



普通高等教育食品类专业“十二五”规划教材
高等学校食品类国家特色专业建设教材

油料加工工艺学

YOULIAO JIAGONG GONGYIXUE



齐玉堂◎主编

 郑州大学出版社



普通高等教育食品类专业“十二五”规划教材
高等学校食品类国家特色专业建设教材

油料加工工艺学

YOULIAO JIAGONG GONGYIXUE



齐玉堂◎主编

 郑州大学出版社

内容提要

本书系统地论述了从油料储藏到油脂产品的生产与加工过程中的工艺理论。内容涉及原油脂工程专业油料预处理压榨工艺学、油脂浸出工艺学、油脂精炼及加工工艺学等课程内容,以植物油料加工为主线,同时新增加了动物油料、微生物油脂的加工等内容。

图书在版编目(CIP)数据

油料加工工艺学/齐玉堂主编. —郑州:郑州大学出版社,2011.9

(普通高等教育食品类专业规划教材)

ISBN 978-7-5645-0448-9

I. ①油… II. ①齐… III. ①食用油-植物油-油料加工-工艺学-高等学校-教材 IV. ①TS225.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011)第 077632 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人:王 锋

全国新华书店经销

郑州文华印务有限公司印制

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:21.75

字数:514 千字

版次:2011 年 9 月第 1 版

邮政编码:450052

发行部电话:0371-66966070

印次:2011 年 9 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-5645-0448-9

定价:35.00 元

本书如有印装质量问题,由本社负责调换



编写指导委员会

(按姓氏笔画排序)

- | | |
|-----|------------------------|
| 王茂增 | 河北工程大学农学院副教授 |
| 艾志录 | 河南农业大学食品科学技术学院教授 |
| 刘全德 | 徐州工程学院食品生物工程学院副教授 |
| 刘延奇 | 郑州轻工业学院食品与生物工程学院教授 |
| 孙俊良 | 河南科技学院食品学院教授 |
| 朱 珠 | 吉林工商学院食品工程分院教授 |
| 权伍荣 | 延边大学农学院食品科学系教授 |
| 张凤宽 | 吉林农业大学发展学院生物食品学院教授 |
| 张进忠 | 安阳工学院生物与食品工程学院教授 |
| 李新华 | 沈阳农业大学食品学院教授 博导 |
| 汪东风 | 中国海洋大学食品科学与工程学院教授 博导 |
| 肖安红 | 武汉工业学院食品科学与工程学院教授 |
| 邵秀芝 | 山东轻工业学院食品与生物工程学院教授 |
| 陆启玉 | 河南工业大学粮油食品学院教授 博导 |
| 陈从贵 | 合肥工业大学生物与食品工程学院教授 |
| 岳田利 | 西北农林科技大学食品科学与工程学院教授 博导 |
| 侯玉泽 | 河南科技大学食品与生物工程学院教授 |
| 胡耀辉 | 吉林农业大学食品科学与工程学院教授 博导 |
| 章超桦 | 广东海洋大学食品科技学院教授 博导 |
| 蔺毅峰 | 运城学院生命科学系教授 |
| 阚建全 | 西南大学食品科学学院教授 博导 |



主 编 齐玉堂

副 主 编 张维农 舒在习 罗 质
祁 鲲

编写人员 (按姓氏笔画排序)

朱新亮 齐玉堂 祁 鲲

张世红 张维农 罗 质

姚 理 胡传荣 舒在习



近年来,我国高等教育事业快速发展,取得了举世瞩目的成就,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还不能完全适应经济社会发展的需要,迫切需要进一步深化高等学校教育教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质创新性人才的需要。为此,国家实施了高等学校本科教学质量与教学改革工程,进一步确立了人才培养是高等学校的根本任务,质量是高等学校的生命线,教学工作是高等学校各项工作的中心的指导思想,把深化教育教学改革,全面提高高等教育教学质量放在了更加突出的位置。

专业建设、课程建设和教材建设是“质量工程”的重要组成部分,是提高高等教育教学质量的关键。“质量工程”实施以来,在专业建设、课程建设方面取得了明显的成果,而教材是这些成果的直接体现,同时也是深化教学内容和教学方法改革的重要推动力。为此,教育部要求加强新教材和立体化教材建设,提倡和鼓励学术水平高、教学经验丰富的教师,根据教学需要编写适应不同层次、不同类型院校,具有不同风格和特点的高质量教材。郑州大学出版社按照这样的要求和精神,在教育部食品科学与工程专业教学指导委员会的指导下,在全国范围内,对食品类专业的培养目标、规格标准、培养模式、课程体系、教学内容等,进行了广泛而深入的调研,在此基础上,组织全国二十余所学校召开了食品类专业教育教学研讨会、教材编写论证会,组织学术水平高、教学经验丰富的一线教师,吸收了近年来食品类专业教育教学经验和成果特别是各校特色专业建设成果,编写了本套系列教材。

教育教学改革是一个不断深化的过程,教材建设是一个不断推陈出新、反复锤炼的过程,希望这些教材的出版对食品类专业教育教学改革和提高教育教学质量起到积极的推动作用,也希望使用教材的师生多提意见和建议,以便及时修订、不断完善。

编写指导委员会
2010年11月



油脂工业是食品工业的重要组成部分,在国民经济中具有重要的作用和地位。从油料储藏到油脂产品的制取及加工都是油脂工业的重要内容。随着人们对油脂及其相关产品需求的不断增加以及对产品更高的品质要求,油脂工业得到快速发展。人们也在不断寻找新的油料资源、开发新的制油技术、拓展新的应用领域。本书根据食品科学与工程专业(油脂及植物蛋白方向)所开设重点课程油料加工工艺学的教学大纲,以及本专业重点教材建设的要求编写。

全书共分11章,内容包括:油料及油料加工概述、油料的干燥与储藏、油料的预处理、压榨法制油、特殊制油方法、浸出法制油、超临界及亚临界萃取、油脂精炼、油脂改性、食用油脂深加工产品、油脂的包装与储藏等。本书在保持油脂生产基本理论和内容完整的基础上,力求体现现代油脂工业最新发展技术,使其更具科学性、先进性、实用性,力求理论与实践的密切结合。

本书主要作为高等院校食品科学与工程专业专业教科书,也可作为从事油脂、粮食、农业、轻工、食品等专业的科技人员、管理人员的重要参考书。

本书由武汉工业学院齐玉堂主编,张维农、舒在习、罗质、祁鲲任副主编。其中第1章、第3章、第4章、第5章由齐玉堂编写,第2章由舒在习、姚理编写,第6章由张维农编写,第7章由齐玉堂、祁鲲、朱新亮编写,第8章由罗质、张维农、张世红编写,第9章由胡传荣、姚理编写,第10章由姚理编写,第11章由舒在习编写。

在本书的编写过程中,得到了武汉工业学院食品科学与工程学院油脂及植物蛋白教研室、武汉工业学院油脂及植物蛋白工程技术研发中心有关领导和专家的支持及帮助,在此对关心和帮助本书编写和出版的人员一并表示感谢。

由于我们的水平有限,书中错误及不完善之处在所难免,敬请读者和专家批评指正。

编 者

2010年08月



第1章 油料及油料加工概述	1
1.1 油料的种类	2
1.2 油料的结构	17
1.3 油料加工工艺的选择	23
1.4 油料的加工工艺	26
第2章 油料的干燥与储藏	34
2.1 油料的干燥	35
2.2 油料的储藏	39
第3章 油料的预处理	54
3.1 油料的清理	55
3.2 油料的破碎	62
3.3 油料的剥壳、去皮	63
3.4 油料料坯的调质	74
3.5 油料的轧坯	77
3.6 料坯的蒸炒	81
3.7 油料挤压膨化	88
第4章 压榨法制油	90
4.1 压榨法制油概述	91
4.2 压榨法制油的基本原理	91
4.3 影响压榨法制油效果的主要因素	95
4.4 压榨法制油的分类与选择	105
4.5 螺旋榨油机的工作原理	106
第5章 特殊制油方法	113
5.1 水代法制油	114
5.2 水酶法提油	118
5.3 动物油脂的制取	122
5.4 微生物油脂的制备	126
第6章 浸出法制油	132
6.1 植物油脂浸出用的工业溶剂	133

6.2	油脂的浸出	137
6.3	混合油处理	144
6.4	湿粕脱溶	148
6.5	溶剂回收	154
第7章	超临界及亚临界萃取	161
7.1	超临界萃取	162
7.2	亚临界萃取	177
第8章	油脂精炼	183
8.1	毛油中的杂质	184
8.2	悬浮杂质的去除	189
8.3	油脂脱胶	193
8.4	油脂脱酸	201
8.5	油脂脱色	220
8.6	油脂脱臭	232
8.7	油脂脱蜡	242
第9章	油脂改性	248
9.1	油脂分提	249
9.2	油脂氢化	259
9.3	酯交换	278
第10章	食用油脂深加工产品	291
10.1	人造奶油	292
10.2	起酥油	307
10.3	调和油	318
第11章	油脂的包装与储藏	320
11.1	食用油脂的包装	321
11.2	食用油脂的储藏	326
参考文献		337

油料是制油原料的统称,油脂工业中通常将含油率在10%以上且具有取油价值的植物原料或动物组织称为油料。油料包括植物油料、动物油料、藻类油料及微生物油料等。不同油料的化学成分、油脂含量、物理性状存在较大的差别,油脂生产工艺也有所不同。产品质量、副产品质量、生产规模、技术条件、环境保护等对工艺的选择也有较大的影响和限制。

第 1 章

油料及油料加工概述



1.1 油料的种类

油料一般分为植物油料、动物油料、藻类油料及微生物油料等。按其经济用途可分为食用油料和非食用油料。凡可用于提取食用油的制油原料,如大豆、花生、棉籽、芝麻、油菜籽、油茶子、玉米胚、米糠等,都称为食用油料;而非食用油料是指因有怪味或毒素,提取的油脂不宜供人食用的油料,称为非食用油料,如桐子、蓖麻子等。按植物学属性,植物油料可分为草本油料和木本油料。凡是乔木或灌木所生产的油料都称为木本油料,如油茶子、油桐、油橄榄等;凡是草本植物所生产的油料,称之为草本油料,如芝麻、花生、油菜籽等。

1.1.1 草本油料

(1)大豆 大豆的果实为荚果。豆荚内含有1~4粒种子,多为2~3粒。种子的直径在5~9.8 mm之间,多呈椭圆形、球形、卵圆形等形状。

种子由胚和种皮组成,胚占种子重的92%,其中子叶占种子重的90%,余下为种皮之重量。大豆无胚乳,如图1.1所示。子叶是大豆的主要部分,有两片,其中含有丰富的蛋白质和脂肪。子叶的细胞组织内几乎集中了大豆所含的全部脂肪。

大豆种子的种皮色泽因品种而异,通常可分为黄、青、褐、黑及杂色等5种。其中黄色大豆数量最多,且含油量最高。大豆种皮上有明显的种脐、种孔和合点等结构。

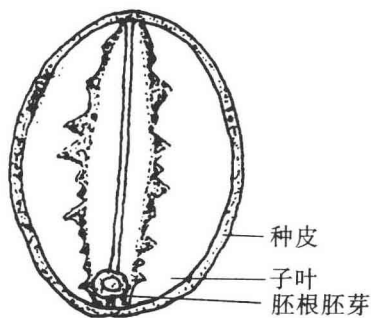


图1.1 大豆种子纵切面解剖图

我国各类大豆按纯粮率分等,以三级为中等标准,低于5等为等外大豆。我国大豆等级指标及其质量标准在GB 1352中列出。我国油脂业用大豆按净粮粗脂肪含量分为5等,以三级为中等标准,低于5等的大豆不适于油脂业用。油脂业用大豆等级指标及其质量标准在GB 8611中列出。近年来,我国油脂工业加工进口大豆的数量逐年增加,进口大豆主要来自美国、巴西、阿根廷等国家。

除传统的大豆品种外,近年来国内外对大豆品种改良做了很多工作,其中利用基因工程生产转基因大豆,其生产成本比传统大豆低,产量高。

(2)油菜籽 油菜为十字花科一年生草本植物。油菜的果实为长角果,每个果荚中一般有15~20粒种子(即油菜籽),多的可达30粒以上。油菜籽一般呈球形,平均直径为1.5~2.4 mm。油菜有三大类型,即芥菜型、白菜型和甘蓝型。三种类型的油菜籽在子粒大小、种皮颜色和含油量方面都有一些差异。

油菜籽由种皮和胚两部分组成,双子叶无胚乳,如图1.2所示。种皮占整个子粒重量的14%~20%,甘蓝型黑子油菜平均含皮率18%,种皮中含有30%以上的粗纤维,菜籽中绝大部分的芥子碱、色素、植酸、单宁等抗营养物质主要存在于种皮中。油菜籽的种皮很薄,有褐、黄、棕、黑等颜色,有光泽。油菜籽的成熟程度与皮色有关,成熟的油菜籽

种皮颜色较深。在种皮上可观察到脐。胚是油菜籽的主要组成部分,胚部有两片发达的子叶,子叶内含有丰富的脂肪和蛋白质,在子叶外部可看到胚乳的遗迹。

传统油菜籽中含有4%左右的硫代葡萄糖甙。在湿热条件下,油菜籽中的硫代葡萄糖甙在芥子酶的作用下降解,产生有毒的化合物,这些分解产物能抑制动物的甲状腺对碘的吸收而发生肿胀,导致代谢紊乱。在油菜籽加工过程中,少量的分解产物转移到油中,大量的残留在饼粕中,因此,油菜籽粕必须经过脱毒处理或限制在饲料中的比例(约10%)才能作为牲畜饲用。

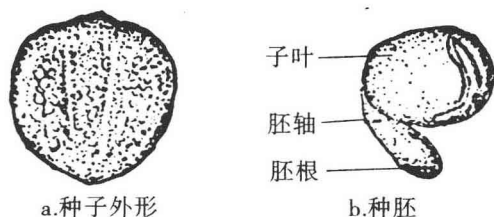


图 1.2 油菜籽

传统品种油菜籽的另一个特点是菜籽油中芥酸含量(40%以上)较高。

目前正在推广的“双低”菜籽品种,具有低芥酸、低芥子甙的特点。用“双低”菜籽制取的菜籽油其芥酸含量可低于1%,饼粕中含芥子甙可低于 $20 \mu\text{mol/g}$ 。双低油菜中的油酸含量达60%,亚油酸的比例大,其食用品质就好。亚麻酸和亚油酸一样,是维持人体生命活动,促进生长和保持正常生理机能的必需脂肪酸之一,但它影响菜油的储藏。亚麻酸不宜太高(以2%~4%为宜)。高芥酸菜油因芥酸含量高,对人体健康有重要意义的油酸、亚油酸含量就低,长期食用高芥酸的菜油会使人体心脏包膜变厚,加剧心血管疾病的发生。因此高芥酸菜油的营养品质是差的。

我国油菜籽的国家标准为 GB 11762,各类油菜籽按含油量分8个等级,8个等级的含油量从40%~33%,每个等级的含油量差别为1%,杂质含量为3%,水分含量为8%。

(3) 棉籽 棉籽是棉花作物的种子,成熟的棉籽除去短绒后呈黑色,外观形状呈不规则梨状的圆锥形或卵圆形,毛棉籽纵剖面图如图1.3所示。棉籽粒的大小因品种及成熟程度而不同,一般长8~12 mm,宽5~7 mm 棉籽的千粒重50~130 g。

棉籽的外表有短绒的称毛棉籽,除去短绒的称光子。短绒一般占毛子重量的10%~14%。棉籽由壳和仁两部分组成,一般壳占25%~40%,仁占75%~60%。壳相当坚硬,含油0.3%~1.0%,含蛋白质约3%,且含深棕色色素。棉籽用于油脂制取时一般要先脱绒和剥壳后再制油。棉籽容重为 $400 \sim 440 \text{ kg/m}^3$,棉仁容重 $720 \sim 800 \text{ kg/m}^3$,棉籽的安全水分为11%~12%。

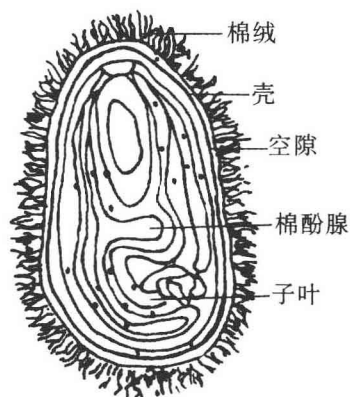


图 1.3 毛棉籽纵剖面

棉籽仁即为胚,是两片卷曲状的子叶,黄白色,富含油脂。棉籽整子含油15%~25%,棉仁含油32%~46%,含蛋白质30%左右。棉仁中含有0.5%~2.5%的棉酚。棉酚在制油工艺中可部分溶解在毛油中。根据制油工艺的不同,毛棉油中的棉酚含量也不同。一般经热榨的毛棉油中棉酚含量为0.25%~0.47%,已烷浸出所得毛棉油中棉酚含量为0.05%~0.42%。棉籽毛油中的棉酚可在油脂精炼过程中除去,精炼棉籽油中棉酚含量为0.01%或更少。随着油脂精炼技术的发展提高,商品精炼棉籽油中棉酚含量不断降低,甚至没有可检出的棉酚。棉籽饼粕因含有有毒的棉酚而通常用作肥料,也可用作反刍动物的饲料,棉籽饼粕经脱除棉酚后,可作饲料。

或制取蛋白粉。棉籽壳中含有丰富的多缩戊糖(26%),经水解后生成糠醛,是一种化工产品。近年来国内外已培育出无棉酚的棉花新品种。

我国棉籽的国家标准为 GB 11763,棉籽按含油量分 5 个等级,5 个等级的含油量从 18% 依次下降至 14%,每个等级的含油量差别为 1%。杂质含量为 2%,水分含量为 11%,色泽和气味应正常。

(4)花生 花生果实为荚果,其形状、大小及重量因品种不同而有差异。花生荚果一般呈茧状,每荚内含种子(花生仁)2~3 粒。花生果外壳是由木质化的粗纤维组成,外层凹凸不平,有网纹,呈土黄色或白色,质脆易碎,与种子的连接不牢固,在外力作用下可将其破碎与种仁分离。花生壳占花生果重量的 27%~33%,壳中含油 0.5%~1.0%,含蛋白质 4%~5%。花生仁呈长圆、长卵、短圆等形状,通常称之为“花生米”。花生仁由种皮和胚两部分组成。花生种皮又称“花生红衣”,很薄,其含量占种子的 2.5%~3.5%,颜色因品种而异,常见的有紫红、淡红、褐红等。种皮含油 14% 左右,干燥后易剥离。胚由胚芽、胚茎、胚根及两片子叶组成。花生子叶为乳白色,肥厚且有光泽,其重量占种子总重的 90% 以上。花生果容重 216~240 kg/m³,花生仁容重为 600~680 kg/m³。花生仁各部分组成如表 1.1 所示。

表 1.1 花生仁各部分组成(以质量分数计)

组成	水分	蛋白质	脂肪	粗纤维	灰分	碳水化合 物	总糖	还原糖
胚(子叶)	3.9%~13.2%	12%~36.4%	35.8%~54.2%	1.2%~4.3%	1.8%~3.1%	—	—	0.1%~0.3%
胚芽	—	28.3%	42.4%	1.8%	3.1%	—	12%	7.9%
种衣	9%	12.2%	1.2%	19.3%	2.1%	49.2%		

花生果的质量标准(GB 1532—1986)以纯仁率表示,分 5 个等级,纯仁率分别为 71.0%、69.0%、67.0%、65.0%、63.0%。以三等为中等指标,杂质为 1.5%,水分南方三省(区)(广东、广西、福建)为 9.0%,一般地区为 10.0%。

(5)芝麻 芝麻的果实是一种蒴果,一个蒴果可结子,50~100 粒,甚至更多。芝麻子粒的形状为卵形或梨形,一端圆钝,一端稍尖,稍扁平。芝麻子粒较小,长 3~4 mm,宽 1.6~2.3 mm,千粒重在 2~4 g。芝麻子粒的种皮薄而光滑,颜色有白、灰、琥珀、黄棕、紫、黑色多种。芝麻按皮色可分为白芝麻、黑芝麻和黄芝麻 3 种。芝麻种子由种皮、胚乳、子叶和胚组成,芝麻粒横剖面图如图 1.4 所示,其子粒是双子叶植物。种皮内的一层白色薄膜即为胚乳,其厚度为 80~100 μm,胚乳中含有大量油脂和蛋白质。胚含有二片子叶,其中也充满着油脂和蛋白质。

芝麻含有丰富的油脂和蛋白质,具有较高的食用价值。不同类型芝麻子的组成受基因和环境因素的影响较显著。皮占芝麻重的 15%~20%,其中含有 2%~3% 的草酸和 1%~2% 的钙及其他矿物质和粗纤维,皮有很大的苦味,因此用作食品时最好把皮除去。如子完全去皮,草酸就能从子重的 3% 降到 0.25%。

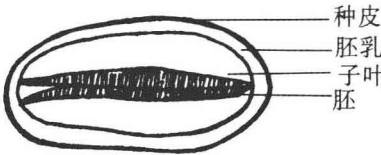


图 1.4 芝麻粒横剖面

芝麻油在许多化学、生物和生理特性方面与其他植物油显著不同。大部分这些不寻常的特性是由于它含有独特的不皂化物成分如芝麻酚、芝麻素和芝麻酚林。这些内源性抗氧化剂使芝麻油对氧化变质具有不同寻常的稳定性。芝麻油是天然的色拉油,几乎不需要冬化,是极少数不需要任何精炼即可直接食用的植物油。因此芝麻有“油料作物的皇后”的美称。芝麻的油脂制取工艺多为压榨法、预榨浸出法及水代法。水代法制取的芝麻油,常称作小磨香油,香味可口,一般作冷调油使用。压榨法制取的芝麻油称作机榨香油或称“大槽油”,油的香味略逊。用预榨饼浸出所得的芝麻油经过精炼为普通芝麻油。

我国芝麻的国家标准为 GB 11761,分为食品用和制油用两类,食品用芝麻按净子纯质率分为3个等级,从一等至三等的纯质率分别是98%、96%、94%,杂质含量2.0%,水分8.0%,色泽气味正常。制油用芝麻按含油量分为5个等级,从一等至五等的含油率分别是51%、50%、49%、48%、47%,杂质含量2.0%,水分8.0%,色泽气味正常。

(6) 葵花子 葵花子是一种瘦果,呈扁卵形,中间较厚,边缘较薄。其种类有食用、油用和中间3种。油用葵花子子粒小,长8~15 mm,壳薄,呈黑色或暗紫色,有光泽,含壳率为29%~30%,子仁含油40%~50%。葵花子由果皮(即壳)和种仁两部分组成,二者不结合在一起,如图1.5所示。

葵花子壳主要由纤维素、半纤维素和木质素组成,油脂含量少,结构疏松且有多量的毛细孔,能吸收大量的油脂,所以须去壳制油,否则饼粕残油率很高。壳中含蜡0.4%~10.7%,占整子含蜡的75%。脱壳后制取的油中含蜡量为0.011%~0.015%。

种仁由种皮及胚组成,种仁呈乳白色,稍扁平,主要由肥大的子叶及胚根、胚芽组成,外包一层很薄的种衣,细看有茸毛,油脂主要存在于子叶中。葵花子仁饼粕的蛋白质含量高达50%,营养价值较高,但含少量绿原酸和咖啡酸,氧化后产生绿色,经处理后是饲料蛋白质的重要资源。

我国葵花子的国家标准为 GB 11764—1989,按纯仁率分3等,油用葵花子从一等至三等的纯仁率分别是68%、65%、62%。杂质含量1.5%,水分11.0%,色泽气味正常。

(7) 米糠 米糠是稻米加工中的副产品。稻谷由外壳至中心分为稻壳、外果皮、中果皮、交联层、种皮、糊粉层、糊粉内胚乳,在它的下部是胚芽。稻谷的构造如图1.6所示。碾米时,先去掉稻壳,去掉了稻壳以后的谷粒叫糙米,把糙米碾去米糠和米胚芽,就得到了精白米。米糠是由外果皮、中果皮、交联层、种皮和糊粉层组成的。米胚芽虽然不是米糠,但它的密度和大小与米糠

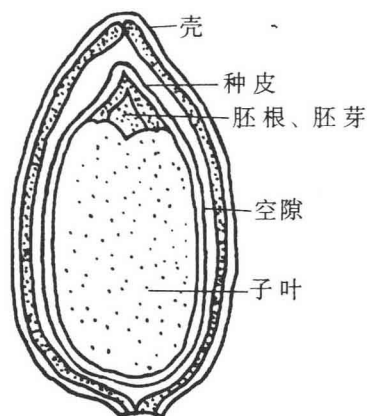


图1.5 葵花子形态结构图

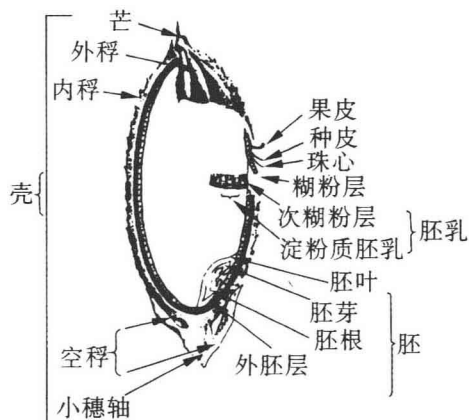


图1.6 稻谷的构造

相近,碾米时经常和米糠混在一起,因此,通常说的米糠实际上包括了米胚芽。稻壳的重量占稻谷的 16% ~ 23%,米糠的重量占 5% ~ 5.5%,米胚芽占 2.5% 左右,精白米占 72% ~ 72.5%。米糠的化学成分以糖类、脂肪和蛋白质为主,此外还含较多的灰分和维生素。其中油脂含量因品种不同及米糠中夹杂物数量的不同而有差异,通常在 12% ~ 20%。籼稻米糠的含油率比粳稻米糠高。

米糠与其他油料不同,其内含有非常活泼的解脂酶,如不及时榨油或加以处理,则米糠中的油脂可以很快地被其分解成为脂肪酸和甘油,致使米糠酸败变质。如在夏季,新鲜米糠每小时酸价上升 2 ~ 4,只要 2 ~ 3 d,几乎可将油分完全分解。为了防止酶对油脂的分解作用,米厂生产出的米糠应尽快提取油脂,即做到新糠当天加工,否则要对米糠进行稳定化处理,以钝化其中所含酶类。

米糠油的制取一般采用压榨或直接浸出法。米糠饼粕可作饲料。毛米糠油中含有 2% ~ 3% 的谷维素。脱脂米糠中含有 10% ~ 11% 的植酸钙镁,从脱脂米糠中提取出的植酸钙镁,含有 20% 左右肌醇,可用来作为生产肌醇的原料。

(8) 玉米胚 玉米子粒的形态特征和构造 见图 1.7。玉米子粒由皮层、胚乳和胚组成。皮层占子粒重的 6% ~ 8%;胚乳占子粒重量的 80% ~ 85%;玉米的胚很大,占子粒重量的 10% ~ 15%。纯净玉米胚的成分为(干基):油脂 36% ~ 47%,蛋白质 15% ~ 24%,糖类 20% ~ 24%,纤维素约 7%,灰分约 6%,还有维生素 E(90 ~ 250 mg/100 g)。由于玉米胚芽富含脂肪,因此,在玉米制品的生产中可将胚芽分离出来,作为制油的原料。

玉米胚芽的分离方法有干法和湿法两种。玉米胚的制油工艺主要采用预榨浸出工艺。玉米油是一种优质的食用油脂。它富含人体必需脂肪酸(亚油酸)和维生素 E,此外,植物甾醇的含量也很高,因此,被认为能够降低血液胆固醇、降低血压和降低冠心病的发生率,对人类营养结构有重要作用。

(9) 蓖麻子 蓖麻子属大戟科,含油量很高,一般达 50% 左右。蓖麻油主要供工业及医药用,因蓖麻油中含有毒质(蓖麻素)不能作为食用油。

蓖麻子的果实为蒴果,呈球形或椭圆形。果壳裂瓣上有缝,且密生粗大的刺,但也有无缝无刺的。蒴果通常 3 ~ 4 室,每室内生有一粒种子,即蓖麻子。蓖麻子呈椭圆形、微扁,一端钝圆。种皮为角质,壳坚硬而脆,壳上有一层蜡质,色泽美丽,有褐色底,上有银灰色花纹。

蓖麻子由种皮、种阜、胚乳、子叶、胚所组成(图 1.8)。种皮分为外种皮与内种皮,外种皮坚硬,内种皮为柔软薄壁细胞组织。种子略窄的一端有肾形种阜,是种皮外的附生物,由珠孔附近的珠被扩展而成,有的种阜中央有一条横沟。在种子的略平一面有一条明显的种脊,几乎与种子同长。种脐则位于略平一面的尖端紧靠种阜,合点在略平一面

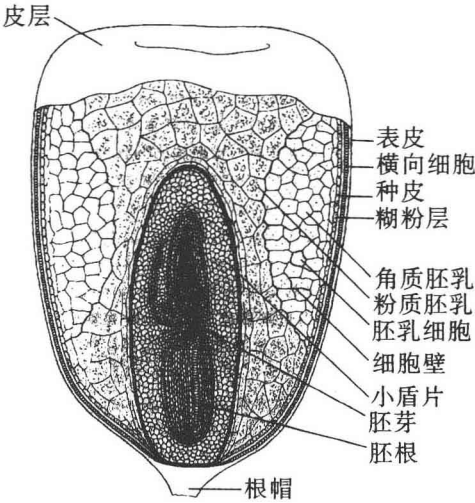


图 1.7 玉米粒的构造

的钝端。珠孔在隆起一面的尖端,紧靠种阜。

胚乳很大,呈白色,将胚包在其中。胚有两片薄膜状的白色子叶,上有明显的脉纹、胚根、胚茎和胚芽。

蓖麻子壳、仁比例组成为:壳 24.49%,仁 75.51%。

果实与种子之间的关系如下:

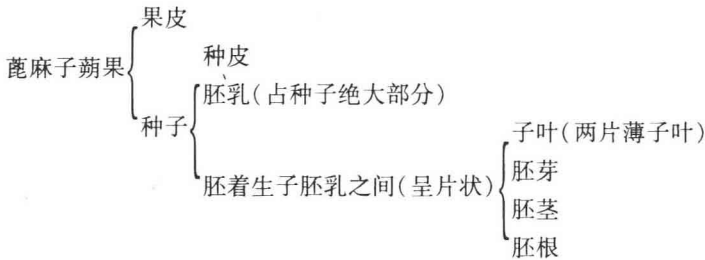


图 1.8 蓖麻子的形态

(10)大麻子 大麻子又叫线麻子或称小麻子。属大麻科属,一年生草本植物。全国各省均有栽培,以东北最多,吉林省是大麻子主要产区之一。大麻子果实为球形瘦果,顶端尖,色深灰,上有黑色斑纹,内有一粒种子,其形态构造如图1.9。含油在30%左右,果皮与种皮分离,种子可榨油,供食用及工业用。

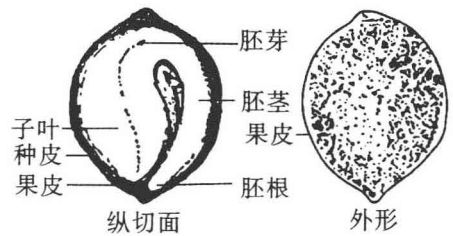


图 1.9 大麻子的形态

(11)亚麻子 亚麻属于亚麻科,是一年生草

本植物。亚麻分油用、纤维用、油与纤维兼用3种类型。油用亚麻通常为胡麻。它的茎秆较矮,分枝多,分枝部位低,花与蒴果多,种子含油量高。纤维用亚麻就是通常所说的亚麻,它的茎秆较高,分枝少,分枝部位高,花与蒴果少,茎秆出麻率高。兼用亚麻出麻率高,其性状则介于油用和纤维用之间,能收获种子榨油,茎秆能剥制纤维。胡麻在我国北方种植较多。亚麻(胡麻)果实为蒴果,呈圆桃形,每蒴果内通常有10粒种子。种子呈扁卵形,前端稍尖锐。种子表面光滑,为浅黄或暗褐色。种子由种皮、内胚乳和胚三部分组成,其形态构造如图1.10。种子大小差别甚大,一般大粒种子的千粒重7~9g,中粒种子的千粒重5~7g,小粒种子的千粒重3~5g。含油率一般在35%左右。

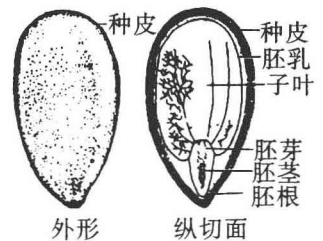


图 1.10 亚麻子的形态

1.1.2 木本油料

(1)油茶 油茶是我国南方重要的木本油料树种。具有栽培历史悠久、分布区域广、栽培面积大、用途多等特点。充分利用宜林荒山、丘陵积极发展油茶生产,对我国经济建设 and 人民生活都有十分重要的意义。

油茶适于低山丘陵地带,在世界上分布不广,我国为其自然分布中心地区,其水平分布具有分布区广、很多地区分布不连续以及分布区内不同地区气候条件差异很大的特点。我国有一定栽培面积和栽培历史的油茶物种有:普通油茶、小果油茶、越南油茶、攸县油茶、浙江红花油茶、广宁红花油茶、腾冲红花油茶、宛田红花油茶、茶梨、博白大果油茶、白花南山茶、南荣油茶和苍梧红花油茶等 13 种。

油茶果内仅种仁内含有油,故种子为油茶栽培的目的物。种子自子房内胚珠经受精后发育而来。胚珠初呈白色,甚微小。幼果结成后至 5 月下旬才出现种子的雏形,渐次生长增大,此时种壳柔软,仍呈白色,种子内种仁开始形成,但大部分为水分。至 4 月上旬种壳渐转硬,自 6 月下旬至 7 月上旬随果实的加速肥大,发生子叶,并迅速生长。至 7 月中旬以后,果实更迅速增大,种子的体积和重量也急剧增加,至 8 月上旬其生长达最高峰,此时子叶细胞内开始出现油分。

自子叶出现后,种子重量和体积迅速增加,但含水量随时期的进展反逐渐减少。这说明子叶出现后,茶果的生长发育进入干物质累积和种仁中油脂转化的过程。成熟的种子为三角状卵形或不规则形,有棱角,如图 1.11 所示。深褐或黄褐色,有光泽,种皮骨质而薄,油茶的干种仁含油分 43.56%,水分 8.6%,蛋白质 8.66%,粗纤维 3.26%,皂素 8.65%,灰分 2.59%,无氮萃取物 24.63%。

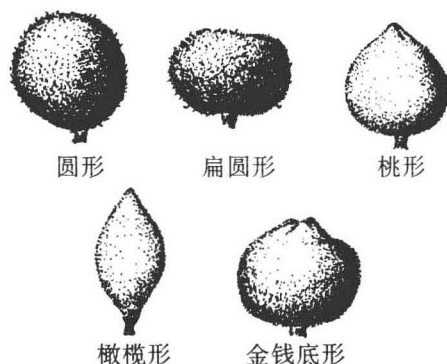


图 1.11 普通油茶果形

(2) 乌柏子 落叶乔木,高达 15 m,具乳汁。

树皮暗灰色,有纵裂纹。叶互生;叶柄长 2.5 ~

6 cm,顶端有 2 腺体;叶片纸质,菱形至宽菱状卵形,长和宽 3 ~ 9 cm,先端微凸尖到渐尖,基部宽楔形;侧脉 5 ~ 10 对。穗状花序顶生,长 6 ~ 12 cm;花单性,雌雄同序,无花瓣及花盘;最初全为雄花,随后有 1 ~ 4 朵雌花生于花序基部;雄花小,10 ~ 15 朵簇生一苞片腋内,苞片菱状卵形,先端渐尖,近基部两侧各有 1 枚腺体,萼杯状,3 浅裂,雄蕊 2,稀 3,花丝分裂;雌花具梗,长 2 ~ 4 mm,着生处两侧各有近肾形腺体 1,苞片 3,菱状卵形,花萼 3 深裂,子房光滑,3 室,花柱基部合生,柱头外卷。蒴果椭圆状球形,直径 1 ~ 1.5 cm,成熟时褐色,室背开裂为 3 瓣,每瓣有种子 1 颗;种子近球形,黑色,外被白蜡,如图 1.12 所示。花期 4 ~ 7 月,果期 10 ~ 12 月。

果实含水 7.62%,灰分 6.78%,蛋白质 76.43%,粗纤维 4.90%,总 SiO_2 0.065%,K 0.943%,Ca 0.27%,Mg 0.875%,Fe 0.032%,P 1.60%,N 12.23%。蛋白质的氨基酸以精氨酸、天门冬氨酸、谷氨酸含率较高;大鼠饲养实验证明该蛋白质的赖氨酸与甲硫氨酸不足;其营养价值优于小麦蛋白;两种蛋白质合用,则呈明显的互补作用。种子蜡层含固体脂 74.75%,壳含 34.94%。种仁含油 64.1%。种子蜡层主要为各种脂肪酸的甘油酯:甘油油酸二棕榈酸酯、甘油硬脂酸二棕榈酸酯、甘油三棕榈酸酯、甘

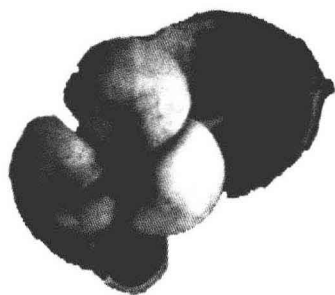


图 1.12 乌柏子