

农产品现代加工技术丛书



油脂加工技术

倪培德 编著



化学工业出版社

315

TS224

231

农产品现代加工技术丛书

油脂加工技术

倪培德 编著

化学工业出版社

·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

油脂加工技术/倪培德编著. —北京: 化学工业出版社, 2002.12

(农产品现代加工技术丛书)

ISBN 7-5025-4155-1

I. 油… II. 倪… III. 食用油-油料加工
IV. TS224

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 086919 号

农产品现代加工技术丛书

油脂加工技术

倪培德 编著

责任编辑: 路金辉

文字编辑: 杨欣欣

责任校对: 凌亚男

封面设计: 潘 峰

*

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

北京市管庄永胜印刷厂印刷

三河市前程装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 14 字数 376 千字

2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4155-1/TS·74

定 价: 32.00 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

前 言

本书是按化学工业出版社规划《农产品现代加工技术丛书》安排编写的。主要内容包括：植物油料资源的开发和利用；动、植物油脂及其制取、精炼技术；油脂精深加工产品的生产技术及其应用。油脂作为人类食品三大成分（蛋白质、油脂与碳水化合物）之主要成员，不可或缺。从其在自然界的存在、化学组成与特性、提取工艺直到制成各种油脂产品，其内涵十分丰富、应用非常广泛。同时，人类文明的进步、科学技术的迅猛发展，更促进了油脂加工技术的现代化。为此，作者力图挖掘最详实的资料，提供最可靠而先进的实用技术路线与数据，并将当今油脂工业中，最贴近人类生活需要的油脂产品及其现代加工技术奉献给读者。尤其希望给广大从事油脂食品科技研究与生产技术部门的领导和实际工作者作参考。力求在内容上做到系统性、科学性、典型性与实用性的完美结合，将古老而传统的油脂加工业，以崭新的面貌展现出其发展的永恒主题。尽管高新技术层出不穷，但无论材料技术、计算机技术、生物技术以及各种现代分离技术等，都必将服务于人类不断提高的精神、物质需要。尤其是在油脂食品领域“民以食为天”的宗旨千古未变。从满足“温饱”的数量增长、粗放型生产，转向“营养、保健、功能”的质量求精、市场需求型发展，各种新技术的应用贯串于整个油脂加工技术领域。服务于人类食品市场的这一崇高目的，也正是本书内容着力之点。然而，主观愿望与实际要求之差距始终存在，再加上作者本身水平的限制，差误在所难免，恳请读者、同仁及时予以指正。

在本书的编写过程中，还得到唐宝奎先生（第一章）、江志炜先生（第二章）等许多专家的大力参与和帮助。在此一并深表谢忱！

倪培德

2002年6月10日于无锡

目 录

总论	1
第一节 油脂工业化生产与市场	1
一、概述	1
二、我国油脂工业发展现状与展望	4
第二节 主要油料及加工特点	5
一、植物油料的分类与组成	5
二、植物油制取的主要方法及其选择	10
三、主要油料及其制油特点	12
第三节 动物油脂加工和利用	36
一、概述	36
二、动物油脂	37
三、鱼油	46
第一章 植物油料预处理技术	60
第一节 植物油料预处理在制油工艺中的地位	60
一、油料预处理的目的意义	60
二、油料预处理工艺方案的确定原则和一般要求	61
第二节 油料预处理的主要方法与设备配套	62
一、油料种子的贮藏与干燥	62
二、清理	65
三、脱绒、剥壳与脱皮	68
四、油料调质与加热技术	72
五、成型制坯技术	77
第三节 制油工艺中的典型油料预处理技术	91
一、棉籽剥壳技术	91
二、大豆脱皮技术	93
三、油菜籽与卡诺拉菜籽的干法脱皮技术	96

四、玉米提胚技术	100
五、油料水酶法预处理制油技术及其应用	103
第二章 制油技术	112
第一节 机械压榨法制油	112
一、概述	112
二、压榨取油的基本原理	114
三、液压机榨制油技术	118
四、螺旋榨油机制油技术	122
第二节 溶剂浸出法制油技术	129
一、浸出法制油基本原理	129
二、浸出法制油的典型工艺和设备	137
三、植物油浸出生产的实践与典型工艺流程	167
四、浸出油厂的安全生产技术	173
第三章 植物油制取新技术应用与进展	175
第一节 溶剂浸出法制油新途径	175
一、混合溶剂选择性浸出法	175
二、异丙醇浸出制油技术	178
三、丁烷（4号溶剂）低压浸出制油	180
第二节 超临界流体萃取制油技术	187
一、超临界流体油脂浸出工艺原理	188
二、超临界流体浸出（SFE）工艺与生产实践	194
第三节 生物技术在油脂工艺中的应用	201
一、“微生物油脂”生产技术	202
二、酶工程中的油脂改性技术	209
第四节 膜分离技术在油脂工艺中的应用	216
一、概述	216
二、膜分离技术在油脂工艺中的应用	224
第四章 油脂及其加工特性	230
第一节 油脂的成分与特性	230
一、油脂中的脂肪酸	231
二、油脂及脂肪酸的理化特性	234
第二节 主要油脂的加工特征与应用	244
一、月桂酸类油脂	245

二、植物脂类与可可脂	246
三、油酸-亚油酸类油脂	247
四、芥酸类油脂	256
五、亚麻酸类油脂	256
六、共轭酸类油脂	257
七、羧基酸类油脂	258
第五章 油脂精炼技术	263
第一节 概述	263
一、油脂精炼的目的和内容	263
二、油脂精炼的基本方法	265
三、油脂精炼工艺确定的原则与应用	266
第二节 油脂精炼技术与过程设备	267
一、毛油中不溶性杂质的分离	267
二、脱胶技术	275
三、脱酸技术	286
四、油脂脱色技术	298
五、油脂脱臭技术	308
六、脱蜡、脱脂与油脂分提技术	327
第三节 油脂氢化技术	338
一、概述	338
二、氢化工艺原理	339
三、典型氢化工艺与设备	344
第四节 油脂酯交换技术	349
一、概述	349
二、酯交换工艺原理简介	350
三、酯交换生产工艺和设备	354
四、酯交换技术在油脂工业中的应用	356
第五节 微胶囊化生产技术	357
一、概述	357
二、微胶囊化生产技术及应用	361
第六章 食用油脂产品生产技术	366
第一节 主要食用油脂产品	366
第二节 食品专用油脂	370

一、煎炸油	370
二、人造奶油与餐用涂抹脂产品	373
三、起酥油	385
四、油性调味料与蛋黄酱	395
五、代可可脂	398
第三节 其他脂类产品生产技术	404
一、磷脂及其产品	404
二、糖脂产品	417
三、生物柴油制品	424
主要参考文献	431

总 论

第一节 油脂工业化生产与市场

一、概述

众所周知，人类食物诸成分中，油脂作为生命能源的价值最高。其发热量为 37.7kJ/g，高出蛋白质和碳水化合物一倍左右。而且油脂还具有多种重要的生理功能。其中植物（动物）油中所含必需脂肪酸（EFA），如亚油酸、 α -亚麻酸、 γ -亚麻酸、花生四烯酸以及 EPA（二十碳五烯酸）、DHA（二十二碳六烯酸）等，都是人体所不能合成的，却对保持人体健康有着重要的生理作用。缺乏亚油酸会使婴儿产生皮肤干燥、生长迟缓等症状； α -亚麻酸是 EPA、DHA 的前体； γ -亚麻酸具有对免疫疾病的调节作用；EPA、DHA 是细胞膜的重要成分而且是二十烷基蛋白体的前体（生物活性化合物，如前列腺素、血小板等），能防治多种疾病，如老年性痴呆、高血脂、动脉血栓、冠心病等。由此可见，食用油脂是人类赖以生存的主要食品之一。同时，它也是重要的工业原料，广泛地应用于食品、医药、轻工、化工等部门。

植物油料的加工与开发一般包括植物油制取、油脂加工以及联副产品综合利用等方面。油脂制取与加工技术的发展由来已久。从原始的人力榨油到水压、螺旋机榨油，直到近代浸出法制油技术的普及。虽经历了漫长的历史阶段，但随着现代科学技术的发展，人类需求量的多样化，尤其对食物结构要求的更新，使传统油脂工业产生了很大的变革。它们的主产品由原来单一的初级加工制油，迅速发展成为对油料中的主要成分（油脂、植物蛋白和碳水化合物）以及各种有效成分的提取与精深加工，扩大了范畴、提高了产品质量档次，以适应新形势要求。尤其当今新技术革命深入发展，世界

经济发展进程突飞猛进，油脂工业同样面临着巨大的挑战和机遇。从当前世界主要油料制油加工情况进行分析（参见表1、表2），形势之特点如下：①有限的油料产量与急剧增加的油脂消费量的矛盾，要求油脂工业增加油料加工比例（从1985年的78.64%至1990年的82.46%）的同时提高出油效率和质量；②饲养业的发展，饲料工业化需求剧增，使世界饼粕蛋白消费量猛增，其中大豆饼粕蛋白的供应约占55.7%（1999~2000），从而对其他油料蛋白的利用提出了高产、优质综合开发的要求；③由于人口的增加，生活水平的提高，世界油脂消费总量普遍高于生产量，使库存有所减少，为此新油源的开发仍应十分重视，尤其着眼于增产营养价值高、脂肪酸配比合理的油品（如调和油）以及保健功能性油脂（如富含必需脂肪酸的植物油和食用级鱼油等）；④随着石油资源日益枯竭，人类亟待寻求再生新能源，而植物油脂（如蓖麻油作为石油化工原料）及其衍生物（如脂肪酸甲酯作为生物燃料）则是理想的替代品之一，这也给油脂工业的发展与市场扩大提出新的要求。总之，世界经济发展总的趋势是总量增长型向质量效益型转化，正朝着优质、高效、自动化、集约化的现代化方向发展。

表1 世界主要油料生产及制油量 / (Mt/a)

油料	地区 国名	油料产量 (1998)			油脂产量 (1998)			饼粕产量	
		1984~ 1985	1989~ 1990	2000~ 2001	1984~ 1985	1990~ 1991	2000~ 2001	1991~ 1992	1999~ 2000
大豆	世界	92.4	106.2	174.28	12.84	15.91	25.48	70.42	109.1
	中国	9.7	11.7	15.41	0.52	0.71	3.23	4.45	10.05
棉籽	世界	23.51	32.6	(35.10)	2.90	4.054	(3.90)	15.31	(12.30)
	中国	11.24	8.50	7.96	1.226	1.02	0.9	4.08	
菜籽	世界	16.93	22.9	46.89	5.27	8.76	(11.30)	14.21	(18.50)
	中国	4.19	5.73	11.38	1.395	2.152	4.12	3.43	6.82
葵花籽	世界	17.83	22.0		4.98	8.167		9.25	
	中国	1.7	1.2	(2.50) 1.76	0.475	0.24	1.65		

续表

油料	地区 国名	油料产量 (1998)			油脂产量 (1998)			饼粕产量	
		1984~ 1985	1989~ 1990	2000~ 2001	1984~ 1985	1990~ 1991	2000~ 2001	1991~ 1992	1999~ 2000
棕	世界	206.7	39.43	38.53	0.54	11.23	21.73	1.96	
榈	马来 西亚	1.64	24.54	19.22	0.43	6.41	10.84		
芝麻	世界	2.02	2.015		0.314	0.66		0.83	
	中国	0.35	0.42	0.743		0.21			
亚麻籽	世界	2.444	2.70		0.38	0.69		1.40	
	中国	0.095	0.095		0.019				
蓖麻籽	世界	1.11	1.21			0.485			
	中国	0.174	0.175			0.155			
油橄榄	世界	8.30	8.80	10.7(92)	1.663	1.796	2.139		
椰子干	世界	4.076	4.437	5.46	1.452	3.17	3.29	1.77	
	菲律宾					0.885		0.832	
花生仁	世界	13.32	22.0	20.20	2.408	3.925	4.30	5.67	6.05
	中国	3.367	5.80	14.44	0.453	0.292	2.115	0.36	2.651
米糠	世界	21.968	35.0		玉米油	(1.48)			
	中国	8.271			橄榄油	(1.58)	(2.0)		
总产量	世界	197.68	215.3	309.27	58.097	83.783	88.105	139.92	195.8
	中国 (自产)	40.735	32.0	7.103	2.42	8.02(17 种油脂)	(6.87) 10.8		

表 2 世界油脂与饼粕蛋白消费量/(Mt/a)

消费量		1996 (1998)		1999 (2000)		2000 (2001)	
		世界	中国	世界	中国	世界	中国
油料品种	油脂	19.73	2.85	(23.11)	2.84	25.48	3.23
	饼粕	88.9 (97.3)	9.54	104 (160.53)	12.43 (22.9)	109.1 (173)	14.87 (26.7)

续表

油料品种		1996 (1998)		1999 (2000)		2000 (2001)	
		世界	中国	世界	中国	世界	中国
菜籽	油脂	9.468	2.969		4.225	11.21	4.19
	饼粕		4.737	18.50	6.91	22.76	5.94
花生	油脂	4.28	1.592	4.20	2.02	4.52	2.115
	饼粕		2.19		2.54		2.65
棉籽	油脂	4.12	0.907	3.93	0.85	3.94	0.9
	饼粕	11.44	2.652	12.30	2.435		
葵花籽	油脂	8.61	0.19	8.64	0.208	8.79	0.205
	饼粕						
棕榈	油脂	15.46	1.25	17.73	1.2	21.97	1.70
	椰子油	3.12		3.24		3.29	
其他	油脂		0.265		0.288		0.275
	饼粕	79.6	1.775		1.91	86.7	1.66
总量	油脂	71.27	10.21	78.58	11.632	83.38	12.505
	饼粕	168.5	20.89	188.5	26.22	195.8	28.69
人均年 消耗量 /kg	油脂	12.34	8.15	14.11	9.23	14.40	9.85
	饼粕	25.37	16.98	28.33	20.81	28.73	22.54

二、我国油脂工业发展现状与展望

一般地说，衡量一个国家制油工业技术水平的当前标准，是看浸出法制油工艺应用的比例及其技术经济、节能指标和消费水准。发达国家通常比例均在90%以上。我国古老的油脂工业只是在新中国成立后的数十年，尤其在20世纪70年代中期，才开始大力推广、消化吸收先进技术，迅速赶上世界潮流，跨入先进行列。迄今，我国不仅已经普及了浸出法制油，而且生产水平、产品质量、消费档次以及主要经济技术指标均已接近国际水平。规模效益、质量效益、人才效益已经在许多新建扩建的现代化大型油厂中得到充

分发挥。各类油脂加工产品，如色拉油、高烹油、人造奶油、起酥油、磷脂等，在生产量、产品质量、生产成本、节能、环保技术以及应用与消费普及方面，均取得了长足进展。尤其在我国加入WTO以后，正在不断增强参与国际市场竞争的能力。然而，就总体情况而言，目前我国油脂工业尚存在如下问题：① 食用油脂，尤其是色拉油的生产量仍较低，虽然全国人均年消费量从1991年的4.5kg上升到2000年的9.85kg（尚含约1/3的进口油，表2），但与世界平均年消费量的14.4kg相比还有较大差距；② 油厂数量过多（有2000余家），但大多规模小，加工能力过剩且工艺技术陈旧，国有油厂产业结构与体制亟待根本改造；③ 油脂精深加工及副产品利用开发起步晚，尚未形成规模化、系列化、优质、适销对路的产品，供应需求量不断扩大的市场。

油脂工业可以说是人类需求永恒的一项事业，我国发展中的油脂工业前景十分广阔。这是因为：① 巨大的国内市场提供了巨大的发展空间，据预测2020年达15亿人口的中国，若按FAO推荐的人均消费14kg/a估算，油脂总消费量为21Mt，即除需要进口7Mt外，国内仍须生产14Mt食用油，由此全国油料加工量在2000年的基础上还要求增长72%，为此生产必须规模化；② 应用高新技术是发展和提高我国油脂加工水平的永恒主题，新技术、新工艺、新设备在改造我国传统油脂加工业的作用，已经产生了巨大的影响，生物技术、膜分离技术、超临界流体萃取技术、膨化技术、微波加热技术、超声波化工技术、微胶囊造粒技术、超微粉碎技术以及计算机控制技术等的应用，对提高传统油脂工业产品质量和生产效率，研究新工艺改善产业结构，开展综合利用、开发新产品、开拓国内外市场提供了可靠的保证。

第二节 主要油料及加工特点

一、植物油料的分类与组成

凡植物种子或粮食、食品加工副产物中含油率8%以上，且具备工业提取价值的都称为植物油料。全世界的油料植物不下4500

种。尽管植物油料品种繁多、分布范围广且成分复杂，但在研究制油工艺时，总可以找到其共同点与规律，即可以根据油料组成的相似性确定其共同且相适应的加工工艺。

(一) 油料的分类

油料分类方法有多种，例如：按作物种类分为草本油料（如大豆、亚麻籽、油菜籽）和木本油料；按栽培区域分成大宗油料、区域性油料、野生油料与热带油料等。然而，从制油角度考虑，最普遍的是按照含油率的高低分为低油分（8%~25%）与高油分（30%以上）两大类。世界性大宗油料有大豆、油菜籽、棉籽、花生仁、油棕果、葵花籽、芝麻、亚麻籽、红花籽、蓖麻籽、巴巴苏籽、椰子干和油橄榄等。我国的大宗油料有大豆、油菜籽、棉籽、花生仁、芝麻、米糠和葵花籽等。我国特有的油料有油桐籽、乌桕籽与油茶籽等。

(二) 油料种子的主要成分

虽然由于油料品种、产地、气候、栽培技术以及贮藏条件的不同，而使其化学成分有较大的差别。但大多都包含脂肪、蛋白质、碳水化合物以及各种微量成分，如磷脂、纤维素、灰分、色素、维生素、有机酸、蜡质和葡萄糖苷等。有关主要植物油料的组成见表3。

表3 主要植物油料的组成/%（干基）

油料成分	脂肪	蛋白质	磷脂	糖类	粗纤维	灰分
大豆	15.5~22.7	30~45	1.5~3.2	25~35	约9	2.8~6
油菜籽	33~48	24~30	1.02~1.2	15~27	6~15	3.7~5.4
棉籽	14~26	25~30	0.94~1.8	25~30	12~20	3~6.4
棉仁	35~40	34~40	1.25~1.75	33~35	1.2~2.4	4.9~5.2
花生仁	40~60.7	20~37.2	0.44~0.62	5~15	1.2~4.9	3.8~4.6
芝麻	50~58	15~25		15~30	6~9	4~6
油葵籽	40~57	14~16	0.44~0.5		13~14	2.9~3.1
油葵仁	47~66	16~30.4	0.8~1	约12.6	1.7~2.4	3~4

续表

油料成分	脂肪	蛋白质	磷脂	糖类	粗纤维	灰分
亚麻籽、仁	31~(49.5)	15~33.8	0.44~0.73	14~25	4.2~12.5	3.6~7.3
大麻籽	30~38	15~23	0.85	21	13.8~26.9	2.5~6.8
蓖麻籽	40~56	18~28	0.22~0.3	13~20.5	12.5~21	2.5~3.2
蓖麻仁	6570	26~28	0.25~0.35	20~24	0.5~0.9	2.6~2.8
红花籽	24~45.5	15~21		15~16	20~36	4~4.5
芥籽	25~38.3	17.6~32			8.2~11.1	4.8~5.5
油茶仁	40~60	8~9	皂素 8.6	22~25	3.2~5	2.3~2.6
油桐仁	47~63.8	16~27.4		11~12	2.7~3	2.5~4.1
米糠	12.8~22.6	11.5~17.2	0.1~0.5	33.5~53.5	4.5~14.4	5~17.7
米胚芽	19.3~23.8	17.7~23.9	约 0.5	27.8~48.1	2.8~10.11	6.8~10.2
玉米胚芽	34~57	15~25.4	1.0~2.0	20~24	7.5	1.2~6
小麦胚芽	16~28	27~32.9	1.55~2.0	约 47	2.1	4.1
苏子	33~50.24	22~25				
橡胶籽仁	42~56	17~21		11~28	3.7~7.2	2.5~4.6
核桃仁	60~75	15.4~27		10~10.7	约 5.8	约 1.5
葡萄籽	14~16	8~9		约 40	30~40	3~5
苍耳籽仁	41~45	16~18		33~35	0.69	3.45
洋葱籽	22.7	27.1			16.1	5.4
椰子干	57~72	19~21		约 14.6	6~8	4~4.5

1. 油脂

油料中的油脂是由多种甘油三酯（甘三酯，下同）、少量游离脂肪酸以及某些脂溶性非油物质混合而成。通常将常温下呈液体状的称油，固体状的称脂。油脂是植物种子在成熟过程中由糖类转化而成的，一般呈球状脂类体存在于油籽细胞中。不同油料中的油脂脂肪酸组成虽有不同，但基本性质相近。具有能水解、皂化、氢化、氧化、酯化等性质。同时，油脂提取时还可以利用其能溶解于有机溶剂之特性等。

2. 蛋白质

油籽中的蛋白质含量丰富而且组分中的人类必需氨基酸品种齐全。因此植物蛋白已成为另一个主产品。同时，蛋白质的性质对制油工艺也有很大影响。例如，蛋白质会吸水膨胀增加料胚的可塑性；在加热、干燥、高压或在酸碱、酒精、尿素等作用下，会发生变性使可塑性降低。此外，蛋白质能与糖、棉酚等结合，还能在酸碱或酶的作用下水解成各种氨基酸。在生产中，一方面可以利用蛋白质变性提高压榨时的出油率；另一方面，可以进行提纯、分离、加工成各种植物蛋白和氨基酸等具有饲用、食品以及工业医药用途的产品。

3. 磷脂

许多油料中含有少量磷脂（表3）。通常称的“磷脂”，实际上是卵磷脂（学名磷脂酰胆碱，PC）、脑磷脂（磷脂酰乙醇胺，PE）、神经磷脂（磷脂酰肌醇，PI）、磷脂酰丝氨酸（PS）以及磷脂酸（PA）等的混合物。几种主要油料中的磷脂组成见表4。从卵磷脂的分子结构很容易看出，它有亲水基团（磷酸根与氨基醇）和亲油基团的双重性质，具有表面活性作用或乳化作用。一方面，易吸水膨胀在大量的水中形成乳胶体，此时能被两价金属盐类所沉淀（等电点 $\text{pH}=2.7$ ）；另一方面又具有油脂的性质，作为伴随物能被轻汽油、乙醚、石油醚、酒精等溶解，却不溶于丙酮。

磷脂属于类脂物，是一种良好的天然乳化剂、防溅速溶剂、湿润剂、脱模分离剂以及黏度调节剂，并能用作食品辅料、营养保健品，具有良好的生理功能。但应注意，只有卵磷脂才具有水包油（O/W）的乳化性质，其他的磷脂却具有油包水（W/O）的抗乳化性等不同特性。因此，可以采取分离、提纯、改性等技术措施，制取各种产品以供不同需求。此外，磷脂易氧化变成棕色而发苦，也能被碱皂化。因此，提纯后的磷脂必须解决贮存问题，如采用微胶囊技术制成粉末磷脂，或置于精炼油或可可脂中加以贮存。