



hongyao Ji Tianran Chanwu
Tiqu Zhibei Guanjian Jishu

中药及天然产物 提取制备关键技术

主编◎赵余庆

中国医药科技出版社

中药及天然产物 提取制备关键技术

主 编 赵余庆

中国医药科技出版社

内 容 提 要

本书在收集整理近年来中药及天然药物有效成分提取、分离和工业化生产的国内外文献、专利、研究报告等资料的基础上,总结了在中药及天然产物提取制造领域应用多、发展前景广阔的17种高新技术,并分17章分别介绍了每种技术的概念与特点、现状与应用前景和技术原理及多个应用实例,体现了这些新技术的优势、特点、工艺参数和应用范围。

本书实用性、指导性强,可供中药及天然产物研究开发人员,医药、保健食品生产企业的专业技术人员,中药学、天然药物化学等相关专业的高校教师及研究生使用。

图书在版编目(CIP)数据

中药及天然产物提取制备关键技术/赵余庆主编. —北京:中国医药科技出版社, 2012. 1

ISBN 978 - 7 - 5067 - 5317 - 3

I. ①中… II. ①赵… III. ①中药化学成分 - 提取 ②植物药 - 提取
IV. ①R284. 2 ②TQ460. 6

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第250677号

美术编辑 陈君杞

版式设计 郭小平

出版 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](http://www.cmstp.com)

规格 787 × 1092mm¹/₁₆

印张 26¹/₂

字数 478千字

版次 2012年1月第1版

印次 2012年1月第1次印刷

印刷 北京高岭印刷有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978 - 7 - 5067 - 5317 - 3

定价 55.00元

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

《中药及天然产物提取制备关键技术》

编委会

主 编 赵余庆

副主编 李 宁 曹家庆

编写人员 (以姓氏笔画为序)

王 丹	王 芳	王夏青	尹 湑
史彩虹	刘 娜	刘振洋	刘 瑜
孙 艳	李 伟	李 巍	时圣明
张柏瑀	张贵明	胡晗绯	郭玉梅

前 言

随着人类健康理念的转变，现代医疗模式已经转变为预防、保健、治疗和康复相结合的模式，这与我们的传统医学理念相吻合。因此，中药和天然药物中的有效成分成为世界新药研究领域的热点。

中药产业是我国的传统民族产业，又是当今快速发展的新兴产业，也是国际医药，特别是天然药物、植物药产业的有机组成部分。现代中药是以中医药学理论为基础，发挥中医药的优势和特色，利用现代科学技术研究、生产的“安全、高效、稳定、可控”的中药新原料、新制剂。

近年来中药和天然药物的研究和生产领域已经涌现出了多种新技术、新工艺，如新兴的闪式提取技术、膜分离技术、超微粉碎技术和日趋成熟的超临界萃取和色谱技术、生物转化技术等，这些新技术的出现和应用极大地加速了中药现代化的进程。无论是中药或天然药物的相关生产企业在进行新建、改建、扩建，还是进行改造、认证过程中都亟须全面了解各种制药工程所需的产业化关键技术等信息。如何能让更多的国内外实验室新技术尽快地应用到中药和天然药物工业化大生产中，优化工艺、节约成本、提高产品质量和国际竞争力，是我们中药和天然药物研究者共同的目标。

在这种形势下，我们组织沈阳药科大学、辽宁中医药大学、延边大学的专家、教师们编写了《中药及天然产物提取制备关键技术》一书。本书是根据编者多年从事中药、天然药物有效成分提取分离的科研工作的实践，收集大量近年来有关中药及天然药物有效成分提取、分离和工业化生产的国内外文献、专利、研究报告等资料编写而成。总结了目前在中药及天然产物提取制造领域应用较多、发展前景广阔的高新技术，分别简要介绍了这些新技术的概念与特点、现状与应用前景和技术原理，详细讲解了这些技术在中药及天然产物提取制造过程中的应用。通过多个应用实例，体现了这些新兴技术的优势、特点、工艺参数和应用范围。本书内容按照新技术类型的不同分为 17 章，分别是：第一章闪式提取技术；第二章超临界萃取技术；第三章超声波提取技术；第四章半仿生提取技术；第五章双水相

萃取技术；第六章微波提取技术；第七章酶技术；第八章大孔吸附树脂技术；第九章膜分离技术；第十章生物转化技术；第十一章吸附澄清技术；第十二章分子蒸馏技术；第十三章高速逆流色谱技术；第十四章组织与细胞培养技术；第十五章冷冻干燥与喷雾干燥技术；第十六章超微粉碎技术；第十七章纳米技术。

《中药及天然产物提取制备关键技术》一书可供从事中药和天然产物研究、开发与生产的科研人员，医药、食品生产企业的专业技术人员，中药学、制药学、天然药物化学、食品、药学等相关专业的高校教师，高年级本科生，研究生阅读和参考。我们希望这本书能为中药、天然药物研究人员提供新的启示，加快中药现代化的研究步伐。

本书在编写过程中引用了大量的参考资料，我们力争准确、恰当地引用近年来新的研究专著和文献，在此对所有参考书目及引用论文的作者表示衷心感谢。但由于编写时间紧促，加之编者水平和资料占用程度的局限，书中不当之处在所难免。欢迎广大读者提出宝贵意见。

编者

2012年1月

目 录

第一章 闪式提取技术	1
第一节 闪式提取技术概述	1
一、概念与特点	1
二、现状与应用前景	1
第二节 闪式提取技术原理	2
第三节 闪式提取技术在中药及天然产物提取制备中的应用	4
第二章 超临界萃取技术	9
第一节 超临界萃取技术概述	9
一、概念与特点	9
二、现状与应用前景	10
第二节 超临界萃取技术原理	11
第三节 超临界萃取技术在中药及天然产物提取制备中的应用	12
一、超临界萃取技术在苷类提取中的应用	12
二、超临界萃取技术在香豆素类化合物提取中的应用	13
三、超临界萃取技术在挥发油提取中的应用	17
四、超临界萃取技术在黄酮类化合物提取中的应用	34
五、超临界萃取技术在生物碱提取中的应用	38
六、超临界萃取技术在其他类化合物提取中的应用	39
第三章 超声波提取技术	54
第一节 超声波提取技术概述	54
一、概念与特点	54
二、现状与应用前景	54
第二节 超声波提取技术原理	55
第三节 超声波提取技术在中药及天然产物提取制备中的应用	57
一、超声波提取技术在苷类提取中的应用	57
二、超声波提取技术在生物碱提取中的应用	60

三、超声波提取技术在黄酮提取中的应用	64
四、超声波提取技术在其他成分提取中的应用	68
第四章 半仿生提取技术	78
第一节 半仿生提取技术概述	78
一、概念与特点	78
二、现状与应用前景	78
第二节 半仿生提取技术原理	79
第三节 半仿生提取技术在中药及天然产物提取制备中的应用	81
一、半仿生提取技术在苷类提取中的应用	81
二、半仿生提取技术在黄酮类提取中的应用	82
三、半仿生提取技术在生物碱类提取中的应用	86
四、半仿生提取技术在中药及其复方中的应用	88
第五章 双水相萃取技术	99
第一节 双水相萃取技术概述	99
一、概念与特点	99
二、现状与应用前景	100
第二节 双水相萃取技术原理	101
第三节 双水相萃取技术在中药及天然产物提取制备中的应用	103
第六章 微波提取技术	113
第一节 微波提取技术概述	113
一、概念与特点	113
二、现状与应用前景	114
第二节 微波提取技术原理	114
第三节 微波提取技术在中药及天然产物提取制备中的应用	117
一、微波提取技术在苷类提取中的应用	117
二、微波提取技术在黄酮类提取中的应用	120
三、微波提取技术在挥发油提取中的应用	128
四、微波提取技术在其他成分提取中的应用	129
第七章 酶技术	138
第一节 酶技术概述	138
一、概念与特点	138
二、现状与应用前景	138

第二节 酶技术原理	139
第三节 酶技术在中药及天然产物提取制造中的应用	142
一、酶技术在苷类提取中的应用	142
二、酶技术在生物碱提取中的应用	148
三、酶技术在黄酮提取中的应用	152
四、酶技术在香豆素提取中的应用	154
五、酶技术在多糖提取中的应用	155
第八章 大孔吸附树脂技术	163
第一节 大孔吸附树脂技术概述	163
一、概念与特点	163
二、现状与应用前景	163
第二节 大孔吸附树脂原理	164
第三节 大孔吸附树脂技术在中药及天然产物提取制备中的应用	168
一、大孔吸附树脂技术在苷类提取中的应用	168
二、大孔吸附树脂技术在生物碱提取中的应用	182
三、大孔吸附树脂技术在食用色素成分提取上的应用	187
四、大孔吸附树脂在其他成分提取中的应用	191
第九章 膜分离技术	199
第一节 膜分离技术概述	199
一、概念与特点	199
二、现状与应用前景	199
第二节 膜分离技术原理	200
第三节 膜分离技术在中药及天然产物提取制备中的应用	202
一、微滤技术的应用	202
二、超滤技术的应用	208
三、纳滤技术的应用和反渗透技术的应用	212
第十章 生物转化技术	214
第一节 生物转化技术概述	214
一、概念与特点	214
二、现状与应用前景	214
第二节 生物转化技术原理	215
第三节 生物转化技术在中药及天然产物提取制备中的应用	216

一、生物转化技术在苷类转化中的应用	216
二、生物转化技术在其他化合物转化中的应用	226
第十一章 吸附澄清技术	232
第一节 吸附澄清技术概述	232
一、概念与特点	232
二、现状与应用前景	232
第二节 吸附澄清技术原理	233
第三节 吸附澄清技术在中药及天然产物提取制备中的应用	234
第十二章 分子蒸馏技术	242
第一节 分子蒸馏技术概述	242
一、概念与特点	242
二、现状与应用前景	242
第二节 分子蒸馏技术原理	243
第三节 分子蒸馏技术在中药及天然产物提取制备中的应用	245
一、分子蒸馏技术在中药有效成分分离中的应用	245
二、分子蒸馏技术在天然产物纯化与制备中的应用	253
第十三章 高速逆流色谱技术	262
第一节 高速逆流色谱技术概述	262
一、概念与特点	262
二、现状与应用前景	262
第二节 高速逆流色谱技术原理	263
第三节 高速逆流色谱技术在中药及天然产物提取制备中的应用	264
第十四章 组织与细胞培养技术	273
第一节 组织与细胞培养技术概述	273
一、概念与特点	273
二、现状与应用前景	273
第二节 组织与细胞培养技术原理	276
第三节 组织与细胞培养技术在中药及天然产物提取制备中的应用	280
第十五章 冷冻干燥与喷雾干燥技术	324
第一节 干燥技术概述	324
一、概念与特点	324
二、干燥原理	324

第二节 冷冻干燥技术概述	326
一、概念与特点	326
二、冷冻干燥原理	326
三、冷冻干燥技术在中药及天然产物提取制备中的应用	327
第三节 喷雾干燥技术概述	331
一、概念与特点	331
二、现状与应用前景	332
三、喷雾器的类型和原理	332
四、喷雾干燥技术在中药及天然产物提取制备中的应用	333
第十六章 超微粉碎技术	343
第一节 超微粉碎技术概述	343
一、概念与特点	343
二、现状与应用前景	343
第二节 超微粉碎机原理	346
一、超音速气流粉碎机	347
二、新型气流式超微粉碎机	348
三、离心流动型超微粉碎机	349
四、连续干式超微粉碎机	350
五、冲击式超微粉碎机	351
第三节 超微粉碎技术在中药及天然产物提取制备中的应用	352
一、细胞级微粉中药及细胞微粉技术的应用	352
二、超微粉碎技术在提高原生药材药效学方面的应用	356
第十七章 纳米技术	371
第一节 纳米技术概述	371
一、概念与特点	371
二、现状与应用前景	372
第二节 纳米技术原理	373
第三节 纳米技术在中药及天然产物提取制备中的应用	374
一、纳米药物的发展概述	374
二、纳米中药的概念及功能特点	374
三、纳米中药的制备	375
四、纳米技术在中药方面的应用	376

第一章

闪式提取技术

第一节 闪式提取技术概述

一、概念与特点

闪式提取技术是一种用于植物软、硬材料快速提取的新型提取技术。由于完成一次提取一般在 30s 左右，其速度与传统方法相比迅速，因此被称之为闪式提取。依靠机械剪切力和超动分子渗滤技术，在室温及溶剂存在下数秒钟内将植物的根、茎、叶、花、果实等物料破碎至细微颗粒，并使有效成分迅速达到组织内外平衡，再通过过滤达到提取的目的。闪式提取技术能够最大限度地保护植物有效成分避免受热破坏，其溶剂用量小，提取时间短，效率高，且刀具耐磨，结构紧凑，使用安全可靠。

二、现状与应用前景

组织破碎提取法作为中草药化学及相关学科中的一种科学的提取方法于 1993 年首度提出，当时是利用日本冈山大学奥田拓男教授所赠送的日本三菱 JM - E31 型混合器完成的。由于该仪器是专用于鲜果软组织打碎混合的目的，所用材料也不耐有机溶剂，所以当时只能对植物叶类、部分鲜果、鲜根及非韧性全草进行提取。为了扩大该仪器的应用范围，人们开始对它的提取工艺和设备进行改良。我国自主研制出了首台能用于硬组织破碎提取的样机并用于实践。经过多年的研究，我国又相继试制数台陆续被国内部分学校及研究机构所采用的闪式提取器。闪式提取器的问世使近十余年来对诃子、柳兰、鬼灯檠、千屈菜、桃金娘等中草药中单宁、多元酚类化合物的研究从不可能的变成可能。实践不仅充分验证了这一方法在中草药单宁与多元酚类化合物研究方面的优越性，同时还展示出在其他类化合物方面的潜在优势以及与其他方法相比所显示出的无

可比拟的特性。

闪式提取技术的广泛应用将使中草药化学成分的提取技术产生飞跃性发展，大大加速中药现代化的进程，填补国内外在此方面的空白，引领中药与天然产物的研究和生产从传统走向现代化和国际化。

第二节 闪式提取技术原理

对于 100g 的中等脆性的中草药根、茎等饮片的细碎，若在普通研钵或碾槽中，手动需反复研磨 15000 遍，以每秒 2 次计算，可能要花费 2h 以上，但如果采用闪式提取技术要达到相同目的提取时间仅需不足 1min。这是由于闪式提取器内刃的转速为 15000 ~ 30000r/min，可以完成快速破碎。

在内刃高速转动并与外刃间发生切割作用过程中，会在内刃中心形成强力涡流，并带动已粉碎的物料内外翻动，从而产生剧烈搅拌作用，使整个体系处于快速的浓度变化中。物料中被提取的物质分子随着破碎颗粒的变小而暴露于溶剂环境中并迅速转移至溶剂中，提取溶剂与物料颗粒间化学成分分布随着破碎的进行在平衡与不平衡之间快速交替进行，最终达到彻底粉碎、完全平衡的提取。

在提取过程中，整个体系处于一个高速动态体系中，内外刃之间不仅发生了对物料的剪切作用，同时借助内刃旋转、外刃固定而产生一种涡流负压，在这种负压的作用下，在外刃窗口的内外发生分子渗透现象，已通过剪碎而充分暴露的物质分子（被提取成分）在负压的作用下，被溶剂分子包围、解离、替代，最后脱离药材进入溶剂中，从而达到提取的目的。

超声波对浸渍法的加速作用早已被公认，振动对植物组织间结构的破坏作用及对改变一种分散体系的作用不言而喻。闪式提取器在高速旋转中能够产生相当于超声波 1/60 的振动，在这种振动作用下，无疑对达到化学成分在被破碎物料颗粒内外的溶解平衡起到强力的促进作用。

闪式提取技术因其特点对于中药、天然产物及其他物质的提取具有以下明显优势。

- (1) 快速高效 闪式提取器能够在 30s 内完成对容器内物料的彻底提取。
- (2) 常温提取 闪式提取器能够在常温下工作，避免了有效成分因受热而遭到破坏。必要时可采用定制的加热容器，或使用预热的溶剂。
- (3) 适用于各种材料 可用于各种植物的根、茎、叶、花、果实、种子（细小的种子除外）等，一般在预粉碎至普通中药饮片大小。此外，新鲜材料、坚硬材料、韧性材料等均可采用闪式提取技术。
- (4) 可用于各种成分的提取 根据成分的性质不同，选用不同溶剂，如提取糖类、蛋白质、多肽、氨基酸等可用水作溶剂；提取黄酮等各种苷类成分可用不同浓度的乙醇；提取单宁及多元酚类成分可选用不同浓度丙酮进行。

(5) 适于多数溶剂 常采用水、乙醇、甲醇、丙酮等作为溶剂，一般以既能提取出所需成分，又适于后期过滤为宜。对于乙醚、乙酸乙酯等易燃有机溶剂，一般不宜选用，必要时严格按易燃有机溶剂的使用注意事项在通风、安全的地方进行。提取生物碱需用酸水时，应先用蒸馏水破碎提取，然后再加入适量酸调至所需酸度，搅拌过滤即可，以免对刀头产生腐蚀作用。

(6) 节能减耗 不同型号配置不同功率的电机，以电机额定功率为 840W 的型号的闪式提取器为例，完成一次提取过程仅耗电 0.014 度 (1min)，与同功率回流提取法 2h 耗电 1.68 度相比，耗能仅为其 1/120，从而极显著降低了研究和生产的成本。

(7) 操作方便 单人即可操作。闪式提取器是单人按键式操作，不仅避免了回流提取中在烧瓶内装满药渣的苦恼，也避免了煎煮法中热源控制及长时间看守的不便。

(8) 清洗简单 闪式提取器操作完成后，在干净的容器中装入水或其他溶剂，浸没刀片，开机 5~10s 即可将刀片、内轴、外轴清洗干净。

(9) 有利环保 与先粉碎后提取相比，避免了空气粉尘的污染；与回流提取法相比，避免了掏取药渣时有机溶剂对人体造成的伤害，及处理药渣内残留大量溶剂时的困难。用闪式提取器只需抽滤即可将大部分残留有机溶剂除去，少量残余可通过抽滤出提取液后用适量水抽洗即可。

(10) 安全可靠 闪式提取器的设备设计科学、合理，一般采用坚固的不锈钢结构，电器部分不接触溶剂，不会漏电；刀片转速依靠调速器手动控制，可随时根据情况需要调速或停机；刀片在固定不动的外轴腔内转动，非常安全。

闪式提取技术与其他提取方法的比较见表 1-1。

表 1-1 闪式提取与其他提取方法的比较

提取方法	主要优点	主要缺点
煎煮法	经济、安全、易行	选择性差、成分易破坏、后处理困难
回流法	选择性好、收率较高	样品受热时间长、效率低、成分易破坏
浸渍法	简易、投资小、安全	效率低、耗时长、易变质
蒸馏法	选择性强、处理方便	适用范围窄、需专用设备
渗漉法	室温、简易、节能	费时、有污染
连续回流法	省溶剂、效率高	需有机溶剂、受热时间长、规模小、成分易破坏
超临界萃取技术	近室温、安全、收率高	设备复杂、投资大、规模小
超声提取技术	近室温、安全、收率高	投资大、规模小、较耗时
微波萃取技术	快速、易行	规模小、成分易变化
闪式提取法	室温、快速、安全、节能、高效、不破坏成分、规模可调、宜各种溶剂	

第三节 闪式提取技术在中药及天然产物提取制备中的应用

实例一 应用闪式提取技术提取积雪草总皂苷

1. 实验材料与仪器

材料：积雪草苷标准品（实验室自制，含量>98.0%）；乙醇、硫酸均为分析纯；积雪草全草（购自陕西慧科植物开发有限公司）。

仪器：闪式提取器 JHBE-50S（河南金鼎科技发展有限公司）；精密电子天平 BS-124S（德国赛多利斯公司）；紫外-可见分光光度计 UV-2800AH（尤尼柯上海仪器有限公司）；旋转蒸发仪 RE-52A（上海亚荣盛华仪器厂）；恒温水浴锅（天津市泰斯特仪器有限公司）；数控超声波清洗器 KQ3200DB（昆山市超声仪器有限公司）；微波炉 WP700（佛山市顺德区格兰仕微波炉电器有限公司）。

2. 实验方法与结果

积雪草提取工艺：

（1）精密称取积雪草粉末 20g，加 10 倍量 75% 乙醇，闪式连续提取 3 次，每次 5min 合并提取液，抽滤，减压回收干燥，备用。

（2）精密称取积雪草粉末 20g，置 500ml 圆底烧瓶中，加 10 倍量 75% 乙醇，沸水回流提取 3 次，每次 2h，合并提取液，抽滤，减压回收干燥，备用。

（3）精密称取积雪草粉末 20g，置 250ml 锥形瓶中，加 10 倍量 75% 乙醇，在 700W、2450MHz 微波条件下提取 30min，连续提取 3 次，合并提取液，抽滤，减压回收干燥，备用。

（4）精密称取积雪草粉末 20g，置 250ml 锥形瓶中，加 10 倍量 75% 乙醇，在 40℃、50Hz 超声提取 1h，连续提取 3 次，合并提取液，抽滤，减压回收干燥，备用。

分别按照以上 4 种方法提取，精密称取积雪草总皂苷 10mg 置 10ml 量瓶中，加 90% 乙醇溶解并稀释至刻度，摇匀。精密量取 1ml 置 15ml 具塞试管中，挥干乙醇，加入 2ml 浓硫酸，80℃ 水浴加热 30min，然后加入乙醇，定容至 10ml，测定吸光度，利用标准曲线计算出积雪草总皂苷的含量。每种提取的总皂苷按上述 4 种方法做 3 组样品，检测 3 次，取平均值，见表 1-2。

表 1-2 4 种提取工艺的考查结果

提取方法	提取物的重量 (g)	提取物的收率 (%)	吸光度 (A)	原药材中总皂苷含量 (%)
超声波辅助提取	6.38	31.9	0.197	3.42
乙醇回流提取	5.82	29.1	0.179	2.77
微波辅助提取	6.11	30.55	0.196	3.26
闪式提取器提取	6.35	31.75	0.234	4.20

浸膏中积雪草总皂苷含量闪式提取却比其他 3 种提取方法高出很多。闪式提取作为一种新的提取工艺,具有省时、节能、含量高等特点,因此,闪式提取是最佳的积雪草提取工艺。

实例二 应用闪式提取技术提取三七总皂苷

1. 实验材料与仪器

材料:人参皂苷 Rb1 对照品(中国药品生物制品检定所^①,批号 110704-200217,含量>98.0%);D-101 大孔吸附树脂(天津农药股份有限公司);HPD-100、AB-8 大孔吸附树脂(河北沧州宝恩化工有限公司);甲醇、乙醇、硫酸、香草醛(分析纯);三七芦头、三七根须(文山三七药业股份有限公司)。

仪器:闪式提取器 JHBE-50S(河南金鼎科技发展有限公司);精密电子天平 BS-124S(德国赛多利斯公司);紫外-可见分光光度计 UV-2800AH(尤尼柯上海仪器有限公司);旋转蒸发仪 RE-52A(上海亚荣盛华仪器厂);恒温水浴锅(天津市泰斯特仪器有限公司);数控超声波清洗器 KQ3200DB(昆山市超声仪器有限公司)。

2. 实验方法与结果

(1) 超声波提取法 分别精密称取三七芦头、三七根须 25g,置 500ml 圆底烧瓶中,加 8 倍量 85%乙醇,在 45℃超声提取 30min,连续提取 2 次,合并提取液,抽滤,减压回收干燥。

(2) 乙醇回流提取法 分别精密称取三七芦头、三七根须 25g,置 500ml 圆底烧瓶中,加 10 倍量 70%乙醇,沸水回流提取 3 次,每次 1.5h,合并提取液,抽滤,减压回收干燥。

(3) 闪式提取器提取法 分别精密称取三七芦头、三七根须 25g,加 10 倍量 70%乙醇闪式提取 2 次,第 1 次 2min,第 2 次 1min,合并提取液,抽滤,减压回收干燥。

提取方法比较:分别将以上 3 种方法的提取物,测定吸光度,利用标准曲线计算出三七总皂苷的含量,结果见表 1-3、表 1-4。

表 1-3 三七芦头 3 种提取工艺的考查结果

提取方法	提取物重量(g)	提取物收率(%)	吸光度(A)	芦头中总皂苷含量(%)
超声波提取法	8.19	32.75	0.199	12.01
乙醇回流提取法	8.01	32.05	0.197	11.66
闪式提取器法	9.66	38.64	0.204	14.53

^① 现已改为中国食品药品检定研究院,全书下同。

表 1-4 三七根须 3 种提取工艺的考查结果

提取方法	提取物重量 (g)	提取物收率 (%)	吸光度 (A)	根须中总皂苷含量 (%)
超声波提取法	4.66	18.65	0.293	9.95
乙醇回流提取法	4.44	17.77	0.279	9.03
闪式提取器法	5.83	23.33	0.240	10.26

从实验的结果来看,三七芦头闪式提取后的总皂苷含量高于其他两种方法;虽然其他三种提取方法在总皂苷含量上没有明显的差别,但是闪式提取方法省时、高效节能、利于环保。

实例三 闪式提取技术对甘草叶总黄酮的提取工艺

1. 实验材料与仪器

材料:胀果甘草(产自新疆);芦丁对照品(购自中国药品生物制品检定所);乙醇、甲醇、石油醚、KOH 均为分析纯。

仪器:KS 康氏振荡器;754PC 型紫外-可见分光光度计;电子分析天平;索氏提取器;FSH-2 可调闪式提取器;Bandelin Sonorex Super RK 1028 超声波发生器;恒温水浴锅等。

2. 实验方法与结果

(1) 闪式提取法 称取胀果甘草叶粉末 4.000g,加入 120ml 70% 乙醇,用闪式提取器以 $1.9 \times 10^5 \text{ r/min}$ 的速度提取 4min,离心,过滤,滤液用石油醚萃取,脱去叶绿素等脂溶性杂质,下层即为提取液。

(2) 索氏提取法 称取胀果甘草叶粉末 4.000g,加入 120ml 70% 的乙醇加热提取 13h,离心,过滤,滤液用石油醚萃取,下层即为提取液。

(3) 搅拌提取法 称取胀果甘草叶粉末 4.000g,加入 120ml 70% 乙醇,置于锥形瓶中,加塞密封后放在振荡器上 175r/min 振荡 13h 后,静置 30min,离心,过滤,滤液用石油醚萃取,下层即为提取液。

(4) 超声波提取法 称取胀果甘草叶粉末 4.000g,加入 120ml 70% 乙醇,置于锥形瓶中,加塞密封后放入超声波清洗仪中以功率 80kHz 提取 30min,离心,过滤,滤液用石油醚萃取,下层即为提取液。

确定以固液比、乙醇浓度、提取时间进行三因素三水平正交试验设计,因素水平设计见表 1-5。

表 1-5 因素和水平

水平	A (乙醇浓度, %)	B (固液比)	C (提取时间, min)
1	50	1:20	2
2	70	1:30	4
3	90	1:40	6