

高效液氮加注技术对葵花籽油品质 和产品包装的影响

郭洋,王赛,刘昌树

(佳格投资(中国)有限公司,上海201103)

摘要:采用高效液氮加注技术对葵花籽油进行灌装,并与气氮加注、气液氮混合加注技术进行对比,研究其对葵花籽油品质和产品包装的影响。结果表明:3种充氮方式样品的酸值和过氧化值变化趋势基本一致;液氮加注样品常温储藏5个月后酸值(KOH)和过氧化值分别为0.07 mg/g和1.45 mmol/kg,与常温储藏相比,液氮加注样品45℃储藏5个月后酸值无差别,过氧化值稍有降低,为1.30 mmol/kg;液氮加注和气液氮混合加注样品初始及储藏过程中的过氧化值比气氮加注样品的稍高;常温下3种充氮方式样品的初始残氧值相差不大,但储藏过程中液氮加注和气液氮混合加注样品的残氧值明显低于气氮加注样品;常温下液氮加注样品瓶内存在正压,其满瓶抗压能力优于气氮加注和气液氮混合加注样品。

关键词:液氮加注;葵花籽油;品质;产品包装;满瓶抗压能力

中图分类号:TS205.9;TS225.1 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2022)04-0149-04

Effect of high efficiency liquid nitrogen filling technology on quality and product packaging of sunflower seed oil

GUO Yang, WANG Sai, LIU Changshu

(Standard Investment (China) Co., Ltd., Shanghai 201103, China)

Abstract: High efficiency liquid nitrogen filling technology was used to fill sunflower seed oil, and it was compared with gas nitrogen filling and gas-liquid nitrogen mixed filling technology. The effects of nitrogen filling method on quality and product packaging of sunflower seed oil were studied. The results showed that the change trends of acid value and peroxide value of the samples with three nitrogen filling methods were basically the same. The acid value and peroxide value of liquid nitrogen filling samples were 0.07 mgKOH/g and 1.45 mmol/kg respectively after five months storage at room temperature. Compared with room temperature storage, the acid value of liquid nitrogen filling samples after five months storage at 45℃ had little difference, while the peroxide value decreased slightly to 1.30 mmol/kg. The peroxide values of liquid nitrogen filling samples and gas-liquid nitrogen mixed filling samples during initial and storage were slightly higher than that of gas nitrogen filling samples. There was little difference in initial residual oxygen values of three nitrogen filling samples, but the residual oxygen values of liquid nitrogen filling samples and gas-liquid nitrogen mixed filling samples during storage were significantly lower than that of gas nitrogen filling samples. There was positive pressure in the bottle of liquid nitrogen filling sample, and its full bottle compression capacity was better than that of gas nitrogen and gas-liquid nitrogen mixed filling samples.

Key words: liquid nitrogen filling; sunflower seed oil; quality; product packaging; full bottle compression capacity

收稿日期:2021-04-21;修回日期:2021-11-25

作者简介:郭洋(1992),男,助理工程师,硕士,研究方向为油脂应用技术(E-mail) Vincentguo@sfworldwide.com.cn。

葵花籽油作为一种营养价值高的食用油备受消费者青睐。葵花籽油中含有大量不饱和脂肪酸,其中亚油酸含量达55%以上^[1]。随着储藏时间的延长,

包装葵花籽油会受到瓶内氧气的影响,易发生氧化酸败,同时油脂中维生素等营养物质被破坏^[2],对葵花籽油的品质造成不良的影响。提升葵花籽油的抗氧化能力,延长产品货架期是油脂行业一直关注的焦点。

从食品安全角度考量,充氮技术可以对食用油的过氧化值和酸值进行有效控制^[3]。李庆鹏等^[4]研究表明,与未充氮的大豆原油相比,采取充氮储藏的大豆原油过氧化值升高速率降低了约 17%。袁建等^[5]研究表明,随着储藏时间的延长,充氮油脂的酸值变化比较缓慢。目前国内多数食用油企业应用气氮加注技术灌装食用油,利用高纯度的氮气置换包装产品内空间的氧气,以氮气替代空气与油脂表面接触,延缓食用油的氧化^[6],从而增强食用油的储藏稳定性^[6-7],做到在绝氧或者低氧的条件下长期储藏食用油。液氮加注技术在饮料包装领域应用较多,在饮料瓶内滴入液氮后再压盖,在阻隔外界空气、水分和细菌进入饮料瓶内的同时,延长产品的保质期,另外,由于内部压强大于外部压强,还能有效地提升产品抗压强度,使产品外表更加坚挺^[8]。在油脂行业中,食用油产品同样使用 PET 瓶进行灌装^[9],如将液氮加注技术应用于食用油产品中也会提升产品抗压强度,然而液氮加注技术在油脂领域的应用较少。因此,本文采用高效液氮加注技术灌装葵花籽油,并在不同温度条件下进行储藏实验,测定储藏过程中葵花籽油的酸值、过氧化值、残氧值、内压值的变化,以及葵花籽油产品满瓶抗压能力,并与气氮加注、气液氮混合加注技术进行比较,考察高效液氮加注技术对葵花籽油品质和产品包装的影响,以为液氮加注技术在油脂行业的应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料

一级葵花籽油,未添加抗氧化剂,佳格食品有限公司提供;食品级液氮,纯度 99.999%,购于上海隼顶气体有限公司;气氮,由液氮汽化得到。

液氮加注器,舟山威尔曼机械科技有限公司;内压测定仪,西安仪表股份有限公司;垂直载压仪,东莞博莱德仪器设备有限公司;CheckPoint 3 便携式顶空分析仪(食品残氧仪);气氮加注灌装线,佳格食品有限公司提供。

1.2 实验方法

1.2.1 充氮灌装葵花籽油

在葵花籽油灌装线上通过增加液氮加注器并关闭气氮加注,对未压盖的葵花籽油产品滴入液氮(液氮滴入时间为 70 ms)后,再进行压盖。待液氮加注样品制取完成后,将灌装线上气氮加注打开,进行气氮加注和气液氮混合加注(液氮滴入时间为 70 ms)样品制取。将得到的葵花籽油样品进行 6 个月的常温储藏和 5 个月的 45℃ 储藏,对比酸值和过氧化值的变化趋势,并比较不同充氮方式对葵花籽油产品残氧值、内压值和满瓶抗压能力的影响。

1.2.2 指标测定

酸值参照 GB 5009.229—2016 进行测定;过氧化值参照 GB 5009.227—2016 进行测定;残氧值使用食品残氧仪对产品内部空间的氧气含量进行测定;内压值使用内压测定仪对产品内部压力进行测定;满瓶抗压能力使用垂直载压仪对产品整体抗压能力进行测定。

2 结果与分析

2.1 充氮方式对葵花籽油酸值的影响(见表 1)

由表 1 可知:常温储藏条件下,液氮加注和气氮加注样品酸值随储藏时间的延长总体呈上升趋势,液氮加注样品酸值(KOH)由 0.06 mg/g 上升至 0.07 mg/g,气氮加注样品酸值(KOH)由 0.05 mg/g 上升至 0.07 mg/g,但气液氮混合加注样品的酸值(KOH)出现了轻微降低,由 0.07 mg/g 降低至 0.06 mg/g。45℃ 储藏条件下,3 种充氮方式样品均出现了酸值上升的情况。45℃ 下储藏 5 个月,气氮加注和气液氮混合加注样品的酸值高于常温储藏样品,但液氮加注样品酸值与常温储藏样品无差别。

表 1 充氮方式对不同储藏条件下葵花籽油酸值的影响

编号	充氮方式	储藏温度	不同储藏时间下的酸值(KOH)/(mg/g)					
			初始	1 个月	2 个月	3 个月	4 个月	5 个月
样品 1	液氮加注	常温	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07
样品 2	气氮加注	常温	0.05	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07
样品 3	气液氮混合加注	常温	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06
样品 4	液氮加注	45℃	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
样品 5	气氮加注	45℃	0.05	0.08	0.06	0.08	0.07	0.08
样品 6	气液氮混合加注	45℃	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08

2.2 充氮方式对葵花籽油过氧化值的影响(见表 2)

由表 2 可知,储藏时间为 1 个月时,3 种充氮方

式样品过氧化值均升高,之后随着储藏时间的延长过氧化值出现小幅度的降低,最终总体呈现上升的

趋势。对比样品的初始过氧化值,气氮加注样品过氧化值最低,为0.66 mmol/kg,液氮加注和气液氮混合加注样品的过氧化值分别为0.78 mmol/kg和0.93 mmol/kg。常温储藏5个月时,液氮加注、气氮加注和气液氮混合加注样品过氧化值分别增长86%、67%和45%,达到1.45、1.10 mmol/kg和1.35 mmol/kg。与常温储藏相比,液氮加注样品45℃储藏5个月后过氧化值稍有降低,为1.30 mmol/kg。

表2 充氮方式对不同储藏条件下葵花籽油过氧化值的影响

编号	充氮方式	储藏温度	不同储藏时间下的过氧化值/(mmol/kg)					
			初始	1个月	2个月	3个月	4个月	5个月
样品1	液氮加注	常温	0.78	1.35	1.30	1.20	1.35	1.45
样品2	气氮加注	常温	0.66	1.25	1.05	0.93	1.02	1.10
样品3	气液氮混合加注	常温	0.93	1.40	1.40	1.30	1.30	1.35
样品4	液氮加注	45℃	0.78	1.70	1.40	1.25	1.35	1.30
样品5	气氮加注	45℃	0.66	1.45	1.10	1.03	1.01	1.10
样品6	气液氮混合加注	45℃	0.93	1.50	1.45	1.20	1.20	1.35

2.3 充氮方式对葵花籽油产品中残氧值的影响(见表3)

从表3可以看出,3种充氮方式样品初始残氧值相差不大,后均随储藏时间的延长残氧值降低。气氮加注样品残氧值降低幅度最小;液氮加注样品和气液氮加注样品的残氧值在储藏2个月时显著降

在储藏1个月时样品出现过氧化值升高,可能是油脂和瓶内空气发生了初级氧化反应,随后过氧化值降低后再升高可能是次级氧化反应所导致。液氮加注和气液氮混合加注样品初始和储藏过程中过氧化值比气氮加注样品的稍高,可能是液氮加注设备为临时外加设备,与生产线的匹配度存在差异,在液氮汽化膨胀后未能完全逼走空气造成瓶内残留空气较多导致的。

低,之后4个月降低程度趋于平缓。储藏过程中,液氮加注和气液氮混合加注样品的残氧值明显低于气氮加注样品,其原因与相应样品的过氧化值升高情况一致,可能是瓶内剩余的氧气与油脂发生了反应,导致残氧值降低,过氧化值升高。

表3 充氮方式对葵花籽油产品中残氧值的影响

编号	充氮方式	储藏温度	不同储藏时间下的残氧值/%		
			初始值	2个月	6个月
样品1	液氮加注	常温	2.84 ± 0.13	1.08 ± 0.19	0.35 ± 0.16
样品2	气氮加注	常温	2.76 ± 0.21	2.20 ± 0.49	1.15 ± 0.27
样品3	气液氮混合加注	常温	2.62 ± 0.24	1.04 ± 0.18	0.75 ± 0.21

2.4 液氮加注对葵花籽油产品包装的影响

对新制取的实验样品中内压值进行测试,发现常温条件下液氮加注样品中瓶内存在15 kPa左右的内压值,而气氮加注样品瓶内无内压存在。对比储藏过程中,液氮加注的样品和气液氮混合加注样品的内压值,结果见图1。对新灌装葵花籽油产品满瓶抗压能力进行测定,结果见表4。

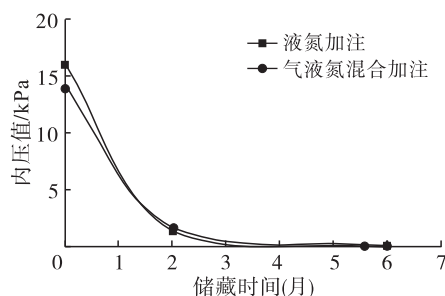


图1 充氮方式对葵花籽油产品内压值的影响

表4 充氮方式对葵花籽油产品满瓶抗压能力的影响

编号	充氮方式	储藏温度	满瓶抗压能力/kN
样品1	液氮加注	常温	1.05 ± 0.13
样品2	气氮加注	常温	1.02 ± 0.12
样品3	气液氮混合加注	常温	1.02 ± 0.07

从图1可以看出,初始时,液氮加注样品的内压值明显高于气液氮混合加注样品的内压值,但储藏时间为2个月时,2种充氮方式的样品内部正压消耗殆尽,储藏时间延长至6个月时,2种充氮方式的样品中均无正压存在。对比各样品的起始内压值可以判断,通过液氮加注,葵花籽油产品整体的抗压能力得到了改善。

从表4可以看出,液氮加注样品的满瓶抗压能力明显优于其余2种充氮方式的样品,说明液氮加注样品的整体抗压能力有了明显的提升。气液氮混

合加注的样品,由于测试时先加入液氮后加入气氮,气氮的加注可能会将部分刚挥发的液氮排出,因此其内压值较低,满瓶抗压能力较低。本次实验中所使用的瓶型瓶口与瓶盖为压盖型,其密封性可能较旋盖型瓶口和瓶盖搭配的效果弱,因此可能在更换旋盖型瓶口和瓶盖后,液氮加注样品瓶内正压的保持时间能够进一步地延长。

3 结 论

液氮加注、气氮加注和气液氮混合加注样品的酸值和过氧化值变化趋势基本一致;与常温储藏相比,液氮加注样品 45℃ 储藏 5 个月后酸值没有明显差别;液氮加注和气液氮混合加注样品初始及储藏过程中的过氧化值比气氮加注样品的稍高;常温下 3 种充氮方式样品的初始残氧值相差不大,但储藏过程中液氮加注和气液氮混合加注样品的残氧值明显低于气氮加注样品;常温下液氮加注样品瓶内存在正压,其满瓶抗压能力优于气氮加注和气液氮混合加注样品。

本次研究中有些问题还需改进:①此次研究中并未对产品的色泽进行测定;②液氮加注设备为临时增加设备,其与生产线的匹配度还有待完善和提高,应先按瓶内残留空间计算好液氮加注量,给予液氮充分的汽化时间,以逼走产品瓶内的空气;③未对

液氮加注量进行充分的梯度测试,未确定最适宜的液氮加注量来提升产品抗氧化能力;④可在以后的实验中进行旋盖型瓶口与瓶盖的搭配测试。

参考文献:

- [1] 李敏利,李宗军,熊巍林,等. 包装葵花籽油氧化稳定性研究[J]. 中国油脂, 2018, 43(6):42-45.
 - [2] 王洁,邹惠玲,夏攀登,等. 植物油脂氧化及其氧化稳定性研究进展[J]. 保鲜与加工, 2019(4):207-210.
 - [3] 程宏,隗合贵,李庆鹏,等. 油脂充氮储藏技术的研究[J]. 食品科技, 2010, 35(3):161-163.
 - [4] 李庆鹏,程宏,陈钊. 规模型食用油氮气储藏工艺参数的研究[J]. 食品科技, 2014, 39(12):186-189.
 - [5] 袁建,何海艳,何荣,等. 模拟油罐储藏大豆油氧化稳定性研究[J]. 中国粮油学报, 2013, 28(3):92-98.
 - [6] 赵冬旺. 充氮法在油脂储藏保鲜方面的应用研究[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(2):146-148.
 - [7] 邹小雨,宋鹏,李万振,等. 大豆油充氮储藏技术的研究[J]. 食品工业科技, 2012(24):366-368.
 - [8] 吴木生,周欣欣,李爱梅,等. 充氮技术对天然矿泉水品质的影响[J]. 食品与机械, 2015(4):223-227.
 - [9] 蒋甜燕,孟庆宇,孔伟,等. 包装材料对食用植物油产品使用性能的影响因素分析[J]. 化工管理, 2019(34):128-129.
-
- (上接第 137 页)
- [21] QIN L, WEI D, WANG Z, et al. Advantage assessment of mixed culture of *Chlorella vulgaris* and *Yarrowia lipolytica* for treatment of liquid digestate of yeast industry and cogeneration of biofuel feedstock[J]. Appl Biochem Biotech, 2018, 187(3): 856-869.
 - [22] NGUYEN T D P, NGUYEN D H, LIM J W, et al. Investigation of the relationship between bacteria growth and lipid production cultivating of microalgae *Chlorella vulgaris* in seafood wastewater[J/OL]. Energies, 2019, 12(12): 2282 [2021-04-23]. <https://doi.org/10.3390/en12122282>.
 - [23] CHEIRSILP B, KITCHA S, TORPEE S. Co-culture of an oleaginous yeast *Rhodotorula glutinis* and a microalga *Chlorella vulgaris* for biomass and lipid production using pure and crude glycerol as a sole carbon source[J]. Ann Microbiol, 2011, 62(3): 987-993.
 - [24] WU Y, ZHU S, YU Y, et al. Mixed cultivation as an effective approach to enhance microalgal biomass and triacylglycerol production in domestic secondary effluent[J]. Chem Eng J, 2017, 328: 665-672.
 - [25] ZHU L, LI S, HU T, et al. Effects of nitrogen source heterogeneity on nutrient removal and biodiesel production of mono- and mix-cultured microalgae[J/OL]. Energ Convers Manage, 2019, 201: 112144 [2021-04-23]. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.112144>.
 - [26] QU Z, DUAN P, CAO X, et al. Comparison of monoculture and mixed culture (*Scenedesmus obliquus* and wild algae) for C, N, and P removal and lipid production[J]. Environ Sci Pollut R, 2019, 26(20): 20961-20968.
 - [27] 殷桃,李新社,胡墩柱,等. 多菌种混合发酵玉米秸秆生产微生物油脂的研究[J]. 中国酿造, 2011(6): 110-112.
 - [28] ZHENG S, YANG M, YANG Z, et al. Biomass production from glutamate fermentation wastewater by the co-culture of *Candida halophila* and *Rhodotorula glutinis* [J]. Bioresour Technol, 2005, 96(13): 1522-1524.
 - [29] 陆步诗,李新社,董海燕. 双菌混合发酵丢糟生产微生物油脂的研究[J]. 中国酿造, 2013, 32(1): 81-83.
 - [30] 白梦洋,吴祖芳,李若云,等. 混合培养条件下酿酒酵母菌与毕赤酵母菌的相互影响[J]. 食品科学, 2017, 38(12): 9-14.
 - [31] 孙万里. 利用餐厨垃圾和废水生产油脂研究[J]. 粮食与油脂, 2020, 33(4): 30-33.