

油脂生产原理 **与**
应用技术丛书

油脂加工工艺 与设备

马传国 主编



化学工业出版社



郑州四维粮油工程技术有限公司

Zhengzhou Siwei Grain & Oils Engineering And Technology Co., Ltd.



公司承接各种油料各种规模预处理、预榨、浸出、精炼及配套的工程设计、成套设备制造、安装、调试的交钥匙工程以及老油厂的技术更新改造。特别推荐以下工艺与单机产品：
大豆脱皮工艺、大豆膨化生产工艺、浓香花生油生产工艺、膨化大豆油脂的物理精炼工艺、浓缩磷脂、大豆分离蛋白、稀有贵重油脂等生产工艺；豆皮分离机、卧式软化锅、油料挤压膨化机、豆胚干燥机、新型高效DTDC蒸脱机、组合式脱臭塔、薄膜蒸发器
等。已成功通过ISO9001：2000质量认证。



软化工段



膨化机



预处理车间



浸出车间



精炼车间

地址 郑州市黄河路126号江山大厦8座16楼

电话 0371-5797028 5797058

传真 0371-5797008

网址 [Http://WWW.ZZSW.com.cn](http://WWW.ZZSW.com.cn)

电子信箱 a51002@public.zz.ha.cn

邮编 450008

ISBN 7-5025-4769-X/TS·118 定价：29.00元

销售分类建议：化工/精细化工/油脂

油脂生产原理与应用技术丛书

油脂加工工艺与设备

马传国 主编

化学工业出版社

·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

油脂加工工艺与设备/马传国主编. —北京: 化学工业出版社, 2003. 9
(油脂生产原理与应用技术丛书)
ISBN 7-5025-4769-X

I. 油… II. 马… III. ①油脂制备-生产工艺
②油脂制备-化工设备 IV. TQ64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 081388 号

油脂生产原理与应用技术丛书

油脂加工工艺与设备

马传国 主编

责任编辑: 杨立新

文字编辑: 周 倜

责任校对: 郑 捷

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 13 $\frac{1}{2}$ 插页 1 字数 361 千字

2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4769-X/TS·118

定 价: 29.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

《油脂生产原理与应用技术》

丛书编委会

主编：

陆启玉

编委：（按姓氏笔画排序）

马传国 卢艳杰 汪学德

陆启玉 陈 洁

序

油脂工业是我国食品工业的重要组成部分，是农业的后续产业，又是食品工业、饲料工业、化学工业的基础产业，在我国经济发展中具有十分重要的地位。

油脂、蛋白质、碳水化合物是自然界存在的三大重要物质，是食品的三大主要成分。自然界一切生物过程都是在酶、维生素、激素等物质催化和帮助下参与的上述三大物质的代谢合成和转化过程。蛋白质由一系列氨基酸组成，碳水化合物由一系列单糖组成，油脂则主要是由一系列脂肪酸的甘油酯组成。

油脂是食品中不可缺少的重要成分之一，其重要功能之一就是提供热量。油脂中含碳量达73%~76%，高于蛋白质和碳水化合物，单位质量油脂的含热量是蛋白质和碳水化合物的两倍（每克油脂产生热量39.7kJ）。除提供热量外，油脂还提供人体无法合成而必须从植物油脂中获得的必需脂肪酸（亚油酸、亚麻酸等）以及供给各种脂溶性维生素（VA、VD、VE和VK）。缺乏这些物质，人体会产生多种疾病甚至危及生命。

油脂还有很重要的工业用途。油脂可以直接用来生产润滑油、肥皂、油漆、医药等，油脂化学制品可以生产洗涤剂、乳化剂、破乳剂、润湿剂、印染剂、浮选剂、起泡剂、涂料、增塑剂和合成的多聚物等，在矿冶、石油、机械、航空、汽车、电器、化工、纺织、建筑、药品、食品等工业具有广泛的用途。

随着油脂科学技术的发展，逐步形成了油脂科学的比较完整的科学体系，内容涉及化学、化工原理、机械、生物、营养等学科。本丛书把有关油脂加工理论和技术的内容分5本书编写，《油脂化学》由陈洁等编写，《油脂制取工艺与设备》由汪学德等编写，《油脂加工工艺与设备》由马传国等编写，《油脂检测技术》由卢艳杰等编写，《油脂化工产品生产技术》由陆启玉等编写。整套丛书由

陆启玉统稿。

本丛书着重生产工艺的实用技术，简明扼要地介绍基础知识和基本理论，力求反应油脂工业的近期进展和最新研究成果。整套书5册既互相联系又各成体系，可以作为油脂工厂技术人员和大专院校师生的参考用书。

本书编写过程由于多种客观原因，书中存在不当之处在所难免，恳请专家同行指正。

陆启玉

2003. 10. 14

前 言

油脂是人类食品原料之一，是人类生命能源和机体代谢不可缺少的物质。油脂也是日用化学、纺织印染、橡胶塑料、化学涂料以及医药等工业的原料。油脂加工及制品在国民经济中占有重要的地位。

随着油脂工业的规模化、集约化经营生产，油脂制品及相关化学品要满足社会的需要，具有国际先进水平的油脂加工工艺和设备在油脂加工企业逐渐普及，广大的油脂科技工作者、企业生产员工必须与时俱进，了解和掌握先进的工艺和设备。

本书系统阐述了油脂加工工艺的理论、工艺过程、工艺效果及生产设备，注重理论与生产实际的有机结合，对从事油脂、食品、化工以及轻工领域的科研人员有较高的参考价值。

本书共分十三章，系统介绍了油脂脱胶、脱酸、脱色、脱臭、脱蜡、分提、氢化及酯交换的工艺理论、工艺过程和生产设备，同时对人造奶油、起酥油、巧克力糖果、调味油脂等油脂制品的原料、配方、产品品质、生产工艺和设备等进行了阐述，对油脂及其制品的包装、劣变及安全储存做了介绍。

在本书的编写过程中，得到了郑州工程学院粮油食品学院常务副院长陆启玉教授的指导和帮助，还得到郑州工程学院油脂与植物蛋白教研室梁少华副教授、毕艳兰副教授、张永太副教授，以及江南大学魏安池博士的支持和帮助，在此表示感谢。

由于编者水平所限，书中不妥之处敬请读者指正。

编者

2003年6月

目 录

第一章 油脂脱胶	1
第一节 水化脱胶	2
一、水化脱胶的基本原理	2
二、影响水化脱胶的因素	4
三、常规水化脱胶工艺	8
四、水化脱胶设备	13
第二节 非水化磷脂的脱除	16
一、非水化磷脂的性质	16
二、非水化磷脂的形成	17
三、非水化磷脂的控制	18
四、特殊水化脱胶	19
第三节 其他脱胶法	23
一、酸炼脱胶	23
二、吸附脱胶	23
三、电聚法脱胶	23
四、热凝聚脱胶	24
第二章 油脂脱酸	25
第一节 碱炼脱酸理论	25
一、碱炼的基本原理	26
二、影响碱炼过程的因素	28
三、碱炼损耗及碱炼效果	38
第二节 碱炼脱酸工艺与设备	40
一、碱炼脱酸工艺	40
二、碱炼脱酸设备	55
第三章 油脂脱色	68
第一节 吸附脱色理论	69
一、吸附剂	70

二、吸附脱色原理	72
三、影响吸附脱色的因素	73
第二节 吸附脱色工艺与设备	78
一、吸附脱色工艺	78
二、吸附脱色设备	82
第三节 其他脱色法	86
一、光能脱色法	86
二、热能脱色法	87
三、空气脱色法	87
四、试剂脱色法	87
第四章 油脂脱臭	89
第一节 脱臭的理论	90
一、汽提理论	90
二、脱臭损耗	93
三、影响脱臭的因素	95
第二节 脱臭工艺与设备	104
一、脱臭工艺	104
二、脱臭操作	112
三、脱臭设备	114
第五章 油脂脱蜡	134
一、脱蜡意义及机理	134
二、影响脱蜡的因素	138
三、脱蜡工艺	140
第六章 油脂分提	147
第一节 油脂分提理论	147
一、分提的意义和方法	147
二、分提机理	148
三、影响分提的因素	153
四、分提过程及产品质量控制	159
第二节 油脂分提工艺与设备	160
一、油脂分提工艺	160
二、油脂分提设备	169
第三节 结晶分提的原料	173

一、植物油	174
二、动物脂肪	177
三、油脂的衍生物	180
第七章 油脂氢化	182
第一节 氢化理论（化学）	184
一、机理	184
二、选择性	186
三、反应级数和反应速率	189
四、异构化	191
五、影响氢化反应速率及选择性的因素	193
第二节 催化理论	199
一、催化剂的定义	199
二、非均相和均相催化	199
三、催化作用与活化能	200
四、催化剂的结构理论	201
五、油脂加氢工业非均相催化	202
第三节 油脂氢化工艺与设备	206
一、油脂氢化工艺	206
二、油脂氢化设备	215
三、食用油脂氢化产品	221
第八章 酯交换	228
第一节 化学酯交换	228
一、酸解	229
二、醇解	230
三、酯-酯交换	234
第二节 酶促酯交换	249
一、酶促酯交换反应机理	249
二、脂肪酶催化酯交换反应工艺及设备	253
三、影响酶促酯交换反应的因素	255
第九章 人造奶油	257
第一节 人造奶油的定义、标准与种类	257
一、人造奶油的定义、标准	257
二、人造奶油的种类	258

第二节 人造奶油的品质及影响因素	261
一、人造奶油的品质	261
二、影响品质的因素	264
第三节 人造奶油的基料和辅料	266
一、基料油脂	266
二、辅料	267
三、人造奶油配方	271
第四节 人造奶油的加工工艺	273
一、基本加工工艺	273
二、典型人造奶油制品的生产	275
第五节 人造奶油及其相关产品的加工设备	280
一、高压进料泵	280
二、高压刮板式换热器	281
三、捏合单元	284
四、休止管	286
第十章 起酥油	289
第一节 起酥油的定义、标准与种类	289
一、起酥油的定义、标准	289
二、起酥油的种类	290
第二节 起酥油的功能特性及影响因素	292
一、可塑性	292
二、起酥性	295
三、酪化性	296
四、乳化分散性	296
五、吸水性	297
六、氧化稳定性	297
七、煎炸性	297
第三节 起酥油的基料和辅料	297
一、基料油脂	297
二、辅料	300
第四节 起酥油的生产工艺	303
一、基本工艺过程	303
二、可塑性起酥油的生产工艺	303

三、液体起酥油的生产	307
四、粉末起酥油的生产	307
五、焙烤用起酥油的自动化生产工艺流程	307
第五节 起酥油生产设备	309
一、Votator 的刮板式换热器	309
二、Votator 的搅拌捏合单元	310
三、Votator C 单元	312
四、格斯顿贝和阿格公司的人造奶油/起酥油装置	313
第十一章 巧克力糖果用脂	315
第一节 天然可可脂	315
一、可可豆	315
二、可可液块	319
三、可可粉	319
四、可可脂	320
五、可可脂和可可粉的生产工艺流程	322
第二节 可可脂替代品	322
一、类可可脂	322
二、代可可脂	325
三、可可脂替代品的生产技术	329
四、天然可可脂中 CBS、CBE 的检测技术	330
第三节 常见巧克力糖果的基本组成	331
一、巧克力的基本组成	331
二、巧克力的生产工艺流程	332
三、CBS、CBE 在巧克力中的应用情况	332
四、各种油脂原料制成的巧克力糖果品质比较	333
第十二章 调味油脂制品	335
第一节 蛋黄酱	335
一、蛋黄酱的原料	335
二、蛋黄酱的配方	339
三、蛋黄酱的制备	340
四、蛋黄酱的质量控制及品质评定	342
第二节 色拉调味汁	344
一、调味汁及其分类	344

二、调味汁的原料与配方	344
三、调味汁的制备	346
第三节 调味油	347
一、辣椒调味油	349
二、芥末调味油	349
三、花椒调味油	351
四、姜调味油	351
五、蒜调味油	352
六、葱调味油	353
七、胡椒调味油	354
八、粉末调味油	355
第四节 调和油	357
一、调和油及其功能意义	357
二、调和油的分类及加工	358
第五节 花生酱	359
一、生产花生酱的原料与辅料	359
二、花生酱产品的类型	361
三、花生酱的生产	362
四、花生酱的货架稳定性与品质改进	366
第十三章 油脂及其制品的包装与储存	368
第一节 油脂及其制品的包装	368
一、包装的目的与分类	368
二、包装器材	370
三、包装	374
第二节 油脂制品在储存过程中的劣变	388
一、气味劣变	389
二、回色	390
三、劣变油脂的生理变化	391
四、油脂劣变的因素	392
五、人造奶油劣变的因素	397
六、储存对起酥油的功能特性的影响	399
第三节 油脂制品的安全储存	400
一、单元操作与安全储存	401

二、储油器及盛具	403
三、安全储存	404
四、稳定剂及其使用	408
主要参考文献	413

第一章 油脂脱胶

油脂工业中，以压榨法、浸出法、水剂法或熔炼制取得到的未经精炼的动植物油脂，称为粗脂肪，俗称毛油。

毛油的主要成分是甘油三酯，俗称中性油。一般动植物油脂的甘油三酯由4~10种脂肪酸组成。不同的脂肪酸及其不同的排列，组合成很多种分子，因此，油脂的主要成分是多种甘油三酯的混合物。此外，毛油中还存在非甘油三酯的成分，这些成分统称为杂质。

毛油属于胶体体系。其中的磷脂、蛋白质、黏液质和糖基甘油二酯等，因与甘油三酯组成溶胶体系而得名。油脂的胶溶性杂质（胶杂）。油脂胶溶性杂质不仅影响油脂的稳定性，而且影响油脂精炼和深度加工的工艺效果。例如油脂在碱炼过程中，会促使乳化，增加操作困难，增大炼耗和辅助剂的耗用量，并使皂脚的质量降低；在脱色工艺过程中，会增大吸附剂的耗用量，降低脱色效果；未脱胶的油脂无法进行物理精炼和脱臭操作，也无法进行深加工。因此，毛油精制必须首先脱除胶溶性杂质。

磷脂由于所含醇的不同，可分为甘油磷脂类和鞘氨醇磷脂类。植物中磷脂的含量随品种、产地、成熟程度的不同而有差异。一般含蛋白质越丰富的油料，磷脂含量越高。毛油中磷脂的含量还受制油方法的不同而变化。几种毛油的磷脂含量如表1-1所示。

应用物理、物理化学或化学方法将粗油中的胶溶性杂质脱除的工艺过程称为脱胶。脱胶的具体方法分水化脱胶、酸炼脱胶、吸附脱胶、热凝聚脱胶及化学试剂脱胶等。油脂工业上应用最为普遍的是水化和酸炼脱胶。水化脱胶多用于食用油脂的精制，而强酸则很少用于食用油的脱胶。

表 1-1 几种毛油的磷脂含量

油 品	磷脂含量/%	油 品	磷脂含量/%
豆油	1.1~3.5	芝麻油	0.1
玉米胚芽油	1~2	菜籽油	1.5~2.5
麦胚油	0.08~2.0	红花籽油	0.48~0.58
棉籽油	1.5~1.8	乳脂	1.4
米糠油	0.4~0.6	牛脂	0.07
亚麻籽油	0.3	猪油	0.05
花生油	0.6~1.2	羊脂	0.01

第一节 水化脱胶

水化脱胶是利用磷脂等胶溶性杂质的亲水性，将一定量的热水或稀碱、食盐、磷酸等电解质水溶液，在搅拌下加入热的毛油中，使其中的胶溶性杂质吸水凝聚沉降分离的一种脱胶法。在水化脱胶过程中，能被凝聚沉降的物质以磷脂为主，还有与磷脂结合在一起的蛋白质、糖基甘油二酯、黏液质和微量金属离子等。

一、水化脱胶的基本原理

磷脂是一种表面活性剂，分子由亲水的极性基团和疏水的非极性基团组成，根据稳定体系的热力学条件，自由能达到最小时体系最稳定。当磷脂溶于水时，它的疏水基团破坏了水分子之间的氢键，也改变了疏水基附近水的构型，从而使体系的熵降低，自由能增加，结果一些磷脂分子从水中排挤出来并吸附在溶液周围的界面上，亲水基朝向水相，疏水基则远离水相。磷脂分子与水作用时表现的特殊排列如图 1-1。

水分子与表面活性剂的疏水基接触面积越小，则体系的自由能越低，体系就越稳定。因此，在表面活性剂达到一定浓度时，有形成胶态集合体的倾向，这种集合体就称为胶束。在胶束中疏水基团彼此聚集在一起，大大减少了水分和疏水基之间的排斥。胶束是两性分子在溶剂中的集合体，可以在水相和非水相介质中形成。在非水相系中胶束形成是亲油基朝向外部的油或溶剂中，亲水基转向胶束核内部，这种胶束称为逆相胶束，这便是油中磷脂所形成的胶束。