3 个月。由此可见, 储藏 6 个月后, 3 种包装方式的花生均有不同程度的酸败。

2.4 不同储藏方式对花生粗脂肪和粗蛋白含量的影响

花生中的粗脂肪含量是评价其品质和营养价值的重要

指标之一。不同储藏方式花生的粗脂肪含量变化如表 2 所示。所有样品中, 粗脂肪含量范围是 49.64%~53.41%, 粗蛋白含量范围是 21.61%~26.38%。储藏 6 个月, 3 种储藏方式下粗脂肪和粗蛋白含量无显著性差异, 储藏时间对粗脂肪含量有显著性差异, 储藏 6 个月时粗脂肪含量随储藏时间的延长而逐渐降低, 与前 3 个月相比, 粗脂肪含量高低为 1 个月含量>3 个月含量>6 个月含量。储藏时间对粗蛋白有显著性差异, 第 6 个月粗蛋白含量与前 3 个月粗蛋白含量差异显著且含量降低。

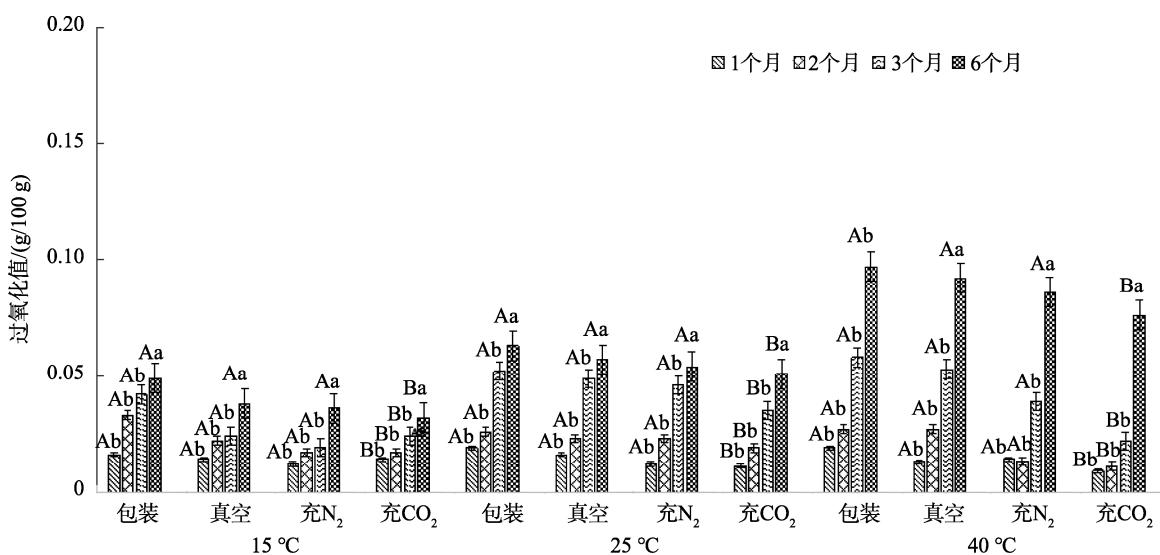


图 2 不同包装方式的花生在不同储藏温度下过氧化值变化的差异显著性分析(n=3)

Fig.2 Analysis of significant difference of peroxide change with different packaging methods of peanut under different storage temperatures (n=3)

表 1 不同包装方式的花生在不同储藏温度下油亚比变化的差异显著性分析(n=3)

Table 1 Analysis of significant difference of O/L value change with different packaging methods of peanut under different storage temperatures (n=3)

		1 个月	2 个月	3 个月	6 个月
15 °C	包装	1.135±0.012 ^b	1.130±0.029 ^b	1.126±0.027 ^b	1.055±0.055 ^a
	真空	1.099±0.029 ^b	1.122±0.036 ^b	1.101±0.016 ^b	1.046±0.012 ^a
	充 N ₂	1.097±0.006 ^b	1.106±0.020 ^b	1.124±0.044 ^b	1.035±0.008 ^a
	充 CO ₂	1.135±0.038 ^b	1.119±0.044 ^b	1.109±0.011 ^b	1.071±0.009 ^b
25 °C	包装	1.115±0.026 ^b	1.111±0.023 ^b	1.173±0.012 ^b	1.024±0.024 ^a
	真空	1.1357±0.019 ^b	1.109±0.046 ^b	1.132±0.034 ^b	1.049±0.023 ^a
	充 N ₂	1.103±0.031 ^b	1.113±0.025 ^b	1.080±0.007 ^b	1.062±0.043 ^a
	充 CO ₂	1.113±0.017 ^b	1.123±0.041 ^b	1.137±0.023 ^b	1.054±0.015 ^a
40 °C	包装	1.115±0.017 ^b	1.183±0.035 ^b	1.175±0.016 ^b	1.072±0.021 ^a
	真空	1.107±0.020 ^b	1.118±0.025 ^b	1.129±0.011 ^b	1.073±0.027 ^a
	充 N ₂	1.149±0.024 ^b	1.157±0.027 ^b	1.153±0.056 ^b	1.091±0.029 ^a
	充 CO ₂	1.133±0.049 ^b	1.145±0.024 ^b	1.154±0.008 ^b	1.097±0.021 ^a

注: 同行同一特征值不同小写字母表示不同储藏时间差异显著(P < 0.05)。

2.5 酸价、过氧化值、油亚比、粗脂肪和粗蛋白含量相关因素分析

表 3 为相关指标的回归分析结果。由此中概率值(*sig*)可知, 储藏时间、储藏温度和储藏方式对花生的酸价和过氧化值均有显著影响, 储藏方式和储藏温度对粗脂肪含量和粗蛋白含量影响不显著。比较标准系数绝对值的大小可知, 就酸价和油亚比而言, 影响程度从大到小依次为: 储藏温度、储藏时间、储藏方式。影响过氧化值、粗脂肪和粗蛋白的程度从大到小依次为储藏时间、储藏温度、储藏方式。综上可知: 储藏时间、储藏温度和储藏方式对花生的储藏品质具有关键性的影响, 控制储藏时间和降低储藏温度可以有效减缓花生品质酸败劣变。储藏方式对酸价和

过氧化值均具有显著影响, 说明充气气调储藏对于缓解花生储藏品质的氧化酸败具有一定作用。

2.6 花生储藏方式与品质指标的相关性分析

为深入了解不同储藏方式、温度及储藏时间对花生中酸价、过氧化值、油酸、亚油酸、粗脂肪含量以及粗蛋白含量之间的关系, 对其进行了相关性分析, 结果如表 4 所示, 酸价与储藏方式、温度、储藏时间具有极显著的相关性, 说明酸价受储藏方式、温度、储藏时间的变化影响很大。过氧化值与温度和储藏时间均呈显著性正相关, 说明温度越高, 过氧化值越高, 花生品质越差。储藏时间与粗脂肪含量、粗蛋白含量具有极显著的负相关。

表 2 不同储藏方式的花生在不同储藏温度下粗脂肪和粗蛋白含量分析($n=3$)

Table 2 Analysis of significant difference of fatty acid and protein value change with different packaging methods of peanut under different storage temperatures ($n=3$)

		粗脂肪				粗蛋白			
		1 个月	2 个月	3 个月	6 个月	1 个月	2 个月	3 个月	6 个月
15 °C	包装	52.41±0.61 ^a	51.91±0.21 ^a	51.65±0.76 ^a	50.65±0.37 ^b	24.05±1.02 ^a	23.93±0.28 ^a	24.26±0.27 ^a	22.92±0.26 ^b
	真空	53.27±0.39 ^a	52.05±0.55 ^a	51.73±0.86 ^a	50.05±1.45 ^b	24.19±0.48 ^a	23.97±0.88 ^a	24.49±0.68 ^a	21.61±0.18 ^b
	充 N ₂	53.41±0.53 ^a	52.20±0.41 ^a	51.64±0.44 ^a	50.71±2.45 ^b	24.35±0.23 ^a	24.64±0.71 ^a	24.41±0.28 ^a	21.71±0.63 ^b
	充 CO ₂	52.99±0.44 ^a	52.18±0.24 ^a	52.35±0.69 ^a	50.98±0.67 ^b	24.32±0.21 ^a	24.43±0.46 ^a	24.26±0.36 ^a	22.25±0.17 ^b
25 °C	包装	53.23±0.64 ^a	51.88±0.29 ^a	51.08±0.67 ^a	49.64±0.87 ^b	25.38±0.86 ^a	24.84±0.43 ^a	24.08±0.35 ^a	22.03±0.25 ^b
	真空	52.72±0.42 ^a	51.96±0.08 ^a	51.52±0.99 ^a	50.73±0.43 ^b	24.33±0.27 ^a	24.69±0.60 ^a	24.49±0.53 ^a	22.41±0.16 ^b
	充 N ₂	53.37±0.52 ^a	52.11±0.26 ^a	50.81±0.34 ^a	50.18±0.81 ^b	24.07±0.25 ^a	24.86±0.50 ^a	24.57±0.47 ^a	21.93±0.35 ^b
	充 CO ₂	53.03±0.53 ^a	52.26±0.47 ^a	51.42±0.73 ^a	50.06±0.38 ^b	24.81±0.56 ^a	24.38±0.65 ^a	23.72±0.46 ^a	21.81±0.44 ^b
40 °C	包装	53.13±0.81 ^a	52.37±0.26 ^a	51.75±0.56 ^a	49.87±0.53 ^b	26.12±0.79 ^a	25.74±0.37 ^a	24.61±0.32 ^a	21.67±0.41 ^b
	真空	52.75±0.27 ^a	51.56±0.61 ^a	51.35±0.91 ^a	50.29±1.18 ^b	25.78±0.49 ^a	24.76±0.47 ^a	24.24±0.62 ^a	22.23±0.36 ^b
	充 N ₂	53.37±0.35 ^a	52.28±0.97 ^a	51.16±1.11 ^a	50.79±0.52 ^b	26.38±0.38 ^a	24.67±0.25 ^a	24.59±0.32 ^a	22.07±0.51 ^b
	充 CO ₂	53.32±0.29 ^a	52.03±0.36 ^a	51.97±0.29 ^a	51.07±0.61 ^b	26.36±0.81 ^a	24.43±0.59 ^a	24.92±0.37 ^a	22.03±0.21 ^b

注: 不同小写字母表示储藏时间差异显著($P < 0.05$)。

表 3 花生酸价、过氧化值、油亚比、粗脂肪和粗蛋白的回归分析系数表

Table 3 Regression analysis coefficient table of acid value, peroxide, O/L, crude fat and crude protein

	模型	非标准系数		标准系数	<i>t</i>	<i>sig</i>
		B	标准误差	β		
酸价	常量	0.129	0.018		6.992	0.000
	储藏时间	0.035	0.004	0.362	9.78	0.000
	储藏温度	0.058	0.005	0.426	11.578	0.000
	储藏方式	-0.007	0.004	-0.069	-1.853	0.045

表 3(续)

模型	非标准系数		标准系数	<i>t</i>	<i>sig</i>	
	B	标准误差	β			
过氧化值	常量	0.019	0.002		9.896	0.000
	储藏时间	-0.005	0	-0.468	-12.201	0.000
	储藏温度	0.003	0.001	0.229	6.003	0.000
	储藏方式	0.000	0	0.009	0.243	0.021
油亚比	常量	1.154	0.052		22.361	0.000
	储藏时间	0.011	0.01	0.05	1.119	0.0664
	储藏温度	0.016	0.014	0.053	1.176	0.0240
	储藏方式	0.001	0.011	0.006	0.126	0.9
粗脂肪	常量	51.562	0.356		144.868	0.000
	储藏时间	-0.275	0.07	-0.175	-3.958	0.000
	储藏温度	-0.125	0.096	-0.057	-1.302	0.194
	储藏方式	0.036	0.077	0.021	0.472	0.637
粗蛋白	常量	25.385	0.282		90.117	0.000
	储藏时间	-0.367	0.055	-0.286	-6.664	0.000
	储藏温度	0.157	0.076	0.088	2.062	0.060
	储藏方式	0.044	0.061	0.031	0.732	0.465

注: B 是非标准回归系数; β 是标准回归系数; *t* 值是对回归系数的 *t* 检验; *sig* 代表 *t* 检验的显著性。

表 4 花生储藏方式与品质指标的相关性统计分析
Table 4 Relationships among storage conditions and storage quality

	储藏方式	温度	储藏时间	酸价	过氧化值	O/L	粗脂肪含量	粗蛋白含量
储藏方式	1							
温度		1						
储藏时间			1					
酸价	-0.112*	0.414**	0.216**	1				
过氧化值	0.07	0.275**	0.380**	0.035	1			
O/L	-0.25	0.098	0.028	-0.130**	0.067	1		
粗脂肪含量	0.039	-0.057	-0.177**	-0.227**	-0.082	-0.460	1	
粗蛋白含量	0.061	0.088	-0.289**	0.135**	0.171**	0.501	-0.617**	1

注: **: 在置信度(双测)为 0.01 时, 相关性是显著的。*: 在置信度(双测)为 0.05 时, 相关性是显著的。

3 结论与讨论

花生储藏方式的研究主要集中在包装材料、水分含量、真空储藏和充氮气储藏。研究表明, 阻隔性包装材料、真空包装和充氮气包装能明显改善花生仁的贮藏品质^[15-16]。本研究通过充氮气、二氧化碳气体、真空包装和聚乙烯普

通包装等方式研究了花生仁的酸价、过氧化值、油亚比、粗脂肪和粗蛋白含量在不同储藏时间内的变化趋势。结果显示, 随着贮藏时间的延长, 储藏 6 个月时酸价、过氧化值显著高于前 3 个月。储藏时间对粗脂肪含量有显著性差异, 其中粗脂肪含量大小为 1 个月含量>3 个月含量>6 个月含量。储藏 6 个月时粗蛋白含量显著低于前 3

个月。这与单世华等^[17]和李春娟等^[18]通过对储藏时间的研究发现花生中蛋白质和粗脂肪含量整体呈降低趋势,油酸含量随储藏时间增加升高而亚油酸含量降低的研究结果一致。虽然不同温度下这 4 种储藏方式中花生仁的各项理化指标变化规律大体一致,但不同储藏方式在不同储藏时间存在一定差异。同一储藏模式下,储藏温度越低,酸价及过氧化值越低,其他品质指标无明显规律。气调模式下,气体种类对酸价和过氧化值存在影响,酸价高低顺序为充氮气<充二氧化碳,过氧化值高低顺序为充二氧化碳<充氮气,其他品质指标无明显规律。

通过研究发现:以酸价为评价指标时,包装与真空、充 N₂、充 CO₂ 有显著差异,真空与充 N₂ 有显著差异, N₂ 的填充更有利于阻隔氧气的进入及抑制氧化酸败的反应。不同储藏方式对酸价影响的优劣排序为: N₂ > CO₂ > 真空。以过氧化值为评价指标,3 种储藏方式的优劣排序为气调>真空>包装,其中气调储藏方式下,充 CO₂ 优于充 N₂。这与何家林等^[9]、袁贝等^[19]、董文丽等^[20]在研究储藏方式对花生品质影响也有相类似的结论。温度也是影响花生储藏的重要因素,研究结果表明,不同温度对花生籽仁氧化抑制的效果为: 15 °C>25 °C>40 °C,过氧化值大小依次为 40 °C>25 °C>15 °C,由此可知 15 °C 保存效果最好。温度对油亚比的影响较小,粗脂肪含量随温度变化差异不显著但随温度升高而降低。这与董玲^[11]的研究结果一致,也与在绿豆^[21]储藏过程中低温储藏更有利于保持其品质结果一致。

综合表明,在同一储藏时间内,气调储藏、低温储藏可明显延缓花生仁在贮藏过程中酸价、过氧化值增加幅度,能有效抑制脂肪的氧化酸败,保持花生原有品质。因此在充气、低温贮藏环境中,花生仁不易氧化酸败,可有效延长花生安全贮藏期。随着储藏时间的增加,储藏时间对花生的酸败影响显著,因此在花生储藏时为保持花生储藏品质应严格控制储藏时间。

参考文献

- GROSSO NR, NEPOTE V, GUZMÁN CA. Chemical composition of some wild peanut species (*Arachis L.*) seeds [J]. *J Agric Food Chem*, 2000, 48(3): 806–809.
- BOLTON GE, SANDERS TH. Effect of roasting oil composition on the stability of roasted high-oleic peanuts [J]. *J Am Oil Chem Soc*, 2002, 79(2): 129–132.
- FOFANA B, CLOUTIER S, DUGUID S, *et al.* Gene expression of stearyl-ACP desaturase and Δ12 fatty acid desaturase 2 is modulated during seed development of flax (*Linum usitatissimum*) [J]. *Lipids*, 2006, 41(7): 705–712.
- MEXIS SF, KONTOMINAS MG. Effect of oxygen absorber, nitrogen flushing, packaging material oxygen transmission rate and storage conditions on quality retention of raw whole unpeeled almond kernels (*Prunus dulcis*) [J]. *LWT-Food Sci Technol*, 2010, 43: 1–11.
- 王晶. 常温贮藏花生的质量变化规律与近红外快速无损检测研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2013.
WANG J. The study on the quality and the technology of near infrared fast non destructive detection of peanut under normal temperature [D]. Wuhan: Central China Agricultural University, 2013.
- 马颖颖. 包材和保藏条件对花生仁品质变化的影响[D]. 大连: 大连工业大学, 2018.
MA YY. Changes of peanuts chemical component under different packing materials and storage condition [D]. Dalian: Dalian Polytechnic University, 2018.
- 林勇敢, 付晓纪, 周中英, 等. 包装材料对不同水分含量花生贮藏效果影响[J]. *食品工业科技*, 2014, 35(19): 331–334.
LIN YG, FU XJ, ZHOU JY, *et al.* Effect of packaging materials on storage property of different moisture content peanut [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2014, 35(19): 331–334.
- 祝水兰, 周中英, 刘光宪, 等. 不同包装方法对高水分花生果贮藏品质的影响[J]. *河南农业科学*, 2015, 44(2): 146–150.
ZHU SL, ZHOU JY, LIU GX, *et al.* Effect of different packaging methods on storage quality of high moisture peanut [J]. *J Henan Agric Sci*, 2015, 44(2): 146–150.
- 何家林, 冯健雄, 付晓记, 等. 花生二氧化碳充气包装贮藏技术研究[J]. *河南农业科学*, 2013, 42(5): 169–172.
HE JL, FENG JX, FU XJ, *et al.* Study on the technology of carbon dioxide filling package of peanut [J]. *J Henan Agric Sci*, 2013, 42(5): 169–172.
- 付晓记, 幸胜平, 闵华, 等. 不同包装材料密闭储藏对花生品质影响[J]. *中国粮油学报*, 2017, 32(10): 118–122.
FU XJ, XING SP, MIN H, *et al.* Influence of packaging materials on storage property of peanut stored in air tight [J]. *J Chin Cere Oils Ass*, 2017, 32(10): 118–122.
- 董玲. 不同贮藏温度对花生品质影响研究[J]. *食品安全导刊*, 2018, 16: 75–77.
DONG L. Effect of different storage temperatures on peanut quality [J]. *Chin Food Saf Magaz*, 2018, 16: 75–77.
- 周中英, 王丽, 祝水兰, 等. 气调包装对花生原料品质的影响[J]. *江西农业学报*, 2019, 31(11): 72–76.
ZHOU JY, WANG L, ZHU SL, *et al.* Effect of modified atmosphere packaging technology on quality of peanut [J]. *Acta Agric Jiangxi*, 2019, 31(11): 72–76.
- 张来林, 薛丽丽, 杨文超, 等. 充氮气调对花生仁储藏品质影响的研究[J]. *河南工业大学(自然科学版)*, 2012, 33(1): 27–33.
ZHANG LL, XUE LL, YANG WC, *et al.* Influence of controlled atmosphere storage with N₂ on storage quality of peanuts [J]. *J Henan Univ Technol (Nat Sci Ed)*, 2012, 33(1): 27–33.
- 杨潇, 相海, 胡淑珍, 等. 湿花生热风干燥工艺研究[J]. *食品科技*, 2017, 42(6): 111–115.
YANG X, XIANG H, HU SZ, *et al.* Process on hot air drying of wet peanut [J]. *Food Sci Technol*, 2017, 42(6): 111–115.
- 周中英, 王丽, 祝水兰, 等. 不同贮藏方式对花生仁品质的影响[J]. *中国农业科技导报*, 2021, 23(2): 134–140.
ZHOU LY, WANG L, ZHU SL, *et al.* effects of different storage technology on peanut quality [J]. *J Agric Sci Technol*, 2021, 23(2): 134–140.
- 王安建, 高帅平, 田广瑞, 等. 真空包装对花生贮藏效果的影响[J]. 河

- 南农业科学, 2015, 44(9): 125–128.
- WANG AJ, GAO SP, TIAN GR, *et al.* Effect of vacuum packing on storage quality of peanut [J]. *Henan Agric Sci*, 2015, 44(9): 125–128.
- [17] 单世华, 李春娟, 许婷婷, 等. 贮藏期对花生种质籽粒成分影响研究[J]. *花生学报*, 2005, 34 (3): 21–25.
- SHAN SH, LI CJ, XU TT, *et al.* Research of storage period on seed components of peanut germplasm [J]. *J Peanut Sci*, 2005, 34 (3): 21–25.
- [18] 李春娟, 单世华, 万书波, 等. 贮藏时间对花生品质成分和种子活力的影响[J]. *山东农业科学*, 2008, 23(1): 94–96.
- LI CJ, SHAN SH, WAN SB, *et al.* Effect of storage period on quality components and vigor of peanut seed [J]. *Shandong Agric Sci*, 2008, 23(1): 94–96.
- [19] 袁贝, 邵亮亮, 张迪骏, 等. 储藏条件对花生的氨基酸和脂肪酸组成及风味的变化影响[J]. *食品工业科技*, 2016, 37(8): 318–322.
- YUAN B, SHAO LL, ZHANG DJ, *et al.* The difference of amino acids, fatty acids and flavor of peanut stored in different conditions [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2016, 37(8): 318–322.
- [20] 董文丽, 巩雪, 孙智慧, 等. 不同包装处理对花生贮藏品质影响研究[J]. *化学工程师*, 2014, 222(3): 58–60.
- DONG WL, GONG X, SUN ZH, *et al.* Research of quality impact of different packaging manage on peanutstorage [J]. *Chem Eng*, 2014, 222(3): 58–60.
- [21] 蔡晓宁, 张来林, 陶琳岩. 不同储藏条件下绿豆品质变化规律研究[J]. *河南工业大学学报(自然科学版)*, 2016, 37(2): 16–21.

CAI XN, ZHANG LL, TAO LY. Effect of different storage conditions on the quality of mung bean [J]. *J Henan Univ Technol (Nat Sci Ed)*, 2016, 37(2): 16–21.

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介



王 允, 博士, 助理研究员, 主要研究方向为农产品质量安全风险评估。
E-mail: wangyun1906@163.com



贾 斌, 副研究员, 主要研究方向为农产品质量安全监测与检测技术研究。
E-mail: jiabin854@163.com



刘继红, 研究员, 主要研究方向为农产品质量安全检测技术研究及农产品质量安全风险评估。
E-mail: ljha3100@163.com