

高等学校教材

天然产物提取分离与鉴定技术

主编 王俊儒 张继文

高等教育出版社

高等学校教材

天然产物提取分离与鉴定技术

TIANRAN CHANWU TIQU FENLI YU JIANDING JISHU

主编 王俊儒 张继文

高等教育出版社·北京

内容提要

本书为高锦明主编《植物化学》配套的技术课程教材。该书作为“植物化学”国家精品课程的实验建设内容,是为高等农林院校生物科学类及相关专业编写的天然产物化学实验课程新体例教材。本书将天然产物化学和农林生物学相结合,突出体现培养创新型人才的理念。

全书共分10章。前9章为天然产物提取分离鉴定实验技术与研究进展、常规分离纯化鉴定实验、定量分析、综合实验、自主设计型实验等核心内容,构成模块化实验教学内容体系,共计49个实验,每个实验操作都提供多种提取方案或方法,并贯穿了工艺设计思路。第10章为两套天然产物实验综合习题,并附有参考答案。书后附录部分为常用检出试剂、显色剂及配制方法、常见有机溶剂体系介电常数,以及天然产物化学结构查新常用文献及相关数据库名录等,以备实验中查阅。

本书可作为高等农林院校生物科学、食品加工、林产品加工及应用化学等专业高年级本科生和研究生天然产物化学实验、植物化学实验、野生资源加工工艺等实验技术课程的选用教材,同时对现代天然药物制药企业科研人员进行药材质检和资源开发具有重要的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

天然产物提取分离与鉴定技术 / 王俊儒, 张继文主编. -- 北京: 高等教育出版社, 2016. 2
ISBN 978-7-04-044726-2

I. ①天… II. ①王… ②张… III. ①天然有机化合物-提取-高等学校-教材 ②天然有机化合物-分离-高等学校-教材 ③天然有机化合物-鉴定-高等学校-教材
IV. ①TQ28

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第019402号

策划编辑 郭新华 责任编辑 郭新华 封面设计 钟雨 版式设计 马敬茹
插图绘制 杜晓丹 责任校对 刘莉 责任印制 朱学忠

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社址	北京市西城区德外大街4号	网址	http://www.hep.edu.cn
邮政编码	100120		http://www.hep.com.cn
印刷	高教社(天津)印务有限公司	网上订购	http://www.hepmall.com.cn
			http://www.hepmall.com
			http://www.hepmall.cn
开本	787mm×960mm 1/16	版次	2016年2月第1版
印张	21.75	印次	2016年2月第1次印刷
字数	390千字	定价	34.00元
购书热线	010-58581118		

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 44726-00

编写组成员

主 编 王俊儒 (西北农林科技大学)
张继文 (西北农林科技大学)

副主编 汪玉秀 (西北农林科技大学)
季晓晖 (陕西理工学院)
丁 利 (西北大学)
李圣坤 (南京农业大学)

成 员 (按姓氏笔画顺序排列)
杜宏涛 (西北农林科技大学)
李 娜 (西北农林科技大学)
李 鑫 (石河子大学)
张义英 (长春医学高等专科学校)
张海燕 (石河子大学)
张普照 (江西中医学院)
陈 良 (石河子大学)
郑胜礼 (西北农林科技大学)
耿会玲 (西北农林科技大学)

序

《天然产物提取分离与鉴定技术》涵盖了天然产物常规分离纯化鉴定实验、定量分析实验、综合实验和设计型实验，以及提取分离鉴定技术新进展等模块化教学内容体系。本书在阐述天然产物提取分离与鉴定基本理论及实验技能的基础上，还体现了综合实验与设计型实验并重，这不但有利于学生掌握基本实验操作技术和综合实验技能，而且能提高学生的独立研究和创新能力，同时，还为后续专业实验及创新实践的各个环节奠定理论和技术基础。在定量分析、综合实验和设计型实验内容的选择上，总结了近年来国际天然产物化学提取分离中的实验方法和研究成果，特别是融入了编写组成员的相关研究进展，从而起到拓宽学生的视野、增强学生对科学研究兴趣、提高学生创新能力的作用，使学生的学习过程更富有趣味性和挑战性，也使得天然产物化学在农林生物学中的应用更为突出。在涉及实验操作的各个模块中，实验内容和实验技术的编排采取由浅入深、从简单到复杂的循序渐进模式，便于学生实验技能和综合能力得到逐步提高；在综合实验模块中，针对不同实验所涉及的材料、内容和方法，每个实验最后增加了综合方案讨论环节，引导学生着眼于天然产物资源合理高效利用；通过查阅文献、实验操作和案例讨论，提高自身分析和解决问题的能力。

总之，本书显著的特点是将天然产物化学与农林生物学紧密结合，构建模块化教学内容体系；同时追踪国内外相关研究进展，以及天然产物化学领域成功的研究实例，将最新的研究思路和成果贯穿到系列课程的教学内容中去，有助于培养学生分析问题、解决问题的能力及对农林生物学的广泛兴趣。

本书是适合化学、农林生物学、药学等领域本科生和研究生的天然产物化学的实验教材。希望其通过长期使用和不断的修订与补充，能成为相关领域较为广泛使用的教材之一。

乐建民

中国科学院上海药物研究所
2015年4月

前言

本书为国家级精品课程“植物化学”的建设内容之一，是《植物化学》（高锦明主编，科学出版社，2012年出版）配套的技术课程教材。本书是为了适应高等农林院校的专业调整和各专业新教学计划的实施，以及为满足农林院校应用化学、林产化工、食品工程等专业的教学需要而编写的，可作为农林院校应用化学、生物学科、食品加工、林产加工等本科生的天然产物化学实验、植物化学实验、天然产物提取工艺学、野生资源加工工艺学等技术课程的适用教材。其中许多实验也可被植物资源化学、植物毒素、植物源农药等研究领域的硕士研究生植物化学实验和天然产物化学实验等课程选用。

全书共分为10章，前9章主要由天然产物提取分离鉴定实验技术与研究进展、常规分离纯化鉴定实验、定量分析实验、自主设计型实验等核心内容，构成模块化实验教学内容体系，包括分离纯化鉴定基本操作实验19个，天然产物定量分析实验7个，综合实验4个（单元实验16个），设计型实验7个。每个实验操作尽可能提供多种提取方案或方法，并贯穿了工艺设计思路。对提取分离实验也注意了定性和定量检测，所提供的检测方法有多种，以便比较和选用。在实验内容选择上，既注意了次生物质的化合物类型，又兼顾了近年研究中较为热门的一些资源性材料。在编写取材中，除一些是编者多年研究积累的实验方法之外，也吸收了许多新颖的实验方法和提取分离工艺资料（因篇幅有限，文中不能一一详细列明出处）。在体例编排上，首先是技术原理和研究进展部分，然后是各类天然产物的提取（包括纯品和高质量提取物）分离和鉴定，并增加了定量分析的实验内容，最后是综合实验和设计型实验，并包含少量天然结构改造实验内容。第10章为两套天然产物实验综合习题，并附有参考答案。书后附录部分为常用检出试剂、显色剂及配制方法，常见有机溶剂体系介电常数，以及天然产物化学结构查新常用文献及相关数据库名录。全书既涉及天然产物化学成分的内容，也有天然产物分析、中药提取工艺技术、资源综合应用和天然产物合成的内容。内容由浅入深，技术由简单到复杂，从而逐步提高学生的动手操作能力和科学思维素质，并试图培养学生的初步独立研究能力和创新能力。

本书由西北农林科技大学、西北大学、南京农业大学、石河子大学、江

西中医学院、陕西理工学院、长春医学高等专科学校等7所院校15位教师合作编写。在前期充分酝酿基础上，编写组受高等教育出版社的支持，于2013年8月6—9日在陕西理工学院化学与环境科学学院召开本书编写研讨会，明确了教材基本框架和编写任务分工。高等教育出版社周岳峰编辑在介绍出版规范及相关注意事项的基础上，对于编写内容给予指导。陕西理工学院化学与环境科学学院院长冈锁田教授对编写组给予很高的期望，并提出了宝贵意见。会上编写组根据高等化学实验实践教育与教学发展的新趋势及学生需求，确定增加讨论性和启发性案例等教学内容，如第8章综合实验一章里，重点考虑了技术的综合和不同天然产物类型的综合，整体由4个综合实验构成，每个综合实验的最后一个单元实验均设置为综合方案讨论。同时大家一致同意，在每个单元实验中要注意有合适的前处理技术，以及多个实验方法和技术的应用；编写期间，参编教师又通过QQ群等多种形式进行了意见反馈订正；博士研究生邱荣英、谷红玲及硕士研究生代江坤、陈君诚、秦文娟、殷党跃、高宇等参与了部分资料收集和文字校对工作。

在编写过程中，获得了陕西理工学院、西北农林科技大学教务处和理学院的大力支持，以及高等教育出版社郭新华、周岳峰等的支持；高锦明教授、朱玮教授、杜振亭教授、张涛副教授等对本书的编写提出了许多宝贵建议和意见；本书经中国科学院上海药物研究所岳建民研究员通读和审核，提出修改意见，并撰写序言，在此一并表示衷心的感谢。

限于编者水平，书中不足和错误之处恳请读者批评指正。

编写组

2015年6月于陕西杨凌

目录

第 1 章 天然产物化学实验操作与实验安全防护	1
1.1 做好天然产物化学实验的意义	1
1.2 实验安全与防护知识	4
进一步阅读的文献	6
第 2 章 常规提取与分离纯化技术简介	7
2.1 有效成分常规提取方法	7
2.2 有效成分的分离纯化技术与方法	9
进一步阅读的文献	17
第 3 章 现代提取技术	18
概述	18
3.1 超声促提技术	18
3.2 微波辐射诱导促提技术	22
3.3 超临界流体萃取技术	23
3.4 吸附技术	24
3.5 红外辅助萃取技术	29
进一步阅读的文献	31
第 4 章 现代分离分析技术	32
概述	32
4.1 生物分析样品制备和前处理技术	32
4.2 气相色谱	39
4.3 高效液相色谱技术	44
4.4 制备色谱技术进展	51
4.5 毛细管电泳色谱技术	56
4.6 膜分离与超滤技术	64
4.7 双水相萃取技术	71
4.8 泡沫分离技术	72
4.9 分子蒸馏技术	76
4.10 气-质联用仪	81

4.11 液-质联用仪	88
4.12 分离分析方法和处理条件对有效成分结构的影响	94
进一步阅读的文献	95
第5章 天然产物结构鉴定技术	99
概述	99
5.1 紫外-可见吸收光谱	101
5.2 红外光谱	104
5.3 质谱	111
5.4 核磁共振	118
5.5 单晶 X 射线衍射技术	126
5.6 圆二色谱	130
进一步阅读的文献	136
第6章 有效成分的分离纯化与鉴定	137
概述	137
实验 6.1 植物体中化学成分的单项预试与系统预试	138
实验 6.2 药用植物成分的定性鉴定法	146
实验 6.3 薄层色谱与纸色谱检测有效成分	151
实验 6.4 柱色谱分离纯化植物材料中有效成分	157
实验 6.5 八角茴香油的提取与鉴定	161
实验 6.6 丁香油的提取与鉴定	164
实验 6.7 盐酸小檗碱的提取分离与鉴定	167
实验 6.8 芦丁的提取、纯化与鉴定	171
实验 6.9 黄芩苷的提取与鉴定	174
实验 6.10 从芝麻油中分离芝麻素和芝麻林脂素	179
实验 6.11 神经酸的分子蒸馏提取与纯化	182
实验 6.12 穿心莲内酯与新苷的提取分离	185
实验 6.13 薯蓣中薯蓣皂苷元的提取、精制和检识	190
实验 6.14 人参总皂苷的提取与精制	194
实验 6.15 芜菁中斑蝥素的提取分离与鉴定	198
实验 6.16 虎杖中大黄素的提取与鉴定	200
实验 6.17 β -胡萝卜素和番茄红素的提取分离与测定	203
实验 6.18 果胶的提取与精制	207
实验 6.19 大枣多糖的分离纯化	212
进一步阅读的文献	216

第7章 天然活性成分的定量分析	220
概述	220
实验 7.1 元胡中生物碱成分的定量分析	221
实验 7.2 银杏叶总黄酮定量测定	222
实验 7.3 葛根中9种黄酮高效液相色谱分析检测	225
实验 7.4 甘草酸的分离纯化与定量测定	229
实验 7.5 雷公藤中雷公藤内酯成分的含量测定	232
实验 7.6 植物中糖类的分离鉴定与定量测定	234
实验 7.7 原花青素的含量测定	238
进一步阅读的文献	243
第8章 综合实验	246
综合实验 8.1 丹参醌类和丹参素类提取纯化与定量分析	246
综合实验 8.2 绿原酸的分离纯化及定量分析	259
综合实验 8.3 柑橘类果品中天然产物的提取与综合利用	271
综合实验 8.4 苦皮藤素母体分离与衍生物合成	282
第9章 设计型实验	289
实验 9.1 葛根素的提取分离与检测	289
实验 9.2 天麻素的提取分离与检测	290
实验 9.3 天然色素的提取与检测	292
实验 9.4 斑蝥素的提取与结构修饰	293
实验 9.5 蜡梅生物碱的分离与生物活性	294
实验 9.6 昆虫信息素的提取与结构鉴定	296
实验 9.7 荞麦皮中抗氧化活性成分的分离	298
第10章 天然产物实验综合习题	300
综合习题一	300
综合习题二	309
综合习题一参考答案	315
综合习题二参考答案	321
附录1 常用检出试剂、显色剂及配制方法	324
附录2 常见有机溶剂体系介电常数表	328
附录3 天然产物化学数据库	332
附录4 天然产物化学常用文献	333

天然产物化学实验操作与实验安全防护

1.1 做好天然产物化学实验的意义

天然产物化学是一门运用现代物理学、现代化学和现代生物学的理论与方法来研究天然来源（动物、植物、微生物）物质中化学成分的学科，其主要研究对象是生物体内的次生物质，如生物碱类、苷类、萜类等。它是与植物化学、天然药物化学、中草药化学、植物生物化学等学科关系非常紧密且相互交叉的一个分支学科，主要涉及生物体合成和累积的大量次生物质，研究这些化学成分的组成和化学结构特征、生物合成过程、在体内的周转与代谢、天然分布规律及其生物功能等。目前，天然产物化学涵盖天然产物成分化学、天然产物分析化学、天然产物资源化学、天然产物合成化学和天然产物应用化学等内容。

生物体化学组成成分极其复杂，化合物种类很多，包括初生物质和次生物质，如糖类、核酸、油脂、蛋白质、挥发油、色素、有机酸、鞣质、植物胶、生物碱、甾体、黄酮、苷类等多种成分，且含量变化较大。具有明显生物活性或有药理作用的常称为有效成分，其中有些是初生物质，有些是次生物质。例如，植物体中产生的对其他生物有毒害作用的化学物质称为有毒成分，又称为植物毒素。从积极意义方面来考虑，很多植物毒素的毒性作用往往与药理作用相关联，即小剂量有治疗作用，大剂量则导致中毒。另外，天然产物的有效与无效并不是一成不变的、绝对的。随着新方法、新技术、新设备的广泛运用，很多有效成分结构陆续被阐明，一些原来的无效成分，因发现了其新的生物活性而被视为有效成分。有效成分的概念已逐渐延伸到已知的生物体化学成分的各个类别领域中。如某些脂肪、蛋白质、多糖组分因具有抗癌活性而被认为是有效成分；鞣质在中草药中普遍存在，一般对治疗疾病不起主导作用，被视为无效成分，但在五倍子、虎杖、地榆中因其含量较高并有一定生物活性而成为有效成分。

天然产物化学所涉及的知识面较广，因此学习天然产物化学不可能按照认识的漫长过程，对每个化合物的结构特征、性质及提取分离、检测过程都一一尝试，而只要求学习各类典型化合物的结构特征和性质，按结构骨架和官能团的典型特征分门别类地去认识。学习书本知识缩短了认识事物的过程，使我们在较短时间内对天然产物化学所涉及的各类化合物和基本研究方法有一些了解。但这种基本知识的学习缺乏感性认识，即对符号和推理有较深的印象，而对具体化合物则知之甚少。

要增强感性认识，加深实际体验有两种途径：一种是进实验室做实验，研究次生物质，提高科学思维能力和动手能力；另一种是在生产和实践过程中认知天然产物化学的丰富内容，尤其是现代社会生活离不开能源、材料、药品等物质，且丰富的生物资源又给人们提供了物质生活基础。对每个人来说学习方法不尽相同，有的人善于记忆化合物的结构和性质，有的人习惯于理解规律。实际上记忆和理解都不可缺少，在记忆的基础上理解，在理解的基础上加深记忆。为了记忆必须注重多方面事实，为了理解规律必须多读书，多问几个为什么，以此培养自己的科学思维能力。实验不仅是印证书本知识，更重要的是让我们在提出问题的过程中解决问题并发现新的问题，从而培养科学的求知习惯，有助于以后解决更复杂的科学问题和实际问题，并因此有所创新。许多科学家就是在研究前人未能解决的问题的过程中有重大的发现和创造。

要做好天然产物化学实验，必须注意做到以下几个方面的工作。

1.1.1 明确实验的目的和意义

对于实验技术类课程来说，如果没有目的，不带着问题去做，就不会产生任何兴趣，也无法做好实验，根本无从谈起培养各方面的技能，更与创新无缘。化学是一门以实验为基础的学科，许多化学的理论与规律都来自实验结果，这些理论与规律也需要实验的检验。

通过做天然产物化学实验，我们要达到以下四个方面的目的：一是通过观察实验中定性反应的现象获得对生物体中化学成分的感性认识，为有效成分的成功提取分离打好基础；二是通过大量具体实验操作，掌握各类重要化合物的提取、分离、鉴定、检测的技术和方法；三是在培养观察力和动手操作能力的过程中，培养和提高学生独立思考和独立工作的能力，并通过准确地观察记录实验现象、正确处理分析实验数据并表述实验结果，培养学生对科学信息的分析归纳能力和表达能力，为科学研究创新能力的培养打下基础；四是通过具体实验操作，掌握实验室工作的有关知识，提高自身安全防护意

识,培养事故应急处理能力。

1.1.2 积极参与整个实验过程

要达到上述目的,需要积极参与整个实验过程,包括实验预习、实验操作、数据记录与处理、实验室卫生维护、实验报告撰写等。

(1) 实验预习

实验课要求学生既要动手做实验,又要动脑思考问题,因此实验前必须做好预习。预习时应做到:认真阅读实验教材、有关教科书和参考资料,查阅有关数据;明确实验目的和基本原理;了解实验内容、实验步骤和实验过程中应注意的问题;熟悉安全注意事项;在此基础上写出实验预习笔记,内容包括实验题目、实验操作简要步骤、应记录的数据、实验注意事项等。实验前对实验各个过程和操作心中有数,对所涉及的基本知识需要掌握,才能使实验顺利进行,达到预期的效果。

(2) 实验操作与数据记录处理

学生在教师指导下独立地进行实验操作是实验课教学的核心环节,应按实验指导中所提示的步骤、方法、操作程序进行。实验操作要准确到位。若根据实际条件改用新的实验方案,应经教师批准后方可进行。整个实验操作要求做到下列4点:

- ① 严格按实验方法,准确操作,细心观察现象。
- ② 对定量实验操作,取用试剂、加样等要准确,操作手法规范到位。
- ③ 实验过程中应勤动手勤思考,仔细分析问题,力争自己解决问题,但遇到疑难问题难以解决时,可寻求教师帮助。
- ④ 尊重实验事实,及时如实详细记录实验现象和测定的数据。如果发现实验现象和理论不符合,或实验数据反常,应认真分析查找相关原因,也可以做对照实验、空白实验或自行设计实验来核对,必要时应重做验证,从中得到有益的结论。实验操作结束后,进一步对数据统计分析或正确计算处理,以得出合理结论。

(3) 实验室安全与卫生维护

在实验过程中,严格遵守实验室工作规则,人身安全第一。保持实验台面整洁;废纸、火柴梗和碎玻璃等废弃物应倒入垃圾箱内;酸性废液应倒入废液缸内,切勿倒入水槽,以防堵塞或锈蚀下水管道;碱性废液倒入水池并用水冲洗;公用仪器用完后应洗净放回原处。

(4) 撰写实验报告

撰写实验报告是对所做实验和相关知识进行归纳和提高的过程,也为以

后科研论文的撰写打下基础。实验报告的内容一般应包括实验目的、原理、装置图、实验内容与步骤、实验现象与数据处理、结果(结论)、注意事项、讨论与建议、思考题解答等栏目。实验报告的撰写应简明扼要,文字简洁,表达准确无误。其中讨论部分对于学生总结实验结果、激发学习兴趣、提高自身认识具有促进作用。这是一个明理、探索、求真的过程,因而在实验教学中常用。尤其是对实验过程中发现的异常现象或结果处理时出现的异常结论,也应在实验报告中以书面的形式展开讨论,以求提高。为方便学生进一步明确实验原理、操作要点、注意事项和加深对实验现象及结果的理解,在实验前后指导教师一般有各种形式的讨论,以加强实验教学的效果。

1.2 实验安全与防护知识

在实验中按规程正确操作和使用实验室仪器设备,爱护公共财物。保持肃静,注意节约水、电和煤气,保持实验台面的干净整洁,物品摆放有序,有水渍污物及时擦净。实验柜内仪器应存放有序,清洁整齐。保持整个实验室的整洁和安全。实验结束后关好水、电和煤气等。

植物化学实验中所使用的化学药品,多数是易燃、易爆、有腐蚀性和有毒的物品。因此,熟悉一般的安全知识,重视安全规范操作是非常重要的。实验时,要严格遵守关于水、电、煤气和各种仪器、药品的使用规定。

(1) 人身安全第一

注意安全不仅仅是个人的事情,发生了事故不仅损害个人的健康,还要危及周围他人的生命安全,并使国家的财产受到损失,影响工作的正常进行。因此思想上不能麻痹大意,而应高度重视安全,而且在实验前应了解仪器的性能和药品的性质以及本实验中的安全事项。在实验过程中,应集中注意力,并严格遵守实验安全守则,以防意外事故的发生。有时个别同学出于好奇心,随意混合各种化学药品,极易造成事故,这是绝对禁止的。

(2) 学会一般救护措施

出现意外事故时应保持镇静,不要惊慌失措,及时采取应急措施,越早越好;若有烧伤、烫伤、割伤时应立即报告教师,并及时进行适当地急救处理。

为了对意外事故进行紧急处理,实验室配备有急救药箱,常备药品如下:

- ① 红药水;碘酒(3%);烫伤膏;甘油;消炎粉等。
- ② 碳酸氢钠溶液(饱和);饱和硼酸溶液;醋酸溶液(2%);氨水

(5%) 等。

实验室紧急事故的处理方法如下：

① 玻璃创伤 伤处不能用手抚摸，也不能用水洗涤，应先把碎玻璃从伤处挑出。轻伤可涂红汞（或碘酒），必要时撒些消炎粉或敷些消炎膏，用绷带包扎。

② 烫伤 不要用冷水洗涤伤处。伤处皮肤未破时可涂擦饱和 NaHCO_3 溶液或用 NaHCO_3 调成糊状敷于伤处，也可抹些獾油或烫伤膏；如果伤处皮肤已破，可涂些紫药水或 10% KMnO_4 溶液。

③ 酸腐蚀致伤 先用大量水冲洗，再用饱和 NaHCO_3 溶液（或稀氨水、肥皂水）轻轻清洗，最后再用水冲洗。如果酸溅入眼内，用大量水冲洗后，送医院诊治。

④ 碱腐蚀致伤 先用大量水冲洗，再用 2% 醋酸溶液或饱和硼酸溶液冲洗。如果碱溅入眼中，应立即用硼酸溶液冲洗。

⑤ 吸入刺激性或有毒气体 吸入氯气、氯化氢气体时，可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气来解毒。吸入硫化氢或一氧化碳气体而感到不适时，应立即到室外呼吸新鲜空气。应注意氯、溴中毒后不可进行人工呼吸。

⑥ 毒物进入口内 把 5 ~ 10 mL 稀硫酸铜溶液加入一杯温水中，内服后，用手指伸入咽喉部，促使呕吐，吐出毒物，然后立即送医院诊治。

⑦ 触电 首先切断电源，然后在必要时进行人工呼吸。

⑧ 起火 起火后，要立即边灭火，边防止火势蔓延（如采取切断电源，移走易燃药品等措施）。灭火的方法要针对起因选用合适的方法。一般的小火可用湿布、石棉布或沙子覆盖燃烧物，即可灭火。火势大时可使用泡沫灭火器。但电器设备所引起的火灾，只能使用二氧化碳或四氯化碳灭火器灭火，不能使用泡沫灭火器，以免触电。实验服着火时，切勿惊慌乱跑，应赶快脱下外衣，用脚踩灭，或用石棉布覆盖着火处。如火势较大，并且有相当多的易燃易爆物品在附近时，应及时将着火基本情况（地点、火灾性质、潜在危险、来往路线等）准确地报告消防部门。

另外，实验室常用的灭火器及其适用范围见表 1-1。

表 1-1 实验室常用的灭火器及其适用范围

灭火器类型	药液成分	适用范围
干粉灭火器	碳酸氢钠等盐类物质与适量的润滑剂和防潮剂	扑救油类、可燃性气体、电气设备、精密仪器、图书文件以及遇水易燃物品的初起火灾

续表

灭火器类型	药液成分	适用范围
酸碱式	H_2SO_4 和 NaHCO_3	非油类和电气失火的一般初起火灾
泡沫灭火器	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 NaCO_3	适于油类起火
CO_2 灭火器	液态 CO_2	适于扑灭电器设备、小范围油类及忌水的化学品失火

(3) 掌握一些实验废弃物的基本处理方法。

对于实验过程中产生的废弃物，要掌握一些基本的处理方法，以保持实验室环境与自然环境不受污染。实验中经常会产生某些有毒的气体、液体和固体，需要预处理后及时排弃。如不经处理直接排出就可能污染周围空气和水源，污染环境，损害人体健康。因此对废液、废气和废渣要经过一定的处理后，才能排放。

进一步阅读的文献

- [1] 国家安全生产监督管理局. 危险化学品名录汇编. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [2] 公安部消防局和国家安全生产监督管理局化学品登记中心. 危险化学品应急处置速查手册. 北京: 中国人事出版社, 2004.
- [3] 王德学. 危险化学品安全管理条例释义. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [4] 李庆文. 对学校当前实验室建设中安全问题的思考. 中国现代教育装备, 2005 (02): 43-45.
- [5] 徐静年. 论高校实验室的安全管理. 中国现代教育装备, 2005 (05): 36-38.
- [6] 编辑委员会. 危险化学品安全管理与事故应急(预案)救援编制手册. 长春: 吉林电子出版社, 2004.
- [7] 刘海成, 李奉翠. 化学实验室的危险化学品安全管理. 安全、健康和环境, 2004 (09): 32-33.
- [8] 关键, 敖铭翰. 化学实验室消防安全分析. 齐齐哈尔大学学报, 2004 (03): 94.
- [9] 汪涛. 化学实验中的安全知识教育. 中国现代教育装备, 2003 (05): 54-55.

常规提取与分离纯化技术简介

2.1 有效成分常规提取方法

2.1.1 溶剂提取法

溶剂提取法是最常用的提取方法，即选用对所需成分溶解度大而对其他成分溶解度小的溶剂将所需的成分从植物组织内溶解出来。溶剂的选择要注意三点：

① 溶剂的选择性较好，一般来说，溶剂对所需成分溶解度越大，对杂质溶解度就越小；

② 与植物中化学成分不起化学反应；

③ 溶剂要经济易得，可回收，使用安全，不污染环境。

(1) 常用提取溶剂

常用提取溶剂有三类：

① 水 水是一种强极性溶剂。植物材料中的无机盐、糖类（相对分子质量不太大的）、鞣质、氨基酸、蛋白质、有机酸盐、生物碱盐及苷类等均可被水溶出。酸性水有利于提取生物碱，碱性水有利于溶出有机酸、黄酮、蒽醌、内酯、酚类等成分，其缺点有：水提取法易酶解苷类成分，水提液若不及时处理易霉变；因果胶及黏液质、淀粉类物质的存在使水提液难以过滤；次生物质有许多为亲脂性成分，在水中溶解度不大，不易提取完全；杂质较多；不易浓缩，常在浓缩至一定阶段时有大量泡沫产生，致使浓缩难度增大。

② 亲水性有机溶剂 如乙醇、甲醇、丙酮等能与水混溶的有机溶剂。以乙醇最为常用，溶解性能好，对植物细胞的穿透能力较强。亲水性的成分除蛋白质、黏液、果胶、淀粉和部分多糖外，大多能在乙醇中溶解。难溶于水的亲脂性成分，在乙醇中的溶解度也较大。与水相比，乙醇具有以下优点：