

根据新版教材编写  
中药学图表解丛书

# 中药化学 图表解

抽象概念形象化  
深奥理论通俗化  
理性认识感性化  
复杂问题条理化



人民卫生出版社  
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

匡海学  
◎主编

中药学图表解丛书

# 中药化学图表解

主 编 匡海学 (黑龙江中医药大学)

副主编 石任兵 (北京中医药大学)

杨炳友 (黑龙江中医药大学)

编 者 (以姓氏笔画为序)

石任兵 (北京中医药大学)

冯卫生 (河南中医学院)

匡海学 (黑龙江中医药大学)

杨炳友 (黑龙江中医药大学)

陈建真 (浙江中医学院)

饶高雄 (云南中医学院)

郭 玫 (甘肃中医学院)

崔 健 (长春中医药大学)

裴妙荣 (山西中医学院)

人民卫生出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

中药化学图表解/匡海学主编. —北京:人民卫生出版社,  
2008. 5

ISBN 978-7-117-09794-9

I. 中… II. 匡… III. 中药化学-中医学院-教材  
IV. R284

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 001640 号

中药学图表解丛书  
中药化学图表解

**主 编:** 匡海学

**出版发行:** 人民卫生出版社(中继线 010-67616688)

**地 址:** 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

**邮 编:** 100078

**网 址:** <http://www.pmph.com>

**E - mail:** pmph@pmph.com

**购书热线:** 010-67605754 010-65264830

**印 刷:** 北京汇林印务有限公司

**经 销:** 新华书店

**开 本:** 705×1000 1/16 印张: 20.25

**字 数:** 396 千字

**版 次:** 2008 年 5 月第 1 版 2008 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

**标准书号:** ISBN 978-7-117-09794-9/R·9795

**定 价:** 35.00 元

**版权所有, 侵权必究, 打击盗版举报电话: 010-87613394**




(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)



# 编写说明



《中药化学图表解》是普通高等教育“十五”和“十一五”国家级规划教材和新世纪全国高等中医药院校规划教材《中药化学》的辅导学习参考书。《中药化学》是一门需要理解和记忆相结合的课程,涉及的知识面广,内容较繁杂,学生很难掌握学习的重点和难点。为了帮助学生在学习中药化学的道路上少走弯路,我们认为,有必要将分散的知识点、结构式汇集成分或表,既从整体上把握学习内容,又可突出重点,便于学习时通过比较加强理解和记忆。基于此编写的《中药化学图表解》对中药化学的初学者具有较好的借鉴与参考价值。

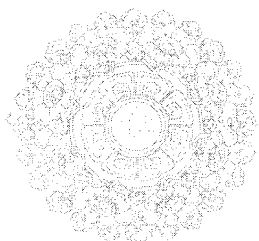
本书根据本科中药专业培养目标的要求及中药化学教学大纲的规定,力求编写内容做到深入浅出、循序渐进、联系密切,使全书紧密衔接、融会贯通成一体。各章所涉及的内容尽量以图表的形式展现,简明扼要,清楚易记;按照教学大纲,依次使用了、、符号表示掌握、熟悉、了解三种要求,难点与重点层次分明,使学生容易掌握各章的知识点,减少学习的盲目性,提高学习效率;逐一对中药化学的内容进行了详细的讲解和全面的归纳及精辟分析,达到强化学习的目的,便于学生复习和自学;此外,适度扩宽了学科知识面,增加了一些波谱解析的相关内容,更加突出了专业特色,使教材与实践性教学相配套。

本书的编写任务由匡海学(第一、三章),石任兵(第二章),饶高雄(第五章),陈建真(第六章),郭玫(第九章),杨炳友(第四、七、八、十章),冯卫生(第十一章),崔健(第十二章),裴妙荣(第十三章)等九位教授、副教授合作分担,匡海学教授担任主编。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在缺点和错误,敬请读者在使用过程中提出批评和建议,以便修订和完善。

编者

2007.12



# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	1
<b>第一节 中药化学的研究对象和任务</b> .....	2
一、中药化学的学科性质 .....	2
二、中药化学的研究对象 .....	2
三、中药化学的研究任务 .....	2
四、中药化学的几个基本概念 .....	2
<b>第二节 中药化学在中医药现代化和中药产业化中的作用</b> .....	3
一、在中医药现代化中的作用 .....	3
二、在中药产业化中的作用 .....	4
<b>第三节 中药及天然药物有效成分研究概况与发展趋向</b> .....	4
一、中药化学的研究概况 .....	4
二、中药化学的发展趋向 .....	5
<b>第二章 中药化学成分的一般研究方法</b> .....	7
<b>第一节 中药化学成分及生物合成简介</b> .....	8
一、中药的化学成分类型及理化性质 .....	8
二、中药化学成分的生物合成途径 .....	9
<b>第二节 中药有效成分的提取分离方法</b> .....	10
一、中药有效成分的提取方法.....	10
二、中药有效成分的分离精制方法.....	12
<b>第三节 中药有效成分化学结构的研究方法</b> .....	15
一、中药有效成分的理化鉴定方法.....	15
二、中药有效成分的波谱学测定方法.....	16



第三章 糖和苷类化合物 .....	29
第一节 糖类化合物 .....	30
一、糖类化合物的定义 .....	30
二、糖类化合物的结构与分类 .....	30
第二节 苷类化合物 .....	33
一、苷类化合物的基本概念 .....	33
二、苷类化合物的结构与分类 .....	34
三、苷类的性质 .....	36
四、苷键的裂解 .....	36
第三节 糖和苷类的提取与分离 .....	38
一、糖类的提取方法 .....	38
二、苷类的提取方法 .....	39
三、糖类的分离方法 .....	40
四、苷类的分离方法 .....	40
第四节 糖和苷类的检识 .....	41
一、糖和苷的理化检识方法 .....	41
二、糖和苷的色谱检识方法 .....	42
第五节 苷类的结构研究 .....	42
一、苷类化合物结构研究的程序 .....	42
二、分子量和分子式的确定方法 .....	43
三、苷中糖的种类的确定方法 .....	43
四、苷中糖的数目的确定方法 .....	43
五、苷元和糖之间连接位置的确定方法 .....	44
六、糖与糖之间连接位置的确定方法 .....	44
七、糖和糖之间连接顺序的确定方法 .....	44
八、苷键构型的确定方法 .....	45
第四章 醌类化合物 .....	48
第一节 概述 .....	50
一、醌类化合物的定义和主要分类 .....	50
二、醌类化合物的主要分布和存在部位 .....	50
三、醌类化合物的生物活性 .....	50
第二节 醌类化合物的结构与分类 .....	51
一、苯醌类化合物的结构特征及典型化合物 .....	51



二、萘醌类化合物的结构特征及典型化合物	52
三、菲醌类化合物的结构特征及典型化合物	53
四、蒽醌类化合物的结构特征及典型化合物	53
第三节 醌类化合物的理化性质	57
一、醌类化合物的物理性质	57
二、蒽醌类化合物的酸性及其与结构的关系	57
三、蒽醌类化合物的碱性	58
四、醌类化合物的颜色反应	59
第四节 醌类化合物的提取与分离	59
一、醌类化合物的常规提取方法	59
二、醌类化合物的常规分离方法	60
第五节 醌类化合物的检识	62
醌类化合物的检识方法	62
第六节 醌类化合物的结构研究	62
一、化学方法在醌类化合物结构鉴定中的应用	62
二、醌类化合物的 UV 特征	64
三、蒽醌类化合物的 IR 特征	66
四、醌类化合物的 <sup>1</sup> H-NMR 特征	67
五、醌类化合物的 <sup>13</sup> C-NMR 特征	68
六、醌类化合物的 MS 特征	68
第七节 含醌类化合物的中药实例	69
一、紫草	69
二、丹参	71
三、大黄	71
<b>第五章 苯丙素类化合物</b>	<b>75</b>
第一节 概述	77
一、苯丙素类化合物的定义及分类	77
二、苯丙素类化合物的生物合成途径	77
第二节 简单苯丙素类	78
一、简单苯丙素类的结构与分类	78
二、简单苯丙素类的提取与分离	79
第三节 香豆素类	79
一、香豆素类化合物的定义、分布及活性	79



二、香豆素类化合物的结构特征与分类	80
三、香豆素类化合物的性状	83
四、香豆素类化合物的溶解性	83
五、香豆素类化合物内酯环的碱水解反应	84
六、香豆素类化合物与酸的反应	84
七、香豆素类化合物的显色反应	85
八、香豆素类化合物的双键加成反应	86
九、香豆素类化合物的氧化反应	86
十、香豆素类化合物的提取方法	86
十一、香豆素类化合物的分离方法	87
十二、香豆素类化合物的检识方法	87
十三、香豆素类化合物的 IR 特征	88
十四、香豆素类化合物的 UV 特征	88
十五、香豆素类化合物的 <sup>1</sup> H-NMR 特征	88
十六、香豆素类化合物的 <sup>13</sup> C-NMR 特征	89
十七、香豆素类化合物的 MS 特征	89
十八、秦皮	89
十九、前胡	90
第四节 木脂素	91
一、木脂素类化合物的定义、分布及活性	91
二、木脂素类化合物的结构与分类	92
三、木脂素类化合物的理化性质	96
四、木脂素类化合物的提取分离方法	97
五、木脂素类化合物的检识方法	98
六、木脂素类化合物的 UV 特征	98
七、木脂素类化合物的 IR 光谱特征	98
八、木脂素类化合物的 <sup>1</sup> H-NMR 光谱特征	98
九、木脂素类化合物的 MS 谱特征	99
十、五味子	100
十一、连翘	100
十二、细辛	101
第六章 黄酮类化合物	103
第一节 概述	105





一、黄酮类化合物的定义 .....	105
二、黄酮类化合物的分布 .....	105
三、黄酮类化合物的生物活性 .....	106
四、黄酮类化合物的生物合成途径 .....	106
第二节 黄酮类化合物的结构与分类 .....	108
一、黄酮类化合物的结构特征 .....	108
二、黄酮类化合物的结构类型及典型化合物 .....	108
第三节 黄酮类化合物的理化性质 .....	114
一、黄酮类化合物的颜色及与结构的关系 .....	114
二、黄酮类化合物的旋光性 .....	115
三、黄酮类化合物的溶解性 .....	115
四、黄酮类化合物的酸性 .....	116
五、黄酮类化合物的碱性 .....	117
六、黄酮类化合物的显色反应 .....	117
第四节 黄酮类化合物的提取与分离 .....	118
一、黄酮类化合物的提取方法 .....	118
二、黄酮类化合物的分离方法 .....	118
第五节 黄酮类化合物的检识 .....	119
一、黄酮类化合物的理化检识方法 .....	119
二、黄酮类化合物的色谱检识方法 .....	119
第六节 黄酮类化合物的结构研究 .....	119
一、黄酮类化合物的 UV 特征 .....	119
二、黄酮类化合物加入诊断试剂后的 UV 特征 .....	121
三、黄酮类化合物的 <sup>1</sup> H-NMR 特征 .....	122
四、黄酮类化合物的 <sup>13</sup> C-NMR 特征 .....	124
五、黄酮类化合物的 MS 特征 .....	125
第七节 含黄酮类化合物的中药实例 .....	126
一、槐米 .....	126
二、黄芩 .....	127
三、葛根 .....	128
四、银杏叶 .....	129
第七章 萜类和挥发油 .....	133
第一节 萜类 .....	135



一、萜类化合物的定义及分类 .....	135
二、萜类化合物的生物合成途径 .....	135
三、萜类化合物的分布 .....	136
四、萜类化合物的生物活性 .....	136
五、单萜的结构特征、分类(典型化合物).....	137
六、萜酚酮(单萜)的结构特征及性质 .....	139
七、环烯醚萜类(单萜)的结构特征及性质 .....	139
八、倍半萜的结构特征、分类(典型化合物)及性质.....	140
九、萜类化合物(倍半萜)的结构特征及性质 .....	141
十、二萜的结构特征、分类(典型化合物)及性质.....	142
十一、萜类化合物的物理性质 .....	143
十二、萜类化合物的化学性质 .....	143
十三、萜类化合物的提取方法 .....	144
十四、萜类化合物的分离方法 .....	144
十五、萜类化合物的检识方法 .....	145
十六、环烯醚萜类化合物的 UV 特征 .....	145
十七、环烯醚萜类化合物的 IR 特征 .....	145
十八、环烯醚萜类化合物的 <sup>1</sup> H-NMR 特征 .....	146
十九、环烯醚萜类化合物的 <sup>13</sup> C-NMR 特征 .....	146
二十、青蒿 .....	147
二十一、穿心莲 .....	148
第二节 挥发油.....	148
一、挥发油的定义、分布及生物活性.....	148
二、挥发油的组成及特点 .....	148
三、挥发油的理化性质 .....	149
四、挥发油的提取方法 .....	149
五、挥发油的分离方法 .....	150
六、挥发油的检识方法 .....	151
七、含挥发油的中药研究实例 .....	152
<b>第八章 三萜类化合物</b> .....	156
第一节 概述.....	158
一、三萜类化合物的结构特征及在植物体内存在形式 .....	158
二、三萜类化合物在植物界的分布及生物活性 .....	158



三、三萜类化合物的生物合成途径 .....	159
四、几个相关概念 .....	160
第二节 三萜类化合物的结构与分类 .....	160
第三节 三萜类化合物的理化性质和溶血作用 .....	169
一、三萜类化合物的物理性质 .....	169
二、三萜类化合物的颜色反应 .....	170
三、三萜皂苷的水解反应 .....	170
四、三萜皂苷的溶血作用 .....	171
第四节 三萜类化合物的提取与分离 .....	171
一、三萜类化合物的提取方法 .....	171
二、三萜类化合物的分离方法 .....	172
第五节 三萜类化合物的检识 .....	174
一、三萜类化合物的理化检识方法 .....	174
二、三萜类化合物的色谱检识方法 .....	174
第六节 三萜类化合物的结构研究 .....	175
一、三萜类化合物的 UV 特征 .....	175
二、三萜类化合物的 <sup>1</sup> H-NMR 特征 .....	175
三、三萜类化合物的 <sup>13</sup> C-NMR 特征 .....	177
四、三萜类化合物的 MS 特征 .....	181
第七节 含三萜类化合物的中药实例 .....	182
一、人参 .....	182
二、甘草 .....	186
三、柴胡 .....	188
第九章 甾体类化合物 .....	191
第一节 概述 .....	193
一、甾体类化合物的定义 .....	193
二、甾体类化合物的结构与分类 .....	193
三、甾体类化合物的生物合成途径 .....	193
四、甾体类化合物的颜色反应 .....	194
第二节 强心苷类化合物 .....	194
一、强心苷类化合物的定义、分布和生物活性 .....	194
二、强心苷类化合物的结构与分类 .....	195
三、强心苷类化合物的结构与活性的关系 .....	197



四、强心苷类化合物的性状及溶解性 .....	198
五、强心苷类化合物的脱水反应 .....	198
六、强心苷类化合物的水解反应 .....	199
七、强心苷类化合物的颜色反应 .....	201
八、强心苷类化合物的提取分离方法 .....	202
九、强心苷类化合物的检识方法 .....	202
十、强心苷类化合物的 UV 特征 .....	203
十一、强心苷类化合物的 IR 特征 .....	203
十二、强心苷类化合物的 $^1\text{H-NMR}$ 特征 .....	204
十三、强心苷类化合物的 $^{13}\text{C-NMR}$ 特征 .....	205
十四、强心苷类化合物在 MS 中的规律及其与结构的关系 .....	206
十五、含强心苷类成分的中药研究实例 .....	207
第三节 甾体皂苷 .....	212
一、甾体皂苷的定义、分布和生物活性 .....	212
二、甾体皂苷的结构与分类 .....	212
三、甾体皂苷的理化性质 .....	216
四、甾体皂苷的常规提取分离方法 .....	216
五、甾体皂苷的常规检识方法 .....	217
六、甾体皂苷的 UV 特征 .....	218
七、甾体皂苷的 IR 特征 .....	218
八、甾体皂苷的 $^1\text{H-NMR}$ 特征 .....	218
九、甾体皂苷的 $^{13}\text{C-NMR}$ 特征 .....	219
十、甾体皂苷的 MS 特征 .....	220
十一、含甾体皂苷成分的中药研究实例 .....	221
第四节 醉茄内酯类化合物 .....	224
一、醉茄内酯类化合物的概述 .....	224
二、醉茄内酯类化合物的结构特征和主要性质 .....	225
第五节 $\text{C}_{21}$ 甾体化合物 .....	225
一、 $\text{C}_{21}$ 甾体化合物的概述 .....	225
二、 $\text{C}_{21}$ 甾体化合物的结构特征和主要性质 .....	226
第六节 植物甾醇 .....	226
一、植物甾醇的概述 .....	226
二、植物甾醇的结构特征和主要性质 .....	226
第七节 胆汁酸类化合物 .....	227



一、胆汁酸类化合物的结构特征及其在动物界中的分布 .....	227
二、胆汁酸类化合物的性质 .....	228
三、胆汁酸类化合物的提取分离方法 .....	229
四、含胆汁酸的中药实例 .....	229
<b>第八节 昆虫变态激素</b> .....	<b>230</b>
一、昆虫变态激素的概述 .....	230
二、昆虫变态激素的结构特征和主要性质 .....	230
<b>第十章 生物碱</b> .....	<b>232</b>
<b>第一节 概述</b> .....	<b>234</b>
一、生物碱的定义、分布、存在形式及生物活性 .....	234
二、生物碱的生物合成途径 .....	235
<b>第二节 生物碱的结构与分类</b> .....	<b>236</b>
生物碱主要类型的结构特征及典型化合物 .....	236
<b>第三节 生物碱的理化性质</b> .....	<b>243</b>
一、生物碱类化合物的性状 .....	243
二、生物碱类化合物的旋光性 .....	243
三、生物碱类化合物的溶解性 .....	243
四、生物碱类化合物的碱性 .....	244
五、生物碱类化合物的沉淀反应 .....	249
六、生物碱类化合物的显色反应 .....	249
<b>第四节 生物碱的提取分离</b> .....	<b>250</b>
一、生物碱类化合物的提取方法 .....	250
二、生物碱类化合物的分离方法 .....	252
<b>第五节 生物碱的检识</b> .....	<b>256</b>
一、生物碱类化合物的理化检识方法 .....	256
二、生物碱类化合物的色谱检识方法 .....	257
<b>第六节 生物碱的结构研究</b> .....	<b>257</b>
一、化学方法在生物碱类化合物结构研究中的应用 .....	257
二、生物碱类化合物的 UV 特征 .....	259
三、生物碱类化合物的 IR 特征 .....	259
四、生物碱类化合物的 <sup>1</sup> H-NMR 特征 .....	259
五、生物碱类化合物的 <sup>13</sup> C-NMR 特征 .....	260
六、生物碱类化合物的 MS 特征 .....	261



第七节 含生物碱中药研究实例	262
一、实例中含有的主要生物碱	262
二、实例中含有主要生物碱的性质	265
三、实例中含有主要生物碱性性质所涉及反应方程式	267
四、实例中含有主要生物碱的鉴别反应	269
五、鉴别反应所涉及的化学反应式	270
六、实例中含有主要生物碱的提取分离工艺	271
<b>第十一章 鞣质</b>	279
第一节 概述	280
一、鞣质的定义	280
二、鞣质的生物活性	280
三、鞣质的生物合成途径	281
第二节 鞣质的结构与分类	282
鞣质的结构与分类	282
第三节 鞣质的理化性质	286
一、鞣质的物理性质	286
二、鞣质的化学性质	286
第四节 鞣质的提取与分离	287
一、鞣质的提取	287
二、鞣质的分离	287
第五节 鞣质的检识	288
鞣质的检识方法	288
第六节 鞣质的结构研究	290
鞣质的结构鉴定方法	290
第七节 含鞣质的中药实例	291
翻白草	291
<b>第十二章 其他成分</b>	293
第一节 脂肪酸类化合物	294
一、脂肪酸的结构分类与典型化合物	294
二、脂肪酸的理化性质	295
三、脂肪酸类化合物的提取分离方法	295
第二节 有机含硫化合物	296



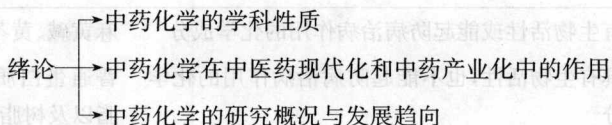
有机含硫化合物·····	296
第三节 氨基酸、环肽、蛋白质和酶·····	297
一、氨基酸的结构分类·····	297
二、氨基酸的理化性质和检识方法·····	297
三、氨基酸的提取分离方法·····	298
四、环肽的结构分类、理化性质、检识方法和提取分离方法·····	298
五、蛋白质和酶的结构分类、理化性质、检识方法和提取分离方法·····	300
第四节 矿物质·····	301
一、矿物药化学成分和微量元素·····	301
二、微量元素·····	302
<b>第十三章 中药复方药效物质基础研究·····</b>	<b>304</b>
第一节 中药复方药效物质基础研究的意义及必要性·····	305
一、中药复方药效物质基础研究是中药复方研究的关键问题·····	305
二、对中药复方药效物质基础研究有利于阐释中医药理论·····	305
三、中药复方药效物质基础研究可搭建中西医结合的纽带和桥梁·····	305
四、中药复方药效物质基础研究是中药现代化的必经途径·····	305
五、促进中药制剂等相关学科的发展·····	306
第二节 中药复方药效物质基础研究的进展·····	306
一、中药复方配伍理论的物质基础研究·····	306
二、中药复方化学成分的分离鉴定·····	306
三、中药复方有效部位的提取分离·····	306
四、中药复方定性、定量研究·····	307
第三节 中药复方药效物质基础研究思路与方法探讨·····	307
一、中药复方药效物质基础研究的指导思想·····	307
二、中药复方药效物质基础研究应坚持化学成分研究和药理研究相结合原则·····	308
三、中药复方血清靶成分研究·····	308
四、中药复方中化学物种形态和生物活性关系的研究·····	308
五、中药复方药效物质基础研究其他新思路·····	309

# 第一章

## 绪论

中药化学是一门怎样的课程？在中医药研究领域起着什么作用？研究的历史沿革与发展趋向如何？通过本章可以对《中药化学》有一个初步而概括的了解，为后续具体、深入的学习打下较好基础并提供方向性的指导。其中，中药化学的学科性质及几个基本概念的理解和掌握是本章的重点。在学习时，要从研究对象、研究任务、指导理论、研究的手段方法等角度将本门课程与植物化学和天然药物化学进行比较，从而明确中药化学的学科性质、研究的内容和在本专业中所处的地位以及学习的目的意义；同样，也可以通过比较的方法理解和掌握有效成分和无效成分、有效部位和无效部位等基本概念。

### 【本章内容】



### 【大纲要求】

1. 掌握中药化学的学科性质、研究内容和在本专业中所处的地位以及学习中药化学的目的意义。

2. 了解中药化学的发展概况、主要研究方法和研究方向。

### 【知识点】

1. 中药化学的学科性质
2. 中药化学的研究对象
3. 中药化学的研究任务
4. 中药化学的几个基本概念
5. 在中医药现代化中的作用
6. 在中药产业化中的作用
7. 中药化学的研究概况
8. 中药化学的发展趋向





## 第一节 中药化学的研究对象和任务

### 一、中药化学的学科性质

中药化学是一门结合中医药基本理论和临床用药经验,主要运用化学理论和方法及其他现代科学理论和技术来研究中药化学成分的科学。

### 二、中药化学的研究对象

中药化学的研究对象是中药防治疾病的物质基础——中药化学成分。

### 三、中药化学的研究任务

中药化学主要是研究中药中有效成分的化学结构、物理化学性质、提取、分离、检识、结构确(鉴)定、生物合成途径和必要的化学结构的修饰或改造,以及有效成分的化学结构与中药药效之间的关系等。

### 四、中药化学的几个基本概念

名称	概念	举例
有效成分	具有生物活性或能起防病治病作用的化学成分	麻黄碱、黄芩苷、青蒿素
无效成分	不具有生物活性,也不能起防病治病作用的化学成分	普通蛋白质、碳水化合物、油脂以及树脂、叶绿素
有效部位	含有一种主要有效成分或一组结构相近的有效成分的提取分离部位	人参总皂苷、苦参总生物碱、银杏叶总黄酮
有效部位群	含有两类或两类以上有效部位的中药提取或分离部位	银杏叶总黄酮和萜内酯
单体	具有一定的分子量、分子式、理化常数和确定的结构的化合物	麻黄碱、芦丁、人参皂苷 Ro