

卢艳花 主编

中药有效成分 提取分离技术



Chemical Industry Press



化学工业出版社
现代生物技术与医药科技出版中心

中药有效成分提取分离技术

卢艳花 主编

魏东芝 蒋晓萌 副主编



化学工业出版社

现代生物技术与医药科技出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

中药有效成分提取分离技术/卢艳花主编. —北京:
化学工业出版社, 2005. 1
ISBN 7-5025-6154-4

I. 中… II. 卢… III. ①中药化学成分-提取
②中药化学成分-分离 IV. R284. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 100001 号

中药有效成分提取分离技术

卢艳花 主编

魏东芝 蒋晓萌 副主编

责任编辑: 杨燕玲

文字编辑: 操保龙

责任校对: 顾淑云 于志岩

封面设计: 关 飞

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行

现代生物技术与医药科技出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010)64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京兴顺印刷厂印刷

北京兴顺印刷厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 23¼ 字数 392 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6154-4/R·248

定 价: 45.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

编写人员名单

主 编 卢艳花

副 主 编 魏东芝 蒋晓萌

参编人员 (以姓氏笔画为序)

卢艳花 华东理工大学生物工程学院生物反应器国家重点实验室

刘 丹 天津尖峰天然产物研究开发有限公司

刘志勇 华东理工大学生物工程学院

於洪建 天津尖峰天然产物研究开发有限公司

袁永红 华东理工大学生物工程学院生物反应器国家重点实验室

陶 琳 华东理工大学生物工程学院

章翀玮 华东理工大学生物工程学院

蒋晓萌 天津尖峰天然产物研究开发有限公司

魏东芝 华东理工大学生物工程学院生物反应器国家重点实验室

序

中药是我国人民数千年来同疾病作斗争的有力武器，是我国医药宝库的重要组成部分。中药防治疾病的物质基础是其中的有效化学成分，因此，提取、分离和纯化中药中的化学成分，是进一步测定其化学结构、研究其药理作用和毒性的首要条件，也是进行结构改造、化学合成和研究结构-疗效关系的前提，同时，只有搞清楚中药的有效成分和化学成分，我们才能有效地进行药材的引种栽培、产品的质量控制、工艺改进和稳定性考核，研究药物在体内的代谢和生物利用度，探讨和提高中药的临床疗效，从中药成分中发现具有生物活性的先导化合物，进而研制有自主知识产权的创新药物。总而言之，对中药进行化学成分的研究，提取和分离出其有效成分或有效成分群，是一切有关中药研究的关键。

在过去几十年中，天然产物的提取、分离和纯化技术有了很大进步，对亲水性成分、微量成分和有复杂类似结构的混合物的分离已经不是很难的事情，其原因一方面是出现不少新的提取、分离和纯化方法和技术，另一方面是原有的色谱分离技术得到充分发展，除开发出许多不同性质和性能的填料外，色谱本身的操作方式也有很大改进。中药成分是天然产物的重要组成部分，为了推动我国中药的研究，很有必要将中药成分的提取、分离和纯化技术分门别类，归纳总结，编写成书，以满足广大从事中药化学研究的人员在工作中的需要。

本书作者一直从事中药化学的研究，有丰富的专业知识。在本书中作者不仅介绍了近年来新发展起来的提取和分离技术和方法，也对经典的提取和分离方法作了描述，同时还对中药各类成分理化性质和提取分离作了介绍，因此本书可供从事中药研发和生产的专业技术人员，以及相关专业的教师、研究生、本科生阅读，也可供从事植物、农学、食品和天然资源等专业的人员作参考。

素 国 伟

中国科学院上海药物研究所 研究员

2004 年 9 月

前 言

源于植物的抗疟药物青蒿素以及抗肿瘤药物紫杉醇、喜树碱的发现，使得中药活性成分的研究工作日益受到人们的关注。

人们只有先通过提取分离技术，纯化得到单体化合物后，才能进一步利用波谱技术鉴定其化学结构，测定其理化性质和生物活性；同时提供其作为制药原料、对照品及合成工作的起始原料。

中药活性成分结构类型丰富，理化性质差异较大（有的性质相当不稳定），因此提取分离的方法也不尽相同。从一个粗提物中要分得纯化合物，常需要经过许多纯化步骤，其过程往往相当烦琐、耗时，且花费很大。因此，正确掌握提取分离的实验操作以及熟悉快速、有效的新的提取分离技术在分离目的化合物中就显得尤为重要。

本书在介绍传统的提取分离技术和近年来兴起的新技术的基础上，分述了中药主要活性成分的常用提取纯化方法。因而，本书可作为中药学、天然药物化学、药物化学、植物资源学、植物学、食品化学等专业技术人员和研究生、本科生的科研参考书。

中药活性成分繁多，发展迅速，本书是在查阅大量相关文献资料，结合自己的研究工作经验的基础上整理编写而成，但由于水平有限，难免有疏漏之处，恳请读者批评指正。

最后感谢化学工业出版社的大力支持，感谢各位编者为本书做出的贡献！

卢艳花

华东理工大学生物工程学院
生物反应器国家重点实验室

2004 年 9 月

内 容 提 要

中药有效成分或有效成分群的提取和分离，是现代中药研究的关键与前提。

本书首先对中药有效成分的提取分离技术进行了概述，对分离提取中目前应用最广的色谱技术和新兴技术进行了阐述；然后按照“概述—结构分类—理化性质”与“检识—提取方法—分离纯化方法—成分鉴定—具体化合物及其分离纯化”的思路，分述了中药各类化合物的提取分类技术；最后对中药标准提取物进行了介绍。本书主编有着扎实的专业知识与实践经验，编写中不仅借鉴了前人的经验、整理了大量最新研究成果，而且加入了自己的研究经验。

本书汇集大量实例，突出实际应用，适用于从事中药研发与生产的专业技术人员，相关专业高校教师、高年级本科生、研究生以及从事植物学、农学、食品、天然资源研究的技术人员。

目 录

第一章 中药有效成分的提取方法	1
第一节 溶剂提取法	2
一、溶剂提取法的原理.....	2
二、溶剂的选择.....	3
三、提取方法.....	5
四、影响提取效率的因素.....	7
第二节 水蒸气蒸馏法	8
实例 1 白头翁素的水蒸气蒸馏法提取	8
实例 2 徐长卿中丹皮酚的提取	8
第三节 升华法	9
实例 1 茶叶中咖啡因的制备	10
实例 2 5-羟甲基糠醛的提取	10
实例 3 苦马豆素的提取	10
第四节 压榨法	10
参考文献	11
第二章 中药有效成分的分离纯化方法	12
第一节 中药有效成分的分离精制经典方法	12
一、溶剂分离法.....	12
二、两相溶剂萃取法.....	13
三、沉淀法.....	15
实例 1 栝楼中天花粉蛋白的分离	15
实例 2 蝙蝠葛中提取蝙蝠葛碱	15
实例 3 槲树皮中槲皮苷的提取	16
四、盐析法.....	16
实例 4 大麦中提取淀粉酶	16
五、透析法.....	17
六、结晶法.....	17
实例 5 结晶法纯化甘草甜素	19

实例 6 分步结晶法提取蛇床子素和欧前胡素	20
七、色谱法	21
第二节 分离纯化发展中的新技术	21
一、超滤技术	21
二、吸附技术	21
三、澄清技术	22
第三节 分离纯化技术的前景与展望	23
参考文献	23
第三章 色谱技术在中药成分分离纯化中的应用	24
第一节 纸色谱	25
一、纸色谱的原理	25
二、纸色谱的操作	25
三、纸色谱的应用	26
第二节 薄层色谱	26
一、薄层色谱的原理	26
二、薄层色谱的操作	27
三、制备型薄层色谱	30
四、薄层色谱在中药研究中的应用	31
第三节 柱色谱	32
一、吸附柱色谱	32
(一) 吸附剂的选择	33
(二) 洗脱溶剂的选择	35
(三) 被分离物质的性质	35
(四) 柱色谱操作	36
二、分配柱色谱	37
(一) 基本原理和支持剂	37
(二) 基本操作	37
(三) 反相分配层析	37
三、凝胶过滤柱色谱	38
(一) 基本原理	38
(二) 凝胶的类型	38
(三) Sephadex LH-20 在中草药成分研究中的应用	39
四、离子交换柱色谱	40
(一) 基本原理	40

(二) 离子交换树脂的类型	41
(三) 离子交换树脂的应用	41
第四节 制备型加压液相色谱	42
一、基本原理	42
二、低压液相色谱	44
三、中压液相色谱	45
四、高压液相色谱	46
第五节 制备气相色谱	47
一、色谱柱	47
二、进样	47
三、样品的收集	48
四、制备气相色谱在中药成分研究上的应用	48
参考文献	49
第四章 中药有效成分提取分离新技术	50
第一节 超临界流体萃取技术	50
一、超临界流体萃取的基本原理	51
(一) 超临界流体定义	51
(二) 超临界流体萃取的基本原理	51
(三) CO_2 -SFE 的影响因素	52
(四) CO_2 -SFE 的特点及优越性	53
二、 CO_2 -SFE 在中药有效成分提取分离中的应用	53
(一) 挥发油及挥发性成分	54
(二) 生物碱类成分	55
(三) 萜类	56
(四) 黄酮类成分	56
(五) 醌类化合物	57
(六) 香豆素和木脂素	57
(七) 多糖和皂苷类	57
三、超临界流体萃取技术的展望	58
参考文献	59
第二节 大孔吸附树脂技术	60
一、大孔吸附树脂技术的基本原理	61
(一) 分离纯化原理	61
(二) 大孔吸附树脂的预处理与再生	61

(三) 与传统工艺比较的优越性	62
二、大孔吸附树脂技术在中药有效成分分离中的应用	62
三、前景与展望	63
参考文献	64
第三节 膜分离技术	64
一、基本原理	65
二、膜技术的优越性	65
三、膜技术在中药提取分离、制备中的应用	66
四、中药制剂中应用膜技术应注意的问题	69
五、前景和展望	70
参考文献	71
第四节 超声波提取技术	71
参考文献	72
第五节 微波辅助提取技术	73
参考文献	73
第六节 分子印迹技术	74
一、分子印迹技术的概念及特点	74
二、MIP 的制备方法	75
三、MIP 的应用	76
(一) 在色谱技术中的应用	76
(二) 在生物检测和生物传感器中的应用	78
(三) 在固相萃取中的应用	78
(四) 分子印迹技术存在的问题	79
(五) MIT 的发展趋势	79
参考文献	81
第五章 黄酮类化合物的提取分离	83
第一节 结构及分类	84
一、黄酮和黄酮醇	84
二、二氢黄酮和二氢黄酮醇	85
三、查耳酮	85
四、双黄酮	85
五、异黄酮和二氢异黄酮	85
六、黄酮苷	86
第二节 理化性质及检识	86

一、黄酮类化合物的性质	86
二、黄酮类化合物的颜色反应	87
第三节 常见的提取方法	87
一、溶剂提取法	88
二、碱提酸析法	88
三、超声波法	89
四、超临界 CO ₂ 萃取法	89
五、花色素的提取	89
第四节 常见的分离和纯化方法	89
一、硅胶柱层析法	90
二、聚酰胺柱层析法	90
三、葡聚糖凝胶柱层析法	91
四、梯度 pH 萃取法	91
五、液滴逆流层析	92
六、根据分子中的某些特定功能团进行分离	92
第五节 光谱特性及结构分析	92
一、紫外及可见光吸收光谱	92
二、核磁共振谱及质谱	94
三、黄酮类化合物的光谱特征	95
第六节 常见含黄酮类成分中药	98
一、黄芩	98
二、葛根	101
三、银杏叶	103
四、槐米	105
五、满山红叶	107
六、陈皮	108
参考文献	110
第六章 生物碱类成分的提取分离	111
第一节 结构及分类	112
一、杂环衍生物类	113
二、萜衍生物类	119
三、甾衍生物类	120
四、环肽类生物碱	120
五、有机胺类生物碱	121

第二节 理化性质及检识	121
一、生物碱的性质	121
二、生物碱的显色反应	122
第三节 常见的提取方法	122
一、按所用溶剂不同分类	122
二、按提取条件不同分类	123
第四节 常见的分离和纯化方法	124
第五节 光谱特征及结构分析	125
一、生物碱的降解反应	125
二、生物碱的光谱特征	126
第六节 常见含生物碱类成分中药	128
一、苦参	128
二、麻黄	131
三、黄连	133
四、洋金花	136
五、防己	138
六、马钱子	140
七、乌头	142
第七节 高效液相色谱、气相色谱在生物碱分析中的应用	144
一、生物碱 HPLC 分析模式及机制	144
二、气相色谱法的应用及其局限性	146
参考文献	146
第七章 蒽醌类成分的提取分离	148
第一节 结构及分类	148
一、羟基蒽醌类	149
二、蒽酮及蒽酚类	149
三、二蒽酮类	150
四、二蒽醌类	150
第二节 理化性质及检识	151
一、通性	151
二、定性检识	152
第三节 常见的提取分离和纯化方法	153
一、游离蒽醌的提取分离方法	153
二、蒽醌苷类的提取分离	154

第四节 光谱特征和结构鉴定	155
一、UV 谱	155
二、IR 谱	156
三、MS 谱	156
四、NMR 谱	157
(一) ^1H NMR	157
(二) ^{13}C NMR	157
第五节 含蒽醌类成分的中药	159
一、大黄	159
二、虎杖	163
三、决明子	166
四、何首乌	167
第六节 蒽醌类含量测定方法	168
一、比色法	168
二、差示分光光度法	169
三、薄层扫描法	170
四、高效液相色谱法	170
五、超临界流体萃取法	170
参考文献	170
第八章 皂苷类成分的提取分离	172
第一节 结构及分类	172
一、甾体皂苷	173
二、三萜皂苷	175
第二节 理化性质及检识	177
一、皂苷的特性	177
二、皂苷的鉴别	178
第三节 常见的提取方法	179
第四节 常见的分离和纯化方法	180
一、溶剂分离法	180
二、铅盐沉淀法	180
三、胆甾醇沉淀法	181
四、乙酰化法	181
五、酸碱法	181
六、层析分离法	181

第五节 光谱特征和结构鉴定	182
一、红外光谱	182
二、紫外光谱	182
三、质谱	183
四、核磁共振谱	183
第六节 含皂苷类成分的中药	185
一、人参	185
二、甘草	188
三、柴胡	190
四、桔梗	191
五、远志	192
参考文献	194
第九章 强心苷类成分的提取分离	196
第一节 结构及分类	196
第二节 理化性质及检识	197
一、强心苷类的理化性质	197
二、强心苷类的鉴别	198
第三节 常见的提取方法	199
一、原生强心苷的提取	199
二、次生强心苷的提取	200
第四节 常见的分离和纯化方法	200
一、逆流分配法	200
二、溶剂萃取法	201
三、层析分离法	201
第五节 光谱特征	201
一、红外吸收光谱	201
二、紫外吸收光谱	201
三、质谱	202
四、核磁共振谱	202
第六节 含强心苷类成分的中药	204
一、毛地黄	204
二、铃兰	204
三、黄花夹竹桃	207
四、福寿草	207

五、海葱·····	209
第七节 HPLC、GC 等方法在强心苷类分析中的应用 ·····	210
一、薄层层析 (TLC) 法 ·····	210
二、分光光度法·····	211
实例 1 比色法测加拿大麻苷含量 ·····	211
实例 2 总强心苷测定 (比色法) ·····	211
实例 3 黄花夹竹桃果仁中总强心苷的测定 ·····	212
三、HPLC 法 ·····	212
实例 4 毛地黄毒苷含量测定 ·····	212
实例 5 毛地黄毒苷片中毛地黄毒苷等的含量测定 ·····	213
实例 6 HPLC 法测定铃兰毒苷、毒毛旋花子苷元和加拿 大麻苷 ·····	213
四、GC 法 ·····	213
参考文献·····	214
第十章 香豆素类成分的提取分离·····	215
第一节 结构及分类·····	215
第二节 理化性质及检识·····	218
第三节 常见的提取和分离纯化方法·····	219
一、提取方法·····	219
二、分离纯化方法·····	220
第四节 光谱特征·····	221
一、紫外光谱·····	221
二、红外光谱·····	222
三、质谱·····	223
四、核磁共振谱·····	224
第五节 含香豆素成分的中药·····	225
一、蛇床子·····	225
二、秦皮·····	228
三、白芷·····	230
第六节 香豆素常用的分析方法·····	231
一、薄层扫描法·····	232
实例 1 独活中蛇床子素的含量测定 ·····	232
实例 2 蛇床子中蛇床子素的含量测定 ·····	232
二、分光光度法·····	232

三、气相色谱法·····	233
实例 3 乌蛇止痒丸中蛇床子素的含量测定·····	233
参考文献·····	233
第十一章 木脂素类成分的提取分离 ·····	235
第一节 结构及分类·····	236
一、二芳基丁烷类·····	236
二、二芳基丁内酯类·····	237
三、芳基萜类·····	237
四、单四氢呋喃类·····	238
五、双四氢呋喃类·····	239
六、联苯环辛烯类·····	239
七、联苯类·····	240
八、苯并二氧六环类·····	240
九、苯并呋喃类·····	241
十、倍半木脂素和二木脂素·····	241
第二节 理化性质及检识·····	242
一、物理性质·····	242
二、化学性质·····	242
三、检识·····	242
第三节 常见的提取和分离纯化方法·····	243
一、提取方法·····	243
二、分离纯化方法·····	243
第四节 光谱特征和结构鉴定·····	244
一、紫外光谱·····	244
二、红外光谱·····	244
三、核磁共振谱·····	244
第五节 含木脂素类成分的中药·····	246
一、五味子·····	246
二、厚朴·····	247
参考文献·····	250
第十二章 萜类成分的提取分离 ·····	251
第一节 结构及分类·····	251
一、半萜·····	252
二、单萜·····	252