



卫生部“十二五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会“十二五”规划教材
全国高等学校药学专业第七轮规划教材



• 供药学类专业用 •

天然药物化学 实验指导

主 编 吴立军

第3版



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

教育部“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
教育部“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
教育部“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材



第 2 版 普通高等教育本科国家级规划教材

天然药物化学 实验指导

主 编 李 颖

第 2 版

卫生部“十二五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会“十二五”规划教材
全国高等学校药学专业第七轮规划教材
供药学类专业用

天然药物化学实验指导

第3版

主 编 吴立军

编 者 (以姓氏笔画为序)

吴立军 (沈阳药科大学)

沙 沂 (沈阳药科大学)

宋小妹 (陕西中医学院)

张庆英 (北京大学医学
药学院)

柳润辉 (第二军医大学)

娄红祥 (山东大学药学院)

热娜·卡斯木 (新疆医科大学)

高慧媛 (沈阳药科大学)

黄必健 (沈阳药科大学)

舒晓宏 (大连医科大学)

段月湖 (沈阳药科大学)

穆 青 (复旦大学药学院)

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

天然药物化学实验指导/吴立军主编. —3 版. —北京:
人民卫生出版社, 2011. 7

ISBN 978 - 7 - 117 - 14352 - 3

I. ①天… II. ①吴… III. ①药物化学 - 化学实验 -
高等学校 - 教学参考资料 IV. ①R914 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 088380 号

门户网: www.pmph.com	出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com	护士、医师、药师、中医 师、卫生资格考试培训

版权所有, 侵权必究!

天然药物化学实验指导

第 3 版

主 编: 吴立军

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 - 67605754 010 - 65264830

010 - 59787586 010 - 59787592

印 刷: 三河市富华印刷包装有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 23

字 数: 559 千字

版 次: 2005 年 1 月第 1 版 2011 年 7 月第 3 版第 6 次印刷

标准书号: ISBN 978 - 7 - 117 - 14352 - 3/R · 14353

定 价: 35.00 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销售中心联系退换)

卫生部“十二五”规划教材 全国高等学校药学类专业第七轮规划教材

出版说明

全国高等学校药学类专业本科卫生部规划教材是我国最权威的药学类专业教材,于1979年出版第一版,1987年、1993年、1998年、2003年、2007年进行了5次修订,并于2007年出版了第六轮规划教材。第六轮规划教材主干教材29种,全部为卫生部“十一五”规划教材,其中22种为教育部规划的普通高等教育“十一五”国家级规划教材;配套教材25种,全部为卫生部“十一五”规划教材,其中3种为教育部规划的普通高等教育“十一五”国家级规划教材。本次修订编写出版的第七轮规划教材中主干教材共30种,其中修订第六轮规划教材28种。《生物制药工艺学》未修订,沿用第六轮规划教材;新编教材2种,《临床医学概论》、《波谱解析》;配套教材21种,其中修订第六轮配套教材18种,新编3种。全国高等学校药学专业第七轮规划教材及其配套教材均为卫生部“十二五”规划教材、全国高等医药教材建设研究会“十二五”规划教材,具体品种详见出版说明所附书目。

该套教材曾为全国高等学校药学类专业惟一一套统编教材,后更名为规划教材,具有较高的权威性和一流水平,为我国高等教育培养大批的药学专业人才发挥了重要作用。随着我国高等教育体制改革的不断深入发展,药学类专业办学规模不断扩大,办学形式、专业种类、教学方式亦呈多样化发展,我国高等药学教育进入了一个新的时期。同时,随着国家基本药物制度建设的不断完善及相关法规政策、标准等的出台,以及《中国药典》(2010年版)的颁布等,对高等药学教育也提出了新的要求和任务。此外,我国新近出台的《医药卫生中长期人才发展规划(2011—2020年)》对我国高等药学教育和药学专门人才的培养提出了更高的目标和要求。为跟上时代发展的步伐,适应新时期我国高等药学教育改革和发展的要求,培养合格的药学专门人才,以满足我国医药卫生事业发展的需要,从而进一步做好药学类专业本科教材的组织规划和质量保障工作,全国高等学校药学专业教材第三、第四届评审委员会围绕药学专业第六轮教材使用情况、药学教育现状、新时期药学领域人才结构等多个主题,进行了广泛、深入地调研,并对调研结果进行了反复、细致地分析论证。根据药学专业教材评审委员会的意见和调研、论证的结果,全国高等医药教材建设研究会、人民卫生出版社决定组织全国专家对第六轮教材进行修订,并根据教学需要组织编写了部分新教材。

药学类专业第七轮规划教材的编写修订,坚持紧紧围绕全国高等学校药学类专业(本科)教育和人才培养目标要求,突出药学专业特色,以教育部新的药学教育纲要为基础,以国家执业药师资格准入标准为指导,按照卫生部等相关部门及行业用人要求,强调培养目标与用人要求相结合,在继承和巩固前六轮教材建设工作成果的基础上,不断创新

和发展,进一步提高教材的水平和质量。同时还特别注重学生的创新意识和实践能力培养,注重教材整体优化,提高教材的适应性和可读性,更好地满足教学的需要。

为了便于学生学习、教师授课,在做好传承的基础上,本轮教材在编写形式上有所创新,采用了“模块化编写”。教材各章开篇,以普通高等学校药学本科教学要求为标准编写“学习要求”,正文中根据课程、教材特点有选择性地增加“知识链接”“实例解析”“知识拓展”“小结”。为给希望进一步学习的学生提供阅读建议,部分教材在“小结”后增加了“选读材料”。

需要特别说明的是,全国高等学校药学专业第三届教材评审委员会成立于2001年,至今已10年,随着教育教学改革的发展和专家队伍的发展变化,根据教材建设工作的需要,在修订编写本轮规划教材之初,全国高等医药教材建设研究会、人民卫生出版社对第三届教材评审委员会进行了改选换届,成立了第四届教材评审委员会。无论新老评审委员,都为本轮教材工作做出了重要贡献,在此向他们表示衷心的感谢!

由于众多学术水平一流和教学经验丰富的专家教授都积极踊跃和严谨认真地参与本套教材的编写,从而使教材的质量得到不断完善和提高,并被广大师生所认同。在此我们对长期支持本套教材编写修订的专家和教师及同学们表示诚挚的感谢!

本轮教材出版后,各位教师、学生在使用过程中,如发现问题请反馈给我们,以便及时更正和修订完善。

全国高等医药教材建设研究会

人民卫生出版社

2011年5月

卫生部“十二五”规划教材 全国高等学校药学类专业 第七轮规划教材书目

序号	教材名称	主编	单位
1	药学导论(第3版)	毕开顺	沈阳药科大学
2	高等数学(第5版)	顾作林	河北医科大学
	高等数学学习指导与习题集(第2版)	王敏彦	河北医科大学
3	医药数理统计方法(第5版)	高祖新	中国药科大学
4	物理学(第6版)(配光盘)	武宏	山东大学物理学院
	物理学学习指导与习题集(第2版)	武宏	山东大学物理学院
5	物理化学(第7版)(配光盘)	李三鸣	沈阳药科大学
	物理化学学习指导与习题集(第3版)	李三鸣	沈阳药科大学
	物理化学实验指导(第2版)(双语)	崔黎丽	第二军医大学
6	无机化学(第6版)	张天蓝	北京大学药学院
	无机化学学习指导与习题集(第3版)	姜凤超	华中科技大学同济药学院
7	分析化学(第7版)(配光盘)	李发美	沈阳药科大学
	分析化学学习指导与习题集(第3版)	赵怀清	沈阳药科大学
	分析化学实验指导(第3版)	赵怀清	沈阳药科大学
8	有机化学(第7版)	陆涛	中国药科大学
	有机化学学习指导与习题集(第3版)	陆涛	中国药科大学
9	人体解剖生理学(第6版)	岳利民	四川大学华西基础医学与法医学院
		崔慧先	河北医科大学
10	微生物学与免疫学(第7版)	沈关心	华中科技大学同济医学院
11	生物化学(第7版)	姚文兵	中国药科大学
12	药理学(第7版)	朱依淳	复旦大学药学院
		殷明	上海交通大学药学院
	药理学学习指导与习题集(第2版)	程能能	复旦大学药学院
13	药物分析(第7版)	杭太俊	中国药科大学
	药物分析学习指导与习题集***	于治国	沈阳药科大学
	药物分析实验指导***	范国荣	第二军医大学
14	药用植物学(第6版)	张浩	四川大学华西药学院
	药用植物学实践与学习指导***	黄宝康	第二军医大学

续表

序号	教材名称	主编	单位
15	生药学(第6版)	蔡少青	北京大学药学院
	生药学实验指导(第2版)	刘塔斯	湖南中医药大学
16	药物毒理学(第3版)	楼宜嘉	浙江大学药学院
17	临床药物治疗学(第3版)	姜远英	第二军医大学
18	药物化学(第7版)(配光盘)	尤启冬	中国药科大学
	药物化学学习指导与习题集(第3版)	孙铁民	沈阳药科大学
19	药剂学(第7版)	崔福德	沈阳药科大学
	药剂学学习指导与习题集(第2版)	王东凯	沈阳药科大学
	药剂学实验指导(第3版)	崔福德	沈阳药科大学
20	天然药物化学(第6版)	吴立军	沈阳药科大学
	天然药物化学习题集(第3版)	吴立军	沈阳药科大学
	天然药物化学实验指导(第3版)	吴立军	沈阳药科大学
21	中医药学概论(第7版)	王建	成都中医药大学
22	药事管理学(第5版)(配光盘)	杨世民	西安交通大学医学院
	药事管理学学习指导与习题集(第2版)	杨世民	西安交通大学医学院
23	药学生物学(第4版)	张景海	沈阳药科大学
24	生物药剂学与药物动力学(第4版)	刘建平	中国药科大学
	生物药剂学与药物动力学学习指导与习题集(第2版)	李高	华中科技大学同济药学院
25	药学英语(上、下册)(第4版)(配光盘)	史志祥	中国药科大学
	药学英语学习指导(第2版)	史志祥	中国药科大学
26	药物设计学(第2版)	徐文方	山东大学药学院
27	制药工程原理与设备(第2版)	王志祥	中国药科大学
28	生物技术制药(第2版)	王凤山	山东大学药学院
29	生物制药工艺学*	何建勇	沈阳药科大学
30	临床医学概论**	于锋	中国药科大学
31	波谱解析**	孔令义	中国药科大学

*为第七轮未修订,直接沿用第六轮规划教材; **为第七轮新编教材; ***为第七轮新编配套教材。

全国高等学校药学专业第四届 教材评审委员会名单

顾 问

郑 虎 四川大学华西药学院

主任委员

毕开顺

副主任委员

姚文兵 朱家勇 张志荣

委 员 (以姓氏笔画为序)

王凤山 山东大学药学院
刘俊义 北京大学药学院
朱依淳 复旦大学药学院
朱家勇 广东药学院
毕开顺 沈阳药科大学
张志荣 四川大学华西药学院
张淑芳 中国执业药师协会
李 高 华中科技大学同济药学院
李元建 中南大学药学院
李勤耕 重庆医科大学
杨世民 西安交通大学医学院
杨晓红 吉林大学药学院
陆 涛 中国药科大学
陈 忠 浙江大学药学院
罗光明 江西中医学院
姚文兵 中国药科大学
姜远英 第二军医大学
曹德英 河北医科大学
黄 民 中山大学药学院
彭代银 安徽中医学院
潘卫三 沈阳药科大学

前 言

天然药物化学是一门实践性很强的学科。实验教学在天然药物化学教学中占据着重要的地位。为了配合天然药物化学的教学，培养学生的创新能力、动手能力和自学能力，而编写了与高等医药院校规划教材供药学类专业用《天然药物化学》第6版（吴立军主编，人民卫生出版社，2011年）配套的天然药物化学实验教材。

本书是天然药物化学系列教材之一。该系列教材由《天然药物化学》第6版、《天然药物化学实验指导》第3版、《天然药物化学习题集》第3版所组成。

为了既能适应较多院校的实验条件和药学各专业的需要，又能保持本书的系统性、相对独立性和使用的方便性，全书共分为十一章，其中前四章较系统地介绍了天然药物化学成分的经典提取分离方法、色谱分离方法、纯度判断及结构鉴定、预实验等内容，后七章则按天然药物化学成分的结构类型分别编写，全书共选编实验28个。为了扩大学生的知识面，提高学生的分析问题和解决问题的能力，本书增加了利用波谱确定天然产物化学结构的内容，并附有部分天然产物的波谱图。

本书编写任务由吴立军（沈阳药科大学，第一章）、裴月湖（沈阳药科大学，第二章、附录）、娄红祥（山东大学药学院，第三章）、穆青（复旦大学药学院，第五章）、热娜·卡斯木（新疆医科大学，第六章）、宋小妹（陕西中医学院，第十一章）、沙沂（沈阳药科大学，第三章）、高慧媛（沈阳药科大学，第一章、第七章）、舒晓宏（大连医科大学，第八章）、张庆英（北京大学医学部药学院，第九章）、柳润辉（第二军医大学，第十章）、黄健（沈阳药科大学，第四章）等12位教授、副教授分担，吴立军教授担任主编。

本书编写过程中，始终得到人民卫生出版社和兄弟院校有关同行的热情鼓励和支持，提出了很多宝贵的意见和建议，在此一并表示衷心的感谢！

尽管我们做了许多努力，但因编者水平和编写能力有限，不当之处在所难免，敬请广大师生和读者予以指正。

编 者

2011年2月

目 录

第一章 常用的提取分离方法	1
第一节 常用的提取方法	1
一、溶剂提取法	2
二、水蒸气蒸馏法	5
三、升华法	6
第二节 常用分离精制方法	6
一、结晶及重结晶法	6
二、改变溶液极性法	7
三、改变分子存在状态	8
四、萃取法	8
五、沉淀法	13
六、透析法	13
七、制备衍生物	15
八、其他方法	15
第三节 几种杂质的预处理	16
第二章 色谱分离方法	19
第一节 硅胶柱色谱	20
一、色谱用硅胶	21
二、硅胶吸附色谱	22
三、硅胶分配色谱	26
四、特殊硅胶色谱	30
第二节 氧化铝柱色谱	31
一、各种氧化铝的制备	32
二、氧化铝及硅胶活性的测定	33
三、氧化铝柱色谱的一般操作及氧化铝的再生	34
第三节 活性炭柱色谱	36
一、活性炭的来源及制备	36
二、活性炭吸附力与结构的关系	37
三、活性炭的选择	38
四、活性炭柱色谱的一般操作	38

五、活性炭柱色谱的操作实例	40
第四节 聚酰胺柱色谱	40
一、色谱用聚酰胺	40
二、聚酰胺吸附原理及吸附力与结构的关系	42
三、聚酰胺柱色谱的一般操作	45
四、聚酰胺柱色谱的操作实例	47
第五节 干柱色谱	48
一、干柱色谱的一般操作	49
二、干柱色谱的操作实例	52
第六节 薄层色谱	55
一、薄层色谱的吸附剂和支持剂	56
二、薄层色谱的一般操作	57
三、制备性薄层色谱	63
四、薄层色谱的应用实例	64
五、各类化合物常用的薄层色谱条件	65
第七节 纸色谱	66
一、纸色谱的一般操作	67
二、纸色谱的操作实例	71
三、纸色谱的常用展开剂	72
第八节 离子交换色谱	73
一、离子交换树脂	74
二、离子交换树脂色谱的一般操作	78
三、离子交换树脂柱色谱的应用	80
第九节 大孔吸附树脂色谱	81
一、大孔吸附树脂	81
二、影响大孔吸附树脂吸附力的因素	82
三、大孔吸附树脂色谱的一般操作	84
四、大孔吸附树脂的应用	85
第十节 凝胶柱色谱	86
一、凝胶的性质及类型	87
二、凝胶色谱的分离原理	91
三、凝胶色谱的一般操作	92
第三章 纯度判断和结构鉴定	96
第一节 化合物的纯度判断	96
第二节 结构研究程序	96
第三节 结构研究中采用的主要方法	97
一、红外光谱	97
二、紫外-可见吸收光谱	98
三、核磁共振谱	99

四、质谱	129
五、旋光谱和圆二色光谱	129
第四节 结构鉴定实例	131
第四章 天然药物化学成分的预实验	137
第一节 概述	137
第二节 预实验的方法	138
一、样品试液的制备(初步分离)	138
二、各类成分的预试检查方法与试液试剂的配制	139
三、预实验检查研究实例	149
第五章 苯丙素类化合物	151
实验一 溶剂法提取分离七叶内酯	151
实验二 鬼臼毒素的提取分离	154
实验三 连翘叶中连翘苷的提取分离	157
第六章 醌类化合物	162
实验一 大黄中大黄素的提取、分离和鉴定	162
实验二 大黄蒽醌类化合物的色谱法分离	169
实验三 茜草中醌类成分的提取、分离和鉴定	171
第七章 黄酮类化合物	178
实验一 碱-酸法提取芦丁	178
实验二 沸水法提取黄芩苷	185
实验三 金银花苷的提取分离与鉴定	189
实验四 银杏叶中总黄酮苷元的提取	193
实验五 补骨脂黄酮体的提取、分离和鉴定	196
实验六 葛根素的提取分离与鉴定	199
实验七 紫外-可见光谱在黄酮类鉴定中的应用实例	201
第八章 萜类和挥发油	222
实验一 丹参酮ⅡA 磺酸盐的制备及鉴定	222
实验二 莪术中莪术醇的提取及鉴定	227
实验三 山道年的提取及鉴定	231
实验四 穿心莲内酯的提取、分离、鉴定及亚硫酸氢钠加成物的制备	235
第九章 三萜及其苷类化合物	243
实验一 甘草次酸及其甲酯的提取分离与结构鉴定	243
实验二 酸枣仁皂苷的提取分离与结构鉴定	250
实验三 柴胡皂苷的提取分离及结构鉴定	259

实验四 人参总皂苷及人参皂苷 Re 的提取分离与 HPLC 分析	265
第十章 甾体及其苷类化合物	271
实验一 穿山龙中薯蓣皂苷及薯蓣皂苷元的提取分离与鉴定	271
实验二 重楼中甾体皂苷及薯蓣皂苷元的提取、分离及检识	285
实验三 夹竹桃中夹竹桃苷的提取分离及检识	288
第十一章 生物碱	296
实验一 汉防己中汉防己甲素、乙素的提取、分离和鉴定	296
实验二 氧化苦参碱的提取、分离和鉴定	301
实验三 洋金花生物碱的提取、分离和鉴定	305
实验四 一叶萩碱的提取与鉴定	309
附录	313
附录一 常用显色剂的配制及显色方法	313
附录二 常用有机溶剂的物理常数及精制方法	334
附录三 常用有机溶剂的介电常数	336
附录四 常用有机溶剂与水的互溶度	337
附录五 常用有机溶剂的共沸混合溶剂	338
附录六 常用有机溶剂的三元共沸混合溶剂	339
附录七 常用有机溶剂的物理常数	339
附录八 常用氘代试剂残留氢的化学位移	340
附录九 乙醇浓度稀释表	340
附录十 常用酸碱的密度和浓度	341
附录十一 密度与波美度换算表	341
附录十二 常用缓冲溶液的配制	341
附录十三 常用树脂的性能表	347
附录十四 高效液相色谱常用的色谱柱	351
附录十五 薄层色谱常用的固定相	353

天然药物化学是运用现代科学理论与方法研究天然药物中化学成分的一门学科。其研究内容包括天然产物中化学成分的提取、分离、结构鉴定、理化性质分析、生物合成途径和生物活性研究等多个方面。其来源包括植物、动物、矿物和微生物,并以植物为主,种类繁多。天然药物所含的药效成分是其防病治病的物质基础,而天然药物化学的研究就是从其药效成分或生物活性成分的提取、分离工作开始的。

第一节 常用的提取方法

天然药物尤其是植物中所含成分非常复杂,其化学成分大致分类如下:

- 1. 生物碱** 一类有类似碱性的含氮有机化合物,具有很好的生理或生物活性,能和酸成盐。
- 2. 苷类** 是糖与非糖组分通过缩水而成的一类成分,非糖部分称为苷元或配基,多见黄酮、苯丙素、蒽醌、萜类等。
- 3. 有机酸** 凡是具有酸味的天然药物大多含有有机酸,常见的有枸橼酸、琥珀酸、草酸等。少数以游离状态存在,大部分与钾、钙、镁等金属离子或生物碱结合成盐。
- 4. 树脂** 多存在于植物组织的树脂道中,由植物体分泌露于空气中后易形成的一种不定形固体或半固体,组成较为复杂,为混合物。主要包括树脂酸、树脂醇、树脂烃等成分,如中药乳香、没药等。
- 5. 挥发油** 又称精油,是一类可以随着水蒸气蒸馏出来的不溶于水的一种混合物。多为无色或淡黄色的透明油状液体,具有香味,常温下能挥发,具有较强的旋光性和折光率。常见的中药,如当归、桂皮、薄荷、荆芥和防风中均有大量的挥发油存在。
- 6. 其他成分** 植物体中还含有纤维素、淀粉、多肽、蛋白质、酶、色素、鞣质、油脂、蜡和无机成分等。

生物碱、苷类、黄酮体、有机酸、甾类、萜类、蒽醌、香豆素等,在植物体内虽含量很少,但它们往往具有较强的生物活性,有些已应用于临床,因而被认为是有效成分。因此在提取分离时,尽量设法使其他杂质不被提取出来,或在处理过程中尽可能地除去杂质,最后获得有效成分。

如何着手从植物或中药材中提取分离有效成分呢?一般存在下面两种情况:一是有效成分已知或待提取的结构已知,一般可先查阅相关文献,获知该成分的各种提取方法,比较优劣,然后再根据研究目的及实验的具体情况进行选择。如从槐米中提取芦丁,可以用沸水、碱水或碱性稀醇作溶剂提取,提取方式可用热煮、回流、超声波、冷浸等多种手段,根据具体条件进行选择。

而对结构和性质一无所知的成分进行提取分离,则可结合化学成分的预实验、生物活性筛选试验,经不同溶剂提取,以确定有效部位。然后再逐步划分,追踪有效成分最集中的部位,最后分得有效单体。通常可采用不同溶剂,由低极性到高级性分步提取。如:可先选用石油醚(或苯,但注意其毒性)提取油脂和蜡、叶绿素、精油等中性物质;其次采用乙醚提取树脂及一些极性基团少的化合物,如甾体、萜、某些生物碱、有机酸、黄酮体及香豆素苷元等;再次选用三氯甲烷或乙酸乙酯提取生物碱及许多中性成分;而以丙酮、乙醇或甲醇提取极性化合物,如生物碱的盐、大极性的苷类、鞣质等;以水可提取水溶性化合物,如氨基酸、糖类、无机盐等,进一步还可分为冷水、热水、酸水、碱水等步骤,除不溶性的纤维素等物外,植物中各类成分几乎都能被提取出来,则再进一步分离,获得目的组分或化合物。

为了给提取分离工作带来方便,通常还要进行一些预处理。如种子类常含有大量油脂,可采用压榨法先将大部分油脂除去,再用石油醚进行脱脂;同样,花、树皮、叶中的蜡、树脂和叶绿素也可用石油醚处理除去。

常用的经典提取方法有溶剂提取法、水蒸气蒸馏法、升华法等。

一、溶剂提取法

植物成分的提取、分离,多采用溶剂法,溶剂不同,浸出的成分也不同。提取可在室温下进行,也可以加热。一般说来,冷提杂质较少,而热提效率较高。有些有效成分冷时难溶,热时易溶,则必须用热提。在不了解有效成分性质之前,一般采用温和的条件,不用酸碱,以免破坏化学成分。

(一) 基本原理

是根据“相似者相溶”这一原理进行的,通过选择适当溶剂将化学成分从药材中提取出来。化合物亲水性和亲脂性程度的大小与其分子结构直接相关,一般来说,两种基本母核相同的成分,其分子中官能团的极性越大或极性官能团数目越多,则整个分子的极性就越大,表现亲水性越强,而亲脂性就越弱。其分子非极性部分越大或碳链越长,则极性越小,亲脂性越强,而亲水性就越弱。植物成分中,萜类、甾体等脂环类及芳香类化合物因极性较小,易溶于三氯甲烷、乙醚等亲脂性溶剂中;而糖苷、氨基酸等类成分极性较大,则易溶于水及含水醇中;至于酸性、碱性及两性化合物,因存在状态(分子或离子形式)随溶液而异,故溶解度将随 pH 而改变。

常见溶剂(表 1-1)的极性强弱顺序可表示如下:石油醚(低沸点→高沸点) < 二硫化碳 < 四氯化碳 < 三氯乙烯 < 苯 < 二氯甲烷 < 乙醚 < 三氯甲烷 < 乙酸乙酯 < 丙酮 < 乙醇 < 甲醇 < 乙腈 < 水 < 吡啶 < 乙酸。

(二) 选择提取溶剂的原则

1. 溶剂不能与待提取成分发生不可逆性的反应;
2. 溶剂对待提取成分的溶解度要大,而对杂质溶解度要尽可能小,或反之;
3. 溶剂要经济易得,并具有一定的安全性,此外也要便于回收及重复利用。

常用的提取溶剂可分为两大类:

惰性溶剂:即与化合物不起任何化学反应的溶剂,最常用的是水和各种浓度的乙醇,有时亦用甲醇、苯、三氯甲烷、乙酸乙酯和丙酮等。

反应溶剂:系指稀酸、稀碱的水溶液或醇溶液,如盐酸、硫酸、氢氧化钠、碳酸钠、碳酸氢钠、磷酸、乙酸、酒石酸和枸橼酸等,可增加植物中酸、碱性物质在极性溶剂中的溶解度。

表 1-1 常用有机溶剂的主要物理性质

溶剂名称	比重	沸点(℃)	溶解性	
			在水中*	在有机溶剂中
甲醇	0.792	64.6	混溶	能溶于醇类、乙醚类
乙醇	0.789	78.4	混溶	能溶于醇类、乙醚、苯、三氯甲烷、石油醚等
正丙醇	0.804	97.8	混溶	溶于乙醇、乙醚等
异丙醇	0.786	82.4	混溶	能溶于醇类、乙醚等
正丁醇	0.810	117.7	9g	能溶于乙醇、乙醚等
正戊醇	0.814	137.8	2.19g	微溶于水;能溶于乙醇、苯、乙醚等
异戊醇	0.811	131.4	2.6g	微溶于乙醇、乙醚、苯、三氯甲烷、石油醚等
丙酮	0.792	56.3	混溶	能溶于醇类、乙醚、三氯甲烷等
乙酸乙酯	0.902	77.1	8.6g	能溶于乙醇、乙醚、三氯甲烷等
乙醚	0.713	34.6	7.5g	能溶于乙醇、苯、三氯甲烷、石油醚、油类等
石油醚		30~60 60~90 90~120	不溶	能溶于无水乙醇、乙醚、苯、三氯甲烷、油类等
三氯甲烷	1.484	61.2	1g	能溶于醇类、乙醚、苯、石油醚等
四氯化碳	1.592	76.7	0.08g	能溶于醇类、乙醚、苯、三氯甲烷、石油醚等
苯	0.879	80.1	0.08g	能溶于乙醇、乙醚、四氯化碳、丙酮、乙醚等
甲苯	0.867	110.6	0.04g	能溶于乙醇、乙醚、三氯甲烷、丙酮、乙酸等

注: * 在水中的溶解性指 15~20℃时 100g 水中所能溶解的克数。

(三) 常见方法

提取方法可按是否加热,分为冷提和热提两种。冷提法主要包括浸渍法、渗漉法,而热提法则多为煎煮法、回流法、连续回流法等,每种方法具体论述如下:

1. **浸渍法** 是在常温或低热($<80^{\circ}\text{C}$)条件下用适当的溶剂浸渍药材以溶出其中成分的方法。本法适用于有效成分遇热不稳定的或含大量淀粉、树胶、果胶、黏液质的中药的提取。但本法出膏率低,需要特别注意的是当水为溶剂时,其提取液易于发霉变质,须注意加入适当的防腐剂,如三氯甲烷或正丁醇等。

2. **渗漉法** 是不断向粉碎的中药材中添加新鲜浸出溶剂,使其渗过药材,从渗漉筒下端出口流出浸出液的一种方法(图 1-1),由于每次进入渗漉筒中的都是新鲜溶剂,造成材料内外有良好的浓度差,使有效成分扩散较好,提取效率一般较高,但溶剂消耗量较大、费时长、溶剂回收不易,操作较为烦琐。

3. **煎煮法** 是将植物药粗粉加水后,加热煮沸,提取成分的方法。煎煮法是传统中医常采用的提取方法,方法简便,药材中的成分可被不同程度地提出,但含挥发性成分或遇热易分解的成分不宜用此法。对含有大量多糖及淀粉的中药材,煎煮后提取液较黏稠,过滤比较困难,需加以注意。

4. **回流提取法** 是用易挥发的有机溶剂加热回流提取中药成分的方法,但对热不稳定的成分不宜用此法。