



普通高等学校“十四五”规划药学类专业特色教材
供药学、药物制剂、临床药学、制药工程、中药学、医药营销及相关专业使用



附数字资源增值服务

天然药物化学实验

高建萍 付雪艳 ◎ 主编

TIANRAN YAOWU
HUAXUE SHIYAN



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

内 容 提 要

本书是普通高等学校“十四五”规划药学类专业特色教材。

本书包括天然药物化学实验中提取分离的常用技术、天然药物化学实验实例、附录三部分,其中第二部分包括薄层板的制备及薄层色谱、纸色谱、柱色谱的应用等十八个实验。本书主要适合于医药院校药学、药物制剂、临床药学、制药工程、中药学、医药营销及相关专业本科学生学习使用,也可用作成人教育和自学的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

天然药物化学实验/高建萍,付雪艳主编. —武汉:华中科技大学出版社,2022.6
ISBN 978-7-5680-8301-0

I. ①天… II. ①高… ②付… 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(2022)第 095060 号

天然药物化学实验

高建萍 付雪艳 主编

Tianran Yaowu Huaxue Shiyān

策划编辑:余 雯

责任编辑:孙基寿

封面设计:原色设计

责任校对:李 琴

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉) 电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园 邮编:430223

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:武汉开心印印刷有限公司

开 本:889mm×1194mm 1/16

印 张:8

字 数:222千字

版 次:2022年6月第1版第1次印刷

定 价:29.80元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

普通高等学校“十四五”规划药学类专业特色教材 编委会



丛书顾问 朱依淳 澳门科技大学 李校堃 温州医科大学

委员 (按姓氏笔画排序)

卫建琮 山西医科大学	闵 清 湖北科技学院
马 宁 长沙医学院	沈甫明 同济大学附属第十人民医院
王 文 首都医科大学宣武医院	宋丽华 长治医学院
王 薇 陕西中医药大学	张 波 川北医学院
王车礼 常州大学	张宝红 上海交通大学
王文静 云南中医药大学	张朔生 山西中医药大学
王国祥 滨州医学院	易 岚 南华大学
叶发青 温州医科大学	罗华军 三峡大学
叶耀辉 江西中医药大学	周玉生 南华大学附属第二医院
向 明 华中科技大学	赵晓民 山东第一医科大学
刘 浩 蚌埠医学院	郝新才 湖北医药学院
刘启兵 海南医学院	项光亚 华中科技大学
汤海峰 空军军医大学	胡 琴 南京医科大学
纪宝玉 河南中医药大学	袁泽利 遵义医科大学
苏 燕 包头医学院	徐 勤 桂林医学院
李 艳 河南科技大学	凌 勇 南通大学
李云兰 山西医科大学	黄 昆 华中科技大学
李存保 内蒙古医科大学	黄 涛 黄河科技学院
杨 红 广东药科大学	黄胜堂 湖北科技学院
何 蔚 赣南医学院	蒋丽萍 南昌大学
余建强 宁夏医科大学	韩 峰 南京医科大学
余细勇 广州医科大学	薛培凤 内蒙古医科大学
余敬谋 九江学院	魏敏杰 中国医科大学
邹全明 陆军军医大学	

网络增值服务使用说明

欢迎使用华中科技大学出版社医学资源网yixue.hustp.com

1.教师使用流程

(1) 登录网址：<http://yixue.hustp.com> (注册时请选择教师用户)



(2) 审核通过后，您可以在网站使用以下功能：



2.学员使用流程

建议学员在PC端完成注册、登录、完善个人信息的操作。

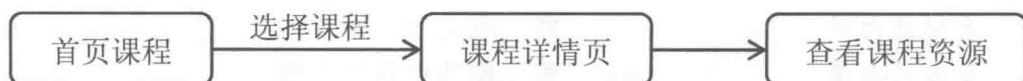
(1) PC端学员操作步骤

① 登录网址：<http://yixue.hustp.com> (注册时请选择普通用户)

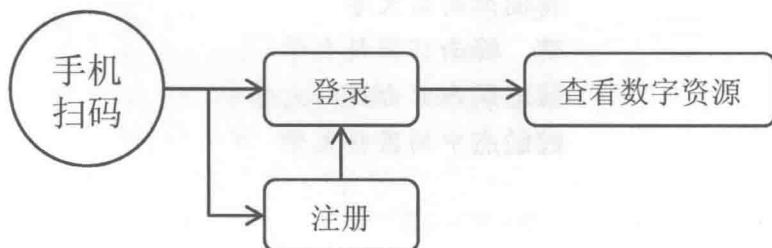


② 查看课程资源

如有学习码，请在个人中心-学习码验证中先验证，再进行操作。



(2) 手机端扫码操作步骤



总序

Zongxu

教育部《关于加快建设高水平本科教育 全面提高人才培养能力的意见》(“新时代高教 40 条”)文件强调要深化教学改革,坚持以学生发展为中心,通过教学改革促进学习革命,构建线上线下相结合的教学模式,对我国高等药学教育和药学专业人才的培养提出了更高的目标和要求。我国高等药学类专业教育进入了一个新的时期,对教学、产业、技术融合发展的要求越来越高,强调进一步推动人才培养,实现面向世界、面向未来的创新型人才培养。

为了更好地适应新形势下人才培养的需求,按照《中国教育现代化 2035》《中医药发展战略规划纲要(2016—2030 年)》以及党的十九大报告等文件精神要求,进一步出版高质量教材,加强教材建设,充分发挥教材在提高人才培养质量中的基础性作用,培养合格的药学专业人员和具有可持续发展能力的高素质技能型复合人才。在充分调研和分析论证的基础上,我们组织了全国 70 余所高等医药院校的近 300 位老师编写了这套教材,并得到了参编院校的大力支持。

本套教材充分反映了各院校的教学改革成果和研究成果,教材编写体例和内容均有所创新,在编写过程中重点突出以下特点。

(1) 服务教学,明确学习目标,标识内容重难点。进一步熟悉教材相关专业培养目标和人才规格,明晰课程教学目标及要求,规避教与学中无法抓住重要知识点的弊端。

(2) 案例引导,强调理论与实际相结合,增强学生自主学习和深入思考的能力。进一步了解本课程学习领域的典型工作任务,科学设置章节,实现案例引导,增强自主学习和深入思考的能力。

(3) 强调实用,适应就业、执业药师资格考试以及考研的需求。进一步转变教育观念,在教学内容上追求与时俱进,理论和实践紧密结合。

(4) 纸数融合,激发兴趣,提高学习效率。建立“互联网+”思维的教材编写理念,构建信息量丰富、学习手段灵活、学习方式多元的立体化教材,通过纸数融合提高学生个性化学习的效率和课堂的利用率。

(5) 定位准确,与时俱进。与国际接轨,紧跟药学类专业人才培养,体现当代教育。

(6) 版式精美,品质优良。

本套教材得到了专家和领导的大力支持与高度关注,适应当下药学专业学生的文化基础



和学习特点,具有趣味性、可读性和简约性。我们衷心希望这套教材能在相关课程的教学发挥积极作用,并得到读者的青睐;我们也相信这套教材在使用过程中,通过教学实践的检验和实际问题的解决,能不断得到改进、完善和提高。

普通高等学校“十四五”规划药学类专业特色教材
编写委员会

前言

Qianyan

天然药物化学是一门实践性很强的学科,天然药物化学实验是天然药物化学课程的重要组成部分,是配合天然药物化学理论课教学不可或缺的手段。天然药物化学实验课的开设,可以使进一步理论联系实际,检验在课堂上学到的理论知识,加深对天然药物化学基本理论和基本知识的认识和理解。通过实验,训练学生的基本操作技能,在实验过程中,培养学生的创新能力、动手能力以及自学能力,提高学生分析和解决问题的能力,使学生养成严谨的科学态度和良好的工作作风,使学生获得从事天然药物化学科研工作的基本训练,为将来从事天然药物化学的研究工作奠定基础。

本书包括天然药物化学实验中提取分离的常用技术、天然药物化学实验实例、附录三部分,本书主要适合于医药院校药学、药物制剂、临床药学、制药工程、中药学、医药营销及相关专业本科学子学习使用,也可用作成人教育和自学的参考教材。

在本书编写过程中,参编的各位老师付出了很大努力,但由于编者学术水平和编写能力有限,不当和错误之处在所难免,敬请广大读者予以指正。另外本书的编写得到了华中科技大学出版社编辑老师和多位同行专家的热情鼓励和支持,在此一并表示衷心的感谢。

天然药物化学实验教学的主要目的是使学生掌握天然药物有效成分提取、分离和检验基本操作技能。为了确保实验的安全进行,提出如下实验须知。

一、实验室一般安全规则

1. 实验前认真预习,明确实验目的、内容,了解实验的方法、步骤和基本原理。
2. 实验过程中要正确操作,仔细观察,认真记录和深入思考。
3. 遵守实验室制度,在实验室中保持安静,注意安全。不违章操作,爱护仪器,节约药品,保持实验室的整洁。
4. 根据实验记录,认真处理数据,分析问题,写出实验报告,并呈交实验所得产品(标明产品名称、重量、实验组号及日期)。
5. 实验完毕,应将实验桌整理干净,使用过的仪器及时清洗干净后,存放在实验柜内。废弃的固体和滤纸等丢入废物缸内。公用仪器及药品用完后立即归还原处,破损仪器应填写破损报告单,检查水、电(是否关闭水龙头,拉下总电闸刀,拔下电插头),关闭门窗。

二、易燃、腐蚀性和有毒药品或溶剂的使用规则

1. 加热、回流提取或回收有机溶剂时,必须在水浴上进行,切不可用直火加热。有机溶剂易燃,使用时要远离火源,用后要盖紧瓶塞,置于阴凉处。
2. 回收溶剂时,应在加热前投入1~2粒沸石。加热中途不得加入沸石,严防溶液发生暴沸或因恒沸而发生爆炸。



3. 蒸馏、回流易燃、易挥发、有毒液体时,仪器装置切勿漏气,冷凝管流出的液体应接弯管导入接收瓶中,余气应使用橡皮管通往室外或水槽里。

4. 减压系统应装有安全瓶。进行加压柱色谱实验时,层析柱及储液瓶机械性能要高,连接要牢,注意控制压力,以防炸裂。

5. 有毒、有腐蚀性的药品应妥善保管,操作后立即洗手,勿沾及五官及创口。

6. 强酸(硫酸、盐酸)、强碱(氢氧化钠)具有强腐蚀性,勿洒在皮肤或衣物上,以免造成化学灼伤。

7. 绝不允许各种化学药品任意混合,也切勿把任何试剂或溶剂倒回储瓶,以免发生意外事故。

8. 使用电器设备及各种分析仪器时,要事先了解电路及操作规程。使用时,注意仪器和电线不要放在潮湿处,湿手不要接触电源。

实验室一旦发生火灾事故,应保持镇静,并采取相应措施。首先要立即切断火源、电源并移开附近的易燃物品。小火可用湿布或黄沙盖熄,火较大时应根据具体情况采用相应的灭火器材。

高建萍(内蒙古医科大学)

付雪艳(宁夏医科大学)

目录

Mulu

第一部分 天然药物化学实验中提取分离的常用技术

- | | |
|-------------|-----|
| 第一章 常用的提取技术 | / 3 |
| 第二章 常用的分离技术 | / 8 |

第二部分 天然药物化学实验实例

- | | |
|---------------------------------|------|
| 实验一 薄层板的制备及薄层色谱、纸色谱、
柱色谱的应用 | / 19 |
| 实验二 大黄中蒽醌类成分的提取、分离和鉴定 | / 24 |
| 实验三 虎杖中蒽醌类成分的提取、分离和鉴定 | / 28 |
| 实验四 茜草中蒽醌类成分的提取、分离和鉴别 | / 32 |
| 实验五 槐米中芦丁的提取、分离和鉴定 | / 34 |
| 实验六 秦皮中七叶苷、七叶内酯的提取、分离和鉴定 | / 38 |
| 实验七 银杏叶中总黄酮的提取和含量测定 | / 41 |
| 实验八 黄芩中黄芩苷的提取、分离和鉴定 | / 44 |
| 实验九 黄连中盐酸小檗碱的提取、分离和鉴定 | / 47 |
| 实验十 粉防己生物碱的提取、分离和鉴定 | / 51 |
| 实验十一 苦参生物碱的提取、分离和鉴定 | / 55 |
| 实验十二 丁香、苍术等中药挥发性成分的
提取、分离和鉴定 | / 59 |
| 实验十三 穿山龙中薯蓣皂苷元的提取、分离和鉴定 | / 63 |
| 实验十四 穿心莲内酯的提取、分离和鉴定 | / 66 |
| 实验十五 甘草中甘草次酸的提取、分离和鉴定 | / 69 |
| 实验十六 八角茴香挥发油的提取、分离和鉴定 | / 73 |
| 实验十七 人参中人参多糖的提取和含量测定
(设计性实验) | / 79 |
| 实验十八 女贞子中齐墩果酸的提取、分离和鉴定 | / 81 |



附 录

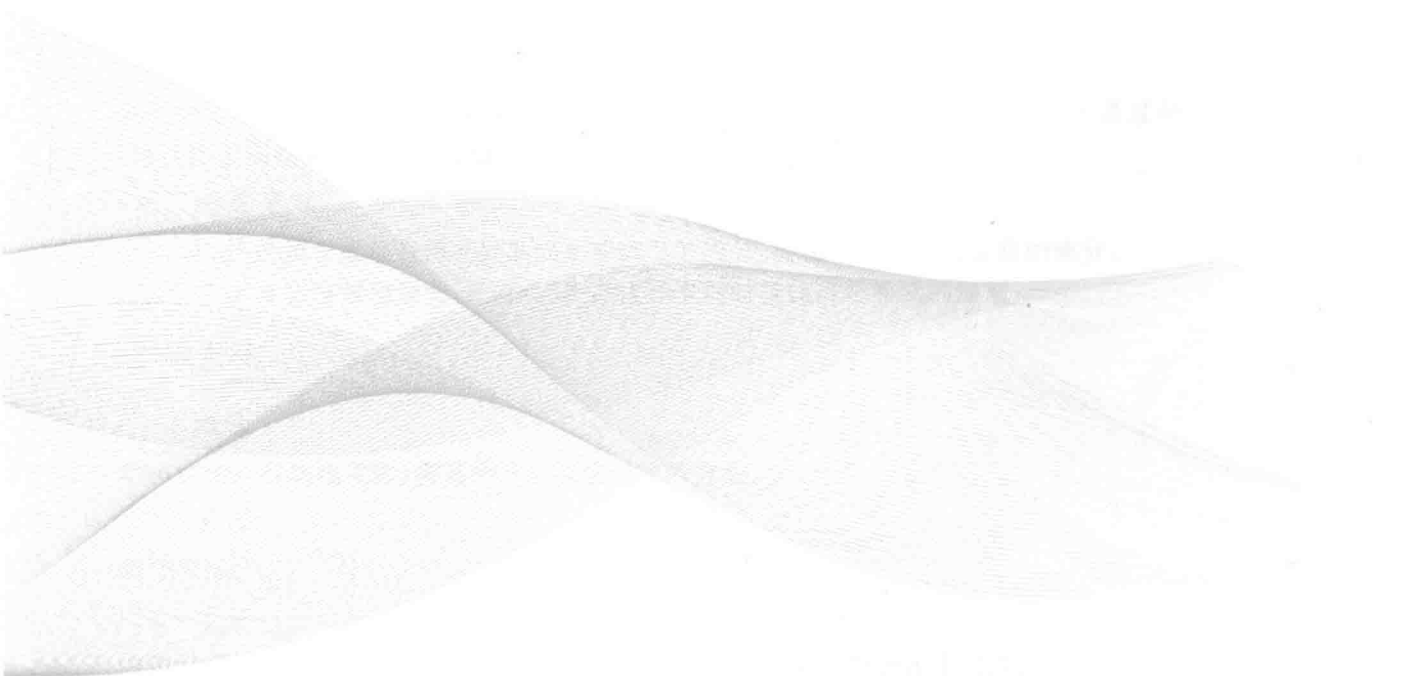
附录一	天然药物化学成分的预试验及各类成分的检查	/ 87
附录二	天然药物化学实验常用试剂及配制方法	/ 94
附录三	常用溶剂物理常数和精制方法	/ 106
附录四	常用溶剂的性质	/ 109
附录五	分离各类成分的溶剂系统和显色剂	/ 112
附录六	常见的共沸溶剂	/ 113

参 考 文 献



· 第一部分 ·

天然药物化学实验中
提取分离的常用技术



第一章 常用的提取技术



一、浸渍法

(一) 概念

在常温条件下,用适当溶剂浸渍药材以溶出其中成分的方法。

(二) 原理

“相似相溶”,适当的溶剂使药材中的目标成分充分溶出,而共存杂质的溶出尽可能少。

(三) 步骤

将药材适当粉碎后置于合适的容器中,加入选定的溶剂浸渍药材一定时间后滤出浸出液,反复数次,合并浸渍液,减压浓缩即可。

(四) 注意事项

- (1) 本方法适用于提取遇热易挥发或易被破坏的成分、淀粉和黏液质含量高的成分。
- (2) 本方法提取时间较长,以水为溶剂时,要注意防止提取液发霉变质。

二、渗漉法

(一) 概念

不断向粉碎的药材中加入新鲜的溶剂,使其渗过药材,从渗漉筒下端出口流出渗漉液的方法。

(二) 原理

同“浸渍法”。

(三) 步骤

将药材适当粉碎后置于渗漉筒中,从渗漉筒上端加入选定的溶剂,使其自上而下通过药材,从渗漉筒下端收集流出的渗漉液,减压浓缩即可。

(四) 注意事项

- (1) 本方法适用于提取遇热易挥发或易被破坏的成分、淀粉和黏液质含量高的成分。
- (2) 由于本方法溶剂用量大,耗时长,所以选择溶剂时应选不易挥发的溶剂。

三、煎煮法

(一) 概念

将药材加水后加热煮沸,将其中成分提取出来的方法。

(二) 原理

同“浸渍法”。

(三) 步骤

将药材适当粉碎后置于容器中,加入水后加热煮沸,一定时间后滤出水煎液,反复数次,合



并水煎液,浓缩即可。

(四) 注意事项

含挥发性或加热易分解成分的药材,以及淀粉和黏液质含量高的药材不适用本方法。

四、回流提取法

(一) 概念

用易挥发的有机溶剂加热回流,将药材中的成分提取出来的方法。

(二) 原理

同“浸渍法”。

(三) 步骤

将药材适当粉碎后置于回流装置中,加入适当的有机溶剂,加热回流,一定时间后滤出提取液,反复数次,合并提取液,减压浓缩即可。

(四) 注意事项

含有对热不稳定成分的药材不适用本方法。

五、连续回流提取法

(一) 概念

此法是回流提取法的发展,弥补了回流提取法溶剂用量大、操作繁琐的不足,在实验室中常用索氏提取器来完成。

(二) 原理

同“浸渍法”。

(三) 步骤

将药材适当粉碎后包裹在滤纸筒内置于索氏提取器中,在圆底烧瓶中加入适量的有机溶剂加热回流,多次虹吸至提取完全后,减压浓缩提取液即可。

(四) 注意事项

(1) 含有对热不稳定成分的药材不适用本方法。

(2) 包裹药材的滤纸筒高度应低于虹吸管的高度,以便所有药材都能够被有机溶剂浸润提取完全。

(3) 圆底烧瓶中有机溶剂的体积应多于完成一次虹吸的溶剂体积,以便回流能连续进行。

六、水蒸气蒸馏法

(一) 概念

利用某些挥发性成分与水共同加热煮沸,能随水蒸气一并蒸出,且经冷凝后即可获得,从而使其从药材中被提取出来的方法。

(二) 原理

当水和与水互不相溶的液体成分共存时,根据道尔顿分压定律,整个体系的总蒸气压等于各组分蒸气压之和,即总蒸气压比任何一种成分的蒸气压高,故混合物的沸点低于各组分自身的沸点。所以当总蒸气压等于外界大气压时,混合物开始沸腾并被蒸出来。

(三) 步骤

将药材适当粉碎后置于水蒸气蒸馏装置中,加入水充分浸润药材,加热使药材中的挥发性成分随水蒸气蒸出,经冷凝后,收集于接收瓶中,至馏出液变得透明为止。

(四) 注意事项

- (1) 水蒸气蒸馏装置中的水和药材总体积应不超过容器体积的 1/3。
- (2) 蒸馏过程中如需中断或蒸馏完成时,应先打开三通使瓶内与大气压相通后关闭热源,以防止倒吸。
- (3) 对于某些在水中溶解度较大的挥发性成分,馏出液可再蒸馏一次以提高纯度。

七、微波辅助提取法

(一) 概念

利用微波无温度梯度的热效应使被提取物里外同时加热,增加物质的扩散性和溶剂的穿透性从而加速提取过程的一种辅助提取法。

(二) 原理

微波具有吸收性、穿透性、反射性,它可以被极性物如水等选择性吸收,而不被非极性物质吸收。一方面,分子对微波具有选择性吸收,极性分子可以吸收微波的能量,然后以热能的形式释放出来,使介质内部温度迅速上升造成内部压力过大,使成分流出溶解于溶剂中;另一方面,微波所产生的电磁场可使部分成分向萃取溶剂界面扩散,加速其热运动,缩短提取时间。

(三) 步骤

经典的溶剂提取法(如浸渍、渗漉、回流提取法等)均可使用微波进行辅助提取。即用波长介于 1 mm~1 m(频率在 300 MHz~300 GHz)的电磁波辐射提取药材及溶剂,以增大提取效率。

(四) 注意事项

微波辅助提取法影响因素较多,如浸润溶剂、浸提时间、浸提温度、微波剂量、溶液 pH 等,选择不同的参数条件可以得到不同的提取收率和提取物的纯度。

八、超声波辅助提取法

(一) 概念

利用超声波在液体介质中引起的空化现象,造成植物细胞及整个生物体瞬间破裂,使溶剂能渗透到药材的细胞中,加速有效成分溶解于溶剂的辅助提取方法。

(二) 原理

超声波是指频率在 20 kHz 以上、人的听觉阈以外的声波,具有频率高、波长短、功率大、穿透力强等特点。超声波作用于液体介质引起介质的振动,当振动处于稀疏状态时,在介质中形成许多小空穴,这些小空穴的瞬间闭合可产生高达几千个大气压的压力,同时局部温度可上升到千度高温,这一现象称为空化现象。

(三) 步骤

将药材适当粉碎后置于超声提取器换能系统的超声场中,加入一定溶剂,超声作用一定时间,使药材中的成分在超声波的作用下很快溶解于溶剂中,再经过滤、分离,得到所需的有效成分即可。



(四) 注意事项

在实际应用中要注意超声强度和频率、超声作用时间以及溶剂的种类、浓度、用量等因素对提取效率的影响。

九、半仿生提取法

(一) 概念

半仿生提取法在提取工艺的设计中坚持“有成分论,不唯成分论,重在机体药效学反应”的观点,是一种将整体药物研究法与分子药物研究法相结合,从生物药剂学的角度,模拟口服给药及药物经胃肠道转运的原理,为经消化道给药的中药制剂设计的一种新的提取工艺。

(二) 原理

将整体药物研究法与分子药物研究法相结合,从生物药剂学角度出发,模拟药物口服及药物经胃肠道转运的原理,采用一定酸度的酸性水或碱性水依次连续提取,使所得提取物更接近药物在体内达到平衡时的有效成分。由于此法工艺条件要适合工业化生产的实际,不可能完全与人体条件相同,所以称为半仿生提取法。

(三) 步骤

1. 优选提取条件

在药材粒度、煎提温度、加水量、煎提次数、过滤方法、浓缩程度等条件相同时,以单体有效成分、总浸出物、不同极性部位、主要药效、毒理等为指标,用正交设计、比例分割等方法,优选半仿生提取法的工艺参数。

2. 优选提取药材的组合方式

将待提取的方药中的药材排列组合成若干组,用优选出的半仿生技术提取条件提取,进行指标含量测定,得到的标准化数据为特征值,对不同组合提取液进行综合评价,确定方药的最佳药材组合方式。

3. 优选提取液醇沉的浓度

测定提取液的酸度,确定醇沉浓度范围。采用正交设计、比例分割等方法,按照步骤1中方法测定个别成分的含量,经标准化加权处理后,优选出最佳的醇沉浓度。

(四) 注意事项

(1) 影响半仿生提取法提取条件的因素较多,优选方法设计是否合理,关系到实验能否顺利进行。

(2) 在选取指标性成分时,首先要选择方药中各药的有效成分,若有效成分不明确,可选择指标性成分,同时要考虑到“活性混合物”。在进行方药有效成分提取时,坚持“有成分论,不唯成分论”,发挥活性混合物综合作用特点的半仿生提取法观点。

十、超临界流体萃取法

(一) 概念

物质处于其临界温度(T_c)和临界压力(P_c)以上状态时,成为单一相态,处于此相态的物质称为超临界流体(SF)。在超临界状态下,使超临界流体和待分离的物质接触,通过控制不同的温度、压力以及不同种类及含量的夹带剂,使超临界流体有选择性地按极性大小、沸点高低和分子量大小不同的成分依次萃取出来,这种萃取方法称为超临界流体萃取法。

(二) 原理

当物质处于超临界状态时,成为性质介于液体和气体之间的一种特殊的单一相态。超临

界流体具有与液体相近的密度,黏度虽然是气体的几倍,但明显低于液体,扩散系数比液体大100倍左右,因此对物料有较好的渗透性和较强的溶解能力。

(三) 注意事项

该方法对脂溶性成分溶解性较好,对水溶性成分溶解性弱,提取水溶性成分时应加入适当的夹带剂。