

● 农产品深加工系列 ●

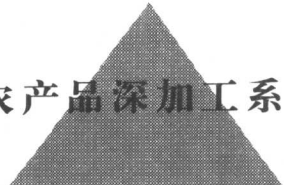


植物油脂生产与综合利用

主编 刘玉兰



中国轻工业出版社



农产品深加工系列

植物油脂生产与综合利用

主编 刘玉兰



中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

植物油脂生产与综合利用 / 刘玉兰主编. - 北京: 中国轻工业出版社, 1999.8 (2000.5重印)

农产品深加工系列

ISBN 7-5019-2529-1

I. 植… II. 刘… III. ① 植物油: 食用油-油料加工 ② 植物油: 食用油-副产品-综合利用 IV. TS225.1

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第18440号

1532/107

责任编辑: 白洁 责任终审: 滕炎福 封面设计: 达冠桂仁图文设计公司
版式设计: 赵益东 责任校对: 方敏 责任监印: 胡兵

*

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街6号, 邮编: 100740)

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

联系电话: 010-65241695

印 刷: 三河市艺苑印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 1999年8月第1版 2000年5月第2次印刷

开 本: 850 × 1168 1/32 印张: 9.625

字 数: 250千字 印数: 3001-7000

书 号: ISBN 7-5019-2529-1/TS · 1532 定价: 22.00元

· 如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换 ·

前 言

本书简要系统地论述了油脂工业的工艺理论和生产技术。本书以油脂制取、油脂加工、油料加工副产品综合利用为主要内容，重点介绍了油脂生产新的工艺技术和设备，以期使读者了解油脂生产的发展状况和新技术信息，为油脂加工厂的生产和技术改造提供帮助。

本书图文结合，通俗易懂，可供油脂加工厂技术人员使用，亦可供大中专食品专业师生参考。

本书由郑州粮食学院刘玉兰副教授任主编，编写第一、二、三、四章；张永太副教授任副主编，编写第五、六章；谷克仁副教授任副主编，编写第七章。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中错误之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

目 录

第一章 油料及油脂	(1)
第一节 油料	(1)
一、油料的种类及形态结构.....	(1)
二、油料种籽的化学成分.....	(3)
三、油料种籽的物理性质	(10)
第二节 油脂	(12)
一、油脂的分类及结构	(12)
二、油脂的理化性质	(13)
第二章 油料的预处理	(19)
第一节 油料的清理	(19)
一、油料清理的目的和方法	(19)
二、筛选	(20)
三、相对密度法去石	(24)
四、磁选	(26)
五、风选	(28)
六、除尘	(29)
第二节 油料的剥壳及仁壳分离	(32)
一、剥壳的目的、要求和方法	(32)
二、剥壳设备	(33)
三、仁壳分离方法及设备	(37)

四、大豆的脱皮	(40)
第三节 油料的干燥	(43)
一、油料干燥的目的和要求	(43)
二、干燥设备	(43)
第四节 油料生坯的制备	(46)
一、油料的破碎	(46)
二、油料的软化	(48)
三、油料的轧坯	(49)
第五节 油料生坯的挤压膨化	(54)
一、挤压膨化的目的及意义	(54)
二、挤压膨化工艺及设备	(55)
第六节 油料熟坯的制备	(57)
一、蒸炒的目的和方法	(57)
二、湿润蒸炒的主要作用	(57)
三、湿润蒸炒设备	(59)
四、湿润蒸炒工艺	(60)
第三章 压榨法取油	(62)
第一节 压榨法取油的基本原理	(62)
一、压榨过程	(62)
二、压榨取油的必要条件	(63)
第二节 液压榨油机取油	(64)
一、立式液压榨油机	(64)
二、卧式液压榨油机	(66)
第三节 动力螺旋榨油机取油	(66)
一、动力螺旋榨油机的工作原理	(66)
二、动力螺旋榨油机的结构和种类	(70)
第四节 毛油中悬浮物的处理	(79)

第四章 浸出法取油	(81)
第一节 油脂浸出用溶剂	(82)
一、油脂在有机溶剂中的溶解度	(82)
二、浸出植物油的工业溶剂及其特点	(83)
第二节 油脂浸出的基本原理	(87)
一、浸出过程中的扩散作用	(87)
二、由料坯中浸出油脂的过程	(88)
三、影响浸出效果的因素	(90)
第三节 浸出设备	(93)
一、平转浸出器	(93)
二、固定栅板平转浸出器	(96)
三、环形浸出器	(98)
四、罐组式浸出器	(99)
第四节 混合油的处理	(101)
一、混合油的净化	(101)
二、混合油的蒸发	(103)
三、混合油汽提	(106)
第五节 湿粕的处理	(108)
一、湿粕处理的目的是和方法	(108)
二、湿粕蒸脱设备	(109)
三、混合气体的净化	(117)
四、粕的冷却	(118)
第六节 溶剂回收	(119)
一、溶剂蒸气的冷凝和冷却	(120)
二、溶剂与水的分离	(123)
三、废水中溶剂的回收	(124)
四、自由气体中溶剂的回收	(125)
五、油脂浸出生产中的溶剂消耗	(128)

第七节 植物油浸出生产工艺流程举例·····	(132)
第五章 油脂精炼 ·····	(133)
第一节 概述·····	(133)
一、毛油的组分·····	(133)
二、油脂精炼的目的和方法·····	(135)
第二节 悬浮杂质的脱除·····	(137)
一、沉降分离法·····	(137)
二、过滤分离法·····	(137)
三、离心分离法·····	(139)
第三节 脱胶·····	(140)
一、水化法脱胶原理·····	(140)
二、影响因素·····	(142)
三、脱胶工艺·····	(143)
四、脱胶设备·····	(145)
第四节 脱酸·····	(148)
一、碱炼法·····	(149)
二、其他脱酸法·····	(167)
第五节 油脂的脱色·····	(168)
一、吸附脱色法的原理·····	(168)
二、吸附剂·····	(168)
三、影响脱色的因素·····	(169)
四、脱色工艺·····	(170)
五、脱色设备·····	(173)
第六节 脱臭·····	(175)
一、脱臭原理·····	(175)
二、影响脱臭的因素·····	(176)
三、脱臭工艺·····	(177)
四、脱臭设备·····	(183)

第七节 脱蜡	(189)
一、脱蜡的方法及原理	(189)
二、影响脱蜡的因素	(189)
三、脱蜡设备	(191)
四、脱蜡工艺	(194)
第六章 油脂的改性及调制	(197)
第一节 概述	(197)
一、油脂改性及调制的意义和目的	(197)
二、油脂改性和调制的方法	(198)
第二节 分提	(199)
一、分提方法及原理	(199)
二、影响分提的因素	(200)
三、分提工艺	(201)
四、分提设备	(203)
第三节 酯交换	(203)
一、反应机理	(203)
二、影响酯交换的因素	(204)
三、交酯工艺及设备	(205)
第四节 油脂氢化	(207)
一、油脂氢化的基本原理	(208)
二、几个系列的催化剂及其性能	(209)
三、影响氢化反应的因素	(210)
四、氢化工艺与设备	(212)
第五节 油脂制品	(217)
一、普通油脂产品	(218)
二、高级烹调油和色拉油	(218)
三、煎炸油	(220)
四、调合油	(221)

五、人造奶油·····	(222)
六、起酥油·····	(229)
七、代可可脂·····	(232)
八、蛋黄酱、调味汁·····	(235)
第七章 副产品的综合利用·····	(237)
第一节 磷脂的制取·····	(237)
一、磷脂的存在及组成·····	(237)
二、磷脂的理化性质·····	(239)
三、磷脂的用途·····	(240)
四、磷脂的制取·····	(243)
第二节 脂肪酸的制取和分离·····	(253)
一、脂肪酸的性质·····	(253)
二、混合脂肪酸的制取·····	(253)
三、脂肪酸生产设备·····	(267)
四、混合脂肪酸的分离·····	(270)
五、脂肪酸在工业上的应用·····	(279)
第三节 饼粕中蛋白质的制取·····	(279)
一、大豆蛋白的制取·····	(280)
二、花生蛋白的制取·····	(294)
三、葵花籽蛋白的制取·····	(297)

第一章 油料及油脂

第一节 油 料

油料是油脂制取工业的原料，油脂工业通常将含油率高于10%的植物性原料称为油料。

一、油料的种类及形态结构

（一）油料的种类

我国油料的种类很多，资源丰富。油料按植物学属性可分为草本油料和木本油料，按产量大小可分为大宗油料和野生油料，按含油率高低可分为高含油料和低含油料。油料中以油菜籽、大豆、花生、棉籽、芝麻、葵花籽等几种产量最大。

（二）油料种籽的形态结构

虽然油料种籽的种类繁多，外部形状也各具特点，但基本结构相同，即都是由种皮、胚、胚乳等部分组成的。

种皮包在种籽外面，起保护胚和胚乳的作用。种皮含有大量的纤维物质，其颜色及厚薄随油料的品种而异。

胚是种子最重要的部分，大部分油籽的油脂储存在胚中。胚是由胚根、胚茎、胚芽和子叶组成的。

胚乳是胚发育时营养的主要来源，内存有脂肪、糖类、蛋白质、维生素及微量元素等。但是有些种籽的胚乳在发育过程中已

被耗尽，因此可分为有胚乳种籽和无胚乳种籽两种。无胚乳种籽，营养物质储存在胚内。

（三）油料种籽的细胞结构

油籽和其他有机体一样，都由大量的细胞组织组成。不同油籽及油籽不同组成部分的细胞的大小及形状不同，以大豆、花生的细胞最大，棉籽、亚麻籽的细胞最小。如大豆的细胞长 $68.4\mu\text{m}$ ，宽 $23.5\mu\text{m}$ ，横剖面积 $1530\mu\text{m}^2$ ；而棉籽的细胞长 $27.7\mu\text{m}$ ，宽 $16.9\mu\text{m}$ ，横剖面积 $399\mu\text{m}^2$ 。细胞的形状可呈球形、圆柱形、纺锤形、多角形等，一般单个细胞呈球形。

组成油料种籽各组织的细胞其形状、大小及所具有的生理功能虽不相同，但基本构造类似，即都是由细胞壁和填充于其内的细胞内容物构成的。

1. 细胞壁

细胞壁犹如细胞的外壳，使每个细胞具有一定的特殊形状。细胞壁的厚度一般均在 $1\mu\text{m}$ 之内，也有个别超过 $1\mu\text{m}$ 的。如大豆的细胞壁为 $1.3\mu\text{m}$ 左右。细胞壁由纤维素、半纤维素等物质组成，这些纤维素分子呈细丝状，并互相交织成毡状结构或不规则的小网结构，在网眼中充满了水、木质素和果胶等。细胞壁的结构使其具有一定的硬度和渗透性。用机械外力可使细胞壁破裂，水和有机溶剂能通过细胞壁渗透到细胞的内部，引起细胞内外物质的交换，细胞内物质吸水膨胀可使细胞壁破裂。

2. 细胞内容物

细胞的内容物由油体原生质、细胞核、糊粉粒及腺粒体等组成。油籽中的油脂主要存在于原生质中，通常把油料种籽的原生质和油脂所组成的复合体称作油体原生质。油体原生质在细胞中占有很大体积，是由水、无机盐、有机化合物（蛋白质、脂肪、碳水化合物等）所组成。在成熟干燥的油籽中，油体原生质呈一种干凝胶状态，富有弹性。

二、油料种籽的化学成分

油料种籽的种类很多，不同油籽的化学成分及其含量不尽相同，但各种油料种籽中一般都含有油脂、蛋白质、糖类、脂肪酸、磷脂、色素、蜡质、烃类、醛类、酮类、醇类、油溶性维生素、水分及灰分等物质。表 1-1 列出了几种油料种籽的主要化学成分。

下面简单介绍油料种籽中几种主要的化学成分及它们的性质。

（一）油脂

油脂是油料种籽在成熟过程中由糖转化而形成的一种复杂的混合物，是油籽中主要的化学成分，其结构及性质在第二节中单独介绍。

（二）蛋白质

蛋白质是由许多氨基酸组成的高分子复杂化合物，按照蛋白质的分子形状可以将其分为线蛋白和球蛋白两种。油料种籽中的蛋白质基本上都是球蛋白。按照蛋白质的化学结构，通常又将其分为简单蛋白质（或简称胨）或复杂蛋白质（或简称胨族化合物）两种，其中最重要的简单蛋白质有白胨、球胨、谷胨和醇溶胨等几种，而重要的复杂蛋白质则有核胨、糖胨、磷胨、色胨和脂胨等几种。

在油料种籽中，蛋白质主要存在于籽仁的凝胶部分。因此，蛋白质的性质对油料的加工影响很大。纯净的蛋白质大部分是无色或黄色（红色的色胨除外）的，无气味和滋味，常呈固态。油料中蛋白质的相对密度大致接近于 1.25~1.30；蛋白质除醇溶胨外都不溶于有机溶剂；蛋白质在加热、干燥、压力以及有机溶剂等作用下会发生变性；蛋白质可以和糖类发生作用，生成颜色很深的不溶于水的化合物，也可以和棉籽中的棉酚作用，生成结合棉酚；蛋白质在酸、碱或酶的作用下能发生水解作用，最后得到各种氨基酸。

单位: 质量分数%

表 1-1
几种油料种籽的主要化学成分

名 称	化学 成分	几种油料种籽的主要化学成分							单位: 质量分数%	
		水 分	脂 肪	蛋 白 质	磷 脂	碳水化合物	粗纤维	灰 分		
大豆		9.5~14	16~20	30~45	1.5~3.0	25~35	6左右	4~6		
葵花籽(仁)		5~7	45~54	30.4	0.5~1.0	12.6	3左右	4~6		
花生仁		7~11	40~50	25~35	0.5左右	5~15	1.5左右	2左右		
油菜籽		7~11	35~45	24~30	0.5~0.6	/	6左右	4~5		
棉籽		6~12	14~25	16~26	1.26~1.75	25~30	15~20	3~4		
芝麻		5~8	50~58	15~25	/	15~30	6~9	4~6		
蓖麻籽		/	40~48	15~28	0.25~0.30	/	/	/		
米糠		/	15~20	/	/	/	/	/		
亚麻籽		/	35~40	25(仁)	0.44~0.73	/	/	/		
玉米脐		/	55	/	/	/	/	/		
大麻籽		/	35~35	23	0.8	/	/	/		
苏籽		/	45~50	25	/	/	/	/		

（三）磷脂

磷脂即磷酸甘油酯，简称磷脂。磷脂主要包括磷脂酰胆碱（PC）、磷脂酰乙醇氨（PE）、磷脂酰丝氨酸（PS）、磷脂酰肌醇（PL）、磷脂酰甘油（PG）、甘油磷脂酸（PA）等。磷脂酰胆碱俗称卵磷脂，磷脂酰乙醇氨俗称脑磷脂，它们是两种最主要的磷脂。

油料中的磷脂是一种营养价值很高的物质，其含量在不同的油料种籽中各不相同。以大豆和棉籽中的磷脂含量最多。磷脂不溶于水，可溶于油脂和一些有机溶剂中；磷脂不溶于丙酮。磷脂有很强的吸水性，吸水膨胀形成胶体物质，从而在油脂中的溶解度大大降低。磷脂容易被氧化，在空气中或阳光下会变成褐色至黑色物质。在较高温度下，磷脂能与棉籽中的棉酚作用，生成黑色产物。磷脂还可以被碱皂化，可以被水解。另外，磷脂还具有乳化性和吸附作用。

（四）脂肪酸

脂肪酸在油料种籽中主要是以结合状态存在于油脂中，很少以游离状态存在。尤其是在成熟、干燥的油料种籽中，游离脂肪酸含量一般很少。但若油料种籽成熟度较差或油料种籽在储存过程中发热霉变，油料种籽中的游离脂肪酸含量就会升高。

天然油脂中的主要成分是混合脂肪酸甘油三酸酯，简称甘三酯。脂肪酸是组成甘三酯的主要成分。在甘三酯分子中，甘油基部分的相对分子质量是 41；脂肪酸基部分的相对分子质量约在 650~970 之间，占整个甘三酯分子的 94%~96%。由于脂肪酸在甘三酯分子中占的比重较大，因此其对甘三酯的物理和化学性质有较大的影响。

脂肪酸最初是由脂肪水解而得到的，具有酸性，因此得名脂肪酸。脂肪酸被定义为天然油脂加水分解生成的脂肪族羧酸化合物的总称，属于脂肪族的一元羧酸。

目前已发现的天然脂肪酸有 200 多种，广泛存在于动、植物油脂中。天然脂肪酸绝大部分为偶数直链的，奇数碳链的极个别。

碳链中不含双键的为饱和脂肪酸,含有双键的则称不饱和脂肪酸。不饱和脂肪酸根据所含双键的多少,分为一烯酸、二烯酸、三烯酸和三烯以上的脂肪酸。二烯以上的天然不饱和脂肪酸有共轭与非共轭之分,非共轭脂肪酸是指碳链的双键被一个亚甲基隔开的脂肪酸,而共轭酸是指在某些碳原子间交替地出现单键与双键的不饱和脂肪酸。天然脂肪酸中以非共轭脂肪酸为多,共轭脂肪酸为少。

不饱和脂肪酸由于双键两边碳原子上连接的原子或原子团在空间排列上的不同,有顺式与反式几何异构体之分。氢原子在双键同侧的为顺式,在双键异侧的则为反式。天然存在的脂肪酸除极少数为反式体外,大部分都是顺式结构。

在天然脂肪酸中,还有含其他官能团的特殊脂肪酸,如烃基酸、酮基酸、环氧基酸以及含杂环基团(呋喃环)的脂肪酸等。特殊脂肪酸仅存在于特殊油脂中,在一般油脂中十分少见。

各种碳链长度不同、饱和程度不同以及顺反式结构不同的脂肪酸,其物理和化学性质也不同,组成的甘油三脂肪酸酯的性质显然也不同。脂肪酸在某油脂中的含量超过 10% 时,即称为该油脂的主要脂肪酸,少于 10% 时为次要脂肪酸。

饱和脂肪酸其通式为 $C_nH_{2n}O_2$ 。天然油脂中的饱和脂肪酸从 $C_{4,0} \sim C_{24,0}$ 都有存在, $C_{10,0}$ 以下的存在于少数油脂中, $C_{24,0}$ 以上的存在于蜡中。软脂酸 ($C_{16,0}$) 和硬脂酸 ($C_{18,0}$) 是已知分布最广的两种饱和脂肪酸,存在于所有的动植物油脂中,在猪脂、牛脂、棕榈油、可可脂中的含量最高。

饱和脂肪酸十分稳定,一般不与空气、卤素及氧化剂发生化学反应。

一烯酸也称单不饱和脂肪酸,与相应的饱和脂肪酸相比少两个氢原子,其通式为 $C_nH_{2n-2}O_2$ 。在一烯酸中,以含有 18 个碳原子数的油酸分布最广,几乎存在于所有的动植物油脂中。油酸的系统命名为顺-9-十八碳一烯酸,它表示碳原子数有 18 个,以羧基

上的碳原子作为1,然后依次排至碳链末端,在9位上有一个顺式双键。油酸在橄榄油、茶油中的含量为80%左右,在花生油中含量为40%~60%,在棕榈油中含量约为40%,在动物油脂如猪、牛、羊脂中含量分别达40%左右,只有少数几种天然油脂中油酸的含量低于10%。

在天然油脂中还有一种一烯酸,即顺-9-十六碳一烯酸,俗称棕榈油酸,普遍存在于天然油脂中。这种一烯酸在常见的植物油料种籽中含量低于1%,在海洋动物和少数野生植物油脂中含量在10%以上。

在菜籽油中存在一种顺-13-二十二碳一烯酸,俗称芥酸,它是十字花科植物油中的独特脂肪酸,在总脂肪酸中含量为40%~50%。芥酸在室温下为固体,不易为人体所吸收。芥酸在工业上有重要价值。

二烯酸与相应的饱和脂肪酸相比少4个氢原子,通式为 $C_nH_{2n-4}O_2$ 。天然油脂中最常见的二烯酸是亚油酸,即顺-9、顺-12-十八碳二烯酸。亚油酸具有特殊的生理和生物活性,是人体必需的脂肪酸。亚油酸普遍存在于液体植物油中,尤其在半干性油与干性油中含量较多,如红花油、葵花油中含亚油酸70%~85%,棉籽油、大豆油、玉米油、芝麻油中含亚油酸约为40%~50%,而动物油脂、橄榄油、茶油、棕榈油等含亚油酸仅为10%左右。

共轭二烯酸在一般油脂中很少见到,但在乌柏籽仁油中含量为5%~10%。该酸系统命名为2,4-十碳二烯酸,俗称葵二酸。

三烯酸是具有三个双键的脂肪酸。三烯酸与相应的饱和脂肪酸相比少6个氢原子,其通式为 $C_nH_{2n-6}O_2$ 。天然油脂中的主要非共轭三烯酸是顺-9、顺-12、顺-15-十八碳三烯酸,俗称亚麻酸(又称 α -亚麻酸),也是人体的必需脂肪酸。亚麻酸大量存在于干性油中,含量最多的为苏籽油约63%,亚麻籽油45%~60%,大麻籽油35%~40%,在花生油、棉油、红花籽油中的含量低于5%,在动物油脂中的含量通常低于1%。含亚麻酸的油脂是制造油漆、