

应用实践

油脂无氧包装设计

孙建明,李昭,王小芳

(河南科技大学 包装工程系,河南 洛阳 471023)

摘要:为完善油脂抗氧化包装工艺,针对目前油脂抗氧化包装中存在的问题,提出油脂无氧包装的概念。在对油脂抗氧化包装现状分析的基础上,提出油脂抗氧化效果评价的综合指标,包括无损抗氧化、全程抗氧化、有效抗氧化,并对其内容进行了详细阐述。根据油脂抗氧化效果评价综合指标,设计油脂无氧包装工艺,并提出油脂无氧包装工艺要求。按照油脂无氧包装工艺要求,对其各工序进行工艺、结构等设计,保证油脂无氧包装工艺的可行性与可靠性。研究所提出的油脂无氧包装工艺可以最大限度地保护油脂内对人体有益的物质,且有效延长了油脂的保质期,具有一定的实用价值。

关键词:油脂;抗氧化;无氧包装;抗氧化效果

中图分类号:TS206;TB485

文献标识码:A

文章编号:1003-7969(2018)01-0151-05

Design of oil no - oxygen packaging technology

SUN Jianming, LI Zhao, WANG Xiaofang

(Department of Packaging Engineering, Henan University of Science and Technology,
Luoyang 471023, Henan, China)

Abstract: In order to improve the oil antioxidant packaging technology, in view of the problems existing in the present oil antioxidant packaging, the concept of oil no - oxygen packaging was presented. Based on the analysis of present situation of oil antioxidant packaging, a comprehensive index for evaluating the oil antioxidant effect was presented, including non - destructive antioxidation, whole antioxidation and effective antioxidation. The three aspects were described in detail. According to the comprehensive index for evaluating the oil antioxidant effect, the oil no - oxygen packaging technology was designed, and the requirements of oil no - oxygen packaging technology were proposed. In accordance with the requirements of oil no - oxygen packaging technology, the process and structure of each process were designed to ensure the feasibility and reliability of the technology. The oil no - oxygen packaging technology could be used to protect the beneficial substances for human in the oil and prolong the shelf life of oil, which had certain practical value.

Key words: oil; antioxidation; no - oxygen packaging; antioxidant effect

油脂在常温下接触空气即发生自动氧化,油脂自动氧化初期氧化速度缓慢,随着氧化反应产生游离基的增多,由诱导期推进到发展期,油脂氧化速度迅速增加,这就是链锁反应所导致的结果。油脂氧化是导致油脂品质变坏的重要原因之一,对于含油食品来说,油脂氧化不仅能使食品中的油脂酸败,还会使食品发生褪色、褐变、维生素破坏,降低食品品

质和营养价值,甚至产生对人体有害的物质^[1-4]。因此,研究油脂的抗氧化保护方法具有重要意义。

1 现状分析

目前使用的油脂抗氧化储藏方法众多,按抗氧化原理可分为物理抗氧化方法和化学抗氧化方法。

1.1 物理工艺

物理工艺主要通过改变油脂的外部环境实现抗氧化保护,目前常用的物理工艺有气调储油和低温储油。

(1)气调储油。气调储油主要利用抽真空、充气(一般为氮气)技术的单独或结合使用来改变油

收稿日期:2017-04-17;修回日期:2017-04-26

作者简介:孙建明(1978),男,副教授,博士,主要从事包装机械设计研究工作(E-mail)lzwhale@163.com。

脂储存环境^[5-6]。真空储油是将油脂储存环境控制在一定真空度下,但单纯使用此方法设备结构复杂且抗氧化保护效果受真空度水平影响。充氮储油是目前应用比较广泛的物理油脂抗氧化保护技术,使用氮气置换瓶内空气,利用氮气隔绝空气与油脂接触以实现油脂的抗氧化保护。在实际生产中,多为抽真空-充氮气技术的综合应用,如莱阳鲁花花生油有限公司采用“抽气-充氮-补充氮”的方法储藏葵花籽油,使充氮油罐内的油脂氧化速度仅为常规储藏的1/3,效果明显。

(2)低温储油。油脂在储藏过程中温度每升高10℃,油脂氧化速度会增加1倍。低温储油是指将油脂储存于低温环境以实现减缓油脂氧化速度的技术手段,此方法不能从根本上解决油脂氧化的问题,同时低温储油成本相对较高。

1.2 化学工艺

化学工艺主要是在油脂中添加抗氧化剂,其作用机理可分为:通过抗氧化剂的还原反应降低食品内部及其周围的氧含量,利用抗氧化剂本身极易被氧化的特性,使食品中的氧首先与其反应,从而避免了油脂的氧化;抗氧化剂释放出氢原子与油脂自动氧化反应产生的过氧化物结合,中断链锁反应,从而阻止氧化过程继续进行;通过破坏、减弱氧化酶的活性,使其不能催化氧化反应的进行;将能催化及引起氧化反应的物质封闭。目前,添加抗氧化剂已成为油脂抗氧化的有效手段,能够延缓甚至阻遏油脂的氧化酸败^[7-8]。

(1)人工合成抗氧化剂。早期应用的抗氧化剂多为人工合成抗氧化剂,如丁基羟基茴香醚(BHA)、丁基羟基甲苯(BHT)、叔丁基对苯二酚(TBHQ)等。由于人工合成抗氧化剂具有产量大、价格低、抗氧化性强的优点,长期以来一直垄断着食品抗氧化剂市场。然而,研究表明人工合成抗氧化剂具有一定的毒性和致癌作用,其使用条件与剂量受到了严格的限制,因此抗氧化剂的研究重点逐渐转移到天然抗氧化剂上。

(2)天然抗氧化剂。天然抗氧化剂是从天然动、植物体或其代谢物中提取出来的具有抗氧化活性的物质,如从植物中提取的多酚类、黄酮类化合物等^[9]。天然抗氧化剂因其无毒、无害、无副作用等优点受到青睐,除了作为食品添加剂防止油脂及含油食品氧化外,天然抗氧化剂还因能够清除人体内自由基而具有延缓衰老、预防疾病的作用。

2 抗氧化效果评价

对于油脂抗氧化效果的评价目前并无严格标

准,或仅以置换气体的纯度或抗氧化剂的除氧效果做评价。本研究认为对油脂的抗氧化效果应做综合评价,主要包括以下3个方面。

2.1 无损抗氧化

油脂的抗氧化保护是以保护油脂品质、延长油脂保质期为目的,其本质是保护油脂中对人体有益的物质。在对油脂进行抗氧化保护时,不应当添加对人体有害的物质,也不应当破坏对人体有益的物质。人工合成抗氧化剂长期食用将对人体产生危害,已逐步被天然抗氧化剂所替代,而天然抗氧化剂本身是对人体有益的。

1956年英国Harman博士提出了著名的自由基理论,五十多年来,这一理论得到了不断完善和丰富,这一理论的核心内涵是人体细胞内由于抗氧化物质和促氧化物质的平衡失调而导致其长期处于氧化应激状态。这种失调会导致细胞内大分子物质(蛋白质、脂质、糖类)的积累性氧化损伤,加速人体细胞衰老的趋势,即细胞功能性退化^[10],所以人体需要适时的补充抗氧化物质。同时,流行病学研究证实:经常摄入富含抗氧化物质的食物(果蔬等)可以有效降低多种慢性疾病(如炎症、心血管疾病、癌症等)的发病风险,例如:

(1)茶多酚具有抗突变、防癌抗癌、清除自由基、抗氧化、免疫调节、抗过敏、延缓衰老、降血糖、降血脂及利尿等功能。

(2)多酚的抗氧化功能可以预防多种慢性病,如心血管病、癌症和衰老等。

(3)维生素C、E、B是多种抗老化保养品的重要成分,这些元素可抵抗自由基,预防斑点及皱纹的产生。

天然抗氧化剂在人体消化道内也具有抗氧化的作用,防止消化道发生氧化损伤,且人体吸收后可在机体其他组织器官内发挥作用。但是,若天然抗氧化剂作为体外抗氧化剂使用,与氧反应后将失去上述功效,这是极大的浪费。同时,天然抗氧化剂往往是从其他物质中提取出来作为添加剂,使用成本较高,若能充分利用其体内抗氧化的特性,必然会取得较好的经济效益。

为此,将无损抗氧化定义为:在不添加对人体有害物质、不损害产品本身有益物质的前提下,实现产品的抗氧化保护。油脂中添加天然抗氧化剂或油脂中本身含有的天然抗氧化剂(如茶油中富含茶多酚)都可以起到良好的抗氧化效果,避免油脂在加工、储藏过程中发生氧化变质,但是天然抗氧化剂本身对人体有益,这种以牺牲天然抗氧化

剂来实现油脂抗氧化的方法不属于无损抗氧化范畴,无损抗氧化应该在保护天然抗氧化剂的前提下实现对油脂的抗氧化保护。因此,有必要研究一种新型的抗氧化方式,既能满足油脂的抗氧化需求,又能有效保护天然抗氧化剂,使其发挥对人体更为重要的功效。

2.2 全程抗氧化

目前对油脂的抗氧化保护多集中在单一环节或以单一工艺为主,如只考虑灌装时如何除去氧气而不考虑转位及封盖时氧气的二次渗入;只考虑抗氧化剂对渗入氧气的吸收作用而不考虑如何有效隔绝氧气。从油脂产品生产下线到油脂在消费者手中使用完成的整个生命周期称之为油脂包装全程,油脂的抗氧化保护应该是全程的,而不是某个孤立环节。油脂全程抗氧化保护应建立各个环节的抗氧化保护,同时使各个环节的抗氧化保护衔接起来,以便使各个环节的抗氧化保护更有意义,同时提高油脂抗氧化保护的可靠性。

2.3 有效抗氧化

油脂抗氧化保护应考虑抗氧化效果的有效性,如采用气调抗氧化工艺应考虑并保证置换气体的含氧量在规定的范围内。研究表明,当氧气体积分数小于等于0.5%时,大多数微生物将受到抑制,氧气体积分数小于等于0.1%方可有效抑制细菌繁殖。在采用天然抗氧化剂时,应充分研究天然抗氧化对氧气的吸收特性。

3 油脂无氧包装工艺

3.1 无氧包装概念

无氧包装并非绝对无氧,而是将残氧含量控制在特定值以下。孙建明等^[11]将无氧包装分为0级、1级、10级、100级4个级别,可根据工艺要求及产品特性选取相应的无氧包装级别。无氧包装应通过相应的工艺技术、结构设计等涵盖油脂的全程生命周期,实现最可靠的抗氧化保护。

3.2 无氧包装工艺要求

(1)保证一次除氧效果。油脂中的氧气主要包括环境氧和溶解氧,为对油脂进行有效的抗氧化保护应最大限度地隔绝环境氧以及析出溶解氧。其中溶解氧析出主要在储液箱内完成,储液箱顶部置换经过处理的氧含量较低的气体,油脂在储液箱中静置一段时间后,根据亨利定律,溶解氧经气液分界面析出,由氧含量测试仪监测顶部气体含氧量并及时除氧。环境氧主要利用灌装阀通过实现不同的灌装工艺除去。

(2)防止氧气二次渗入。一次除氧后的油脂包装环境中氧分压较低,外界空气中的氧气极易二次渗入,应选用氧阻隔性较好的包装容器及在油脂包装全程生命周期建立无氧环境以隔绝氧气二次渗入。

3.3 工艺设计

油脂无氧包装整体工艺结构如图1所示。

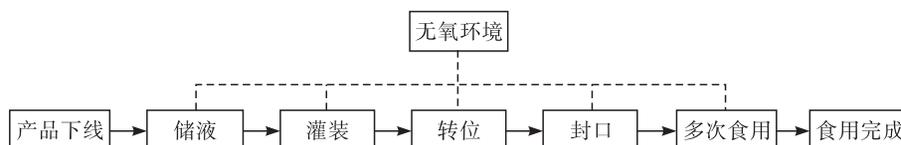


图1 油脂无氧包装整体工艺结构

从图1可以看出,油脂包装全程生命周期主要包括储液—灌装—转位—封口—消费者使用5个阶段,在这5个阶段应构建无氧环境。无氧环境主要通过物理工艺来构建,以含氧量少的高纯气体置换、隔离空气实现全程无氧。

4 关键结构设计

4.1 深度除氧装置

单纯的物理除氧方式可快速除去环境中的大部分氧气,但达不到无氧包装环境要求,为实现无氧包装所需的环境要求应使用化学方法进行深度除氧^[12]。深度除氧装置本质为利用脱氧剂除氧,考虑到成本问题,可将深度除氧装置安装于气源接口处对气源进行二次深度除氧,如图2所示。

从图2可以看出,当储液箱顶部由于溶解氧的

析出而导致氧含量增高后,可启动循环除氧系统进行除氧,保证储液箱的氧含量在规定范围内。

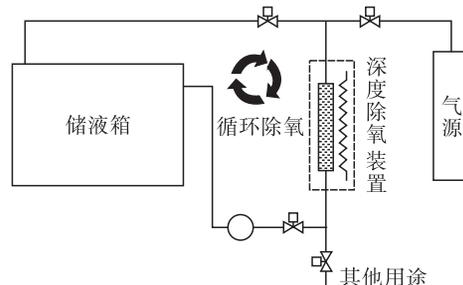


图2 深度除氧装置工作原理

4.2 灌装阀结构设计

根据灌装工艺的不同灌装阀有不同的结构设计^[13-14],在综合对比后设计油脂无氧灌装工艺如图

3所示。从图3可以看出,对包装容器内先抽真空,可以使包装容器内空气快速除去;然后在负压压差下灌装,提高灌装效率;灌装完成后充氮气,隔绝空气与油脂接触。实现此工艺的灌装阀有不同的结构设计,但均应保证密封、灌装、置换气体的可靠性。

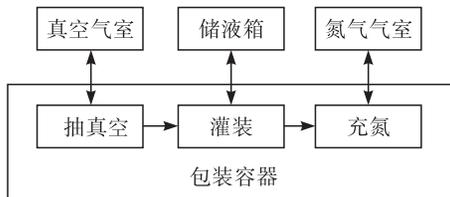
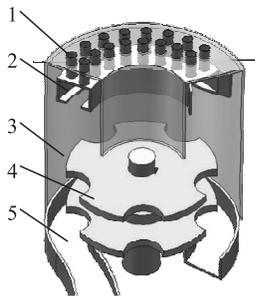


图3 灌装工艺流程

4.3 转位结构设计

转位结构设计成弧形,便于在灌装工位和封塞工位间转运包装容器,其结构如图4所示。



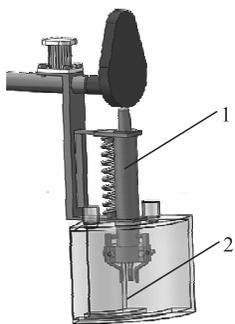
注: 1.进气孔; 2.内轨道; 3.气幕室;
4.转位拨瓶轮; 5.输送带。

图4 转位气体保护装置结构

从图4可以看出,进气孔1连接经深度除氧后的气体(此处设计为氮气),将氮气送入气幕室3形成气幕,继而整个转位保护装置充满氮气,形成隔离氧气空间。当灌装瓶完成灌装后,随转位拨瓶轮4通过氮气保护装置,在输送带5和内轨道2的双重定位下,灌装瓶被运送至下一工位。

4.4 封口结构设计

封口为油脂无氧包装完成的最后一环,为避免在封口的过程中氧气的渗入,可设计封口保护装置,其原理与转位气体保护装置类似,如图5所示。



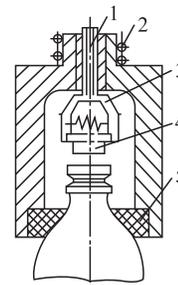
注: 1.封口结构; 2.气体保护装置。

图5 封口保护装置结构

从图5可以看出,由气体保护装置将封口部位

局部密封,形成局部隔氧空间。

当包装容器刚度较大时可采用如图6所示封口结构,通过机械压力使瓶肩和密封圈5紧密结合,形成局部密闭空间,气路1可抽真空、充氮气,然后由夹塞爪3夹持瓶塞4下移完成封口。



注: 1.气路; 2.弹簧; 3.夹塞爪;
4.瓶塞; 5.密封圈。

图6 密闭空间式封口包装装置结构

4.5 包装容器结构

包装容器选用氧阻隔性较好的材料^[6],瓶口设计专门的隔氧结构,利用单向输出控制技术,在倾倒油脂的同时避免外部空气的进入,可使油脂在多次使用过程中依然保持无氧环境,延长油脂保质期。

油脂无氧包装工艺在油脂抗氧化包装中已有初步应用,郑素霞等^[15]在密闭无氧环境下对菜籽油进行灌装及封口,与普通包装的对比结果表明无氧包装具有明显的优势。但是油脂无氧包装工艺目前并未广泛应用,主要原因是企业对油脂的抗氧化保护缺乏全面认识,只注重单一环节的抗氧化保护,而不注重整体抗氧化保护。如Kuvee公司近期设计了一种采用单项输出控制技术的玻璃瓶,可在倾倒出内装物的同时避免外部空气进入瓶内,抗氧化效果良好,而油脂的抗氧化灌装工艺也已相当成熟,但是这些技术的应用并没有连贯性。所以,企业应转变理念,整合利用现有技术条件,使油脂抗氧化保护更加安全可靠,创造更大的经济价值和社会价值。

5 结论

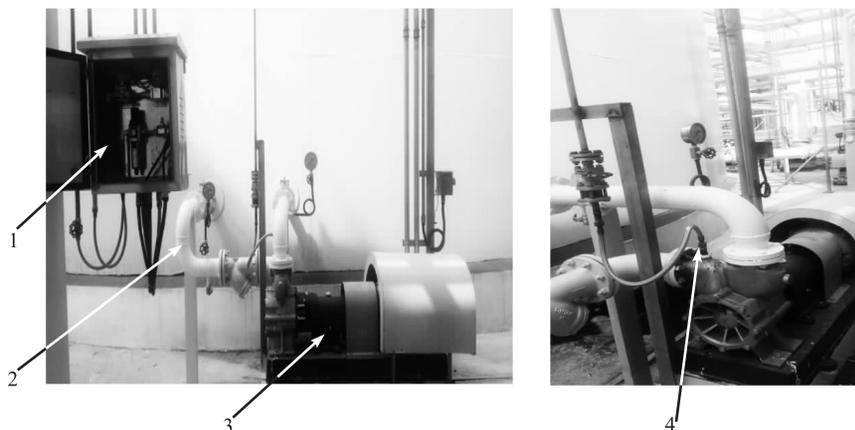
目前广泛应用的油脂抗氧化技术主要有添加抗氧化剂和气调保护法,其中以前者的研究更为广泛,对采用物理工艺进行抗氧化保护的研究发展缓慢。本研究采用物理方法实现对油脂的抗氧化保护,不仅对油脂内对人体有益的物质进行充分保护,而且将油脂抗氧化保护落实到油脂生命周期的每一个环节,保证了抗氧化保护效果的可靠性。随着人们认识的不断深入,必然会对油脂抗氧化工艺提出新的要求,油脂无氧包装工艺将会有广泛的应用前景。

(下转第157页)

压力,减少瘪瓶现象的作用。

图3为本工艺的现场使用情况。该工艺经过12~24 h溶气泵的高强度混合,既能将油中溶解的

氧气替换出去,又能因氮气饱和而逸出将油罐、PET油瓶顶部的空气排出,从内、外两方面减少油脂与氧气的接触,从而抑制油脂氧化,提高油脂的稳定性。



注: 1.计量控制系统; 2.溶气泵进出管道; 3.溶气泵; 4.氮气吸气管。

图3 现场使用照片

4 结束语

罐体氮封工艺适合储备库等需要中长期储存毛油、四级油的情况;在线灌装充氮在一定程度上减少了氧含量、提高油脂稳定性,但在生产安全中存在一定的隐患,因为包装车间为洁净封闭区间,灌装前、灌装后充氮提高了洁净区内氮气的浓度、减少空气中的氧,不利于操作人员的身体健康。植物油循环充氮工艺安装投入不大、操作简单、效果明显,值得推广使用。

参考文献:

(上接第154页)

参考文献:

- [1] 周晔,裴东. 核桃油品质及贮藏稳定性的影响因素探讨[J]. 中国油脂,2016,41(1):60-63.
- [2] 韩淑琴,杜玉兰,李志锐. 天然抗氧化剂在食用油中的应用与研究[J]. 保鲜与加工,2016,16(3):71-74.
- [3] 周旭. 几种油溶性天然抗氧化剂在核桃油、葡萄籽油中的应用研究[J]. 中国油脂,2017,42(3):64-68.
- [4] 方晓璞,解克伟,任春明,等. 迷迭香天然抗氧化剂的应用研究[J]. 中国油脂,2014,39(7):27-29.
- [5] WANG J. The research on the deoxidization process of calcium based deoxidizer[J]. Adv Mat Res,2013,638:1803-1806.
- [6] SEYHUN G, AHMET Y, ALSOY A S. Development of antioxidant food packaging materials with controlled release properties[J]. J Food Eng,2010,96(3):325-332.
- [7] BUOSI G M, SILVA E T D, SPACINO K, et al. Oxidative stability of biodiesel from soybean oil; comparison between synthetic and natural antioxidants[J]. Fuel, 2016, 181:

- [1] 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.
- [2] SHAHIDI F. 贝雷:油脂化学与工艺学[M]. 王兴国, 金青哲, 译. 6版. 北京:中国轻工业出版社, 2016.
- [3] 黄秀娟. 食用植物油的储存及品质变化[J]. 四川粮油科技,2001(2):52-53.
- [4] 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, 2012,33(24):366-368.
- [5] 胡智佑, 陆峰, 库勇, 等. 植物油脂充氮气调储藏试验研究[J]. 中国油脂, 2012, 37(10):81-83.
- [6] 759-764.
- [8] BODOIRA R M, PENCI M C, RIBOTTA P D, et al. Chia (*Salvia hispanica* L.) oil stability: study of the effect of natural antioxidants[J]. LWT - Food Sci Technol, 2017, 75:107-113.
- [9] 梁云. 几种天然抗氧化剂抗氧化性能比较研究[D]. 江苏 无锡:江南大学, 2008.
- [10] HARMAN D. Aging: a theory based on free radical and radiation chemistry[J]. J Gerontol, 1956, 11(3):298-300.
- [11] 孙建明, 李昭, 吴龙奇. 抗氧化包装之无氧包装设计研究[J]. 包装工程, 2014, 35(9):41-46.
- [12] 孙建明, 李昭. 抗氧化包装设备中除氧系统设计研究[J]. 包装工程, 2014, 35(7):6-10.
- [13] 潘松年. 包装工艺学[M]. 北京:印刷工业出版社, 2013:200-208.
- [14] 孙智慧, 晏祖根. 包装机械概论[M]. 北京:印刷工业出版社, 2012:42-92.
- [15] 郑素霞, 吴龙奇. 菜籽油无氧包装研究[J]. 食品与机械, 2013, 29(1):177-179.