



国内贸易部部编中等专业学校教材

油脂加工工艺 与设备

陶 瑜 主编

YZJGGYYSB

中国财政经济出版社

国内贸易部部编中等专业学校教材

油脂加工工艺与设备

陶 瑜 主编

中国财政经济出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

油脂加工工艺与设备/陶瑜主编. -北京:中国财政经济出版社, 1999

国内贸易部部编中等专业学校教材

ISBN 7-5005-4035-3

I. 油… II. 陶… III. ①油脂制备-生产工艺-专业学校-教材②油脂制备-化工设备-专业学校-教材 IV. TQ64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 25463 号

中国财政经济出版社出版

URL: <http://www.cfeph.com>

E-mail: cfeph@dre.gov.cn

(版权所有 翻印必究)

社址:北京东城大佛寺东街 8 号 邮政编码:100010

发行处电话:64033095 财经书店电话:64033436

清华大学印刷厂印刷 各地新华书店经销

787×1092 毫米 16 开 27 印张 661 000 字

1999 年 11 月第 1 版 1999 年 11 月北京第 1 次印刷

印数:1—5 060 定价:36.00 元

ISBN 7-5005-4035-3/TQ·0004

(图书出现印装问题,本社负责调换)

编 审 说 明

为适应社会主义市场经济新体制的要求，我部于 1994 年颁发了财经管理类 5 个专业和理工类 7 个专业教学计划。1996 年初印发了以上 12 个专业的教学大纲。《油脂加工工艺与设备》一书是根据新编油脂制取与储检专业教学计划和教学大纲的要求，结合我国科技进步和财税、金融等改革的情况重新编写的。经审定，现予出版。它是国内贸易部系统中等专业学校必用教材，也可供职业中专、职工中专、电视中专等选用，还可以作为业务岗位培训和广大企业职工自学读物。

本书由陶瑜主编。参加编写的有：江西省粮食学校淦青（第一、二、七章），辽宁省粮食学校王丽娟（第六章），上海市粮食学校陶瑜（绪论、第三、四、五、八、九、十章及工艺操作实验）。最后由郑州粮食学院韩景生副教授主审。

由于编写时间仓促，编者水平有限，书中难免有疏漏之处，敬请广大读者不吝赐教，以便于修订，使之日臻完善。

国内贸易部教育司

1998 年 2 月

目 录

绪 论	(1)
第一章 毛油脂组分及预处理	(5)
第一节 毛油脂组分	(5)
第二节 毛油的品质	(18)
第三节 毛油的预处理	(22)
第二章 脱胶	(52)
第一节 水化脱胶	(52)
第二节 酸炼脱胶	(71)
第三节 其他脱胶法	(73)
第三章 碱炼 (脱酸)	(75)
第一节 碱炼的基本原理	(75)
第二节 碱炼的设备	(90)
第三节 碱炼工艺	(110)
第四节 其他脱酸方法	(143)
第五节 皂脚的浓缩与利用	(144)
第四章 脱色	(148)
第一节 吸附脱色法	(149)
第二节 吸附脱色设备	(162)
第三节 吸附脱色工艺	(170)
第四节 其他脱色方法	(178)
第五节 废白土中油脂回收及滤布清洗	(180)
第五章 脱臭	(184)
第一节 脱臭的基本理论	(184)
第二节 脱臭设备	(195)
第三节 脱臭工艺	(216)
第四节 脱溶	(225)

第六章 脱蜡及脱脂	(228)
第一节 脱蜡	(228)
第二节 油脂脱脂及分提	(237)
第七章 油脂精炼工艺设计与生产	(249)
第一节 工艺设计原则	(249)
第二节 工艺设计内容	(250)
第三节 典型油脂的精炼工艺	(252)
第四节 油脂精炼生产中的废水处理	(264)
第八章 油脂氢化	(275)
第一节 氢化理论	(275)
第二节 催化剂	(285)
第三节 氢气制取与提纯	(291)
第四节 氢化设备及工艺	(299)
第五节 脂肪酸及其他工业用原料氢化	(316)
第九章 油脂制品加工	(320)
第一节 奶油与人造奶油	(320)
第二节 起酥油	(340)
第三节 可可脂与代可可脂	(352)
第四节 其他油脂制品	(363)
第十章 油脂的储藏稳定化措施及包装	(375)
第一节 油脂在储存过程中的劣变	(375)
第二节 油脂储藏及装卸运输	(383)
第三节 油脂制品的包装	(388)
第四节 成品油脂安全储存	(397)
附录：工艺操作实验	(406)

绪 论

(一)

人类食用油脂、利用油脂，已有数千年的历史。但是，长期以来一直未形成规模生产。直到本世纪初由于油脂浸出及油脂加工技术的进步，油料生产在全世界得到发展，油脂才逐渐成为一种重要的商品。随着氢化、脱臭、酯交换、油脂制品深加工的发展，油脂副产品综合利用等新技术的开发，油脂产品已能适应各种特殊的功能性及营养性要求，因而植物油的消费量急剧增加。在社会、经济发展中占据着越来越重要的地位。油脂是关系到国计民生的重要物质，随着全世界人口的不断增加，生活水平的不断提高，油脂的需求量也在逐年增加。对于食用油脂的需求量，因国家的经济发达及资源、民族、信仰不同而差异很大。亚洲经济发达的国家或地区，近年来食用油脂年人均消费量超过 20 公斤。

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。油脂是一种富含热能的营养素，是人类生命能源和机体不可缺少的物质。人们从各种粮食、蔬菜、果品、肉类及各种油脂制品中摄取脂肪组分，来满足机体营养成分的需要。

油脂是食品中不可缺少的重要成分，其重要功能之一是提供热量。油脂中含碳量达 73%~76%，高于蛋白质和碳水化合物，单位重量油脂的含热量是蛋白质和碳水化合物的两倍（每克油脂可产生热量 9.5kcal，而蛋白质及碳水化合物产热量仅为 4.1kcal）。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（如亚油酸、亚麻酸、花生四烯酸）以及供给各种脂溶性维生素（ V_A 、 V_D 、 V_E 、 V_K ）等。人体长期缺乏油脂，会引起严重的机能混乱或使人体产生多种疾病甚至会危及生命。因此，随着科学技术及医药卫生事业的发展，为保持人体健康，植物油脂尤其是富含亚油酸的植物油脂，正日益受到人们的欢迎。油脂是重要的热煤介质，如各种食品加工煎炸，使之产生特有的滋味和风味。塑性脂肪既是生产人造奶油、起酥油及各种固体脂的主要原料，又是食品加工的必需油脂。可可脂及代可可脂是加工各种糕点、糖果的主要原料；而蛋黄酱和调味料（汁）等又是极佳的佐餐调料。食品加工利用各种油脂增加风味和营养成分，并能改善食品的结构、外观造型等制作功能。起酥油、人造奶油等固体脂在各类食品加工及糕点生产中起着重要的作用。油脂还赋予食品良好的口感性和滋味，增加消费者的食欲感。

油脂的工业应用也有悠久的历史。油脂历来被用作润滑油，是制造肥皂、油漆等工业产品的原料。随着科学技术的发展，用各种脂肪酸制出的产品日益增多，如适合各种不同用途的表面活性剂、洗涤剂、乳化剂、破乳剂、润湿剂、印染剂、浮选剂、起泡剂，以及各种涂料、增塑剂和合成的多聚物等等，在矿冶、石油、机械、建材、航天、汽车、电器、化工、纺织、医药、食品等工业和人民生活用品等方面发挥着非常重要的作用。这一切，有力地促

进了油脂加工工艺和科学研究的发展。

油脂是人的重要组成部分，为人体提供能源并参与机体的生命活动，被称为人体内能源。油脂与被称为体外能源的石油相比，石油是不可再生资源，而天然油脂是从油料（或动物）中提取，它是再生性资源。植物通过本身的光合作用，便可将太阳能转化为油脂，为我们提供用之不竭的能源。所以近年来各国都在根据本国的国情，大力发展油料生产及油脂工业。

当今世界资源日趋紧张，动植物油脂是具有极大潜力的再生资源，作为不可缺少的食物和工业原料，其重要价值受到高度重视。油脂工业在国民经济中是重要的组成部分，具有重要的位置和作用。

(二)

《油脂加工工艺与设备》的范畴，由两部分组成，即油脂精炼与油脂制品深加工，以及这些加工过程中使用的各种设备、操作工艺。油脂精炼理论建立在胶体化学、物理化学、油脂化学及化学工程学的基础上。油脂制品加工采用各种精制油（色拉油），再进一步加工生产出各种油脂制品（产品）。油脂加工的目的在于改变油脂的组成成分或结构，并改变其物理性质或化学性质，增加营养成分，提高质量，扩大用途，提高油脂厂加工的经济效益。

油脂加工工艺在 20 世纪初发展缓慢，随着科学技术的发展以及各国社会经济发展的需要，油料生产在全世界大多数国家得到发展和增产，促使油脂加工技术进一步发展和提高，生产工艺与设备逐步完善，自动化程度愈来愈高，新产品不断开发，对油脂加工工艺的研究也不断完善及深入。同时，带动了油脂副产品的综合利用，加快了整个油脂工业的发展进程，为整个社会经济和科学技术的发展，作出了贡献。

随着生物学家和油脂化学家对脂质化学研究的不断深入，油脂精炼、油脂加工技术及生产工艺更符合科学的反应机理。各种食用油脂产品正向着适应特殊功能性和营养性的要求，为保障生命机体，科学代谢的方向发展。以油脂（或副产品）为原料的精细化工产品，也得到了很快的发展。油脂工业呈现出广阔的发展潜力和旺盛的生命力。

(三)

毛油中非油脂成分所占比例并不多，但影响油脂的食用和工业应用价值。作为食用油脂不应含有损害人体健康的杂质，如游离脂肪酸、胶体杂质、蜡质和异味物质。作为油脂制品深加工使用的原料油脂，要尽可能除去影响风味和使用性能的成分；工业用油脂中的某些影响生产过程及产品质量的非油脂组分也要尽量除去。如油脂中的色素将影响产品质量；对于生产清漆、香皂和氢化油的色泽也有一定的要求。蛋白质、磷脂等胶体物质及含硫化合物，存在于油脂中，使氢化过程催化剂中毒，降低催化剂的活性。游离脂肪酸的存在影响精制油的稳定性，并使烟点降低。涂料用油脂中若含有胶体杂质，将严重影响涂料的干燥和陈化性能；用作润滑剂的油脂若含有胶体杂质，在机械摩擦的高温下将发生树脂化，从而大大降低其润滑效果。因此，油脂中存在这些杂质及有害成分，必须通过油脂加工过程除去，才能提高油脂质量和使用效果。

油脂中的有些非油脂组分，并非有害，如各种油溶性维生素、磷脂等具有较高的生理学价值或抗氧化作用，并具有提高（或延长）油脂的稳定性的功能。对于某些油脂特有的风味

(滋味),如花生油、芝麻油、橄榄油的香味则希望在加工之后能够保存下来。因此,油脂精炼的目的是除尽有碍于某种使用目的非油脂组分,最大限度地保留油脂中对生理学有重要意义和具有抗氧化性能的非油脂组分,提高油脂质量,延长油脂的稳定性,提高油脂使用价值。

毛油中非油脂成分即杂质,油脂精炼就是除去油脂中杂质。根据毛油中杂质的性质,可采用机械、化学或物理化学的方法进行脱除。

机械方法包括沉降、过滤和离心分离等,用于分离悬浮于毛油中的固体杂质或部分胶体杂质。

化学方法包括碱炼、酸炼、酯化及氢化还原等方法。其中碱炼的应用较为普遍;酸炼主要用于工业用油脂,除去色素、蛋白质和糖类等;氧化还原主要用于脱色。

物理化学方法包括水化脱胶、吸附脱色、蒸馏脱臭及液-液萃取法等。

上述精炼方法往往不能截然分开,有时一种精炼方法会同时产生几种作用。如碱炼主要除去游离脂肪酸,属于化学精炼法,在中和反应的过程中,皂脚以其表面吸附作用,可吸附油脂中大部分蛋白质和粘液质,与此同时还可除去部分色素。可见,油脂碱炼的中和反应过程中也有物理化学现象。油脂精炼的深度根据产品的用途及质量标准而定,目前国内油脂精炼分三脱油、四脱油、五脱油之分。三脱油指脱酸、脱色、脱臭等加工过程;四脱油是在三脱油基础上,再脱蜡;五脱油指经脱酸、脱色、脱臭、脱蜡、脱脂等工艺处理后的油脂产品。

油脂制品加工产品目前有人造奶油、起酥油、可可脂及代可可脂、调合油、粉沫油脂、健康营养油、蛋黄酱、调味料等。这些产品的开发,既满足了人们的生活需要,又大大提高了油脂加工的经济效益。

(四)

油脂加工工艺与设备是一门新兴和发展中的学科,同时也是一门实验性很强的学科。在教学中应加强实验,组织学生去油脂厂专业实习,使学生掌握的油脂加工理论知识和生产实践相结合。

本学科的教学任务主要以植物油脂为主,系统论述油脂精炼理论和生产工艺,各种油脂制品加工产品的生产工艺和科学配方,探讨提高产品质量、得率及产品经济效益的有效途径。

学习本课程应本着基础理论课、专业基础课和专业课相结合,课堂实验、课程设计、专业实习等实践性教学相结合的原则,注重专业理论知识的掌握和实际操作技能的培养。

油脂加工业向社会提供众多的油脂产品,为改善和提高人民的物质生活水平做出了巨大贡献,同时也极大地促进了社会经济和科学技术的发展与繁荣。近十多年来,我国油脂加工无论在生产设备及工艺方面,还是在生产规模及自动化程度方面,与世界先进水平的差距愈来愈小,产品质量及品种均有很大的提高。广大油脂工业职工为发展我国的油脂工业,已打下一个坚实的基础,并为我们开辟了广阔的发展空间。今天,我们在校学习,就要认真、扎实地学好油脂专业理论知识,掌握必需的操作技能,为明天我国油脂工业的腾飞积蓄能量。

近年来,随着我国油脂加工工业的飞速发展,我国的食用植物油脂的消费水平也有了很大的提高。全国食用油脂平均消费从1991年的6.0kg/年·人,增加到1995年8.2kg/年·人,

其中大中城市年人均消费量超过这一数字。我国人口众多，油脂总产量虽然居世界前列，但人均消费量和经济发达国家相比还有差距。如何将有限的油脂资源充分地利用起来，提高生产效率和产品得率，对油脂工作者来说，仍然是摆在我们面前的一个艰巨而又光荣的任务。

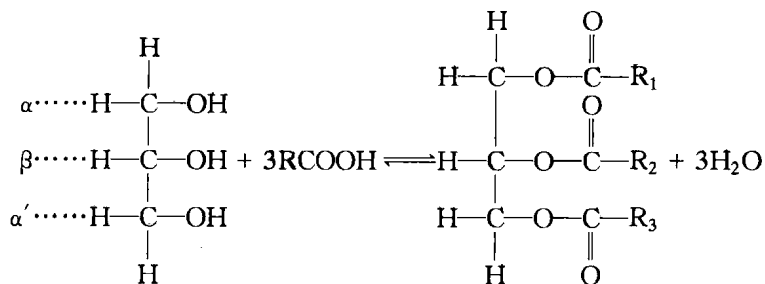
复习思考题

1. 简述油脂加工在油脂工业中的重要性。
2. 归纳我国油脂加工的现状与发展前景。
3. 简述油脂在食品工业中的重要性。
4. 谈谈油脂在工业中的应用。
5. 联系实际谈谈振兴我国油脂工业的措施和方法。
6. 通过本课程学习，应达到什么目的？

第一章 毛油脂组分及预处理

第一节 毛油脂组分

经压榨、浸出或水代法而得到的植物油，一般称之为毛油。毛油的主要成分为混甘油三脂肪酸的混合物，俗称中性油脂。它是由植物体内的蛋白质糖类转变成的脂肪酸和甘油缩合成的一类化合物的混合物。



毛油除中性油脂外，还包含有油脂伴随物。油脂伴随物主要包括类脂物和非类脂物两类，它们的混入主要受油料生长、储存和加工等条件的影响，其含量随油料品种、产地、制油方法和储存条件而异。

类脂物是指能溶于油脂及溶解于油脂中的溶剂的物质的统称，例如磷脂、蜡、甾醇及脂溶性维生素和色素等；非类脂物是指蛋白质、糖类、水分及其他杂质。这些油脂伴随物可根据其在油脂中的存在状态归纳为悬浮杂质、水分、胶溶性杂质及脂溶性杂质等几类。

一、悬浮杂质

因油脂的粘性及悬浮力或机械搅拌湍动的作用，而能以悬浮状态存在于油脂中的杂质称为悬浮杂质，俗称机械杂质。悬浮杂质主要包括制油或储运过程中混入毛油中的一些泥沙、料胚粉末、饼粕、纤维、草屑及其他固体杂质（即乙醚或石油醚不溶物）。它们的存在，易促使油脂酸败，故必须除去。

由于悬浮杂质不溶于油脂，故可应用重力沉降、离心分离、过滤等方法来分离。

二、水分

毛油中的水分，主要是生产或储运过程中直接带入或伴随磷脂、蛋白质等亲水物质混入的。水在天然油脂中的溶解度很小，随着毛油中脂肪酸、磷脂等杂质含量的增加及温度的升高，水在油中的溶解度亦增加。油脂中的水分常与油脂形成油包水（W/O）乳化体系，水

分超过 0.1% 会影响油脂的透明度，同时水分也是解脂酶活化分解油脂的条件，不利于油脂的安全储存，故需脱除。

工业上常采用常压或负压加热的方法脱除水分。常压加热脱水易导致油脂的过氧化值增高，所以采用负压加热可使油脂质量稳定。

三、胶溶性杂质

胶溶性杂质以 $1\text{nm} \sim 0.1\mu\text{m}$ 的微粒分散在油脂中呈溶胶状态。其存在状态受水分、温度、电解质的影响而改变。它们在油脂中的含量随油料品种、生长条件及制油方法不同，一般有以下几种：

(一) 磷脂

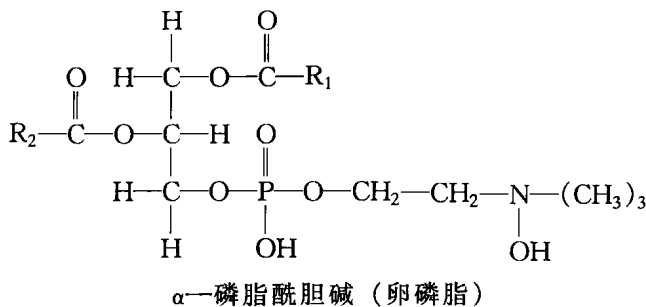
磷脂是一类结构和理化性质与油脂相似的一类脂物（亦称复脂）。油料种籽呈游离态的磷脂较少（例如向日葵籽中的游离磷脂只占总复脂的 30%，棉籽中的仅占 10% 左右），大部分与碳水化合物、蛋白质等组成复合物，呈胶体状态存在于植物油料种籽内，在制油过程中伴随油脂而溶出。在毛油中的含量视油料品种和制油方法而异，一般毛油中含量 1% ~ 3%，少数毛豆油中含量有时高达 5%，大多数毛豆油磷脂含量为 2% 左右。蒸炒效果差，入榨温度高以及浸出制取的毛油中磷脂含量较高。几种毛油中磷脂含量如表 1-1 所示。

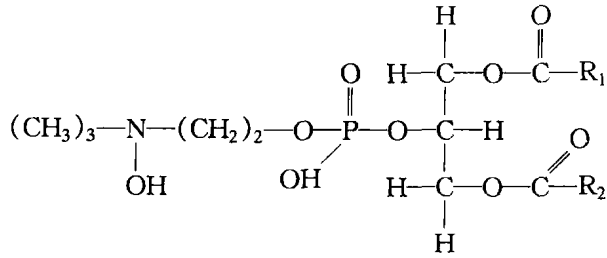
表 1-1 几种毛油的磷脂含量

油 品	磷脂含量 (%)	油 品	磷脂含量 (%)
豆油	1.1~3.2 (一般 1.8)	芝麻油	0.1
玉米胚芽油	1~2	菜籽油	0.9~1.0
麦胚油	0.08~2.0	红花籽油	0.48~0.58
棉籽油	0.7~0.9	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	0.3~0.4	羊脂	0.01

一般磷脂的结构是由多元醇（丙三醇）与脂肪酸与磷酸酯化，然后磷酸根再与氨基醇等酯化所得到的结合物。自然界常见的磷脂有卵磷脂（磷脂酰胆碱）、脑磷脂（磷脂酰乙醇胺）、磷脂酰丝氨酸及肌醇磷脂（磷酸肌醇酯）。

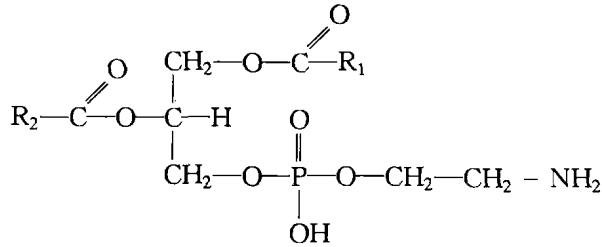
卵磷脂由胆碱酯化磷酸根而成，依其磷酸根在甘油基上联接位置不同，分 α -型和 β -型两种结构，其通式如下：





β-磷脂酰胆碱 (卵磷脂)

脑磷脂由乙醇胺或丝胺酸酯化磷酸根而成，其通式如下：



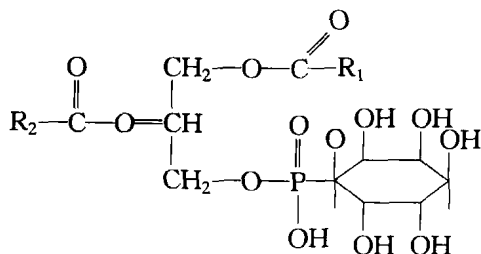
α-磷脂酰乙醇胺 (脑磷脂)

自然界中磷脂多为 α-型，β-型由于结构的对称性，亲水性较弱。磷脂结构中的脂肪酸以不饱和酸为多，尤其亚油酸较多，此外还含十六碳一烯酸及 C₂₀~C₂₆的多烯酸，其性质不稳定，较油脂容易氧化酸败。几种植物油磷脂的脂肪酸组成如表 1-2。

表 1-2 几种植物油磷脂的脂肪酸组成

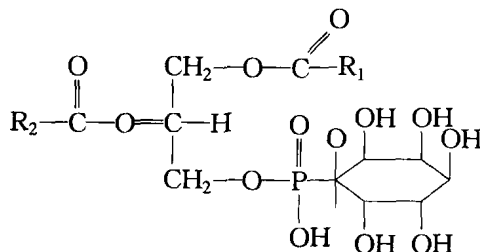
油脂 含量 (%)	大豆油		菜籽油		棉籽油	花生油	向日葵油	亚麻仁油
	a	b	a	b				
豆蔻酸	-	-	-	0.8	-	-	-	-
棕榈酸	11.7	17.3	15.8	8.3	17.3	16.2	14.7	11.3
C ₂₀ ~C ₂₆ 饱和酸	1.4	-	-	-	-	7.1	-	-
十六碳烯酸	8.6	5.5	-	2.1	1.5	-	-	3.5
油酸	9.8	19.0	13	22.4	20.3	42.0	19.3	33.6
亚油酸	63.0	53.0	62.9	42.2	44.4	22.7	45.9	20.4
亚麻酸	4	3.7	2	-	-	-	-	17.4
C ₂₀ ~C ₂₆ 不饱和酸	5.5	1.5	-	-	6.4	4.1	5.5	3.2
芥酸	-	-	-	22.7	-	-	-	-
硬脂酸	4	-	6.3	-	7.3	2.8	5.1	10.6

肌醇脂即磷酸肌醇，该类磷酸脂是由环己六醇 [C₆H₆ (OH)₆] 与脂肪酸、磷酸、酒石酸乙醇胺及半乳糖结合而成，种类较多。下面结构是其中之一：



肌醇磷脂

肌醇磷脂中磷酸根羟基上的 H 受到多个羟基的影响，离子化程度高，有时可被 Ca^{++} 、 Mg^{++} 等金属离子取代，而衍变成非亲水型结构。如： $\text{X}-\text{Ca}^{++}$ ， Mg^{++} 。



植物毛油中的磷脂、胶质的组成随油料品种的不同而异。例如：豆油磷脂中卵磷脂约占 29%，脑磷脂约占 30%，环己醇磷脂约占 40%；菜油胶质中约含有卵磷脂 15%，环己六醇磷脂 18%，以及少量的半乳糖磷脂。几种油料种籽中磷脂的组成参见表 1-3。

表 1-3 几种油料种籽磷脂组成

油料品名	卵磷脂 (%)	磷脂 (%)	其他磷脂 (%)
大豆	29~30	30	环己醇磷脂 40
向日葵	38.5	61.5	
菜籽	20.0	60.0	溶于热酒精中物质 20
花生	35.7	64.3	
棉籽	46.2	53.8	
亚麻籽	36.2	63.8	
芝麻	52.2	39.4	溶于热酒精中物质 7.2

磷脂分子结构中具有疏水基和亲水基，属于“双型性分子”或“双亲媒性分子”。卵磷脂能溶于无水油中呈内盐结构，能与蛋白质、树脂、糖类结合。由于磷脂含有酸性和碱性羟基，所以既能与碱作用，又能与酸作用。依性质的不同磷脂分为“水化磷脂”和“非水化磷脂”。水化磷脂可以吸水膨胀、凝聚而从油脂中分离出来；而非水化磷脂为一般分子结构中磷酸基在甘油残基的第二个碳原子位置的这种磷脂（即 β -磷脂），以及钙、镁磷脂盐，具有疏水性，而在强酸的作用下，分子结构发生变化，而成为具有亲水性的磷脂。

磷脂是一类极富营养并对油脂具抗氧化增效作用的物质，但混入油中，会使油脂色泽变深暗、混浊，遇热（280℃）会焦化变苦。同时磷脂同许多物质形成络合物，使得这些物质溶解在油中，从而影响油品质量。工业上一般用水化、酸炼或碱炼等方法使其与油脂分离。

(二) 蛋白质、糖类、粘液质

毛油中的蛋白质大多数是简单蛋白质与碳水化合物、磷酸、色素和脂肪酸结合成的糖甙、磷酸色甙、脂甙以及蛋白质的降解产物（如膘类和胨类），其含量取决于油料蛋白质的生物合成及水解程度。

糖类包括多缩戊糖（ $C_{18}H_{30}O_{16} \cdot 5H_2O$ ）、戊糖胶、硫代葡萄糖甙以及糖基甘油酯（单半乳糖酯）等。游离态的较少，多数与蛋白质、磷脂、甾醇等组成复合物而分散于油脂中。

粘液质是单糖（半乳糖、鼠李糖、阿拉伯糖、葡萄糖）和半乳糖酸的复杂化合物。其中还可能结合有机元素。粘液质主要存在于亚麻籽和白芥籽中。

毛油中的蛋白质、糖类含量虽然不多，但因其亲水性，易促使油脂水解酸败，并且具有较高的灰分，会影响油脂的品质和储存稳定性。如毛菜油中含有硫代葡萄糖甙的水解产物——异硫氰酸酯会导致甲状腺肿胀，能影响人体的健康。这类物质的亲水性，对酸、碱不稳定，故可应用水化、碱炼、酸炼等方法将其从油脂中分离出去。必须指出的是，蛋白质、糖类的一些分解物的结合（如胺基糖），而产生的棕黑色色素，使毛油色泽加深，用一般吸附剂对其脱色无效果，或效果很差，因此，在油脂制取过程中应采取必要的控制方法。

四、脂溶性杂质

脂溶性杂质是指呈真溶液状态而完全溶于油脂中的一类杂质。主要有以下几种：

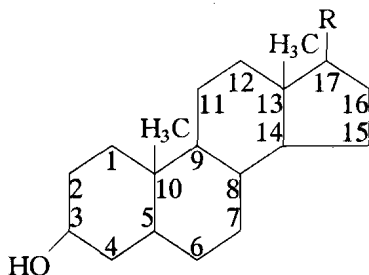
(一) 游离脂肪酸

未成熟的油料种籽中尚未合成的酯的脂肪酸，以及油料因在生长期霉烂变质，或油料种籽受潮发热受解脂酶作用，或毛油储存时氧化分解而产生的呈游离状态的脂肪酸，称为游离脂肪酸。其含量视油料品种、储藏条件及加工工艺不同而异。一般游离脂肪酸的含量在生产中常以酸价表示，因测定酸价方便简单（两个酸价 = 一个游离脂肪酸）。一般制取的毛油（指植物油）酸价在 0.5~5；受解脂酶分解的毛糠油，霉烂棉籽制取的毛棉油，以及晚期未成熟的棉籽因受生长期和气候条件影响，制取的毛棉油，这些油脂的酸价高达 10~20。油脂中的酸价过高不能食用，而且会使油脂带有刺激性气味，影响使用价值和风味，并能加速中性油酸败变质。酸价高的油脂对储存、使用均不利，因此必须除去游离脂肪酸。

从油脂中除去游离脂肪酸的方法，有化学方法和物理方法。化学方法是向油脂中添加 NaOH 溶液，使游离脂肪酸和烧碱反应生成钠皂，皂脚凝聚后从油中分离出来，可使油脂中酸价降至 0.05~0.06。物理方法是用水蒸汽蒸馏，在高温高真空条件下，使游离脂肪酸随蒸汽挥发逸出。此工艺适合椰子油、棕榈油以及含胶体物质低的油脂。

(二) 甾醇

甾醇类的旧名固醇，是环戊氢化菲的烃基，羟基衍生物，其结构具有如下通式：



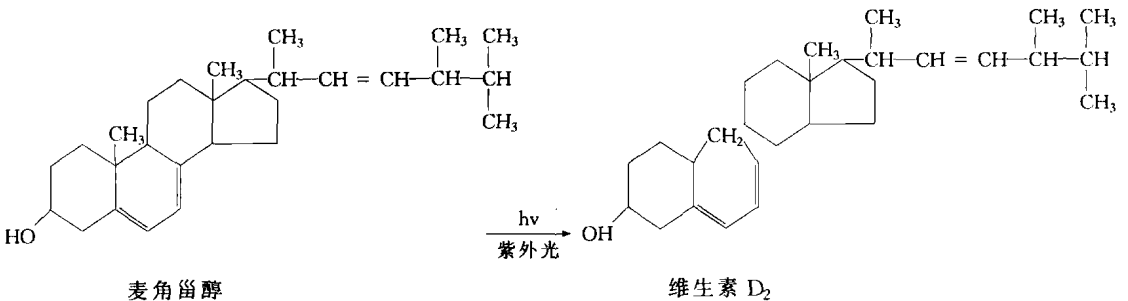
根据结构中的 R 基不同，甾醇分为许多种。动物油脂中的甾醇主要为胆固醇，植物油中的甾醇是多种甾醇的混合物，统称为植物甾醇，其中主要有豆甾醇、β-谷甾醇、麦角甾醇、菜油甾醇和菜籽甾醇。根据近代仪器的分析及检测，某些植物油中也含有少量胆固醇。

油脂中甾醇的含量视油脂品种而异，玉米油含量较高，椰子油、棕榈油含量较低。各种油脂中的甾醇含量见表 1-4。

表 1-4 各种油脂中的甾醇含量 (毛油)

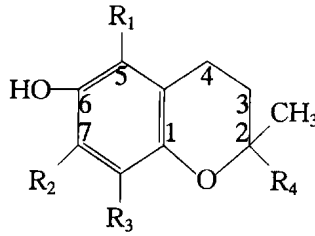
油 品	甾醇含量 (%)	油 品	甾醇含量 (%)
小麦胚油	1.3~1.7	罂粟子油	0.25
玉米胚油	0.58~1.0	豆油	0.15~0.38
米糠油	0.75	花生油	0.19~0.25
蓖麻油	0.5	氢化豆油	0.15~0.24
芝麻油	0.43~0.55	氢化棉油	0.15~0.24
鳕鱼肝油	0.42~0.54	猪油	0.11~0.12
菜油	0.35~0.50	牛脂	0.08~0.14
亚麻仁油	0.37~0.42	棕榈仁油	0.06~0.12
牛乳油 (奶油)	0.24~0.50	羊脂	0.03~0.08
棉籽油	0.26~0.31	椰子油	0.06~0.08
橄榄油	0.23~0.31	棕榈油	0.03

在紫外光的作用下，甾醇会变为维生素 D，例如，麦角醇经紫外光照射后变成维生素 D₂ (麦角钙化醇)，具有生物活性，可用来治疗人的软骨病。胆固醇是体内合成活性激素的原料，但它存在于油中会影响油脂的品质。植物甾醇在植物油中呈游离状，或与脂肪酸生成酯类，或与其他物质生成配糖体。甾醇通常无色、无味，不易皂化，溶于有机溶剂难溶于乙醇和丙酮，不溶于水、酸和碱，对热或化学药物都很稳定。碱炼则可通过皂脚吸附掉极少一部分，大部分仍然留在精油之中。在脱色时可被吸附掉一大部分，亦可用分子蒸馏法或高温水蒸汽脱臭法除去。



(三) 生育酚

生育酚又名维生素 E，属稠杂环体系，是氢化苯并吡喃的衍生物。其结构通式如下：



式中 R_4 为 $[-(\text{CH}_2)_3-\overset{\text{CH}_3}{\underset{|}{\text{CH}}}-]_3-\text{CH}_3$ ，称为母生育醇。式中 R_1 、 R_2 、 R_3 有时为 H，有时为 CH_3 ，因而具有七种同素物或异构体（见表 1-5），并且已发现各种均有相应的三烯生育醇，即 R_4 中有三个双键。

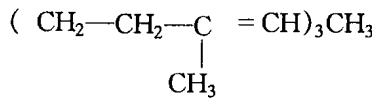


表 1-5 生育酚的同素物或异构体

生 育 酚		三 烯 生 育 酚
α -生育酚	5·7·8-三甲基生育酚	α -三烯生育酚
β -生育酚	5·8-二甲基生育酚	β -三烯生育酚
γ -生育酚	7·8-三甲基生育酚	γ -三烯生育酚
δ -生育酚	8-甲基生育酚	δ -三烯生育酚
ϵ -生育酚	5-甲基生育酚	ϵ -三烯生育酚
ζ -生育酚	5·7-二甲基生育酚	ζ -三烯生育酚
η -生育酚	7-甲基生育酚	η -三烯生育酚

维生素 E 就是生育酚的混合物。一般植物油中含量较少，玉米胚油、麦胚油、豆油、棉籽油和米糠油中含量较多，约为 0.1%~0.4%。

表 1-6 列示出几种植物油脂的生育酚含量。

表 1-6 几种植物油脂的生育酚含量

油 品	含 量 (%)	油 品	含 量 (%)
麦胚油	0.14~0.55	菜籽油	0.058
米糠油	0.101	花生油	0.02~0.06
豆 油	0.09~0.28	亚麻仁油	0.023
玉米胚油	0.09~0.25	芝麻油	0.018~0.1
红花籽油	0.08	棕榈油	0.002~0.056
棉籽油	0.08~0.12	橄榄油	0.003~0.03
葵花籽油	0.07~0.12	椰子油	0.003~0.009

生育酚无色无味，无氧时很耐热，温度高至 200℃ 也不会被破坏，具有抗氧化能力，是一种具有生理学价值的营养物质，因此，一般食用油脂要尽可能保留它。但是生育酚氧化所生成的生育醌，具有为一般方法脱除不了的棕红或棕褐色，因此，对于某些特殊用途的油脂就必须除去。