



爱慕课
www.imooc985.com

全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材

供药学类专业用

天然药物化学

□ 主编 阮汉利 张 宇

在线学习版

教学资源 ⊙ 练习测试
互动教学 ⊙ 智能学习

中国医药科技出版社



全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材

天然药物化学

(供药学类专业用)

主 编 阮汉利 张 宇

副主编 杨官娥 宋小妹 刘荣华 赵桂琴

编 者 (以姓氏笔画为序)

才 谦(辽宁中医药大学)

刘 涛(中国医科大学)

汤海峰(第四军医大学)

阮汉利(华中科技大学同济药学院)

李 岩(徐州医学院)

宋小妹(陕西中医药大学)

张 宇(佳木斯大学药学院)

张延萍(河南科技大学化工与制药学院)

赵桂琴(承德医学院)

危 英(贵阳中医学院)

刘荣华(江西中医药大学)

许琼明(苏州大学药学院)

杨官娥(山西医科大学)

何细新(广州中医药大学)

张 帆(川北医学院)

张 鹏(华中科技大学同济药学院)

胡金锋(复旦大学药学院)

穆 青(复旦大学药学院)

中国医药科技出版社

内 容 提 要

本书是全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材之一,全书分为17章,主要介绍天然药物化学学科的建立与发展及其在新药研发中的应用、天然药物的结构类型、结构特征、生物合成、理化性质、提取分离和结构鉴定等。同时,本教材首次将微生物代谢产物列为一章,对其进行较为详尽的介绍,此外还增加脑苷类、有机含硫化合物等内容,充分体现了国内外天然药物化学学科领域的最新发展趋势。我们在每章开始配有学习导引、章节中间有知识拓展和知识链接、每章结束部分有本章小结和练习题,目的是方便学生自学,培养其理论联系实际的能力。本书供药学类专业学生使用。同时,为丰富教学资源,增强教学互动,免费配套在线学习平台(含电子教材、教学课件、图片、视频和习题集),供师生使用。

图书在版编目(CIP)数据

天然药物化学 / 阮汉利, 张宇主编. —北京: 中国医药科技出版社, 2016. 1

全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5067-7908-1

I. ①天… II. ①阮… ②张… III. ①生药学—药物化学—医学院校—教材 IV. ①R284

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第002969号

美术编辑 陈君杞

版式设计 郭小平

出版 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 787×1092mm $\frac{1}{16}$

印张 34 $\frac{1}{4}$

字数 778千字

版次 2016年1月第1版

印次 2016年1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 978-7-5067-7908-1

定价 68.00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

全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材

出版说明

全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材,是在深入贯彻教育部有关教育教学改革和我国医药卫生体制改革新精神,进一步落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要》(2010-2020年)的形势下,结合教育部的专业培养目标和全国医学院校培养应用型、创新型药学专门人才的教学实际,在教育部、国家卫生和计划生育委员会、国家食品药品监督管理总局的支持下,由中国医药科技出版社组织全国近100所高等医学院校约400位具有丰富教学经验和较高学术水平的专家教授悉心编撰而成。本套教材的编写,注重理论知识与实践应用相结合、药学与医学知识相结合,强化培养学生的实践能力和创新能力,满足行业发展的需要。

本套教材主要特点如下:

1. 强化理论与实践相结合,满足培养应用型人才需求

针对培养医药卫生行业应用型药学人才的需求,本套教材克服以往教材重理论轻实践、重化工轻医学的不足,在介绍理论知识的同时,注重引入与药品生产、质检、使用、流通等相关的“实例分析/案例解析”内容,以培养学生理论联系实际的应用能力和分析问题、解决问题的能力,并做到理论知识深入浅出、难度适宜。

2. 切合医学院校教学实际,突显教材内容的针对性和适应性

本套教材的编者分别来自全国近100所高等医学院校教学、科研、医疗一线实践经验丰富、学术水平较高的专家教授,在编写教材过程中,编者们始终坚持从全国各医学院校药学教学和人才培养需求以及药学专业就业岗位的实际要求出发,从而保证教材内容具有较强的针对性、适应性和权威性。

3. 紧跟学科发展、适应行业规范要求,具有先进性和行业特色

教材内容既紧跟学科发展,及时吸收新知识,又体现国家药品标准[《中国药典》(2015年版)]、药品管理相关法律法规及行业规范和2015年版《国家执业药师资格考试》(《大纲》、《指南》)的要求,同时做到专业课程教材内容与就业岗位的知识 and 能力要求相对接,满足药学教育教学适应医药卫生事业发展要求。

4. 创新编写模式,提升学习能力

在遵循“三基、五性、三特定”教材建设规律的基础上,在必设“实例分析/案例解析”

模块的同时，还引入“学习导引”“知识链接”“知识拓展”“练习题”（“思考题”）等编写模块，以增强教材内容的指导性、可读性和趣味性，培养学生学习的自觉性和主动性，提升学生学习能力。

5. 搭建在线学习平台，丰富教学资源、促进信息化教学

本套教材在编写出版纸质教材的同时，均免费为师生搭建与纸质教材相配套的“爱慕课”在线学习平台（含数字教材、教学课件、图片、视频、动画及练习题等），使教学资源更加丰富和多样化、立体化，更好地满足在线教学信息发布、师生答疑互动及学生在线测试等教学需求，提升教学管理水平，促进学生自主学习，为提高教育教学水平和质量提供支撑。

本套教材共计 29 门理论课程的主干教材和 9 门配套的实验指导教材，将于 2016 年 1 月由中国医药科技出版社出版发行。主要供全国普通高等医学院校药学类专业教学使用，也可供医药行业从业人员学习参考。

编写出版本套高质量的教材，得到了全国知名药学专家的精心指导，以及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，将会受到广大师生的欢迎，对促进我国普通高等医学院校药学类专业教育教学改革和药学类专业人才培养作出积极贡献。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
2016 年 1 月

全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材

书 目

序号	教材名称	主编	ISBN
1	高等数学	艾国平 李宗学	978-7-5067-7894-7
2	物理学	章新友 白翠珍	978-7-5067-7902-9
3	物理化学	高 静 马丽英	978-7-5067-7903-6
4	无机化学	刘 君 张爱平	978-7-5067-7904-3
5	分析化学	高金波 吴 红	978-7-5067-7905-0
6	仪器分析	吕玉光	978-7-5067-7890-9
7	有机化学	赵正保 项光亚	978-7-5067-7906-7
8	人体解剖生理学	李富德 梅仁彪	978-7-5067-7895-4
9	微生物学与免疫学	张雄鹰	978-7-5067-7897-8
10	临床医学概论	高明奇 尹忠诚	978-7-5067-7898-5
11	生物化学	杨 红 郑晓珂	978-7-5067-7899-2
12	药理学	魏敏杰 周 红	978-7-5067-7900-5
13	临床药物治疗学	曹 霞 陈美娟	978-7-5067-7901-2
14	临床药理学	印晓星 张庆柱	978-7-5067-7889-3
15	药物毒理学	宋丽华	978-7-5067-7891-6
16	天然药物化学	阮汉利 张 宇	978-7-5067-7908-1
17	药物化学	孟繁浩 李柱来	978-7-5067-7907-4
18	药物分析	张振秋 马 宁	978-7-5067-7896-1
19	药用植物学	董诚明 王丽红	978-7-5067-7860-2
20	生药学	张东方 税丕先	978-7-5067-7861-9
21	药剂学	孟胜男 胡容峰	978-7-5067-7881-7
22	生物药剂学与药物动力学	张淑秋 王建新	978-7-5067-7882-4
23	药物制剂设备	王 沛	978-7-5067-7893-0
24	中医药学概要	周 晔 张金莲	978-7-5067-7883-1
25	药事管理学	田 侃 吕雄文	978-7-5067-7884-8
26	药物设计学	姜凤超	978-7-5067-7885-5
27	生物技术制药	冯美卿	978-7-5067-7886-2
28	波谱解析技术的应用	冯卫生	978-7-5067-7887-9
29	药学服务实务	许杜娟	978-7-5067-7888-6

注：29 门主干教材均配套有中国医药科技出版社“爱慕课”在线学习平台。

全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材

配套教材书目

序号	教材名称	主编	ISBN
1	物理化学实验指导	高 静 马丽英	978-7-5067-8006-3
2	分析化学实验指导	高金波 吴 红	978-7-5067-7933-3
3	生物化学实验指导	杨 红	978-7-5067-7929-6
4	药理学实验指导	周 红 魏敏杰	978-7-5067-7931-9
5	药物化学实验指导	李柱来 孟繁浩	978-7-5067-7928-9
6	药物分析实验指导	张振秋 马 宁	978-7-5067-7927-2
7	仪器分析实验指导	余邦良	978-7-5067-7932-6
8	生药学实验指导	张东方 税丕先	978-7-5067-7930-2
9	药剂学实验指导	孟胜男 胡容峰	978-7-5067-7934-0

前言

PREFACE

天然药物化学是高等院校药学、中药学、生物药学、制药工程等专业的必修或骨干专业课程,其涵盖的专业知识涉及创新药物分子的发现、药物的研发、生产和监管等环节,在中药和民族药的研究等领域发挥着重要的作用。本书的编写人员是由国内从事天然药物化学教学与科研工作第一线的具有丰富教学经验和科研经历的教授组成。教材结合当今社会对药学及中药学人才培养的需求,注重理论联系实际,使其更具应用价值。在编写内容方面注重深入浅出,循序渐进,条理清晰。每章开始有学习导引、章节中间有知识拓展和知识链接、每章结束部分有本章小结和练习题,便于学生自学。

该教材由阮汉利、张宇两位教授担任主编,杨官娥、宋小妹、刘荣华、赵桂琴四位教授担任副主编。编写任务根据各位老师的科研背景分配如下:第一、二章阮汉利(华中科技大学同济药学院),第三章杨官娥(山西医科大学),第四章刘荣华(江西中医药大学),第五章胡金锋(复旦大学药学院),第六章赵桂琴(承德医学院)和宋小妹(陕西中医药大学),第七章穆青(复旦大学药学院),第八章才谦(辽宁中医药大学),第九章、第十七章张延萍(河南科技大学化工与制药学院),第十章张鹏(华中科技大学同济药学院)和许琼明(苏州大学药学院),第十一章危英(贵阳中医学院),第十二章张宇(佳木斯大学药学院),第十三章张帆(川北医学院),第十四章李岩(徐州医学院),第十五章汤海峰(第四军医大学),第十六章刘涛(中国医科大学)和何细新(广州中医药大学)。张鹏兼任秘书。陕西中医药大学的岳正刚老师、华中科技大学的吴文明、刘叶、周明、宋健、王艳美等同学在化学结构绘制和书稿的校对等方面给予较多的帮助,在此表示感谢!同时,为丰富教学资源,增强教学互动,免费配套在线学习平台(含电子教材、教学课件、图片、视频和习题集),供师生使用。

本书在编写过程中,得到编委和兄弟院校有关老师及其所在院校的热情支持和鼓励,提出了许多宝贵的意见和建议,在此一并表示衷心的感谢!

因编者学术水平及编写能力有限,不当之处在所难免,敬请广大师生和读者予以指正。

编者

2015年10月

目 录

CONTENTS

第一章 绪论	1
第一节 天然药物化学的内涵	1
一、天然药物化学的内涵	1
二、天然药物化学与相关学科	2
三、有效成分和有效部位	3
四、天然药物化学在药学领域中的作用和地位	4
第二节 天然药物化学发展概况	7
一、国外发展概况	7
二、国内发展概况	9
三、天然药物化学研究的发展趋势	12
第二章 天然产物化学成分的生物合成	15
第一节 植物体内含有的成分及其代谢过程	15
一、植物体内含有的成分	15
二、植物体内物质代谢过程	16
三、生物合成假说的提出	17
第二节 天然产物的构成单元与生物合成途径	18
一、醋酸-丙二酸途径	20
二、甲戊二羟酸途径和丙酮酸/磷酸甘油途径	22
三、莽草酸途径	25
四、氨基酸途径	27
五、生物合成的多样性	27
第三节 植物化学分类学与亲缘相关性	30
一、植物化学分类学	30
二、植物亲缘相关性	31

第三章 天然产物成分提取分离方法	33
第一节 有效成分在生物体内存在的特征	33
一、成分种类复杂性	33
二、生物活性多样性	33
三、有效成分可变性	33
第二节 有效成分提取方法	34
一、溶剂提取法	34
二、水蒸气蒸馏法	40
三、升华法	40
第三节 有效成分分离与精制的一般方法	40
一、根据物质溶解度差别进行分离	41
二、根据物质在两相溶剂中分配系数不同进行分离	43
三、根据物质吸附性差别进行分离	53
四、根据物质分子大小差别进行分离	60
五、根据物质解离程度不同进行分离	64
六、根据物质的平均自由程不同进行分离	66
七、提取分离实例	67
第四节 原生产物与人工修饰物	69
一、酶解影响	69
二、溶剂影响	70
三、酸碱的影响	70
四、色谱行为的影响	71
五、光照的影响	71
六、其他影响	73
第四章 天然化合物结构研究方法	77
第一节 概述	77
第二节 化合物结构研究的一般步骤	78
一、化合物的纯度测定	78
二、理化常数的测定	78
三、分子量和分子式的确定	79
四、不饱和度的计算	80
五、化合物的功能团和分子骨架的推定	81
六、化合物结构的确定	81
第三节 经典化学法在结构测定中的应用	82
一、氧化反应	82

二、还原反应	83
三、水解反应	83
四、衍生化反应	84
五、脱氢反应	85
第四节 波谱分析在结构测定中的应用	85
一、紫外光谱	85
二、红外光谱	86
三、核磁共振谱	87
四、质谱	97
五、其他仪器分析方法	100
第五章 天然药物研究与开发	109
第一节 概述	109
一、天然药物的发展	109
二、国际和国内天然药物研发现状	110
第二节 天然药物的研究方法和开发程序	113
一、天然药物研究和开发一般步骤	113
二、天然药物研究中的注意事项	116
三、天然药物研究开发实例	118
第三节 天然药物的发现途径	121
一、通过传统或民间用药习惯发现药物	121
二、基于化学生态学发现药物	121
三、通过系统筛选发现药物	122
四、通过研究体内代谢过程发现药物	122
五、通过机制研究发现药物	123
六、基于天然先导化合物的药物合理设计和结构优化发现药物	124
第四节 天然药物研究未来发展	125
一、天然活性化合物快速发现和结构鉴定技术的应用	125
二、拓展新的天然药物来源	129
三、后基因组时代天然药物研发新模式	132
第六章 糖和苷	135
第一节 糖类	135
一、糖的结构类型	135
二、单糖的立体化学	139
三、糖的理化性质	141

四、糖的提取分离	143
五、糖的结构测定	145
第二节 苷类化合物	150
一、概述	150
二、苷的理化性质	155
三、苷的检识	160
四、苷的提取与分离	161
五、苷的结构研究	162
六、提取分离实例	169
第七章 苯丙素类	174
第一节 苯丙酸类	174
一、苯丙酸类化合物	174
二、苯丙素的提取	176
三、苯丙素的波谱特征	176
四、实例分析	177
第二节 香豆素类	179
一、香豆素的结构类型	180
二、香豆素的理化性质	181
三、香豆素的提取分离	182
四、香豆素的谱学特征	182
五、实例分析 - 紫花前胡香豆素的研究	184
第三节 木脂素	185
一、木脂素类化合物的主要结构类型	186
二、木脂素的理化性质	193
三、木脂素的提取分离	194
四、木脂素的波谱性质	195
五、木脂素的生物活性	198
第八章 醌类化合物	202
第一节 醌类化合物的结构类型	202
一、苯醌	202
二、萘醌	204
三、菲醌	205
四、蒽醌	207
第二节 醌类化合物的理化性质	210

一、物理性质	210
二、化学性质	210
第三节 醌类化合物的提取分离	213
一、醌类化合物的提取方法	213
二、醌类化合物的分离方法	214
三、提取分离实例	216
第四节 醌类化合物的结构测定	216
一、醌类化合物的波谱特征	216
二、醌类化合物衍生物的制备	222
三、结构解析实例	224
第九章 黄酮类化合物	229
第一节 黄酮类化合物结构与分类	229
一、黄酮和黄酮醇	230
二、二氢黄酮和二氢黄酮醇	230
三、异黄酮和二氢异黄酮	231
四、查耳酮和二氢查耳酮类	231
五、橙酮类	232
六、黄烷醇类	232
七、双黄酮类	233
八、花色素类	233
九、其他类	233
第二节 黄酮类化合物的理化性质	236
一、性状	236
二、溶解性	237
三、酸碱性与其结构的关系	238
四、荧光	239
五、显色反应	239
第三节 黄酮类化合物的提取与分离	241
一、提取	241
二、分离	243
三、提取分离实例分析	245
第四节 黄酮类化合物的结构鉴定	246
一、紫外光谱在结构鉴定中的应用	246
二、 ^1H -NMR 谱在结构鉴定中的应用	250
三、 ^{13}C -NMR 在结构鉴定中的应用	253
四、质谱在结构鉴定中的应用	255

五、结构研究实例解析	257
第十章 萜类化合物	261
第一节 萜类化合物的含义和分类	261
一、萜类化合物的含义	261
二、萜类化合物的分类	262
三、萜类化合物的生源学说	262
第二节 萜类化合物的结构类型	266
一、单萜	266
二、倍半萜	274
三、二萜	276
四、二倍半萜	280
五、三萜	281
第三节 萜类化合物的理化性质	294
一、物理性质	294
二、化学性质	295
三、显色反应	298
四、沉淀反应	298
第四节 萜类化合物的提取分离	299
一、萜类的提取	299
二、萜类的分离	300
三、提取分离实例	300
第五节 萜类化合物的结构测定	302
一、紫外光谱	302
二、红外光谱	303
三、质谱	303
四、核磁共振谱	305
五、结构鉴定实例	307
第十一章 挥发油	311
第一节 概述	311
一、挥发油的存在和分布	311
二、挥发油的生物活性与应用	311
第二节 挥发油的组成	312
一、萜类化合物	313
二、芳香族化合物	313

三、脂肪族化合物	313
四、其他类化合物	314
第三节 挥发油的性质	314
一、性状	314
二、溶解度	315
三、理化常数	315
四、稳定性	315
第四节 挥发油成分的提取与分离	315
一、挥发油成分的提取	315
二、挥发油成分的分离	316
三、提取分离应用实例	320
第五节 挥发油成分的鉴定	324
一、物理常数的测定	324
二、化学常数的测定	324
三、功能团的鉴定	324
四、色谱法的应用	325
五、挥发油研究实例	326
第十二章 甾体及其苷类	329
第一节 概述	329
第二节 强心苷	332
一、概述	332
二、强心苷的结构与分类	332
三、化学结构与强心作用的关系	337
四、强心苷的理化性质	338
五、强心苷的提取与分离	342
六、强心苷的波谱特征	346
第三节 甾体皂苷	352
一、概述	352
二、甾体皂苷的结构与分类	352
三、甾体皂苷的理化性质	357
四、甾体皂苷的提取与分离	358
五、甾体皂苷的波谱特征	359
第四节 其他甾类成分	363
一、 C_{21} 甾类及其苷	363
二、植物甾醇类	365

三、昆虫变态激素	365
四、胆酸类	366
第十三章 生物碱	368
第一节 概述	368
一、生物碱的定义	368
二、生物碱的命名规则	369
三、生物碱的分类方法	369
第二节 结构与分类	370
一、有机胺类生物碱	370
二、吡咯类生物碱	370
三、哌啶类生物碱	371
四、托品类生物碱	372
五、喹啉类生物碱	373
六、异喹啉类生物碱	373
七、吲哚类生物碱	375
八、萜类生物碱	377
九、甾体类生物碱	378
十、其他类型生物碱	380
第三节 生物碱的分布及在体内的存在形式	381
一、生物碱的分布	381
二、生物碱在植物体内的主要存在形式	382
第四节 生物碱的理化性质	383
一、性状	383
二、旋光性	384
三、溶解性	385
四、碱性及影响碱性的因素	385
五、生物碱的检识	390
第五节 生物碱的提取与分离	391
一、总生物碱的提取	391
二、各类生物碱的分离	394
三、生物碱提取分离实例	398
第六节 生物碱的结构测定	399
一、常用的经典理化鉴定方法	399
二、波谱分析在结构测定中的应用	400
三、生物碱结构解析实例	405

第十四章 鞣质	409
第一节 概述	409
第二节 鞣质的结构与分类	410
一、可水解鞣质	410
二、缩合鞣质	415
三、复合鞣质	420
第三节 鞣质的理化性质	421
一、物理性质	421
二、化学反应	422
第四节 鞣质的提取与分离	425
一、鞣质的提取	425
二、鞣质的分离纯化	425
第五节 鞣质类化合物的结构研究	428
一、鞣质的检识与分析	428
二、鞣质波谱学特征	429
三、鞣质结构研究实例解析	430
第十五章 海洋药物	435
第一节 概述	435
一、海洋药物的发展历史	435
二、海洋药物的研究特点	437
三、海洋药物的来源	438
第二节 海洋天然产物的结构类型	440
一、大环内酯类	440
二、聚醚类化合物	444
三、肽类化合物	447
四、生物碱类化合物	452
五、C ₁₅ 乙酸原化合物	455
六、前列腺素类似物	458
七、甾体及其苷类	459
八、萜类化合物	463
第三节 海洋药物的生物活性	467
一、海洋抗肿瘤活性物质	469
二、神经系统活性物质	470
三、心脑血管活性物质	471