



全国高等院校药学类专业“十三五”规划实验教材
(校企合作示范教材)

天然药物化学实验教程

(供药学、制药工程、中药学、药物制剂及药物分析等专业使用)

主 编 ○ 张羽男 王存琴

书网融合教材



中国健康传媒集团
中国医药科技出版社

责任编辑 刘妍
封面设计 陆仁



全国高等院校药学类专业“十三五”规划实验教材
(校企合作示范教材)

- | | |
|----------------|----------------|
| 01/ 药物合成反应实验教程 | 09/ 生药学实验教程 |
| 02/ 无机化学实验教程 | 10/ 药用植物学实验教程 |
| 03/ 有机化学实验教程 | 11/ 分析化学实验教程 |
| 04/ 物理化学实验教程 | 12/ 天然药物化学实验教程 |
| 05/ 药物分析实验教程 | 13/ 仪器分析实验教程 |
| 06/ 药物化学实验教程 | 14/ 药理学实验教程 |
| 07/ 医学化学实验教程 | 15/ 药学综合实验教程 |
| 08/ 药剂学实验教程 | |

获取图书免费增值服务的步骤说明：

1. 登陆医药大学堂网站 <<http://www.yiyaodxt.com>> 或下载医药大学堂APP。
2. 注册用户，登录后输入激活码激活，免费阅读数字教材、配套数字资源。
3. 使用微信或客户端“扫一扫”功能，扫描书中二维码即可快速阅读数字资源。

激活码有效期为自激活之日起一年。



“医药大学堂”公众号

上架建议 本科教材

ISBN 978-7-5214-0946-8



9 787521 409468 >

定价：38.00元

全国高等院校药学类专业“十三五”规划实验教材
(校企合作示范教材)

天然药物化学实验教程

(供药学、制药工程、中药学、药物制剂及药物分析等专业使用)

主 编 张羽男 王存琴
副主编 舒任庚 郭丽娜 袁叶飞 辛 萍
编 者 (以姓氏笔画为序)

于春月(哈尔滨医科大学)

王存琴(皖南医学院)

刘立新(佳木斯大学)

辛 萍(哈尔滨医科大学)

宋 波(齐齐哈尔医学院)

沈 宇(佳木斯大学)

张羽男(河北民族师范学院)

张艳华(皖南医学院)

费洪荣[山东第一医科大学(山东省医学科学院)]

袁叶飞(西南医科大学)

郭丽娜(齐齐哈尔医学院)

舒任庚(江西中医药大学)



中国健康传媒集团
中国医药科技出版社

内 容 提 要

本教材是“全国高等院校药学类专业‘十三五’规划实验教材（校企合作示范教材）”之一，是根据天然药物化学教学大纲的基本要求和课程特点编写而成。内容分上、下两篇，上篇包括天然药物化学实验安全规则、天然药物有效成分常用的提取分离方法、天然药物有效成分的色谱分离方法，下篇为天然药物化学实验操作内容，包含15个实验。本教材为书网融合教材，即纸质教材有机融合电子教材、教学配套资源（PPT、微课、视频、图片等）、题库系统、数字化教学服务（在线教学、在线作业、在线考试），使教学资源更加多样化、立体化。本教材具有适用范围广、可操作性强、可重复性好及贴近实际等特点。

本教材供药学、制药工程、中药学、药物制剂及药物分析等专业师生使用。

图书在版编目（CIP）数据

天然药物化学实验教程 / 张羽男, 王存琴主编. —北京: 中国医药科技出版社, 2019.7

全国高等院校药学类专业“十三五”规划实验教材（校企合作示范教材）

ISBN 978-7-5214-0946-8

I. ①天… II. ①张… ②王… III. ①生药学—药物化学—化学实验—高等学校—教材 IV. ①R284-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2019）第 112232 号

美术编辑 陈君杞

版式设计 诚达誉高

出版 中国健康传媒集团 | 中国医药科技出版社
地址 北京市海淀区文慧园北路甲 22 号
邮编 100082
电话 发行: 010-62227427 邮购: 010-62236938
网址 www.cmstp.com
规格 889 × 1194mm $\frac{1}{16}$
印张 13 $\frac{1}{4}$
字数 286 千字
版次 2019 年 7 月第 1 版
印次 2019 年 7 月第 1 次印刷
印刷 三河市百盛印刷有限公司
经销 全国各地新华书店
书号 ISBN 978-7-5214-0946-8
定价 38.00 元

版权所有 盗版必究

举报电话: 010-62228771

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

获取新书信息、投稿、
为图书纠错，请扫码
联系我们。



数字化教材编委会

主 编 张羽男 王存琴

副主编 舒任庚 郭丽娜 袁叶飞 辛 萍

编 者 (以姓氏笔画为序)

于春月 (哈尔滨医科大学)

王存琴 (皖南医学院)

刘立新 (佳木斯大学)

辛 萍 (哈尔滨医科大学)

宋 波 (齐齐哈尔医学院)

沈 宇 (佳木斯大学)

张羽男 (河北民族师范学院)

张艳华 (皖南医学院)

费洪荣 [山东第一医科大学 (山东省医学科学院)]

袁叶飞 (西南医科大学)

郭丽娜 (齐齐哈尔医学院)

舒任庚 (江西中医药大学)

出版说明

为深入贯彻教育部高等教育改革系列文件精神，坚持“加强实验室、校内外实习基地、课程教材等基本建设”“创立高校与科研院所、行业、企业联合培养人才的新机制”等教育教学改革方向，同时为了更好地贯彻落实《国家中长期教育改革发展规划纲要（2010—2020年）》等文件精神，以专业人才培养目标为依据，以岗位需求为导向，以增强学生就业创业能力为核心，培养具备行业优势的复合型、创新型高等医药院校药学专业人才，在教育部、国家药品监督管理局的领导下，中国医药科技出版社科学规划、准确定位课程及教材，组织编写了“全国高等院校药学类专业‘十三五’规划实验教材（校企合作示范教材）”。

本套教材建设旨在适应学科发展的新要求，提升教材质量，更好地满足教学需求，体现了药学专业的新进展、新方法和新标准；构建高校与科研院所、行业、企业联合培养人才的教材建设模式，最终打造高等医药院校药学类专业精品实验教材。

全套教材包含15门，主要特点如下。

一、体现行业准入要求，注重学生持续发展

本套教材以《中华人民共和国职业分类大典（2015版）》规定的医药卫生、食品药品行业从业人员职业资格准入为指导，按照行业用人要求，体现培养目标与用人要求紧密结合。体现教考结合，紧密对接医药卫生、食品药品行业从业人员职业资格准入要求，教材内容和实验项目的选取结合药学专业职业（药士、药师）资格考试和执业药师资格考试的要求。注重培养学生独立思考能力、实验设计能力、实践操作能力和可持续发展能力，满足培养应用型和复合型人才的要求，为学生全面成才、持续发展奠定扎实基础。

二、遵循教材编写规律，强化实践技能训练

本套教材编写遵循“三基、五性、三特定”的教材编写规律，以“必需、够用”为度；内容坚持与时俱进，吸收了新技术和新方法，并适当拓展知识面，为学生后续发展奠定必要的基础；密切结合主干教材内容，注重实践技能训练，体现理实一体。

三、结合实情依据大纲，精心设计实验内容

每门教材内容设计紧紧围绕为专业培养目标服务，教材前后章节顺序安排符合教学规律、体现循序渐进的原则，由浅入深、由易到难，满足学生专业知识结构要求；实验教学内容与其相应理论教材内容相呼应。根据“严格遵从教材内容、依据实验教学大纲、节约实验材料消耗、充分利用教学时间、最大限度满足学习”的原则，对药学实验教学内容进行了优选。

四、建立新型教学理念，兼顾培养应用型与科研型人才

在编写验证性实验，培养学生基本实验操作能力的同时，本套教材增加了设计性实验和综合性实验部分，以现实问题作为驱动力来培养学生自主获取和应用新知识的能力，从而帮助学生培养自主学习能力、创新能力、科研能力以及与人合作的能力。

五、校企合作工学结合，满足岗位需要

本套教材的编写团队不仅吸收了具有丰富教学经验的骨干教师、实验教学教师，同时还从医院、药品生产经营企业吸纳具有丰富岗位实践经验的人员作为编者参加教材的编写，确保了实验教材的内容密切结合应

用，满足岗位需要。

六、书网融合，使教与学更便捷、更轻松

本套教材为书网融合教材，即纸质教材与数字教材、配套教学资源、题库系统、数字化教学服务有机融合。通过“一书一码”的强关联，为老师和学生提供全免费增值服务。可通过 PC、手机登陆中国医药科技出版社“医药大学堂”平台，阅读电子教材和配套课程资源（如 PPT、视频等），并可在线进行同步练习，实时反馈答案和解析。同时，读者也可以直接扫描书中二维码，阅读与教材内容关联的课程资源（“扫码学一学”，轻松学习 PPT 课件；“扫码练一练”，随时做题检测学习效果；“扫码看一看”，直观体验实验操作），从而丰富学习体验，使学习更便捷。教师可通过电脑在线创建课程，与学生互动，开展布置和批改作业、在线组织考试、讨论与答疑等教学活动，学生通过电脑、手机均可实现在线作业、在线考试，提升学习效率，使教与学更轻松。

本套教材的编写修订，得到了全国知名专家的精心指导和各有关院校领导与编者的大力支持，在此一并表示衷心感谢！希望以教材建设为核心，为高等医药院校搭建长期的教学交流平台，对医药人才培养和教育教学改革产生积极的推动作用。同时，教材的建设工作漫长而艰巨，希望各院校师生在教学过程中，及时提出宝贵的意见和建议，以便不断修订完善，更好地为中国医药教育事业的发展服务！

中国医药科技出版社
2019 年 3 月

建设指导委员会

主任委员 姚文兵（中国药科大学）

副主任委员（以姓氏笔画为序）

王鹏程 [山东第一医科大学（山东省医学科学院）]

吴宜艳（牡丹江医学院）

何涛（西南医科大学）

宋印利（哈尔滨医科大学）

郑兰荣（皖南医学院）

赵宝江（佳木斯大学）

崔文（济宁医学院）

委员（以姓氏笔画为序）

丁林（济宁医学院）

马宇衡（内蒙古医科大学）

王存琴（皖南医学院）

王丽红（佳木斯大学）

王金英（牡丹江医学院）

韦国兵（江西中医药大学）

孔凡栋（济宁医学院）

石秀梅（牡丹江医学院）

包淑云（皖南医学院）

李森（哈尔滨医科大学）

李秋萍（佳木斯大学）

李福荣 [山东第一医科大学（山东省医学科学院）]

沈广志（牡丹江医学院）

张开莲（西南医科大学）

张羽男（河北民族师范学院）

邹纯才（皖南医学院）

赵全芹（山东大学）

栾芳（佳木斯大学）

高静（牡丹江医学院）

唐灿（西南医科大学）

黄丽萍（江西中医药大学）

彭海生（哈尔滨医科大学）

韩军（皖南医学院）

税丕先（西南医科大学）

鄢海燕（皖南医学院）

前 言

QIANYAN

《天然药物化学实验教程》是全国高等院校药学类专业“十三五”规划实验教材（校企合作示范教材）之一。本教材的编写紧密结合全国高等院校药学类专业教育教学改革的要求，结合天然药物化学课程教学实践的实际需要，兼顾培养应用型与科研型人才的需要，精心设计天然药物化学实验教学内容，强化实践技能的训练，使学生具备从事药品生产、检验和用药服务等相关行业的从业能力。

天然药物化学是一门理论与实践并重的课程。天然药物化学实验教学是天然药物化学课程的重要组成部分。通过天然药物化学实验课的学习，理论知识应用于实践操作，可以使学生掌握天然药物有效成分提取、分离和鉴定等基本操作技能，有效提高学生独立动手、观察分析和解决问题的能力，能够为学生从事天然药物的研发及生产工作打下坚实的基础。

本教材注重基础知识和基本技能的培养，精心选择了分布广泛且结构极具代表性的天然药物有效成分且价廉易得的中药材等作为实验项目材料，并结合翔实可靠的理化性质数据和大量谱图及中药材的背景知识，同时配以实验流程图和实验装置图，简明扼要地介绍相关实验。本教材包括上下两篇，共十一章。上篇主要介绍基本操作方法和常用仪器的使用方法。本教材下篇所列 15 个实验项目是在各参编院校多年实践教学基础上筛选而得，内容囊括了苯丙素类、蒽醌类、黄酮类、萜类、挥发油、三萜类、甾体类和生物碱类等主要天然药物有效成分的提取、分离及鉴定方法，具有适用范围广、可操作性强、可重复性好及贴近实际等特点。本教材为书网融合教材，即纸质教材有机融合电子教材、教学配套资源（PPT、微课、视频、图片等）、题库系统、数字化教学服务（在线教学、在线作业、在线考试），使教学资源更加多样化、立体化。

本教材主要适用于全国高等院校药学、制药工程、中药学、药物制剂及药物分析等药学类本科专业学生学习使用。本教材由张羽男和王存琴担任主编。编写分工具体如下：第一章至第三章、实验 5 及附录由张羽男编写；实验 1 和实验 15 由舒任庚编写；实验 2 和实验 3 由袁叶飞编写；实验 4 和实验 12 由张艳华编写；实验 6 由郭丽娜编写；实验 7 由沈宇编写；实验 8 由刘立新编写；实验 9 由辛萍编写；实验 10 由费洪荣编写；实验 11 由春月编写；实验 13 由王存琴编写；实验 14 由宋波编写。

限于编者水平和能力，书中不足之处在所难免，敬请广大师生和读者提出宝贵意见。

编 者
2019 年 3 月

目 录

MULU

上篇 天然药物化学实验基本方法与技能

第一章	天然药物化学实验安全规则	2
第二章	天然药物有效成分常用的提取分离方法	5
第一节	天然药物有效成分常用的提取方法	5
第二节	天然药物有效成分常用的分离方法	19
第三节	杂质的预处理	30
第三章	天然药物有效成分的色谱分离方法	32
第一节	薄层色谱法	32
第二节	纸色谱法	36
第三节	硅胶柱色谱法	39
第四节	氧化铝吸附色谱法	42
第五节	聚酰胺柱色谱法	43
第六节	大孔吸附树脂色谱法	44
第七节	凝胶色谱法	46
第八节	离子交换色谱法	48

下篇 天然药物化学实验操作

第四章	天然药物化学成分的预试验	54
实验 1	天然药物化学成分的预试验	54
第五章	苯丙素类化合物	62
实验 2	秦皮中七叶内酯的提取分离与鉴定	62
实验 3	连翘中连翘苷的提取分离	65
第六章	醌类化合物	68
实验 4	大黄中游离蒽醌的提取分离与鉴定	68

第七章	黄酮类化合物	75
实验 5	芦丁的提取分离与鉴定	75
实验 6	葛根素的提取分离与鉴定	88
第八章	萜类化合物	92
实验 7	红辣椒中红色素的提取分离与鉴定	92
实验 8	艾叶及丁香中挥发油的提取与鉴定	98
实验 9	牡丹皮中丹皮酚的提取分离与鉴定	107
第九章	三萜及其苷类化合物	111
实验 10	齐墩果酸的提取分离与鉴定	111
第十章	甾体及其苷类化合物	116
实验 11	穿山龙中薯蓣皂苷元的提取分离与鉴定	116
第十一章	生物碱类化合物	121
实验 12	咖啡因的提取分离与鉴定	121
实验 13	黄连中小檗碱的提取分离与鉴定	129
实验 14	氧化苦参碱的提取分离与鉴定	134
实验 15	粉防己生物碱的提取分离与鉴定	137
附录	145
参考文献	199

上篇 天然药物化学实验
基本方法与技能

第一章 天然药物化学实验安全规则

天然药物化学实验具有实验周期长，有机溶剂品种多、用量大，所用的药品、试剂和溶剂多数具有挥发性、易燃性、毒性、腐蚀性和刺激性等特点，并且实验操作经常在加温或减压下进行，需要使用各种热源和电器，若操作不慎，易引起着火、触电、中毒及爆炸等事故，为确保实验安全顺利进行，特作如下要求。

一、实验要求

(1) 遵守实验室制度，维护实验室安全，不违章操作，严防爆炸、着火、中毒、触电及漏水等事故的发生。若发生事故应立即报告。

(2) 实验开始前，必须做好实验内容的预习，明确实验目的，了解实验原理和操作步骤，完成预习笔记。检查仪器是否完好，清点实验药品和试剂，检查合格后方可开始实验。

(3) 实验过程中，应密切观察实验进程是否正常，认真观察实验现象并养成及时记录的习惯。如实记录实验现象和实验数据，实验结束后交由指导教师检查和签字。

(4) 实验所得产物应按要求包好后贴好标签，实验结束后一并交给指导教师检查和签字。不得随意丢失或擅自带出实验室。标签内容应包括实验项目、实验组别、实验人、日期、名称、重量、纯度、熔点和沸点等。

(5) 实验完毕后，清理实验台，归还公用实验仪器、实验药品及试剂等。值日生负责清理实验台和水槽，检查清洗公用实验仪器设备，清点回收实验药品及试剂，打扫实验室，并按实验室安全规则处理好实验垃圾，检查水电气的管线及开关，关好门窗，经指导教师检查后方可离开。

(6) 根据实验结果，认真撰写实验报告。

二、实验室规则

(1) 必须遵守实验室各项规章制度，听从教师指导。发生意外情况，立即报告。

(2) 在实验室中，必须穿符合季节的实验白服，根据需要选戴实验防护眼镜或实验用手套等。

(3) 实验室内保持安静、整洁，不许大声喧哗及打闹，不迟到、不早退、不玩手机、不准做与实验无关的事情，不得擅自离开实验岗位，严禁吸烟，严禁饮食。

(4) 实验台面应保持整洁，不得放置与实验无关的私人物品。实验水槽保持整洁，管路畅通，禁止倾倒固体杂物及腐蚀性物质，严防堵塞，避免污染。

(5) 按指导教师安排，轻拿轻放实验仪器及设备，不能乱用。未经指导教师允许，不得擅自用贵重仪器。实验仪器设备损坏后，应及时报告，按相关要求赔偿、补领，不得瞒报。

(6) 听从指导教师安排，按序按需领用公用实验仪器和实验药品及试剂，用完后立即归还原处，不得擅自用。

(7) 节约实验材料，节约水电气，树立环保意识。实验仪器使用完毕后，应立即清理



干净后归放原处。实验药品及试剂用后，应立即密封后归放原处，不可盖错瓶塞，避免污染。废弃的固体和滤纸等丢入废物缸内，绝不能丢入水槽、下水道和窗外，以免堵塞管路和污染环境。

三、实验室安全注意事项

(1) 实验前，应树立防范意识，对实验过程中可能产生的易燃、易爆及易损等情况做好防范措施。

(2) 消防器材如沙箱、石棉布及灭火器等应放在方便固定的地点，不能随意移动，且均应处于备用状态。

(3) 易挥发或易燃性有机溶剂在实验室的存量不许超过 500ml，使用时必须远离火源和热源，必须按安全操作规程进行使用，加液时应停火或远离火源。起封易挥发溶剂瓶盖时，脸部要避免开瓶口慢慢启开，以防气体冲脸。不可将易挥发、易燃性有机溶剂倒入水槽或废液缸内。

(4) 必须在通风橱中使用有毒或腐蚀性气体，必要时戴好防护用具进行操作。有毒或有腐蚀药品应妥善保管，操作后要立即洗手。切勿粘及五官和伤口，以免中毒。

(5) 未经指导教师允许不得擅自使用明火。如需使用明火时，实验台周围不得放置易燃有机溶剂。

(6) 如发生火情应保持沉着冷静，积极扑救，立即报告指导教师，同时切断火源、电源，移走易燃品！用湿布或石棉布闷盖着火部位，或根据火势情况选用适当灭火器材进行灭火。切勿轻易用水，以免扩大火势。

(7) 蒸馏或回流加热时，不能使用明火加热，要根据溶剂的沸点选用水浴、油浴或加热套进行加热。注意检查冷凝水是否通畅，装置不得密闭，接收有机溶剂时不得使用广口仪器，溶剂瓶不得敞口存放。应使用装有冷凝管的烧瓶，溶液加热前应放入沸石防止暴沸。如果加热后发生暴沸应及时降温，待冷却后补加沸石，否则会发生暴沸。在进行减压操作时，必须使用安全瓶防炸裂，弄清操作程序，以免造成回水等事故。

(8) 使用挥发性试剂或喷显色剂时，应在窗口或通风橱内操作，不慎溅在桌面上的化学药品必须立即清除。身体直接接触化学物品后应及时用肥皂及大量水冲洗，如碱性试剂可用 1% 乙酸溶液冲洗，酸性试剂可用 3% 碳酸氢钠溶液冲洗。不要用酒精、丙酮等洗涤皮肤上的有机物，以免增加皮肤对有毒物质的吸收。眼睛里溅入化学试剂后，应立即用大量水冲洗，及时就医。

(9) 使用电热套、水浴锅、旋转蒸发仪、循环水泵、烘箱或紫外灯等电器设备时，一定要按操作规程进行，不得在烘箱内干燥带有易燃性有机溶剂的仪器或物品，仪器发生故障时及时报告指导教师，不得擅自拆卸。

(10) 若将玻璃管插入塞中时，可在塞孔中涂些水或甘油等润滑剂，用布包住玻璃管使其旋转而入，防止折断割伤。

(11) 离开实验室前，必须关闭水、电、气、门和窗。

四、实验报告

天然药物化学实验报告是天然药物化学实验教学中不可缺少的重要环节，可以培养学生严谨求实的科学态度，有效地提高学生的理论联系实际的能力。天然药物化学实验报告



要求学生在总结分析实验现象及实验数据结果的基础上，作出合理结论，绘制实验装置图，回答课后问题，总结经验。天然药物实验报告一般应包括以下部分：实验目的，实验原理，实验材料（仪器、试剂等），实验步骤，实验装置图，实验数据记录，实验结果，实验讨论，解答思考题等。

具体要求如下。

- (1) 独立完成，字体工整，页面整洁。
- (2) 标明年级、专业、组别、姓名、合作者、实验题目、时间和天气等。
- (3) 实验原理，简明写出实验所依据的方程式、计算式或实验设计的理论基础。
- (4) 实验步骤，按实验实际完成情况简明扼要地写清楚全部操作流程。
- (5) 实验装置图，用铅笔绘制出主要实验装置，线条简单，清晰，美观。
- (6) 实验数据记录（数据、现象或产物等），必须真实、准确、客观，并由指导教师签字确认，数据结果处理得当。
- (7) 实验结果，必须结合理论课知识进行合理解释。
- (8) 实验讨论，按以下几方面进行。
 - ① 分析实验所得结果与理论结果之间的关系，并对自己的实验结果进行评价；
 - ② 对可能影响实验结果的原因进行分析讨论；
 - ③ 总结实验过程的感受及对理论学习的理解和帮助；
 - ④ 对现有的实验方案提出合理的改进建议等。
- (9) 思考题，根据实验情况，联系理论课知识解答课后思考题。



第二章 天然药物有效成分常用的提取分离方法

天然药物的来源包括植物、动物、矿物、微生物和海洋生物，并以植物为主，种类繁多。这使得天然药物中所含的化学成分非常复杂，既含有许多有用的有效成分，也含很多的无效成分。一般情况下，许多具有较强生理活性的次生代谢产物如生物碱、萜类、黄酮、香豆素、醌类、有机酸和各种苷类化合物等常被认定为是有效成分，而许多不具生理活性或生理活性较差的生物体内物质如纤维素、蛋白质、脂类、叶绿素、树脂、树胶、氨基酸和无机盐等常被认定为是无效成分。然而，很多时候有效成分和无效的成分的界限是相对的，如猪苓多糖就具有很强的抗肿瘤活性。想要研究和利用天然药物中的药用有效成分，必须先将有效成分从天然药物中提取和分离出来，才能进行进一步的研究和应用。因此，天然药物有效成分提取和分离过程是进行天然药物化学研究的开始，也是对天然药物有效成分的理化性质、结构表征及其生物功能和活性等进行后续研究的基础和关键。

天然药物有效成分的提取是指从天然药物中将所需要的化学成分提出的过程。通常所得到的提取物仍是含有多种成分的混合物，还需要进一步处理，而将提取物中所含的各种成分逐一分开，得到单体并加以精制纯化的过程，称为分离。在具体的实践过程中，往往将待提取成分看作目标成分，而将其他非目标成分相对地看作杂质。在进行提取分离过程中，应设法充分提取目标成分而尽可能地除去杂质，最后获得高纯度的有效成分。因此，天然药物有效成分的提取分离过程就是一个去粗取精的过程。

第一节 天然药物有效成分常用的提取方法

天然药物有效成分的提取方法应根据被提取成分的主要理化性质和不同提取分离方法的原理及特点进行选择。为了从天然药物中提取得到药物有效成分即目标成分，在进行提取前，必须对天然药物的基源（如动植物学名等）、产地、药用部位、采集方法和时间等进行考察。并通过系统的文献调研，充分了解前人的已有经验。如果目标成分是已知成分或已知类型，则可通过查阅文献来充分了解目标产物的结构、理化性质及常用的提取方法和提取条件等，并依据现有条件，选定合适的提取方法和手段进行提取。如果是从天然药物中寻找有效成分且为未知成分，则可结合天然药物化学预实验的情况进行系统溶剂筛选试验，在确定有效部位的基础上获得目标产物的纯品。

为了保证天然药物化学成分研究的顺利进行，所使用的天然药用材料必须从正规渠道获取，并且在使用前应请生药学专家进行鉴定。在提取前，首先要对待提取的天然药用材料进行预处理，应根据选择的提取方法对其进行干燥或适当的破碎，通过增大样品的表面积使溶剂更易于渗入以提高提取效率。种子类天然药材因含有大量油脂，通常先脱脂后粉碎，然后再采用压榨法或石油醚萃取法脱去大量油脂；叶或花中的蜡、树脂和叶绿素也可先用石油醚处理除去；苷类成分的提取，为防止酶的水解，可用乙醇或沸水处理，抑制或杀灭酶的活性，但苷元或次生苷的提取，则要保留酶的活性，通常先用温水拌匀，长时间放置可以促进酶解，如穿山龙中薯蓣皂苷元的提取。水提取含纤维素、淀粉等丰富的根茎



类药材时,为避免遇水膨胀难滤过,宜将药材切成小段、薄片或粉碎成粗颗粒。

目前,从天然药物中提取有效成分的方法主要有溶剂提取法、水蒸气蒸馏法和升华法。由于水蒸气蒸馏法和升华法的适用范围非常有限,天然药物有效成分大多采用溶剂提取法进行提取。

一、溶剂提取法

溶剂提取法是根据天然药物中各种成分在不同溶剂中的溶解度不同,选择对有效成分溶解度大而对其他成分溶解度小的溶剂,将有效成分从药材组织内溶解出来的一种方法。

(一) 基本原理

溶剂提取法是依据“相似相溶”的原理,在渗透、扩散作用下,溶剂逐渐通过细胞壁渗入到药材组织细胞内,溶解大量可溶性物质,造成了细胞内外浓度差而产生渗透压,使细胞内的溶质不断向外扩散,直至细胞内外溶液浓度达到动态平衡,从而提出所需的化学成分。

溶剂提取法的关键是根据所需成分的特性选择合适的溶剂和适当的方法。合适溶剂的选择,应遵循“相似相溶”的原则。此外,还要考虑到溶剂的价格、安全及是否易得等因素。天然药物成分在溶剂中的溶解度与溶剂性质有关。溶剂可分为水、亲水性有机溶剂及亲脂性有机溶剂,被溶解的成分也分为亲水性及亲脂性两类。植物中的亲水性成分有蛋白质、单糖及低聚糖、黏液质、氨基酸、水溶性有机酸、鞣质、苷及水溶性色素、生物碱盐等。植物中的亲脂性成分有游离生物碱、苷元、非水溶性有机酸、树脂、挥发油、脂溶性色素、油脂和蜡等。天然药物中化合物的亲水性、亲脂性及溶剂的亲水性、亲脂性一般与其极性相关。所谓极性是一种抽象概念,用以表示分子中电荷的不对称程度,并大体上与偶极矩、极化度及介电常数等概念相对应,但不完全一致。溶剂的分类与极性相关,极性常用介电常数表示。介电常数大,极性强,亲水性越强;介电常数小,极性弱,亲脂性越强。物质的介电常数又和分子结构中官能团的性质有关。含有羧基、羟基、氨基等常见极性基团的化合物,介电常数大,极性强;含烷基多的化合物或该化合物碳氢原子多的则介电常数小,极性弱。常用溶剂的介电常数及其极性排列顺序见表2-1所示。

表2-1 常用溶剂的介电常数及其极性排列顺序

溶剂	介电常数 ϵ	比重	沸点 (°C)	水中溶解度 (μ)
			30-60	
石油醚	1.80	0.700	60-90	不溶
			90-120	
苯	2.30	0.879	80.1	0.08
乙醚	4.30	0.713	34.6	7.50
三氯甲烷	5.20	1.484	61.2	1.00
乙酸乙酯	6.10	0.902	77.1	8.60
正丁醇	17.5	0.810	117.7	9.00
丙酮	21.5	0.792	56.3	混溶
乙醇	26.0	0.789	78.4	混溶
甲醇	31.2	0.791	64.6	混溶
水	80.0	1.000	100.0	

天然药物化学实验中常用溶剂的极性大小顺序排列如下。