

中药化学

实验方法学

主编 匡海学



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE



中药化学实验方法学

主 编 匡海学

副主编 孔令义 董小萍 冯卫生 杨炳友

编 者 (按姓氏笔画排序)

- | | |
|--------------------|----------------|
| 孔令义 (中国药科大学) | 张 宇 (佳木斯大学) |
| 卢汝梅 (广西中医学院) | 罗永明 (江西中医学院) |
| 付雪艳 (宁夏医科大学) | 周洪雷 (山东中医药大学) |
| 冯卫生 (河南中医学院) | 周媛媛 (黑龙江中医药大学) |
| 匡海学 (黑龙江中医药大学) | 孟永海 (黑龙江中医药大学) |
| 刘美凤 (华南理工大学) | 饶高雄 (云南中医学院) |
| 许树军 (黑龙江中医药大学) | 祝晨蓀 (广州中医药大学) |
| 李 帅 (中国医学科学院药物研究所) | 夏永刚 (黑龙江中医药大学) |
| 李 祥 (南京中医药大学) | 郭 玫 (甘肃中医学院) |
| 李 强 (北京中医药大学) | 唐 丽 (中央民族大学) |
| 李医明 (上海中医药大学) | 唐 玲 (大连大学) |
| 杨东辉 (北京大学) | 董小萍 (成都中医药大学) |
| 杨炳友 (黑龙江中医药大学) | 窦德强 (辽宁中医药大学) |
| 沈志滨 (广东药学院) | 裴妙荣 (山西中医学院) |

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中药化学实验方法学/匡海学主编. —北京: 人民
卫生出版社, 2012

ISBN 978-7-117-16359-0

I. ①中… II. ①匡… III. ①中药化学-化学实验-
实验方法 IV. ①R284-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 252478 号

人卫社官网	www.pmph.com	出版物查询, 在线购书
人卫医学网	www.ipmph.com	医学考试辅导, 医学数 据库服务, 医学教育资 源, 大众健康资讯

版权所有, 侵权必究!

中药化学实验方法学

主 编: 匡海学

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E-mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 北京铭成印刷有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 54

字 数: 1314 千字

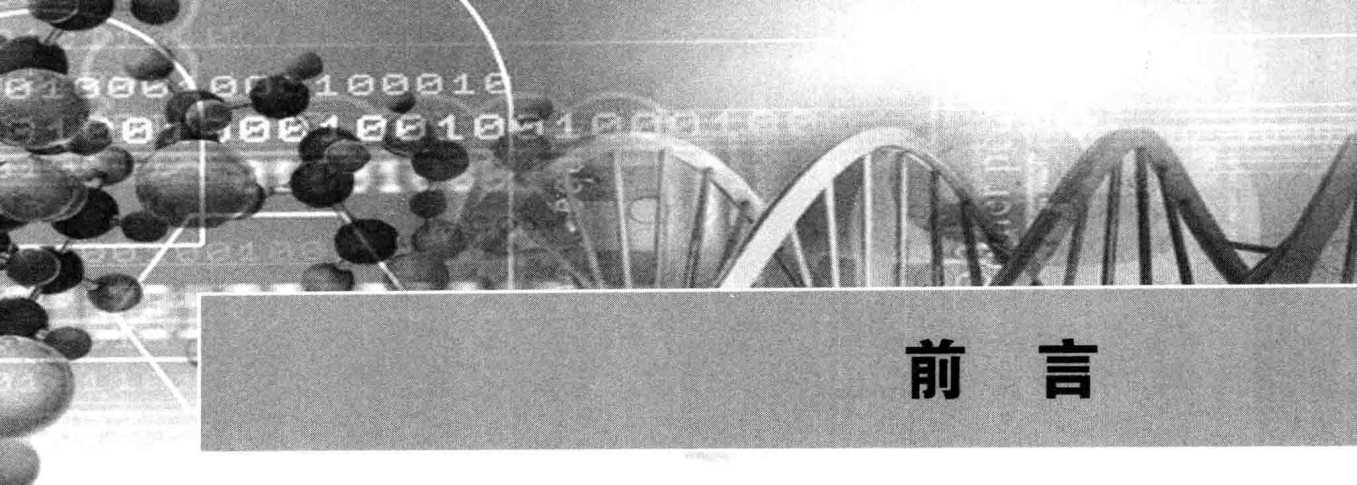
版 次: 2013 年 11 月第 1 版 2013 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-16359-0/R·16360

定 价: 158.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)



前 言

中药化学是一门结合中医药基本理论和临床用药经验,主要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化学成分的学科,其研究对象是中药防治疾病的物质基础,即中药中具有防病治病作用的化学成分。中药化学的研究内容主要包括中药化学成分的结构特征、理化性质、提取分离和结构测定等。

本书系统地介绍了目前中药化学研究涉及的各类技术和方法的基本原理、特点、适用范围、操作步骤及应用实例,以期为开展中药化学的研究工作提供一定的参考和指导。本书适用于从事中药化学研究的专业人员使用,亦适合中药化学及相关专业领域从事教学、研究、开发的人员及研究生、高年级本科生学习使用。

全书共包括绪论、中药化学成分检识方法、中药化学成分提取技术与方法、中药化学成分分离技术与方法以及中药化学成分结构鉴定技术与方法等五部分。在内容中力图充分突出中医药特色,注重收录中药化学及相关学科研究的最新实验方法和技术,并且力求先进性与实用性相结合,尽量收载当前研究或实际生产所需的应用实例,为中药化学的研究者提供合适的实验方法参考与指导。

尽管我们做了种种努力,本书亦不可能囊括所有中药化学研究之方法和技术,且因编者水平有限和时间仓促,书中的错漏和不当之处亦在所难免,恳请广大读者予以指正,以便于今后修订提高。书中内容如能对读者有所启示或借鉴,则是全体编者最大的荣幸。

编 者
2013年8月



目 录

第一篇 绪 论

第一章 中药化学的研究对象和任务	3
第二章 中药化学实验方法的发展概况	6
第三章 中药化学实验设计的思路与方法	9
第一节 以化学研究为导向的中药化学研究方法	9
第二节 以药效药理学为导向的中药化学研究方法	10
第三节 基于中药血清药物化学的中药化学研究方法	11
第四节 基于高通量筛选的中药化学研究方法	12
一、样品库的制备	12
二、筛选模型	13
三、高灵敏度检测	14
第五节 基于药味与药量加减拆方的中药化学研究方法	16
一、用于中药有效成分研究的拆方实验方法	16
二、药味与药量加减拆方在中药有效成分研究中的应用	17
第六节 基于中药基因组学的中药有效成分研究方法	18
第七节 基于中药配位化学假说的中药化学研究方法	19
一、中药配位学说在中药有效成分活性改进中的研究	19
二、中药配位学说在中药有效成分分离分析中的研究	20
第八节 基于生物活性筛选结合化学在线分析的中药化学研究方法	21
第九节 基于代谢组学的中药有效成分研究方法	22
第十节 分子烙印亲和分离在线鉴定与中药化学研究	23
参考文献	24

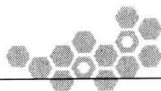
第二篇 中药化学成分检视方法

第四章 概述	31
--------------	----

第五章 检识方法	33
第一节 化学方法	33
一、基本原理	33
二、试管法	56
三、点滴法	63
第二节 薄层色谱法	64
一、基本原理	64
二、特点及适用范围	64
三、操作步骤	64
四、实例	68
第三节 其他方法	72
一、性状观察法	72
二、微量升华法	72
三、荧光法	73
参考文献	73

第三篇 中药化学成分提取技术与方法

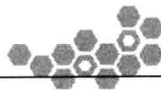
第六章 概述	77
第一节 提取的目的	77
第二节 提取方法的发展沿革	78
一、经典提取方法	78
二、现代提取方法	78
第七章 经典提取方法	81
第一节 溶剂提取法	81
一、基本原理	81
二、溶剂的选择	82
三、影响溶剂提取的因素	83
四、提取方法	84
第二节 水蒸气蒸馏法	92
一、基本原理	93
二、特点及适用范围	93
三、操作步骤	93
四、实例	95
第三节 升华法	95
一、基本原理	95
二、特点及适用范围	96
三、操作步骤	96



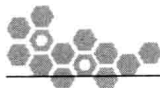
四、实例	97
第八章 现代提取方法	98
第一节 超声波提取法	98
一、基本原理	98
二、超声提取设备	100
三、特点及适用范围	104
四、操作步骤	104
五、实例	104
第二节 超临界流体萃取法	104
一、基本原理	105
二、超临界流体萃取设备	106
三、特点及适用范围	108
四、操作步骤	109
五、实例	110
第三节 微波提取法	110
一、基本原理	110
二、微波提取设备	111
三、特点及适用范围	112
四、操作步骤	113
五、实例	113
第四节 破碎提取法	114
一、基本原理	114
二、破碎提取设备	114
三、特点及适用范围	114
四、操作步骤	115
五、实例	115
第五节 分子蒸馏法	116
一、基本原理	116
二、分子蒸馏设备	116
三、特点及适用范围	118
四、操作步骤	119
五、实例	119
第六节 固相微萃取	120
一、基本原理	120
二、固相微萃取装置	121
三、特点及适用范围	122
四、操作步骤	122
五、实例	123



第七节 半仿生提取法	124
一、基本原理	124
二、特点及适用范围	125
三、研究模式	125
四、实例	125
第八节 酶提取法	126
一、基本原理	126
二、特点及适用范围	126
三、操作步骤	127
四、实例	127
第九节 其他提取方法	127
一、仿生提取法	127
二、空气爆破法	128
第九章 溶剂回收方法	129
第一节 减压回收	129
一、旋转蒸发	130
二、简易减压回收	131
第二节 薄膜蒸发	132
一、基本原理	133
二、特点及适用范围	136
三、操作步骤	138
四、实例	138
第三节 单效/多效蒸发	140
一、基本原理	140
二、特点及适用范围	142
三、操作步骤	143
四、实例	144
第四节 非膜式蒸发(循环蒸发)	144
一、基本原理	144
二、特点及适用范围	146
三、操作步骤	147
四、实例	147
第十章 提取物的干燥方法	148
第一节 常压干燥	148
一、基本原理	149
二、特点及适用范围	152
三、操作步骤	152



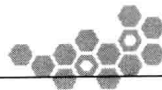
四、实例	152
第二节 真空干燥	153
一、基本原理	153
二、特点及适用范围	155
三、操作步骤	157
四、实例	158
第三节 喷雾干燥	159
一、基本原理	159
二、特点及适用范围	159
三、操作步骤	160
四、实例	160
第四节 冷冻干燥	161
一、基本原理	161
二、特点及适用范围	161
三、操作步骤	161
四、实例	162
第十一章 中药各类化学成分的提取方法	164
第一节 生物碱类化合物的提取方法	164
一、概述	164
二、理化性质	165
三、生物碱的提取	166
四、实例	168
第二节 醌类化合物的提取方法	173
一、概述	173
二、理化性质	174
三、提取方法	175
四、实例	178
第三节 苯丙素类化合物的提取方法	184
一、简单苯丙素类	184
二、香豆素类	194
三、木脂素类	204
第四节 黄酮类化合物的提取方法	209
一、概述	209
二、理化性质	212
三、实例	215
第五节 萜类化合物的提取方法	219
一、概述	219
二、理化性质	219



三、提取方法	220
四、实例	225
第六节 三萜皂苷类化合物的提取方法	229
一、概述	229
二、理化性质	229
三、提取方法	229
四、实例	231
第七节 甾体类化合物的提取方法	236
一、概述	236
二、强心苷类化合物的提取方法	236
三、甾体皂苷类化合物的提取方法	239
四、 C_{21} 甾类化合物的提取方法	242
五、植物甾醇类化合物的提取方法	243
六、胆汁酸类化合物的提取方法	245
第八节 鞣质类化合物的提取方法	246
一、概述	246
二、理化性质	247
三、提取方法	247
四、实例	248
第九节 多糖类化合物的提取方法	250
一、概述	250
二、理化性质	251
三、提取方法	251
四、实例	253
第十节 挥发油类化合物的提取方法	260
一、概述	260
二、理化性质	262
三、提取方法	262
四、实例	265
参考文献	269

第四篇 中药化学成分分离技术与方法

第十二章 概述	277
第十三章 经典分离纯化方法	279
第一节 两相溶剂萃取法	279
一、基本原理	279
二、特点及适用范围	280
三、操作步骤	280



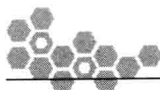
四、实例	282
第二节 沉淀法	283
一、基本原理	283
二、特点及适用范围	284
三、操作步骤	284
四、实例	288
第三节 盐析法	289
一、基本原理	290
二、特点及适用范围	290
三、操作步骤	290
四、实例	291
第四节 透析法	293
一、基本原理	293
二、特点及适用范围	293
三、操作步骤	294
四、实例	294
第五节 结晶法	295
一、基本原理	295
二、特点及适用范围	296
三、操作步骤	296
四、实例	302
第六节 分馏法	303
一、基本原理	303
二、特点及适用范围	306
三、操作步骤	306
四、实例	308
第七节 平面色谱	309
一、制备纸色谱	311
二、制备薄层色谱	316
第八节 柱色谱	326
一、吸附柱色谱	326
二、分配柱色谱	344
三、凝胶柱色谱	348
四、大孔吸附树脂柱色谱	355
五、离子交换柱色谱	363
六、特殊柱色谱	370
第十四章 分离纯化新方法	377
第一节 中低压制备液相色谱	377



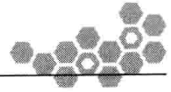
一、基本原理	377
二、特点及适用范围	381
三、操作步骤	382
四、实例	390
第二节 制备型高效液相色谱	391
一、基本原理	392
二、特点及适用范围	396
三、操作步骤	397
四、实例	401
第三节 毛细管电泳技术	406
一、基本原理	407
二、特点及适用范围	409
三、实例	410
第四节 膜分离技术	412
一、基本原理	412
二、特点及适用范围	415
三、实例	415
第五节 分子印迹技术	418
一、基本原理	418
二、特点及适用范围	419
三、实例	420
第六节 新双水相萃取技术	422
一、基本原理	422
二、特点及适用范围	422
三、实例	423
第七节 逆流色谱分离技术	426
一、基本原理	426
二、特点及适用范围	427
三、实例	428
第八节 吸附澄清技术	430
一、基本原理	431
二、特点及适用范围	431
三、实例	432
第九节 手性色谱技术	437
一、基本原理	437
二、特点及适用范围	441
三、实例	442
第十节 生物色谱技术	443
一、基本原理	443



二、特点及适用范围	444
三、实例	445
第十一节 超高效液相色谱	446
一、基本原理	446
二、特点及适用范围	446
三、实例	447
第十二节 酶技术	448
一、基本原理	449
二、特点及适用范围	450
三、实例	451
第十三节 亲和色谱技术	451
一、基本原理	451
二、特点及适用范围	452
三、实例	452
第十四节 各种联用技术	454
一、气相色谱-傅里叶变换红外光谱联用(GC-IR)	454
二、液相色谱-傅里叶变换红外光谱联用(LC-FTIR)	456
三、气相色谱-质谱联用技术(GC-MS)	458
四、液质联用(LC-MS)	464
五、液相色谱-核磁共振波谱联用(LC-NMR)	469
六、液气联用(LC-GC)	470
第十五章 中药各类化学成分的分离方法	472
第一节 生物碱类化合物的分离方法	472
一、麻黄	472
二、延胡索	473
三、黄连	475
四、洋金花	475
五、苦参	477
六、汉防己	478
七、马钱子	479
八、乌头(附子)	480
九、紫杉	480
十、喜树	482
第二节 蒽醌类化合物的分离方法	483
一、紫草	483
二、丹参	484
三、大黄	485
四、决明子	486



五、巴戟天	487
六、红大戟	488
七、何首乌	489
八、贯叶连翘	491
第三节 苯丙素类化合物的分离方法	491
一、简单苯丙素的分离方法	491
二、香豆素的分离方法	492
三、木脂素的分离方法	494
第四节 黄酮类化合物的分离方法	498
一、黄芩	498
二、葛根	499
三、哥兰叶	501
四、构树叶	502
五、玉米苞叶	503
第五节 萜类化合物的分离方法	504
一、穿心莲	504
二、独一味	506
三、圆叶泽兰	507
四、银线草	508
第六节 三萜类化合物的分离方法	509
一、膜荚黄芪	509
二、人参	511
三、甘草	514
四、类叶牡丹	515
五、刺玫果	517
六、龙牙楸木	518
第七节 甾体类化合物的分离方法	520
一、铃兰	520
二、毛花洋地黄	520
三、黄花夹竹桃	524
四、羊角拗	526
五、穿龙薯蓣	526
六、麦冬	528
七、薤白	530
八、灵芝	532
九、熊胆	532
十、洋金花	534
第八节 鞣质类化合物的分离方法	535
一、虎杖	536



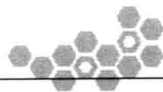
二、大黄	536
三、翻白草	536
四、五倍子	539
第九节 多糖类化合物的分离方法	540
一、香菇	540
二、桑枝	542
第十节 挥发油类化合物的分离方法	543
一、薄荷	543
二、肉桂	545
三、丁香	546
四、姜黄	547
五、当归	547
六、苍术	548
七、葶澄茄	548
参考文献	550

第五篇 中药化学成分结构鉴定技术与方法

第十六章 概述	561
第十七章 紫外光谱(UV)	564
第一节 紫外光谱在结构鉴定中的应用	564
一、基本原理	564
二、特点及适用范围	564
三、操作步骤	565
第二节 中药各类化学成分的 UV 特征	568
一、生物碱类	568
二、蒽醌类	568
三、简单苯丙素类	569
四、香豆素类	570
五、木脂素类	570
六、黄酮类	570
七、萜类	574
八、三萜皂苷类	575
九、甾体类	575
十、鞣质类	576
十一、多糖类	576
第十八章 红外光谱(IR)	577
第一节 IR 在化合物结构鉴定中的应用	577



一、基本原理	577
二、特点及适用范围	577
三、操作步骤	578
第二节 中药各类化学成分的 IR 特征	580
一、生物碱类	580
二、蒽醌类	580
三、简单苯丙素类	581
四、香豆素类	581
五、木脂素类	581
六、萜类	582
七、甾体类	582
第十九章 核磁共振波谱(NMR)	584
第一节 NMR 在化合物结构鉴定中的应用	584
一、基本原理	584
二、NMR 测试技术	584
三、NMR 谱仪的操作步骤	590
第二节 中药各类化学成分的 ¹ H-NMR、 ¹³ C-NMR 特征	595
一、生物碱类	595
二、蒽醌类	597
三、简单苯丙素类	599
四、香豆素类	599
五、木脂素类	600
六、黄酮类	606
七、萜类	614
八、三萜皂苷类	615
九、甾体类	620
十、鞣质类	623
十一、糖苷类	625
第二十章 质谱(MS)	630
第一节 MS 在结构鉴定中的应用	630
一、基本原理	630
二、MS 的测试方法	630
三、仪器操作方法	632
第二节 中药各类化学成分的 MS 特征	634
一、生物碱类	634
二、蒽醌类	635
三、简单苯丙素类	635



四、香豆素类	636
五、木脂素类	636
六、黄酮类	637
七、萜类	642
八、甾体类	644
九、鞣质类	646
十、糖苷类	647
第二十一章 圆二色光谱和旋光光谱	648
第一节 旋光光谱	648
一、平坦谱线	648
二、Cotton 谱线	649
第二节 圆二色谱	649
第二十二章 X-射线单晶衍射技术	651
一、基本原理	651
二、特点及适用范围	651
第二十三章 综合解析(实例)	653
第一节 含氮有机化合物	653
一、实例 1 腺苷	653
二、实例 2 胸腺嘧啶脱氧核苷	656
三、实例 3 苦参碱	657
四、实例 4 氧化苦参碱	660
五、实例 5 紫堇碱	662
六、实例 6 3-[2'-(5'-羟甲基)咪喃基]-1(2H)-异喹啉酮-7-O-β-D-葡萄糖苷	664
第二节 糖和苷类化合物	668
一、实例 7 蔗糖	668
二、实例 8 4-羟基-3-甲氧基苯-1-O-β-D-葡萄糖苷	670
三、实例 9 3,4-二羟基苯乙基-8-O-β-D-葡萄糖苷	672
四、实例 10 3,5,4'-三羟基二苯乙烯-3-O-β-D-葡萄糖苷	674
五、实例 11 3,5,4'-三羟基二苯乙烷-3-O-β-D-葡萄糖苷	676
六、实例 12 升麻素苷	678
第三节 醌类化合物	680
一、实例 13 大黄酚	680
二、实例 14 大黄素甲醚	682
三、实例 15 大黄素	684
四、实例 16 芦荟大黄素	686
第四节 简单苯丙素类化合物	688