



全国高等医药院校药学类专业第五轮规划教材

供药学类专业使用

天然药物化学

第3版

主编 孔令义

书网融合教材



中国健康传媒集团
中国医药科技出版社



全国高等医药院校药学类专业第五轮规划教材

主要内容

天然药物化学

第3版

(供药学类专业使用)

主 编 孔令义

副主编 裴月湖 匡海学 阮汉利

编 者 (以姓氏笔画为序)

孔令义 (中国药科大学)

冯 锋 (中国药科大学)

匡海学 (黑龙江中医药大学)

阮汉利 (华中科技大学同济医学院药学院)

邱 峰 (天津中医药大学)

张卫东 (第二军医大学药学院)

罗 俊 (中国药科大学)

周应军 (中南大学药学院)

黄 静 (四川大学华西药学院)

裴月湖 (沈阳药科大学)

穆 青 (复旦大学药学院)



中国健康传媒集团
中国医药科技出版社

ISBN 7-5020-3528-1
元 00.00
定价 010-65281111
地址 北京东黄城根北街16号
电话 010-65281111

内 容 提 要

本教材为“全国高等医药院校药学类专业第五轮规划教材”之一。共有14章, 主要内容包括天然产物化学成分的生物合成、提取分离方法、结构研究方法、天然药物的研究与开发、糖和苷类、苯丙素类、醌类、黄酮类、萜类和挥发油、甾体及其苷类、生物碱、海洋天然药物等。本教材在注意系统讲述天然药物化学经典内容的同时, 对重要类型天然产物的生物合成途径、天然产物的结构研究方法以及基于天然产物的新药开发等内容也做了重点介绍; 具有内容丰富、重点突出、通俗易懂、实用性强、理论与实际紧密结合等特点。本教材为书网融合教材, 即纸质教材有机融合电子教材、教学配套资源(PPT、微课、视频、图片等)、题库系统、数字化教学服务(在线教学、在线作业、在线考试), 使教学资源更加多样化、立体化。

本教材主要可供全国高等院校药学类专业学生使用, 也可供从事相关学科领域的科研人员、研究生等参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

天然药物化学/孔令义主编. —3版. —北京: 中国医药科技出版社, 2019. 12

全国高等医药院校药学类专业第五轮规划教材

ISBN 978-7-5214-1488-2

I. ①天… II. ①孔… III. ①生物药-药物化学-医学院校-教材 IV. ①R284

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第301075号

美术编辑 陈君杞

版式设计 友全图文

出版 中国健康传媒集团 | 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲22号

邮编 100082

电话 发行: 010-62227427 邮购: 010-62236938

网址 www.cmstp.com

规格 889 × 1194 mm^{1/16}

印张 33

字数 739千字

初版 2008年8月第1版

版次 2019年12月第3版

印次 2019年12月第1次印刷

印刷 三河市百盛印装有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978-7-5214-1488-2

定价 89.00元

版权所有 盗版必究

举报电话: 010-62228771

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

获取新书信息、投稿、
为图书纠错, 请扫码
联系我们。



数字化教材编委会

主 编 孔令义

副主编 裴月湖 匡海学 阮汉利

编 者 (以姓氏笔画为序)

孔令义 (中国药科大学)

冯 锋 (中国药科大学)

匡海学 (黑龙江中医药大学)

阮汉利 (华中科技大学同济医学院药学院)

邱 峰 (天津中医药大学)

张卫东 (第二军医大学药学院)

罗 俊 (中国药科大学)

周应军 (中南大学药学院)

黄 静 (四川大学华西药学院)

裴月湖 (沈阳药科大学)

穆 青 (复旦大学药学院)

常务编委会

- 名誉主任委员 邵明立 林蕙青
- 主任委员 吴晓明 (中国药科大学)
- 副主任委员 (以姓氏笔画为序)
- 叶敏 (北京大学药学院)
- 匡海学 (黑龙江中医药大学)
- 朱依淳 (复旦大学药学院)
- 吴春福 (沈阳药科大学)
- 宋少江 (沈阳药科大学)
- 张志荣 (四川大学华西药学院)
- 姚文兵 (中国药科大学)
- 官平 (沈阳药科大学)
- 郭姣 (广东药科大学)
- 彭成 (成都中医药大学)
- 委员 (以姓氏笔画为序)
- 田景振 (山东中医药大学)
- 朱卫丰 (江西中医药大学)
- 李高 (华中科技大学同济医学院药学院)
- 李元建 (中南大学药学院)
- 李青山 (山西医科大学药学院)
- 杨波 (浙江大学药学院)
- 杨世民 (西安交通大学药学院)
- 陈燕忠 (广东药科大学)
- 侯爱君 (复旦大学药学院)
- 祝晨蓀 (广州中医药大学)
- 夏焕章 (沈阳药科大学)
- 柴逸峰 (第二军医大学药学院)
- 黄园 (四川大学华西药学院)
- 秘书 夏焕章 (沈阳药科大学)
- 唐伟方 (中国药科大学)
- 李晓菁 (广东药科大学)

出版说明

“全国高等医药院校药学类规划教材”，于20世纪90年代启动建设，是在教育部、国家药品监督管理局的领导和指导下，由中国医药科技出版社组织中国药科大学、沈阳药科大学、北京大学药学院、复旦大学药学院、四川大学华西药学院、广东药科大学等20余所院校和医疗单位的领导和权威专家成立教材常务委员会共同规划而成。

本套教材坚持“紧密结合药学类专业培养目标以及行业对人才的需求，借鉴国内外药学教育、教学的经验 and 成果”的编写思路，近30年来历经四轮编写修订，逐渐完善，形成了一套行业特色鲜明、课程门类齐全、学科系统优化、内容衔接合理的高质量精品教材，深受广大师生的欢迎，其中多数教材入选普通高等教育“十一五”“十二五”国家级规划教材，为药学本科教育和药学人才培养做出了积极贡献。

为进一步提升教材质量，紧跟学科发展，建设符合教育部相关教学标准和要求，以及可更好地服务于院校教学的教材，我们在广泛调研和充分论证的基础上，于2019年5月对第三轮和第四轮规划教材的品种进行整合修订，启动“全国高等医药院校药学类专业第五轮规划教材”的编写工作，本套教材共56门，主要供全国高等院校药学类、中药学专业教学使用。

全国高等医药院校药学类专业第五轮规划教材，是在深入贯彻落实教育部高等教育教学改革精神，依据高等药学教育培养目标及满足新时期医药行业高素质技术型、复合型、创新型人才需求，紧密结合《中国药典》《药品生产质量管理规范》(GMP)、《药品经营质量管理规范》(GSP)等新版国家药品标准、法律法规和《国家执业药师资格考试大纲》进行编写，体现医药行业最新要求，更好地服务于各院校药学教学与人才培养的需要。

本套教材定位清晰、特色鲜明，主要体现在以下方面。

1. 契合人才需求，体现行业要求 契合新时期药学人才需求的变化，以培养创新型、应用型人才并重为目标，适应医药行业要求，及时体现新版《中国药典》及新版GMP、新版GSP等国家标准、法规和规范以及新版《国家执业药师资格考试大纲》等行业最新要求。

2. 充实完善内容，打造教材精品 专家们在上一轮教材基础上进一步优化、精炼和充实内容，坚持“三基、五性、三特定”，注重整套教材的系统科学性、学科的衔接性，精炼教材内容，突出重点，强调理论与实际需求相结合，进一步提升教材质量。

3. 创新编写形式，便于学生学习 本轮教材设有“学习目标”“知识拓展”“重点小结”“复习题”等模块，以增强教材的可读性及学生学习的主动性，提升学习效率。

4. 配套增值服务，丰富教学资源 本套教材为书网融合教材，即纸质教材有机融合数字教材，配

套教学资源、题库系统、数字化教学服务,使教学资源更加多样化、立体化,满足信息化教学的需求。通过“一书一码”的强关联,为读者提供免费增值服务。按教材封底的提示激活教材后,读者可通过PC、手机阅读电子教材和配套课程资源(PPT、微课、视频、图片等),并可在线进行同步练习,实时反馈答案和解析。同时,读者也可以直接扫描书中二维码,阅读与教材内容关联的课程资源(“扫码学一学”,轻松学习PPT课件;“扫码看一看”,即可浏览微课、视频等教学资源;“扫码练一练”,随时做题检测学习效果),从而丰富学习体验,使学习更便捷。

编写出版本套高质量的全国本科药学类专业规划教材,得到了药学专家的精心指导,以及全国各有关院校领导和编者的大力支持,在此一并表示衷心感谢。希望本套教材的出版,能受到广大师生的欢迎,为促进我国药学类专业教育教学改革和人才培养做出积极贡献。希望广大师生在教学中积极使用本套教材,并提出宝贵意见,以便修订完善,共同打造精品教材。

中国医药科技出版社

2019年9月

前言

天然药物化学是一门应用现代科学技术和方法，特别是化学和生物学知识研究天然药物中活性物质的学科，是具有自主知识产权的新药研发的源头学科，在新化学实体类新药的创制中发挥着重要作用。在我国天然药物化学研究的主要对象是具有悠久应用历史的中草药，故天然药物化学对阐明中草药临床治疗疾病的物质基础，实现中药现代化具有重要意义。

《天然药物化学》（第3版）为“全国高等医药院校药学类专业第五轮规划教材”之一，是在上版教材内容的基础上，根据学科的发展特点和中药现代化的形势，对教材内容进行再版修订。本次修订主要做的工作如下：对上版教材中不合理的内容进行调整或修改，以及对天然药物化学领域的新理论、新发展、新实例及时更新、补充。同时将教材建设为书网融合教材，即纸质教材有机融合电子教材、PPT、题库系统、数字化教学服务（在线教学、在线作业、在线考试），使教学资源更加多样化、立体化。

本教材共有14章，主要内容包括天然产物化学成分的生物合成、提取分离方法、结构研究方法、天然药物的研究与开发，并分别阐述了糖和苷类、苯丙素类、醌类、黄酮类、萜类和挥发油、甾体及其苷类、生物碱、海洋天然药物等的相关内容。本教材在注重系统讲述天然药物化学经典内容的同时，对重要类型天然产物的生物合成途径、天然产物的结构研究方法以及基于天然产物的新药开发等内容也做了重点介绍；具有内容丰富、重点突出、通俗易懂、实用性强、理论与实际紧密结合等特点。本书可供全国高等院校药学类专业学生使用，也可供从事相关学科领域的科研人员、研究生等参考阅读。

本教材的编写由全国相关院校在天然药物化学领域具有丰富教学经验和科研经历的10余位教授完成，具体分工如下：孔令义（第一、四、八章）、裴月湖（第六章）、匡海学（第十二章）、阮汉利（第二、十章）、张卫东（第三章）、邱峰（第十一章）、黄静（第九章）、穆青（第七章）、周应军（第五章）、冯锋（第十三、十四章）分别承担相应的编写工作，孔令义教授担任主编，裴月湖、匡海学、阮汉利三位教授担任副主编，罗俊教授、杨鸣华副教授任秘书。

在编写本教材过程中得到了各编者所在院校的大力支持和热情帮助，兄弟院校的有关教师对本教材的编写工作提出了许多很好的建议，使我们受益颇多，在此一并表示衷心的感谢！

由于编者的水平和时间所限，书中难免存在疏漏与不妥之处，诚望读者给予指正。

编者
2019年9月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 天然药物化学简介	1
一、天然药物化学的定义和研究内容	1
二、天然药物化学与相关学科	2
三、天然药物化学在新药创制中的地位和作用	3
第二节 天然药物化学的历史和现状	6
一、国外天然药物化学发展概况	6
二、国内天然药物化学发展概况	7
三、天然药物化学的发展趋势	9
第二章 天然产物化学成分的生物合成	13
第一节 植物体内含有的成分及其代谢过程	13
一、植物体内含有的成分	13
二、植物体内物质代谢过程	14
三、生物合成假说的提出	14
第二节 天然产物的构成单元与生物合成途径	16
一、醋酸-丙二酸途径	18
二、甲戊二羟酸途径和丙酮酸/磷酸甘油途径	20
三、莽草酸途径	22
四、氨基酸途径	24
五、生物合成的多样性	25
第三节 植物化学分类学与亲缘相关性	27
一、植物化学分类学	27
二、植物亲缘相关性	28
第三章 提取分离方法	31
第一节 有效成分在生物体内存在的特征	31
一、化学成分种类复杂性	31
二、生物活性多样性	31
三、有效成分可变性	31
第二节 有效成分的提取方法	32
一、溶剂提取法	32
二、水蒸气蒸馏法	36

三、超临界流体萃取技术	36
四、超声提取技术	37
第三节 有效成分分离与精制的一般方法	37
一、系统溶剂分离法	38
二、两相溶剂萃取法	38
三、结晶法	40
四、杂质的去除方法	43
第四节 色谱分离方法	43
一、分配色谱法	45
二、吸附色谱法	54
三、分子筛色谱法	60
四、离子交换色谱法	63
五、薄层色谱法	66
第五节 原生产物与人工修饰物	67
一、酶的影响	67
二、溶剂的影响	68
三、酸碱的影响	68
四、色谱行为的影响	70
五、光照的影响	71
六、其他影响	72
第四章 结构研究方法	75
第一节 结构研究的一般程序	75
一、化合物纯度的判定	75
二、理化常数的测定	76
三、分子式的确定与不饱和度的计算	76
四、化合物的功能团和分子骨架的推定	78
五、化合物结构的确定	78
第二节 经典化学法在结构测定中的应用	79
一、氧化反应	79
二、还原反应	80
三、水解反应	80
四、衍生化反应	81
第三节 波谱分析在结构测定中的应用	81
一、紫外光谱	82
二、红外光谱	82
三、核磁共振谱	83
四、质谱	90
五、其他分析方法	95

第五章 天然药物的研究与开发	106
第一节 概述	106
一、天然药物的研究开发现状	106
二、以天然药物化学为基础的药物研究面临的问题	108
第二节 有效成分的研究与开发	110
一、天然药物及中药中原生生物活性成分的研究	110
二、天然药物及中药中前体活性成分的研究	113
三、天然药物中生物活性成分研究需要注意的问题	115
四、天然活性化合物的化学合成与结构修饰	117
五、组织培养和细胞工程等生物技术在天然产物制备方面的应用	119
第三节 有效部位的研究与开发	120
一、有效部位新药研究开发的基本原则	120
二、有效部位新药研究开发的优势	120
三、中药有效部位新药研究开发需要注意的问题	121
四、中药及天然药物有效部位新药研究开发实例	121
第四节 复方的研究与开发	123
一、物质基础研究	124
二、作用机制研究	125
三、质量控制研究	126
四、复方研发案例	127
第五节 天然药物研究与开发的程序及模式	129
第六章 糖和苷类	133
第一节 概述	133
一、糖和苷类的定义及分布	133
二、糖和苷类的生物活性	133
第二节 糖和苷的分类	134
一、糖的分类	134
二、苷的分类	141
第三节 糖和苷的性质	146
一、一般形态和溶解性	146
二、单糖的立体化学	146
三、氧化反应	150
四、与硼酸的络合反应	152
五、醚化反应	153
六、酰化反应	154
七、缩酮和缩醛化反应	154
八、糠醛形成反应	156
九、苷键的裂解	157

第四节 糖和苷的提取分离	168
一、糖的提取	168
二、糖的分离	169
三、多糖的提取分离实例	172
四、苷的提取分离	173
第五节 糖和苷的结构研究	174
一、多糖的纯度测定	174
二、糖和苷的分子量测定	175
三、糖及苷中组成糖的种类和糖的数目的测定	177
四、单糖绝对构型的测定	181
五、苷键构型及氧环的确定	183
六、糖与糖、糖与苷元连接位置和连接顺序的确定	185
第六节 糖和苷的研究实例	190
一、多糖的结构研究实例	190
二、苷的结构研究实例	192
第七章 苯丙素类	198
第一节 苯丙酸类	198
一、苯丙酸类化合物	198
二、苯丙酸的提取	200
三、苯丙酸的波谱特征	200
四、苯丙素研究实例	201
第二节 香豆素类	203
一、香豆素的结构类型	203
二、香豆素的理化性质	205
三、香豆素的提取分离	206
四、香豆素的谱学特征	206
五、香豆素的研究实例	208
第三节 木脂素类	209
一、木脂素的结构类型	210
二、木脂素的理化性质	216
三、木脂素的提取分离	218
四、木脂素的波谱性质	218
五、木脂素的生物活性	222
第八章 醌类	226
第一节 醌类化合物的结构类型	226
一、苯醌	226
二、萘醌	227
三、菲醌	229

四、蒽醌	229
第二节 醌类化合物的理化性质	232
一、物理性质	232
二、化学性质	233
第三节 醌类化合物的提取分离	235
一、游离醌类的提取	235
二、游离蒽醌的分离	236
三、蒽醌苷的分离	237
第四节 醌类化合物的结构测定	238
一、醌类化合物的波谱特征	238
二、化学法在醌类结构测定中的应用	243
三、结构研究实例	245
第九章 黄酮类	250
第一节 黄酮类化合物的结构类型	250
一、黄酮	253
二、黄酮醇	254
三、二氢黄酮	255
四、二氢黄酮醇	255
五、双黄酮	256
六、异黄酮	256
七、二氢异黄酮	257
八、高异黄酮	257
九、查尔酮	257
十、二氢查尔酮	258
十一、橙酮	258
十二、花色素	259
十三、黄烷	259
十四、苯骈色原酮	260
第二节 黄酮类化合物的理化性质	260
一、性状	260
二、溶解性	260
三、酸碱性与结构的关系	261
四、显色反应	261
第三节 黄酮类化合物的提取和分离	264
一、提取方法	264
二、分离方法	265
第四节 黄酮类化合物的检识与结构测定	268
一、色谱法在结构鉴定中的应用	269

二、波谱法在结构测定中的应用	270
第五节 黄酮类化合物的生物活性与药用价值	289
一、抗肿瘤活性	289
二、抗炎镇痛活性	290
三、免疫调节活性	290
四、雌激素样活性	291
五、抑菌抗病毒活性	291
六、抗氧化抗衰老活性	292
七、抗辐射活性	292
第十章 萜类和挥发油	296
第一节 萜类化合物的含义和分类	296
一、萜类化合物的含义	296
二、萜类化合物的分类	296
第二节 萜类化合物的结构类型	297
一、单萜	297
二、环烯醚萜	302
三、倍半萜	305
四、二萜	310
五、二倍半萜	315
六、三萜及其皂苷	316
第三节 萜类化合物的理化性质	328
一、物理性质	328
二、化学性质	329
三、显色反应	333
四、沉淀反应	334
第四节 萜类化合物的提取分离	334
一、萜类化合物的提取	334
二、萜类化合物的分离	335
三、萜类化合物的提取分离实例	336
第五节 萜类化合物的结构测定	339
一、紫外光谱在萜类化合物结构鉴定中的应用	339
二、红外光谱在萜类化合物结构鉴定中的应用	339
三、 $^1\text{H-NMR}$ 在萜类化合物结构测定中的应用	340
四、 $^{13}\text{C-NMR}$ 在萜类化合物结构测定中的应用	341
五、质谱在萜类化合物结构鉴定中的应用	342
六、萜类化合物结构鉴定实例	345
第六节 挥发油	349
一、概述	349

二、挥发油的性质	352
三、挥发油的提取	353
四、挥发油成分的分离	353
五、挥发油成分的鉴定	356
第十一章 甾体及其苷类	363
第一节 概 述	363
一、甾体化合物的结构与分类	363
二、甾体化合物的生物合成途径	364
第二节 强心苷类化合物	364
一、强心苷概述	364
二、强心苷的结构与分类	365
三、强心苷的理化性质	369
四、强心苷的化学结构与强心作用的关系	372
五、强心苷的波谱特征	372
六、强心苷的提取分离	376
第三节 甾体皂苷	379
一、概述	379
二、甾体皂苷的结构与分类	380
三、甾体皂苷的理化性质	383
四、甾体皂苷元的波谱特征	384
五、甾体皂苷的提取与分离	387
六、甾体皂苷类成分的结构研究	389
第四节 其他甾类成分	390
一、C-21 甾类及其苷	391
二、昆虫变态激素	392
三、植物甾醇	392
第五节 甾体化合物的生物活性与结构修饰	393
一、甾体化合物的生物活性	393
二、甾体化合物的结构修饰	393
第十二章 生物碱	398
第一节 概 述	398
一、生物碱的定义	398
二、生物碱在植物界的分布	399
三、生物碱在植物体中的存在形式	400
四、生物碱的命名原则	401
第二节 生物碱的结构类型	401
一、有机胺类生物碱	401
二、吡咯类生物碱	402

三、哌啶类生物碱	403
四、托品类生物碱	405
五、喹啉类生物碱	406
六、吡啶酮类生物碱	407
七、异喹啉类生物碱	407
八、吲哚类生物碱	411
九、肽类生物碱	414
十、萜类生物碱	415
十一、甾体生物碱类	416
第三节 生物碱的理化性质	418
一、生物碱的性状	418
二、生物碱的旋光性	418
三、生物碱的溶解度	419
四、生物碱的检识	420
五、生物碱的碱性	421
第四节 生物碱的提取与分离	427
一、总生物碱的提取方法	428
二、生物碱的分离方法	434
第五节 生物碱的结构测定	440
一、生物碱的薄层色谱检识	440
二、高效液相色谱	440
三、经典化学方法在生物碱结构测定中的应用	441
四、波谱分析在生物碱结构测定中的应用	445
五、生物碱结构测定的实例	447
第十三章 海洋天然药物	457
第一节 概述	457
第二节 海洋天然产物结构类型	458
一、 C_{15} 乙酸原化合物	458
二、芳香族化合物	459
三、萜类化合物	460
四、甾体化合物	464
五、大环内酯类化合物	465
六、聚醚类化合物	469
七、肽类化合物	472
八、生物碱类化合物	472
九、环戊烯类化合物	473
十、长链烷基糖甙	473
十一、神经酰胺	474

第十四章 其他类化合物	479
第一节 鞣质	479
一、鞣质的结构类型	480
二、鞣质的理化性质	488
三、鞣质的提取与分离	489
四、鞣质的生物活性	493
第二节 苯乙醇苷类化合物	495
一、苯乙醇苷类化合物的结构类型	495
二、苯乙醇苷类化合物的生物活性	496
第三节 二苯基庚烷类化合物	497
一、二苯基庚烷类化合物的结构类型	497
二、二苯基庚烷类化合物的生物活性	499
第四节 番荔枝内酯类化合物	500
一、番荔枝内酯类化合物的来源及分布	500
二、番荔枝内酯类化合物的结构特点	500
三、番荔枝内酯类化合物的生物活性	503
第五节 炔醇类化合物	503
一、炔醇类化合物的来源及分布	503
二、炔醇类化合物的理化性质	504
三、炔醇类化合物的生物活性	504