



全国高等院校中药类专业“十二五”规划建设教材

# 中药化学

Zhongyao Huaxue

张晶  
袁珂  
主编



中国农业大学出版社

CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY PRESS

全国高等院校中药类专业“十二五”规划建设教材

# 中 药 化 学

张 晶 袁 珂 主编

中国农业大学出版社

· 北京 ·

## 内 容 简 介

本书主要包括糖和苷类、苯丙素类、醌类、黄酮类、萜类和挥发油、皂苷、强心苷、生物碱及其他类中药化学成分的研究方法。

### 图书在版编目(CIP)数据

中药化学/张晶,袁珂主编.—北京:中国农业大学出版社,2015.2  
ISBN 978-7-5655-1159-2

I. ①中… II. ①张… ②袁… III. ①中药化学-高等学校-教材 IV. ①R284

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 002617 号

书 名 中药化学

作 者 张 晶 袁 珂 主 编

策划编辑 孙 勇

封面设计 郑 川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

电 话 发行部 010-62818525,8625

编辑部 010-62732617,2618

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

经 销 新华书店

印 刷 北京时代华都印刷有限公司

版 次 2015 年 4 月第 1 版 2015 年 4 月第 1 次印刷

规 格 787×1 092 16 开本 22.5 印张 558 千字

定 价 47.00 元

责任编辑 冯雪梅

责任校对 王晓凤

邮政编码 100193

读者服务部 010-62732336

出 版 部 010-62733440

e-mail cbsszs @ cau.edu.cn

图书如有质量问题本社发行部负责调换

# 高等院校中医药类专业系列教材

## 编审指导委员会

### 主 任

杨世海(吉林农业大学,教授)

### 副主任

秦民坚(中国药科大学,教授)

王建华(山东农业大学,教授)

王康才(南京农业大学,教授)

牛颜冰(山西农业大学,教授)

### 委 员(按姓氏笔画排序)

马 琳(天津中医药大学,教授)

刘汉珍(安徽科技学院,副教授)

李武峰(山西农业大学,副教授)

吕光华(成都中医药大学,教授)

张明生(贵州大学,教授)

张 晶(吉林农业大学,教授)

林光美(福建农林大学,教授)

杨生超(云南农业大学,教授)

陈 垣(甘肃农业大学,教授)

胡 珂(安徽中医学院,教授)

袁 艺(安徽农业大学,教授)

奚广生(吉林农业科技学院,教授)

谢世清(云南农业大学,教授)

彭 菲(湖南中医药大学,教授)

王振月(黑龙江中医药大学,教授)

李 明(广东药学院,教授)

朴钟云(沈阳农业大学,教授)

张兴国(西南交通大学,教授)

张 辉(长春中医药大学,教授)

肖深根(湖南农业大学,教授)

杨太新(河北农业大学,教授)

陈兴福(四川农业大学,教授)

郭圣茂(江西农业大学,副教授)

贾景明(沈阳药科大学,教授)

袁 珂(浙江农林大学,教授)

董诚明(河南中医学院,教授)

斯金平(浙江农林大学,教授)

裴 瑾(成都中医药大学,教授)

### 秘 书

刘学周(吉林农业大学,讲师)

# 编写人员

## 会员委员会

主 编 张 晶(吉林农业大学)  
袁 珂(浙江农林大学)

副主编 赵 岩(吉林农业大学)  
孙佳明(长春中医药大学)  
王文斌(山西农业大学)  
向 兰(山东大学)

### 编 委 (按章节顺序排名)

张 晶(吉林农业大学)  
王文斌(山西农业大学)  
李 伟(吉林农业大学)  
孙印石(山东农业大学)  
李艳辉(沈阳农业大学)  
段文达(甘肃中医学院)  
鲁巍巍(沈阳农业大学)  
袁 珂(浙江农林大学)  
赵启铎(天津中医药大学)  
任晓亮(天津中医药大学)  
赵 岩(吉林农业大学)  
向 兰(山东大学)  
刘芳芳(长春科技学院)  
任 坤(吉林农业大学)  
孙佳明(长春中医药大学)

## 出版说明

中医药是我国人民在几千年生产生活实践和与疾病做斗争中逐步形成并不断丰富发展起来的一门医学科学,为中华民族繁衍昌盛做出了重要贡献,对世界文明进步产生了积极影响。新中国成立后特别是改革开放以来,党中央、国务院高度重视中医药工作,中医药事业取得了巨大成就。但随着我国经济社会的快速发展,目前我国的中医药事业远不能满足人民群众日益增长的健康需求。

《中共中央国务院关于深化医药卫生体制改革的意见》(中发〔2009〕6号)提出,要坚持中西医并重的方针,充分发挥中医药作用。我国是世界上生物多样性最丰富的国家之一,也是中药资源最丰富的国家。我国约有1.28万种中药材资源,包括1.114万种药用植物和0.158万种药用动物。中药工业产值已超过医药产业总产值的1/3,与化学药、生物药呈现出三足鼎立之势。以中医药为代表的传统医学日益受到国际社会的广泛重视和认可。中医药对人体生命质量、健康状况和生活状况提升的效用也越来越被人们广泛认识,其独特的优势和巨大价值日益显现。随着人们健康观念的变化和医疗模式转变,中医药事业正以新的姿态快速发展。但其进一步发展也面临着许多新情况和新问题,中医药产业发展和中药资源保护之间的矛盾日益突出。野生中药资源破坏严重、道地药材以及部分规范栽培品种产量不能完全满足中药产业需求。中药材价格大幅波动,市场极不稳定。同时,药用植物的大量采集和挖掘,不但使中药材资源生物多样性受到严重破坏,对生态环境也造成了严重的威胁;部分中药材不仅产量不稳定,而且重金属、农药残留污染严重,已影响到复方中成药品种的持续供应以及国家基本药物的安全与保障。

《国务院关于扶持和促进中医药事业发展的若干意见》(以下简称《意见》)(国发〔2009〕22号)从国家发展战略高度提出了“提升中药产业发展水平”的要求。《意见》指出,要遵循中医药发展规律,保持和发扬中医药特色优势,推动继承与创新,丰富和发展中医药理论与实践,促进中医中药协调发展,为提高全民健康水平服务。《意见》重申,要整理研究传统中药制药技术和经验,形成技术规范。促进中药资源可持续发展,加强对中药资源的保护、研究开发和合理利用。要保护药用野生动植物资源,加快种质资源库建设。加强珍稀濒危品种保护、繁育和替代,促进资源恢复与增长。《意见》强调,要加强中医药人才队伍建设。人才匮乏是制约中医药事业发展的瓶颈。高等教育是中医药人才培养的重要途径。中医药事业整体健康发展需要培养更多的复合型、交叉型、多学科型的应用人才。

为深入贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》、《医药卫生中长期人才发展规划(2010—2020年)》和《中医药事业发展“十二五”规划》,推进《中医药标准化中长期发展规划纲要(2011—2020年)》的实施,培养传承中医药文明、促进中医药事业发展的复合型、创新型高等中医药人才,推动中医药类专业教育教学改革和发展,中国农业大学出版社以整体规划、系列统筹和立体化建设等方式,组织全国37所院校的近200位一线专家和教

师,启动了“全国高等院校中医药类专业系列教材建设工程”。本系列教材秉承“融合、传承、创新、发展、先进”的理念,在全体参编的老师共同努力下,历经近3年时间,现各种教材均已达到了“规划”预定的目标和要求,第一批共计21种教材将陆续出版。

本系列教材的运作和出版具有以下特点:

一、统筹规划、整体运作、校际合作、学科交融。站在中医药类专业教学整体的高度,审核确定教材品种和教材内容,农林类专业院校教师与中医药类专业院校教师积极参与,共同切磋研讨,极大地促进了这两类院校在中医药类专业教育平台的融合,尤其是促进了中医学与中医药资源学的融合,起到了学科优势互补的积极作用。

二、同期启动、同步研讨、品种丰富、覆盖面广。同期启动21种教材的编写出版工作,37所院校近200位教师参与编写,系列教材基本覆盖了中医药类专业主干课程,是目前中医药类专业教材建设力度最大的一次。各院校教师积极参与,共同研讨,在教学理念、教材编写和体例规范上达成广泛共识,提升了教材的适用性。

三、最新理论、最新技术和最新进展及时融入,教材先进。本系列教材体现了中医药学科的文化传承特性,较好地将传承与发展、理论与实践有机结合,融入了学科最新理论、最新技术和最新进展以及各院校中医药类专业近年来的教学改革成果,使得教材具有较强的先进性。

四、立项建设、严格要求、专家把关、确保质量。经过广泛深入的选题调,在与多所院校广泛沟通达成共识后,中国农业大学出版社确定了以立项的方式实施“中医药类专业系列教材建设工程”。“教材建设工程”历时近3年,在系列教材编审指导委员会的统一指导下,各项工作始终按照既定的编写指导思想、运行方式和质量保障措施等规定严格运行,保障了教材编写的高质量。

中医药类专业系列教材建设是一种尝试、一种探索,我们衷心希望有更多的院校、更多的教师参与进来,让我们一起共同为我国中医药事业的健康发展,为中医药专业高等人才培养做出贡献。同时,我们也希望选用本系列教材的老师和同学对教材提出宝贵意见,使我们的教材在修订时质量有新的提高。

全国高等院校中医药类专业系列教材编审指导委员会

中国农业大学出版社

2014年6月

# 前 言

中药化学是中药学及相关专业的专业基础课。中药化学是结合中医药基本理论和临床用药经验,运用化学的理论和方法及其他现代科学理论和技术等研究中药中化学成分的科学。通过中药化学教学使学生掌握中药中有效成分的结构类型、理论性质及提取、分离、检识的基本理论和技能,熟悉对单味中药中成分的系统检识和有效成分的结构鉴定,为今后从事中药剂型改进、中药炮制方法及成品质量控制和研制新药、建立和完善中药的质量评价标准奠定必要的理论基础。希望对学生掌握中药化学成分的基本知识,对将来从事相关的工作,对准备研究生考试提供有益的指导和帮助。

本教材编写任务由张晶(吉林农业大学,第1章)、王文斌(山西农业大学,第2章)、李伟(吉林农业大学,第3章)、孙印石(山东农业大学,第3章)、李艳辉(沈阳农业大学,第4章)、段文达(甘肃中医学院,第5章)、鲁巍巍(沈阳农业大学,第6章)、袁珂(浙江农林大学,第7章)、赵启铎(天津中医药大学,第8章)、任晓亮(天津中医药大学,第8章)、赵岩(吉林农业大学,第9章)、向兰(山东大学,第10章)、刘芳芳(长春科技学院,第11章)、任坤(吉林农业大学,第11章)、孙佳明(长春中医药大学,第12章)共15位此门课程的主讲教师共同完成,他们也是直接从事中药化学的研究者,具有丰富的科研及教学经验。

本教材编写过程中力求内容精练、深入浅出、脉络清晰,且编者将自身研究成果及相关领域的最新研究进展融入其中,提出了中药化学成分的新结构类型、新的活性、新的研究方法,充分反映了中药化学的研究现状和发展趋势。

教材设计理论教学学时数为48~72学时,共分12章,每章按照各类成分结构类型、理化性质、结构研究、提取分离方法、研究实例的顺序进行教学,并建议了较高(▲)及选讲(▲▲)内容,可根据专业教学需要进行选择。

尽管我们做了最大的努力,但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

2014年7月

# 目 录

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 第1章 绪论                   | 1  |
| 1.1 中药化学的研究对象、任务及意义      | 2  |
| 1.1.1 中药化学的研究对象          | 2  |
| 1.1.2 中药化学研究的任务与主要内容     | 3  |
| 1.1.3 中药化学成分研究的意义        | 6  |
| 1.2 中药化学成分简介及其合成途径       | 8  |
| 1.2.1 中药化学成分类型简介         | 8  |
| 1.2.2 各类中药化学成分的主要生物合成途径▲ | 10 |
| 参考文献                     | 17 |
| 第2章 中药化学成分的一般研究方法        | 18 |
| 2.1 中药化学成分的提取方法          | 18 |
| 2.1.1 常用的提取方法            | 18 |
| 2.1.2 现代设备辅助提取方法         | 21 |
| 2.2 中药化学成分的分离方法          | 22 |
| 2.2.1 溶剂分离法              | 23 |
| 2.2.2 色谱分离法              | 25 |
| 2.2.3 结晶法                | 29 |
| 2.2.4 其他分离方法             | 31 |
| 2.3 中药化学成分的结构研究方法        | 32 |
| 2.3.1 中药中化学成分类型预试        | 32 |
| 2.3.2 中药化学成分的理化鉴定        | 33 |
| 2.3.3 中药化学的谱学测定▲         | 34 |
| 参考文献                     | 41 |
| 第3章 糖和苷类化合物              | 42 |
| 3.1 糖类化合物                | 42 |
| 3.1.1 概述                 | 42 |
| 3.1.2 糖类的结构与分类           | 42 |
| 3.2 苷类化合物                | 48 |
| 3.2.1 概述                 | 48 |
| 3.2.2 苷类的结构与分类           | 48 |
| 3.2.3 苷类的一般性质            | 52 |
| 3.3 糖和苷类的提取与分离           | 56 |
| 3.3.1 糖和苷类的提取            | 56 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 3.3.2 糖和苷类的分离·····        | 59  |
| 3.4 糖和苷类的检识·····          | 60  |
| 3.4.1 理化检识·····           | 60  |
| 3.4.2 色谱检识·····           | 61  |
| 3.5 苷类的结构研究▲·····         | 62  |
| 3.5.1 物理常数的测定·····        | 62  |
| 3.5.2 分子式的测定·····         | 62  |
| 3.5.3 组成苷的苷元和糖的鉴定·····    | 62  |
| 3.5.4 苷中糖和糖之间连接顺序的确定····· | 66  |
| 3.5.5 苷键构型的确定·····        | 68  |
| 参考文献·····                 | 71  |
| 第4章 苯丙素类·····             | 72  |
| 4.1 简单苯丙素·····            | 73  |
| 4.1.1 苯丙素类成分的结构与分类·····   | 73  |
| 4.1.2 简单苯丙素的提取与分离·····    | 74  |
| 4.2 香豆素类·····             | 75  |
| 4.2.1 香豆素类化合物的结构与分类·····  | 76  |
| 4.2.2 香豆素类化合物的理化性质·····   | 79  |
| 4.2.3 香豆素类化合物的提取与分离·····  | 81  |
| 4.2.4 香豆素类化合物的检识·····     | 83  |
| 4.2.5 香豆素类化合物的结构研究▲·····  | 83  |
| 4.3 木脂素类·····             | 88  |
| 4.3.1 木脂素类化合物的结构与分类·····  | 88  |
| 4.3.2 木脂素类化合物的理化性质·····   | 95  |
| 4.3.3 木脂素类化合物的提取分离·····   | 96  |
| 4.3.4 木脂素类化合物的结构研究▲·····  | 97  |
| 参考文献·····                 | 105 |
| 第5章 醌类化合物·····            | 109 |
| 5.1 醌类化合物的结构和分类·····      | 109 |
| 5.1.1 苯醌类·····            | 109 |
| 5.1.2 萘醌类·····            | 110 |
| 5.1.3 菲醌类·····            | 111 |
| 5.1.4 蒽醌类·····            | 112 |
| 5.2 醌类化合物的理化性质·····       | 116 |
| 5.2.1 物理性质·····           | 116 |
| 5.2.2 化学性质·····           | 116 |
| 5.3 醌类化合物的提取与分离·····      | 119 |
| 5.3.1 醌类化合物的提取方法·····     | 119 |
| 5.3.2 醌类化合物的分离·····       | 120 |

|                                                  |     |
|--------------------------------------------------|-----|
| 5.4 醌类化合物的检识 .....                               | 122 |
| 5.4.1 理化检识 .....                                 | 122 |
| 5.4.2 色谱检识 .....                                 | 122 |
| 5.5 醌类化合物的结构研究▲ .....                            | 122 |
| 5.5.1 UV 光谱 .....                                | 122 |
| 5.5.2 IR 光谱 .....                                | 124 |
| 5.5.3 $^1\text{H-NMR}$ 谱 .....                   | 125 |
| 5.5.4 $^{13}\text{C-NMR}$ 谱 .....                | 125 |
| 5.5.5 MS .....                                   | 127 |
| 5.5.6 结构研究举例 .....                               | 128 |
| 参考文献 .....                                       | 130 |
| 第6章 黄酮类化合物 .....                                 | 131 |
| 6.1 黄酮类化合物的结构与分类 .....                           | 132 |
| 6.1.1 黄酮类(flavones) .....                        | 132 |
| 6.1.2 黄酮醇类(flavonol) .....                       | 132 |
| 6.1.3 二氢黄酮类(flavanones) .....                    | 133 |
| 6.1.4 二氢黄酮醇类(flavanonols) .....                  | 134 |
| 6.1.5 异黄酮类(isoflavones) .....                    | 134 |
| 6.1.6 二氢异黄酮类(isoflavanones) .....                | 135 |
| 6.1.7 查耳酮类(chalcones) .....                      | 135 |
| 6.1.8 二氢查耳酮类(dihydrochalcones) .....             | 136 |
| 6.1.9 橙酮类(aurones) .....                         | 136 |
| 6.1.10 花色素类(anthocyanidins) .....                | 136 |
| 6.1.11 黄烷醇类(flavanols) .....                     | 137 |
| 6.1.12 双黄酮类(biflavonoids) .....                  | 138 |
| 6.1.13 高异黄酮(homoisoflavones) .....               | 138 |
| 6.2 黄酮类化合物的理化性质 .....                            | 138 |
| 6.2.1 黄酮类化合物的物理性质 .....                          | 138 |
| 6.2.2 黄酮类化合物的化学性质 .....                          | 140 |
| 6.3 黄酮类化合物的提取分离 .....                            | 145 |
| 6.3.1 黄酮类化合物的提取 .....                            | 145 |
| 6.3.2 黄酮类化合物的分离 .....                            | 147 |
| 6.4 黄酮类化合物的检识 .....                              | 151 |
| 6.4.1 理化检识 .....                                 | 151 |
| 6.4.2 色谱检识法 .....                                | 151 |
| 6.5 黄酮类化合物的结构研究▲ .....                           | 152 |
| 6.5.1 利用紫外光谱测定黄酮类化合物的结构 .....                    | 153 |
| 6.5.2 $^1\text{H-NMR}$ 谱在黄酮类化合物结构研究中的应用 .....    | 158 |
| 6.5.3 $^{13}\text{C-NMR}$ 谱在黄酮类化合物结构研究中的应用 ..... | 163 |

|       |                   |     |
|-------|-------------------|-----|
| 6.5.4 | MS在黄酮类化合物结构研究中的应用 | 166 |
| 6.5.5 | 结构测定实例——山楂        | 169 |
|       | 参考文献              | 174 |
| 第7章   | 萜类和挥发油            | 177 |
| 7.1   | 萜类                | 177 |
| 7.1.1 | 萜类化合物的结构与分类       | 177 |
| 7.1.2 | 萜类化合物的理化性质        | 185 |
| 7.1.3 | 萜类化合物的提取与分离       | 188 |
| 7.1.4 | 含萜类化合物的分离实例       | 189 |
| 7.2   | 挥发油               | 190 |
| 7.2.1 | 挥发油的含义与组成         | 190 |
| 7.2.2 | 挥发油的理化性质          | 191 |
| 7.2.3 | 挥发油的提取与分离         | 192 |
| 7.2.4 | 挥发油的检识            | 195 |
| 7.2.5 | 含挥发油的中药实例         | 196 |
|       | 参考文献              | 199 |
| 第8章   | 皂苷                | 200 |
| 8.1   | 三萜皂苷              | 200 |
| 8.1.1 | 三萜皂苷的结构与分类        | 201 |
| 8.1.2 | 三萜皂苷的理化性质         | 210 |
| 8.1.3 | 三萜皂苷类成分的提取与分离     | 213 |
| 8.1.4 | 三萜皂苷类成分的检识        | 215 |
| 8.1.5 | 三萜皂苷类成分的结构研究▲     | 216 |
| 8.2   | 甾体皂苷              | 223 |
| 8.2.1 | 基本结构与分类           | 223 |
| 8.2.2 | 甾体化合物的生物合成途径      | 224 |
| 8.2.3 | 甾体化合物的颜色反应        | 224 |
| 8.2.4 | 甾体皂苷的结构与分类        | 226 |
| 8.2.5 | 甾体皂苷的理化性质         | 230 |
| 8.2.6 | 甾体皂苷类成分的提取分离      | 231 |
| 8.2.7 | 甾体皂苷类成分的检识        | 235 |
| 8.2.8 | 甾体皂苷类成分的结构研究▲     | 235 |
|       | 参考文献              | 241 |
| 第9章   | 强心苷               | 249 |
| 9.1   | 强心苷的结构与分类         | 249 |
| 9.1.1 | 苷元特征              | 249 |
| 9.1.2 | 糖部分的结构            | 251 |
| 9.1.3 | 苷元和糖的连接方式         | 252 |
| 9.2   | 强心苷的结构与活性的关系      | 253 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 9.2.1 甾体母核与强心作用的关系 .....  | 253 |
| 9.2.2 糖部分与强心活性的关系 .....   | 254 |
| 9.3 强心苷的理化性质 .....        | 254 |
| 9.3.1 性状 .....            | 254 |
| 9.3.2 溶解性 .....           | 255 |
| 9.3.3 脱水反应 .....          | 255 |
| 9.3.4 苷键裂解 .....          | 255 |
| 9.4 强心苷类成分的提取分离 .....     | 259 |
| 9.4.1 强心苷的提取 .....        | 259 |
| 9.4.2 强心苷的分离 .....        | 259 |
| 9.4.3 提取分离实例 .....        | 260 |
| 9.5 强心苷类成分的检识 .....       | 261 |
| 9.5.1 显色反应 .....          | 261 |
| 9.5.2 色谱检识 .....          | 263 |
| 9.6 强心苷类成分的结构研究▲ .....    | 263 |
| 9.6.1 紫外光谱 .....          | 263 |
| 9.6.2 红外光谱 .....          | 264 |
| 9.6.3 质谱 .....            | 264 |
| 9.6.4 核磁共振 .....          | 265 |
| 参考文献 .....                | 267 |
| 第 10 章 生物碱 .....          | 269 |
| 10.1 概述 .....             | 269 |
| 10.1.1 生物碱的定义 .....       | 269 |
| 10.1.2 生物碱的分布 .....       | 269 |
| 10.1.3 生物碱的生物合成途径 .....   | 270 |
| 10.1.4 生物碱的存在形式 .....     | 270 |
| 10.1.5 生物碱的活性 .....       | 270 |
| 10.2 生物碱的结构与分类 .....      | 271 |
| 10.2.1 鸟氨酸系生物碱 .....      | 271 |
| 10.2.2 赖氨酸系生物碱 .....      | 272 |
| 10.2.3 苯丙氨酸和酪氨酸系生物碱 ..... | 273 |
| 10.2.4 色氨酸系生物碱 .....      | 275 |
| 10.2.5 邻氨基苯甲酸系生物碱 .....   | 276 |
| 10.2.6 组氨酸系生物碱 .....      | 276 |
| 10.2.7 萜类生物碱 .....        | 277 |
| 10.2.8 甾体类生物碱 .....       | 277 |
| 10.3 生物碱的理化性质 .....       | 277 |
| 10.3.1 物理性状 .....         | 277 |
| 10.3.2 碱性 .....           | 278 |

|        |                |     |
|--------|----------------|-----|
| 10.3.3 | 溶解性            | 281 |
| 10.3.4 | 沉淀反应           | 282 |
| 10.3.5 | 显色反应           | 282 |
| 10.4   | 生物碱的提取与分离      | 283 |
| 10.4.1 | 脂溶性总生物碱的提取     | 283 |
| 10.4.2 | 水溶性生物碱的提取      | 284 |
| 10.4.3 | 生物碱的分离         | 284 |
| 10.5   | 生物碱的检识         | 286 |
| 10.5.1 | 化学方法           | 286 |
| 10.5.2 | 色谱法            | 286 |
| 10.6   | 生物碱的结构研究▲      | 287 |
| 10.6.1 | 化学方法           | 287 |
| 10.6.2 | 波谱法            | 289 |
| 10.7   | 含生物碱中药实例       | 291 |
| 10.7.1 | 麻黄             | 291 |
| 10.7.2 | 黄连             | 294 |
| 10.7.3 | 延胡索            | 296 |
| 10.7.4 | 苦参             | 298 |
| 10.7.5 | 洋金花            | 300 |
| 10.7.6 | 汉防己            | 304 |
| 10.7.7 | 马钱子            | 305 |
| 10.7.8 | 乌头             | 306 |
|        | 参考文献           | 310 |
| 第11章   | 其他类成分▲▲        | 311 |
| 11.1   | 鞣质             | 311 |
| 11.1.1 | 鞣质的分类          | 311 |
| 11.1.2 | 鞣质的性质与检识       | 312 |
| 11.1.3 | 鞣质的提取和分离       | 313 |
| 11.2   | 树脂类            | 314 |
| 11.2.1 | 结构与分类          | 314 |
| 11.2.2 | 树脂的性质与检识       | 315 |
| 11.2.3 | 树脂的提取与分离       | 315 |
| 11.3   | 氨基酸及蛋白质类       | 316 |
| 11.3.1 | 氨基酸            | 316 |
| 11.3.2 | 蛋白质            | 319 |
| 11.4   | 动物药            | 321 |
| 11.4.1 | 动物药中的化学成分主要类型  | 322 |
| 11.4.2 | 动物药中有效成分的提取与分离 | 324 |
| 11.4.3 | 动物药的研究实例       | 325 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 11.5 矿物药.....             | 325 |
| 11.5.1 矿物药的检测.....        | 326 |
| 11.5.2 矿物药的提取分离.....      | 327 |
| 11.5.3 矿物药实例.....         | 327 |
| 11.6 菌物药.....             | 327 |
| 11.6.1 菌物药中化学成分的主要类型..... | 328 |
| 11.6.2 菌物药的研究实例.....      | 331 |
| 参考文献.....                 | 331 |
| 第12章 现代中药有效成分的筛选▲ .....   | 334 |
| 12.1 中药有效成分的筛选水平.....     | 334 |
| 12.1.1 整体水平.....          | 334 |
| 12.1.2 细胞水平.....          | 335 |
| 12.1.3 分子水平.....          | 336 |
| 12.2 中药有效成分的筛选形式.....     | 337 |
| 12.2.1 随机筛选.....          | 337 |
| 12.2.2 计算机虚拟筛选.....       | 337 |
| 12.2.3 高通量筛选.....         | 337 |
| 12.2.4 生物信息学筛选.....       | 338 |
| 12.3 中药有效成分的筛选技术.....     | 339 |
| 12.3.1 薄层-生物自显影技术 .....   | 339 |
| 12.3.2 亲和超滤技术.....        | 340 |
| 12.3.3 分子生物色谱技术.....      | 340 |
| 12.3.4 血清药物化学技术.....      | 341 |
| 12.3.5 蛋白质组学技术.....       | 341 |
| 12.3.6 代谢组学技术.....        | 341 |
| 12.3.7 基因芯片技术.....        | 342 |
| 12.3.8 分子烙印技术.....        | 342 |
| 参考文献.....                 | 343 |

# 第1章 绪论

## 教学目的和要求:

1. 掌握中药化学的研究对象及基本名词。
2. 掌握各类化学成分的生物合成途径。
3. 了解中药化学的发展历程,研究任务及研究意义。

中药是我国传统防治疾病的重要武器,与中医一起构成了中华民族文化的瑰宝。我国劳动人民在与疾病做斗争的长期实践中,在辨认、采集、种植、炮制和使用中药方面积累了宝贵的经验。目前,中药除少数品种如青黛、冰片、阿胶等为人工制品外,其他均来自于植物、动物、矿物的天然制品,种类繁多,其中以植物来源为主。根据全国中药资源普查的资料和有关文献总结可知,我国中药资源有12 820种之多,其中药用植物11 146种,药用动物1 590种,药用矿物84种,常用的中药为700种左右。来源各异的中药中的化学成分也是十分复杂的。

我国古代的先祖们在中药化学成分的领域内创造出不少领先于同时代的研究方法和成果。例如,在炼丹的实践中发展了汞、锌等制剂,开创了无机化学制备药物的先河。酶水解、酸水解、碱水解以及其他一些提取、分离制备纯成分药物的方法和实践仍然在现代中药化学研究中被应用,如:明代李时珍的《医学入门》(公元1575年)中记载的用发酵法从五倍子中获得没食子酸的方法,即“五倍子粗末,并矾、曲和匀,如作酒曲样,入瓷器遮不见风,候生白取出”;李时珍《本草纲目》39卷中有“看药上长起长霜,则药已成矣”的记载,其中的“生白”、“长霜”均是指没食子酸结晶之意,这是世界上最早用发酵法从中药,也是从天然药物中分离得到的有机酸结晶。此后约200年,瑞典药剂师、化学家舍勒(K.W.Schelle)才于1796年将酒石(酒石酸氢钾)先转化为钙盐,再用硫酸分解制得酒石酸。《本草纲目》卷34记载了用升华法制备、纯化樟脑的过程,而欧洲直到18世纪下半叶才制备提纯了樟脑。

但是,令人遗憾的是到了近代,直至新中国成立前,在西医药学急速发展的面前,中医药的发展却处于停滞状态,逐渐失去了一些领域中的优势。19世纪初,法国药学家 Derosone(1804年)和德国药学家 F.A.W.Sertürer(1806年)先后从鸦片中提取分离出具有镇痛镇咳作用的有效成分吗啡(morphine),开创了现代从天然药物中提取分离有效成分的历史。此后,一些具有药理作用的成分不断地从药用植物中被分离出来,如奎宁(quinine)、阿托品、麻黄碱、芦丁(rutin)、利血平、甘草皂苷、洋地黄毒苷等。在相当长的时期内,包括天然药物化学在内的整个天然药物研究领域的优势一直倾向于欧美国家和日本。

21世纪的今天,人类生活、生存条件的变化,现代疾病对人类的威胁正在或已经取代了以往的传染性疾病,人类的医学模式已经由“生物医学”向“生物—心理—社会医学”转变。因此,医疗模式也由单纯的疾病治疗转变为预防、保健、治疗、康复相结合的模式,各种替代医学和传统医学发挥着越来越大的作用。另外,由于化学药物毒副作用大,易产生抗药性,对一些世界

性的疑难病症疗效不佳且使药源性疾患增多,已难以满足人们日益提高的健康需求。在人类“回归自然”的浪潮中,天然药物由于毒副作用小,越来越受到人们的青睐。从20世纪50年代起,特别是70年代后期,随着我国中医药事业发展取得的显著成绩,中医学更引起了世人的高度重视。尤其中药,其本身就是人们在经过数千年同疾病做斗争的过程中,筛选证实其确有疗效而保留下来的,因而,从中药中发现新的活性成分并进而开发成新药的命中率是很高的,这就更使得国内外科学家把期待的目光投向中药。中西方的学者及一些国际医药学知名机构,都对中药的研究产生了浓厚的兴趣。学者们将中西方医药学研究的新技术、新方法相互借鉴,在中药的种质资源、栽培加工、质量评价、药理作用及作用机理、临床应用等方面都进行了系统的研究,取得了一大批领先世界的研究成果并与中国传统医学相结合,形成了新的学说。

从近十几年的国内外中药研究状况来看,在研究思路方面,更加注重以活性为指标,追踪有效成分的分离,特别是国内尤为重视建立符合中医药理论的活性指标,以使研究更能体现中医药特色及为发展中医药学服务,从这点来说,从中药单味药研究向中药复方研究的发展,则是这种研究思路进一步发展的必然。从具体研究目标上看,多针对或根据临床医疗实际的需要,希望从中药中寻找出对目前严重危害或影响人类健康和生存的疾病如癌症、艾滋病、心脑血管系统疾病、病毒性疾病、老年性疾病等确有疗效的有效成分或药物。在研究方法和手段上,更加重视引进和结合现代科学技术的最新理论和技术成果,这不仅大大加快了研究的速度、提高了研究水平,极大地拓展了研究工作的深度和广度,甚至许多过去令人望而生畏、不敢涉足的领域如机体内源性生理活性物质,微量、水溶性、不稳定的成分,大分子物质如多糖、多肽、鞣质等以及中药复方药效物质基础等的研究都已成为可行或可能。此外,对具有新、奇、特结构骨架的化合物的追求,以及对新的天然药物资源的寻找,如对海洋生物的积极热情也是这个时期引人注目的现象。

## 1.1 中药化学的研究对象、任务及意义

### 1.1.1 中药化学的研究对象

中药化学是一门结合中医药基本理论和临床用药经验,运用化学的理论和方法及其他现代科学理论和技术等研究中药中化学成分的科学。

中药化学的研究对象是中药防治疾病的物质基础——中药化学成分,即有效成分。任何一种中药的化学成分都是十分复杂的,如《本草纲目》记载大黄主治“下瘀血、血闭、寒热、破癥积聚、留饮宿食、荡涤肠胃、推陈出新、通利水谷、调中化食、安和五脏……下痢赤白、里急腹痛、小便淋沥、实热燥结、潮热谵语、黄疸诸火疮”。只一味大黄即有如此多方面的功效,是与大黄含有的多种化学成分直接相关的,大黄中具有泻下作用的是番泻苷(sennosides)类成分,而游离蒽醌苷元则对多种细菌有抑菌活性,芪类成分则可能是抗高血脂的有效成分,苯丁酮类具有一定的镇抗炎作用,大黄鞣质具有明显的降低血清尿素氮的作用,由此证明了大黄多种功效的来源。中药的化学成分与其功效或药理作用的相关性研究,对于阐明中药的科学性是不可或缺的。这些具有一定的生物活性,能起到治疗疾病作用的化学成分,称为有效成分,其往往是各种中药中所特有的化学成分。