

现代实用化工小丛书

油脂的利用

湖北省化学化工学会编审委员会编

张遵禧 编著 徐汉生 审校



YOUZHI DE LIYONG

湖北科学技术出版社

现代实用化工小丛书

油脂的利用

湖北省化学化工学会编审委员会编
张遵禧 编著 徐汉生 审校



YOUZHI DE LIYONG
湖北科学技术出版社

内 容 提 要

本书介绍油脚和皂脚的综合利用，介绍油脂化工产品的制造方法，介绍六种油脂在化学工业上的利用，内容基本上是按原理、工艺流程、操作方法、产品质量分析方法、主要设备、产品用途和国内生产情况逐一介绍最后还讨论了怎样制订肥皂油脂配方，这些对乡镇企业都有实用价值。

本书是以具有中学文化程度的读者为对象，不仅可以作为技术培训教材，也可供从事油脂化工的技术人员、干部和工人的参考。

现代实用化工小丛书

油脂的利用

湖北省化学化工学会编审委员会编

张遵禧 编著 徐汉生 审稿

湖北科学技术出版社出版发行 新华书店湖北发行所经销

湖北科技出版社黄冈印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 5印张 1插页 104千字

1989年5月第1版 1989年5月第1次印刷

ISBN7—5352—0202—0/TQ·5

印数：1—7120 定价：1.75元

序

化学工业发展到今天，在人类改造和利用自然界以满足日益增长的物质文化需要中，越来越显示其重要作用。农轻重、吃穿用，无不密切地依赖化学工业的发展。在这方面，除了国家兴建大批现代化化工企业外，大力发展地方小型化工企业包括乡镇企业，充分利用农村丰富的物质资源，经过化学加工，生产各种有用产品，从而为社会创造巨大的物质财富，是另一条重要途径，并有着广阔的前途。

1985年年初，湖北省化学化工学会曾组织有关教授、总工程师等十多位同志走访了湖北省宜昌、襄樊等地市，了解到乡镇办化工企业物质资源丰富，但由于当前农村办化工的经验不足，化工专业技术人员缺乏，以致化工事业发展困难；即使办起来了的，有些也是因陋就简，仓促上马，缺乏技术指导，导致产品质量不高、浪费较大、有的还污染环境。鉴于这种情况，湖北省化学化工学会决定编写《现代实用化工小丛书》，比较系统地向农村提供实用的化工基础知识。

本丛书主要以乡镇办化工为目的，分油脂化工、淀粉化工、野生纤维化工、科学配方施肥……等若干专册陆续出版。为了做到实用，本丛书结合化工原理，对生产工艺过程、操作条件、生产装置、设备要求、分析检验、劳保安全等方面，根

据编写者的经验，结合实际做了具体而扼要的叙述。这样，有便于读者了解最主要的内容，很快熟悉，并将技术知识应用到化工生产中去。当然，因具体情况不同往往各自有其适合的条件，因此使用这套丛书必须注意从实际出发，避免生搬硬套。

本丛书可供中学以上文化程度的乡镇领导干部、乡镇企业干部，以及从事乡镇化工生产人员阅读、参考。

●丛书编写过程中，得到湖北省石油化工厅的大力支持和毛剑光同志的热忱指导，在此一并致谢。

由于编审工作仓促，内容不妥之处，在所难免，希望丛书读者和专家批评指正。

吴子炉

1987年8月

前 言

有机化学工业的起始原料来自石油、天然气、煤和农副产品。其中石油、天然气和煤的蕴藏量是有限的，而农副产品则是取之不尽、用之不竭、可以再生的资源。70年代世界上出现了石油危机，人们处在石油、天然气和煤的蓄积量日趋下降，以及环境污染给人们带来危害的气氛中，因此农副产品的利用再度受到人们的重视。

近几年来，我国农业生产不断增长，不仅农副产品产量多，而且价格低廉。其中有些农副产品的产量是由于国家实行价格补贴政策带来的。产量愈大，国家补贴愈多。在当前国家财力有限的情况下，解决这一矛盾的有效方法就是将农副产品进行深度加工和综合利用，提高它的经济价值，充分发挥它的作用，以减少国家的价格补贴，增加农民收入。

湖北省化学化工学会为了适应当前乡镇企业的需要，配合国家科委“星火计划”的实施，将《农副产品的综合利用》一书列为《现代实用化工小丛书》的第一本。考虑到农副产品种类繁多，利用方法也多种多样。为了便于读者根据需要自由选购，决定按农副产品的种类分为四大部分，由四位同志分工编写，分为四册出版：

第一册《油脂的综合利用》

第二册《淀粉的综合利用》

第三册《纤维质的综合利用》

第四册《土特产及林产品的综合利用》

本书是作者们在多年实践的基础上，搜集国内外文献资料加以整理编写成的。文字叙述深入浅出，通俗易懂，所介绍的化工产品及其生产工艺以成熟的为主。对这些产品的国内生产情况和产品发展前途也作出适当介绍。书末附有参考文献，供读者深入研究。因此，本书对于从事农副产品综合利用的科技人员和管理人员也有参考价值。

在编写过程中，湖北省化学化工学会理事会和编委会不断给予指导，并聘请徐汉生教授为本书审稿。徐教授提出了不少的宝贵意见。在此向所有给予支持和帮助的同志表示谢意。

由于编者水平有限，搜集成熟的技术资料比较困难，错误和缺点在所难免，敬希读者批评指正。

编者

1987年7月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 油脂的化学成分	1
第二节 油脂的化学性质	4
第三节 油脂在化工上的利用途径.....	8
第二章 油脚和皂脚的利用	11
第一节 油脚和皂脚的形成	11
第二节 磷脂的提取.....	13
第三节 皂脚制皂.....	19
第四节 油脚皂脚制脂肪酸	24
第五节 酸值的测定	27
第六节 脂肪酸含量的测定	28
第三章 脂肪酸及其衍生物的制造	30
第一节 概述.....	30
第二节 酸化水解法.....	32
第三节 硬脂酸与油酸的分离.....	36
第四节 脂肪酸盐类.....	42
第五节 硬脂酸单甘油酯.....	46
第四章 脂肪醇及其衍生物的制造	51
第一节 概述.....	51

第二节	油脂制脂肪醇	53
第三节	聚氧乙烯醚的制造	56
第四节	脂肪醇硫酸酯的制造	60
第五节	脂肪醇磷酸酯的制造	62
第六节	羟值的测定	64
第五章	制皂废液回收甘油	66
第一节	概述	66
第二节	废液的净化	67
第三节	净废液的浓缩	70
第四节	粗甘油的蒸馏	74
第五节	甘油含量的测定	77
第六章	蓖麻油的利用	79
第一节	概述	79
第二节	癸二酸的制造	81
第三节	癸二酸制尼龙1010	85
第四节	蓖麻油制十一烯酸	87
第五节	土耳其红油	91
第六节	蓖麻油用于聚氨酯	93
第七章	大豆油的利用	96
第一节	概述	96
第二节	亚油酸的提取	97
第三节	硬化油的制造	99
第四节	环氧化大豆油	104
第八章	菜籽油的利用	109
第一节	概述	109
第二节	菜油的直接利用	111
第三节	菜油的深度加工	113

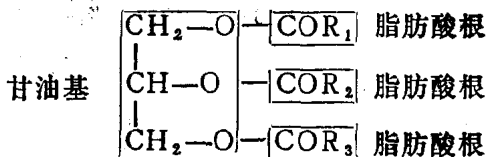
第四节	菜油脚的利用.....	117
第五节	芥酸的制取及利用.....	118
第九章	米糠油、山苍籽油、及柏油的利用.....	121
第一节	米糠油的组成.....	121
第二节	糠蜡的提取.....	122
第三节	谷维素的提取.....	125
第四节	山苍籽油的利用.....	129
第五节	柏油的利用.....	133
第十章	肥皂油脂配方.....	136
第一节	概述.....	136
第二节	油脂对肥皂性能的影响.....	137
第三节	油脂配方的制订.....	139
第四节	脂肪酸凝固点的测定.....	145
第五节	皂化值的测定.....	146
第六节	碘值的测定.....	147
参考文献		149

第一章 绪 论

第一节 油脂的化学成分

油脂是植物油和动物脂肪的统称。按照传统概念，在室温下呈液体状态的称为油，呈固体状态的称为脂。但是这种概念不很确切。某些油脂的形态是液体还是固体，是随着环境温度高低而变化的。例如椰子油的熔点是 $20\sim 29^{\circ}\text{C}$ ，在热带常年是液体，可是运到东北地区去，在夏天是液体，到冬季却是固体。从化学角度看，不管是油还是脂，它们的化学成分都是脂肪酸的甘油酯。它们和矿物油（例如煤油、汽油、柴油等）及芳香油（例如樟脑油、薄荷油等）在化学结构上有着本质的区别。矿物油的化学成分是脂肪烃类。芳香油的化学成分是芳香烃或萜烯烃类。因此它们三者之间理化性质的差别也是很大的。

油脂的化学成分可以用下面的结构式表示：



从上式可以看出，油脂是由甘油（化学名称丙三醇、分子式为 $\text{C}_3\text{H}_8(\text{OH})_3$ ）的三个羟基（ $-\text{OH}$ ）与三个脂肪酸结合起来的酯类，通称为脂肪酸甘油酯。式中 R_1 、 R_2 、 R_3 分别

代表着三个碳原子数相同或不不同的烃基，—COR代表着脂肪酸根。

一种天然油脂往往含有多种脂肪酸。据报道，存在于动植物油脂中的脂肪酸已经发现的有170种以上。其中含量比较高的有硬脂酸、棕榈酸、油酸、亚油酸等十多种。不同的油脂由不同的脂肪酸所组成，而同一种油脂由于品种不同产地不同也会有不同的脂肪酸组成。现将常见的动植物油脂所含的主要脂肪酸列于表1和表2。

油脂所含的脂肪酸种类虽多，但有着共同的特点：

1. 都是直链的一元羧酸，只有一个羧基（—COOH）。

2. 绝大多数的油脂所含脂肪酸含有偶数的碳原子数。

3. 16个碳原子（简写为 C_{16} ）和18个碳原子（简写为 C_{18} ）的脂肪酸是天然油脂所含脂肪酸的主体。

表1 存在于油脂中的主要脂肪酸

常用名	系 统 名 称	碳原子数	双键数	主 要 来 源
饱和酸				
癸酸	癸烷酸	10		椰子油、棕榈核油含有少量
月桂酸	十二烷酸	12		椰子油、棕榈核油、山苍子核油
豆蔻酸	十四烷酸	14		多数油脂含有少量
棕榈酸	十六烷酸	16		柏油、猪油、棕榈油、漆蜡
硬脂酸	十八烷酸	18		羊油、牛油
花生酸	二十烷酸	20		花生油含有少量
不饱和酸				
油酸	9,十八烯酸	18	1	花生油、米糠油、芝麻油
亚油酸	9,12十八二烯酸	18	2	向日葵油、大豆油、棉子油
亚麻酸	9,12,15十八三烯酸	18	3	亚麻仁油
蓖麻油酸	12羟基9—十八烯酸	18	1	蓖麻油
桐油酸	9,11,13十八碳三烯酸	18	3	桐油
芥酸	13,二十二碳烯酸	22	1	菜籽油

表2 油脂中主要脂肪酸含量

油脂名称	脂 肪 酸	含 量%
牛 油	油 酸	39~50
羊 油	油 桐 酸	24~33
猪 油	油 桐 酸	35~45
猪 油	硬 脂 酸	25~30
猪 油	油 桐 酸	35~60
柏 油	油 桐 酸	20~32
柏 油	油 桐 酸	58~72
椰子油	油 桐 酸	20~35
椰子油	月 桂 酸	45~51
蓖麻油	蓖 麻 酸	80~85
茶 油	油 桐 酸	74~87
大豆油	亚 油 酸	52~57
芝麻油	亚 油 酸	32~36
芝麻油	亚 油 酸	35~47
棉 籽 油	亚 油 酸	37~49
棉 籽 油	亚 油 酸	42~54
花生油	油 桐 酸	23~35
花生油	油 桐 酸	50~70
向日葵油	亚 油 酸	58~76
米 糠 油	油 桐 酸	14~33
米 糠 油	油 桐 酸	42~60
菜 籽 油	亚 油 酸	16~40
菜 籽 油	芥 酸	45~55
漆 桐 油	芥 酸	67.5~79
漆 桐 油	油 桐 酸	75~81

油脂的脂肪酸从分子结构来划分，可以分为饱和脂肪酸、不饱和脂肪酸和含有取代基的脂肪酸三大类。

所谓饱和脂肪酸是指在分子结构中，碳原子与碳原子之间的连结不含双键。其中以棕榈酸 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$ 和硬脂酸 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$ 为代表，在油脂中分布较广。

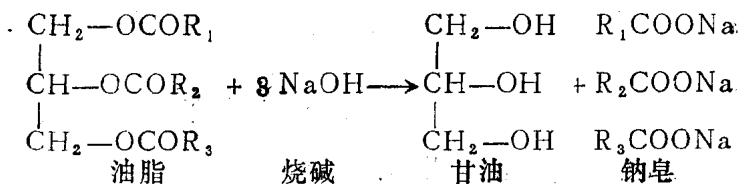
所谓不饱和脂肪酸是指在分子结构中含有一个、二个或三个双键。其中代表就是油酸 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ 含有一个双键。亚油酸 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ 含有二个双键。亚麻酸 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ 含有三个双键，这三种不饱和脂肪酸在植物油中分布较广。

在油脂中，脂肪酸的重量约占整个甘油酯的90%以上，甘油重量约占10%左右。油脂的理化性质在很大程度上决定于脂肪酸的组成。要想很好的利用油脂及其副产品，首先要了解油脂的化学组成和有关脂肪酸的理化性质。下面就介绍油脂的重要化学性质。

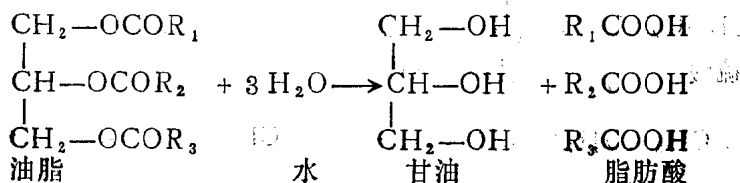
第二节 油脂的化学性质

为了让读者在考虑怎样综合利用油脂及其副产品之前对油脂的化学性质有个基本了解，现将油脂的化学性质归纳为下列八点：

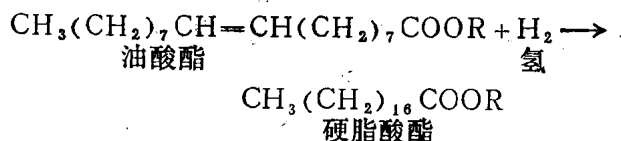
一、油脂的皂化 在 100°C 左右，油脂与烧碱(氢氧化钠)溶液作用，生成肥皂和甘油。这个反应称为皂化反应，是油脂化学上重要的反应。传统的制皂工业就是利用这一反应。反应式如下：



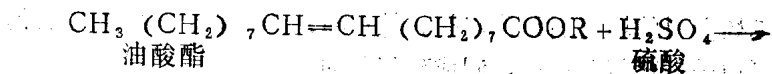
二、油脂的水解 当加温和催化剂存在下，油脂被水分解为脂肪酸和甘油。这一反应称做水解。当前工业上生产各种脂肪酸和甘油，主要利用这一反应。反应式如下：

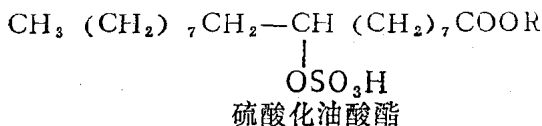


三、油脂的氢化 在加温、加压和催化剂存在下，含有不饱和脂肪酸的油脂与氢发生加成反应，从而转化为相应的饱和脂肪酸酯或者减少它的不饱和程度。这个反应称为加氢或氢化反应。利用氢化反应，可使液体的油变为固体的脂。这种脂，商业上叫做硬化油或氢化油。例如含有双键的油酸或者油酸酯氢化后变成饱和的硬脂酸酯。反应式如下：

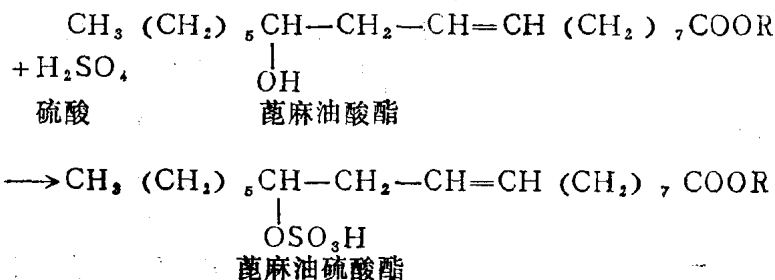


四、油脂的硫酸化 饱和脂肪酸与硫酸无作用。含有不饱和脂肪酸的油脂与浓硫酸作用，生成硫酸酯，是一种很好的洗涤剂。反应式如下：



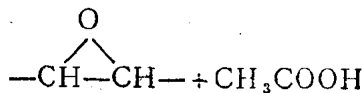


蓖麻油所含蓖麻油酸既是不饱和酸，又带有一个羟基。与浓硫酸作用，不在双键上反应而在羟基上反应，生成硫酸酯。俗名土耳其红油或称太古油。反应式如下：



五、油脂的氧化 含饱和酸的油脂与氧化剂作用，比较困难。不饱和脂肪酸的油脂却很易被氧化。长期在空气中放置的油脂会酸败变质，产生一种不愉快的气味，就是由于油脂自身氧化所引起的。

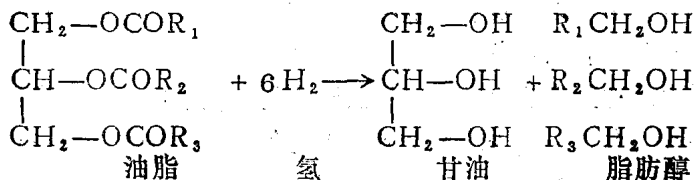
六、油脂的环氧化 含不饱和脂肪酸的油脂与过乙酸作用，生成环氧化合物。这个反应称为环氧化反应。反应式如下：

$$-\text{CH}=\text{CH}- + \text{CH}_3\text{COOOH} \longrightarrow$$


不饱和油的双键 过乙酸 环氧化油 乙酸

大豆油经过环氧化反应生成环氧化大豆油，这种油是聚氯乙烯塑料的增塑剂和稳定剂。棉籽油、菜籽油、米糠油等油都可以进行环氧化反应，制成环氧化油。

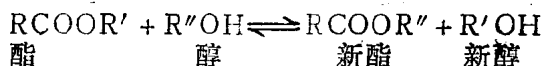
七、油脂羰基还原 在高温和高压下，采用铜或镍的氧化物作催化剂，可以使油脂或脂肪酸羰基上加氢，还原成为相应的脂肪醇而油脂原有的双键不受影响。反应式如下：



脂肪醇是油脂化学的一项重要基本原料，从它出发可以制出一系列的表面活性剂。

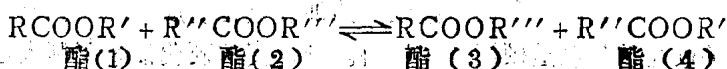
八、油脂的酯交换 油脂与脂肪酸，油脂与醇，油脂与其它的酯在一定的条件下，可以相互作用。使油脂分子中所含有的某一种脂肪酸换成另一种脂肪酸，生成一种新的酯。这种反应统称为酯交换反应。工业上采用的酯交换反应主要是油脂与醇、油脂与酯两类。现在简述于下：

1. 油脂与醇反应生成一种新的酯与新的醇，又称为醇解反应。工业上广泛采用这一反应生产一些油脂化工产品。反应式如下：



例如油脂与甘油（丙三醇）在氢氧化钠作催化剂的条件下，加热到200~250℃，生成脂肪酸甘油酯是优良的食品乳化剂，用于人造奶油和糕点的生产，也用于日用化妆品的配方。

2. 油脂与油脂之间的反应，生成两种新的酯类，反应式如下：



油脂的组成是各种不同脂肪酸的甘油酯。通过酯交换反应