

## 包装葵花籽油氧化稳定性研究

李敏利<sup>1</sup>, 李宗军<sup>1</sup>, 熊巍林<sup>2</sup>, 包李林<sup>2</sup>, 文晓东<sup>2</sup>, 金 瑚<sup>2</sup>

(1. 湖南农业大学 食品科技学院, 长沙 410128; 2. 道道全粮油股份有限公司, 湖南 岳阳 414000)

**摘要:**研究了包装葵花籽油初始过氧化值、顶空部分的残氧量和温度对保质期内葵花籽油氧化稳定性的影响。结果发现:氧气和高温共同作用会使油品加速氧化,在无氧状态下单纯高温对葵花籽油的影响不显著;灌装前葵花籽油初始过氧化值小于 2.5 mmol/kg,能确保包装葵花籽油在最大残氧量的状态下,过氧化值在保质期内符合国家标准;瓶内顶空部分的残氧量越低,越有利于包装葵花籽油的质量稳定。

**关键词:**葵花籽油;残氧量;过氧化值;保质期

中图分类号:TS225.1;TS222.1 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2018)06-0042-04

### Oxidative stability of packaged sunflower seed oil

LI Minli<sup>1</sup>, LI Zongjun<sup>1</sup>, XIONG Weilin<sup>2</sup>, BAO Lilin<sup>2</sup>, WEN Xiaodong<sup>2</sup>, JIN Hu<sup>2</sup>

(1. College of Food Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 2. Daodaquan Grains & Oils Co., Ltd., Yueyang 414000, Hunan, China)

**Abstract:** The effects of initial peroxide value, headspace residual oxygen content in packaged sunflower seed oil and temperature on oxidative stability of sunflower seed oil within the shelf life were mainly studied. The results showed that the combination of oxygen and high temperature could accelerate the oxidation of sunflower seed oil, and the effect of pure high temperature on sunflower seed oil was not significant under anaerobic condition. When the initial peroxide value of sunflower seed oil before filling was less than 2.5 mmol/kg, the peroxide value of the packaged sunflower seed oil could meet the national standard within the shelf life in the state of the maximum residual oxygen content. The lower the residual oxygen content in the headspace of the bottle, the more favorable for the quality of packaged sunflower seed oil.

**Key words:** sunflower seed oil; residual oxygen content; peroxide value; shelf life

葵花籽油以高亚油酸含量著称,其亚油酸含量达 55% 以上<sup>[1-2]</sup>,是一种营养价值较高的食用油,近年来备受消费者青睐<sup>[3]</sup>。但葵花籽油也因不饱和脂肪酸含量高,所以其氧化稳定性很差,甚至在货架期内出现氧化变质的现象。影响包装葵花籽油质量稳定性的主要因素是灌装前油品的初始过氧化值、瓶内顶空残氧量和温度<sup>[4-6]</sup>。目前大部分油脂企业在生产过程中虽然会充氮保鲜<sup>[7]</sup>,但采用的都

是定量灌装后直接压盖的工艺,使得瓶内顶空部分充满的仍然是空气,此时瓶内残氧量约 20%。因此,即使灌装前油品质量指标符合国家标准,但如果油品的初始过氧化值相对偏高,或是储藏环境温度偏高,均会促使油品继续氧化<sup>[8-10]</sup>,这将会给包装葵花籽油在货架期内质量稳定带来风险。本文主要研究了包装葵花籽油初始过氧化值、顶空部分的残氧量和温度对保质期内葵花籽油氧化稳定性的影响,对油脂生产企业具有重要的指导意义。

### 1 材料与方法

#### 1.1 实验材料

一级葵花籽油,由道道全粮油股份有限公司提供;氮气,纯度 99.99%。

HGA-01 顶空气体分析仪,济南兰光机电技术

收稿日期:2017-09-05;修回日期:2018-02-07

作者简介:李敏利(1981),女,工程师,在读硕士,研究方向为油脂加工及副产物利用(E-mail)767432825@qq.com。

通信作者:李宗军,教授,硕士生导师(E-mail)695973882@qq.com。

有限公司;Manomrter 8205 数字压差计,台湾衡欣科技股份有限公司;OMP 磁力齿轮泵,南京欧瑞克微型泵有限公司;真空泵,上海真空泵厂有限公司;气液混合泵,上海尼克尼泵业有限公司;FYL-YS-151L 恒温烘箱,北京福意电器有限公司。

## 1.2 实验方法

### 1.2.1 不同初始过氧化值包装葵花籽油的制备

葵花籽油灌装前的初始过氧化值,是油品生产中严格控制的质量指标,因为其会影响油品在 18 个月保质期内的质量指标是否符合国家标准。取精炼葵花籽油,编号为 1 号(过氧化值 0.78 mmol/kg),另分装成 5 桶,置于室外阳光下,通入氧气促使油品快速氧化,制取 2~6 号不同梯度过氧化值的葵花籽油作为实验油样,见表 1。

表 1 实验油样过氧化值

编号	过氧化值/(mmol/kg)
1 号	0.78
2 号	1.34
3 号	2.06
4 号	2.58
5 号	3.42
6 号	4.51

### 1.2.2 不同初始过氧化值葵花籽油氧化稳定性及残氧量测定

将 6 种不同初始过氧化值的葵花籽油抽真空,再将该油品与氮气利用气液混合泵进行充氮混合,充氮率<sup>[11]</sup>达到 80% 后分别灌装于 19 个玻璃瓶中(约 85 g/瓶,顶空部分占油体积 7%) 和 19 个 1.8 L PET 瓶中(顶空部分占油体积 7%),直接压盖后。每种分装油品各随机抽取 1 瓶,用顶空气体分析仪取样针头插入油瓶顶空部分,测定各油样顶空部分初始残氧量,然后将剩余 18 瓶密封玻璃瓶/PET 瓶装油样置于(60±2)℃烘箱中,每天每种油品取 1 瓶测定过氧化值和顶空部分残氧量,分析残氧量和过氧化值变化情况。完全模仿葵花籽油工业生产工艺。观察 18 个月保质期内不同初始过氧化值葵花籽油的氧化稳定性。以过氧化值的变化作为判定葵花籽油氧化稳定性的指标,过氧化值的测定参照 GB 5009.227—2016《食品安全国家标准 食品中过氧化值的测定》进行。Schaal 烘箱法 1 d 相当于室温储藏法 1 个月的近似推算<sup>[12-14]</sup>。

### 1.2.3 温度对葵花籽油氧化稳定性的影响

取上述不同初始过氧化值的 6 种葵花籽油,方法同上灌装于 19 个玻璃瓶中(约 85 g/瓶,顶空部分占油体积 7%),瓶内顶空部分用氮气吹扫<sup>[15]</sup>后迅

速压盖密封,尽量使密封样品瓶内无氧气(残氧量<0.5%)。每种油样随机抽取 1 瓶,测定各油样顶空部分初始残氧量,再将各油品剩下的 18 瓶密封油样置于(60±2)℃烘箱中,每天取 1 瓶测定过氧化值和顶空部分残氧量,分析氧气消耗量和油样过氧化值变化情况。观察在无氧状态下,单一温度因素对葵花籽油质量的影响。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同初始过氧化值的葵花籽油氧化稳定性及残氧量

1~6 号不同初始过氧化值的葵花籽油,玻璃瓶装和 PET 瓶装葵花籽油样,按序号顺序分别测得初始残氧量为 20.46%、20.51%、20.43%、20.47%、20.50%、20.44% 和 20.24%、20.42%、20.37%、20.34%、20.38%、20.28%,放置(60±2)℃烘箱的油样,每天每种油品取 1 瓶测定过氧化值和顶空部分残氧量,在储存期内的残氧量变化情况如图 1、图 2 所示,过氧化值变化情况如图 3、图 4 所示。

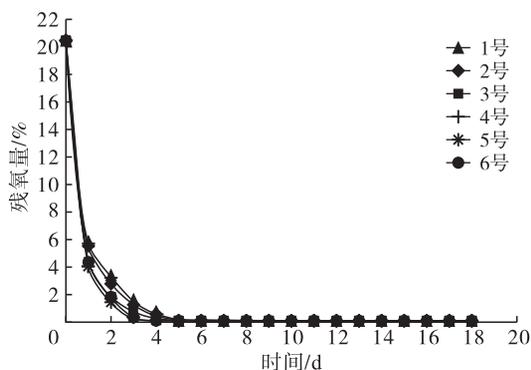


图 1 不同初始过氧化值的玻璃瓶装葵花籽油在储存期内残氧量变化

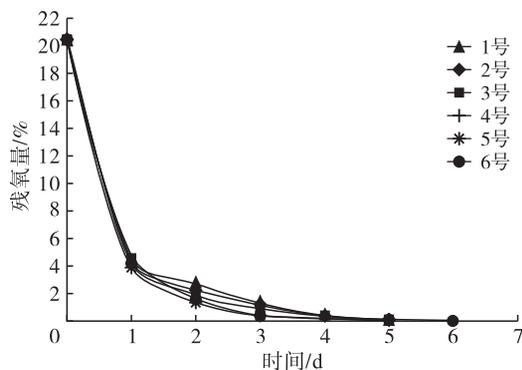


图 2 不同初始过氧化值的 PET 瓶装葵花籽油在储存期内残氧量变化

氧气是引起包装油氧化的主要因素,瓶内残氧主要来源于压盖前顶空部分的空气。由图 1、图 2 可知,随着储存时间的延长,无论是玻璃瓶装或是 PET 瓶装葵花籽油,顶空部分的残氧量逐渐降低,在(60±2)℃烘箱中 5 d 后几乎所有不同初始过氧化

值的葵花籽油中的残氧量都降至0,第一天残氧量降低的速度最快,由初始的20%左右迅速降至6%以下。成品葵花籽油包装规格因有1.8、2.5、4、5 L不等,顶空部分体积占油体积在5%~7%,致使瓶内残氧量相对油量来说是有差异的,所以选取顶空部分体积占油体积最大(7%)的1.8 L PET包装葵花籽油进行验证实验,相对其他规格的油品被氧化的风险更大。由图2可知,不同初始过氧化值的1.8 L PET包装葵花籽油,在 $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$ 烘箱中储存5 d几乎所有油品的残氧量都降为0,也可近似认为1.8 L PET包装葵花籽油在储存5个月,瓶内顶空部分的氧气消耗殆尽。残氧量急速下降的原因有以下两点:一是油品中吸附的氮气与瓶内顶空部分的氧气进行混合交换,致使瓶内顶空部分氧气浓度降低;二是油品在氧浓度高时会加速氧化<sup>[16]</sup>,消耗了顶空部分的氧气。

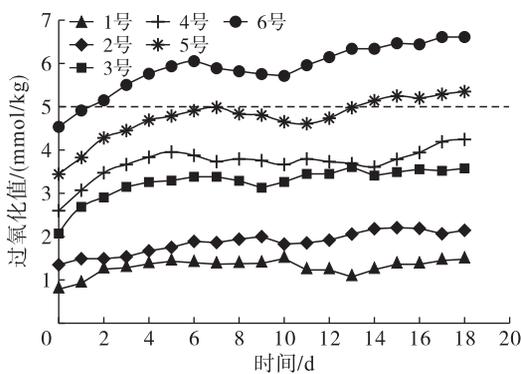


图3 不同初始过氧化值的玻璃瓶装葵花籽油在储存期内过氧化值变化

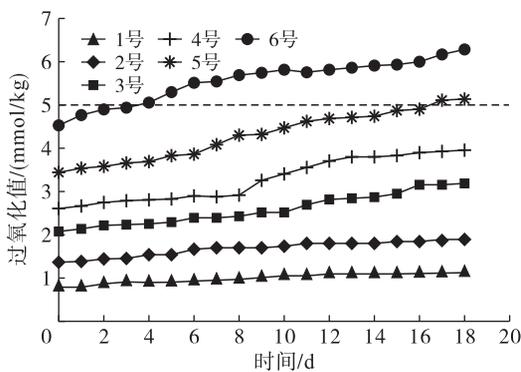


图4 不同初始过氧化值的PET瓶装葵花籽油在储存期内过氧化值变化

由图3、图4可知,不同初始过氧化值的葵花籽油,随着储存时间的延长过氧化值有起伏,并不是直线上升,但整体均呈上升趋势,只是氧化速率有差异,这也符合油脂氧化不同阶段产物不同致使过氧化值的波动<sup>[17]</sup>。烘箱加热6 d后,油品处于无氧状态,过氧化值有升有降,整体趋势是缓慢上升,但相比玻璃瓶样品中同一初始过氧化值油品,1.8 L PET

瓶包装葵花籽油过氧化值上升速度稍慢,这与油量多少有关,油量越多,过氧化值变化相对缓慢;油量越少,油品更易氧化,过氧化值变化更快。

1~4号(初始过氧化值 $2.58 \text{ mmol/kg}$ 以下)两种包装的葵花籽油,在 $(62 \pm 2)^\circ\text{C}$ 储存18 d,过氧化值均未超过国家标准 $5 \text{ mmol/kg}$ 的规定值;初始过氧化值 $3.42 \text{ mmol/kg}$ 的5号葵花籽油,玻璃瓶装样和PET瓶装样分别在14 d和17 d超过国家标准 $5 \text{ mmol/kg}$ 的规定值;初始过氧化值 $4.51 \text{ mmol/kg}$ 的6号葵花籽油,玻璃瓶装样和PET瓶装样分别在2 d和4 d超过国家标准 $5 \text{ mmol/kg}$ 的规定值。综上所述,初始过氧化值大于 $3 \text{ mmol/kg}$ 的葵花籽油,可能会在产品保质期内出现过氧化值超标的现象。考虑到包装葵花籽油在18个月保质期内,产品质量指标要符合国家标准,建议灌装前初始过氧化值小于 $2.50 \text{ mmol/kg}$ 。

## 2.2 温度对包装葵花籽油氧化稳定性的影响

6种不同初始过氧化值的葵花籽油,分别测得初始残氧量为0.42%、0.37%、0.35%、0.38%、0.46%、0.37%,放置 $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$ 烘箱后,每天每种油品取1瓶测定过氧化值和顶空部分残氧量,分析氧气消耗量和油样过氧化值变化情况。残氧量小于0.5%的不同初始过氧化值的6种葵花籽油,在 $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$ 烘箱储存1 d后残氧均降至0,即可近似认为此组油品均处于无氧状态,只是单纯高温的作用促使葵花籽油的氧化,以过氧化值的变化体现油品的氧化过程。不同初始过氧化值的葵花籽油在无氧状态下过氧化值的变化如图5所示。

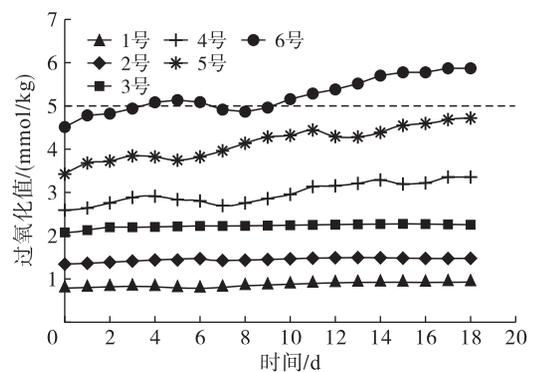


图5 不同初始过氧化值的葵花籽油在无氧状态下的过氧化值变化

由图5可知,在无氧状态下,初始过氧化值在 $2.58 \text{ mmol/kg}$ 以下的低过氧化值的葵花籽油,过氧化值的变化很平缓,增长幅度很小;而初始过氧化值在 $3.42 \text{ mmol/kg}$ 以上的葵花籽油,过氧化值的增长幅度相对较大,即高温对过氧化值偏高油品比对过氧化值偏低油品的稳定性影响稍大。在无氧状态

下,初始过氧化值为 3.42 mmol/kg 的葵花籽油,在  $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$  烘箱中 18 d,过氧化值的生长未超过 5 mmol/kg 的国家标准限值,只有初始过氧化值为 4.51 mmol/kg 的葵花籽油在储存期内超过了国家标准限值。这说明在无氧状态下,单纯的高温对油品过氧化值的影响不显著。与图 3 对比,同样高温环境,油品过氧化值的变化在有氧状态下比在无氧状态下明显得多,也就是说在高温和氧气的共同作用下油品会加速氧化。

### 3 结论

(1)影响包装葵花籽油保质期内质量稳定的主要因素为初始过氧化值、残氧量和温度。葵花籽油初始过氧化值虽然是油脂生产企业严加控制的质量指标,但相对国家标准限值 5 mmol/kg 范围较大,为确保包装葵花籽油在 18 个月保质期内的产品质量指标符合国家标准,建议油脂企业将灌装前的葵花籽油初始过氧化值控制在 2.5 mmol/kg 以下。

(2)包装葵花籽油中的残氧量是影响其在保质期内质量稳定的不可忽略的因素,相比在最大残氧量的情况下,无氧状态下(残氧量  $<0.5\%$ )葵花籽油氧化的速度要平缓得多。因此,可通过压盖前的氮气吹扫,尽可能降低包装葵花籽油瓶内顶空部分的残氧量,残氧量越低,油品在储存期间质量越稳定。

(3)在无氧状态下,单一温度对葵花籽油过氧化值的影响不显著。包装葵花籽油处于相对密封的状态,只要严格控制初始过氧化值和瓶内残氧量,可保证包装葵花籽油在 18 个月保质期内质量稳定。

### 参考文献:

- [1] 赵华锋,谢愈明,朱霖,等. 生熟葵花籽油中脂肪酸组成的 GC-MS 分析[J]. 粮油加工,2008(1):68-70.
- [2] 罗伟强. 气相色谱法测定葵花籽油的脂肪酸[J]. 食品工

(上接第 30 页)

- [7] 葛虹,张之强,王军,等. N-脂酰氨基酸型表面活性剂的研究进展[J]. 日用化学工业,2006,35(2):94-98.
- [8] 武丽丽. 氨基酸型双子表面活性剂的合成与性能研究进展[J]. 日用化学工业,2015,45(6):342-346.
- [9] 冯光柱,谢文磊. 由菜籽粕合成 N-油酸酰基复合氨基酸表面活性剂[J]. 中国粮油学报,1998,13(3):31-32.
- [10] 程海涛,申献双. 大豆粕加压酸解工艺及其产物表面活性的研究[J]. 日用化学工业,2016,46(4):216-218.
- [11] 郭兴凤. 蛋白质水解度的测定[J]. 中国油脂,2000,25(6):176-177.
- [12] 陈钧辉. 生物化学实验[M]. 3 版. 北京:科学出版社,2003.
- [13] 王雪,郭兴凤. 蛋白质乳化性研究进展[J]. 粮食加工,

业科技,2003,24(6):79-80.

- [3] 王瑞元. 中国的优质食用油源——葵花籽油[J]. 中国油脂,2017,42(3):1-3.
- [4] 吕艳春,程慧蓉. 食用植物油储存品质变化趋势分析[J]. 粮食与油脂,2009(11):36-38.
- [5] 郑海丽,刘树彬,于宏伟,等. 食用植物油的抗氧化研究进展[J]. 煤炭与化工,2013,36(4):31-33.
- [6] 唐文婷,蒲传奋. 葵花籽油的氧化稳定性研究[J]. 粮油食品科技,2011,19(6):19-22.
- [7] 彭小虎,杨光. 氮气在油脂储藏方面的应用[J]. 中国油脂,2007,32(6):67-68.
- [8] 范婧,向传万,姜元荣. 氧气含量对花生油氧化的影响[J]. 食品与生物技术学报,2010,29(6):825-828.
- [9] 柴向华,吴克刚,翟柱成,等. 排空包装对油脂的抗氧化作用[J]. 食品与机械,2011,27(2):119-121.
- [10] 董华,朱飞堂,高健,等. 充氮对包装大豆油储存期品质及外观的影响研究[J]. 现代农业科技,2014(24):276-278.
- [11] 李敏利,熊巍林,包李林,等. 食用植物油充氮定量检测技术的研究[J]. 中国油脂,2017,42(6):152-154.
- [12] 韩军岐,张有林,陈雷. 葵花籽油的超声波提取及抗氧化研究[J]. 食品工业科技,2005,26(1):52-54.
- [13] 黄克,崔春,赵谋明,等. Rancimat 法与 Schaal 烘箱法测定花生油和花生酱氧化稳定性的对比[J]. 食品与发酵工业,2011,37(10):145-147.
- [14] 潘娜,屈文娇,君睿红,等. 不同品种葵花籽油氧化稳定性研究[J]. 中国油脂,2014,39(12):42-45.
- [15] 吴群,李晓龙,李兴伟. 氮气在食用油小包装灌装车间的应用[J]. 粮食与食品工业,2016,23(4):23-26.
- [16] 赵中元,丁治中,王颖彦,等. 不同氧分压对油脂氧化速率的影响[J]. 粮食储藏,1986(6):49-53.
- [17] 徐芳,卢立新. 油脂氧化机理及含油脂食品抗氧化包装研究进展[J]. 包装工程,2008,29(6):23-25.

2017,42(1):39-43.

- [14] 刘粼. 酶法有限水解对大豆分离蛋白乳化性能的影响[J]. 中国粮油学报,2000,15(1):26-29.
- [15] 胡超,黄丽华,李文哲. 大豆球蛋白 11S/7S 比值对大豆蛋白功能性的影响[J]. 中国粮油学报,2004,19(2):40-42.
- [16] 朱伯铨,管红梅,刘文超. 以表面活性剂改善水对鳞片石墨的润湿性研究[J]. 武汉冶金科技大学学报(自然科学版),1999,22(3):242-244.
- [17] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 表面活性剂润湿力的测定浸没法:GB/T 11983—2008 [S]. 北京:中国标准出版社,2008.