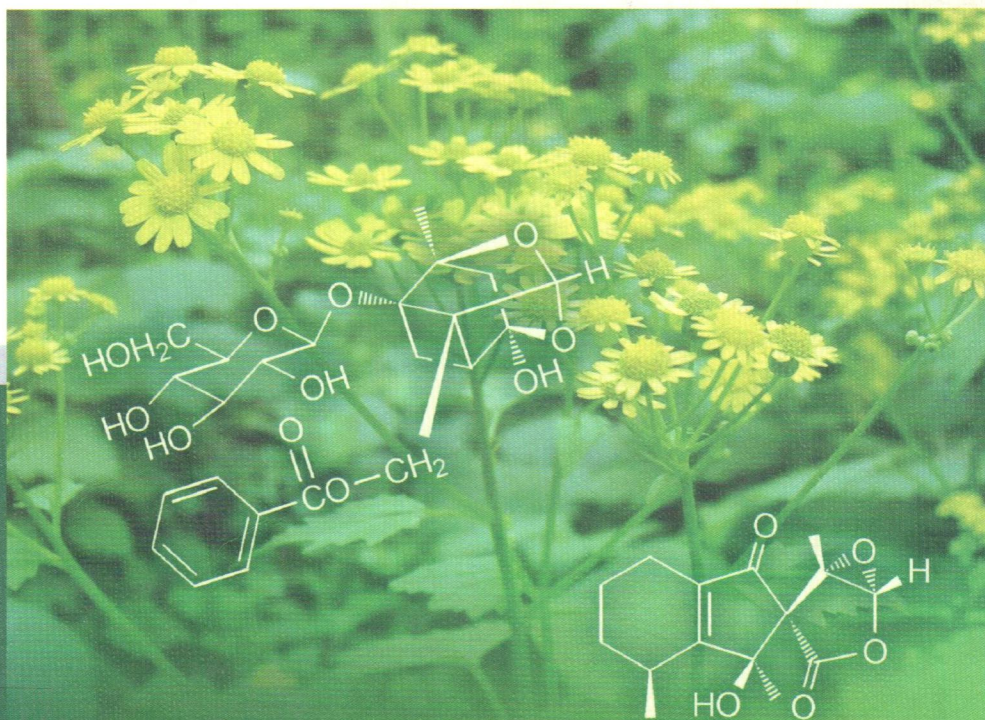


天然产物化学 丛书

单萜和倍半萜化学

师彦平 主编



化学工业出版社

《天然产物化学丛书》编委会

主 任 于德泉

副主任 孙汉董

委 员 (按姓氏汉语拼音排列)

孔令义 林瑞超 陆 阳 师彦平 石建功 孙汉董

谭仁祥 屠鹏飞 王锋鹏 于德泉 庾石山 张东明

张培成 再帕尔·阿不力孜

54.56
221

天然产物化学 丛书

单萜和倍半萜化学



师彦平 主编



化学工业出版社

· 北京 ·



200811530

本书采用叙述与实例相结合的新颖编写方式,重点体现认识已有结构,鉴定新结构,追溯生物来源,合成有价值结构的模式,体现了系统性与前瞻性,实用性与指导性。内容包括萜类的定义、分类、代谢、提取分离、结构表征等共性问题;并重点讨论了单萜和倍半萜类化合物的结构类型,代表性化合物,生物活性,谱学特征,结构修饰、改造与全合成以及构效关系等。全文系统阐述了单萜和倍半萜类化合物的主要研究内容和发展动态,并充分展示了该类化合物结构和活性的多样性与特征性。

本书作为《天然产物化学丛书》分册之一,可用作天然产物化学、天然药物化学、有机合成化学等专业的教学参考书,同时又适合化学、医药学、生物学、植物学、食品科学等专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

单萜和倍半萜化学/师彦平主编. —北京:化学工业出版社, 2008. 2
(天然产物化学丛书)
ISBN 978-7-122-02057-4

I. 单… II. 师… III. ①单萜②倍半萜 IV. 0629. 6

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第012775号

责任编辑:梁虹 李晓红
责任校对:宋玮

装帧设计:关飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张18 $\frac{3}{4}$ 字数467千字 2008年5月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:58.00元

版权所有 违者必究

序

过去半个多世纪,天然产物化学快速发展,取得了举世瞩目的成就,主要体现在以下方面:首先,天然产物化学结构多样性充分展现。发现并拓展了许多具有重要理论意义和应用价值的分子结构骨架体系并衍化成众多复杂天然产物结构,极大丰富了天然产物化学的内容,促进有机化学发展。多反应色团吲哚生物碱和异喹啉生物碱,复杂环系萜类化合物,特异取代基的黄酮、香豆素和木脂素衍生物以及植物环肽、聚酮类等天然产物,结构奇异,变化万千,显示了大自然造就结构艺术的无穷魅力。

再者,复杂结构全合成艺术日臻完善并达到了新的高峰。数以百计的复杂结构天然化合物成功地被手性全合成,且反应收率及光学选择性不乏达到实际应用水平。逆合成原理应运而生,开创了合成设计新纪元。多项研究成果获得世界化学最高奖——诺贝尔奖。有机合成伟大艺术独特魅力得到空前完美展现。

第三,生物活性多样性紧伴化学结构多样性。过去半个多世纪,国际上研发成功的不少原创性重量级新药,多源于天然产物或其衍生物。在1982—2002年全球上市的小分子药物中,6%直接来自天然产物,其余55%亦与天然产物紧密关联。在天然产物化学发展中,色谱、波谱等物理学方法的应用起到关键作用。以HPLC为代表的色谱学方法极大提高了分离纯化的效率,使一些往常难以分离的成分达到了高效纯化目的。波谱学方法包括MS, NMR, CD, X-ray等,开创了新的结构测定思维和手段,一个复杂天然产物结构仅需毫克级样品、耗时数日,便可完成结构研究包括立体构型测定。

我国是天然药物资源丰富的国家,药用植物有万余种,且有数千年民间用药经验,为从中发现生物活性物质、研发创新药物提供了广阔研究空间。在过去半个多世纪,我国天然药物化学研究取得了快速发展,成绩显著,研制成功了青蒿素等一系列天然创新药物。我国已形成了一支学科齐全、人员结构组成较合理、仪器设备基本达国际水平、从事天然药物化学研究的科研创新群体,正在为国家创新药物的研发而努力奋斗。

天然产物化学出版物,国内外已有不少版本,有大型系列参考书,亦有专论编著,篇幅有大有小,内容各有侧重与特点。但关于天然产物化学的系列图书,国内尚无版本面世。我国天然产物化学研究虽取得了显著成绩,但与国际先进水平相比,总体看还存在较大差距。为增强我国天然产物化学研究创新能力,提高研究水平,适应我国中草药大国的国际地位,化学工业出版社高瞻远瞩,决定推出这套《天然产物化学丛书》(以下简称《丛书》),以使广大从事天然产物化学研究的科学工作者系统了解掌握这一学科的系统知识和该领域的现状和未来发展,提高我国天然产物化学研究水平和创新能力,适应时代的需求。

《丛书》共有《天然产物研究方法和技术》、《生物碱化学》、《单萜和倍半萜化学》、

《二萜化学》、《三萜化学》、《甾体化学》、《香豆素化学》、《黄酮化学》、《木脂素化学》、《醌类化学》、《酚酸化学》、《天然糖化学》、《蛋白质类化学》13个分册，涵盖了天然产物化学的主要内容，各分册由主编组织国内本领域专家编写，他们大多为正从事教学和科研的中青年学术骨干。《丛书》涉及面广，内容丰富，工作量浩瀚。《丛书》的出版工程浩大，得到各方鼓励与帮助，尤其是化学工业出版社领导和编辑的大力支持方可完成。参与《丛书》编写的各位主编和数以百计的专家、学者，在繁重的教学科研中，耗费大量时间与精力不辞辛苦地完成编著，在此对他们表示衷心感谢。化学工业出版社的编辑同志认真审阅和修改，精心排版，做了大量工作，在此对他们的辛勤努力表示诚挚的谢意。

由于科研教学任务繁重，时间紧迫，书中难免有不当和错误之处，还望读者不吝批评指正。

于德泉，孙汉董

2007年12月

前 言

萜类化学是天然产物化学的重要组成部分,萜类化合物是天然产物中一类非常重要的次生代谢产物,在自然界中广泛分布,数量庞大,结构类型复杂多变,在天然产物化学研究中,萜类化合物的研究是非常活跃的领域,也是寻找和发现天然药物先导性分子,以及其它功能分子的重要源泉。中药黄花蒿中具有抗疟疾新药青蒿素的发现和红豆杉中具有抗肿瘤药物紫杉醇的发现,充分展示了萜类化合物结构与功能的完美结合和价值所在,展示了萜类化合物 20 世纪的辉煌成就,也为萜类化学的可持续发展增添了新的亮点和活力。萜类化学良好的发展势头标志 21 世纪仍然是其发现、改造与创造的辉煌时期。单萜和倍半萜化合物是萜类化学的关键部分,倍半萜类化合物的数量和结构类型居各萜类之首。《单萜和倍半萜化学》作为《天然产物化学丛书》其中之分册出版,能够为从事天然产物化学和天然药物化学等领域的科学工作者提供较系统的参考资料和教学资料,我感到非常荣幸。

《单萜和倍半萜化学》共分 9 章,第 1 章(萜类总论)、第 2 章(萜类的谱学与结构确定)、第 9 章(萜类的提取与分离纯化)简明扼要地介绍了萜类的共性问题;第 3 章(单萜的化学结构与性质)和第 4 章(单萜的谱学特征与结构确定)重点介绍了单萜类化合物的物理化学性质、结构类型、活性和谱学特征等;第 5 章(倍半萜的化学结构与性质)、第 6 章(倍半萜的谱学特征与结构确定)、第 7 章(倍半萜的生物活性及其应用)、第 8 章(倍半萜的结构修饰与构效关系及化学合成)详细介绍了倍半萜类化合物的结构类型,各类型结构的代表性化合物,生物活性,谱学特征和结构修饰、改造与全合成工作,以及构效关系等。全书由师彦平主编并统稿。此外,贾忠建参加第 6 章编写,高坤编写第 8 章,武全香参加第 4 章和第 7 章编写,李亚参加第 5 章和第 9 章编写,戚欢阳参加第 3 章编写。本书的特色是集系统性与前瞻性、实用性与指导性于一体,采用简要叙述与具体例证相结合的编写方式,重点体现认识已有结构,鉴定新结构,追溯生物来源,合成有价值结构的模式。本书是凝结了编者多年科研和教学的体会和经验的结晶,体现了自己的特色和风格,兰州大学多年从事天然产物菊科倍半萜类的研究工作,在第 5 章中详细的综述了西部特色菊科植物倍半萜研究的结果,供读者参考。萜类化学研究涉及化学、药学、植物学、海洋生物、微生物、食品科学等许多领域,因此,本书适用面广,可作为科研和教学参考书。

本书能够出版,始终得到化学工业出版社和责任编辑的大力支持,得到于德泉和孙汉董两位院士的指导、审阅与修改,并撰写序,在此一并深表感谢。

单萜和倍半萜化学内容广泛,发展迅速,我们仅是依靠可查资料和代表性的研究工作而编写,兼之编者水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

师彦平

中国科学院兰州化学物理研究所,兰州大学

2007 年 10 月

目 录

第1章 萜类总论	1
1.1 萜类概述	1
1.1.1 萜类的定义与分类	1
1.1.2 萜类的分布	3
1.1.3 萜类的存在形式	4
1.2 萜类生物合成基本原理	5
参考文献	7
第2章 萜类的谱学与结构确定	9
2.1 萜类常用谱学方法	9
2.1.1 紫外光谱	9
2.1.2 红外光谱	12
2.1.3 质谱	17
2.1.4 核磁共振	19
2.2 萜类的结构确定	31
2.2.1 萜类结构确定程序	31
2.2.2 萜类结构确定方法	32
2.3 萜类结构确定特征性分析	36
参考文献	42
第3章 单萜的化学结构与性质	44
3.1 单萜概述	44
3.2 单萜的化学结构类型	44
3.3 重要的单萜、来源与性质	46
3.3.1 无环单萜类	46
3.3.2 单环单萜类	47
3.3.3 双环单萜类	49
3.3.4 三环单萜类	49
3.3.5 环烯醚单萜类	50
3.3.6 单萜多聚体类	53
3.3.7 其他单萜类	54
3.4 植物精油	55
3.4.1 挥发油的性质	55
3.4.2 挥发油的组成	56
3.4.3 挥发油的提取与分离方法	58
3.4.4 挥发油的鉴定方法	58
3.4.5 挥发油的应用	59

3.4.6 挥发油的安全性	64
参考文献	65
第4章 单萜的谱学特征与结构确定	67
4.1 单萜谱学特征与结构确定方法	67
4.1.1 单萜谱学特征	67
4.1.2 单萜的结构确定方法	69
4.2 代表性单萜谱学特征与结构确定实例	70
4.2.1 薄荷烷型	70
4.2.2 侧柏烷型	76
4.2.3 蒎烷型	76
4.2.4 莰烷型	77
4.2.5 环烯醚萜型	79
4.2.6 裂环环烯醚萜型	84
参考文献	89
第5章 倍半萜的化学结构与性质	91
5.1 倍半萜概述	91
5.2 倍半萜的化学结构类型及关系	91
5.3 重要的倍半萜、来源与性质	100
5.3.1 无环倍半萜类	100
5.3.2 单环倍半萜类	101
5.3.3 双环倍半萜类	105
5.3.4 三环倍半萜类	112
5.3.5 多环倍半萜类	116
5.3.6 二聚倍半萜类	117
5.3.7 多聚倍半萜类	129
5.4 菊科植物倍半萜类	129
5.4.1 橐吾属植物	129
5.4.2 假橐吾属植物	139
5.4.3 蒿属植物	139
5.4.4 风毛菊属植物	142
5.4.5 蟹甲草属	144
5.4.6 垂头菊属	146
5.4.7 千里光属	146
5.4.8 天名精属	147
5.4.9 香青属	148
5.4.10 著属	148
5.4.11 苦苣菜属	148
5.4.12 川木香属	149
5.4.13 旋复花属	149
5.4.14 刺柏属	150

参考文献	150
第 6 章 倍半萜的谱学特征与结构确定	158
6.1 倍半萜谱学特征与结构确定方法	158
6.1.1 倍半萜的谱学特征	158
6.1.2 倍半萜的结构确定方法	159
6.2 代表性倍半萜谱学特征与结构确定实例	165
6.2.1 甜没药烷型	165
6.2.2 吉玛烷型	168
6.2.3 桉叶烷型	170
6.2.4 艾里莫芬烷型	179
6.2.5 愈创木烷型	184
6.2.6 新结构倍半萜类	188
参考文献	193
第 7 章 倍半萜的生物活性及其应用	195
7.1 概述	195
7.2 抗肿瘤活性及其应用	195
7.3 抗菌活性及其应用	199
7.4 神经系统活性及其应用	201
7.5 抗炎作用	203
7.6 驱虫杀虫作用	206
7.7 植物生长物质	208
7.8 植保素	209
7.9 昆虫保幼激素	212
7.10 昆虫信息素	213
7.11 其他活性作用	213
参考文献	214
第 8 章 倍半萜的结构修饰与构效关系及化学合成	219
8.1 概述	219
8.2 倍半萜的主要活性部位	219
8.3 重要类型倍半萜的结构修饰与构效关系	222
8.3.1 桉烷型倍半萜的构效关系与结构修饰	222
8.3.2 愈创木型倍半萜构效关系与结构修饰	226
8.3.3 吉玛烷型倍半萜结构修饰和构效关系	228
8.3.4 艾里莫芬型倍半萜结构修饰和构效关系	230
8.3.5 没药烷型倍半萜结构修饰和构效关系	232
8.3.6 香木兰烷型倍半萜结构修饰和构效关系	232
8.4 重要类型倍半萜的化学合成	235
8.4.1 桉烷型倍半萜的化学合成	235
8.4.2 愈创木型倍半萜的化学合成	237

8.4.3	吉玛烷型倍半萜的化学合成	240
8.4.4	艾里莫芬型倍半萜的化学合成	242
8.4.5	没药烷型倍半萜的化学合成	245
8.4.6	香木兰烷型倍半萜的化学合成	247
8.5	倍半萜的定量构效关系研究	249
8.5.1	愈创木型倍半萜内酯的 QSAR 研究	249
8.5.2	几种倍半萜内酯作为转录因子 NF- κ B 抑制剂的 QSAR 研究	250
8.5.3	青蒿素及其类似物抗疟活性的 QSAR 研究	250
	参考文献	251
第 9 章 萜类的提取与分离纯化		253
9.1	萜类的提取方法	253
9.1.1	直接压榨法	253
9.1.2	溶剂提取法	253
9.1.3	水蒸气蒸馏法	254
9.1.4	分子蒸馏法	255
9.1.5	超临界萃取法	256
9.1.6	超声波提取法	258
9.1.7	微波提取法	260
9.2	萜类分离纯化方法	262
9.2.1	传统色谱分离法	262
9.2.2	气相色谱法	267
9.2.3	液相色谱法	268
9.2.4	膜分离法	272
	参考文献	272
化合物中英文对照表		274
生物体名称中文拉丁文对照表		278
索引		283

天然产物化学 丛书

这是一部以天然产物的化学结构特征分类的天然产物化学巨著，由国内天然产物化学界百余位知名专家与学者汇聚国内外的研究成果而成，蕴藏着天然产物的结构特点与分类、生源分布、提取分离、结构测定、理化性质、合成及结构修饰、生物活性、构效关系等重要信息。

《天然产物研究方法和技术》 再帕尔·阿不力孜

《生物碱化学》 王锋鹏

《单萜和倍半萜化学》 师彦平

《二萜化学》 孙汉董

《三萜化学》 庾石山

《甾体化学》 谭仁祥

《香豆素化学》 孔令义

《木脂素化学》 石建功

《酚酸化学》 张东明

《黄酮化学》 张培成

《醌类化学》 陆阳

《天然糖化学》 屠鹏飞

《蛋白质类化学》 林瑞超



销售分类建议：化学 / 有机化学、天然产物化学、药物化学、植物化学

定价：58.00 元

ISBN 978-7-122-02057-4



9 787122 020574 >