

油脂化学原理与 ●

深度加工工艺

星火计划丛书

XINGHUOJIHUA
XINGHUOJIHUA

油脂化学原理 与深度加工工艺

江苏工业学院图书馆

钱生斌 高梅芳 编著

藏书章

油脂化学原理与深度加工工艺

钱生球 高梅芳 编著

贵州人民出版社出版发行

(贵阳市延安中路9号)

贵州新华印刷厂印刷 贵州省新华书店经销

787×1092毫米 32开本 6.625印张 120千字

1988年3月第1版 1988年3月第1次印刷

印数 1,300

ISBN 7-221-00013-1/TS·01

书号:16115·391 定价:1.60元

《全国“星火计划”丛书》编委会

主任委员

杨 浚

副主任委员（以姓氏笔划为序）

卢鸣谷 罗见龙 徐 简

委 员（以姓氏笔划为序）

王晓方	向华明	米景九	应日珽
张志强	张崇高	金耀明	赵汝霖
俞福良	柴淑敏	徐 骏	高承增

序

经党中央、国务院批准实施的“星火计划”，其目的是把科学技术引向农村，以振兴农村经济，促进农村经济结构的改革，意义深远。

实施“星火计划”的目标之一是，在农村知识青年中培训一批技术骨干和乡镇企业骨干，使之掌握一、二门先进的适用技术或基本的乡镇企业管理知识。为此，亟需出版《“星火计划”丛书》。以保证教学质量。

中国出版工作者协会科技出版工作委员会主动提出愿意组织全国各科技出版社共同协作出版《“星火计划”丛书》，为“星火计划”服务。据此，国家科委决定委托中国出版工作者协会科技出版工作委员会组织出版《全国“星火计划”丛书》，并要求出版物科学性、针对性强，覆盖面广，理论联系实际，文字通俗易懂。

愿《全国“星火计划”丛书》的出版能促进科技的“星火”在广大农村逐渐形成“燎原”之势。同时，我们也希望广大读者对《全国“星火计划”丛书》的不足之处乃至缺点、错误提出批评和建议，以便不断改进提高。

《全国“星火计划”丛书》编委会

1987年4月28日

前 言

在农村改革洪流的推动下，我国农业逐步冲破了自然经济的格局，出现了农林牧副渔全面发展，工商建运服综合经营，商品经济日益活跃的新局面。

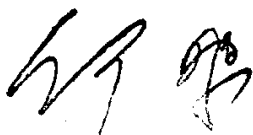
成功的农村改革实践表明，发展农村商品生产，必须要坚持一靠政策、二靠科学。近几年，广大农民学科学用科学的热情十分高涨，国家也在人力、物力、财力各方面给予了大力支持，从而使先进的科学技术在广大农村得到了迅速推广和应用。这些科学技术的推广普及，大大提高了农村社会生产力，促进了农村经济的发展。据测算，在“六五”期间，仅在种植业方面，农业科学技术对于增产的作用约为百分之三十到百分之四十。今后，我们发展农村经济，除继续坚持深入改革，进一步调动农民生产积极性外，还要加速农业科学技术的推广和应用，充分发挥科学技术在农业现代化中的巨大作用。当前正在实施的“星火计划”就是其中的一项重大措施。

在农业科学技术推广应用的实践中，广大科技工作者付出了辛勤的劳动，做了大量的工作。对发展农村经济和增加农民收入，做出了突出贡献。但我们应该看到，目前我国农业科技水平还不高，许多农业科学技术成果，还没有得到及时的推广和应用，农业的生产潜力和丰富资源还没有得到充分的挖掘和开发。这就要求我们的广大科技工作者，继续

认真贯彻“经济建设必须依靠科学技术，科技工作必须面向经济建设”的战略方针，深入农村，了解他们在新形势下对农业科学技术的新的需求，通过各种方式方法，帮助农民解决各种技术难题，为农民发展生产，勤劳致富开辟更多更宽的门路。

这套《星火计划丛书》，正是一些科技工作者根据农民的迫切需求而编写的。丛书内容涉及农林牧副渔、工商建运服，适应面广、针对性强，对进一步繁荣农村经济，增加农民收入，无疑会起到积极的作用。因此，我相信，这套丛书的编辑出版，一定会受到广大农民群众的欢迎。

希望更多的科技工作者和有关出版部门，多编多出这样的书籍，为我国农村经济的全面高涨而遍播火种。

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized Chinese characters, located in the lower right quadrant of the page.

目 录

第一章 绪论

- §1-1 油脂的营养与人体健康..... (1)
- §1-2 油脂化学在国民经济中的意义和作用..... (6)
- §1-3 油脂工艺的发展简况..... (7)
- §1-4 自然界中油脂的分布..... (20)
- §1-5 关于类脂物的一般知识..... (21)

第二章 油脂的结构

- §2-1 一级结构——脂肪酸..... (23)
- §2-2 二级结构——甘油酯的种类..... (27)
- §2-3 三级结构——位置异构..... (30)
- §2-4 四级结构——空间构型和晶形..... (32)
- §2-5 醇类..... (34)

第三章 油脂的一般特性

- §3-1 电子结构与稳定性..... (35)
- §3-2 加成反应..... (36)
- §3-3 取代和消除反应..... (38)
- §3-4 皂化反应..... (39)
- §3-5 聚合反应..... (39)
- §3-6 氧化..... (40)

第四章 分子油化学

- §4-1 甘油酯的组成..... (42)

§4-2	甘油酯的异构体·····	(44)
§4-3	天然油脂的互变·····	(45)
§4-4	酸酯取代反应·····	(46)
§4-5	醇酯变换反应·····	(47)
§4-6	酯酯重排·····	(51)
第五章 分子油物理性质		
§5-1	甘油酯的物理参数·····	(58)
§5-2	晶形与性能关系·····	(61)
第六章 油脂分析		
§6-1	宏观测定·····	(62)
§6-2	薄层色谱·····	(69)
§6-3	气相、液相色谱分析·····	(73)
§6-4	光谱分析·····	(78)
§6-5	其他物理分析·····	(85)
§6-6	定位分析·····	(88)
第七章 类脂物以及脂肪伴随物		
§7-1	类脂化合物·····	(90)
§7-2	磷脂·····	(91)
§7-3	蜡·····	(95)
§7-4	甾醇·····	(97)
§7-5	维生素·····	(99)
§7-6	油脂色素·····	(101)
第八章 油脂重整工艺		
§8-1	油脂新品种的制备·····	(105)
§8-2	人造可可脂·····	(106)
§8-3	高亚油酸人造奶油·····	(109)

§8-4	仿天然油种	(115)
§8-5	多维营养油	(117)
§8-6	食疗用油	(123)

第九章 油脂工业制品

§9-1	脂肪酸盐类	(126)
§9-2	日用化工中的表面活性剂	(128)
§9-3	印染助剂	(130)
§9-4	油漆工业品	(132)
§9-5	橡胶代用品	(135)
§9-6	氢化油工业	(136)

第十章 类脂物分离工艺

§10-1	谷维素制备	(138)
§10-2	维生素E提取	(140)
§10-3	甾醇制备	(141)
§10-4	磷脂制备	(142)
§10-5	蜡的制备	(145)
§10-6	棉酚的提取	(146)

第十一章 油脂副产品的深度加工

§11-1	米糠的综合利用	(148)
§11-2	油饼渣的利用	(153)
§11-3	棉籽壳的利用	(160)
§11-4	水化下脚制节能乳化剂	(161)

第十二章 油脂的系统综述

§12-1	植物油类	(163)
§12-2	野生植物油类	(166)
§12-3	动物油脂	(169)

附 录

- 一、 各类油脂的脂肪酸组成及气相色谱图 (173)
- 二、 波美度数与比重对照表 (201)
- 三、 摄氏、华氏温度对照表 (202)

第一章 绪 论

§1-1 油脂的营养与人体健康

油脂是人类三大营养要素之一，不仅热卡值大，发热量（9.3千卡/克）是糖和蛋白质发热量的二倍以上，而且参与人体各种组织的构成，影响各种脂溶性维生素的吸收和代谢，在人体内起着很重要的生理作用。长期缺乏油脂，会引起生长停滞，上皮功能失常，伤口难以愈合，动脉硬化，皮肤病，坏血病，抗病能力减弱等病变，以及各种脂溶性维生素缺乏症。因此，人类必须摄入一定数量的油脂。

自从胆固醇被普遍认为是促使动脉硬化，引起心肌梗塞、脑梗塞等心血管疾病的危险因子以来，许多人认为油吃多了会招致血脂增高，而引起心血管疾病。其实，只要我们注意油的种类、组成，多吃象植物油这类不饱和酸含量高的油脂，血液中的胆固醇浓度不但不会增高，反而会有所下降。

一、油脂对人体的作用

油脂进入人体之后，在胃里被加温软化，脂肪的消化、吸收主要在小肠中进行。由胰管分泌出的胰脂酶将脂肪部分水解成为甘油及游离脂肪酸，但大部分脂肪仅局部水解为甘油一酯。胆汁的胆盐能与脂肪的水解产物形成微胶粒，在小

肠的绒毛膜上，微胶粒中的甘油一酯和脂肪酸被吸收。吸收后的消化产物在肠上皮细胞滑面内质网上重新结合成甘油三酯，然后与磷脂、胆固醇及载脂蛋白形成乳糜微粒，通过淋巴从胸导管进入血液循环。由血液循环和各种生理代谢活动供给人体生理活动所需的能量或储存起来。一般在正常人体内，摄入脂肪的95%是可吸收的。

甘油三酯及其类脂物，尤其是人体所不能合成的必需脂肪酸——亚油酸及脂溶性维生素等，在人体内都有一定的生理作用。这些物质对人体的作用及缺乏时易引起的疾病见表1-1。

表1-1 脂类对人体的作用及缺乏病

名 称	对 人 体 的 作 用	缺 乏 病
亚 油 酸	合成前列腺素的前体，能调节血压，降低血清胆固醇，调节脂肪酸代谢，促进发育，保护皮肤，增加乳汁分泌，控制细胞膜透过性等	引起胆固醇沉积，幼儿皮肤干燥、生长迟缓，老人患眼白内障。
植物甾醇	治疗心血管病，防止胆固醇沉积，抗哮喘。抗皮肤鳞癌，治疗顽固性溃疡	
维生素D		引起佝偻病，软骨病
维生素E	抗不孕，抗睾丸萎缩，抗牙周炎，抗氧化，防老化，有利于消化器官对脂肪的吸收，预防喘息及糖尿病等	肝细胞坏死，肌肉萎缩，脑软化症，不育和流产

二、从脂肪酸组成看其营养价值

食用油脂中最主要的成份是脂肪酸，而且是以中、长链脂肪酸为主。构成脂肪酸的有饱和、不饱和及特殊脂肪酸，还有几何及位置异构体等。油脂的营养价值较大程度是取决于它的脂肪酸组成及配比，其生理作用也按种类不同而异。几种主要油脂的脂肪酸含量见表1-2。

表1-2 主要油脂的脂肪酸含量

油名	项 目	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{20:0}	C _{20:1}	C _{22:1}
米 糠 油		0.3~0.5	11.5~18	0.4~0.6	1.5~2.5	38~49	26~40	0.3~1.5			
玉米胚芽油		0.1~1.7	12	0.2~0.6	2	26	50	1			
小麦胚芽油			11~16		1~6	8~30	44~62	4~10	0~1.2		
红花籽 油	数 量		6.4		3.1	12~14	76	1	0.2		
菜籽油(胜利油菜)			4.5		0.82	18.14	12.61	8.6		9.83	41.79
茶 油	0.3	7.6			0.8	83.3	7.4		0.6		
大 豆 油	0.1~0.4	6~8			3~5	25~36	52~65	3~8	0.14~1		
棉 籽 油	0.5~1.5	20~23			1~3	23~35	42~54		0.2~1.5		
猪 油	2.2	25~30	1.8		14.6	43.6	8.3	0.2~1		0.2~0.5	

注：脂肪酸的化学组成表示法是在“:”前用数字表示其碳链长，在“:”后用数字表示其双键数。例如亚油酸(C_{18:2})为十八碳二烯酸。

从表 1-2 可以看出，植物油脂以十八碳不饱和酸为主。动物油则则以饱和酸为主。衡量油脂的营养价值通常以必需脂肪酸含量为标准，必需脂肪酸在体内参与磷脂的合成，并以磷脂形式出现在线粒体和细胞中。

植物油脂中含有较多的亚油酸，胆固醇只有与亚油酸结合后才能在体内运转代谢，否则易于发生沉降。进行新陈代谢、新生组织生长时需要亚油酸，受损组织的修复过程也需要亚油酸。花生四烯酸只能由亚油酸在体内合成，花生四烯酸是人体合成前列腺素的必需物，而前列腺素又是细胞中不可缺少的物质，缺乏时将引起脂代谢异常。此外，亚油酸与油脂中的不皂化物特别是植物甾醇的相互作用，具有抑制血清胆固醇的效果。近年来，城市居民死亡人数中，脑溢血、心脏病及心肌梗塞等心血管疾病占多数，其原因在于高脂肪、高胆固醇食品食取过多。因此，如何选择适当的食物，抑制胆固醇的问题引起了普遍的重视。植物油中几乎不含胆固醇，而动物油脂中胆固醇和饱和脂肪酸较多。目前，在食用油脂供应方面，大多数国家都在逐年减少动物油脂的比例。

三、从油脂中的不皂化物看其营养价值

油脂对血清胆固醇的抑制作用，各国专家曾做过不少研究，一致认为含亚油酸较多的植物油脂均具有降低胆固醇浓度的作用。但是，从进一步的研究看来，亚油酸固然是降低血清胆固醇的一个重要因素，却不是唯一的因素，认为是由于油脂中的脂肪酸适当配比与植物甾醇及维生素 E 这些因子的相乘作用强化了血清胆固醇浓度的下降。油脂中的不皂化物含量及各种脂肪酸的适当配比也是一个重要条件。

不皂化物包括甾醇、三萜烯醇、4-甲基甾醇、脂肪醇、维生素、烃及色素等物。到目前为止，对特性及生理作用方面研究较多的有甾醇与维生素E，表1-3列出几种常用油脂的不皂化物含量。

表1-3 食用油脂的不皂化物组成

油 名	不皂化物含量 %	VE 含量 %	组 成 %				
			烃	角鲨烯	脂肪醇	三萜 烯醇	甾醇
米糠油	3.5~5.2	0.1~0.25	5	5	24	15	42
玉米油	1.7~3.5	0.1~0.23	1.4	2.2	5.0	6.7	81.3
豆 油	0.5~0.72	0.293~0.28	3.8	2.5	4.9	23.2	58.4
菜 油	0.7~1.2	0.056~0.067	8.7	4.3	7.2	9.2	63.6
茶 油	0.5~0.68		3.4	2.6	—	—	22.7
猪 油	0.2~0.4		23.8	4.6	2.1	7.1	47.0

表1-3中，猪油的不皂化物主要是胆固醇，而植物油则以豆甾醇、 β -谷甾醇及菜油甾醇为主。米糠油中植物甾醇及维生素E含量较高。对于不皂化物中植物甾醇降低血清胆固醇的作用，有关文献报道，将提炼出来的植物甾醇加入大豆油中，使大豆油甾醇含量与米糠油相等，发现大豆油抑制胆固醇的效果有显著提高，并非常接近于米糠油的效果。在棕榈油（含饱和酸与猪油相近）和猪油中分别加入等量的米糠油，也可以看出棕榈油与猪油对人体血清胆固醇浓度抑制效果都有大幅度提高。这充分说明：一旦食取含亚油酸及不皂化物较多的油脂，即使同时摄取相当量的动物性脂肪，血中胆固醇的浓度也不会上升。

植物甾醇本身不易被吸收，但它能抑制胆固醇的吸收。

油脂中的维生素E是天然抗氧化剂，它在体内能起到防止其它物质遭受氧化的作用，近年来越来越被重视。研究表明，在细胞膜中若有足够浓度的维生素E，可以抑制对细胞代谢有毒性的反应；维生素E能保护细胞膜的稳定性，而只有完整的细胞膜才能确保完整的新陈代谢。维生素E对动脉硬化的发生具有预防作用。成年人心肌梗塞会引起呼吸窘迫综合症，治疗之始食用维生素E，可阻止各种病变。此外，维生素E对神经肌肉疾患、肝病、皮肤病等都有一定的疗效。用它制成的各种防老化、抗氧化、抗高脂质血症等药品，堪称延年益寿之佳品。

综上所述，只要人们注重油脂的营养，逐步改变长期食用单一油脂的习惯，多摄取些谷物油脂这类富含亚油酸及不皂化物的油脂是有利于健康的。

§1-2 油脂化学在国民经济中的意义和作用

油脂的用途十分广泛。它是人类食物不可缺少的一种重要成分，可以制作各种风味的凉拌油、烹调油、色拉油、起酥油、人造奶油、代可可脂等，在营养以及食品制造上起着巨大的作用。它也是制造肥皂的重要基本原料。除此之外，油脂还可用来制造油漆、油布、人造皮革、化妆品、可塑体、橡胶、香料、油墨、增塑剂、润滑油等等品种繁多的产品，在涂料、颜料、医药、印染日用化工、表面活性剂等方面也有很大的作用。油脂的下脚可制成饮料的添加剂、价廉的肥皂粉、杀虫剂、食用或节能用的乳化剂、鞋油、脱膜剂以