



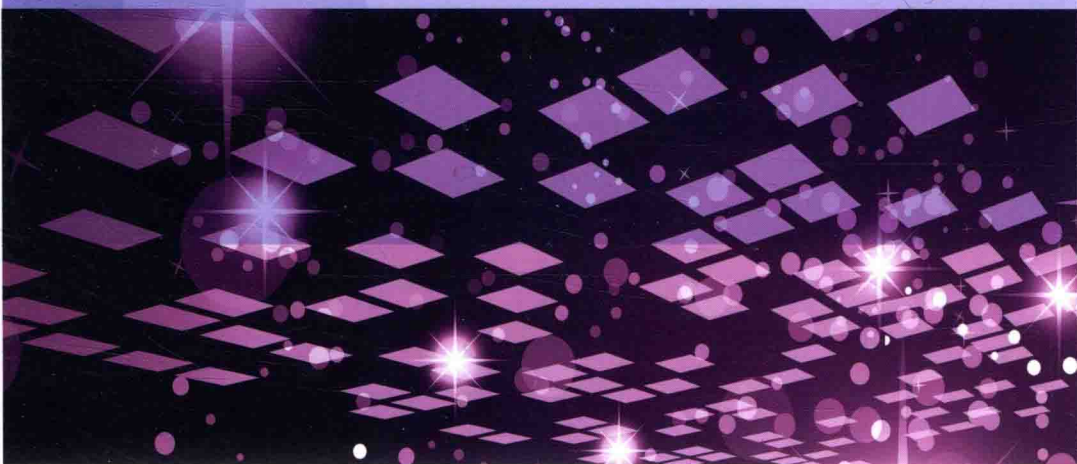
普通高等教育“十三五”规划教材
高等学校油脂工程专业教材

油脂精炼工艺学

Oils & Fats Refining Technology

罗 质 主编

OILS & FATS



中国轻工业出版社

全国百佳图书出版单位

普通高等教育“十三五”规划教材
高等学校油脂工程专业教材

油脂精炼工艺学

Oils & Fats Refining technology

罗 质 主编

马传国 金青哲 参编

陈文麟 主审

图书在版编目 (CIP) 数据

油脂精炼工艺学/罗质主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2016. 6
普通高等教育“十三五”规划教材
高等学校油脂工程专业教材
ISBN 978-7-5184-0687-6

I. ①油… II. ①罗… III. ①油脂制备—精炼—工艺学—高等学校—教材 IV. ①TQ644.46

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 259939 号

责任编辑: 张 靓 责任终审: 劳国强 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 锋尚设计 责任校对: 燕 杰 责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 三河市万龙印装有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2016 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 16.5

字 数: 370 千字

书 号: ISBN 978-7-5184-0687-6 定价: 36.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

150438J1X101ZBW

本系列教材编委会

主 任

王兴国

何东平

刘玉兰（女）

委 员（按姓氏笔画排序）

马传国

王学良

安 骏

刘元法

刘长海

刘 晔

刘零怡

刘睿杰（女）

毕艳兰（女）

孙尚德

华欲飞

李桂华

肖付刚

肖安红（女）

谷克仁

邹孝强

吴时敏

汪学德

张世宏

张永泰

张维农

陈凤香（女）

罗 质

金青哲

郑竟成

郑 操

杨国龙

胡传荣

胡志雄

姚 理（女）

袁 超

贾友苏（女）

唐年初

梁少华

曹文明

曹 栋

魏安池

追溯十多年前的 2005 年,由全国相关领域八十八位编委共同参与,由本人主编的《中国油脂工业发展史》历经十五年正式出版发行,出版后受到全国油脂界及相关行业专业人士的一致好评。书中介绍了我国“油脂专业教育及油脂专业科技书籍”的发展历史,每当重温这些文字,都会使我这个油脂战线的“老兵”心潮澎湃,心情久久难以平静。

自新中国成立以来,我国“油脂专业教育及油脂专业科技书籍”从无到有,从弱到强。这是我国几代“油脂人”辛勤耕耘、发奋图强的结果,来之不易,弥足珍贵,应该发扬光大,指引我们在今后的实际工作中,取得更加辉煌的业绩。

高等学校油脂专业系列教材由江南大学王兴国、武汉轻工大学何东平和河南工业大学刘玉兰三位教授担任编委会主任,联合三十余位高等院校、科研院所及相关企业的编委共同编写而成。在十一部高等学校油脂专业系列教材付梓之际,特邀请我这个油脂科研“老兵”为本套教材作序。其实,当得知我国设立“油脂专业”的这三所高等学府能够破除门户界线,精诚合作编撰本套系列教材,共同分享油脂专业科技和教育的最新科研成果,为我国培养更多、更好、素质更高的油脂专业人才而共同努力时,感到由衷的欣慰。

我国油脂专业高等教育蓬勃发展的大幕正在我们面前徐徐展开,相信本套教材将为我国油脂专业教育以及人才的培养注入新的能量,并为我国油脂行业的发展奠定更加坚实的基础。

中国粮油学会油脂分会会长
中国粮油首席专家



油脂工业是农业、林业的后续产业,是粮油及食品工业的重要组成部分,在国民经济和人民生活有着重要的作用和地位。油脂精炼是油脂加工的重要环节,对保障食用油脂的质量与安全是至关重要的。随着油脂工业的快速发展,油脂精炼工艺和装备也在不断地发展。

本书根据食品科学与工程专业所开设的核心必修课程“油料加工工艺学”教学大纲的要求进行编写,系统地阐述了植物油脂精炼的原理、设备和工艺、技术。

本书由武汉轻工大学罗质主编,河南工业大学马传国和江南大学金青哲参编。主要编写分工如下:第一章、第二章、第六章、第七章、第八章和第九章由罗质编写;第三章、第四章由马传国编写;第五章由金青哲编写。

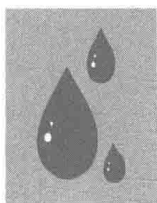
感谢中国粮油学会首席专家、中国粮油学会油脂分会会长王瑞元教授级高级工程师为《高等学校油脂专业系列教材》作序。

诚请武汉轻工大学陈文麟教授为本书主审,感谢他付出的辛勤劳动。

在本书的编写过程中,得到了武汉轻工大学食品科学与工程学院领导的关心和同仁们的大力帮助,在此,对关心和帮助本书编写和出版的所有人员一并表示感谢。特别鸣谢何东平教授给予的大力支持和帮助。

由于我们的水平有限,书中不妥及不完善之处在所难免,敬请读者和专家批评指正。

编 者



目 录

Contents

第一章	绪论	1
	第一节 毛油组成及性质	1
	一、机械杂质	2
	二、水分	2
	三、胶溶性杂质	2
	四、脂溶性杂质	6
	五、其他杂质	10
	第二节 油脂精炼的目的和方法	12
	一、精炼的目的	12
	二、精炼的方法	12
第二章	毛油中机械杂质的分离	14
	第一节 沉降法分离	14
	一、重力沉降	14
	二、离心沉降	18
	第二节 过滤法分离	19
	一、过滤原理	19
	二、过滤设备	22
第三章	油脂脱胶	29
	第一节 水化脱胶	29
	一、水化脱胶的基本原理	30
	二、影响水化脱胶的因素	31
	三、水化脱胶工艺	34
	四、水化脱胶设备	37
	第二节 非水化磷脂的脱除	40

一、非水化磷脂的控制	40
二、特殊水化脱胶	40
第三节 其他脱胶方法	44
一、酸炼脱胶	44
二、吸附脱胶	44
三、电聚法脱胶	44
四、热凝聚脱胶	44

第四章 油脂脱酸 46

第一节 碱炼脱酸	46
一、碱炼的基本原理	47
二、影响碱炼的因素	50
三、碱炼损耗及碱炼效果	57
四、碱炼脱酸工艺	58
五、碱炼脱酸设备	69
第二节 其他脱酸方法	78
一、蒸馏法脱酸	78
二、液-液萃取法脱酸	80
三、酯化法脱酸	80
四、微生物法脱酸	81
五、超临界萃取法脱酸	82
六、膜分离技术脱酸	83
七、液晶态脱酸	85

第五章 油脂脱色 86

第一节 吸附脱色	87
一、吸附剂	87
二、吸附脱色机理	91
三、影响吸附脱色的因素	96
四、吸附脱色设备	99
五、吸附脱色工艺	104
第二节 其他脱色法	106
一、光能脱色法	106
二、热能脱色法	107
三、空气脱色法	107
四、试剂脱色法	107
五、其他脱色法	107

第六章 油脂脱臭 108

第一节 脱臭的理论	109
-----------	-----

一、水蒸气蒸馏理论	109
二、脱臭损耗	113
第二节 影响脱臭的因素	115
一、温度	115
二、操作压强（真空度）	116
三、通汽速率与时间	116
四、待脱臭油和成品油质量	117
五、直接蒸汽质量	117
六、脱臭设备的结构	118
第三节 脱臭工艺	118
一、间歇式脱臭工艺	118
二、半连续式脱臭工艺	119
三、连续式脱臭工艺	122
四、填料薄膜脱臭工艺	124
五、脱臭操作	126
第四节 脱臭设备	128
一、脱臭器	128
二、辅助设备	128
三、脱臭热媒源	130

第七章 油脂脱蜡 133

第一节 脱蜡的意义及机理	134
一、脱蜡的意义	134
二、脱蜡的机理	134
三、影响脱蜡的因素	134
第二节 脱蜡工艺	137
一、常规法	137
二、溶剂法	138
三、表面活性剂法	140
四、结合脱胶、脱酸的脱蜡方法	140
五、其他脱蜡法	141
第三节 脱蜡设备	142
一、结晶器	142
二、结晶塔	142
三、养晶罐	142
四、加热卸饼式过滤机	143
五、连续封闭式过滤机	144
六、蜡饼处理罐	145

第八章 油脂分提 146

第一节 分提的机理	146
-----------	-----

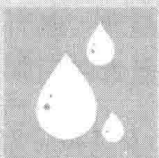
一、分提的意义和方法	146
二、油脂分提的机理	147
第二节 影响分提的因素	150
一、油品及其质量	150
二、晶种与不均匀晶核	151
三、结晶温度和冷却速率	151
四、结晶时间	153
五、搅拌速度	153
六、辅助剂	154
七、输送及分离方式	154
第三节 分提工艺及设备	155
一、分提工艺	155
二、分提设备	163
第四节 分提的原料	166
一、植物油脂	166
二、动物脂肪	169
三、油脂衍生物	171

第九章

油脂精炼工艺案例 173

第一节 国家标准食用植物油的精炼工艺流程	173
一、国家标准三、四级食用油的精炼工艺流程	173
二、国家标准一、二级食用油的精炼工艺流程	174
第二节 精炼工艺实例	174
一、大豆油精炼	174
二、花生油精炼	176
三、棉籽油精炼	178
四、菜籽油精炼	180
五、米糠油精炼	181
六、玉米油精炼	184
七、油茶籽油精炼	186
八、茶叶籽油精炼	190
九、核桃油精炼	193
十、葡萄籽油精炼	194
十一、鱼油精炼	197
十二、蓖麻油精炼	200
十三、火麻仁油精炼	204
十四、橡胶籽油精炼	206
十五、花椒籽仁油精炼	208
十六、猕猴桃籽油精炼	210
十七、桉木油精炼	212

附录	部分油脂质量的国家标准摘录	218
一、大豆油	(摘自 GB 1535—2003)	218
二、棉籽油	(摘自 GB 1537—2003)	220
三、花生油	(摘自 GB 1534—2003)	222
四、菜籽油	(摘自 GB 1536—2004)	224
五、芝麻油	(摘自 GB 8233—2008)	226
六、米糠油	(摘自 GB 19112—2003)	228
七、玉米油	(摘自 GB 19111—2003)	230
八、油茶籽油	(摘自 GB 11765—2003)	232
九、棕榈油	(摘自 GB 15680—2009)	234
十、葵花籽油	(摘自 GB 10464—2003)	236
十一、蓖麻籽油	(摘自 GB/T 8234—2009)	238
十二、亚麻籽油	(摘自 GB/T 8235—2008)	239
十三、核桃油	(摘自 GB/T 22327—2008)	241
十四、红花籽油	(摘自 GB/T 22465—2008)	243
十五、葡萄籽油	(摘自 GB/T 22478—2008)	245
十六、花椒籽油	(摘自 GB/T 22479—2008)	247
	参考文献	249



第一章

绪论



学习目标

1. 了解毛油的组成以及各组分的性质。
2. 了解毛油中杂质对油脂质量及加工的影响。
3. 了解油脂精炼的目的和方法。

《油脂精炼工艺学》致力于研究油脂及其伴随物的物理、化学性质，并依据油脂中各种成分在性质上的差异，采取一定的工艺方法，将油脂与某些伴随物分离开来，以提高食用油脂的质量，确保食用油脂的食用安全性和储藏稳定性。

油脂精炼是一个包含多种物理、化学过程的综合过程。这些物理、化学过程能对伴随物选择性地发生作用，使其与甘油三酯的结合减弱并从油中分离出来。这些过程的特性和次序，一方面由油品性质和质量决定，另一方面取决于精制所需深度。因此，尤其要注意各个精炼阶段的条件选择，以便在精炼过程中能最大限度地防止油脂与水、氧、热和化学试剂的不良作用。此外，最大限度地油中保留或从油中分离出具有价值的伴随物也是精炼的任务之一。如能保持这种伴随物的性质，便可作为单独产品，这些产品包括磷脂、游离脂肪酸、生育酚、甾醇、谷维素和蜡等，它们可以应用于食品、医药、化妆品及化工行业。

第一节 毛油组成及性质

在油脂工业中，以压榨法、浸出法或其他方法制取的未经过精炼的植物油脂，称为原油，俗称毛油。毛油的主要成分是甘油三酯，俗称中性油。此外，毛油中还存在多种非甘油三酯的成分，这些成分统称为杂质。杂质的种类和含量因制油原料的品种、产地、制油方法、贮藏条件的不同而异。根据杂质在油中的分散状态，可将其归纳为机械杂质、水分、胶溶性杂质、脂溶性杂质等几类。毛油的组成如图 1-1 所示。

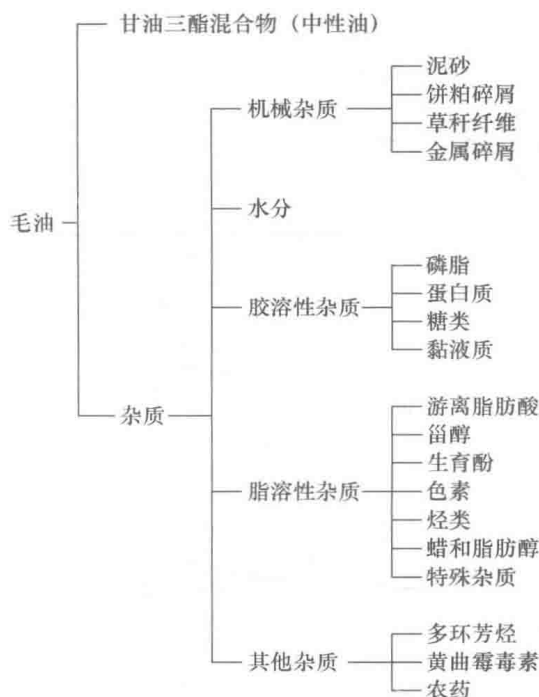


图 1-1 毛油的组成

一、机械杂质

能以悬浮状态存在于毛油中的杂质统称为机械杂质，亦称为悬浮杂质，例如泥砂、饼粕碎屑、草秆纤维、金属碎屑等。这些杂质通常不能被乙醚或石油醚溶解。由于其密度及力学性质与油脂有较大差异，可采用重力沉降法、过滤法和离心分离法将其从毛油中分离去除。

二、水分

制油、运输和储藏过程中，总会有一些水分进入毛油中。水在天然油脂中的溶解度很小，但随着油中游离脂肪酸、磷脂等杂质含量的增加以及随温度的升高，水在油中的溶解度也会有所增加。油脂中的水分可分为游离状和结合状两种。游离状的水滴与油形成油包水悬浮在油中，再加上磷脂、蛋白质、糖类等胶溶性物质则可形成乳化体系；亲水物质亲水基团吸附的水分，使亲水物质膨胀成乳化胶粒存在于油中。水分含量超过 0.1%，油脂透明度就不佳；水分的存在还可以使解脂酶活化，导致油脂分解，油品酸败。

脱水干燥有常压干燥和负压干燥两种工艺。常压干燥容易导致油脂过氧化值增高，故工业生产中常采用负压干燥，有利于提高油脂的质量。

三、胶溶性杂质

能与油脂形成胶溶性体系的杂质，称为胶溶性杂质。油脂为连续相，胶溶性杂质为分散相。胶溶性杂质主要包括磷脂、蛋白质、糖类及黏液质等。

（一）磷脂

磷脂（PL）是磷酸甘油酯的简称，也称甘油磷脂。植物油料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随制油方法的不同而变化。常见毛油中的磷脂含量见表 1-1。

表 1-1 常见毛油中的磷脂含量

油品	磷脂含量/%	油品	磷脂含量/%
大豆油	1.1~3.5	芝麻油	0.1~0.3
玉米胚芽油	1~2	菜籽油	1.5~2.5
小麦胚油	0.1~2.0	红花籽油	0.5~0.6
棉籽油	1.5~1.8	乳脂	1.2~1.4
米糠油	0.4~0.6	牛脂	0.06~0.07
亚麻籽油	0.1~0.3	猪脂	0.05~0.06
花生油	0.6~1.2	羊脂	0.01~0.03

磷脂主要包括磷脂酰胆碱（PC）、磷脂酰乙醇胺（PE）、磷脂酰丝氨酸（PS）、磷脂酰肌醇（PI）、磷脂酰甘油（PG）及溶血磷脂等。磷脂结构中的脂肪酸以不饱和酸为主，尤以亚油酸较多。此外，还含有十六碳一烯酸及 C₂₀~C₂₆的多烯酸，其性质不稳定，较油脂容易氧化劣变。几种植物油磷脂的脂肪酸组成见表 1-2。

表 1-2 几种植物油磷脂的脂肪酸组成 单位：%

	大豆油		菜籽油		棉籽油	花生油	葵花籽油	亚麻籽油
	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
硬脂酸	4	—	6.3	—	7.3	2.8	5.1	10.6
C ₂₀ ~C ₂₆ 饱和酸	1.4	—	—	—	—	7.1	—	—
十六碳一烯酸	8.6	5.5	—	2.1	1.5	—	—	3.5
油酸	9.8	19.0	13	22.4	20.3	42.1	19.3	33.6
亚油酸	63	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	—	—	—	—

注：a. 溶于乙醇的部分（卵磷脂）；b. 不溶于乙醇部分（脑磷脂）。

磷脂酸（PA）在动植物组织中含量极少，但在生物合成中极其重要，是生物合成磷酸甘油酯与脂肪酸甘油酯的中间体。发育中的大豆较成熟大豆的含量高，并且大豆中 PA 含量随着温度的升高、湿度的增加而增加。大部分 PA 作为非水化磷脂存在于油中。磷脂溶于氯仿、乙醚、石油醚和苯等脂肪烃和芳香烃溶剂中，部分溶于乙醇。磷脂不溶于丙酮，利用此特性可将磷脂与简单脂质分离。

一般植物油料磷脂的组分主要有 PC、PE 和 PI（见表 1-3）。PC 是含量最高的组分，其次是 PI 及 PE。

表 1-3

几种主要磷脂的组成

单位: %

	大豆磷脂	玉米磷脂	菜籽磷脂	葵花籽磷脂	棉籽磷脂
PC	33.0	30.4	22	42.3	26.3
PI	16.8	16.3	18	36.6	9.3
PE	14.1	3.2	15	15.7	17.7
PS	0.4	1.0	—	—	20.2
PA	6.4	9.4	—	5.2	—
NAPE	2.2	2.6	—	—	—
NALPE	10.4	3.7	—	—	—
LPC	0.9	1.7	—	—	5.7
LPE	0.2	Tr.	—	—	—
PG	1.0	1.4	—	—	—
其他	—	—	45	—	12.7

注: NAPE - 酰磷脂酰乙醇胺; NALPE - 酰溶血磷脂酰乙醇胺; LPC - 溶血磷脂酰胆碱; LPE - 溶血磷脂酰乙醇胺。

磷脂具有吸湿和吸水膨胀性,吸水膨胀后形成乳浊的胶体溶液。水化脱胶就是利用磷脂的这一特性,将磷脂与油脂分离。另外,磷脂的这一特性还是油脂在储藏时油脚析出的主要原因。

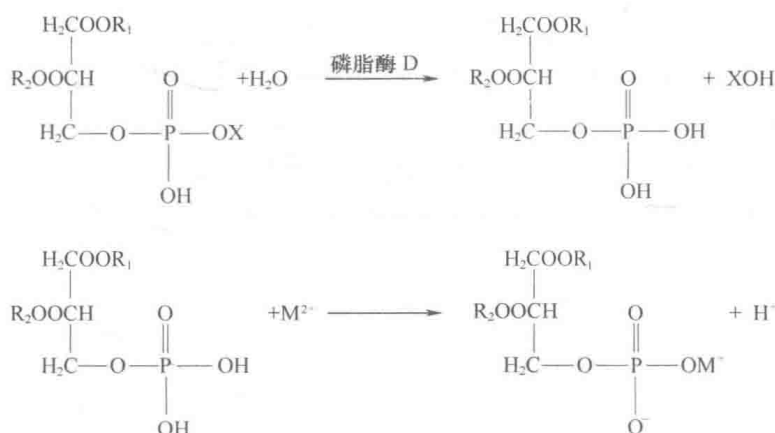
磷脂既富有营养性又对油脂具有抗氧化增效作用,但它在油中存在,会使油色深暗、浑浊,遇高温(280℃)会焦化发苦,影响油品质量和油脂深度加工。磷脂会造成油脂碱炼时发生乳化;脱色时使吸附剂消耗量增加;氢化时使催化剂中毒。油脂加工业中采用水化、酸炼或碱炼方法可将磷脂脱除。

未脱胶的植物油中含有不同类型的磷脂。可分为水化磷脂(HP)和非水化磷脂(NHP),它们的不同主要在于和磷脂酸羟基相连的官能团不同,水化磷脂含有极性较强的基团,例如:胆碱、乙醇胺、肌醇、丝氨酸。所形成的磷脂分别为PC、PE、PI和PS,上述这些磷脂的复合物,共同的特征就是与水接触时形成水合物,且在水中析出,但它们水化速率有差别。

非水化磷脂含有极性较弱的基团,主要形式为磷脂酸和溶血磷脂的钙镁盐。将非水化磷脂的钙镁盐转化为游离酸形式分析,发现大豆油中非水化磷脂的组成为肌醇-磷酸(2%)、甘油磷酸(15%)、溶血磷脂酸(28%)、磷脂酸(55%)。

由于在常规碱炼或水化脱胶过程中,非水化磷脂不能转化为水化形式的磷脂仍然存在于油中,很难除去。一般的碱炼或水化脱胶过程能够除去80%左右的磷脂,剩余的主要就是非水化磷脂。一般油中大约含有135 mg/kg的磷是以非水化磷脂的形式存在的,非水化磷脂即使经过16次水洗也不能脱除。

非水化磷脂的产生与原料的成熟度、储藏、运输及加工条件有关。在此期间,由于磷脂酶D的活性使磷脂水解成不易水化的磷脂酸。另外,当磷脂酸与钙、镁金属离子结合时就会形成非水化磷脂钙、镁复盐。它们形成的主要历程如图1-2所示。



“X”代表胆碱、乙醇胺、肌醇和丝氨酸等；“M²⁺”代表钙、镁离子

图 1-2 钙、镁离子复合磷脂的形成历程

调节反应体系的 pH 可以使非水化磷脂解离后脱除。利用磷酸使钙镁复盐形式的非水化磷脂解离转化，在中和过程中脱除。这种方法不仅能够减少精炼损失，而且降低脱胶油中的磷含量和金属离子。

利用乙酸酐作为脱胶添加剂可以除去非水化磷脂。具体方法是油重量 0.1% 的乙酸酐和大豆油混合 15min 后加入 15% 的水，搅拌混合 30min，经离心分离和水洗后，测得油中的磷含量为 2~5mg/kg。另外，用乙酸、草酸、硼酸和硝酸作为脱胶剂对脱胶进行研究，结果发现草酸的效果最好，用草酸处理的脱胶油磷含量比用磷酸处理的脱胶油低，而且，它降低了用磷酸处理时对水的污染。

利用表面活性剂在酸性或中性条件下除去非水化磷脂。在油中加入柠檬酸和不加柠檬酸的条件下，使用非离子表面活性剂、阳离子表面活性剂、阴离子表面活性剂以及两性离子表面活性剂（卵磷脂），作为脱胶添加剂来除去油中非水化磷脂。对于一般的新鲜油脂，通过加入阳离子表面活性剂，如脂肪烷基嘧啶、聚磺酸盐、烷基硫酸盐和卵磷脂可以明显改善柠檬酸的脱胶效率。对于受损大豆加工得到的含非水化磷脂较多的油，用上述方法收效甚微；但当加入一些非离子型表面活性剂和阴离子表面活性剂时，脱胶效果显著提高，说明非离子型表面活性剂和阴离子表面活性剂能够有效除去含非水化磷脂较高油脂中的非水化磷脂。

卵磷脂加入到用新鲜大豆加工得到的油中，能够有效地除去非水化磷脂。但是，它对用受损或储藏时间较长的原料加工得到了油中非水化磷脂的去除没有什么效果。

将脱胶油在不同 pH 下与含有添加剂（钙离子反应剂、钙镁复合反应剂、表面活性剂）的缓冲液混合，结果发现：非水化磷脂可以作为胶束或混合乳化剂，以化学非转化形式除去；可以通过除去磷脂酸盐中的钙镁离子，使它们转化为解离的形式除去非水化磷脂；可以通过酸化或加入钙镁离子复合反应剂或钙镁离子沉淀剂来除去非水化磷脂。另外，选用合适的金属离子作为离子交换剂可以将非水化磷脂转化为水化磷脂的形式而除去。

（二）蛋白质、糖类、黏液质

毛油中蛋白质大多是简单蛋白质与碳水化合物、磷酸、色素和脂肪酸结合的糖甾、磷甾、脂甾以及蛋白质的降解产物（如胰类和胨类），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、硫代葡萄糖苷以及糖基甘油酯（单半乳糖酯）等。糖类以游离态存在油中的较少，多数与蛋白质、磷脂、甾醇等组成复合物而分散于油中。

黏液质是单糖（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。黏液质在亚麻籽和白芥籽中存在较多，若分离提纯会有较高的生理活性价值。

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。这类物质亲水，对酸碱不稳定，可用水化、碱炼等方法从油脂中除去。必须指出，蛋白质、糖类降解后生成新的结合物（如氨基糖）是一种棕黑色色素，用一般吸附剂对其脱色无效。实际上，蛋白质分解为氨基酸，多糖分解为单糖，经过一系列反应而生成黑色素。糖类在无水条件下高温受热或在稀酸作用下，发生水解或脱水两种作用，其产物又聚合成无水糖酐，这种糖酐称作焦糖，是苦味黑色色素，这种物质混入油中显然也会导致油色变深，给漂白脱色带来困难。因此，在制油中的蒸炒、混合油蒸发等工艺过程都要引起注意。

四、脂溶性杂质

脂溶性杂质是指呈真溶液状态存在于油脂内的一类杂质，主要有以下几种。

（一）游离脂肪酸

毛油中的游离脂肪酸（FFA）一是来源于油籽，二是甘油三酯在制油过程中受热或受解脂酶的作用分解游离产生。一般毛油中游离脂肪酸含量为 0.5% ~ 5%。米糠油及棕榈油在解脂酶的作用下，游离脂肪酸的含量可高达 20% 甚至更高。

油脂中游离脂肪酸的含量过高，会产生刺激性气味影响油脂的风味，加速中性油的水解酸败；不饱和脂肪酸对热和氧的稳定性差，促使油氧化酸败，妨碍油脂氢化顺利进行并腐蚀设备。游离脂肪酸存在于油脂中，还会使磷脂、糖脂、蛋白质等胶溶性物质和脂溶性物质在油中的溶解度增加，它本身还是油脂、磷脂水解的催化剂。水在油脂中溶解度亦随油中含游离脂肪酸的增加而增加。总之，游离脂肪酸存在于油脂中会导致油脂的物理化学稳定性削弱，必须尽力除去。

从油脂中除去游离脂肪酸的方法有化学法和物理法两种工艺。化学法即是碱中和法，游离脂肪酸与碱反应生成皂，皂脚从油中沉降或在离心力场中与油分离。物理法即用水蒸气蒸馏的方法，使游离脂肪酸随水蒸气挥发逸出。

（二）甾醇

甾醇又称类固醇，凡以环戊多氢菲为骨架的化合物统称甾族化合物，环上带有羟基