

卫生部
规划教材

全国成人

高等医学学历(专科) 教育教材

供药学专业用

天然药物化学

卫生部教材办公室组织编写
吴立军 主编

Y



人民卫生出版社

全国成人高等医学学历（专科）教育教材

供药学专业用

天然药物化学

卫生部教材办公室组织编写

主编 吴立军

编者（以姓氏笔画为序）

王喆星（沈阳药科大学 副教授）

阮金兰（同济医科大学 教授）

吴立军（沈阳药科大学 教授）

周 晶（天津医科大学 副教授）

娄红祥（山东医科大学 教授）

徐娟华（浙江大学 副教授）

人 民 卫 生 出 版 社

天然药物化学

主 编: 吴立军

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 67616688)

地 址: (100078) 北京市丰台区方庄芳群园3区3号楼

网 址: <http://www.pmph.com>

E-mail: pmph@pmph.com

印 刷: 三河市潮河印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 850×1168 1/16 印张: 15.75

字 数: 326千字

版 次: 2000年6月第1版 2000年6月第1版第1次印刷

印 数: 00 001—6 000

标准书号: ISBN 7-117-03975-2/R·3976

定 价: 23.00元

版权所有, 请勿擅自用本书制作各类出版物, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

出版说明

成人医学教育是我国医学教育的重要组成部分,为加强成人医学教育教学管理,完善教学基础建设,保证教育质量,卫生部、教育部联合颁发了《全国成人高等医学学历教育主要课程目录及课程基本要求(试行)》,这是国家为实现成人医学教育培养目标和要求,根据各门课程在某一专业中地位和作用而确定的,是该专业学生在学习课程时必须达到的基本合格标准,是编审规划教材、组织对教学水平进行监督检查和评价的重要依据,是规范我国成人高等医学学历教育的重要指导性文件。为了配合这一要求的顺利实施,卫生部教材办公室成立了全国成人高等医学教育教材评审委员会,组织编写全国成人高等医学学历(专科)教育规划教材。本套教材的主编、编者从全国推荐的600名候选人中选出,均为一线教学人员,具有丰富的成人医学学历教育教学经验;教材内容根据《全国成人高等医学学历教育主要课程目录及课程基本要求(试行)》确定,由全国成人高等医学教育教材评审委员会审定,突出成教学员在一定工作经验基础上学习的特点,篇幅适中,针对性强。

本套教材包括4个专业(临床医学、预防医学、护理学、药学),共38种,均由人民卫生出版社出版。

临床医学、预防医学、护理学、药学专业共用

人体解剖学	孙荣鑫主编	生物化学	查锡良主编
生理学	倪江主编	卫生法学概论	樊立华主编
药理学	李元建主编		

临床医学、预防医学、护理学专业共用

病理学	李玉林主编
-----	-------

临床医学、预防医学、药学专业共用

医学微生物学与免疫学	刘晶星主编
------------	-------

临床医学、预防医学专业共用

内科学	吕卓人主编	儿科学	徐立新主编
外科学	孙靖中主编	诊断学	汤美安主编
妇产科学	李荷莲主编		

临床医学专业用

预防医学	仲来福主编	全科医学概论	顾漫主编
------	-------	--------	------

预防医学专业用

卫生化学	计时华主编	环境卫生学	王振刚主编
卫生统计学	马燕主编	营养与食品卫生学	凌文华主编
卫生毒理学	石年主编	劳动卫生与职业病学	陈自强主编
儿童少年卫生学	孙江平主编	社会医学	肖水源主编
流行病学	王建华主编		

护理学专业用

护理学基础	张景龙主编	儿科护理学	童秀珍主编
内科护理学	李改焕主编	护理管理学	成翼娟主编
外科护理学	鲁连桂主编	护理心理学	张树森主编
妇产科护理学	何仲主编		

药学专业用

高等数学	马湘玲主编	天然药物化学	吴立军主编
有机化学	田昌荣主编	药物化学	徐文芳主编
物理化学	曹宗顺主编	药剂学	梁文权主编
分析化学	李发美主编	药物分析	晁若冰主编

全国成人高等医学教育教材评审委员会

主任委员：唐建武

委员：（以姓氏笔画为序）

王怀良 冯美丽 白继荣 朱立华 汤恢焕 吴仁友 吴坤
张爱珍 张鹏 李守国 李继坪 沈彬 陈金华 梁万年
董崇田 樊小力

秘书：郭明

前 言

本书是由卫生部规划、卫生部教材办公室组织编写的供药学专业使用的全国成人高等医学学历（专科）教育教材。

本书内容的选材重在培养学生发现问题、分析问题和解决问题的能力，密切联系本专业实践，适应成人高等医学教育学员的需要。

本教材由沈阳药科大学王喆星副教授（第九章）、同济医科大学阮金兰教授（第二章）、天津医科大学周晶副教授（第四、八章）、山东医科大学娄红祥教授（第七、十章）、浙江大学徐娟华副教授（第三、六章）和沈阳药科大学吴立军教授（第一、五章）执笔，并由吴立军教授担任主编，沈阳药科大学相婷博士担任秘书工作。在编写本教材工作中得到了各兄弟院校的领导和专家的支持和帮助，人民卫生出版社李显宁副主任、宋秀全编辑对本书的编写和出版工作给予了具体的指导和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

因编者的水平和能力有限，加之在较短的时间内完成了本书的编写，书中定有不当及谬误之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2000年2月1日

目 录

第一章 总论	1
第一节 概述.....	1
第二节 研究天然药物化学的意义.....	3
第三节 提取分离方法.....	5
一、中草药有效成分的提取.....	5
二、中草药有效成分的分离与精制.....	6
第四节 结构研究法.....	18
一、化合物的纯度测定.....	19
二、结构研究的主要程序.....	19
三、结构研究中采用的主要方法.....	20
第二章 糖和苷类化合物	25
第一节 糖的分类.....	25
一、五碳醛糖.....	26
二、六碳醛糖.....	26
三、其它单糖类.....	27
四、常见的双糖.....	27
五、低聚糖和多糖.....	28
第二节 苷的分类.....	31
一、氧苷.....	31
二、硫苷.....	34
三、氮苷.....	34
四、碳苷.....	35
第三节 苷的理化性质及提取与分离.....	36
一、一般性质.....	37
二、溶解性.....	37
三、苷键的裂解.....	37
四、苷的提取与分离.....	43
第四节 糖及苷的结构研究.....	46
一、糖的鉴定.....	47
二、苷元的鉴定.....	51
三、苷的结构研究.....	51

第三章 苯丙素类化合物	62
第一节 香豆素	63
一、结构类型	63
二、理化性质	65
三、提取与分离	67
四、鉴定	68
第二节 木脂素	71
一、结构类型	71
二、理化性质	74
三、提取与分离	75
四、鉴定	75
第四章 醌类化合物	77
第一节 醌类化合物的结构与分类	77
一、苯醌类	77
二、萘醌类	78
三、菲醌类	78
四、蒽醌类	79
第二节 醌类化合物的理化性质与呈色反应	81
一、理化性质	81
二、呈色反应	82
第三节 醌类化合物的提取与分离	84
一、醌类化合物的提取	84
二、醌类化合物的分离	85
第四节 醌类化合物的结构测定	87
一、色谱鉴定法	87
二、紫外光谱	88
三、红外光谱	89
四、核磁共振谱和质谱	89
五、结构鉴定实例	90
第五章 黄酮类化合物	93
第一节 概述	93
一、结构分类	93
二、黄酮类化合物的生物活性	96
第二节 黄酮类化合物的理化性质及显色反应	98
一、性状	98

二、溶解性	99
三、酸性与碱性	100
四、显色反应	100
第三节 黄酮类化合物的提取与分离	103
一、提取	103
二、分离	104
三、提取分离实例	106
第四节 黄酮类化合物的检识与结构测定	107
一、色谱法在黄酮类化合物鉴定中的应用	108
二、紫外及可见光谱在黄酮类化合物鉴定中的应用	109
三、氢核磁共振在黄酮类化合物结构鉴定中的应用	117
四、碳核磁共振在黄酮类化合物结构鉴定中的应用	124
第六章 萜类化合物与挥发油	127
第一节 概述	127
一、萜类的定义与分类	127
二、萜类的异戊二烯定则和生源合成	127
第二节 萜类的结构分类	129
一、单萜	129
二、倍半萜	133
三、二萜	135
四、二倍半萜	136
五、三萜	137
六、四萜和多萜	137
第三节 挥发油	138
一、分布	138
二、化学组成	139
三、一般性质与鉴别反应	140
四、提取与分离	141
五、实例	145
第七章 三萜及其苷	148
第一节 概述	148
一、概念	148
二、存在	148
三、生物活性	149
第二节 三萜的结构类型	150

一、角鲨烯 B 环为船式环合形成的三萜	151
二、角鲨烯 B 环以椅式环合形成的三萜	155
三、以角鲨烯的两端为起点环合形成的三萜	164
四、其他类型的三萜	165
第三节 提取与分离	166
一、三萜化合物的提取与分离	166
二、三萜皂苷的提取与分离	167
第八章 甾体及其苷类	171
第一节 概述	171
第二节 C ₂₁ 甾类化合物	172
一、结构特点及类型	172
二、性质与检识	175
三、提取与分离	176
第三节 强心苷	176
一、结构与分类	177
二、理化性质	180
三、提取与分离	181
四、鉴定	182
第四节 甾体皂苷	184
一、结构与分类	184
二、理化性质	187
三、提取与分离	189
四、鉴定	193
第九章 生物碱	195
第一节 概述	195
一、生物碱的定义	195
二、生物碱在植物界的分布	196
三、生物碱存在形式	196
第二节 生物碱的分类	196
一、有机胺类	197
二、吡咯衍生物	197
三、吡啶衍生物	199
四、莨菪烷衍生物	199
五、喹啉衍生物	200
六、异喹啉衍生物	201

七、菲啶衍生物·····	203
八、吡啶酮衍生物·····	204
九、吲哚衍生物·····	204
十、咪唑衍生物·····	205
十一、喹唑酮衍生物·····	205
十二、嘌呤衍生物·····	206
十三、甾体生物碱类·····	206
十四、萜生物碱类·····	207
十五、大环生物碱·····	207
十六、其他类型生物碱·····	208
第三节 理化性质·····	208
一、一般性质·····	208
二、碱性·····	211
三、沉淀反应·····	216
四、显色反应·····	218
第四节 提取分离·····	218
一、提取·····	218
二、分离·····	220
三、提取与分离实例·····	224
第五节 生物碱的结构鉴定·····	226
一、色谱法·····	226
二、谱学法·····	227
第十章 天然药物的开发研究·····	230
第一节 概述·····	230
第二节 天然药物开发成新药·····	230
一、经验积累·····	230
二、偶然发现·····	231
三、药物普筛·····	231
四、代谢研究·····	233
五、天然药物的化学修饰或结构改造·····	233
六、其他领域的研究·····	234
七、研究实例·····	235
第三节 天然药物化学研究方法·····	237
一、调查研究·····	237
二、植物化学成分预试·····	237
三、化学成分的分离·····	239

第一章 总 论

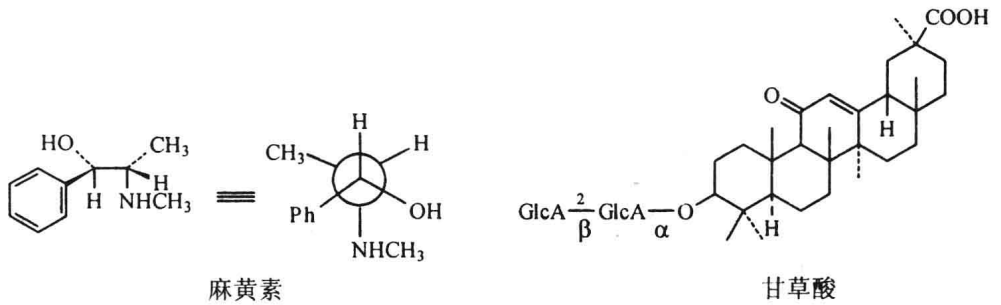
天然药物化学是运用现代科学理论与方法研究天然药物中化学成分的一门学科。其研究内容包括各类天然药物的化学成分(主要是生物活性成分或药效成分)的结构特点、物理化学性质、提取分离方法以及主要类型化学成分的结构鉴定知识等。

第一节 概 述

天然药物是药物的一个重要组成部分。人类自古以来,在与疾病作斗争过程中,通过以身试药、日积月累,对天然药物的应用累积了丰富的经验。在中国,天然药物又称为中草药,更具有自己的特色,与中医一起构成了中华民族文化的瑰宝,是中华民族五千年来得以繁衍昌盛的一个重要原因,也是全人类的宝贵遗产。

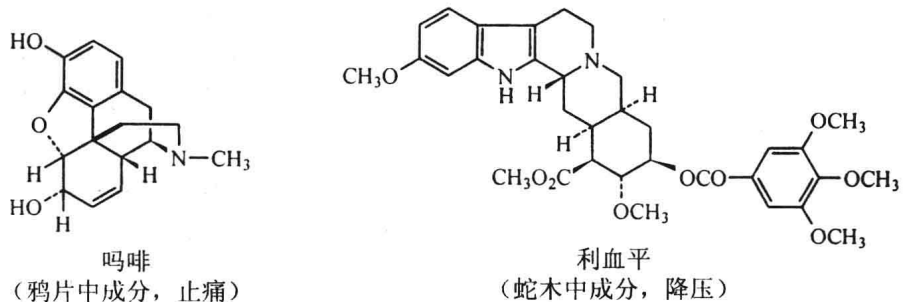
天然药物来自植物、动物、矿物,并以植物来源为主,种类繁多。以中草药为例,仅《本草纲目》(明·李时珍)中就记载 1892 种。《本草纲目拾遗》(清·赵学敏)又补充 1021 种。相信随着科学、技术的进步,医疗实践的发展以及国家、地区、民族间文化交流的扩大,这个数字还会不断变化、发展。例如,近来号称“生命的摇篮”、占地球表面积 2/3 的海洋中所含的生物资源由于科学技术的进步正在不断得到开发,出现了许多可喜的苗头。又如随着生命科学的进步、人体自身机能调节系统的不断阐明,许多内源性生物活性物质也正在不断地被揭露出来。在此基础上人们运用在酶、受体、细胞及分子水平上建立起来的新的生物活性测试体系进行广泛的筛选,还将会发现更多的新的天然药物。

天然药物之所以能够防病治病,其物质基础在于所含的有效成分。然而一种天然药物往往含有结构、性质不尽相同的多种成分。例如麻黄(*Ephedra spp.* 的地上全草)中就含有左旋麻黄素(l-ephedrine)等多种生物碱类物质以及挥发油、淀粉、树脂、叶绿素、纤维素、草酸钙等其它成分;甘草(*Glycyrrhiza uralensis* 的根及根茎)中则含有甘草酸(glycyrrhizin)等多种皂苷以及黄酮类、淀粉、纤维素、草酸钙等成分。以上两例中,左旋麻黄素具有平喘、解痉作用,甘草酸则具有抗炎、抗过敏、治疗胃溃疡的作用,分别被认为是麻黄及甘草中的代表性有效成分。但淀粉、树脂、叶绿素等则一般认为是无效成分或者杂质。以麻黄及甘草为原料作成的浸膏或制剂,其质量常分别以左旋麻黄素及甘草酸的含量为基准进行控制。加工生产过程中并注意设法除去那些无用的杂质,以得到富集有效成分的制剂或甚至直接得到这些有效成分的纯品。麻黄素盐酸盐及甘草酸的钠、钾盐及铵盐目前均已作为正式药品收载在许多国家的药典中。



应当强调指出，从中草药及其它天然药物中，真正清楚有效成分的品种不多。更多的只是一些生物活性成分，即经过不同程度药效试验或生物活性试验，包括体外 (in vitro) 及体内 (in vivo) 试验，证明对机体具有一定生物活性的成分。但是，它们并不一定是真正代表各该天然药物临床疗效的有效成分。另外，所谓有效成分或生理活性成分与无效成分或非生物活性成分的概念也不能简单地机械地理解。以氨基酸、蛋白质、多糖类成分为例，在多数场合下均视为无效成分，并在加工过程中尽量设法除去，但在鹧鸪菜、天花粉、猪苓等药物中，却分别被证实是各该中药驱虫（鹧鸪菜中的氨基酸）、引产（天花粉中的蛋白质）及抗肿瘤（猪苓中的多糖）的有效成分。

天然药物化学的发展离不开现代科学技术的进步。过去，一个天然化合物从天然药物中分离、纯化，到确定结构、人工合成需要很长的时间。以吗啡 (morphine) 为例：1804~1806 年发现，1925 年提出正确结构，1952 年人工全合成，总共花了约 150 年时间。而利血平 (reserpine) 从发现、确定结构，到人工全合成，只用了几年时间 (1952~1956)。近 30 年来，由于各种色谱技术及谱学技术的进步及广泛应用，天然药物化学的发展取得了更为显著的进步，研究工作的速度大大加快，水平大大提高，研究工作的深度与广度也已今非昔比。许多过去令人望而生畏、不敢涉足的领域，如机体内源性生物活性物质，微量、水溶性、不安定的成分以及大分子物质等都已提到了研究日程。仅以生物碱类成分为例，1952~1962 年中发现的新生物碱的数目 (1107) 就已超过了在此之前 100 年中发现的总数 (950)，但 1962~1972 年的十年中发现的新生物碱数 (3443) 又比前 10 年超出了三倍之多。目前，生物碱类成分总数已达到 1 万多个。



另外，过去在测定一个化合物结构时，往往需要用化学方法进行降解或作成适当衍生物进行比较才有可能予以确认，因此一般需要至少几百毫克或甚至几克的纯物质。十几毫克乃至几十毫克的物质往往因为无法测定而被束之高阁。现在，由于科学技术的飞跃发展，尤其核磁共振（NMR）、质谱（MS）及 X 线单晶衍射（X-Ray Crystal Analysis）在设备、性能及测试技术方面的大幅度改善，以及计算机的广泛运用，结构测定需要的样品量已大幅度降低，十几毫克甚至几毫克就可以完成测定工作。

目前，我国天然药物化学研究工作的步伐已经大大加快，研究水平也有很大提高，加上我国拥有丰富的天然药物资源，相信进入 21 世纪一定能对人类作出更大的贡献。

第二节 研究天然药物化学的意义

研究中药有效成分，可以概括在以下几方面的意义。

1. 探索中药防治疾病的原理 对中药的有效成分研究清楚以后，便可应用现代科学技术，观察中药有效成分在人体内的吸收、分布和排泄过程。同时还可进一步研究有效成分的化学结构、理化性质与生物活性之间的关系。如常用的补气药人参，性甘微寒，滋补五脏，明目益智。应用人参的提取物，给大鼠腹腔注射，能明显促进肝细胞核和胞浆 RNA 及血清蛋白质的生物合成。在药理作用指导下，从人参中分离到有效部位，其有效部位包括含人参皂苷、糖类和其它成分，具有明显促进血清、肝脏、骨髓、睾丸等的核糖核酸、脱氧核糖核酸、蛋白质、脂质和糖的生物合成作用，并能提高机体的免疫能力。

中药主要是复方用药，从化学成分上看，可能存在同一中药共存成分之间和异种中药成分之间的复合作用。如麻黄汤中含麻黄、桂枝、杏仁、甘草，现已知麻黄碱为麻黄平喘主要有效成分，桂皮醛为桂枝挥发油中镇痛、解热的有效成分，苦杏仁苷为杏仁镇咳有效成分，甘草中所含的甘草酸具有解毒作用。这些有效成分发挥复合及协同作用，与麻黄汤治疗头颈强痛、恶寒、发热、咳嗽等症是相符的。

2. 改进药物剂型，提高临床疗效 中药传统剂型如汤剂、膏、丹、丸、散等剂型，虽在祖国几千年的医疗中发挥了巨大作用，但已不能完全适应现代医学防治疾病的需要，必须在研究中药有效成分的基础上，将中药经过提取分离后，去粗取精，去伪存真，加工成现代药物剂型，如片剂、胶囊剂、注射剂及缓释制剂等，从而使临床用药达到高效、安全、量小、服用方便的目的。

3. 控制中药及其制剂的质量 中药发挥防病治病的作用，取决于有效成分的存在及其含量的多少，而有效成分又受中药的品种、产地、采收季节、贮存条件、品种变异或退化等自然及人工条件的影响。只有研究了中药的有效成分，才可通过含量测定的方法控制中药及其制剂的质量，鉴别其质量的优劣或真伪，为中药的

GAP管理提供质量依据。例如，已知汉防己的有效成分是生物碱。通过含量测定得知，北京地区产汉防己生物碱含量为1%，浙江产汉防己生物碱含量为2%~3%；说明浙江产汉防己优于北京产汉防己。又如银黄注射液，由金银花和黄芩两味中药提取的有效部位配制成，已知绿原酸为金银花中的主要有效成分之一，黄芩苷为黄芩的主要有效成分，因此可用高效液相色谱法测定黄芩苷和绿原酸的含量以控制其质量。

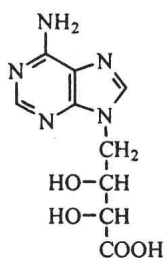
4. 提供中药炮制的现代科学依据 中药炮制是祖国医药学中的一门制药技术，通过对中药的炮制，达到提高疗效、降低毒性和便于贮存的目的。明代医家陈嘉谟明确指出：“制药贵在适中，不及则功效难求，太过则气味反失……”。但传统炮制法没有客观标准可循，往往不同操作的人有不同的经验，所得产品很难一致。如果能清楚中药的有效成分，用谱学方法或化学方法对其进行定性或定量分析，就能有效地保证饮片的规格质量。

另外从物质分子结构的观点阐明炮制的原理，改进和完善传统炮制的方法，丰富炮制方法学的内容，这是继承和发扬祖国医药学遗产的一个重要工作。例如黄芩的炮制，有两种方法，有人认为冷浸好，有人认为热蒸好，药理实验表明，热蒸法的效果比冷浸法好。其有效成分为黄芩苷，冷浸法炮制时，黄芩苷容易被存在同一植物中的酶水解为苷元，水解后苷元又容易被氧化变为带有绿色的物质，使其药理作用降低。而热蒸可破坏其共存酶的活性，防止黄芩甙酶解，使药材保持黄色为佳，并使药材软化容易切片。故黄芩的炮制以热蒸为宜。中药化学的研究结果为黄芩的炮制提供了科学依据。

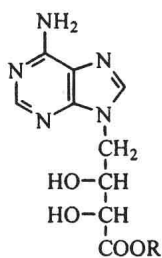


5. 开辟药源，开发新药 从某中药中提取分离到一种有效成分，并对其分子结构进行了鉴定，根据有效成分的化学结构和性质，以此为依据分析其它动植物是否含有这种化学成分，从而寻找临床用药和工业生产的代用品。例如抗菌消炎的小檗碱，最初是从毛茛科植物黄连中发现的，因黄连的资源有限，供不应求，后来发现小檗属的三棵针、防己科的古山龙、芸香科的黄柏等植物也含有此成分。因此，三棵针、古山龙等成为制药工业上提取小檗碱的主要原料。

研究中药有效成分的另一个重要目的，就是按照有效成分的化学结构特点，进行人工合成，或通过改变有效成分的部分化学结构，以增强疗效，降低毒副作用，探索开发高效低毒的新药物。如香菇中的香菇嘌呤具有降低胆固醇的生物活性，若将香菇嘌呤分子中的羧基变为酯的结构，其降胆固醇的活性可提高10倍。又如吗啡镇痛作用的代用品——度冷丁，保留了吗啡中镇痛有效的结构部分，但度冷丁的成瘾性比吗啡小得多。

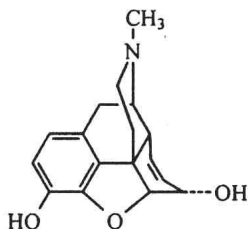


香菇嘌呤

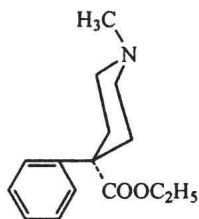


香菇嘌呤酯

R=CH₃或C₂H₅



吗啡



度冷丁

至于人工合成生产的天然药物有效成分的例子就更多了。例如麻黄中的麻黄碱，洋金花中的阿托品，茶叶中的咖啡因，天麻中的天麻苷，川芎中的川芎嗪，紫杉中的紫杉醇，黄连中的小檗碱等主要有效成分，都已用人工合成或半合成的方法获得。

第三节 提取分离方法

天然药物化学的研究是从有效成分或生物活性化合物的提取、分离工作开始。在进行提取之前，应对所用材料的基原（如动、植物的学名）、产地、药用部位、采集时间与方法等进行考查，并系统查阅文献，以充分了解、利用前人的经验。

目的物为已知成分或已知化学结构类型，如从甘草中提取甘草酸、麻黄中提取麻黄素，或从植物中提取某类成分如总生物碱或总酸性成分时，工作比较简单。一般宜先查阅有关资料，搜集比较该种或该类成分的各种提取方案，尤其是工业生产方法，再根据具体条件加以选用。从中草药或天然药物中寻找未知有效成分或有效部位时，情况比较复杂。只能根据预先确定的目标，在适当的活性测试体系指导下，进行提取、分离并以相应的动物模型筛选、临床验证、反复实践，才能达到目的。这里先简要讨论物质提取分离的一般原理及常用方法。

一、中草药有效成分的提取

从药材中提取天然活性成分的方法有溶剂法、水蒸气蒸馏法及升华法等。后两

种方法的应用范围十分有限,大多数情况下是采用溶剂提取法。溶剂提取法系选择适当溶剂将中草药中的化学成分从药材中提取出来。一般如无特殊规定,药料须经干燥并适当粉碎,以利增大与溶剂的接触表面,提高萃取效率。一般而言,植物成分中,萜类、甾体等脂环类及芳香类化合物因为极性较小,易溶于氯仿、乙醚等亲脂性溶剂中;而糖苷、氨基酸等类成分则极性较大,易溶于水及含水醇中;至于酸性、碱性及两性化合物,因为存在状态(分子或离子形式)随溶液而异,故溶解度将随pH而改变。但是,从药材中提取活性成分时,由于存在多种成分间的相互助溶作用,情况要复杂得多。因此,从药材中提取活性成分很难有一个固定的模式。通常须根据提取要求、目的成分及杂质的性质差别以及溶剂的溶解能力来确定。一般,可将固体药材按极性递增方式,用不同溶剂,如石油醚或汽油(可提出油脂、蜡、叶绿素、挥发油、游离甾体及三萜类化合物)、氯仿或醋酸乙酯(可提出游离生物碱、有机酸及黄酮、香豆素的苷元等中等极性化合物)、丙酮或乙醇、甲醇(可提出苷类、生物碱盐以及鞣质等极性化合物)及水(可提取氨基酸、糖类、无机盐等水溶性成分)依次进行提取。得到的各个馏分经活性测试确定有效部位后再作进一步分离。另外,也可将药材直接用乙醇、含水乙醇或含水丙酮提取,提取液浓缩成膏,拌以硅藻土等辅料,减压干燥成粉后,再用上述不同溶剂进行分步处理。

二、中草药有效成分的分离与精制

以上所得多为混合物。尚须进一步分离及精制。常用方法原理如下:

(一) 根据物质溶解度差别进行分离

物质分离的许多操作往往在溶液中进行。实践中可以采用下列方法:

1. 利用温度不同引起溶解度的改变以分离物质,如常见的结晶及重结晶等操作。

2. 在溶液中加入另一种溶剂以改变混合溶剂的极性,使一部分物质沉淀析出,从而实现分离。常见如在药材水提取浓缩液中加入数倍量高浓度乙醇,以沉淀除去多糖、蛋白质等水溶性杂质(水/醇法);或在乙醇提取浓缩液中加入数倍量水稀释,放置以沉淀除去树脂、叶绿素等水不溶性杂质(醇/水法);或在乙醇提取浓缩液中加入数倍量乙醚(醇/醚法)或丙酮(醇/丙酮法),可使皂苷沉淀析出,而脂溶性的树脂等类杂质则留存在母液中等。

3. 对酸性、碱性或两性有机化合物来说,常可通过加入酸、碱以调节溶液的pH值,改变分子的存在状态(游离型或解离型),从而改变溶解度而实现分离。例如,一些生物碱类在用酸性水从药材中提出后,加碱调至碱性即可从水中沉淀析出(酸/碱法)。至于提取黄酮、蒽醌类酚酸性成分时采用的碱/酸法,以及调节pH至等电点使蛋白质沉淀的方法等也均属于这一类型。这种方法因为简便易行,在工业生产中用得很多。