

贝雷：

# 油脂化学 与工艺学

[美] Y. H. Hui 主编 徐生庚 裘爱泳 主译

Fifth Edition

BAILEY'S  
INDUSTRIAL  
OIL & FAT  
PRODUCTS

第五版  
第三卷

 中国轻工业出版社

China Light Industry Press

贝雷：

# 油脂化学与工艺学

第五版 第三卷

[美] Y. H. Hui 主编

徐生庚 裘爱泳 主译



中国轻工业出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

贝雷.第3卷:油脂化学与工艺学:第5版/(美)惠(Hui, Y. H.)主编;徐生庚,裘爱泳主译. —北京:中国轻工业出版社,2001.6

ISBN 7-5019-3106-2

I. 贝… II. ①惠…②徐…③裘… III. ①油脂化学②油脂制备—生产工艺 IV. TQ64

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第10718号

WV: 103

## Bailey's Industrial Oil and Fat Products

Fifth Edition, Volume 3

Edited by Y. H. Hui

Copyright©1996 by John Wiley & Sons, Inc.

All Rights Reserved. Authorized translation from the English language edition published by John Wiley & Sons, Inc.

责任编辑:劳国强 责任终审:滕炎福 封面设计:张歌明  
版式设计:智苏亚 责任校对:燕杰 责任监印:胡兵

\*

出版发行:中国轻工业出版社(北京东长安街6号,邮编:100740)

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

联系电话:010—65241695

印 刷:中国人民警官大学印刷厂

经 销:各地新华书店

版 次:2001年6月第1版 2001年6月第1次印刷

开 本:850×1168 1/32 印张:19.875

字 数:501千字 印数:1—2000

书 号:ISBN 7-5019-3106-2/TQ·242

定 价:50.00元

著作权合同登记 图字:01-1999-2217

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

## 本卷编写、翻译和审校人员

第一章	David Hettinga	华聘聘	译	刘 晔	校
第二章	Michael M. Chrysam	华聘聘	译	刘 晔	校
第三章	Donglas J. Metzroth	华聘聘	译	刘 晔	校
第四章	Richard D. O'Brien	华聘聘	译	刘 晔	校
第五章	R. G. Krishnamurthy, Vernon C. Witte	曹 栋	译	孙冀平	校
第六章	George M. Pigott	狄济乐	译	曹 栋	校
第七章	Edmund E. Lusas, Mian N. Riaz	刘 晔	译	华聘聘	校
第八章	Clyde E. Stauffer	刘 晔	译	华聘聘	校
第九章	Robert E. Wainwright	华聘聘	译	刘 晔	校
第十章	Bob Gebhardt	刘 晔	译	华聘聘	校
第十一章	Michael M. Blumenthal	刘 晔	译	华聘聘	校
第十二章	Clyde E. Stauffer	刘 晔	译	华聘聘	校
第十三章	Daniel E. Pratt	曹 栋	译	孙冀平	校

全书由徐生庚、裘爱泳总校

## 译者序

《贝雷：油脂化学与工艺学》是油脂及油脂化学的一部经典著作。本书第一版由美国杰出的油脂专家 A. E. 贝雷编写。贝雷逝世后,为了纪念这位对油脂科学的发展作出了巨大贡献的学者(美国油脂科学学术荣誉奖也以贝雷命名),本书的各修订版书名仍冠以贝雷之名。修订版主编通常由美国油脂界著名学者担任,各章均由专项技术的权威人士撰稿,内容包括油脂及油脂化学的各个技术领域。由于作者具有丰富的理论知识和实践经验,并掌握大量资料,故本书内容丰富,资料新颖,数据可靠,论述精辟,并附有大量参考文献,可供读者深入研究之用。因此,修订本的出版也一直是全世界油脂界共同关心的事情。

本书是第五版,经工业、政府和高校的专家历时三年的审阅。第五版在许多地方与第四版不同,包括把三卷改为五卷;清楚地把食用油脂(一至四卷)和非食用油脂(第五卷)分开,使内容更全面,应用资料更丰富。第一卷包括化学、营养、毒理学、动植物油脂、气味、分析和感官评价;第二卷包括各种油籽;第三卷讨论油脂的应用;第四卷集中在植物油加工技术和工程上;第五卷包括油脂的非食用产品的应用,有消费品如肥皂、油漆、皮革、纺织、医药和化妆品,其它的内容有动物油脂熬制、脂肪酸和甘油。

因为本书内容很多,涉及范围很广,因此,译者较多,多数译者是国内油脂科学方面著名高校和研究所的专家及其年轻的博士、硕士。为使翻译尽可能准确,聘请国内著名老专家审校,有油脂化学与洗涤剂专家华章熙以及第四版的译校者张大煜等,并对原文中一些技术性错误作了更正。在此,对参加审校的老专家深表感谢。

本书译校历时一年多,经过全体译校者的共同努力,终于将第五版译成中文以飨读者。如果此书能对读者有所裨益,则主要归功于

他们。但如在译文中发现技术性错误,则是主译者的疏忽或认识不够,请读者无保留地指正。

**徐生庚 裘爱泳**

2000年6月

## 对作者奥尔顿·爱德华·贝雷 (Alton E. Bailey)的颂词



奥尔顿·爱德华·贝雷

奥尔顿·爱德华·贝雷 1907 年出生于美国得克萨斯州的中部,四十六年后逝世于田纳西州的孟菲斯。在其短暂的职业生涯中,贝雷在油脂科学技术上留下了无人比拟的足迹。在其众多成就中,传世之作——《贝雷:油脂化学与工艺学》无疑是最重要的。该书于 1945 年首次出版后,立即成为油脂工业的金科玉律,时至今日依然如此。为了纳入更新的科学发现和工程发展,在他去世后,该书也历经数次更新与增补。然而在详细阅读此书 1945 年第一版时,读者几

乎意识不到这是贝雷 50 年前的著作。

在当今时代,要正式地成为一个研究员或权威作者,在一所著名大学获得博士学位几乎已成为起码要求;有意思的是,贝雷在 1927 年从新墨西哥大学获得化学工程学士后,他的大学教育就结束了。

毕业后,贝雷受聘于卡德海包装公司(Cudahy Packing Company),先是在内布拉斯加州的 Omaha 实验室,后来在田纳西州的孟菲斯(Memphis)实验室工作。1941 年他离开卡德海,接受了位于新奥尔良的美国农业部南方地区研究所油脂加工研究室主任的职位。正是在该所的中试工厂,贝雷的许多设想得以试验和量化。他发表的实验室报告主要地依靠使用当时的新型手段膨胀测定法来解释和理解油脂的功能特性。

五年后,贝雷辞去了美国农业部的工作,进入肯塔基州路易斯维尔市的 Girdler 公司的同心双管带刮板换热器分公司(Votator Division),担任其油脂分部的主任工艺工程师。在这个位置上,他帮助开发了半连续脱臭器,在生产高质量产品的同时,使得由生产一个产品迅速转产另一产品成为可能。1950 年,贝雷回到孟菲斯作为 Humko 公司的副总裁并兼公司研究部主任直至去世。

1935 年贝雷加入美国油脂化学家学会,随后对学会的技术出版物、教育计划和组织管理作出了许多贡献。1949 年入选理事会,1951—1952 年任学会主席。

他的同代人都认为,贝雷具有超群的智力、强烈的求知欲和极高的进取心。除此而外,他还具有近乎照相机般的记忆力,归纳组织材料并以直截了当和易于理解的方式写成著作的非凡才能。

当 Fred Astaire 去世时,Mikhail Baryshnikov 评论道,“Astaire 是一个职业艺术家,而我们其它人则是舞蹈家”。我们,这些第五版各章节的修订者,感受到与贝雷先生的关系也是如此。我们希望,人们将会发现我们努力以他的名字出版此书是很值得的。

**Robert C. Hastert**

1995 年 10 月



## 贝雷——当代油脂研究的奠基人

追随着奥尔顿·爱德华·贝雷的革新足迹,农业科学家们继续对油脂工业的今天和未来发挥着重要影响。在培育了贝雷创造性天赋的科学环境中,美国农业部农业服务机构下属的地区研究中心的研究人员,对油脂的加工和在食品以及其它工业领域中的应用进行了数十年的研究并取得了不凡的成绩。

一项持久的研究使得科学家把大豆变成今天的高蛋白饲料和食用油产品的主要来源。早在 20 世纪 40 年代,消费者对大豆油的气味有各种各样描述,如“青草气味”或“大豆腥味”或“鱼腥气味”,而且储存一段时期后味道会更差。经与油脂工业的同事们磋商后,科学家决定,对各种大豆油味品尝建立某些统一的判断方法是研究中必不可少的第一步。他们开发的气味评价技术包括气味评价小组人员的选择、培训和气味数值等级的划分。这是改进大豆油品质征途中的首要里程碑。

在气味评价小组的指导下,研究人员确定出大豆油的许多臭味源自微量金属,特别是铁和铜。即使极微量的这些金属也会加速油脂的氧化,缩短其储存期和促使产生不希望的气味。针对这些发现,工业界取消了油脂精炼设备中的铜制阀门,凡与大豆油接触的设备均用不锈钢替代普通碳钢。单是这些措施就使油的气味有所改进。进一步的研究发现,把柠檬酸加到脱臭油中会钝化大豆油中的微量金属。今天,实际上所有的大豆油在加工过程中均加柠檬酸作为保护。

在当时还有许多问题尚未有答案。金属杂质会加速臭味的发展,但化学家们并不清楚最初导致气味产生的原因。后来才发现,一个主要原因是亚麻酸——占大豆油 7%~9% 的一种脂肪酸。市场上所有主要的食用植物油中,只有大豆油和菜籽油的亚麻酸含量达

到这个水平。大豆油的这一成分正是引起其在货架期和在高温煎炸反复加热时变质的主要原因。工业上转而采用镍催化氢化工艺,使大豆油中的亚麻酸含量降至 3% 左右。在 60 年代,正是这轻度氢化产品使得大豆油替代棉籽油成为世界上主要食用油。这个发现同时触发了植物育种专家延续至今的培育低亚麻酸含量大豆和菜籽的研究。

今天,虽然仍需对大豆油进行氢化使其适于作为高温烹饪油、起酥油和人造奶油使用并能长期储存;气味评价结果已清楚的表明,工业中实施的改进加工技术以及加工中对油脂施与的保护,使生产出的油在室温下稳定并具有良好的货架稳定性。

另一些研究者则对棉籽油进行了改良,使其性质类似于可可脂。现在由棉籽油和大豆油加工得到的糖果油脂在工业上有许多应用。植物油中的脂肪酸与蔗糖化合形成蔗糖酯,在焙烤食品、焙烤粉、饼干粉、冷冻甜奶点心和搅打奶油产品中用作乳化剂、稳定剂和组织改良剂。

多年来,美国农业部农业研究服务机构花费大量人力物力为油脂寻找新的工业用途。由于油脂环氧化工艺的发现而创立了一个全新的市场。此工艺使用过氧化氢使氧原子嵌入脂肪酸的烃链中,环氧化的油脂作为增塑剂使用时与常用树脂的混融性很好。将它们用于乙烯基塑料时可避免使用既有毒又会使塑料透明性变差的铅盐、钡盐和镉盐。现在使用的 5 万 t 环氧化油中的 75% 来源于大豆油。这项发现也帮助建立了一个数十亿美元产业的塑料工业。今天用于软聚氯乙烯塑料的增塑剂中,约 75% 是由大豆油制造的。

改良后的植物油脂肪酸已成为生产各种化学原料所需的基础石油原料的重要替代品。例如,将油酸制成乳化剂、化妆品组分和其它专用化学品,在纺织行业用作润滑剂和抗静电剂。脂肪酸衍生的乙酰甘油酯可以制成在食品和化妆品工业上有多种用途的可拉伸薄膜。另一个发展是一组多用途的化学品——脂肪酸异烯丙基酯。它们可使纸张和棉花具有拒水性;涂于玻璃瓶外可减少装瓶线上的破碎率。在另一些应用领域中亦已证明它们的性能比现用化学品优

越。

大豆油的另一个重要市场产生于 1988 年。当时,科学家配成了一个 100%大豆油基的印刷油墨,不仅比石油基油墨价格低,而且还具有优越的使色素渗入新闻纸的性能。这些用于胶印新闻纸的油墨粘度和粘合度的可调范围大,其耐摩擦性与市场上优良的耐摩擦性配方的油墨相等。

1959 年,美国油脂化学家学会中北部分会建立了奥尔顿·爱德华·贝雷奖,每年度奖励那些在油脂及相关领域的研究成果和(或)服务成绩突出者。迄今已有来自学术界、工业界和政府部门的 35 名科学家获此殊荣,他们是贝雷在油脂领域内开创性研究具有持久影响的最好见证。

**Timothy L. Mounts**

1995 年 10 月

# 前 言

《贝雷：油脂化学与工艺学》第五版在许多地方不同于第四版：

(1) 把三卷改为五卷。

(2) 所有五卷同时发表，而第四版是几年内分别发表的。

(3) 在第四版中，食用油脂和非食用油脂贯穿整个三卷，而第五版则清楚地分为两部分：食用油脂(一至四卷)和非食用油脂(第五卷)。

(4) 第一卷作为引言包括几个命题，其中一些对学科来说是基本的，而其它部分由于其独特主题，不能放在其它卷中。这样，第一卷就包括这样一些题目，如化学、营养、毒理学、植物油、动物油脂、气味、分析和感官评价；第二卷包括各种油籽；第三卷讨论油脂的应用；第四卷集中在植物油加工技术和工程上。

(5) 第五卷包括油脂在非食用产品上的应用，有消费品如肥皂、油漆、皮革、纺织、医药和化妆品。其它的题目有动物油脂熬制、脂肪酸和甘油。

大家可以看到，新版确实不是第四版的更新版，它更全面，包括更多的应用资料。许多专业人员对我表示如下意见：

(1) 老版中的许多资料永远是有用的。

(2) 每次新版不总是前面一版中资料的更新。

(3) 每次新版总是比前一版包括更多的资料。

(4) 每次新版比前一版提供更多的应用资料。

在任何由多位作者编写的书的出版过程中，出版者面对同样的困难：书的篇幅、内容、格式、延期和更新。编者认为，在执行此次出版任务时虽然遇到许多困难，但通过作者的杰出的工作，此次出版已经达到了主要目标。这五卷内容为专业人员提供了油脂工业学科题材杰出的参考资料，同时特别强调在食用产品中的应用。多数作者

来自工业部门,少数来自大学和政府部门。他们努力工作使此次出版成功,编者永远感谢他们的参与。当然,对于本书的用处,还是要由各位读者来作出最终的评价。

**Y. H. Hui**

## 致谢

我们大家明白,准备和出版篇幅如此巨大的专业书必定是集体合作的结果。

为克服技术上的困难,我一直受益于两组专家:编委会的成员和我的专业同事。不夸张地说,过去4年里没有他们的意见此项工作是完不成的。另外,通过这几年为此项目进行的专业性咨询,有几个人确实已经成为编者必不可少的顾问。他们的帮助已超出了专业性人员允许的正常要求。他们是油脂工业的知名人物,事实上其中二位就是美国油脂化学家学会的前主席。编者十分感谢 Ken Carlson、Bob Hastert、Tom Smouse 和 Peter Wan; 并珍惜与他们的友谊。

当我们读一本书时,在脑子里总要评价两件事:所提供的信息和书本身的质量。1978年、1986年、1987年和1991年我所编著的书的制作质量无可挑剔,这一本也不例外。他们个个极具专业精神,能与之共事甚为幸事。读者一定不会怀疑,没有他们全身心的投入,这一项目是无法完成的。

编者对参加完成此书的所有人们表示诚挚的感谢。最后,编者感谢家庭的支持。

## 内容提要

《贝雷：油脂化学与工艺学》译自美国 Y.H.Hui 主编的 BAILEY'S INDUSTRIAL OIL & FAT PRODUCTS 第五版。该书特点是油脂化学与工艺并重，理论与实践并重，全面而深入地论述了油脂及其各种组成的性质、所涉及的各种化学反应，介绍了以油脂及其各种组成为原料制取各种工业产品，并着重介绍了它们在各个工业领域中的应用。该书是油脂科学的一部经典著作，全书分为五卷出版。

本书为第三卷，其中有六章讨论油脂的商业产品（黄油、人造奶油、起酥油、食用油和海产油等），每一种都涉及其化学、生物学、产品工艺和工程；有四章集中在油脂在宠物食品、焙烤食品、糖食产品和点心食品中的应用；有两章集中介绍油脂工业的化学产品（乳化剂和抗氧化剂）；有一章介绍煎炸油的最新研究进展和应用。

全书可供油脂及脂肪酸制备与加工、食品与营养卫生、肥皂和洗涤剂、表面活性剂、涂料、医药、化妆品、纺织、皮革、环境保护等方面的科研、生产、设计、教学人员阅读和参考。

# 目 录

第一章 黄油	1
第一节 化学组成	2
第二节 牛乳脂肪的改性	13
2.1 牛乳脂肪中甘三酯的熔化和结晶	13
2.2 氢化	14
2.3 酯交换	16
2.4 牛乳脂肪中胆固醇含量的降低	17
第三节 质量控制	24
3.1 危害分析和关键控制点(HAACP)	26
3.2 成分控制	26
3.3 等级、标准和意义	26
3.4 专门的分析方法	29
3.5 脂肪酶活力	29
3.6 氧化	29
第四节 黄油的生产	31
4.1 牛奶与稀奶油的分离	31
4.2 结晶	32
4.3 中和	33
4.4 热处理	33
4.5 间歇式黄油生产	33
4.6 连续式黄油生产	34
4.7 发酵黄油的生产	38
4.8 低脂黄油	38
4.9 物理和感官性质	43
4.10 质构化和延展性	45



4.11 无水牛乳脂肪的制备 .....	50
4.12 包装 .....	52
4.13 储存和运输 .....	53
<b>第五节 乳脂肪制品 .....</b>	<b>54</b>
5.1 乳脂肪-植物油的掺和制品 .....	54
5.2 酥油 .....	56
5.3 作为配料用的乳脂肪制品 .....	57
5.4 粉末乳脂肪 .....	59
5.5 特殊的黄油制品 .....	60
<b>第六节 销售状况 .....</b>	<b>64</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>67</b>
<b>第二章 人造奶油和涂抹脂 .....</b>	<b>72</b>
<b>第一节 人造奶油的发展历程 .....</b>	<b>73</b>
<b>第二节 美国最近动向 .....</b>	<b>75</b>
<b>第三节 美国的法规状况 .....</b>	<b>77</b>
3.1 鉴别标准 .....	77
3.2 标签法规 .....	79
3.3 标签要求 .....	81
<b>第四节 产品性质 .....</b>	<b>83</b>
4.1 延展性 .....	83
4.2 油的离析 .....	84
4.3 熔融 .....	85
<b>第五节 植物油型人造奶油和涂抹脂所用的原料油脂 .....</b>	<b>86</b>
5.1 资源油 .....	86
5.2 脂的结晶 .....	88
5.3 油脂的掺和 .....	93
5.4 油的质量规格 .....	100
<b>第六节 其它通用的成分 .....</b>	<b>102</b>
6.1 乳制品和蛋白质 .....	103