

基于不同存储条件高油酸花生油过氧化值的变化规律

许晓栋¹, 吴鹏飞¹, 周茂鑫², 王一路³, 刘 贤¹

(1. 中国农业大学工学院, 北京 100083; 2. 山东金胜粮油食品有限公司, 山东 临沂 276600;

3. 山东华胜检验检测技术有限公司, 山东 临沂 276600)

摘要:为了把控花生油过氧化值的阶段变化规律,以高油酸花生油为研究对象,在不同存储时间(10~60 min、1~7 h、1~9 d)内对不同存储方式(瓶装密封、瓶装敞口)和不同环境温度(25、50、75、100℃)的花生油过氧化值进行测定,通过差异显著性对比分析存储条件对花生油过氧化值的影响,结合变化趋势的线性拟合方程研究过氧化值的变化规律。结果表明:花生油的过氧化值随着存储时间的延长而不断增加,但瓶装密封花生油的过氧化值始终低于瓶装敞口的;在常温状态下(25℃),存储时间1~9 d的过氧化值显著高于10~60 min和1~7 h的($p < 0.05$);环境温度越高,花生油氧化越剧烈,过氧化值升高越快,100℃时的过氧化值与其他温度条件存在显著性差异($p < 0.05$);不同存储条件(存储方式、环境温度)下,过氧化值线性拟合方程的相关系数(R^2)均达到了0.977及以上。不同存储方式下,花生油过氧化值与存储时间存在良好的线性关系,可以精准把控花生油过氧化值的变化情况。

关键词:花生油;过氧化值;变化规律;存储方式;存储温度

中图分类号:TS225.1;TQ646 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2023)11-0045-07

Change rule of peroxide value of high oleic acid peanut oil based on different storage conditions

XU Xiaodong¹, WU Pengfei¹, ZHOU Maoxin², WANG Yilu³, LIU Xian¹

(1. College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China; 2. Shandong Jinsheng

Cereals & Oils and Foods Co., Ltd., Linyi 276600, Shandong, China; 3. Shandong Huasheng

Inspection and Testing Technology Co., Ltd., Linyi 276600, Shandong, China)

Abstract: In order to understand and control the change rule of peroxide value of peanut oil in different storage stage, high oleic acid peanut oil was selected as the research object, and the peroxide values of peanut oil were measured at different storage time (10–60 min, 1–7 h, 1–9 d) in different storage methods (bottle seals, bottle exposures) and different ambient temperatures (25, 50, 75, 100℃). The effects of different storage conditions on the peroxide value of peanut oil were analyzed by comparing the significance of the differences, and the changes in the peroxide value were investigated by combining the linear fitting equation of the changing trend. The results showed that the peroxide value of peanut oil increased with the prolonging of storage time, but the peroxide value of bottle sealed peanut oil was always lower than that of bottle exposures peanut oil. At room temperature (25℃), the peroxide values of 1–9 d were significantly higher than that of 10–60 min and 1–7 h ($p < 0.05$). The higher the ambient temperature, the more intense the oxidation of

peanut oil, and the faster the peroxide value increased, and the peroxide value at 100℃ was significantly different from other temperature conditions ($p < 0.05$), the R^2 of the linear fitted equation for the peroxide value under different storage conditions (storage methods and ambient temperature) all reached above 0.977. The change

收稿日期:2022-06-06;修回日期:2023-05-30

基金项目:国家重点研发计划政府间/港澳台重点专项“基于数字信息技术的中欧食品安全过程控制体系的建设与示范(2019YFE0103800)”

作者简介:许晓栋(1996),男,博士,研究方向为农业工程(E-mail)xuxd@cau.edu.cn。

通信作者:刘 贤,教授(E-mail)lx@cau.edu.cn。

of peroxide value had a good linear relationship with storage time under different conditions, which can accurately control the change of peroxide value of peanut oil.

Key words: peanut oil; peroxide value; change rule; storage method; storage temperature

油脂是我国居民生活中的必需品,可以为人体提供脂肪酸、脂溶性维生素、热量等^[1-2]。花生油是世界上最受欢迎的七种食用油之一^[3],不仅含有丰富的油酸、亚油酸,而且白藜芦醇、 Mg^{2+} 、 Zn^{2+} 和 V_E 等营养物质含量也非常丰富^[4]。但是花生油在加工、生产、存储和运输过程中容易发生氧化,导致风味、颜色和质地劣变^[5],且产生的氧化脂质会危害人体健康^[6]。我国 GB 2716—2018 中规定食用植物油和植物原油过氧化值的限量值为 0.25 g/100 g (9.85 mmol/kg)。

现阶段市场上流通的花生油产品品质参差不齐。综合数据显示,2015 年 9 月—2019 年 9 月监管部门共抽检出 204 批次不合格的花生油产品^[7];曹轶群等^[8]通过检测生产、流通、小油坊和餐饮 4 个环节的 440 批次的花生油,发现过氧化值超标的产品有 26 批次,产品中最高过氧化值(1.0 g/100 g)是国家标准规定限量值的 4 倍;李兰芳等^[9]测定了 8 家土榨花生油的过氧化值,结果发现,合格率仅为 37.5%,产品中最高过氧化值是国家标准规定限值的 3.76 倍。目前,研究人员对花生油过氧化值的研究较多,如鹿海印^[10]通过研究存储方式(开盖、密封)和存储工具(陶瓷瓶、PET 桶)等因素对压榨花生油过氧化值的影响,发现用密封的陶瓷瓶存储花生油最适宜;柴向华等^[11]研究花生油加工过程中温度对过氧化值变化的影响,发现过氧化值会随着温度的升高而升高;计小艳^[12]研究花生油存储期间品质控制指标的变化,发现过氧化值会随着存储时间的延长而不断增加;还有通过添加外源物质^[13-17]或者物理改性^[18-19]的方法研究花生油过氧化值的变化情况。但是,关于花生油过氧化值变化规律的系统分析研究报道较少。

本文以 60 个新鲜成品高油酸花生油(简称“花生油”)为研究对象,通过对比研究存储方式(瓶装密封与瓶装敞口)、环境温度(25、50、75℃和 100℃)和存储时间(10~60 min、1~7 h 和 1~9 d)对花生油过氧化值的影响,分析过氧化值的变化规律,以期把把控花生油过氧化值的阶段变化提供参考,从而减少花生油变质的概率。

1 材料与方法

1.1 实验材料

高油酸花生油,山东金胜粮油食品有限公司提供,为一级压榨成品花生油(过氧化值为 0.197 7 mmol/kg)。冰乙酸、三氯甲烷、碘化钾、石油醚、无水硫酸钠和重铬酸钾等试剂均为分析纯。

DHG-9246A 电热恒温鼓风干燥箱,上海精宏试验设备有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 不同存储方式的花生油样品制备

将 20 个花生油样品分为 2 组,每组 10 个,分装于瓶口直径为 30 mm 的 300 mL 的玻璃广口瓶中。在室温条件下(约 25℃),一组加盖密封,一组敞口,避光放置于橱柜中,分别在 10~60 min(间隔 10 min)、1~7 h(间隔 1 h)、1~9 d(间隔 1 d)取样,测定样品的过氧化值。

1.2.2 不同环境温度的花生油样品制备

将 40 个花生油样品分为 4 组,每组 10 个,分装于瓶口直径为 30 mm 的 300 mL 的玻璃广口瓶中。一组于室温条件下(约 25℃)避光放置,其他 3 组分别置于 50、75℃和 100℃的电热恒温鼓风干燥箱中,分别在 10~60 min(间隔 10 min)、1~7 h(间隔 1 h)、1~9 d(间隔 1 d)取样,测定样品的过氧化值。

1.2.3 过氧化值的测定

过氧化值的测定参照 GB 5009.227—2016,每个样品测定 3 个平行,取其平均值作为测定结果。

1.2.4 数据分析

采用 Origin 2018 与 SPSS V23.0 软件进行数据分析与绘图。

2 结果与讨论

2.1 存储方式对花生油过氧化值变化规律的影响

2.1.1 不同存储方式的花生油过氧化值变化趋势分析

图 1 为不同存储方式下花生油过氧化值的变化趋势和分布。由图 1a 可知,经过 1 h 存储,瓶装密封花生油的过氧化值从 0.197 7 mmol/kg 上升到 0.238 3 mmol/kg,而瓶装敞口花生油的过氧化值从 0.197 7 mmol/kg 上升到 0.264 1 mmol/kg,两种存

储方式下过氧化值分别提升了 20.54% 和 33.59%，瓶装密封花生油过氧化值主要分布在 0.20 ~ 0.22 mmol/kg，而瓶装敞口花生油的过氧化值则主要分布于 0.23 ~ 0.26 mmol/kg，两种存储方式的花生油过氧化值均值相差 0.027 1 mmol/kg。由图 1b 可知，经过 1 ~ 7 h 的存储，瓶装密封花生油的过氧化值上升至 0.348 7 mmol/kg，瓶装敞口花生油的过氧化值上升至 0.366 1 mmol/kg，过氧化值分别提升

了 46.33% 和 38.62%，两种存储方式的花生油过氧化值分布情况相反，均值相差 0.031 5 mmol/kg。由图 1c 可知，经过 9 d 的存储，瓶装密封和瓶装敞口花生油的过氧化值分别上升至 0.967 2 mmol/kg 和 1.185 0 mmol/kg，过氧化值分别提升了 389.23% 和 499.39%，两种存储方式的过氧化值分布情况相似，且过氧化值的中位数相近，仅相差 0.015 mmol/kg。

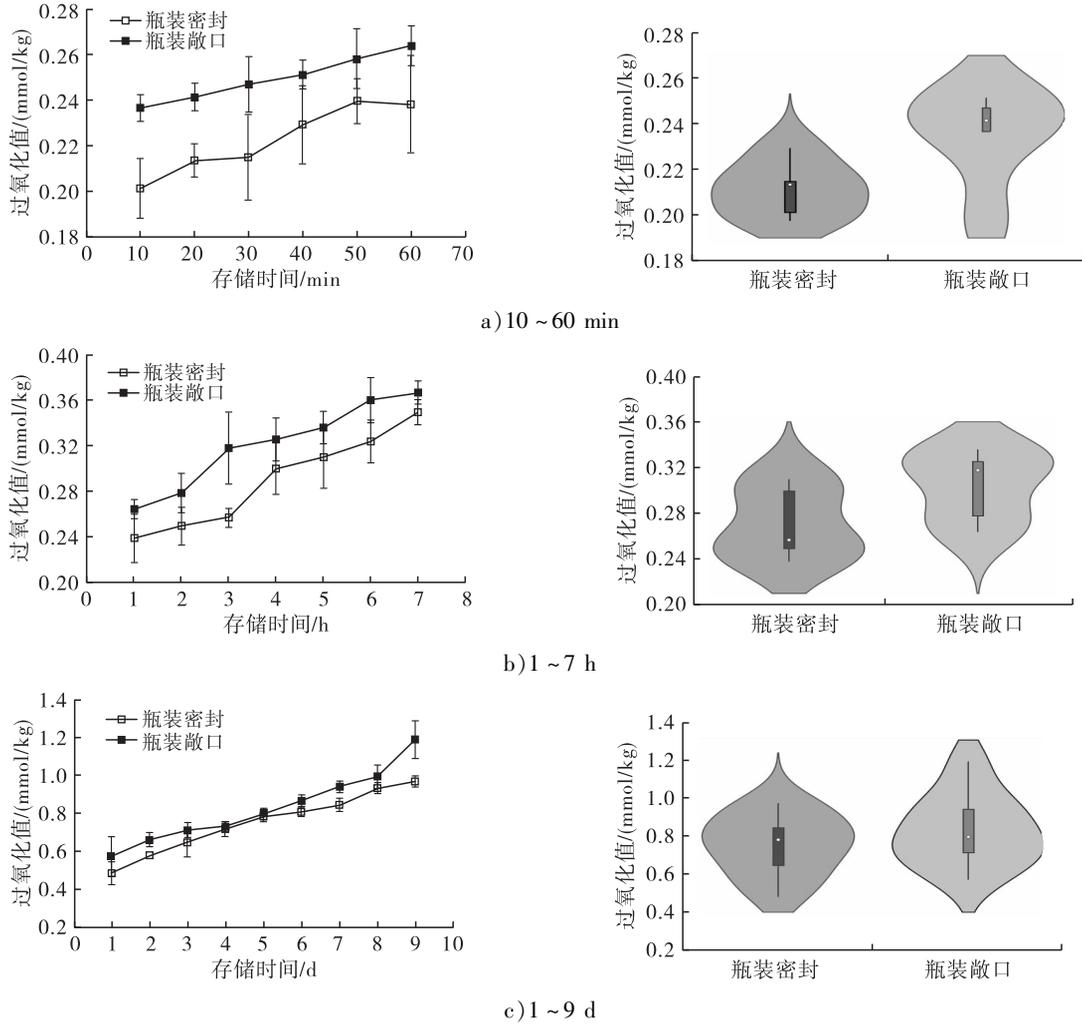


图 1 不同存储方式下花生油过氧化值变化趋势和分布

不同存储方式的花生油过氧化值数据统计如表 1 所示。

表 1 不同存储方式下花生油过氧化值相关统计

存储方式	存储时间	过氧化值/(mmol/kg)			
		最大值	最小值	平均值	标准差
瓶装密封	10 ~ 60 min	0.239 5	0.201 2	0.222 7	0.015 4 ^b
	1 ~ 7 h	0.348 9	0.238 3	0.289 4	0.041 7 ^b
	1 ~ 9 d	0.967 2	0.482 0	0.749 4	0.160 5 ^a
瓶装敞口	10 ~ 60 min	0.264 1	0.236 7	0.249 8	0.010 3 ^b
	1 ~ 7 h	0.366 2	0.264 1	0.320 9	0.038 4 ^b
	1 ~ 9 d	1.185 3	0.572 2	0.827 6	0.189 1 ^a

注：同列不同字母表示差异显著 ($p < 0.05$)

由表 1 可知，在相同的存储时间内，两种存储方式下过氧化值的标准差相差不大，且花生油过氧化

值的变化趋势基本一致,但瓶装敞口花生油的过氧化值始终高于瓶装密封的花生油,这与胡婷^[20]、孙丽琴^[21]等的研究结果相一致,这是因为随着敞口花生油存储时间不断延长,空气中氧气、水分会加速油脂的氧化酸败^[1, 22]。通过 SPSS 显著性分析可知,在相同的存储时间内,存储方式对花生油过氧化值的变化无显著性影响($p > 0.05$),而在相同的存储方式下,1~9 d 的花生油过氧化值与其他存储时间有显著性差异($p < 0.05$)。

2.1.2 不同存储方式的花生油过氧化值变化速率分析

分析花生油实验期间过氧化值的变化速率,结果如图 2 所示。由图 2 可知,瓶装密封和瓶装敞口花生油的过氧化值变化速率趋势基本一致,

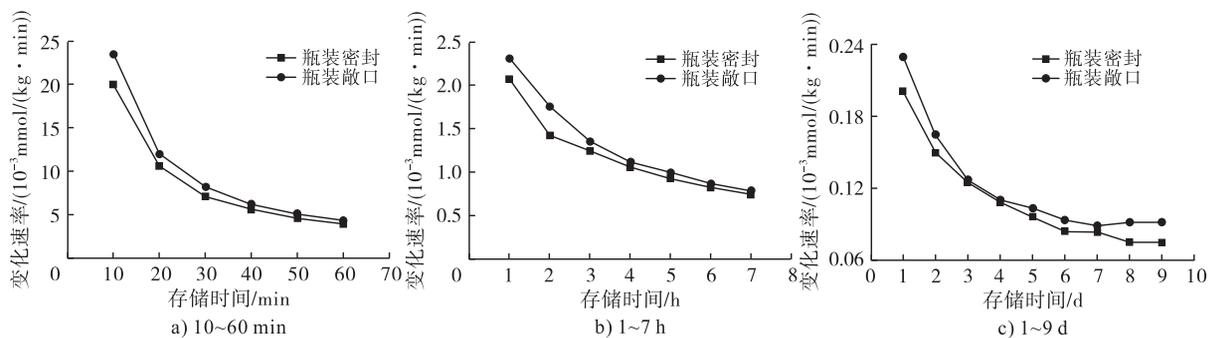


图 2 不同存储方式的花生油过氧化值变化速率

2.1.3 不同存储方式的花生油过氧化值变化趋势拟合方程

将不同存储方式花生油的过氧化值(y)与存储时间(x)用 Origin 2018 软件进行拟合,获得拟合方程如表 2 所示。

表 2 不同存储方式花生油的过氧化值曲线拟合方程

存储方式	存储时间	拟合方程	R^2
瓶装密封	10~60 min	$y = 0.0008x + 0.1952$	0.979
	1~7 h	$y = 0.0174x + 0.2476$	0.986
	1~9 d	$y = 0.0580x + 0.4671$	0.996
瓶装敞口	10~60 min	$y = 0.0005x + 0.2309$	0.997
	1~7 h	$y = 0.0208x + 0.2014$	0.983
	1~9 d	$y = 0.0611x + 0.5055$	0.980

由表 2 可知,3 个存储阶段的拟合方程均为线性方程且相关系数均达到了 0.979 及以上,说明两种存储方式的花生油过氧化值变化规律较为符合线性变化规律。在存储时间 10~60 min 时,瓶装密封花生油拟合曲线斜率高于瓶装敞口的,在存储时间 1~7 h 和 1~9 d 时,瓶装密封花生油拟合曲线斜率要低于瓶装敞口的。根据拟合曲线的相关系数可知,存储时间在 10~60 min 时瓶装敞口花生油的拟合曲线预测过氧化值的变化会更为准确,而在存储时间 1~7 h 和 1~9 d 时瓶装密封花生油的拟合曲

过氧化值变化速率均随着存储时间的延长而逐渐降低,但是瓶装密封花生油的过氧化值变化速率始终低于瓶装敞口花生油的。在存储时间 10~60 min 时,花生油的过氧化值变化剧烈,瓶装密封和瓶装敞口花生油的过氧化值变化速率分别由 0.021 mmol/(kg·min) 和 0.023 mmol/(kg·min) 降低至 0.004 mmol/(kg·min) 左右,瓶装密封和瓶装敞口花生油的过氧化值变化速率分别降低了 81.0% 和 82.6%; 经过 7 h 的存储,瓶装密封和瓶装敞口花生油的过氧化值变化速率均降低至 0.001 mmol/(kg·min) 以下; 存储 8 d 后,过氧化值的变化速率几乎恒定,其中瓶装密封存储的为 0.000 074 6 mmol/(kg·min), 瓶装敞口存储的为 0.000 091 5 mmol/(kg·min)。

线预测过氧化值的变化会更为准确。

2.2 环境温度对花生油过氧化值变化规律的影响

2.2.1 不同环境温度下花生油过氧化值变化趋势分析

图 3 为不同环境温度下花生油过氧化值变化趋势和分布。

由图 3 可知,在不同的环境温度下,花生油过氧化值随着存储时间的延长而增大。在第一阶段(10~60 min),在 25、50、75、100℃ 条件下存储 60 min,花生油的过氧化值比初始值分别增加了 10.36%、18.14%、19.67% 和 33.39%,25℃ 与其他温度差异明显,且其过氧化值分布范围与其他温度的不存在重合;在第二阶段(1~7 h),花生油过氧化值分别增加了 21.61%、34.70%、40.77% 和 56.83%,25℃ 和 100℃ 时过氧化值的分布与 50℃ 和 75℃ 时有显著性差异($p < 0.05$),50、75℃ 和 100℃ 时的过氧化值分布存在大部分重合,但是 100℃ 时过氧化值高频区间要明显区别于 75℃ 的;在第三阶段(1~9 d),花生油过氧化值分别增加了 53.61%、72.07%、100.66% 和 553.20%,100℃ 条件下过氧化值的变化与其他温度条件有着巨大的差异,过氧化值分布最广泛,涵盖了其他温度条件下的

过氧化值区间。可见,环境温度升高,花生油过氧化

值的增加幅度会增大,且过氧化值的变化更为剧烈。

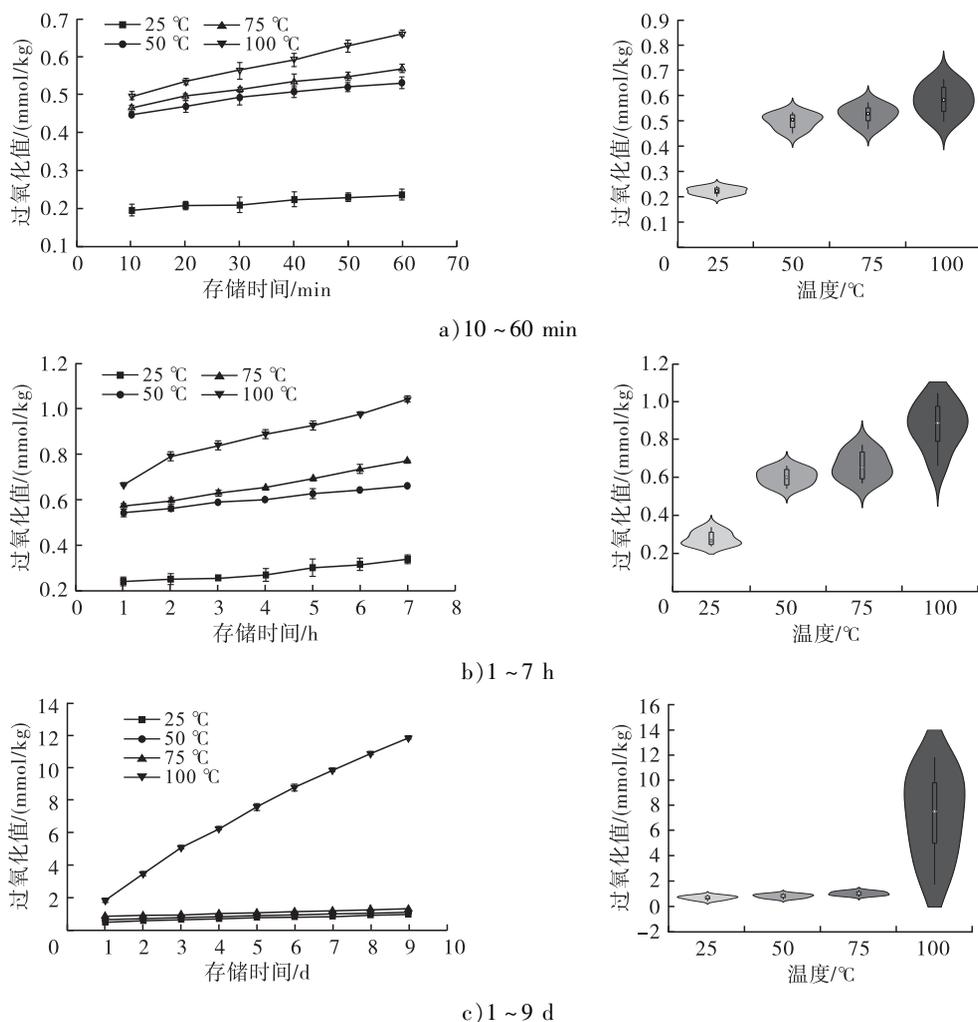


图3 不同环境温度下花生油过氧化值变化趋势和分布

对不同环境温度的花生油过氧化值数据进行统计分析,结果如表3所示。由表3可知,4种环境温度在不同阶段对过氧化值变化的影响有着显著性差异,存储时间在10~60 min和1~7 h时,25、100 °C

条件下的过氧化值与50 °C和75 °C有显著性差异($p < 0.05$),存储时间在1~9 d时,100 °C条件下的过氧化值与25、50 °C和75 °C有显著性差异($p < 0.05$)。

表3 不同环境温度下花生油过氧化值相关统计

环境温度/°C	存储时间	过氧化值/(mmol/kg)			
		最大值	最小值	平均值	标准差
25	10~60 min	0.240 8	0.201 2	0.222 3	0.006 1 ^c
	1~7 h	0.338 9	0.240 8	0.281 2	0.013 9 ^c
	1~9 d	0.967 2	0.482 0	0.749 3	0.160 5 ^b
50	10~60 min	0.532 8	0.451 0	0.498 0	0.012 7 ^b
	1~7 h	0.660 1	0.542 8	0.602 9	0.016 1 ^b
	1~9 d	1.090 3	0.633 6	0.874 6	0.155 8 ^b
75	10~60 min	0.571 3	0.467 7	0.524 1	0.037 2 ^b
	1~7 h	0.769 6	0.571 3	0.662 6	0.027 4 ^b
	1~9 d	1.312 2	0.854 3	1.077 8	0.160 3 ^b
100	10~60 min	0.663 0	0.497 0	0.581 9	0.061 1 ^a
	1~7 h	1.039 8	0.663 0	0.604 8	0.047 0 ^a
	1~9 d	11.821 2	1.809 7	7.267 6	1.134 5 ^a

注:相同存储时间不同环境温度下不同字母表示差异显著($p < 0.05$)

2.2.2 不同环境温度下花生油过氧化值变化速率分析

花生油在不同环境温度下过氧化值的变化速率如图4所示。由图4可知,不同温度条件下过氧化值的变化速率随着存储时间的延长而逐渐降低,但是在不同存储阶段不同环境温度条件下的过氧化值变化规律有所不同。在第一阶段(10~60 min),花生油的过氧化值变化最为剧烈,过氧化值变化速率在25℃下变化最小,从0.02 mmol/(kg·min)降低至0.004 mmol/(kg·min),而50、75、100℃条件下的过氧化值变化速率分别降低了0.037 0、0.037 5、0.038 7 mmol/(kg·min);在第二阶段(1~7 h),花

生油过氧化值的变化速率仍在降低,经过7 h的存储,25、50、75℃和100℃时过氧化值变化速率分别降低至0.000 8、0.001 5、0.001 8 mmol/(kg·min)和0.002 5 mmol/(kg·min),分别降低了77.60%、79.89%、80.76%和82.63%;在第三阶段(1~9 d),100℃时过氧化值变化速率的下降趋势与其他温度条件有着明显的不同,但存在着线性关系($y = -5.35 \times 10^{-5}x + 0.001 3, r = -0.99$),经过9 d的存储,25、50、75℃和100℃条件下过氧化值的变化速率分别降低至0.000 074 6、0.000 084 1、0.000 101 mmol/(kg·min)和0.000 912 mmol/(kg·min),分别降低了77.70%、80.88%、82.93%和27.42%。

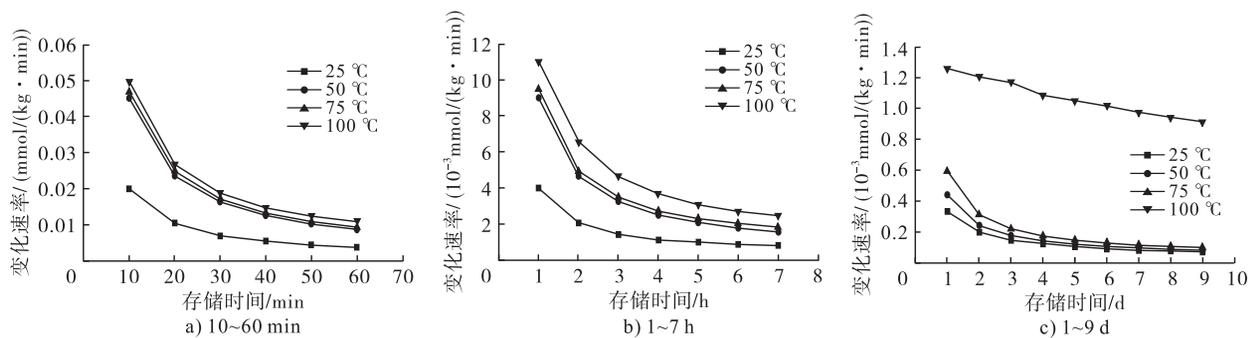


图4 不同环境温度下花生油过氧化值变化速率

2.2.3 不同环境温度下花生油过氧化值拟合方程

将不同环境温度条件下花生油的过氧化值(y)与存储时间(x)用 Origin 2018 软件进行拟合,获得拟合方程如表4所示。

表4 不同环境温度下花生油过氧化值曲线拟合方程

存储温度/℃	存储时间	拟合方程	R^2
25	10~60 min	$y = 0.000 7x + 0.196 9$	0.989
	1~7 h	$y = 0.017 0x + 0.213 4$	0.977
	1~9 d	$y = 0.057 1x + 0.467 1$	0.995
50	10~60 min	$y = 0.001 8x + 0.433 6$	0.995
	1~7 h	$y = 0.019 6x + 0.522 7$	0.998
	1~9 d	$y = 0.057 6x + 0.596 1$	0.997
75	10~60 min	$y = 0.002 0x + 0.454 6$	0.990
	1~7 h	$y = 0.034 5x + 0.524 3$	0.995
	1~9 d	$y = 0.059 6x + 0.781 1$	0.998
100	10~60 min	$y = 0.003 2x + 0.703 0$	0.998
	1~7 h	$y = 0.060 0x + 0.615 9$	0.983
	1~9 d	$y = 1.200 0x + 1.266 0$	0.996

由表4可知,不同环境温度下不同存储阶段过氧化值拟合方程均为线性方程,且拟合相关系数均达到了0.977及以上,说明不同环境温度下花生油过氧化值变化规律符合线性变化,这与尚秀国等^[23]的研究结果相似。对比相关系数发现,50℃和75℃条件下拟合方程预测花生油过氧化值的变化更为准确。相同存储时间内过氧化值拟合曲线的斜率由高

到低依次是100、75、50、25℃,表明100℃条件下过氧化值的变化最为剧烈。

3 结论

通过探究不同存储条件(存储方式、环境温度和存储时间)对高油酸花生油过氧化值的影响,可知:

(1)在室温环境中瓶装敞口的花生油更容易氧化,其过氧化值高于瓶装密封存储的;长时间(1~9 d)存储的花生油,其过氧化值要显著高于短时间(10~60 min、1~7 h)存储的($p < 0.05$);10~60 min存储瓶装敞口的花生油过氧化值线性拟合度更高(相关系数为0.997),而1~7 h和1~9 d存储瓶装密封的花生油过氧化值线性拟合度更高(相关系数为0.986和0.996)。

(2)相同存储时间不同环境温度条件下花生油过氧化值由高到低依次是100、75、50、25℃,过氧化值拟合曲线斜率变化规律也是如此;10~60 min和1~7 h存储花生油的过氧化值在25、100℃时与50、75℃有显著性差异($p < 0.05$),100℃长时间(1~9 d)存储花生油过氧化值与其他温度条件有显著性差异($p < 0.05$);不同环境温度下花生油过氧化值的拟合方程均为线性方程且拟合系数均在0.977及以上。

(3)花生油过氧化值的升高速率随着存储时间的延长而不断降低,瓶装敞口存储花生油的过氧化值变化速率始终高于瓶装密封的,高温环境中花生油过氧化值变化速率始终高于低温环境的,100℃条件下过氧化值变化速率有明显的线性关系($y = -5.35 \times 10^{-5}x + 0.0013, r = -0.99$)。

本研究结果为高油酸花生油氧化规律的探究提供实验数据支持,同时得到了不同存储条件下花生油过氧化值变化的线性方程,为把控花生油过氧化值的阶段变化提供了参考,对花生油的安全存储具有指导意义。

参考文献:

- [1] 徐晓圆. 油脂过氧化值在储存期间变化规律与其控制技术[J]. 现代食品, 2020(1): 198-200.
- [2] 马敏. 中长链脂肪酸甘油三酯的酶法制备技术研究[D]. 山东泰安:山东农业大学, 2020.
- [3] 陈雪. 世界上最受欢迎的七种食用油[J]. 农产品市场周刊, 2010(37): 20-23.
- [4] 姚云游. 花生油与橄榄油营养价值的比较[J]. 中国油脂, 2005,30(4): 66-68.
- [5] 何东平, 杨威, 陈哲, 等. 花生油品质安全控制关键技术研究[J]. 粮食与油脂, 2022, 35(2): 1-5.
- [6] 孙丽芹, 董新伟, 刘玉鹏, 等. 脂类的自动氧化机理[J]. 中国油脂, 1998,23(5): 56-57.
- [7] 廖玉婷. 花生油抽检报告:黄曲霉毒素超标成不合格主因,鲁花、金龙鱼、福临门更可靠[J]. 消费者报道, 2020(1): 26-28.
- [8] 曹轶群, 蒋才斌, 周寿勇, 等. 食用花生油品质状况检测[J]. 农产品加工, 2020(3): 60-61.
- [9] 李兰芳, 魏梦婷. 食用土榨花生油质量调查分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2015, 25(20): 3575-3576.
- [10] 鹿海印. 压榨花生油的储藏方法与过氧化值的变化研究[J]. 农业与技术, 2015, 35(11): 7-9.
- [11] 柴向华, 张文, 吴克刚. 压榨花生油加工过程过氧化值的变化[J]. 农业机械, 2011(20): 66-68.
- [12] 计小艳. 花生油储藏期间品质控制指标的变化[J]. 粮油仓储科技通讯, 2002(3): 44-45.
- [13] 徐晓, 钟贞. 基于 $Fe^{2+} - Ce^{4+}$ 体系的库仑滴定法测定药用油脂的过氧化值[J]. 理化检验:化学分册, 2022, 58(6): 725-728.
- [14] 王岩, 翟硕莉, 王青华, 等. 抗氧化剂在裹衣花生贮藏稳定性中的应用研究[J]. 现代农村科技, 2022(6): 69-70.
- [15] 刘彩琴, 王楠, 金建昌. 姜黄提取液对花生油过氧化值的影响[J]. 广州化工, 2019, 47(3): 64-65.
- [16] 黄景仕, 张湘兰, 欧阳玉祝. 添加花椒油对花生油过氧化值的影响[J]. 食品与发酵科技, 2009,45(3):50-52.
- [17] 王新萍. 花生根中白藜芦醇的提取、纯化及对花生油品质影响的研究[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学, 2021.
- [18] REN C, HUANG G, WANG S, et al. Influence of atmospheric pressure argon plasma treatment on the quality of peanut oil[J]. Eur J Lipid Sci Technol, 2017, 119(11):175-181.
- [19] ZENG X A, HAN Z, ZI Z H. Effects of pulsed electric field treatments on quality of peanut oil [J]. Food Control, 2010, 21(5): 611-614.
- [20] 胡婷. 不同的存放条件对油脂酸价和过氧化值的影响[J]. 化工管理, 2016(2): 196.
- [21] 孙丽琴, 孙立君, 郑刚. 不同的存放条件对油脂酸价和过氧化值的影响[J]. 粮油仓储科技通讯, 2007(2): 45-46.
- [22] 王振, 胡晓军, 殷龙龙, 等. 包装材料、储存环境及储油罐充氮对亚麻籽油保质期的影响[J]. 中国油脂, 2021, 46(9): 99-102.
- [23] 尚秀国, 崔英杰, 田满婷, 等. 环境温度对不同油脂配制的浓缩料氧化酸败的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2022, 52(7): 273-278.

· 公益广告 ·

适度加工, 营养更丰富!

《中国油脂》宣

