

全国“粮食工程”专业 系列规划教材

油脂加工与精炼工艺学

李 杨 主编

Refining Technology

Oil Processing and



科学出版社

全国“粮食工程”专业系列规划教材

油脂加工与精炼工艺学

李 杨 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书为全国“粮食工程”专业系列规划教材之一，全书共分为四章：第一章为植物油料，包括植物油料的化学组成、主要油料及其制油特点；第二章为植物油脂制取，包括油料的预处理、机械压榨法制油、浸出法制油、生物解离法制油及其他制油方法；第三章为油脂精炼，包括油脂脱胶、油脂脱酸、油脂脱色、油脂脱臭、油脂脱蜡等加工工艺；第四章对油脂深加工产品进行了介绍，包括人造奶油、起酥油、可可脂及代用品和调和油等。

本书可作为高等院校农业、轻工业等相关专业的教材，也可作为相关科研及生产部门技术人员的参考书，同时可供油脂加工及精炼工艺的加工企业、个体户等行业人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

油脂加工与精炼工艺学 / 李杨主编. —北京: 科学出版社, 2018.7

全国“粮食工程”专业系列规划教材

ISBN 978-7-03-052664-9

I. ①油… II. ①李… III. ①油脂制备—高等学校—教材 IV. ①TQ644

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 094062 号

责任编辑: 席 慧 马程迪 / 责任校对: 王晓茜

责任印制: 吴兆东 / 封面设计: 铭轩堂

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京中石油彩色印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 7 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2018 年 7 月第一次印刷 印张: 16 1/4

字数: 373 000

定价: 58.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

全国“粮食工程”专业系列规划教材编写委员会

- 顾 问 殷涌光 (吉林大学)
夏文水 (江南大学)
刘静波 (吉林大学)
李里特 (中国农业大学)
杨同舟 (东北农业大学)
- 主 任 江连洲 (东北农业大学)
- 副主任 王兴国 (江南大学)
李新华 (沈阳农业大学)
石彦国 (哈尔滨商业大学)

委 员 (按姓氏笔画排序)

- 于国萍 于殿宇 马 莺 马 涛
肖志刚 张 敏 张秀玲 周凤英
周慧秋 郭顺堂 程建军 翟爱华

《油脂加工与精炼工艺学》编写委员会

- 主 编 李 杨 (东北农业大学)
- 副主编 黄雨洋 (黑龙江广播电视大学)
- 齐宝坤 (东北农业大学)
- 王中江 (东北农业大学)
- 王 欢 (东北农业大学)
- 赵城彬 (吉林农业大学)
- 乔国华 (沈阳师范大学)
- 参 编 (按姓氏笔画排序)
- 马文君 (东北农业大学)
- 冯红霞 (贵阳学院)
- 朱 颖 (东北农业大学)
- 朱建宇 (东北农业大学)
- 刘宝华 (东北农业大学)
- 孙禹凡 (东北农业大学)
- 李 红 (东北农业大学)
- 吴长玲 (东北农业大学)
- 佟晓红 (东北农业大学)
- 张雅娜 (绥化学院)
- 陈惠惠 (东北农业大学)
- 胡 森 (东北农业大学)
- 钟明明 (东北农业大学)
- 韩天翔 (哈尔滨市食品产业研究院)
- 曾 琪 (东北农业大学)
- 檀 政 (东北农业大学)
- 主 审 江连洲 (东北农业大学)

前 言

随着经济的发展和人民生活水平的提高，食用油脂的生产呈现日益重要的地位，食用油脂工业设备和技术在过去 20 年中得到迅速发展，主要表现在油料的清理和预处理，油脂的制取，油脂的精炼和深加工等方面。

世界发达国家的食用油脂设备和技术发展迅速，油厂十分集中，生产规模日益大型化，工艺过程普遍连续化和高度自动化，从而大大提高了生产效率，明显降低生产成本，改善了产品质量。另外，近年来油脂制取和加工技术有了新的发展，出现了一些新工艺，如高含油油料的一次直接浸出和膨化-浸出，浸出粕的低温脱溶及作蛋白源的利用，超临界 CO₂ 在油脂浸出方面的应用研究，油脂的物理精炼技术等。近年来，通过引进并吸收国外先进设备和技术，我国食用油脂工业有了很大的发展，油厂规模正趋向中、大型化，生产过程正趋向连续化和自动化，电子计算机和自动控制技术已开始获得应用。对国外的新设备和新技术，我们也正在大力开展研究。只要我们密切注视国外趋势，扎扎实实地做好基础研究工作，我国的油脂工业将会跟上时代的步伐，得到长足的进步。

生物解离技术是一种新兴的绿色提油技术，被油脂科学界称为“一种油料资源的全利用技术”、“新一代制油技术”，生物解离技术不仅可以克服常规制油工艺在经济、环境、安全等多方面的弊端，且在制油的同时可以有效地回收油料中其他营养物质。生物解离制油技术已开发应用到山东省高唐蓝山集团总公司，同步制备油脂和蛋白质产品。生物解离制油技术有着广阔的应用前景，是未来油脂工业的发展方向之一。

对于油脂精炼方向的研究日益受到重视，食用油脂的质量越来越受到关注，从而促进了油脂精炼技术的发展，在发达国家，除橄榄油等少数油脂外，均需经过脱胶、脱酸、脱色、脱臭，某些油脂还需进行脱蜡，以生产高级烹饪油和色拉油。为了减少各种消耗、降低生产成本，提高精炼率和劳动生产率，油脂精炼工程也和油脂浸出一样，日益向大型化、连续化和自动化发展。

本书由李杨教授任主编，黄雨洋、齐宝坤、王中江、王欢、赵城彬、乔国华任副主编。编写分工如下：绪论由李杨、黄雨洋编写；第一章由齐宝坤、王中江、冯红霞、马文君、朱建宇编写；第二章由黄雨洋、王欢、朱颖、刘宝华、孙禹凡编写；第三章由赵城彬、李红、佟晓红、张雅娜、陈惠惠、曾琪编写；第四章由乔国华、吴长玲、胡森、钟明明、韩天翔、檀政编写；全书由李杨统稿。

本书编写过程中参考引用了相关兄弟院校、研究院所和相关单位的教材、资料和学术论文。同时，李秋慧、毕爽、张雷、武燕华、李明达、陈凡凡、周艳、田甜等参与了工艺制图、校稿及整理文稿的工作，编者在此一并表示深致谢忱。

编 者

2018 年 4 月

目 录

绪论	1
第一节 油脂加工的意义	1
第二节 油脂生产与加工现状	4
第三节 发展我国植物油脂产品的建议	6
参考文献	9
第一章 植物油料	10
第一节 植物油料的化学组成	10
第二节 主要油料及其制油特点	17
参考文献	30
第二章 植物油脂制取	32
第一节 油料的预处理	32
第二节 机械压榨法制油	69
第三节 浸出法制油	76
第四节 生物解离法制油	100
第五节 其他制油方法	114
参考文献	124
第三章 油脂精炼	132
第一节 油脂脱胶	132
第二节 油脂脱酸	149
第三节 油脂脱色	158
第四节 油脂脱臭	166
第五节 油脂脱蜡	183
参考文献	194
第四章 油脂深加工产品	197
第一节 人造奶油	197
第二节 起酥油	212
第三节 可可脂及代用品	240
第四节 调和油	247
参考文献	250

绪 论

第一节 油脂加工的意义

油脂加工有着悠久的历史，早在人类穴居时代，古代劳动人民就在生产和实践中发现可以从曝晒的植物籽仁中取得大量油脂。在发掘古埃及的坟墓和金字塔时探索人员发现了陶罐，其中存有油脂残余物，包括棕榈油及其分解产物棕榈酸。据历史学家考察论证，在大约2000年前，尼罗河的山谷中，古老的埃及人已经能够把亚麻分离开，用来提取油脂和加工纤维。早在14世纪初叶，我国已经有完整的榨油记录。17世纪，农书《天工开物》里面，对我国特有的水代法制取和加工油脂的技术已有很详细的记载，那时世界的油脂工业基本上还处于一种原始的手工生产阶段。到了18世纪，产业革命兴起、城市人口集中，传统方法制取加工所得的油脂供应不足，而人们迫切地需要大量的高品质油脂。至此，近代的油脂工业才拥有了产生的基础（刘玉兰，2006）。

油脂工业的原料是植物油料，由于植物油料中含有较多的脂肪、糖类、维生素、蛋白质、磷脂等营养物质，这些营养物质是人类和其他动物用于维持正常生理活动所必需的（刘玉兰，2015）。因此，油脂是人类生产生活的必需品，它的主要功能是为人体提供所需热量和必需脂肪酸及脂溶性维生素。油脂的产热量大，单位质量的油脂产热量约是蛋白质和糖类的两倍。此外，油脂还可以提供人体无法合成而必须从植物油料内获得的必需脂肪酸（EFA），如 α -亚麻酸、 γ -亚麻酸、亚油酸、花生四烯酸、EPA（二十碳五烯酸）、DHA（二十二碳六烯酸）等，它们对人体健康的保持有重要的生理作用。 α -亚麻酸是合成EPA、DHA的前体物质； γ -亚麻酸则具有治疗免疫性疾病的作用；而当婴儿缺乏亚油酸时会出现皮肤干燥、生长发育迟缓等症状；EPA和DHA是二十烷基蛋白体（生物活性化合物，如前列腺素、血小板等）的前体，它们能够防治多种疾病，如动脉血栓、老年性痴呆、冠心病、高血脂等，并且EPA和DHA均是构成细胞膜的重要成分。油脂还可以为我们提供一些脂溶性维生素，如维生素A、维生素D、维生素E、维生素K等，如果缺少这些物质，人体将会产生很多疾病甚至会危及生命（陶瑜，1999）。另外，油脂还作为重要的食品加工热媒介质（如煎、炸等），能够很好地改善和增进食物的风味。而油脂经深加工得到的制品（如起酥油等）可用作食品造型、起酥等，可以赋予食品更好的口感和风味。油料中还含有糖类、磷脂、甾醇等一些其他的营养物质和微量生物活性成分。例如，大豆磷脂对治疗脂血症、肝功能障碍、动脉粥样硬化有一定的作用；大豆异黄酮则是一种有效的抗氧化剂，可以抑制低密度脂蛋白胆固醇的氧化进而减少动脉粥样硬化的发生，还可以作为弱雌性激素用来增强妇女绝经后免患心脏病的能力。而大豆皂苷则可以通过降低血浆的胆固醇来预防结肠癌。将油料中除蛋白质和油脂以外的生物活性成分和其他营养物质在油脂的加工生产过程中提取出来再加以利用，也开始逐渐成为植物油料加工的重要内容（刘玉兰，2006）。

新型油脂含有丰富的亚油酸、亚麻酸等不饱和脂肪酸，同时富含多种微量元素和生物活性物质，是我国开发功能性油脂的重要油源。例如，米糠油中不饱和脂肪酸高达 73.32%，其中亚油酸含量居多，亚油酸富含人体不能合成的必需脂肪酸。此外，米糠油还含有谷维素、维生素 E（生育酚、生育三烯酚）、植物甾醇、角鲨烯等活性成分，长期食用，具有降血脂、提高人体免疫力、抗氧化及镇静催眠作用（赵旭和董殿文，2010）。油茶在我国分布面积广，有 400 多万平方千米，开发潜力巨大。其中油茶籽油中油酸含量高达 74%~87%，且富含茶多酚、山茶苷、山茶皂苷等特定生理活性物质，在维护心脑血管健康方面发挥着重要作用（王珊珊等，2011）。食用油营养成分如表 0-1 所示。

表 0-1 食用油营养成分一览表（以每 100g 含量计）

项目	品种											
	花生油	大豆油	菜籽油	橄榄油	玉米油	胡麻油	芝麻油	棕榈油	茶油	大麻油	棉籽油	米糠油
脂肪/g	99.9	99.8	99.9	99.9	99.2	100	99.7	100	99.9	99.9	99.8	98.7
饱和脂肪酸/%	17~18	10~13	5~10	9~11	10~13	10	15	51	<10	15	24	20
单不饱和脂肪酸/%	50~68	20~25	70~80	84~86	23~30	23.1	41	39	80	39		43
多不饱和脂肪酸/%	ω-6 (亚油酸)	22~28	50~55	5~10	4~7	56~60	15.20					55~60
		ω-3 (α-亚油酸)	0~1	5~7	0~1	1~3	0.01	51.7~57	44	10	10	46
能量/kJ	3761	3757	3761	3696	3745	3766	3757	3766	3761	3761	3761	3738
碳水化合物/g	0	0	0	0	0.5	0	0.2	0	0	0	0.1	1.3
灰分/g	0.1	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	
胡萝卜素/mg	0	0	0	0	0	0	0	110	0	0	0	
维生素 E (T)/mg	42.06	93.08	60.89	11.9	50.94	389	68.53	15.24	27.9	8.55	86.45	120
α-生育酚/mg	17.45		10.81	0	14.42		1.77	12.62	1.45	0	19.31	
β-γ-生育酚/mg	19.31		38.21	0	35.13		64.65	2.62	10.3	8.15	67.14	
δ-生育酚/mg	5.3		11.87	0	1.39		2.11	0	16.5	0.4	0	
钙/mg	12	13	9	0.2	1	3	9	0	5	15	17	
磷/mg	15	7	9	1.2	18	5	4	8	8	6	16	
钾/mg	2	3	2	0	2	0	0	0	2	3	1	
钠/mg	3.5	4.9	7	0	1.4	0.6	1.1	1.3	0.7	1.5	4.5	

续表

项目	品种											
	花生油	大豆油	菜籽油	橄榄油	玉米油	胡麻油	芝麻油	棕榈油	茶油	大麻油	棉籽油	米糠油
镁/mg	2	3	3	0	3	1	3	0	2	4	1	
铁/mg	2.9	2	3.7	0.3	1.4	0.2	2.2	3.1	1.1	3.1	2	
锌/mg	0.48	0.23	0.54	0	0.26	0.3	0.17	0.08	0.34	0.43	0.74	
铜/mg	0.15	0.16	0.18	0.32	0.23	0.02	0.05	0	0.03	0.1	0.08	
锰/mg	0.33	0.01	0.11	0	0.04	0.03	0.76	0.01	1.17	0.02	0	

蛋白质对于人的生命是非常重要的，即“生命是蛋白质的存在形式”。而蛋白质除了可以供给人体能量外，还是人体物质基础的主要组成部分。当人体缺乏任何一种必需氨基酸时，都会使生理机能发生反常或产生各种疾病。油料中含有较为丰富的蛋白质，因此油料不仅是重要的油脂资源，还是重要的蛋白质资源。例如，豆类中的油料蛋白约占全世界总蛋白质资源的13%。用加工工艺提取油脂后所剩余的油料饼粕可以用作饲料。例如，大豆饼粕的80%都用作饲料，是动物配合饲料中蛋白质的重要原料，而大豆饼粕约占全世界饲料所使用饼粕的62%，现已经在世界动物饲料的市场发展中处于决定性地位。油料饼粕现在也越来越多地应用于食品的生产，如利用低温脱脂豆粕可以生产很多可食用的大豆蛋白产品（如浓缩蛋白、大豆分离蛋白等），这些产品广泛应用于肉类食品的配料、高蛋白饮料或其他食品当中。而对于一些含有毒性的饼粕（如茶籽饼粕、棉籽饼粕、菜籽饼粕等），经过脱毒处理后，既可用作饲料，也可直接用作肥料（刘玉兰，2006）。近几年，随着国家经济的飞速发展，人民生活的水平也不断提高，因此对蛋白质的需求量也越来越大，而作为蛋白质重要资源之一的植物性蛋白越来越引起人们关注。如何能将植物油料进行综合性开发，油脂加工则显得尤为重要，不但需要从油料中提取出传统的可食用油脂和工业用油，而且需要提取植物性蛋白用于食用及饲用，而有效利用油脂加工提取各种营养物质也将成为今后油脂工业的重要发展方向。

油脂还是重要的工业原料。油脂加工工业的任务是从植物的油料中提取出油脂，并对提取出来的毛油进行精炼，去除其中的非油物质，进而得到精制的可食用的油脂产品；利用油脂的改性技术，可以生产出多种食品专用的油脂制品；在提取油脂过程中应保持并改善饼粕的质量，生产出高品质的饲用饼粕；提取油脂的过程中应保持油料中蛋白质不变性，从低变性的油料饼粕中提取出油料蛋白，并利用蛋白质的改性技术生产出多种功能性蛋白质制品；对油料进行精加工和油料的综合利用，从油料和油脂生产的副产物中提取出高附加值的产品，如油脂可以直接用来生产肥皂、皮革、油漆、润滑油等；还可以用油脂化学品（如脂肪醇、脂肪酸等）生产蜡烛、化妆品、润滑剂、表面活性剂、增塑剂、乳化剂、织物处理剂、石油添加剂等；此外，这些油脂化学品在石油、机械、冶金、航空、汽车、化工、纺织、电器、建筑、医药等工业领域也有广泛的应用（陆启玉，2004）。

油脂加工工业是我国粮油食品加工工业重要的组成部分，它可以说是农业生产加工的后续产业，也是食品加工工业、饲料加工工业、轻工业和化学加工工业的基础工业，它肩负着建设国家经济和满足人们日益增长的物质需要的双重任务，在我国的国民经济中具有非常重

要的作用。同时,油脂加工工业也是食品工业基础的分支,可以为食品工业提供充足的原料。像我国这样的一个农业大国,各种植物油的生产加工不但在农副业产品生产中占有重要比例,而且在整个国民经济中具有重要的地位。因为它的主要产品不仅包括可食用的油脂、工业用的油脂,还包括含植物蛋白较高的食用或饲料用的许多种副产品,为食品工业或者其他工业提供许多重要的原料。因此,油脂加工工业的发展,不仅能够提高人们物质生活的水平,还能够带动相关的产业,如养殖业、种植业、饲料工业、机电设备制造和食品工业的进步与发展。将植物性的油料进行综合性转化和开发,不但能从油料中提取传统食用油或工业油,而且能够提取植物蛋白、生理活性物质等一些高附加值产品,由此既可以为社会供给更多产品,又可以加速企业的经济发展,增强企业对抗外界的竞争能力。

目前,我国的油料和油脂人均生产总量还不是很高,尽管我国的油脂加工工业已经取得了很大的进步,但是与国外的一些国家特别是发达国家相比,差距依然很大,并且我国粮油生产产量尚不稳定,因此还需要相当大的进口量来满足我国国内的需求。虽然近些年来转基因大豆进口数量在增加,可以说暂时缓解了国内的油料短缺现状,然而国际上对于转基因大豆的安全性仍然存在很大的争议。目前我国的油脂生产已经由三级食用油朝二级、一级食用油的生产发展,而高级食用油脂的总量占国家油脂的总产量比例也在增加。

近年来,我国食用油脂消费量呈稳步上升趋势,需求量从2011年的3336万t上升至2012年的3478万t,增长4.3%。但国内油脂加工能力有限,必须大量进口才能满足需求。据统计,2011年我国从马来西亚进口约400万t棕榈油,2012年进口大豆总量约6000万t,我国油脂油料净进口折油总量已由2000年的461.4万t上升到2010年的2088.9万t,10年增长353%;2013年我国进口约2600万t油脂油料(李宗哲等,2014)。油脂自给率已由21世纪初的60%下降到现在的37%左右,2014年国内油脂产量总体下降,因此对进口油料的依赖程度也进一步增加。随着经济形势的好转和人口增长,国内油料的消费量也将持续增加,社会日益强大的需求量仍然是推动油脂加工技术发展的重要动力。

第二节 油脂生产与加工现状

油脂工业生产的原料是植物油料,因此植物油料的发展是油脂工业持续发展的基础。我国的油脂工业和其他工业一样,在非常长的时间内,由于受历史条件的限制,发展十分缓慢。我国的早期油脂精炼技术只是采用一些过滤、脱胶等简单的方法。新中国成立的前夕,我国大多数地区的植物油料加工仍然采用以人力为主的土法榨油方法,机械化生产的油脂加工厂寥寥无几。据资料记载,1949年我国的植物油脂产量只有9万多吨。而当时只有一家浸出油厂,且植物油厂全部的动力螺旋榨油机仅有30多台,其余大多数油厂采用土榨或水压机榨等,导致整个油脂工业远远地落后于世界水平。但新中国成立后,我国曾在1962年、1974年和1978年分别对油脂的精炼设备和工艺进行了一些标准化改造。1954年前,我国榨油的技术十分落后,如大豆的出油率一般仅为8%。1954年以后,由于李川江大豆榨油法的推广,大豆的出油率才提高到了12%。1958年我国自主生产了一批200型螺旋榨油机,这才极大地提高了我国的油脂制取技术。在此期间,我国还自行设计并建造了一些油脂浸出的工厂,使得油脂制取出油率大大提高。1972年我国召开了全国油脂浸出会,会上大力推广使用浸出法制油。到了20世纪80年代,油脂浸出技术被国家列为“六五”重点推广的项目(汪学德,2004)。从此,我国浸出法制取油脂得到了飞速的发展。当时我国粮食企业引进了大约40套油脂可连

续精炼的设备,其中包括物理精炼、化学精炼、起酥油、人造奶油、代可可脂、氢化、冬化、脱臭及脱色等加工设备与生产工艺。1983年,我国油脂浸出企业仅有300多个。1987年,在北京南苑油厂建成了我国第一条自行设计生产的能够全连续精炼油脂的生产线(王宏建和周伯川,2000)。进入20世纪90年代后,许多油脂生产厂家都配备了比较先进的连续式的油脂精炼车间,因此油脂精炼的发展趋势也专注于增加油脂精炼的生产线处理数量。自此,我国油脂的精炼能力迅速增长,油脂精炼的技术水平大幅度提高,油脂精炼的产业开始进入一个新的发展阶段。现在油脂的精炼能力已经可以超过800万t,单条的精炼生产线处理能力每天已达到1000t。

国内的油脂工业生产经过多年来的艰苦努力,已经取得了长远的进步和发展。全国已经出现了1000多个浸出油工厂,浸出油脂的产量已经超过了国内全部产量的85%,油脂的生产规模同样也越来越大,从最初的每天生产30t增长到每天生产3000t。同时,我国经济政策开始了对外开放,特别是这几年对外开展了很多种形式的技术交流,大型外资型企业的建立及国外先进技术的引进,对于我国的油脂工业及工艺设备的进程发展起到了极大的促进作用,使得油脂的生产工艺技术、产品质量和生产装备及综合的经济技术指标都达到了相当高的水准,使国内油脂的工业现代化成为了现实。例如,1996年,油脂加工企业增长到3300个。1999年,我国食用植物油企业已经达到5846个,油料的总加工能力已经达到7000万t。行业调查的统计资料显示,2004年,我国油料加工企业中有228家每日处理原料在200t以上,其中处理原料在200~400t的企业共有107个,处理原料在400~1000t的企业共有74个,而处理原料1000t以上的企业则有47个。有5个油料加工企业的生产能力每日超过10 000t,而最大的油料加工企业每日的生产能力可以达20 000t左右。油料加工的单条生产线上最大生产能力可以达到5000t(杨帆,2004)。

目前,世界上第一大油料作物是大豆,其次是棕榈、菜籽、葵花籽、花生、棉籽。据报道,全球主要的油料作物种植面积大约为2亿 hm^2 ,总油料产量为2.7亿~2.9亿t,折合成油脂后的总量约为5720万t。其中,大豆约1.6亿t,约占油脂总产量的57%,折合成大豆油约为2364万t;油菜籽约4000万t,约占油脂总产量的16%,折合成菜籽油约为1616万t;葵花籽约2750万t,约占油脂总产量的10%,折合成葵花籽油约为657万t;花生约3200万t,约占油脂总产量的12%,折合成花生油约为460万t;棉籽油为477万t左右;芝麻油约为70万t;玉米胚芽油和亚麻籽油等一些其他油脂为80万t左右。剩下的其他多年生油料折合成油脂约为2480万t。其中棕榈油大约有1750万t,棕榈仁油大约有217万t,椰子油有330万t,橄榄油则有183万t。植物油脂的总产量每年要超过8200万t。我国是世界上主要的油料生产国家之一(王兴国,2011)。

国家统计局2004年发布的数据显示,2004年,我国用于榨取成油的8种植物油料产量共为5937万t,大豆产量为1720万t左右,油菜籽产量为1304万t左右,花生产量为1431万t左右,芝麻产量为90万t左右,葵花籽产量为197万t左右,棉籽产量为1074万t左右,油茶籽产量为84万t左右,亚麻籽产量为38万t左右。2004年,国内进口大豆约为2023万t,油菜籽约为47万t。国产和进口的可供加工的油料总量约为8000万t。2004年国内进口的豆油约为252万t,进口的菜籽油约为35万t,进口的棕榈油约为370万t。食用油的总供给量约为2112万t,其中国产油料折油为1086万t左右,进口油为1025万t左右,人均每年提供量可达16 200g。2004年的食用油消费量为1750万t左右,人均每年的消费量

可达 13 500g (王瑞元, 2005)。其中, 新国家标准一级油、二级油类的高等级油脂的消费量达 50%以上, 小包装类的油脂产品销售达高等级油脂销售总量的 70%以上。近年来, 随着我国的经济增长和人民生活水平提高, 食用植物油的消费量逐年增长, 人均年消费量已经接近 15kg (世界人均年消费的水平), 但是与一些发达国家的人均油脂年消费量水平和世界卫生组织 (WHO) 所建议的每年成年人油脂消费量 20~25kg 仍有一定的差距。因此, 我国油料的加工和油脂生产的发展仍具有很大的潜力, 油脂工业生产和加工空间是巨大的 (刘玉兰, 2006)。现在我国已经开始关注传统产业升级技术的创新研究工作, 目前酶技术在玉米、花生、葵花籽等资源上已取得较大突破 (王瑛瑶等, 2008)。结合油料特定预处理工艺, 我国在大豆加工中还应用了膨化预处理-生物解离法提油技术 (李杨等, 2009)。

第三节 发展我国植物油脂产品的建议

一般来说, 浸出法制取油脂的工艺应用比例及其应用的技术指标、节能程度和消费水准是衡量一个国家制取油脂的工业技术水平的重要标准。发达国家的应用比例通常均在 90%以上。而我国的古老油脂工业仅仅在新中国成立的几十年后, 特别是在 20 世纪 70 年代中期, 才开始消化吸收、并大力推广此先进技术, 自此我国才迅速赶上了世界潮流, 跨入了先进行列。至此, 我国不仅已普及了浸出法制油的技术, 而且在产品质量、生产水平、消费档次和主要的经济技术指标上均已达到国际水平。在许多新建或扩建的现代化大型油厂中, 规模效益、人才效益、质量效益已经得到了充分的发挥。同时, 对于各种油脂加工产品, 如起酥油、色拉油、人造奶油、高烹油和磷脂等, 在产品质量、生产量、生产的成本、节能环保技术和消费普及与应用等方面, 也均获得了长足的进展。尤其是在加入了世界贸易组织 (WTO) 之后, 我国正在不断增强自己在国际市场竞争中的能力。然而, 就当时的总体情况而言, 我国的油脂工业还存在着以下的问题: ①可食用的油脂 (尤其是色拉油) 的生产量仍然较低, 尽管我国的人均年消费量从 1991 年到 2000 年已经上升了约 5kg, 但与世界平均年消费总量 14.4kg 相比还存在着较大的差距; ②油厂的数量过多, 粗略估计当时就有 2000 余家, 且大多数规模不大, 加工能力不强并且工艺技术并不是十分先进, 因此我国国有油脂加工厂的产业结构和体制急需根本改造; ③油脂的精深加工和副产品的开发利用起步较晚, 还尚未形成优质化、规模化、系列化、适合营销的产品和有着不断扩大的供应需求量的市场 (倪培德, 2003)。

对于发展我国植物油脂产品的建议, 有如下几个方面。

1. 扩大我国油脂企业的生产规模 近几年来, 我国油脂企业的建设规模显现出了不断扩大的趋势。大型化的油脂加工企业采用了先进的工艺加工技术、生产加工设备和自动化加工装置, 以及其具有的投资经济的合理性使得这些企业有了实现油料的资源和油料的能源综合利用的可能, 使最终的产品质量可靠稳定, 大大降低了生产成本, 使得油料的综合技术和经济指标更具有优越性。从 20 世纪 70 年代初期开始, 世界发达国家的油脂企业建设规模均在 1000t/d 以上, 而我国到了 20 世纪 90 年代中期, 油脂企业建设的规模通常也就在 300t/d 左右。近年来, 外资企业在国内建设的油脂企业数目越来越多, 所建设的油脂加工企业生产规模也逐渐扩大, 单条生产线的生产能力已经达到了 1500~4000t, 并且引进的工艺设备技术的水平也愈加先进, 这些都为国内的油脂工业发展注入了新能量, 同时也为深入地了解 and 吸取国外先进技术提供了有利的条件, 促进并且带动了我国大型油脂企业的建设 (刘玉兰, 2004)。

2. 创新加工理念 传统的食用油脂加工仅要求在加工过程中保证食用油脂不出现质量安全问题,而忽视资源的重新利用,致使副产品综合利用低、附加值小,这一理念已经不符合现代食用油脂加工的要求。现代加工理念不仅要保证食用油脂的质量安全,还要提高副产品的综合利用率,实现加工过程的零排放和资源节约的目的,按照循环经济、绿色经济的理念,提高油脂资源综合加工能力,不断提高米糠、油脚、皮壳等副产物的综合利用水平,从而提高油脂产品的附加值。要树立高效、节能和环保意识,加大节能减排及环境保护力度,积极发展低耗、节能、环保、高效的现代加工模式,降低水、电、化学试剂等资源的消耗,减少污染物排放(金国明,2003),建设安全、高效、低耗、环保的现代食用油脂加工体系,加快我国食用油脂加工的发展(李宗哲等,2014)。

3. 采取更加先进的制取工艺技术,在原有的基础上迅速加快技术更新 随着现代科学技术的飞速发展,油脂的工艺技术和生产理论也在不断发展和完善,与此同时,在油脂生产中新技术和新设备也得到了广泛应用。例如,油料的预处理过程将不再仅仅重视料坯结构和性能对取油结果的影响,而是更加重视对于油料中成分的影响,以及由此造成的一些负面作用,如毛油品质降低、精炼效果较差、最终产品质量不过关等。因此,油料脱皮、膨化料坯、湿热处理料坯等预处理的制取油脂工艺技术已被人们广泛接受并应用于生产。油脂的浸出生产更重视降低其粕残油、能量消耗和溶剂损耗及提高浸出的毛油质量。因此,混合油的负压蒸发法,湿粕脱溶的预脱、自蒸蒸脱、干燥冷却方法,溶剂的蒸汽冷凝回收方法,尾气中的溶剂矿物油吸附回收方法及乏汽余热的利用技术等均得到了深入详细的研究,并应用于生产实践中,且已经取得了明显的效果。油脂的精炼在追求达到更高精炼效率的同时,在使产品质量(如良好的感官评价指标和产品的质量稳定性)更好和使辅料的消耗更低的方面也取得不错的成效。除此之外,自动化计算机的开展使用也为保证油脂的生产可以在最佳的条件下稳定运行、提高生产管理效果、降低生产成本等起到了重要作用。除了一些常规的油脂产品生产技术外,超滤和反渗透技术及超临界流体萃取油脂技术等油脂工业生产上有很大希望最终获得广泛应用。以微生物工程、酶工程和蛋白质工程为代表的生物技术已经在油脂的生产及油脂新产品的开发中取得很大成功(王瑞元,2005)。

4. 提高装备水平 具有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。目前,油脂加工工业正在逐渐摆脱传统生产装备的一些简陋、粗糙局面,而向着现代化生产装备水平的方向迈步。当然,这些得益于我国发展和进步的油脂机械制造业,也得益于通过对国外引进设备的消化、理解、吸收和应用。与此同时,我国大型油脂产品加工企业的建设也促成了大型的生产设备、输送设备和其他一些配套设备的研制和开发。利用现代化的先进加工技术,加大对落后的加工技术和加工装备的改造,不断提高国内现有食用油脂加工水平,提高整体竞争力。不断充实和更新食用油脂加工全过程中所需的各种装备,使其达到国际化、大型化、自动化水平。在食用油脂加工中引入和推广高压蒸汽炉等清洁装备,替代现有的导热油炉中的导热油介质的使用(李子明等,2003),继续加大力度推广微波装备的使用,提高食用油脂加工效率,提高消化吸收和自主创新能力,加快新型节能、环保、高效油脂加工装备的研发,提高油脂装备单机技术水平、单机最大处理能力及成套装备的研发能力,促进食用油脂加工装备向着综合性、专业化、大型化的方向发展。

5. 要提高副产品的质量, 还要开发新型产品 传统的油脂生产都只是以获取油脂为基本目的, 而如今油脂工业产品与副产品的种类繁多, 且产品的质量也很优良, 如调味油、起酥油、色拉油、人造奶油、高级烹调油、浓香花生油、风味调和油、小磨芝麻香油、营养调和油等多种产品, 可用来满足不同人群和不同用途的消费者的需求。随着现代生活水平的不断提高, 人们对油脂产品提出更高的要求, 这些要求不仅体现在感官方面, 如颜色、味道等, 还体现在营养方面和机能调节方面。各种功能性的油脂和食品的专用油脂开发与生产将会受到极大重视。根据油料中饼粕不同的用途, 可以在生产油脂的过程中适当调节生产的工艺条件以生产更多的饼粕产品。例如, 蛋白质含量不同的饲用豆粕, 可以用于提取出食用油料蛋白的豆粕。利用此种豆粕可以生产出大豆浓缩蛋白和大豆分离蛋白、脱脂豆粉和低脂豆粉、大豆组织蛋白及功能性大豆蛋白等。除此之外, 随着油脂生产技术的进一步提高, 将来会有更多新产品问世, 如新型油脂含有丰富的亚油酸、亚麻酸等不饱和脂肪酸, 同时富含多种微量元素和生物活性物质, 是我国开发功能性油脂的重要油源。这些新产品将会为油脂加工企业创造出更多的经济效益。

6. 着眼于油料的精深加工及综合利用 提高生产过程中在植物油料中存在的多种生物活性成分和微量有益成分, 在油脂生产的过程中或后续处理中将这有益成分提取出来, 将会有效地提高油料的利用价值。例如, 从豆粕、油脚等脱臭后馏取出的物质中提取出皂苷、磷脂、维生素E、异黄酮、脂肪酸、低聚糖等; 还可以从棉籽粕中提取出棉酚等。在选取油脂生产的工艺和技术条件上需要考虑制取过程中副产物的提取利用, 而加大对副产物的综合利用和开发力度, 也将会成为我国油脂制取工业发展过程中的一项重要内容。

7. 增强我国自身的环保意识 与其他工业生产一样, 在对油脂生产产生的废物进行有效控制和处理植物油脂的生产过程中, 总会伴随着产生一些废物, 然而尽管这些废物不像一些化学生产工业产生的废物那样严重地污染环境, 但是仍然会对环境产生许多不良影响, 还有潜在的危害。目前, 随着我国的油脂工业逐渐向高标准的工业化水平发展, 有效地控制和处理油脂生产过程中产生的废物, 也正在成为油脂的生产过程中一项重要的内容。而油脂生产加工过程所产生的废水、废气和固体废物的处理和控制在, 对于国内小型的油脂企业还是一个较为薄弱的环节, 基本上还没有十分有效的处理装备。而新建成的大型油脂生产企业基本都配备了一些有效的废物处理设备, 但大多数只是对废水进行处理, 而对其他的废物进行控制和处理还十分欠缺。随着我国环境保护法的实施力度不断加大, 要求所有的油脂生产加工企业都必须积极地在生产油脂中控制废料的产生, 用以减少废物的排放量和废物污染物的浓度。最后, 再采用废物处理技术完善, 对其进行有效的处理, 使其最终达到国家要求的排放废物标准, 甚至可能实现零排放生产废物。因此, 对于研究和应用这些排污量少的生产油脂工艺, 改进浸出的溶剂质量或者寻找新的溶剂, 选择安全的油脂脱臭介质, 都是在油脂的生产过程中保护环境需要综合考虑的问题(刘玉兰, 2009)。

油脂工业的发展可以说是世界各国一直在追求的一项永恒的事业, 相信我国正处于发展中的植物油脂工业的前景十分广阔。因为: ①我国国内的市场还是非常巨大的, 为油脂工业提供了十分巨大的发展空间, 国务院印发的《国家人口发展规划(2016—2030年)》中提出, 2020年全国总人口达到14.2亿左右, 若按照推荐的人均消费量来估算, 油脂在国内总的消费量将达到21Mt, 也就是说国内必须生产出21Mt食用油, 才不用从国外进口食用油, 因此我国的油料加工产量在目前的基础上需要增长, 油脂的生产必须达到规模化生产水平。

②采用一些高新技术来发展和提高植物油脂加工水平是我国的永恒主题。新的技术、新的工艺和新的设备在改造中国传统植物油脂工业方面已经产生了十分巨大的作用,并且许多生物技术、微胶囊造粒技术、膨化技术、超声波化工技术、微波加热技术、膜分离技术、超微粉碎技术、超临界流体萃取技术和计算机控制技术等的应用,为提高传统的植物油脂工业产品的质量和生产效率、新工艺技术的研究和产业结构的改善、产品加工技术的综合利用、开发新型产品和开拓国内外的市场提供了非常可靠的保障。

参 考 文 献

- 金国明. 2003. 21 世纪的机械加工理念——绿色制造. 中国建设信息, 12: 100.
- 李杨. 2015. 大豆生物解离技术. 北京: 化学工业出版社.
- 李杨, 江连洲, 许晶, 等. 2009. 挤压膨化预处理水酶法提取大豆油工艺的研究. 中国油脂, 34(6): 6-10.
- 李子明, 相海, 周海军. 2003. 我国油脂加工装备业的现状和发展要点. 粮油加工与食品机械, 8: 9-13.
- 李宗哲, 李德远, 邵剑钢. 2014. 我国食用油脂加工研究进展及发展对策. 中国食物与营养, 11: 30-33.
- 刘军海, 任惠兰. 2000. 植物油加工过程中微量成分的变化. 中国油脂, 25(4): 49-51.
- 刘玉兰. 2006. 油脂制取工艺学. 北京: 化学工业出版社.
- 刘玉兰. 2009. 油脂制取与加工工艺学. 2 版. 北京: 科学出版社.
- 刘玉兰. 2015. 现代植物油料油脂加工技术. 河南: 河南科学技术出版社.
- 陆启玉. 2004. 油脂化工产品生产技术. 北京: 化学工业出版社.
- 倪培德. 2003. 油脂加工技术. 北京: 化学工业出版社.
- 陶瑜. 1999. 油脂加工工艺与设备. 北京: 中国财政经济出版社.
- 汪学德. 2004. 油脂制备工艺与设备. 北京: 化学工业出版社.
- 王兴国. 2011. 油料科学原理. 北京: 中国轻工业出版社.
- 王宏建, 周伯川. 2000. 油脂精炼技术的发展及其与国外的差距. 中国油脂, 25(2): 3-6.
- 王瑞元. 2005a. 突飞猛进的中国油脂工业. 中国油脂, 30(10): 8-13.
- 王瑞元. 2005b. 中国油脂工业发展史. 北京: 化学工业出版社.
- 王珊珊, 王晓玲, 李秋, 等. 2011. 中国西部特种食用油资源开发利用状况. 中国西部第六届营养与健康学术会议论文集: 310-317.
- 王瑛瑶, 栾霞, 魏翠平, 等. 2010. 酶技术在油脂加工业中的应用. 中国油脂, 35(7): 8-11.
- 王瑛瑶, 王璋, 罗磊, 等. 2008. 水酶法提花生油中乳状液性质及破乳方法. 农业工程学报, 12: 259-263.
- 赵旭, 董殿文. 2010. 米糠油的功能特性及膨化浸出工艺. 农业科技与装备, 3: 38-41.

第一章 | 植物油料

凡植物种子或粮食、食品加工副产物中含油率在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（倪培德，2003）。

第一节 植物油料的化学组成

一、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（刘玉兰，2006）。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，它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，不能溶解酸和糖等物质。细胞原生质体中的结合水约占全部水分的4.5%。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。油料中含有较多疏水性的脂肪，因此干燥种子中的水分几乎全部集中在蛋白质、糖类等亲水物质里（梁少华，2009）。水分对油料的物理性质，如弹性、塑性、导热性和组织结构等有很大影响。同时水分对油料中酶的活性也有极大的影响，会影响油脂的质量。所以，一般在油脂的预处理工艺中要添加油料的水分调节步骤，对于油料中水分杂质的去除，一般的使用方法是常压或减压的状态下进行加热使油料中的水分蒸发，因为水分和油脂的临界温度不同。

二、固体杂质

粗油中的固体杂质是指在制油或储运的过程中产生的部分油渣，如粗油中的一些泥沙、饼粉、纤维、壳屑、草屑和其他固体杂质。这些杂质的存在会促使油脂酸败，因此必须除去。而由于这类杂质不溶于油脂，因此可用沉降法、过滤法等分离出去（韩景生，1989）。

沉降法是利用油脂和杂质之间密度不同，借助重力使它们自然分开的一种方法。此种方法所用的设备简单，一般能存放油脂的容器均可以利用。但是此方法沉降的时间较长、设备的利用率低，在生产中已经很少采用（李新华，2003）。

过滤法是在一定的温度条件下，借助重力、离心力等的作用，用滤布来分离油脂和杂质的方法。利用此种方法不仅能将毛油中的机械杂质分离开，还可以在精炼的其他工序中分离氢化油中的催化剂，以及固体脂、蜡、油。