

# 棕榈仁油干法分提工艺实践

焦聚明

(中粮东海粮油工业(张家港)有限公司,江苏 张家港 215600)

**摘要:**为开发代可可脂系列产品,介绍了采用油盘冷房结晶-高压膜压滤机过滤的精炼棕榈仁油干法分提生产棕榈仁硬脂工艺。对该工艺操作控制要点进行了说明,并对生产中的一些问题进行了讨论,将该工艺制备的棕榈仁硬脂及其氢化硬脂与天然可可脂和商业氢化棕榈仁硬脂代可可脂产品质量进行了对比。原料油主要质量指标为酸值(KOH)  $\leq 0.3$  mg/g、碘值(I) 16~19 g/100 g、熔点 25~28℃和固体脂肪含量(25℃)  $\geq 18\%$ 。适合的工艺条件为预冷温度 29~30℃,预冷时间 3 h,冷房温度 17~19℃,冷房结晶时间 6~8 h,油结晶温度 25~27℃,过滤压力 0~0.3 MPa、挤压压力 1.6~1.8 MPa。产品主要质量指标为酸值(KOH)  $\leq 0.3$  mg/g、碘值(I) 5.6~7.5 g/100 g、熔点 30~34℃、固体脂肪含量(30℃) 34%~44%。采用该工艺所得棕榈仁硬脂的熔点和固体脂肪含量与天然可可脂相当,氢化后产品在 25~30℃的固体脂肪含量高于商业氢化棕榈仁硬脂代可可脂。

**关键词:**棕榈仁油;棕榈仁硬脂;干法分提;油盘冷房结晶;高压膜压滤机;代可可脂

**中图分类号:**TS224.6;TQ644.4 **文献标识码:**B **文章编号:**1003-7969(2023)06-0141-04

## Dry fractionation practice of palm kernel oil

JIAO Juming

(COFCO East Ocean Grains and Oils Industry (Zhangjiagang) Co., Ltd.,  
Zhangjiagang 215600, Jiangsu, China)

**Abstract:** In order to develop cocoa butter substitute series products, the process of dry fractionation of refined palm kernel oil using oil pan - cold room crystallization and high pressure membrane filter pressing to produce palm kernel stearin products was introduced. The operational control points of the process were described, and some problems in production were discussed. The quality of palm kernel stearin and its hydrogenated stearin prepared by the process was compared with that of natural cocoa butter and commercial hydrogenated palm kernel stearin cocoa butter substitute products. The main quality indicators of refined palm kernel oil were as follows: acid value  $\leq 0.3$  mgKOH/g, iodine value 16 - 19 gI/100 g, melting point 25 - 28℃ and solid fat content(25℃)  $\geq 18\%$ . The suitable process conditions were obtained as follows: precooling temperature 29 - 30℃, precooling time 3 h, cold room temperature 17 - 19℃, cold room crystallization time 6 - 8 h, oil crystallization temperature 25 - 27℃, filtration pressure 0 - 0.3 MPa and pressing pressure 1.6 - 1.8 MPa. The main quality indicators of product were as follows: acid value  $\leq 0.3$  mgKOH/g, iodine value 5.6 - 7.5 gI/100 g, melting point 30 - 34℃ and solid fat content (30℃) 34% - 44%. The melting point and solid fat content of palm kernel stearin obtained by the process were comparable to those of natural cocoa butter, and the solid fat content of its hydrogenated product was higher than that of commercial palm kernel stearin cocoa butter substitute at 25 - 30℃.

**Key words:** palm kernel oil; palm kernel stearin; dry fractionation; oil pan - cold room crystallization; high pressure membrane filter; cocoa butter substitute

收稿日期:2022-09-13;修回日期:2023-02-23

作者简介:焦聚明(1965),男,高级工程师,主要从事特种食用油脂生产技术、产品开发及生产管理工作(E-mail)1091798925@qq.com。

由油棕榈果的果肉和果仁为原料可以分别得到棕榈油和棕榈仁油,其中棕榈仁油是典型的月桂酸型油脂,总产量占棕榈油的12%左右,盛产于马来

西亚、印度尼西亚等赤道附近国家,是重要的热带植物油之一。棕榈仁油饱和脂肪酸含量达 80% 以上,尤其月桂酸含量高达 48% 以上,且其熔点适中,易于消化吸收,具有独特的营养价值,是中短碳链脂肪酸的主要天然来源。近年来油棕榈行业不断快速增长,提供了丰富的棕榈仁油来源,但我国缺乏棕榈仁油资源,棕榈仁油的消费主要依赖进口。棕榈仁油工业上广泛用作制皂,食品方面主要用作巧克力糖果、可可脂代用品、咖啡伴侣以及植脂鲜奶油的制作原料。

棕榈仁油应用于食品一般经过分提、氢化或不经氢化。分提是油脂三大改性工艺(氢化、酯交换和分提)之一,包括溶剂分提、洗涤剂分提(湿法分提)和干法分提。前两种分提方法由于溶剂和废水排放污染以及溶剂火灾风险,除高附加值产品如类可可脂(CBE)仍有使用外,已基本被淘汰;干法分提没有任何辅料添加,无污染且过程可逆。棕榈仁油的干法分提根据冷却结晶方式可分为风冷工艺和水冷工艺,风冷工艺采用连续油盘冷房结晶,水冷工艺采用间歇管式-静态水冷却结晶器(迪斯美技术);由于棕榈仁油结晶后黏度很高,通常采用液压机挤压过滤工艺或高压膜压滤机过滤工艺,将结晶与液体油分离。液压机挤压过滤工艺结晶饼块需人工包裹码放,劳动强度高,食品安全风险较大,正逐步被淘汰,而高压膜压滤机过滤工艺在密闭下实现了自动化操作,有较大优势。近年来由于高压膜压滤机的开发和应用,干法分提工艺在棕榈仁油工业生产上得到了快速发展。

棕榈仁油是生产代可可脂产品的良好原料,对其分提的目的是为了得到 C36 ~ C40 三酰甘油成分,其熔点接近人体温度。棕榈油的干法分提工艺在国外和国内已得到广泛的开发和应用,而由于资源有限,棕榈仁油的干法分提工艺仅在马来西亚和印度尼西亚等国家得到了广泛应用,国内少有报道。

根据市场需要,我们开发了代可可脂(CBS)系列产品,对棕榈仁油进行了工业规模干法分提工艺实践,以满足国内市场日益增长的对不同食品如巧克力糖果、植脂鲜奶油等油脂原料的需求。

## 1 棕榈仁油的干法分提工艺

### 1.1 工艺流程及参数

采用油盘冷房结晶-高压膜压滤机过滤的干法分提工艺对棕榈仁油进行分提,棕榈仁油处理量为 50 t/d,工艺流程见图 1。

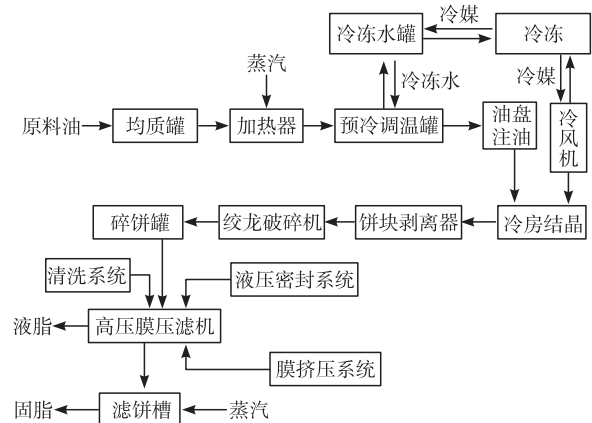


图1 油盘冷房结晶-高压膜压滤机过滤干法分提棕榈仁油工艺流程图

如图 1 所示,以精炼棕榈仁油为原料油,在均质罐经过预热、混合均匀后进入加热器,加热至 45 °C 消除晶体记忆,进入预冷调温罐在缓慢搅拌下用冷冻水冷却 3 h 至油温 29 ~ 30 °C,两个调温罐交替操作;调温好的油泵入计量小油桶,再向每个由履带拖动缓慢移动的空油盘注满油,注满油的油盘被履带拖入冷房,冷房通过冷媒冷风机冷却,控制温度在 17 ~ 19 °C,冷却 6 ~ 8 h 后,油温缓慢降至 25 ~ 27 °C 发生结晶并凝结在油盘内形成软硬适度的饼块,移动的履带将油盘从冷房带出,在饼块剥离器的协助下,饼块与油盘分离,掉落至绞龙破碎机内,经过碎饼罐暂存后由螺杆泵送入高压膜压滤机过滤,过滤压力控制在 0.3 MPa 以内,滤液即液脂收集在液脂罐,滤饼达到一定厚度后,开始挤压,挤压压力一般为 1.6 ~ 1.8 MPa,挤压后,释放高压膜压滤机液压密封压力,打开腔板和框板,滤饼落入滤饼槽,经加热将滤饼熔化后泵入固脂产品储罐。过滤机使用一定时间后,用热的液脂清洗滤布以防堵塞影响过滤。整个工艺过程通过 PCL 自动控制连续进行。

### 1.2 操作控制要点

#### 1.2.1 质量管理

原料油(精炼棕榈仁油)质量指标:酸值(KOH)  $\leq$  0.3 mg/g,碘值(I) 16 ~ 19 g/100 g,水杂  $\leq$  0.1%,过氧化值  $\leq$  0.025 g/100 g,色泽(133.35 mm 槽)红值不大于 2,熔点 25 ~ 28 °C,固体脂肪含量(20 °C)  $\geq$  41%,固体脂肪含量(25 °C)  $\geq$  18%。每批原料油入厂前抽样分析,生产过程每日在线抽样分析,监测原料油质量均匀程度。

本工艺得到两个产品,分别是棕榈仁硬脂和棕榈仁液脂,棕榈仁硬脂是目标产品。棕榈仁硬脂质量指标:酸值(KOH)  $\leq$  0.3 mg/g,碘值(I) 5.6 ~ 7.5 g/100 g,熔点 30 ~ 34 °C,固体脂肪含量(20 °C) 83% ~ 89%,固体脂肪含量(30 °C) 34% ~ 44%,棕

桐仁硬脂产品质量指标可根据市场需要调整细分。棕榈仁液脂质量指标:酸值(KOH)  $\leq 0.3$  mg/g,碘值(I) 22 ~ 24 g/100 g,熔点 23 ~ 25 °C,固体脂肪含量(20 °C)  $\leq 18\%$ 。在产品缓冲罐抽样分析每批次过滤挤压、饼块熔化后的滤饼块质量,在缓冲罐抽样分析液脂质量,及时发现质量异常。

### 1.2.2 工艺条件管控

#### 1.2.2.1 调温

调温是为了通过冷冻水缓慢降温使原料油形成晶种,并减少冷房热负荷。为实现良好换热和预结晶效果,预冷调温罐中要缓慢搅拌,不应产生剧烈剪切(线速度  $\leq 1.6$  m/s),应适当控制冷冻水与油之间的温差,以不产生局部过冷为原则,通常油温变化曲线应坡度平滑,不存在起伏现象。每批油开始生产时应对调温工艺冷冻水与油温以及持续时间进行阶梯调试,一般原料油 25 °C 固体脂肪含量高则调整最终油温走上限(30 °C),反之走下限(29 °C),并根据后续冷房结晶形成和过滤情况,反复调整,最终确定合适的条件。

#### 1.2.2.2 冷房结晶

冷房结晶是为了使经调温的原料油经过缓慢冷却发生结晶,促进晶体生长,形成适合过滤的晶体类型(即  $\beta$  型)<sup>[1]</sup>和大小,并结晶完全,为下一步晶体过滤分离提供良好条件。操作控制的关键是选择合适的冷房控制温度,防止发生过冷,形成细小晶体。一般在批次生产开始时,根据原料油 25 °C 固体脂肪含量控制冷房温度,含量高时冷房温度控制走上限(19 °C),含量低时冷房温度控制走下限(17 °C),通过观察油盘内油在冷房结晶的过程以及根据冷房出来时结晶饼块的软硬、与油盘分离的难易、过滤难易和得到的棕榈仁硬脂质量指标,进行反复调整,最终确定合适的冷房结晶条件。

#### 1.2.2.3 过滤和挤压

过滤是将晶体与母液分离的过程,操作关键是控制好螺杆泵送到高压膜压滤机的喂料速度,使过滤压力不要太高,一般不高于 0.3 MPa,压力太高易堵塞滤布,缩短滤布使用时间,增加滤布清洗频率,影响生产效率和消耗。挤压是在高压膜压滤机过滤到达额定固体内容量后,为排出滤饼中滞留的液脂而进行的操作,操作关键是控制挤压压力施加速度,压力提升要分阶段逐步进行,给压力的传导和液脂的排出留下足够时间,压力不能提升太快,否则会对挤压膜产生较大冲击,使膜破裂。所需挤压压力主要根据棕榈仁硬脂的质量指标要求确定,结晶理想的滤饼中滞留的液脂较少,所需挤压压力相对较小,通常挤压压力 1.6 ~ 1.8 MPa 基本能够满足生产要

求。另外,滤饼厚度也对挤压效果产生直接影响,通常滤饼厚度控制不超过 15 mm。

## 2 棕榈仁油干法分提过程中的问题分析

### 2.1 原料油问题

在马来西亚,棕榈仁油的干法分提全部以棕榈仁原油为原料,我们最初也使用棕榈仁原油为原料,但经过多次尝试均未成功,主要问题是油在冷房内结晶不理想,结晶饼块与油盘难以剥离,碎饼在高压膜压滤机上过滤困难,得到的棕榈仁液脂碘值(I)较低( $\leq 22$  g/100 g),碎饼来不及过滤,不能实现连续生产。但是将棕榈仁原油更换为精炼棕榈仁油后,以上问题均得到解决,分析原因可能由于棕榈仁原油在进口海运途中时间较长,发生水解,酸值(KOH)很高(7 ~ 10 mg/g),形成较多的单脂肪酸甘油酯和二脂肪酸甘油酯,妨碍了晶体正常结晶,使生成的晶体过小,不利于过滤;而在马来西亚使用新鲜棕榈仁原油进行干法分提,棕榈仁原油发生水解的机会较少,单脂肪酸甘油酯和二脂肪酸甘油酯含量相对较少,对结晶影响不显著;另外,进口精炼棕榈仁油在海运途中时间同样较长,但没有显著水解,可能是精炼棕榈仁油游离脂肪酸含量较低,而游离脂肪酸的存在对油脂水解有自催化作用<sup>[2]</sup>。生产中发现,有些批次的精炼棕榈仁油结晶困难,但酸值、熔点、固体脂肪含量等指标并无异常,分析原因很可能是由于该批油在精炼之前发生过度水解,虽然精炼后去除了游离脂肪酸和单脂肪酸甘油酯,但二脂肪酸甘油酯基本未被除去,二脂肪酸甘油酯对结晶有延缓作用<sup>[3]</sup>,可通过适当延长结晶时间得到缓解。限于试验条件,本文未对影响棕榈仁油结晶的相关成分进行深入研究。

### 2.2 棕榈仁硬脂收率问题

本工艺得到的棕榈仁硬脂收率为 29% ~ 34%,而 Kellens<sup>[4]</sup>报道的棕榈仁原油干法分提得到的棕榈仁硬脂收率为 35% ~ 40%,二者差别较大,分析原因可能与结晶时间及原料油成分有关;本工艺结晶时间一般为 6 ~ 8 h, Kellens<sup>[4]</sup>报道类似的棕榈仁原油结晶时间为 8 ~ 12 h,结晶时间较短可能导致结晶不完全;原料油成分的差别也对棕榈仁硬脂收率有影响,这可从碘值和固体脂肪含量的对比识别,碘值越低、固体脂肪含量越高的原料油可分提的固体脂肪越多,棕榈仁硬脂收率应当较高,但这些需要进一步的生产实践验证。

## 3 产品质量对比

棕榈仁油含多种脂肪酸和三酰甘油成分(见表 1)<sup>[4]</sup>,因此分提工艺条件对产品质量影响较大。生产

实践中,通常根据市场需要和客户要求以及原料质量变化及时适当调整操作工艺参数得到系列目标产品。

表1 棕榈仁油的脂肪酸及三酰甘油组成 %

项目	含量	项目	含量
脂肪酸		C30	1.25
C6:0	0.3	C32	6.34
C8:0	4.2	C34	8.43
C10:0	3.7	C36	23.33
C12:0	48.7	C38	16.96
C14:0	15.6	C40	9.79
C16:0	7.5	C42	9.10
C18:0	1.8	C44	6.56
C18:1	14.8	C46	5.14
C18:2	2.6	C48	5.79
C20:0	ND	C50	2.30
其他	0.1	C52	2.17
三酰甘油(以碳数计)		C54	0.45
C28	0.55		

表2为采用本工艺制备的棕榈仁硬脂(PKST)及其氢化硬脂(HPKST)与天然可可脂(CB)及相关商业氢化棕榈仁硬脂代可可脂产品(CBS)质量指标的对比结果。

表2 本工艺产品与天然可可脂及商业代可可脂产品质量指标对比

项目	CB	PKST	HPKST	CBS
熔点/℃	32~35	32.4	34.6	35.2
碘值(I)/(g/100g)	33~38	5.9	0.2	0.3
固体脂肪含量/%				
20℃	75~85	86.5	94.6	94.6
25℃	65~75	73.1	90.9	88.7
30℃	35~50	37.6	53.1	46.8
35℃	0~3	0	3.0	3.1

(上接第113页)

- [23] CHEN Q, MCGILLIVRAY D, WEN J Y, et al. Co-encapsulation of fish oil with phytosterol esters and limonene by milk proteins[J]. J Food Eng, 2013, 117(4): 505-512.
- [24] 付国玲. 单不饱和脂肪酸在铁死亡中的作用以及机制的研究[D]. 江苏 无锡: 江南大学, 2018.
- [25] PAN L, ZHANG S W, GU K R, et al. Preparation of astaxanthin-loaded liposomes: characterization, storage stability and antioxidant activity[J]. CyTA - J Food, 2018, 16(1): 608-609.
- [26] PAN L, ZHANG X, FAN X Z, et al. Whey protein isolate coated liposomes as novel carrier systems for astaxanthin[J]. Eur J Lipid Sci Technol, 2020, 122(4): 1-10.
- [27] 陈亮. 杜仲籽油脂质体制备及其理化性质研究[D]. 湖南 吉首: 吉首大学, 2020.
- [28] 徐硕, 何颖慧, 张子豪, 等. 高包埋率还原型谷胱甘肽

从表2可以看出,本工艺所得棕榈仁硬脂与天然可可脂熔点和固体脂肪含量相当,本工艺棕榈仁硬脂氢化后所得产品在25~30℃的固体脂肪含量高于CBS,性能优于同类产品。

#### 4 结语

采用油盘冷房结晶-高压膜压滤机过滤对精炼棕榈仁油干法分提生产棕榈仁硬脂。通过棕榈仁油干法分提生产的系列月桂酸代可可脂产品(氢化前或氢化后的棕榈仁硬脂),与天然可可脂相比,一个很大的优势为在巧克力产品凝固成形时容易结晶,不需要调温,工艺简单,这使其在食品行业的应用尤其在植脂末、植脂鲜奶油、高端板块巧克力产品中的应用不断扩大,前景广阔。我国是食品油脂原料消费大国,棕榈仁油干法分提实践的成功,对于打破我国代可可脂系列产品依赖进口限制,丰富和满足国内市场需求,具有一定的现实和借鉴意义。

#### 参考文献:

- [1] 党乐平,李帅,张虹,等. 不同降温速率下棕榈仁油结晶特性的对比分析[J]. 化学工业与工程, 2017, 34(6): 51-56.
- [2] HAMM W, HAMILTON R J. Edible oil processing[M]. Sheffield: Sheffield Academic Press Ltd., 2000: 40-42.
- [3] BASIRON Y, JALANI B S, CHAN K W. Advances in oil palm research[M]. Kuala Lumpur: Malaysian Palm Oil Board, Ministry of Primary Industries, Malaysia, 2000.
- [4] KELLENS M J. Production of special fats by multifunctional dry fractionation[C]// Proceedings of the 1999 PORIM International Palm Oil Congress. Kuala Lumpur: Ministry of Primary Industries, Malaysia, 1999.
- 纳米脂质体的制备工艺优化[J]. 山东理工大学学报(自然科学版), 2022, 36(3): 38-44.
- [29] FAN Y P, LIU J G, WANG D Y, et al. The preparation optimization and immune effect of epimedium polysaccharide-propolis flavone liposome[J]. Carbohydr Polym, 2013, 94(1): 24-30.
- [30] 刘成梅, 王瑞莲, 刘伟, 等. 中链脂肪酸脂质体的制备及其特性评价[J]. 食品科学, 2007, 28(10): 143-146.
- [31] 牛文慧, 冯所兰, 周渐赟, 等. pH梯度结合逆相蒸发法制备黑米麸皮花青素脂质体的研究[J]. 食品工业科技, 2015, 36(16): 238-242, 247.
- [32] 孙长娇, 王琰, 赵翔, 等. 聚乳酸纳米微球制备工艺研究[J]. 中国农业科技导报, 2018, 20(5): 148-153.
- [33] 魏寒梅, 刘洁. 复方石杉碱甲-虾青素脂质体的制备及评价[J]. 广州化工, 2021, 49(12): 95-98.
- [34] 童桂鸿. 维生素C纳米脂质体的制备及其性质的研究[D]. 南昌: 南昌大学, 2011.