

# 油脂制取与加工工艺学

江苏财经职业技术学院

# 目 录

## 前言

绪论	1
一、油脂工业在国民经济中的作用和地位	1
二、世界及中国油料和油脂生产的发展状况	2
三、油脂工业的发展过程、现状及趋势	3
四、本书的主要内容	8
第一章 油料	10
第一节 油料种子的形态和结构	10
一、油料种子的形态和基本结构	10
二、油料种子的细胞结构	12
第二节 油料种子化学组成及其存在状态	16
一、油脂	17
二、蛋白质	18
三、糖类	20
四、类脂物	21
五、水分及矿物质	22
六、其他成分	22
七、特殊成分	24
第三节 主要油料种子的形态和特点	24
一、大豆	24
二、油菜籽	27
三、花生	28
四、棉籽	29
五、葵花籽	30
六、芝麻	31
七、亚麻籽	32
八、红花籽	32
九、蓖麻籽	33
十、月见草籽	34
十一、油茶籽	35
十二、油桐籽	35

十三、乌柏子 .....	36
十四、油棕(果) .....	36
十五、椰子 .....	37
十六、油橄榄 .....	38
十七、可可 .....	39
十八、米糠 .....	40
十九、玉米胚 .....	41
二十、小麦胚 .....	42
<b>第二章 油料储藏 .....</b>	<b>43</b>
<b>第一节 油料的储藏性质 .....</b>	<b>43</b>
一、油料的物理性质 .....	43
二、油料的生理性质 .....	48
<b>第二节 油料在储藏期间的品质变化 .....</b>	<b>54</b>
一、结露 .....	55
二、发热 .....	56
三、霉变 .....	59
四、油料储藏期的工艺品质变化 .....	61
<b>第三节 油料储藏技术 .....</b>	<b>61</b>
一、干燥储藏 .....	62
二、通风储藏 .....	62
三、低温储藏 .....	63
四、密闭储藏 .....	64
五、气调储藏 .....	65
<b>第四节 油料储藏仓库 .....</b>	<b>66</b>
一、油料储藏仓库的分类 .....	66
二、主要仓型及其储藏性能 .....	67
<b>第五节 主要油料的储藏 .....</b>	<b>70</b>
一、大豆 .....	70
二、油菜籽 .....	72
三、花生 .....	75
四、棉籽 .....	77
五、芝麻 .....	78
六、米糠 .....	79
<b>第三章 油料预处理 .....</b>	<b>80</b>
<b>第一节 油料的清理 .....</b>	<b>80</b>
一、油料清理的目的和要求 .....	80

二、筛选 .....	81
三、风选 .....	92
四、比重法去石 .....	95
五、磁选 .....	97
六、并肩泥的清选 .....	100
七、除尘 .....	102
第二节 油料水分的调节 .....	105
一、油料水分调节的意义和要求 .....	105
二、油料水分调节的机理 .....	106
三、油料水分调节的动力学 .....	110
四、油籽水分调节的工艺与设备 .....	113
第三节 油料的剥壳及脱皮 .....	118
一、油料剥壳 .....	118
二、油料剥壳后的仁壳分离 .....	127
三、油料脱皮 .....	130
第四节 油料生坯的制备 .....	134
一、油料的破碎 .....	134
二、油料的软化 .....	136
三、油料的轧坯 .....	137
四、生坯干燥 .....	149
第五节 油料的挤压膨化 .....	151
一、油料挤压膨化的目的及意义 .....	151
二、油料挤压膨化设备 .....	152
三、油料挤压膨化浸出工艺 .....	155
第六节 料坯的湿热处理 .....	155
一、料坯湿热处理的的目的及意义 .....	156
二、豆坯湿热处理工艺 .....	157
三、大豆油脂生产中不水化磷脂形成的原因及湿热处理对其影响 .....	157
<b>第四章 压榨法取油</b> .....	<b>161</b>
第一节 料坯的蒸炒 .....	161
一、蒸炒的目的和类型 .....	161
二、湿润蒸炒理论 .....	162
三、湿润蒸炒设备 .....	170
四、湿润蒸炒工艺技术 .....	173
第二节 压榨法取油 .....	174
一、压榨法取油的基本原理 .....	175

二、液压榨油机取油 .....	182
三、螺旋榨油机取油 .....	185
<b>第三节 毛油中悬浮物的分离</b> .....	203
一、毛油悬浮体系的特点及分离方法 .....	204
二、压榨毛油的油-渣分离 .....	205
三、毛油悬浮物的沉降法分离 .....	206
四、毛油悬浮物的过滤法分离 .....	210
<b>第五章 浸出法取油</b> .....	221
<b>第一节 溶剂</b> .....	221
一、油脂浸出对溶剂的要求 .....	221
二、油脂在有机溶剂中的溶解度和混合油的性质 .....	222
三、浸出植物油脂所用的工业溶剂及其特点 .....	225
<b>第二节 油料的浸出</b> .....	233
一、浸出过程的理论基础 .....	233
二、各种因素对油脂浸出深度和速度的影响 .....	243
三、油脂浸出方法和设备 .....	247
四、浸出新工艺探讨 .....	270
<b>第三节 混合油处理</b> .....	279
一、混合油处理工艺 .....	279
二、混合油的净化和预热 .....	281
三、混合油蒸发 .....	286
四、混合油汽提 .....	292
五、混合油蒸发和汽提工艺 .....	298
六、蒸发、汽提时混合油组分的变化 .....	302
<b>第四节 湿粕处理</b> .....	303
一、对成品粕质量的要求 .....	304
二、蒸脱湿粕中的溶剂 .....	305
三、溶剂-水蒸气的混合气体净化 .....	320
四、粕的后处理 .....	324
<b>第五节 溶剂回收</b> .....	332
一、溶剂蒸汽的冷凝回收 .....	332
二、溶剂和水混合液的分离 .....	340
三、自由气体中的溶剂气体的回收 .....	343
四、油脂浸出生产中的溶剂消耗 .....	349
<b>第六章 油脂精炼</b> .....	351
<b>第一节 毛油的组分及其性质</b> .....	351
一、悬浮杂质 .....	351

二、水分 .....	351
三、胶溶性杂质 .....	352
四、脂溶性杂质 .....	356
五、多环芳环烃、黄曲霉素及农药 .....	360
第二节 油脂脱胶 .....	362
一、水化脱胶 .....	363
二、酸炼脱胶 .....	377
三、其他脱胶法 .....	378
第三节 油脂脱酸 .....	379
一、碱炼脱酸 .....	379
二、其他脱酸方法 .....	412
第四节 脱色 .....	415
一、吸附脱色 .....	417
二、其他脱色法 .....	433
第五节 脱臭 .....	435
一、脱臭的理论 .....	435
二、影响脱臭的因素 .....	442
三、脱臭工艺 .....	445
四、脱臭设备 .....	459
第六节 脱蜡 .....	463
一、脱蜡的意义及机理 .....	464
二、脱蜡设备 .....	467
三、脱蜡工艺 .....	471
<b>第七章 油脂制取与加工工艺流程 .....</b>	<b>478</b>
第一节 油脂制取与加工工艺流程的选择 .....	478
一、根据不同油料品种确定合理的工艺流程及操作条件 .....	478
二、根据产品及副产品的质量要求选择油脂生产工艺 .....	479
三、根据油脂生产技术和具体生产条件选择油脂生产工艺 .....	480
第二节 油料的预处理压榨工艺 .....	480
一、预处理压榨的一般工艺过程 .....	480
二、主要油料的预处理压榨工艺 .....	481
第三节 油脂浸出工艺 .....	495
一、油脂浸出的一般工艺过程及分类 .....	495
二、典型的油脂浸出工艺流程 .....	495
第四节 油脂精炼工艺 .....	499
一、油脂精炼工艺的一般过程 .....	499
二、典型油脂精炼工艺 .....	500

# 绪 论

## 一、油脂工业在国民经济中的作用和地位

油脂工业是我国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、轻工业和化学工业的基础产业,肩负着满足人民日益增长的物质需求和为国家经济建设提供积累的双重任务,在我国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。

油脂工业的任务: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;利用油脂改性技术,生产多种食品专用油脂制品;在提取油脂的过程中保持并改善饼粕的质量,得到高品质的饲用饼粕或食用饼粕;对油料进行精深加工和综合利用,从油料和油脂生产副产物中提取高附加值的产品。

油脂是人类生活的必需品。其主要功能是为人体提供热量、必需脂肪酸及脂溶性维生素。油脂的发热量大,单位重量油脂的发热量是蛋白质和糖类的两倍。油脂还提供人体无法合成而必须从植物油脂中获得的必需脂肪酸(亚油酸、亚麻酸等)以及供给多种油溶性维生素(维生素 A、维生素 D、维生素 E、维生素 K),缺乏这些物质,人体会产生多种疾病甚至危及生命。此外,油脂作为食品加工的重要热媒介质(如煎炸),能改善和增进食品的风味。油脂深加工制品(如起酥油)用作食品造型、起酥性等,赋予食品良好的口感和风味。

油脂又是重要的工业原料。油脂可直接用作生产肥皂、油漆、皮革、医药、润滑油等。由油脂所得的油脂化学品(如脂肪酸、脂肪醇等)可以生产蜡烛、化妆品基料、表面活性剂、乳化剂、增塑剂、润滑剂、石油添加剂、织物处理剂等。这些油脂化学品在冶金、石油、机械、航空、汽车、电器、化工、纺织、建筑、医药等工业广泛应用。

植物油料中含有丰富的蛋白质。因此,油料既是重要的油脂资源,又是重要的蛋白资源。例如,豆类油料蛋白占世界总蛋白质资源的 13%。提取油脂后的油料饼粕主要用做饲料。例如,大豆粕的 80%用做饲料,它是动物全价配合饲料中蛋白质的主要原料。大豆粕占世界饲料所用饼粕的 62%,已成为世界动物饲料市场发展的决定性因素。油料饼粕也越来越多的用于食品生产,如利用低温脱溶豆粕生产多种食用大豆蛋白产品(如大豆分离蛋白、浓缩蛋白等),这些产品用于肉制食品的配料、高蛋白饮料或其他食品。对于含有毒性的饼粕(如棉籽饼粕、菜籽饼粕、茶籽饼

粕等),可以经脱毒处理后用作饲料,也可以直接用作肥料。

油料中还含有磷脂、糖类、维生素 E、甾醇等多种营养物质及微量生物活性成分。例如,大豆磷脂对动脉硬化、高血脂、肝功能障碍有一定疗效;大豆异黄酮是有效的抗氧化剂,它能通过抑制低密度脂蛋白胆固醇的氧化而降低动脉粥样硬化的发生,还能作为弱雌性激素保护绝经后妇女的抗患心脏病能力;大豆皂甙可以降低血浆胆固醇,并对预防结肠癌有作用。将油料中除油脂及蛋白质之外的其他营养物质和生物活性成分在油脂生产过程中或之后提取出来并加以利用,也逐渐成为植物油脂生产的重要内容。

## 二、世界及中国油料和油脂生产的发展状况

植物油料是油脂工业的原料,植物油料资源的发展是油脂工业持续发展的基础。19 世纪美国南北战争(1861~1865)后迅速崛起的美国棉籽业,使棉籽成为重要的油料资源。二战后时至今日,美国及中南美国家大豆业的蓬勃兴旺,加拿大双低菜籽的成功开发,马来西亚热带棕榈异军突起,构筑和奠定了世界油料发展的格局。目前,大豆成为世界上第一大油料作物,其次为棕榈、菜籽、葵花籽、花生、棉籽。

据“世界油脂”和其他机构的报道,正常年景全球主要油料作物(当年生油料)的种植面积为 2 亿公顷左右,油料总产量约为 2.7 亿吨~2.9 亿吨,折合油脂总量约为 5720 万吨。其中,大豆 16 000 万吨左右,占总产量的 55%~59%,折大豆油为 2364 万吨;油菜籽 3800 万吨~4200 万吨,占总产量的 16%,折菜籽油为 1616 万吨;葵花籽 2500 万吨~3000 万吨,占总产量的 10%,折葵花籽油为 657 万吨;花生 3200 万吨,占总产量的 12%,折花生油为 460 万吨;棉籽油 477 万吨;芝麻油 70 万吨;亚麻籽油、玉米胚芽油等其他油脂 80 万吨。多年生油料折油 2480 万吨。其中,棕榈油 1750 万吨;棕榈仁油 217 万吨;椰子油 330 万吨;橄榄油 183 万吨。植物油脂年总产量超过 8200 万吨。

中国是世界主要油料生产国之一,特别是改革开放以来,油料生产发展很快。1999 年,油料产量 2601 万吨,加上 1440 万吨大豆(70%用作制油)和 600 万吨棉籽,用于油脂生产的油料约为 4200 万吨以上。我国大豆年产量约为 1450 万吨,居世界第四位;油菜籽产量约为 1100 万吨,花生产量约 1265 万吨,棉籽约 600 万吨,芝麻约 74 万吨,这几种油料产量均居世界第一位;葵花籽约 176 万吨,其他约 75 万吨。

近几年,中国国产油料生产食用油总量基本维持在 720 万吨~800 万吨。其中:菜籽油约为 300 万吨,棉籽油约为 140 万吨,大豆油约为 150 万吨,花生油约为 160 万吨,葵花籽油约为 15 万吨,胡麻油约为 10 万吨,芝麻油约为 8 万吨,米糠油和玉米胚芽油约为 3 万吨。折合年人均食用油供给 6 千克。近年我国实际的年油脂消费量约 1100 万吨~1200 万吨,折合人均年油脂消费 8 千克。国产油料的年油脂生

产量和我国人民年油脂消费量之间存在着 300 万吨~400 万吨的缺口,并且随着人民生活水平的提高,这一缺口每年以 3%~5% 的速率增加(据“世界油脂”预测,全球油脂消费增速为 2.2%~4%,中国未来油脂消费增长率为 5.3%~5.8%)。为了弥补国内油源的不足,满足不断增长的油脂消费需求,我国从国际市场进口油脂的数量也在不断增加。如在 1989 年首次突破 100 万吨之后,在 1995 年进口量达到 353 万吨。进口油脂数量的猛增,使国内油脂价格下跌约 8%,对国内油脂工业造成很大冲击。另外,在油脂消费迅速增长的同时,作为饲料工业和养殖业主要原料的油料饼粕(尤其是大豆粕)的消费需求也在快速增长。如我国在 1993 年豆粕生产量 540 万吨,在满足国内需求的同时还有少量的豆粕出口,但自 1994 年开始豆粕生产量已无法满足国内的消费需求,开始从国外进口豆粕,以后进口数量逐年增加。1998 年国内豆粕消费量已达到 1300 万吨。近年我国年豆粕消费量维持在 1300 万吨~1400 万吨(加之发酵等用途,需求量甚至达 1600 万吨)。而我国国产油料生产豆粕量约为 700 万吨~800 万吨,需要进口豆粕量为 600 万吨~700 万吨。

为了满足国内油脂和豆粕的消费需求,又保护和促进了国内油脂工业的发展,国家开始政策调整,控制和减少了进口油脂和豆粕,改为进口油料。在进口的油料中,主要是大豆和菜籽。如 1999 年进口油料 690 万吨,其中大豆 431.86 万吨,菜籽 259 万吨,进口的大豆和油菜籽 100% 用于制油,如果分别按 15%~18% 和 35%~38% 的出油率计算,1999 年进口油料折油在 176 万吨。1999 年直接进口油脂为 223 万吨,其中棕榈油为 119.4 万吨,大豆油为 80.4 万吨,菜籽油为 6.9 万吨。当年进口油料折油加直接进口油脂共计 399 万吨。2000 年进口大豆 1010 万吨,2001 年进口大豆 1300 万吨~1400 万吨。

随着中国经济的增长和人民生活水平的提高,食用植物油消费量在逐年增加,食用植物油的使用范围也在扩大,在今后的 10~20 年里,中国人均年消费食用植物油脂达到 10~15kg 是有可能的,到时中国将是一个近 14 亿人口的国家,那时植物油脂的消费可能达到 1500 万吨~2000 万吨。然而,世界卫生组织(WHO)建议成年人油脂消费量 20~25kg。可见,即使如此,我国的油脂消费水平与世界平均油脂消费水平仍然有很大差距。油脂工业的发展空间是巨大的。

### 三、油脂工业的发展过程、现状及趋势

油脂工业有着悠久的历史。早在人类穴居时代,古代劳动人民从生活实践中就发现从曝晒植物籽仁中可以取得油脂。在发掘埃及坟墓和金辽塔时发现了存有油脂残余物的陶罐,其中包括棕榈油和作为它分解产物的棕榈酸。根据历史学家的考证,大约 2000 多年前,在尼罗河山谷中古老的埃及人民已经把亚麻分开用来加工成纤维和提取油脂。早在 14 世纪初叶,我国即有楔式榨油的完整记录。17 世纪,我国农书《天工开物》中,对我国特有的水代法制油方法也有了详细的记载。那时的油

脂制取基本上处于原始的手工作坊生产。1785年英国发明了液压榨油机,到19世纪初开始应用在工业。与此同时,制油的辅助设备也有了许多改进和发展,如蒸炒锅的使用,在1830年由火力加热改用蒸汽加热。20世纪初动力螺旋榨油机的发明(1900)和应用(1910),才使油脂制取有可能采用机械化、连续化生产。

在压榨法取油技术发展的同时,溶剂浸出法取油技术也开始出现。这种油脂制取技术是从1843年法国人迪斯(Diss)利用二硫化碳作溶剂浸出橄榄油开始的。1856年利用溶剂浸出法在单罐浸出器内从油料中提取油脂应用于工业生产。1870年在欧洲出现了间歇操作的罐组式浸出器。1919年德国人波尔曼(Bollman)设计的第一台连续操作的直立篮斗式浸出器问世。之后,又出现了如U型螺旋式浸出器、塔式浸出器、盘式浸出器、水平篮斗式浸出器等多种连续式浸出设备。但是这些浸出设备在技术性能和技术指标等方面都有某些不足之处。经过不断的改进和发展,至二战结束,比利时迪斯梅(De Smet)公司的履带式浸出器(1945),德国鲁奇(Lur Ji)公司的框式浸出器,美国Blow Knox公司首创的料格旋转的平转浸出器(G. Karnofsky发明1948),美国弗伦奇(French)公司的固定栅板浸出器,德国卡鲁塞尔(Karuseel)公司的双层浸出器,美国皇冠(Corow)公司的环型浸出器,意大利C. M. B公司的Direx复合式浸出器等陆续在油脂工业中得到应用,这些浸出设备在工艺性能和技术性能等方面达到了比较满意的效果。目前,浸出设备又向适应大型化方面发展,最受推崇和应用最多的是环型浸出器和平转浸出器。例如,皇冠公司的环型浸出器已达6000吨/日的生产规模、平转浸出器已有9000吨/日的生产规模。正是由于大型连续化的榨油设备和浸出设备在油脂制取生产中的应用,从而使世界油脂工业进入了现代化的生产阶段。

早期的油脂精炼,主要采用简单的间歇式生产工艺和设备。在脱胶碱炼方面,1880年瑞典人德·拉法(De Lavol)发明了离心机,并将其从牛奶分离延伸到食用油精炼。1916年,美国的夏普利斯(Sharples)公司也开发出了管式离心机。离心机的发明和应用奠定了连续化油脂碱炼的基础。1923年,美国的哈帕格特和奥尔提出离心机分离碱炼后的皂脚。1933年,雅姆、克莱东和阿尔提出连续碱炼法,并设计了连续碱炼装置。20世纪40年代美国的夏普公司完善了连续碱炼工艺装置。不久,瑞典德拉瓦公司也提出了快速混合连续碱炼法。1953年美国人格瓦纳(C. Cavangh)发明了用于棉籽油的混合油精炼。1960年瑞典的Zenith公司发明了泽尼斯精炼法。

在油脂的脱色脱臭方面,1880年N. K. Fuibank公司提出对油脂采用吸附脱色。20世纪40年代以前,大多采用间歇式脱色。1949年K. King等人发明了连续式真空脱色工艺。50年代之后,Girdler,Alfa Lavl,Lir Ji等公司相继推出各具特色的连续式脱色工艺和设备。1900年美国人戴维·韦森(David Wesson)发明在减压条件下水蒸气蒸馏的油脂脱臭工艺。1936年Foster-Wheele公司率先完成了从间歇式到连续式油脂脱臭工艺的变革。而由贝雷(A. Baily)设计开发,美国Girdler公

司制造的多层塔盘的半连续式脱臭塔则开创了现代标准式的装置(1948)。在同一年内,Dow Cheical 公司推出的导热(Dow therm)热媒体加热系统也开始随之实施。此后,Blow-Know 公司(1963),Wurster 和 Sanger 公司(1964),Podbielniak 公司(1966),De Smet 公司,Lur Ji 公司,Votaor 公司,Feld 和 Hahn 公司等也相继开发出了各具特色的脱臭塔。特别是 Alfa Laval 公司采用汽提瞬间脱臭的方式,对保持油中维生素 E 及油的风味有一定功效。而油脂脱臭的加热方式也由于日本(1968)和中国台湾(1979)先后发生的热媒体导热漏泄事故而朝着高压蒸汽等方式转换。

20 世纪初,赫非脱(Hefter)提出油脂蒸馏脱酸这一精炼方式。欧洲较早采用此方法对椰子油和棕榈仁油等月桂酸系的高酸值毛油进行精炼。二战后,日本也将其用于高酸值的米糠油。1973 年,物理精炼工艺开始应用于棕榈油脱酸和脱臭。由于物理精炼法不仅使油脂精炼得率提高,脂肪酸品质好,而且简化了工艺流程,有利于环境保护,因此,受到人们的关注并被成功推广应用于大豆油及其他油脂的精炼。随之,更适用于物理精炼的油脂脱胶工艺技术也得到发展。如 Alfa Laval 公司开发的干法与湿法的超脱胶(super deguming)预处理工艺,以脱胶彻底,可减少后续脱色过程的白土用量而获得广泛的应用。薄膜式填料脱臭系统(thin film deodorization system)、软塔脱臭系统(soft deodorizing sestem)又在原有物理精炼技术的基础上作出改进和发展,使之能够满足多种高品质油脂物理精炼的需求。而酶法脱胶工艺,更是将生物化学与油脂精炼工艺有机地结合在一起,将脱胶后的磷含量降至更低。

在油脂的冬化脱蜡和分提方面,特别是对棕榈油的软硬脂的分提工艺,20 世纪 70 年代以后有了很大的进步,其中主要有以比利时 Tirtiaux 与 De Smet 公司为代表的自然冬化工艺方式;以瑞典的 Alfa Laval 公司为代表的表面活性剂离心分离法(又称为乳化分离法)工艺方式;以意大利 C. M. B 公司与以色列的 HLS 工艺为代表的溶剂(甲醇、己烷、丙酮)法等工艺方式。

我国油脂工业的发展与其他工业一样,在相当长的时期内,受历史条件的限制,其发展极其缓慢。至新中国成立前夕,我国植物油料加工在大多数地区仍然采用以人力为主的土法榨油,机械化生产的油脂加工厂寥寥无几。据有关资料记载,1949 年全国植物油产量只有 9 万多吨。植物油厂所有的动力螺旋榨油机仅 30 多台,浸出油厂一家,其余大多采用土榨和水压机榨等。整个油脂工业远远落后于世界水平。1954 年以前我国的榨油技术也很落后,如大豆出油率一般仅 8%。1954 年以后,推广了李川江大豆榨油法才使大豆出油率提高到 12%。1958 年我国生产了一大批 200 型螺旋榨油机,这使我国的油脂制取技术有了很大的提高。在此期间,我国也自行设计并建造了一些油脂浸出厂,使油脂制取的出油率大大提高,为国家增产了大量的油脂。1972 年召开了全国油脂浸出会议,提出大力推广浸出法制油。至 20 世纪 80 年代,油脂浸出技术被列为国家“六五”重点推广项目,由此,我国的

浸出法制油得到了飞跃发展。1983年,我国油脂浸出厂有300多个。1996年有3300个。1999年,中国城镇以上的食用植物油厂有5846个,油料总加工能力达到7000万吨。

我国早期的油脂精炼只是采用过滤、脱胶等简单的技术。1949年新中国成立后,国家曾在1962年、1974年和1978年分别对油脂精炼设备及工艺进行了标准化工作。进入20世纪80年代,中国粮食系统的企业引进了40多套油脂连续精炼设备,其中包括物理精炼、化学精炼、脱色、脱臭、氢化、冬化、人造奶油、起酥油及代可可脂等生产工艺与加工设备。1987年在北京南苑油厂建成了我国自行设计和生产的第一条50吨/日全连续油脂精炼生产线。进入90年代,很多油脂生产厂都配备了较先进的连续式油脂精炼车间,油脂精炼的发展趋势也着重于增大油脂精炼生产线的处理量。由此,我国油脂精炼能力迅猛增长,油脂精炼技术水平大幅度提高,油脂精炼业进入一个崭新的发展阶段。目前精炼能力超过800万吨,单条精炼生产线的处理量达1000吨/日。

中国的油脂工业经过油脂业界多年的艰苦努力,取得了长足的发展和进步。特别是近年来,随着我国经济的高速持续发展和改革开放的深入进行,油脂工业进入一个迅猛发展阶段。大型外资企业的建立及国外先进技术的引进和消化吸收,更是大大加快了我国油脂工业的发展进程,使油脂生产工艺技术、生产装备、产品质量以及综合经济技术指标等都达到相当高的水平,促进了中国油脂工业的现代化。

归纳油脂工业的发展现状及趋势主要表现为以下几个方面。

### 1. 扩大油脂工厂的生产规模

在全世界范围内,油脂工厂的建设规模愈来愈大。近年来,中国油脂工厂的建设规模也呈现出不断扩大的特点。这是因为大型化油脂工厂采用先进的工艺技术、生产设备以及自动化装置更具有其投资的经济合理性,大型化油脂工厂有可能实现油料资源和能源的综合利用,使产品质量稳定可靠,生产成本大大降低,综合技术经济指标更具优越性。

自20世纪70年代开始,发达国家油脂工厂的建设规模都在1000吨以上。而我国至90年代中期,油脂工厂的建设规模通常在300吨/日左右。近年,外资在中国建设油脂工厂的数目迅速增多,所建油厂的生产规模逐渐扩大(单条生产线生产能力在1500吨~4000吨),引进工艺和设备的技术水平更加先进,这为国内油脂工业的发展注入了活力,也为深入了解和消化吸收国外先进技术提供了条件,促进和带动了国内大型化油脂工厂的建设。

### 2. 采用更先进的工艺技术,加快技术更新

单靠扩大生产规模降低生产成本不是无限的,提高油脂生产的综合效益还要靠先进的工艺技术。随着科学技术的快速发展,油脂生产理论和工艺技术也在不断

发展和完善,新技术和新设备在油脂生产中得到广泛应用。如油料预处理过程不再只是重视料胚结构性能对取油效果的影响,同时更重视对油料中各种成分的影响,以及由此造成的对毛油品质、精炼效果、最终产品质量的影响。为此,油料脱皮、料胚膨化、料胚湿热处理等预处理工艺技术被人们接受并应用于生产。油脂浸出生产则更重视降低粕残油、溶剂损耗、能量消耗及提高浸出毛油质量。为此,混合油负压蒸发工艺,湿粕脱溶中的预脱、自蒸、蒸脱、干燥、冷却工艺,更科学合理的溶剂蒸汽冷凝回收工艺,尾气中溶剂的矿物油吸附回收工艺,乏汽的余热利用技术等得到深入细致的研究,并应用于生产中取得了显著的效果。油脂精炼则在追求更高的精炼得率、更好的产品质量(好的感官指标和质量稳定性)和更低的辅料消耗方面取得成效。此外,自动化及计算机的应用为保证油脂生产在最佳生产条件下连续稳定运行,提高生产管理效果,降低生产成本上起到了重要作用。

除常规的油脂生产技术之外,油脂超临界流体萃取技术、超滤和反渗透技术等也有望在油脂工业生产上最终获得应用。以酶工程、微生物工程、蛋白质工程为代表的生物工程技术也已经在油脂生产及功能性油脂产品的开发中获得成功。油脂工业正在不断地积极吸纳和分享着技术的进步,为其自身的发展创造新的生机。

### 3. 装备更精良的生产设备

具备优良的工艺性能和机械性能的生产设备是保证生产连续高效稳定运行的前提条件,对提高产品质量也起着重要作用。国外的油脂生产企业和国内的外资企业都十分重视生产设备的装备水平对提高油脂生产综合效果的作用,因此其生产设备的装备水平通常都很高。近年,国内的许多油脂生产企业也正在改变原有的为节省投资而轻视生产设备质量的观念,在设备的装备水平方面显示出很大的进步,油脂工业正在逐渐摆脱传统的生产装备简陋、粗糙的局面,向现代化的生产装备水平方向迈进。当然,这得益于国内油脂机械制造业的发展和进步,得益于对国外引进设备的消化吸收和应用。同时,大型化油脂工厂的建设也促进和带动了大型生产设备、输送设备及其他配套设备的研制和发展。

### 4. 提高产品和副产品的质量,增加产品品种

传统的油脂生产以获取油脂为主要目的,而今油脂工业的产品和副产品种类繁多,产品质量优良。高级烹调油、色拉油、风味调和油、营养调和油、浓香花生油、小磨芝麻香油、调味油、人造奶油、起酥油等多种油脂产品,可以满足不同人群、不同用途的消费需求。今后,人们对油脂产品不仅在色泽、味觉、嗅觉等感官方面,而且在营养、人体功能调节方面会提出更高的要求。各种功能性油脂和食品专用油脂的开发和生产将受到重视。

根据油料饼粕的用途不同,可以在油脂生产过程中通过调节工艺条件生产多种饼粕产品。如不同蛋白质含量的饲用豆粕,适用于提取食用油料蛋白的低温豆

粕。利用低温豆粕生产脱脂大豆粉、低脂大豆粉、大豆浓缩蛋白、大豆分离蛋白、大豆组织蛋白、功能性大豆蛋白等。此外,如菜籽蛋白、花生蛋白等其他油料蛋白也将得到开发和利用。对米糠、玉米胚芽、茶籽、红花籽等小宗油料资源的开发利用也有很大潜力。随着油脂生产技术的进一步提高,将会有更多的新产品问世,为油脂企业创造更高的经济效益。

#### 5. 关注油料的综合利用和精深加工,提高生产附加值

在植物油料中含有多种微量成分和生物活性成分,在油脂生产中或之后将这些成分提取出来,可以大大提高其利用价值,提高油脂生产的附加值。如从豆粕、豆皮、油脚、脱臭馏出物中提取磷脂、脂肪酸、维生素 E、异黄酮、皂甙、低聚糖等;从棉籽或棉籽粕中提取棉酚等。在油脂生产工艺和技术条件的选取上就要考虑其副产物的提取和利用,加大对副产物综合利用的开发力度,也将成为油脂工业发展的一项内容。

#### 6. 加强环保意识,对油脂生产废弃物进行有效控制和处理

植物油脂生产与其他工业生产一样,总会伴随着生产过程产生一些废弃物,尽管这些废弃物不会像某些化学工业的废弃物那样对环境造成严重的污染,但仍对环境保护形成不良的影响和潜在的危害。随着我国油脂工业逐步向高标准的新型工业化产业发展,对油脂生产废弃物的有效控制和处理,也将成为或正在成为油脂生产的一项重要内容。对油脂生产中废水、废气、固体废物的控制和处理,在国内小型油厂是一个薄弱的环节,几乎没有有效的处理装置。新建的大型油厂基本都配置了有效的废物处理设施,然而大多是对废水处理,对其他废弃物的控制和处理还显欠缺。随着环境保护法规实施力度的加大,所有油脂生产企业都必须积极主动地在生产过程中控制废物的产生,减少废物排放量及废物的污染物浓度。之后,采用完善的废物处理工艺技术,有效地对其进行处理,使其达到国家要求的废物排放标准,甚至实现生产废物的零排放。因此,研究和应用排污少的油脂生产工艺、改进浸出溶剂质量或寻找新型溶剂、选用安全的油脂脱臭高温热媒介质等等,都是油脂生产中环境保护需要考虑的问题。

## 四、本书的主要内容

“油脂制取与加工工艺学”是高等院校食品科学与工程专业油脂工程方向的一门重要专业课程。本书根据该课程教学大纲的要求编写,系统地论述从植物油料中提取油脂以及油脂精炼加工的工艺理论、工艺过程、生产技术及生产设备。其主要目的和任务是研究植物油料及所含成分在油脂制取过程中产生的物理和化学变化,采用科学合理的工艺技术和设备,从油料中最大限度的提取油脂并保证产品质

量;研究油脂及伴随物的物理、化学性质,并根据它们性质上的差异,采用一定的工艺技术和设备将油脂与杂质分离,获得高品质的食用植物油产品;同时还要研究工艺技术、生产条件及设备配置对生产过程中能量消耗、废物排放、副产物综合利用的影响,力求降低生产成本,减少环境污染,提高油脂生产的整体效益。

全书内容包括:植物油料、油料储藏、油料预处理、压榨法取油、浸出法取油、油脂精炼、油脂生产工艺流程等。本书章节内容的安排主要依据植物油脂生产主体工序的先后次序,对非生产主体的特殊工艺或工序(如个别油料的油脂专用生产技术)在第七章中单独列出。本书在保持油脂生产基本理论和内容完整性的基础上,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。

本课程涉及很多与油脂制取和精炼有关的生物化学、化学化工、机械原理、油脂化学等方面的知识。要学好本课程,必须具备相关的基础理论知识。同时,在学习过程中,还应注重与“油料综合利用”、“油脂生产安全”、“物料输送”、“油脂工厂设计”、“油脂企业生产管理”等课程的内容联系配合。另外,要重视与本课程有关的实践教学环节,注重理论联系实际,要不断追踪国内外油脂工业的最新发展动向和科研成果,了解新工艺、新技术、新设备的应用及新产品的开发。如此,方能获得对本课程深入、系统、全面的学习效果。

# 第一章 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、块茎等,但大多数系植物的种子。植物种子主要来自油料作物的种子,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,通常按植物学属性分类为草本油料和木本油料。一年生草本油料主要有大豆、花生、芝麻、菜籽、棉籽、葵花籽、亚麻籽、大麻籽、蓖麻籽、玉米胚、小麦胚、米糠等。多年生木本油料主要有茶籽、桐籽、椰子干、棕榈果、乌桕籽等。

## 第一节 油料种子的形态和结构

### 一、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。

#### (一) 种 皮

种皮在种子的最外层,是由植物的胚珠被发育而成。种皮含有大量的纤维物质且较坚硬,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,可用来鉴别油籽的种类和质量。

在成熟种子的外部可看到胚珠发育的遗迹:种孔、种脐、脐带和内脐。但有些种子在发育过程中胚珠附近的细胞发生了变化,这些遗迹便不复存在。图1-1所示是大豆种子的外形与种皮。

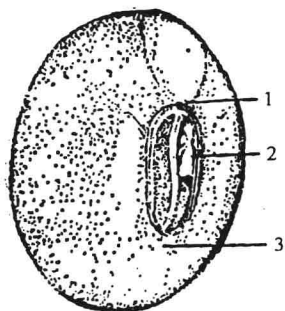


图 1-1 大豆种子的外形与种皮  
1. 种孔;2. 种脐;3. 合点

#### 1. 种孔

种孔也称发芽孔,当种子发芽时,水分首先从这个小孔进入种子内部,胚根细胞很快吸水膨胀而从小孔伸出。大豆种子的种孔很明显,肉眼就可观察清楚,但有些种子很难辨出,可观察其发芽时胚根在种皮上的突破口即为种孔部位。

## 2. 种脐

种子附着在胎座上的部分叫脐或种脐,也就是种子成熟后从珠柄上脱落时所留下的疤痕。种脐是种子从母体内吸收营养的通道,其颜色往往和种皮不同,形状大小也因种类不同而异。豆科作物种子的脐最为明显,大豆的脐从黄白色到黑色皆有。

## 3. 脐带

脐带(又称种背、种脉)是倒生或半倒生胚珠从胚柄通到合点的维管束遗迹。不同种类的种子其脐带长短不同,豆类和棉籽的种皮上可观察到明显的脐带。

## 4. 内脐

内脐即脐带的终点部位,也称合点,通常呈突起状。在豆类和棉籽种皮上看得比较清楚。

# (二) 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,但构成胚的器官则大都相同,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. 胚芽

又称幼芽或上胚轴,它是叶茎的原始体,位于胚轴上端,它的顶部就是茎的生长点。

## 2. 胚轴

又称胚茎,是连接子叶与胚根的过渡部分。它位于子叶着生点以下,因此也称为下胚轴。胚轴与胚根的界限从外部看不清楚,只有根据详细的解剖学观察才能确定。

## 3. 胚根

又称幼根,位于胚轴下面,为植物未发育的初生根,有一条或多条。

## 4. 子叶

即胚的幼叶,具一片(单子叶植物)或两片(双子叶植物)或多片(裸子植物)。油料作物大多为双子叶植物,子叶在种子内含有丰富的蛋白质和脂肪。双子叶植物种子的胚芽着生于两片子叶之间,子叶起了保护作用。子叶的功能是储存和吸收营养