

棉籽油的深度分提工艺

左青¹, 李普选², 左晖³

(1. 江苏丰尚油脂技术工程有限公司, 江苏扬州 225127; 2. 郑州远洋油脂工程技术有限公司, 郑州 450002; 3. 广州星坤机械有限公司, 广州 510890)

摘要:新疆棉籽油含有 700 mg/kg 的蜡质和 26% ~ 28% 的固体脂, 由于新疆气温多在零度以下, 棉籽油在运输、储存和销售过程中易产生固化、沉淀、发朦, 影响棉籽油的外观、食用和销售。为了保持包装棉籽油透明, 提高棉籽油的质量和附加值, 对棉籽油进行深度分提以脱蜡脱脂。介绍了棉籽油深度分提工艺, 即在 15 °C 脱除蜡质, 在 7 °C 分提出棕榈酸甘三酯, 继续降温至 -10 °C 分提出棕榈酸甘二酯、棕榈酸甘一酯及其他硬脂, 最终得到在低温下保持透明的棉籽油。

关键词:棉籽油; 脱蜡; 脱脂; 深度分提

中图分类号: TS225.1; TS224.6 文献标识码: B 文章编号: 1003-7969(2021)10-0150-03

Deep fractionation of cottonseed oil

ZUO Qing¹, LI Puxuan², ZUO Hui³

(1. Jiangsu FAMSUN Oils & Fats Engineering Co., Ltd., Yangzhou 225127, Jiangsu, China;
2. Zhengzhou Yuan Ocean Oil Engineering Technology Co., Ltd., Zhengzhou 450002, China;
3. Guangzhou Xinmas Co., Ltd., Guangzhou 510890, China)

Abstract: Due to the below zero temperature in Xinjiang and the cottonseed oil containing 700 mg/kg of waxes and 26% - 28% of solid fats, the solidification, precipitation and haziness will happen in the cottonseed oil during transportation, storage and sales, which affects the appearance, consumption and marketing of cottonseed oil. In order to keep the packaged cottonseed oil transparent and improve the quality and added value of the cottonseed oil, deep fractionation of cottonseed oil was carried to remove the wax and solid fat. The cottonseed oil deep fractionation process was introduced, i. e. removing wax at 15 °C, fractionating palmitic acid triglycerides at 7 °C, fractionating palmitic acid diglycerides, palmitic acid monoglycerides and other stearin at -10 °C, and finally cottonseed olein remaining transparent at low temperatures could be obtained.

Key words: cottonseed oil; dewaxing; defatting; deep fractionation

新疆是我国棉花主产区, 棉花加工的副产品——棉籽数量可观, 由棉籽加工的棉籽油具有良好的烹调和煎炸食品的功能。然而新疆的北疆低温时间长, 有 8 个多月处在 -35 ~ -5 °C, 新疆棉籽油含有 700 mg/kg 蜡质和 26% ~ 28% 固体脂, 包装液体棉籽油的储存、运输、销售环节多在 -5 °C 以下, 其在低温下产生沉淀、固化或发朦, 影响外观、食用和销售, 因此需对棉籽油进行脱蜡脱脂处理。而常

规的脱蜡和干式分提(脱脂)分别在 15 °C 和 7 °C 下脱除蜡质和棕榈酸甘三酯, 难以满足要求。为此, 对影响棉籽油透明度的因素进行了分析, 并对棉籽油的深度分提工艺进行了介绍, 以期为业界提供参考。

1 影响棉籽油透明度的主要原因

1.1 植物蜡

植物油中存在一些天然蜡质, 纯净的蜡在常温下为结晶固体, 因蜡的种类不同其熔点也存在差异。在低温时, 植物油中的蜡质会结晶析出, 蜡质的结晶状微粒分散在植物油中, 使植物油呈混浊状, 影响植物油外观和质量。

植物油中的蜡质, 是由游离脂肪酸与醇类(脂

收稿日期: 2020-11-24; 修回日期: 2021-03-03

作者简介: 左青(1958), 男, 高级工程师, 主要从事油脂企业的生产技术管理工作(E-mail) zuoqing_bj@163.com。

肪醇、三萜烯醇、甾醇等)酯化形成,可分为普通蜡、甾醇蜡和胡萝卜蜡^[1]。植物油脱蜡主要是脱除其中的普通蜡。普通蜡主要为高级一元脂肪酸(C16~C24)和高级一元醇(C23~C37)形成的酯,主要来自棉籽的皮壳,蜡的熔点在70~80℃,温度高于40℃时为亲脂性,没有极性,温度低于40℃时为结晶性和弱亲水性。蜡质碳链长度小于40(C40酯)时称为溶解蜡,碳链长度在40~43(C40~C43酯)时称为部分溶解蜡,碳链长度在44及以上(C44及以上酯)时称为结晶蜡,结晶蜡可以通过冬化脱除。

1.2 饱和脂肪酸

棉籽油脂肪酸组成中的饱和脂肪酸与棉籽油的透明度有一定相关性。一般而言,饱和脂肪酸含量越高,抗冻性越差,在低温下越易影响棉籽油透明度。不同原料产地的棉籽油脂肪酸组成存在差异,但完全用饱和脂肪酸含量来预测或判断油脂的低温结晶也会出现误判,因为有些产地的油脂中存在一些影响透明度的杂质。

2 棉籽油深度分提工艺

2.1 工艺流程

棉籽油的深度分提工艺,即先脱除棉籽油中的高熔点蜡质,再依次脱除高熔点棕榈酸甘三酯、棕榈酸甘二酯、棕榈酸甘一酯以及其他微量硬脂,从而生产出棉籽液油。其工艺流程如下:

棉籽油→加热器→滞留罐→油-油换热器→冷冻水换热器→结晶罐→低剪切力泵→列管换热器→
↑
晶种罐
隔膜过滤机→成品油。

2.2 工艺说明

(1)加热:把棉籽油泵入车间,通过流量计进行瞬时及累计计量后进入到自动控制调节的加热器,按照设定的温度把棉籽油加热到60~70℃,进滞留罐保温3h,以熔融棉籽油破坏原有固体晶粒。

(2)培育晶核:把散装或袋装助滤剂通过助滤剂(硅藻土)风送系统送入助滤剂暂存罐,从底部出口分别进入晶种罐,把一部分油和助滤剂在晶种罐中按比例配制成晶种入结晶罐^[2]。

(3)冷却:经油-油换热器和冷冻水换热器将熔融棉籽油降温到35℃左右进入结晶罐。

(4)脱蜡:把调整好的晶种泵入结晶罐,与上一步冷却的棉籽油混合。在结晶罐中将棉籽油的温度在10h内降到15℃,保温3h,让蜡质结晶并养晶。结晶是放热反应,控制油温上升不超过1℃。在这个过程中先用分提油作为制冷剂,再用冷却水、冷冻

水作为制冷剂。

(5)初步分提:将结晶罐中的棉籽油在10h内降温到7℃,保温4h,产生大结晶片固脂。在这个过程中油脂放热量很大,注意调整冷却剂和循环量,控制油温上升不超过1℃。

(6)深度分提:继续将结晶罐中的棉籽油在16h内降温到-8~-10℃,保温10h。结晶罐制冷剂循环管分别更换比油温低8~10℃的乙二醇溶液。

(7)加热:为了降低油的黏度从而提高过滤速度,结晶罐中的分提油泵入隔膜过滤机前,需进列管换热器中被循环水快速加热到5~7℃。这个加热过程不会融化棉籽油中的蜡质和硬脂。

(8)过滤:选用隔膜过滤机,隔膜内充填介质为压缩空气,隔膜材质为聚丙烯、丁腈橡胶。通常采用过滤压力交替上升,控制压力在0.6~0.9MPa,过滤压力视滤饼的品质而定,滤饼要坚实,含液体油越少越好,不粘连,具有一定的塑性。

初滤油含少量的固体脂,要返回结晶罐,在滤饼成形、滤油澄清后,再将滤油作为成品油。滤饼压榨时间为5~10min,压滤时间由结晶状态、过滤压力、挤压压力和滤饼含油率的设定来决定,过滤和挤压时间一般在10h。

在挤压完成后增加角位吹扫,即用0.4~0.9MPa压缩空气或氮气从进油口吹入,对滤液通道吹扫,吹出残留的液体油。

3 存在的问题及分析

3.1 熔融油脂

进车间的棉籽油中存在非均相的晶核,在油温低于固体脂凝固点时会析出晶体,这部分晶体是在非匀速降温过程中析出的,晶型各异,晶粒大小不一,若直接进入结晶罐,不利于系统脂晶均匀成长和成熟,结晶体产生缺陷,导致过滤效果差。棉籽油中含有26%左右的棕榈酸和1%~2%的硬脂酸,棕榈酸熔点在61~64℃,硬脂酸熔点在56~69.6℃,因而把棉籽油熔融并升温至60~70℃,保温滞留3h,可破坏绝大多数非均相晶体,保留微量晶体作为晶核。

3.2 冷却、结晶、养晶

应控制适宜的冷却速率,如果冷却速率过快,成核速率过快,生成的晶体体积小,不稳定,过滤难。

35℃的棉籽油进入结晶罐后,在降温速率2~2.5℃/h下降温到15℃,保温3h,使蜡质结晶;第二次降温速率为1.5~2℃/h,降到7℃,保温4h,此过程会产生大片结晶,占硬脂中32%~34%的高熔点的棕榈酸甘三酯最先结晶,这个阶段结晶放热

量大,注意控制油温上升不超过 1°C ;第三次降温速率为 $0.5\sim 1.0^{\circ}\text{C}/\text{h}$,降到 $-8\sim -10^{\circ}\text{C}$,棕榈酸甘二酯、棕榈酸甘一酯和其他硬脂结晶,保温 $10\sim 12\text{h}$ (针对不同批次油样调整)。进换热器加热升温到 5°C ,再进隔膜过滤机过滤,总的分提时间控制在 $53\sim 54\text{h}$ 。结晶罐先用分提油作为制冷剂,再用冷却水、冷冻水作为制冷剂循环降温,控制制冷剂的温度比油温低 $8\sim 10^{\circ}\text{C}$,冷却剂按需要的温度配制相对应的乙二醇溶液。

结晶是放热过程,为了保证棉籽油结晶时的温度控制,配置换热面积按 $1:4$ (分提)。同时,设计脱蜡搅拌速度为 $15\text{r}/\text{min}$,分提搅拌速度为 $8\text{r}/\text{min}$ 。如果搅拌速度过低,会产生局部晶核,若搅拌太剧烈,结晶会被撕碎,过滤难。

在结晶过程中,油脂中的游离脂肪酸、甘二酯、甘一酯、过氧化物等对结晶起不稳定的作用,可以观察到油温出现波动。

3.3 隔膜过滤机过滤形式

在隔膜过滤机工作中,过滤介质和隔膜板交替排列组成可变滤室,隔膜滤板侧部设有挤压用流体接头,流体接头进口与隔膜滤板的压榨腔相同,实现对滤饼隔膜挤压过滤,提高滤饼的含固率和降低含油率。棉籽油深度分提可以分离得到 $5\%\sim 15\%$ 的固体脂和蜡质。隔膜过滤机过滤采取泵压压差过滤和隔膜挤压过滤两种形式。

(1)泵压压差过滤:从结晶罐出来的晶液混合油用泵送入隔膜过滤机,通过进料泵的压力对晶液混合油进行过滤,液油透过介质进液油收集罐,滤室内逐步被晶体颗粒充满并持续过滤,直到泵压差达到设定的极限值为止。

(2)隔膜挤压过滤:在泵压压差过滤后,由晶体颗粒形成一定厚度的滤饼层。向隔膜滤板的过滤腔内充入流动介质,隔膜鼓起后压缩滤室容积,在隔膜挤压后,过滤机油缸松开过滤单元滤板组,滤饼(硬脂)在重力下掉入滤饼罐。在过滤结束后,用热油洗涤系统把滤室内残留的硬脂熔解并把滤布洗干净,用反吹系统吹干洗涤油,为下一个过滤分提循环作准备。

3.4 PLC 控制系统

用温度转感器控制结晶罐冷却水的温度和循环

量,电脑屏显示冷却水的温度曲线和棉籽油的结晶曲线,控制油温变化按光滑平稳下降走势,要求油温按电脑预设结晶曲线结晶,在结晶阶段调整冷却水循环量,及时吸收热量,防止温度上升破坏结晶。

设计结晶程序菜单全程自动控制,在 $15、7、-10^{\circ}\text{C}$ 结晶前通过控制设定冷却水温度变化曲线进行控制,在养晶阶段由于油温变化曲线趋于水平,变化很小,通过制冷水温变化曲线极难控制,采用控制温差(Δt)变化曲线来实现控制。棉籽油的结晶曲线可在控制程序中建立预制菜单随时进行调用或随时根据不同的需要设定菜单程序,在结晶养晶过程的不同阶段采用不同的搅拌速度,通过无级变速的ABB变频器控制搅拌速度^[3]。结晶过程需要的冷却水(比油温低 $8\sim 10^{\circ}\text{C}$)通过闭路循环的冷却循环凉水塔提供,冷冻循环水通过闭路的冷冻循环水罐提供,冷冻水罐内的水温控制是通过自动控制低温冷冻机组和不同的乙二醇溶液浓度实现。

在隔膜过滤机上安装自动执行阀门、电机,对高压、低流量进行自动报警和监控。

4 结 语

干式分提的优点是不使用溶剂和没有废水。一般棉籽油分提在 $7\sim 7.3^{\circ}\text{C}$ 下进行,只能脱除 $26\%\sim 28\%$ 固体脂中的 $15\%\sim 17\%$ 的棕榈酸甘三酯和蜡质。在环境温度较高的情况下可行,而在继续降温时包装棉籽油会出现沉淀、固化或发朦,消费者不认可。通过采用本文的深度分提工艺,分提的棉籽液油在低温下也可保持透明,分提的棉籽硬脂可作为蛋黄酱用油,有效地提高了产品的市场接受度。

致谢:感谢新疆博乐农业发展公司谢志军高工、新疆中粮昌吉油脂有限公司董国民高工、天津龙威油脂公司沙先州高工、东莞中储粮油脂有限公司程水银工程师的技术支持!

参考文献:

- [1] 柴杰,薛雅琳,金青哲,等. 植物油中蜡含量测定分析方法研究进展[J]. 中国油脂,2015,40(4):94-97.
- [2] 左青,左晖,王志刚. 植物油脂冬化脱蜡脱脂[J]. 中国油脂,2016,41(6):105-108.
- [3] 左青,郭华,程水银,等. 棕榈油分提及精炼问题的讨论[J]. 中国油脂,2015,40(10):89-93.