

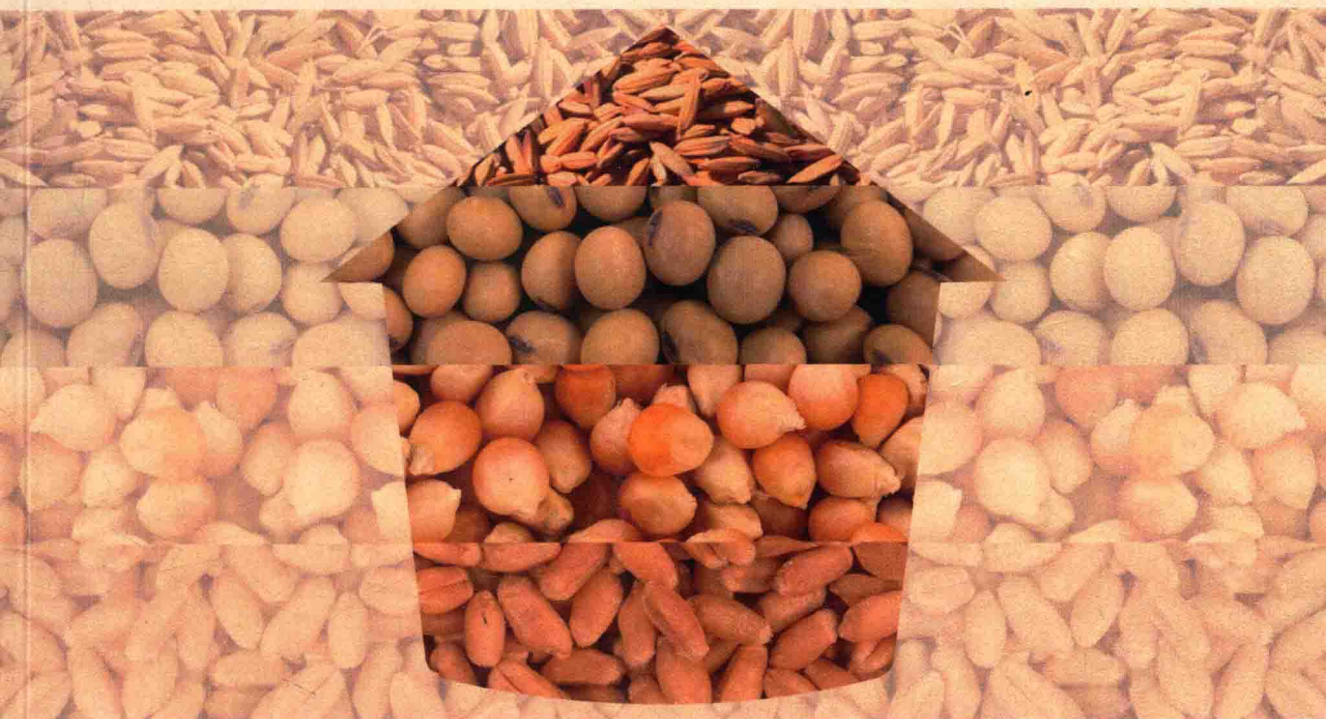
国家“十二五”重点图书出版规划项目
河南省基础与前沿技术研究计划项目成果

粮油储藏与加工创新技术丛书
LIANGYOU CHUCANG YU JIAGONG CHUANGXIN JISHU CONGSHU

现代植物油料油脂 加工技术

XIANDAI ZHIWU YOULIAO YOUZHI JIAGONG JISHU

刘玉兰◎主编



中原出版传媒集团
大地传媒

河南科学技术出版社

国家“十二五”重点图书出版规划项目
河南省基础与前沿技术研究计划项目成果

粮油储藏与加工创新技术丛书
LIANGYOU CHUCANG YU JIAGONG CHUANGXIN JISHU CONGSHU

现代植物油料油脂 加工技术

XIANDAI ZHIWU YOULIAO YOUZHI JIAGONG JISHU

刘玉兰◎主编

河南科学技术出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书根据我国近年来植物油料和食用油加工业的生产现状和技术发展,系统论述了植物油料和食用油脂加工的工艺理论和生产技术。全书共分十一章,内容包括:油料及油脂、油料储存、油料预处理、压榨法取油、浸出法制油、油脂精炼、油脂深加工、油脂产品的包装与储存、油料蛋白生产、副产物综合利用、油料油脂检验与分析等。

本书主要作为植物油料和食用油脂加工业技术人员的教材,也可以作为高校相关专业的教材,以及从事食品工业、饲料工业等技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

现代植物油料油脂加工技术/刘玉兰主编. —郑州:河南科学技术出版社, 2015. 6
(粮油储藏与加工创新技术丛书)
ISBN 978-7-5349-7631-5

I. ①现… II. ①刘… III. ①植物油-油料加工 IV. ①TQ644. 2

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第067080号

出版发行:河南科学技术出版社

地址:郑州市经五路66号 邮编:450002

电话:(0371) 65737028 65788613

网址:www.hnstp.cn

策划编辑:李喜婷 孙 彤

责任编辑:樊 珊

责任校对:崔春娟 王晓红

封面设计:张 伟

版式设计:栾亚平

责任印制:朱 飞

印 刷:河南新华印刷集团有限公司

经 销:全国新华书店

幅面尺寸:185 mm×260 mm 印张:31.25 字数:727千字

版 次:2015年6月第1版 2015年6月第1次印刷

定 价:98.00元

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与出版社联系并调换。

“粮油储藏与加工新技术丛书”编委会名单

主 编 孙宝国

副主任 王录民 卞 科 陆启玉 王振清

编 委 (以姓氏笔画排序)

王若兰 王录民 王振清 卞 科

刘玉兰 刘亚伟 孙宝国 陆启玉

郭呈周 郭祯祥

《现代植物油料油脂加工技术》编写人员名单

主 编 刘玉兰
副主编 汪学德 张永太 李桂华
编 编 (以姓氏笔画排序)
马传国 马宇翔 毕艳兰 刘玉兰
纪俊敏 孙尚德 李桂华 汪学德
张永太 梁少华 魏安池

序

粮油加工业是食品工业和农产品加工业的支柱产业，是粮油产业的重要组成部分，是促进生产流通、衔接产销、稳定供给的重要环节，在保障国家粮食安全中具有重要战略地位。大力发展粮油加工业对满足城乡居民消费需求，促进粮食增产、农民增收和劳动力转移，推动第一、二、三次产业协调发展具有重要意义，是新时期全面建设小康社会和推进社会主义新农村建设的重要举措。

我国粮食产量持续增加，而新增的粮食几乎都将进入流通和加工领域，从而为粮食加工转化提供更多的原料来源。与此同时，新增粮食生产产能将会带动国家对粮食加工业和相关产业配套设施的投入，从而进一步促进粮食生产、加工、流通的发展。

编写出版粮油储藏、物流、加工、信息化管理等高新技术图书，对培训粮油加工高技术人才，提高粮油加工效率，加快转变经济增长方式具有极大的促进作用，也适应了国家粮食安全的战略需求。本套书的出版可为国家的粮食安全重大战略需求提供人才和科技创新支撑。并具有如下特色：

(1) 学术水平国际先进。河南工业大学前身为国家粮食部主管的郑州粮食学院，是全国创办最早的本科粮食学院，作者团队连续承担国家重大项目，在“气调储粮理论及技术”“储粮昆虫分类学”“粮食散体物料压力理论”“筒仓防爆技术”等研究方面，诞生了一批国内外公认的先进研究成果。成功研发了中国第一条连续化馒头生产线，极大推进我国主食品工业化技术发展的进程；“强化物料分级与磨撞均衡出粉小麦制粉新技术”创新了现代制粉工艺，使我国制粉工艺处于国际先进水平；“食用大豆磷脂的研制”率先攻克大豆磷脂提取加工技术，打破国外技术对我国的封锁和垄断；“粮库储粮虫霉监测技术的研究与开发”解决了粮食储藏的关键难题；“小麦硬度测定指标的研究及设备开发”“粮食（稻谷和玉米）新陈判别与油脂储藏稳定性快速检测技术研究与应用”“小麦加工与流通过程中的安全技术研究与示范”等项目，为建立中国粮食质量检测控制体系提供了有力的技术支撑，实现了我国粮食物流体系与国际接轨。近年来作者团队获得国家级奖励3项，获省部级以上科研奖励96项，其中“大型现代粮仓基本理论及关键技术研究与应用”获得国家科技进步二等奖、河南省科技进步一等奖，“大豆磷脂生产关键技术与产业开发”获国家科技进步二等奖，参与完成的粮食储备“四合一”新技术研究开发与集成创新获2010年度国家科技进步一等奖，还有12项成果获得省部级一等奖；获发明专利8项；主持、参加制定或修订国际标准、国家标准152项。

(2) 技术创新、先进、关键, 拥有自主知识产权。作者团队科研与实践结合, 产业化价值很大。投资 337 亿元的“国家储备粮库建设项目”建设的全国 1100 多个国家储备粮库, 全部采用作者团队的储粮工艺设计, 并且作者团队承担了 1/3 的建设设计任务。这些工程技术的应用推广, 使新建粮仓从结构性能到储粮工艺设计均达到了国际先进水平。作者团队与国内外 47 家大型粮食加工企业合作, 与 28 家大型油脂企业合作, 开发粮油加工技术, 本套书汇集了作者拥有自主知识产权的最新技术、原创技术。

我们期待这一套高水平、高质量的学术著作早日面世, 为丰富我国粮食工业的科技发展水平提供支持, 为我国粮食行业的从业人员提供系统性和实用性的参考书籍, 为提高粮食行业科技人员的业务水平、保证我国粮食安全战略服务。

孙宝国
2014 年 10 月

前 言

植物油料和食用油加工业是粮油食品工业的重要组成部分，它是农业生产的后续产业，又是食品工业、饲料工业、轻化工业的基础产业，在国民经济中具有十分重要的地位和作用。

植物油料是油脂工业的原料。植物油料中含有脂肪、蛋白质、糖类、磷脂、维生素等多种营养物质，这些物质是人类及其他动物维持正常生理活动所必需的。

植物油料和食用油加工业的任务和内容包括：从植物油料中提取油脂，并对提取的毛油进行精炼，去除其中的非油物质，得到精制的食用油脂产品；对食用油脂进行改性，生产多种食品专用油脂制品；采用油脂与蛋白质联产工艺技术，在提取油脂的过程中保持并改善饼粕的质量，得到优质的饲用饼粕或食用饼粕；利用低变性的油料饼粕制取食用油料蛋白产品，并利用蛋白改性技术生产多种功能性食用蛋白制品；利用油脂化工产品生产油脂精细化工产品；从油料和油脂生产副产物中提取高附加值产品，提高植物油料资源的综合利用率。

植物油料和食用油加工业的技术发展方向为，研究开发先进的生产工艺技术，提高产品得率、提高产品质量，降低生产成本、降低能量消耗，减少环境污染，保证产品的食用品质安全，改善并提高其营养价值，实现资源高效利用和减损增效。

植物油料的发展是食用油加工业持续发展的基础。我国地域辽阔，植物油料资源丰富，除了传统的大宗草本植物油料如大豆、花生、油菜籽、棉籽、芝麻、葵花籽、亚麻籽等之外，还有小品种草本植物油料如红花籽、油莎豆、沙棘等和谷物油料如玉米胚、米糠等，以及木本油料如油菜籽、核桃、橄榄、花椒籽等，其中木本油料产量在近年明显增长。

2013年，我国油菜籽、大豆、花生、棉籽、葵花籽、芝麻、油菜籽、亚麻籽等八大油料总产量为5846.8万吨。同年，我国进口植物油料超过6767万吨。其中：进口大豆6337.5万吨、油菜籽366.2万吨、花生1.9万吨、芝麻44.1万吨、亚麻籽18.1万吨。

随着国民经济增长和人民生活水平提高，我国食用油加工量和消费量逐年增长。

2012~2013年度,我国食用油市场的总供给量为3374.3万吨,其中国产油料和进口油料合计生产食用油为2371.5万吨,直接进口各种食用油合计为1002.8万吨。食用油的食用消费量为2755万吨,工业及其他消费量为275万吨,人均年消费量为22.5千克。该年度我国国产油料榨油量1169.4万吨,食用油自给率为38.5%。

2013年我国进口大豆油115.8万吨、棕榈油597.9万吨、菜籽油152.7万吨、花生油6.1万吨、橄榄油3.7万吨、其他植物油55.7万吨、人造黄油24.6万吨,出口油脂油料折油总计26.2万吨。

2012年,我国大豆油、菜籽油、棕榈油、玉米油、棉籽油、花生油六大品种食用植物油占全部食用油产量的92.3%。同年,我国小包装食用油650万吨,食用调和油产量204万吨。

本书根据我国近年来植物油料和食用油加工业的生产现状和技术发展,系统论述了植物油料和食用油脂加工的工艺理论和生产技术。全书共分十一章,内容包括:油料及油脂、油料储存、油料预处理、压榨法取油、浸出法制油、油脂精炼、油脂深加工、油脂产品的包装与储存、油料蛋白生产、副产物综合利用、油料油脂检验与分析等。本书内容几乎涵盖了植物油料和食用油脂加工业的全部生产内容,信息量大、内容丰富。本书在保持植物油料和食用油脂加工内容完整的基础上,力求体现现代植物油料和食用油脂加工业的最新发展技术,使其更具科学性、先进性、实用性以及鲜明的时代特点,并力求理论与实践的密切结合。

本书主要作为植物油料和食用油脂加工业技术人员的教材,也可以作为高校相关专业的教材,以及从事食品工业、饲料工业等技术人员的参考书。

本书由河南工业大学刘玉兰教授担任主编,汪学德教授、张永太教授、李桂华教授担任副主编。其中的第一章、第二章、第三章、第四章由刘玉兰编写,第五章由汪学德编写,第六章由张永太、马传国、孙尚德编写,第七章由张永太、孙尚德、马传国编写,第八章由刘玉兰编写,第九章由魏安池、刘玉兰、马宇翔编写,第十章由梁少华、李桂华编写,第十一章由李桂华、毕艳兰、纪俊敏编写。

在本书的编写过程中,得到了河南省科技厅科教处、河南工业大学科技处、河南科学技术出版社等单位有关领导的支持及帮助,还得到了郑州四维粮油工程技术有限公司在有关技术和设备方面所提供的帮助,在此对关心和帮助本书编写和出版的人员一并表示感谢。

本书涉及内容繁多,虽经努力搜集最新相关文献,并结合近年来笔者从事相关科研、教学实践积累的成果和经验,又经多次修改,但因受学识所限和版面所限,书中存在不当和不尽如人意之处在所难免,敬请读者指正。

编者

2014年12月

目 录

1	油料及油脂	(1)
1.1	植物油料	(1)
1.2	油脂	(6)
1.3	主要的植物油料	(18)
1.4	典型油料的油脂制取工艺	(36)
2	油料储存	(47)
2.1	油料的储存性质	(47)
2.2	油料储存期的品质变化	(53)
2.3	油料储存技术	(55)
2.4	油料储存仓库	(57)
3	油料预处理	(59)
3.1	油料的清理除杂	(59)
3.2	油料的剥壳及脱皮	(68)
3.3	油料生坯的制备	(80)
3.4	油料的挤压膨化	(87)
4	压榨法取油	(91)
4.1	料坯蒸炒	(91)
4.2	压榨法取油的原理和分述	(95)
4.3	毛油中悬浮物的分离	(108)
5	浸出法制油	(115)
5.1	溶剂	(115)
5.2	油料的浸出	(123)
5.3	混合油处理	(138)
5.4	湿粕处理	(151)
5.5	溶剂回收	(162)
6	油脂精炼	(172)

6.1	毛油的组分及其性质	(172)
6.2	油脂脱胶	(180)
6.3	油脂脱酸	(187)
6.4	油脂脱色	(205)
6.5	油脂脱臭	(215)
6.6	油脂脱蜡	(227)
7	油脂深加工	(235)
7.1	油脂分提	(235)
7.2	油脂氢化	(247)
7.3	油脂酯交换	(259)
7.4	食品专用油脂生产	(265)
8	油脂产品的包装与储存	(292)
8.1	油脂产品的包装	(292)
8.2	油脂产品的储存	(302)
9	油料蛋白生产	(315)
9.1	大豆蛋白生产	(315)
9.2	花生蛋白生产	(340)
9.3	菜籽蛋白生产	(354)
9.4	棉籽蛋白生产	(362)
9.5	其他油料蛋白的生产	(367)
10	副产物综合利用	(376)
10.1	大豆磷脂生产技术	(376)
10.2	脂肪酸生产技术	(393)
10.3	脂肪酸甲酯生产技术	(414)
10.4	谷维素生产技术	(421)
11	油料油脂检验与分析	(431)
11.1	样品的采集和分样	(431)
11.2	植物油料及饼粕的检验与分析	(432)
11.3	油脂理化性质分析	(439)
11.4	油脂精炼过程中的副产品检验与分析	(447)
11.5	油脂中有害成分及外来抗氧化剂的测定	(451)
11.6	油脂中脂类伴随物检验与分析	(465)
11.7	油脂定性与真实性分析	(476)
	参考文献	(488)

1 油料及油脂

1.1 植物油料

油料是油脂工业的原料。油脂工业通常将含油率高于 10% 的植物性原料称为油料。植物油料有植物的种子、果（皮）肉、块茎等，但大多数系油料作物的种子，此外还有部分纤维作物的种子和禾谷类作物种子的胚。

植物油料的种类繁多，通常按植物学属性将植物油料分为草本油料和木本油料。

1.1.1 油料种子的形态和基本结构

油料种子的种类繁多，它们的外部形态各具特点，但从植物形态学来看，绝大多数种子的基本结构具有共同性，即每粒种子都是由种皮、胚和胚乳等部分组成。

1.1.1.1 种皮

种皮在种子的最外层，其中含有大量的纤维物质并且比较坚硬，可以抵抗外界的不良影响，对内部的胚和胚乳起到保护作用。种皮的表面状况、颜色及斑纹随品种而异，可用于鉴别油料种子的种类和质量。大豆种子的外形与种皮如图 1.1 所示。

1.1.1.2 胚

胚是种子最重要的部分，虽然各类植物种子的形状很不一样，但构成胚的器官大都相同，一般可分为胚芽、胚轴（胚茎）、胚根和子叶四部分。胚的顶端为胚芽，下端为胚根，中部为胚轴，子叶着生在胚轴上。

1.1.1.3 胚乳

胚乳是种子发育中的特殊营养组织，含有脂肪、糖类、蛋白质等营养物质，为胚的发育及胚发芽生长提供养分。有些种子在胚的发育过程中胚乳会被吸收而消失，成熟时形成无胚乳种子。像各种豆类，胚乳被吸收而消失，形成肥大的子叶，其养分储存于胚的组织内，尤以子叶内为最多。大部分油料作物的种子属于无胚乳双子叶种子，例如大豆、花生、油菜籽、棉籽及葵花籽等。有胚乳双子叶油料种子有蓖麻籽、芝麻、亚麻籽、油桐籽及乌柏籽等。

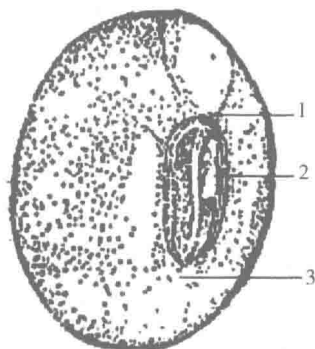


图 1.1 大豆种子的外形与种皮

1. 种孔 2. 种脐 3. 合点

1.1.2 油料种子的细胞结构

油料种子和其他有机体一样，都由大量的细胞组织组成。油籽细胞的形状可呈圆形、圆柱形、多角形、长棱形、纺锤形等，一般单个细胞呈球形。油籽细胞的直径为几十微米。虽然油籽细胞的形状、大小及生理功能不同，但其构造一般都是由细胞壁和填充于其内的细胞内容物构成。

1.1.2.1 细胞壁

细胞壁的功用主要是维持细胞一定的形状，保护细胞内部组织，使生理活动能顺利进行。细胞壁的主要成分是纤维素、半纤维素和果胶质。此外，在油料种子最外层组织的一些细胞壁中，往往还含有蜡质及角质等。

油料种子细胞的细胞壁厚度一般都在 $1\mu\text{m}$ 之内（个别的超过 $1\mu\text{m}$ ，如大豆的细胞壁厚度为 $1.3\mu\text{m}$ ），细胞壁中的纤维素等物质呈细丝状，并互相交织成毡状结构或不规则的小网状，在网眼中充满了水分、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，水和有机溶剂能通过细胞壁而渗透到细胞的内部，使细胞内外物质进行交换。细胞壁受机械外力作用会发生破裂，也会因细胞内容物吸水膨胀所产生的压力而破裂。

1.1.2.2 细胞内容物

细胞内容物主要是原生质体。原生质体由细胞膜、细胞质、细胞核、细胞器等组成，成熟油料种子细胞内的原生质体呈近似固体的凝胶状态且富有弹性，其中含有大量的油脂及其他均匀分布的营养物质如蛋白质等。

1.1.3 油料种子化学组成及其存在状态

油料种子的种类繁多，不同油料种子的化学成分及含量不尽相同，但各种油料种子中都含有油脂、蛋白质、糖类、游离脂肪酸、磷脂、色素、蜡、烃类、醛类、酮类、醇类、油溶性维生素、水分及矿物质等成分，个别油料中还含有少量特殊的物质。种子成熟时，其中含有大量的高分子化合物的复合体，例如油脂、磷脂、甾醇等。这些复合体在分析上是作为独立化合物来测定的单独物质，在油料种子中大部分是和其他物质结合而成为复杂的复合体。

1.1.3.1 油脂

油脂在油料种子细胞中的存在状态呈显微均匀的不连续状态。应用电子显微镜对大豆子叶的超显微结构分析显示，大量的蛋白质以直径为 $2\sim 20\mu\text{m}$ 的蛋白体存在于种子细胞中，而油脂以直径为 $0.2\sim 0.5\mu\text{m}$ 的球体分散于蛋白体之间的缝隙中。如图 1.2 所示。

植物油料种子中的脂肪是由糖类分解成的脂肪酸与甘油在脂肪酶的作用下酯化而形成的。油料种子

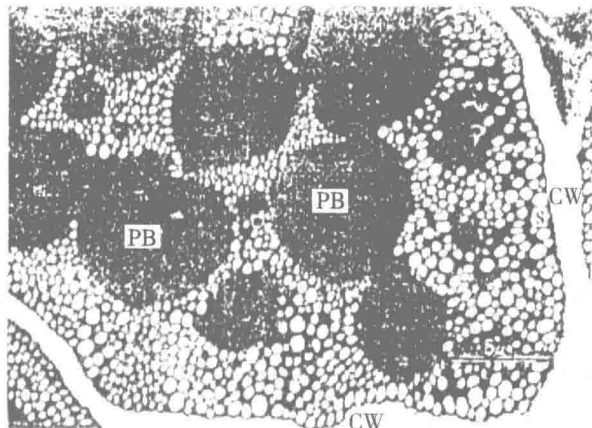


图 1.2 大豆子叶超显微结构
CW. 细胞壁 PB. 蛋白体 S. 油体

中脂肪的合成是一个很复杂的生物化学过程，这个过程包括了糖类的分解、脂肪酸的合成以及甘油和脂肪酸的酯化等，需要许多酶的参加。在油料种子成熟过程中脂肪的含量不断增加，而糖类的含量不断减少；也就是说，油料种子中脂肪的形成和积累总是伴随着糖类的分解和减少。但在油料种子的成熟过程中，油脂的合成反应可能尚未进行到底，有些甘油的羟基未能完全与脂肪酸结合，即使到油料收获时，仍能存在着油脂合成代谢反应的中间产物——甘油一酸酯和甘油二酸酯。

1.1.3.2 蛋白质

按照蛋白质的生理功能，油料种子的蛋白质可分为结构蛋白、储藏蛋白和酶蛋白三类。在细胞原生质体中的各种膜蛋白质即属于结构蛋白。酶蛋白是细胞中各种生化反应的催化剂。油料种子中含有的储藏蛋白是油料种子蛋白的主体，如在大豆中约占总蛋白的70%。

按照蛋白质的理化性质和组成成分可将其分为简单蛋白质和复杂蛋白质两大类。油料中的简单蛋白质主要是清蛋白、球蛋白、谷蛋白、醇溶蛋白等几种，其中球蛋白是油料种子中蛋白质的主要成分，其含量可占总蛋白质含量的80%以上。油料中的结合蛋白质主要有糖蛋白、核蛋白、脂蛋白、磷蛋白、色蛋白等。

酶是一种具有特殊功能的蛋白质，具有特定的生物催化性能。正常的油料种子中均含有一定量的各种酶，在种子成熟、储藏、萌发及生产过程中，这些酶的活性及其作用的趋向都有极大变化，这些变化可以作为生化作用强度的标志。籽粒中酶的分布很不均匀，大多分布在胚部和籽粒的外围部分。种子中的酶有活动的酶和结合的酶两种，结合的酶在种子水分较高时也可以游离出来或进行活化。种子成熟过程的后期，酶的活性显著降低。因此，未成熟油料种子中酶的活性较成熟油料种子中酶的活性高很多。

1. 脂肪酶

脂肪酶能催化脂肪的水解和合成反应。它的催化作用具有可逆性。在油料种子成熟时，能催化脂肪的合成作用，而在种子成熟后的储藏、加工以及种子萌发阶段，则催化脂肪的分解反应。大多数的脂肪酶具有相对专一性，对具有酯键的化合物能起催化作用。除脂肪外它还能催化由不同脂肪酸和各种醇类所组成的酯的水解作用。脂肪酶的活性以胚部最强，其他部位的较弱。

2. 脂肪氧化酶

油料种子中的脂肪氧化酶可以催化某些高级不饱和脂肪酸及其脂肪酸酯生成氢过氧化物，生成的最后产物为低分子的过氧化物，如醛、酮、酸等。脂肪氧化酶的活性与油料种子的种类有关，例如在大豆种子内的脂肪氧化酶活性很大。当大豆破碎后，只需少量水分存在，脂肪氧化酶就可以与大豆中的亚油酸、亚麻酸等底物反应，发生氧化降解。用近代的分析手段，已鉴定出近百种氧化降解产物，其中许多成分与大豆的腥味有关。正己醛是具有代表性的挥发性化合物。

3. 磷脂酶

磷脂酶可以使磷脂水解生成甘油、脂肪酸、胆碱或胆胺。磷脂酶有磷脂酶A₁、磷脂酶A₂、磷脂酶C、磷脂酶D等。不同磷脂酶的专一性，可以使磷脂水解某一部分，形成一系列不同的分解产物。

4. 脲酶

脲酶即尿素酶，属酰胺酶类，它主要存在于大豆等豆类种子中。尿素酶能将动物体内的尿素催化水解，从而使尿素分解放出氨气和二氧化碳，部分氨进入血液将会提高血氨浓度而导致动物机体的中毒。因此，尿素酶是大豆中的抗营养因子之一。尿素酶的热稳定性较高，在制油过程中需要采取一定的湿热处理将其钝化和破坏。脲酶含量的高低及其活性大小是豆粕的重要质量指标之一，常作为确认豆粕湿热处理程度的指标。

5. 其他酶类

油料种子中含有少量的蛋白酶，适当条件下蛋白酶可将蛋白质肽链中的肽键水解，分解为多肽和氨基酸。

某些油料中含有硫酸酯酶及糖苷酶。如存在于菜籽中的芥子酶可将硫苷葡萄糖苷（芥子苷）分解形成一系列的有毒分解产物。

1.1.3.3 糖类

在成熟的油料种子中，糖类的含量一般不大，尤其是在高油分油料中，糖类的含量更少。尽管如此，糖类是油料细胞的重要构成部分和主要储藏物质之一，它对油脂制取工艺有一定的影响。

油料种子中含有的单糖主要是戊糖和己糖。己糖以 D-葡萄糖、D-半乳糖和 D-果糖最重要。油料种子中含有少量的低聚糖，如蔗糖和棉籽糖等。含有的多糖有淀粉、纤维素和半纤维素。纤维素和半纤维素主要存在于种子外壳和种皮中，种仁中含量很少。壳中的半纤维素主要是多缩戊糖，种仁中的主要是多缩半乳糖。在成熟的油料种子中，淀粉的含量应该是很少的，因为在种子成熟过程中，淀粉已经完全地或者差不多完全地消耗在脂肪的生成过程中。

1.1.3.4 类脂物

类脂物是指分子结构与甘油三脂肪酸酯（以下简称甘三酯）相似或其溶解性与甘三酯类似，能溶于天然油脂的非甘油三脂肪酸酯的物质。类脂物在油料中的含量不大，但类型复杂。通常将类脂物分为可皂化物和不可皂化物两大类。可以皂化的酯类一种是与甘油三脂肪酸酯结构相似的一类脂（甘一酯、甘二酯、脂肪酸、磷脂、糖脂、醚酯），另一种是与甘油三脂肪酸酯结构不相似的一类脂（神经磷脂、蜡、甾醇酯）。不可以皂化的类脂物含量虽微，但其组成及结构十分复杂，主要有甾醇类、烃类、色素、抗氧化物质以及微量金属等。

类脂物在油料中的存在状态各不相同。一些类脂物如磷脂、糖脂、甾醇通常存在于原生质体的膜质结构中，故称为“膜类脂化合物”。在种子的种皮表面一般包裹一层角质，有的种子在胚中也常存在角质，角质层中包含多种类脂化合物，有各种蜡质、长链脂肪酸、碳水化合物、脂肪醛和酮等组成的复杂化合物，故称为“表面类脂化合物”。

蜡是高级脂肪酸和高级一元醇组成的酯。一般油料种子中含蜡量不大，主要存在于外壳中，也有些存在于种皮中。米糠中含有较多的蜡，为米糠的 0.6%~1.8%。

纯净的甘三酯是无色的，但从油料中制取的油脂都带有深浅不同的颜色，这是由于油料种子中含有的油溶性色素在油脂制取时转移到油中的缘故，有时叶绿素也相伴而存在。另外，某些油料种子含有特殊的色素，例如棉籽中的棉酚、葵花籽中的绿原酸等。

1.1.3.5 水分及矿物质

1. 水分

油料种子的含水率与种子的成熟程度密切相关，一般未成熟的种子含水率较高，成熟后则较低。成熟种子中的水分以自由水和结合水两种状态存在。“自由水”以游离态存在于细胞毛细管及细胞间的孔隙中，具有普通水的物理性质，能参与物质代谢过程。“结合水”是与蛋白质、糖类及其他亲水物质以氢键相结合而成的胶态水分，成为细胞原生质体结构的一部分，这种水分不容易蒸发，0℃时不会冻结，无溶解酸、糖及矿物质的能力。自由水、结合水与细胞内其他组分联合在一起构成了原生质体的胶体状态，形成一种密不可分的体系。

2. 矿物质

成熟而干燥的油料种子中矿物质（灰分）含量不多，一般油料种子含磷、钾、钙、镁为多，约占灰分总数的90%（以其氧化物计），其中又以钾、磷为最多，其量达总灰分的70%~75%。

油料种子中灰分含量通常是种仁大于外壳。例如棉籽壳、棉籽仁的灰分含量分别为其重量的2.6%和6.9%左右。同时，各种无机元素在壳仁中的含量也是不同的。

成熟的油料种子中，矿物质与有机化合物相结合成为复杂的化合物。例如磷以磷酸残基的形式存在于磷脂及磷酸酯中；硫以硫代葡萄糖苷盐的形式存在于油菜籽中；钙镁大多以植酸盐的形式存在于原生质凝胶部分或固定在构成生物膜的酶（蛋白）成分中。所有盐离子均可供给生理平衡，它们可维持许多细胞的完整性或成为酶促反应中的辅助因子，而某些金属则是许多酶的主要组成成分。在油脂制取过程中，矿物质几乎全部被保留在饼粕中。

1.1.3.6 其他成分

1. 植酸盐

在许多油料种子中含有植酸钙（镁）盐，它们是环己六醇磷脂酸与钙（镁）所形成的复盐，在葵花籽、棉籽和大豆中的含量分别为2%、2.2%~2.7%和1.4%，在米糠中含量高达8%以上。

2. 葡萄糖苷

葡萄糖苷是糖类和其他有机物结合而成的复杂化合物。水解时，葡萄糖苷即分解为糖和非糖两个组成部分。非糖部分即称为葡萄糖苷的配基；糖部分通常都是d-葡萄糖，但也有其他的醛糖和酮糖，有时可能还有双糖。在不同的葡萄糖苷中，配基部分的成分差别极大。根据配基单体的成分，葡萄糖苷可以分为氰基葡萄糖苷、硫代葡萄糖苷、环戊烷菲衍生物的葡萄糖苷（甾醇葡萄糖苷以及和它相似的皂素葡萄糖苷——皂素）、去氢黄酮葡萄糖苷、花色葡萄糖苷和酚葡萄糖苷等。

葡萄糖苷是固体，呈结晶状，有时为无定形物，可溶于水和乙醇，多半有苦味，许多葡萄糖苷有毒性。在油脂制取过程中，由于糖苷酶的作用，葡萄糖苷即分解产生挥发性的分解产物，一些分解产物有毒性，残留在饼粕中影响饼粕的饲用价值。

（1）氰基葡萄糖苷。氰基葡萄糖苷在配基单体中含有氰酸，在酶水解或酸水解时，氰酸和其他分解产物一起分解出来。亚麻籽中的亚麻苷和核果植物种子中的杏仁苷是植物油料中重要的氰基葡萄糖苷。亚麻苷在亚麻酶的作用下，或在完全的酸水解时，即分解为

葡萄糖、丙酮和氢氰酸。氢氰酸有很强的毒性。

(2) 硫代葡萄糖苷。在菜籽、芥子和萝卜籽等十字花科植物及其种子中含有数量不等的硫代葡萄糖苷(也称芥子苷)。硫代葡萄糖苷本身无毒,但在湿热条件下受芥子酶的作用而分解,生成有毒的、具强烈刺激气味的异硫氰酸酯、噻唑烷硫酮、硫氰酸酯和腈类。这些有毒的分解产物残留在饼粕中降低了菜籽饼粕的饲用价值。

(3) 皂素葡萄糖苷。皂素葡萄糖苷即皂苷又名皂素,是类固醇或三萜系化合物的低聚配糖体的总称,因其水溶液能形成持久泡沫,像肥皂一样而得名。在植物组分中分布很广,大豆中约占干基的2%,脱脂豆粕中的含量约为0.6%。由于皂苷具有溶血性和鱼毒性等性质,所以皂苷一般被看作抗营养成分。但最近的研究结果表明,适量的大豆皂苷不仅对人体生理无阻碍作用,而且对人体健康还有很多好的作用。如大豆皂苷有降低过氧化脂类生成的作用。临床应用结果大豆皂苷对高血压和肥胖病患者有显著的疗效,具有抗炎症、抗溃疡、抗过敏等功效。油茶籽中也含有较多的皂苷。

(4) 甾醇葡萄糖苷。甾醇葡萄糖苷的配基是甾醇,甾醇葡萄糖苷曾在毛豆油中发现(为油重的0.01%~0.04%)。在油脂水化脱胶时,甾醇葡萄糖苷和磷脂一起从油中分离出来,豆油的粗磷脂中有很多的甾醇葡萄糖苷(占粗磷脂重量的1.6%~4%)。

(5) 黄酮、花色及酚葡萄糖苷。大豆中发现有两种黄酮葡萄糖苷,即染料木苷和黄豆苷原。酚葡萄糖苷(芝麻酚)存在于芝麻和芝麻油中。花色葡萄糖苷存在于豆壳中。

1.1.3.7 特殊成分

在某些油料种子中含有一些特殊成分,如芝麻中的木酚素,大豆中的胰蛋白酶抑制剂、凝血素、异黄酮,蓖麻籽中的蓖麻碱,等等。这些成分对油脂生产工艺和产品质量产生一定影响。

1.2 油 脂

油脂是人民生活的必需品,其含热量高,营养丰富,油脂中所含的必需脂肪酸、油溶性维生素等对人体具有重要的生理功能。油脂还是重要的调味品,可增加菜肴和食品的风味。油脂产品除食用外,还有重要的工业用途,如用作润滑油、制造肥皂、生产各种脂肪酸产品等。

1.2.1 油脂的分类、组成与结构

1.2.1.1 天然油脂的分类

1. 以油脂的来源分类

- (1) 植物油脂:包括草本植物油脂和木本植物油脂。
- (2) 动物油脂:包括陆地动物油脂、海产动物油脂、两栖动物油脂。
- (3) 微生物油脂:包括细菌油脂、霉菌油脂、酵母菌油脂、藻类油脂。

2. 以油脂的干性(碘值IV)分类

- (1) 不干性油脂:IV<80。
- (2) 半干性油脂:IV=80~130。