

植物茎叶 化学成分的

提取分离及活性研究

卫 强◎著

Study on Extraction, Isolation and Activities of
Chemical Components from
Plant Stem and Leaf

植物茎叶 化学成分的

提取分离及活性研究

卫强◎著

Study on Extraction, Isolation and Activities of
Chemical Components from
Plant Stem and Leaf



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
安徽大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

植物茎叶化学成分的提取分离及活性研究/卫强著. —合肥:安徽大学出版社,2018.9

ISBN 978-7-5664-1689-6

I. ①植… II. ①卫… III. ①茎—生物活性—化学成分—研究②叶—生物活性—化学成分—研究 IV. ①Q944.55 ②Q944.56

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 176631 号

植物茎叶化学成分的提取分离及活性研究

卫 强 著

出版发行: 北京师范大学出版集团
安徽大学出版社
(安徽省合肥市肥西路3号 邮编 230039)
www.bnupg.com.cn
www.ahupress.com.cn

印 刷: 安徽昶颀包装印务有限责任公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 170mm×240mm

印 张: 16.5

字 数: 287千字

版 次: 2018年9月第1版

印 次: 2018年9月第1次印刷

定 价: 49.00元

ISBN 978-7-5664-1689-6

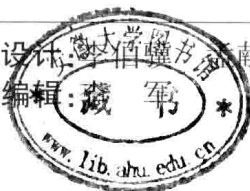
策划编辑: 刘中飞 武溪溪

责任编辑: 刘 贝 武溪溪

责任印制: 赵明炎

装帧设计: 李伯耀 李献辉

美术编辑: 藏 军



版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话:0551-65106311

外埠邮购电话:0551-65107716

本书如有印装质量问题,请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话:0551-65106311

前 言

植物化学成分的制备过程主要包括提取、分离两部分,制备的有效化学成分可广泛地应用于医药、化工等领域。随着植物资源的开发与研究,人们已逐渐将目光从根转向茎叶。一方面,茎叶作为根的替代品,从中可提取与根相似的活性成分,或者发现新的活性成分;另一方面,茎叶作为植物重要的营养或支持器官,具有可再生的特点,有利于实现资源开发与环境保护的双重效益。近年来,对植物茎叶有效成分或有效部位的研究报道日益增多(包括我们最熟悉的植物,如萝卜、玉米和火龙果等),为寻找新的药物、化工产品提供了更广阔的思路。

随着植物茎叶化学成分的研究,新理论和新技术不断涌现,新的活性单体和活性部位不断被发现。然而,目前对植物茎叶化学成分的研究还是不够全面,提取、分离前沿技术和活性研究新方法的报道相对较少且分散,仅能从相关的著作、期刊、杂志中看到一些零散的记录。为此,本书根据国内外文献报道,对植物茎叶中多糖、苯丙素、黄酮、挥发油、萜类、皂苷、生物碱、其他成分和提取物的研究

进行分类总结,希望从中整理得到植物茎叶活性成分制备与研究的方法和途径,为进一步开发植物茎叶资源提供参考。

本书以植物茎叶化学成分的制备与活性研究为主要内容。第1章总论主要介绍目前植物茎叶资源开发的基本状况和市场前景。第2~8章分别阐述不同植物茎叶中多糖、苯丙素、黄酮、挥发油、萜类、皂苷、生物碱、其他成分和提取物的提取及分离工艺,每章按照不同活性成分进行分类介绍。本书引用近10年国内外文献近400篇,列举主要植物200多种;简要介绍计算机虚拟筛选技术及酶提取、双水相提取、混合溶解提取、高速捣碎提取及碱降解等新技术,并对部分药物的药效作用进行介绍;对200多种植物有效成分的药物作用机制进行梳理,通过与对照品比较,说明其作用强度。书中主要化学单体成分附有化学结构,非常见植物附有图片。

本书由安徽省高校学科(专业)拔尖人才学术资助项目(2018gxbjZD55)资助出版。由于编者水平有限,时间仓促,书中错漏和不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

卫 强

2018年7月

目 录

第1章 总论	1
第2章 植物茎叶多糖的提取分离及 活性研究	7
2.1 多糖的提取分离与增强免疫、抗疲劳 作用	7
2.2 多糖的提取分离与抗氧化作用	12
2.3 多糖的提取分离与抗肿瘤作用	22
2.4 多糖的提取分离与降血糖作用	23
2.5 多糖的提取分离与保肝作用	25
2.6 多糖的提取分离与抗菌、抗病毒作用	26
第3章 植物茎叶苯丙素的提取分离及 活性研究	31
3.1 苯丙素的提取分离与杀虫作用	31
3.2 苯丙素的提取分离与抗癌作用	32
3.3 苯丙素的提取分离与抗艾滋病病毒作用	36
3.4 苯丙素的提取分离与抗抑郁作用	38

3.5	苯丙素的提取分离与抗氧化作用	41
3.6	苯丙素的提取分离与神经保护作用	42
3.7	苯丙素的提取分离与保肝作用	43
第4章	植物茎叶黄酮的提取分离及活性研究	46
4.1	黄酮的提取分离与抗氧化作用	46
4.2	黄酮的提取分离与抑菌、杀虫作用	76
4.3	黄酮的提取分离与抗癌作用	82
4.4	黄酮的提取分离与抗炎、免疫调节作用	86
4.5	黄酮的提取分离与抑制关键酶作用	90
4.6	黄酮的提取分离与降血糖作用	93
4.7	黄酮的提取分离与降压、心肌保护作用	95
4.8	黄酮的提取分离与升高人脐静脉内皮细胞钙离子浓度作用	95
4.9	黄酮的提取分离与抗雌激素样作用	96
4.10	黄酮的提取分离与促进成骨细胞增殖作用	99
第5章	植物茎叶挥发油的提取分离及活性研究	107
5.1	挥发油的提取分离与抗菌、抗病毒、杀虫作用	107
5.2	挥发油的提取分离与抗氧化作用	123
5.3	挥发油的提取分离与抗肿瘤作用	125
5.4	挥发油的提取分离与抗炎、止血作用	126
第6章	植物茎叶萜类、皂苷的提取分离及活性研究	133
6.1	皂苷的提取分离与抗氧化作用	133
6.2	皂苷的提取分离与抑制 α -葡萄糖苷酶、醛糖还原酶作用	136
6.3	皂苷元的提取分离与抗脂肪沉积作用	138
6.4	二萜/三萜的提取分离与镇痛、抗炎、免疫抑制作用	139
6.5	皂苷(元)的提取分离与抗菌作用	142
6.6	萜类、皂苷的提取分离与抗癌作用	146
6.7	皂苷的提取分离与保护心脑血管作用	158
6.8	皂苷元的提取分离与壮阳作用	161
6.9	皂苷的提取分离与抗血栓作用	164

第7章 植物茎叶生物碱的提取分离及活性研究	168
7.1 生物碱的提取分离与神经保护、保肝作用	168
7.2 生物碱的提取分离与抗氧化作用	169
7.3 生物碱的提取分离与促进骨质细胞增殖作用	170
第8章 植物茎叶其他成分的提取分离及活性研究	171
8.1 其他成分的提取分离与抗菌、杀虫作用	171
8.2 其他成分的提取分离与抗阿尔茨海默病作用	175
8.3 其他成分的提取分离与神经保护作用	176
8.4 其他成分的提取分离与抗氧化作用	177
8.5 其他成分的提取分离与抗肿瘤作用	178
第9章 植物茎叶提取物的提取分离及活性研究	183
9.1 提取物的提取分离与抗氧化作用	183
9.2 提取物的提取分离与抗癌作用	195
9.3 提取物的提取分离与降糖作用	201
9.4 提取物的提取分离与抑菌、杀虫、抗病毒作用	210
9.5 提取物的提取分离与增强免疫作用	224
9.6 提取物的提取分离与保肝作用	226
9.7 提取物的提取分离与抗炎、镇痛、解热、降低尿酸作用	229
9.8 提取物的提取分离与抗腹泻作用	234
9.9 提取物的提取分离与抗抑郁、焦虑、癫痫作用	235
9.10 提取物的提取分离与降脂、减肥作用	236
9.11 提取物的提取分离与抗突变作用	237
9.12 提取物的提取分离与促进伤口愈合作用	237
9.13 提取物的提取分离与抑制酪氨酸酶作用	239
9.14 提取物的提取分离与对脑缺血的保护作用	239
主要缩略语	251

第 1 章

总 论



叶是植物的营养器官之一,其功能是进行光合作用,合成有机物。叶具有蒸腾作用,提供根系从外界吸收水分和矿质营养的动力。有叶片、叶柄和托叶三部分的叶称为完全叶,缺少叶柄或托叶的叶称为不完全叶;叶又分为单叶和复叶。叶片是叶的主体,多呈片状,有较大的表面积以接受光照和与外界进行气体交换及水分蒸散。富含叶绿体的叶肉组织是植物进行光合作用的场所。表皮起保护作用,气孔是表皮特有的结构,植物通过气孔从外界获取二氧化碳而向外界放出氧气和水蒸气。叶内分布的维管束称为叶脉,它保证叶内的物质输导。叶的形状和结构因环境和功能的不同而不同。

茎是植物的中轴部分,呈直立状或匍匐状,茎上有分枝,分枝顶端具有分生细胞,茎进行顶端生长。茎一般分化成短的节和长的节,具有输导营养物质和水分以及支持叶、花和果实的作用。有的茎还具有光合作用、贮藏营养物质和繁殖的功能。

随着植物资源的开发与研究,人们已逐渐将目光从根转向茎叶。茎叶化学成分的提取是采用一定的溶剂提取粗提取物的过程,分离是采用一定的分离手段对粗提取物进行分离、纯化的过程。现代研究表明,植物茎叶中含有多糖、苯丙素、醌类、黄酮、挥发油、萜类、皂苷

及生物碱等成分,具有广泛性、多样性等特点。此外,茎叶作为可再生资源,有利于平衡药物开发,实现可持续利用。例如,菊叶的资源蕴藏量十分丰富,贡菊和杭菊的年产量在 5000 吨左右^[1],采收菊花时丢弃菊叶会造成很大的浪费。生长二年后的甘草一般可产鲜茎叶(530±140)kg,风干后每亩可获干草(188.3±68.6) kg。如果年生长长期刈割甘草两次,则每亩可获得鲜草 760~900 kg^[2]。

目前,植物茎叶资源的开发已得到相当程度的关注和重视。例如,将山楂叶中黄酮提取物制成益心酮片,汉桃叶提取物制成汉桃叶片,灯台叶制成灯台叶颗粒,枇杷叶制成枇杷叶膏,荷叶制成荷叶丸,银杏叶提取物制成银杏叶片(滴丸、胶囊),人参茎叶制成人参茎叶总皂苷,以上 7 种药物均被收入 2015 年版《中国药典》^[3]。另外,黄芩茎叶解毒胶囊、山蜡梅叶片、罗布麻叶片、七叶神安片(分散片),含三七叶总皂苷的复方七叶皂苷钠凝胶、注射用七叶皂苷钠,含枇杷叶的良园枇杷叶膏和芦根枇杷叶颗粒,含木芙蓉叶的复方芙蓉叶酊及含三七叶茎的田七花叶颗粒均为上市药物。

随着现代研究方法和技术的进步,植物茎叶中多糖、苯丙素、黄酮、挥发油、萜类、皂苷、生物碱、其他成分和提取物等化学成分的提取分离或活性部位的发现有多种方式,如表 1-1 所示。在传统煎煮提取、索氏提取、回流提取、渗漉提取、水蒸气蒸馏提取的基础上,闪式提取、超声提取、超高压提取、超临界提取、亚临界提取、酶提取、双水相提取、混合溶剂提取、高速捣碎提取及碱降解等为化学成分的制备和研究提供了新的方法。

表 1-1 植物茎叶化学成分的现代提取方法

序号	植物	成分及活性	提取方法	文献
1	细柱五加	多糖,增强免疫	闪式提取	第 2 章[10]
2	狗枣猕猴桃	多糖,抗氧化	超声提取	第 2 章[12]
3	花生	多糖,抗氧化	碱提取,钴 60 辐射,超高压处理	第 2 章[15]
4	火龙果	多糖,抗氧化	超高压(300 Mpa)提取或亚临界提取	第 2 章[18] [19]
5	栝楼藤	多糖,抗氧化	微波提取	第 2 章[20]
6	淫羊藿	多糖,抗氧化	复合酶提取	第 2 章[30]

续表

序号	植物	成分及活性	提取方法	文献
7	沙棘	黄酮,抗氧化	蔗糖酯与5%乙醇混合提取	第4章[3]
8	国槐	黄酮,抗氧化	30%乙醇和20%硫酸铵双水相提取	第4章[13]
9	红枫	挥发油,抗病毒	超临界二氧化碳提取	第5章[8]
10	人参	皂苷,抗癌	发酵提取	第6章[23]
11	西洋参	皂苷,壮阳	皂苷高温高压碱降解	第6章[39]
12	亮叶杨桐	提取物,抗癌	高速捣碎	第9章[35]
13	番木瓜	提取物,抗癌	体外消化	第9章[44]
14	西兰花	蛋白质提取物,增强免疫	压榨	第9章[98]
15	树参	提取物,增强免疫	机械搅拌	第9章[99]
16	调料九里香	提取物,抗炎	石油醚、乙酸乙酯和甲醇等比例混合	第9章[111]

近10年对国内外植物茎叶的研究报道表明,科学工作者陆续发现一些活性较强的化学成分,如表1-2所示。例如,青钱柳叶多糖CP50、准噶尔山楂叶乙酸乙酯部位、枇杷叶三萜、沙枣叶乙酸乙酯提取物、树葡萄叶70%乙醇提取物、桑叶71%乙醇提取后纯化物对 α -葡萄糖苷酶的抑制作用强于阿卡波糖。忍冬叶黄酮对特定细菌的抑制作用强于银黄颗粒,依兰叶甲醇提取物、石油醚提取物、氯仿提取物的抑菌作用与氨苄青霉素相近。马甲子叶中多个三萜单体对人肝癌细胞BEL7404、QGY7703的抑制作用强于5-氟尿嘧啶。黄芩茎叶总黄酮的抗炎、免疫调节作用与雷公藤多苷片相近。

表1-2 植物茎叶化学成分

序号	成分	活性及剂量	阳性对照	文献
1	青钱柳叶多糖CP50	显著抑制 α -葡萄糖苷酶活性(IC ₅₀ 为3.3 μ g/mL)	强于阿卡波糖	第2章[47]

续表

序号	成分	活性及剂量	阳性对照	文献
2	葎草茎叶中 N- p-香豆酰酪胺	清除 DPPH 自由基(IC ₅₀ 为 0.01 μg/mL)	强于 VC	第 3 章[9]
3	滁菊叶中槲 皮素	清除 DPPH 自由基(IC ₅₀ 为 9.37 μmol/L)	强于 VC	第 4 章[2]
4	闹苞菊叶总 黄酮	清除亚硝酸盐、羟自由基、超氧离子自 由基、DPPH 自由基(浓度为 20 ~ 100 μg/mL)	强于 VC	第 4 章[23]
5	杜仲叶中槲皮 素-3-O-β-D-葡 萄糖	清除 DPPH 自由基(IC ₅₀ 为 13.7 μmol/L)	强于 VC	第 4 章[56]
6	忍冬叶黄酮	杀灭鼠伤寒沙门氏菌、肺炎链球菌、大 肠埃希菌、化脓性链球菌、金黄色葡萄 球菌、鸡大肠埃希菌和鸡金黄色葡萄 球菌、鸡白痢沙门氏菌和牛无乳链 球菌	强于银黄 颗粒	第 4 章[60]
7	明日叶查尔酮	降低小鼠 H22 肝癌组织 MVD,降低肝 癌细胞增殖活性和吸光度(灌胃剂量 为 50 mg/kg)	强于恩度	第 4 章[70]
8	黄芩茎叶总 黄酮	抗炎、免疫调节作用(灌胃剂量为 200 mg/kg)	与雷公藤多 苷片治疗作 用相同或 相近	第 4 章[74]
9	竹叶总黄酮	黄酮部位 1 组抑制小鼠耳郭肿胀;黄 酮部位 5 组抑制小鼠气囊滑膜炎、棉 球肉芽肿	强于地塞 米松	第 4 章[75]
10	山楂叶总黄酮	显著降低 2 型糖尿病大鼠的空腹血糖水 平,改善体质量并显著降低肾脏指数(灌 胃剂量为 50~200 mg/kg)	高剂量组活 性强于或接 近二甲双胍	第 4 章[85]
11	准噶尔山楂叶 乙酸乙酯部位	抑制 α-葡萄糖苷酶活性(IC ₅₀ 为 191.71 μg/mL)	强于阿卡 波糖	第 4 章[86]
12	山楂叶总黄酮	降低高血压大鼠血压(灌胃剂量为 50~200 mg/kg)	强于或接近 卡托普利	第 4 章[88]

续表

序号	成分	活性及剂量	阳性对照	文献
13	枇杷叶三萜	落叶生品(IC_{50} 为64.17 $\mu\text{g}/\text{mL}$) 中三萜成分抑制 α -葡萄糖苷酶活性	强于阿卡波糖	第6章[9]
14	人参茎叶皂苷	30%、50%、80%乙醇洗脱物对醛糖还原酶的抑制率分别为25.79%、34.23%、69.28%	强于依帕司他	第6章[12]
15	牛白藤藤茎三萜	抑制体外淋巴细胞转化(浓度为40~160 mg/L)	与地塞米松作用相当	第6章[15]
16	马甲子叶中三萜	抑制人肝癌细胞 BEL7404、QGY7703(IC_{50} 为2.50~13.88 $\mu\text{mol}/\text{L}$)	强于5-氟尿嘧啶	第6章[29]
17	竹节参茎叶总皂苷	对血栓溶解率分别为56.59%、57.30%、59.08%、64.58%(浓度为0.005~50 mg/mL)	强于尿激酶	第6章[40]
18	桑叶71%乙醇提取后纯化物	抑制 α -葡萄糖苷酶活性(IC_{50} 为0.350 mg/mL)	强于阿卡波糖	第9章[52]
19	沙枣叶乙酸乙酯提取物	对 α -葡萄糖苷酶的抑制率为76.62%(IC_{50} 为9.28 mg/L)	强于阿卡波糖	第9章[50]
20	树葡萄叶70%乙醇提取物	抑制 α -葡萄糖苷酶活性(IC_{50} 为1.99~38.71 mg/L)	远高于阿卡波糖	第9章[67]
21	依兰叶甲醇提取物、石油醚提取物、氯仿提取物	抑制金黄色葡萄球菌、沙门氏菌、大肠杆菌、霍乱弧菌、絮状表皮癣菌、石膏样小孢子菌、须毛癣菌生长,抑菌圈直径范围为3.2~21.4 mm (浓度为2 mg/mL)	接近氨苄青霉素、制霉菌素	第9章[79]
22	含 <i>Ficus exasperata</i> 叶5%提取物的软膏	对大鼠伤口产生收缩作用。氯仿洗脱液对伤口的收缩作用强于其他提取物,低于水提取物	强于 Cicatrin	第9章[131]

从天然活性成分发现的规律来看,对植物茎叶化学成分或有效部位的发现犹如一颗种子,一方面,点燃人类研发新药或化工产品的希望,为更多的科学工作者提供重要的参考和思路;另一方面,也需要更多的研究者参与,通过大量的重复性实验和科学统计来证明其活性,或通过对先导化合物的改造使

之进入应用阶段,从而服务于人类医疗健康。因此,可以预测,当前的研究必将为药物和化工产品的研开与应用奠定良好的理论和实验基础。

参考文献

- [1]王德群,刘守金,梁益敏. 中国药用菊花的产地考察[J]. 中国中药杂志, 1999,24(9):522—525.
- [2]薛正芬,张文举,谭守仁,等. 甘草茎叶饲料资源的开发利用[J]. 草食家畜, 2004 (2):51—53.
- [3]国家药典委员会. 中国药典[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015.

第 2 章

植物茎叶多糖的提取分离及活性研究

2.1 多糖的提取分离与增强免疫、抗疲劳作用

脾脏和胸腺是机体重要的免疫器官,是免疫细胞生长和增殖的场所。免疫器官的发育状况直接影响机体的免疫功能和抵抗疾病的能力,免疫器官指数反映脾脏和胸腺等免疫器官的发育和免疫功能。淋巴细胞和巨噬细胞是机体免疫系统的重要免疫细胞,淋巴细胞的增殖程度可以反映机体的细胞免疫水平^[1]。NO 是一种参与多种生理、病理活动的信号分子,能调节细胞的多种功能^[2];适宜浓度的 NO 可激活免疫细胞以及促进释放细胞因子,作为反映巨噬细胞活化程度的量化指标。

自由基又称为游离基,是指在光、热等外界条件下,化合物分子的共价键发生均裂而形成的带有不成对电子的原子、原子团。自由基具有强氧化性,极易与体内糖类、脂类、蛋白质和核酸等发生反应,不同程度地损伤和破坏细胞的结构与功能。抗氧化酶是存在于机体内可消除自由基、减轻其危害的天然屏障,是一类酶如 GSH-Px、SOD 和 CAT 等的总称。剧烈运动或者大量运动导致机体内自由基的数量增加,当自由基攻击生物膜中不饱和脂肪酸时,引发脂质过氧化,丙二醛(MDA)就是脂质过氧化的产物之一。MDA 作为脂质过氧化

的代表性产物,其含量高低可客观地反映自由基代谢水平,是衡量机体自由基代谢的重要指标。另外,机体中蛋白质代谢的产物有很多,其中血尿素氮(BUN)是其代谢的主要终末产物。BUN的含量与运动负荷成正相关,可反映机体的疲劳程度。

太子参[*Pseudostellaria heterophylla* (Miq.) Pax](见图 2-1)是石竹科孩儿参的一种,为多年生草本植物。太子参茎叶多糖可使小鼠脾脏指数极显著降低,胸腺指数、吞噬指数 α 、脾细胞增殖指数(SI)以及 IgA、IgG、IgM、补体(C3、C4)和细胞因子(IL-2、IL-4、IL-6、IFN- γ)含量均升高^[3]。蔡旭滨等^[4]研究发现,太子参茎叶多糖可增强断奶仔猪的免疫功能,促进蛋白质的合成,表现为在一定程度上提高断奶仔猪的平均日增重量,降低其腹泻率,升高血清 SOD、IgA、补体(C3、C4)、IgM、IgG 和 ALB 含量,降低血清 TG 和 BUN 含量。



图 2-1 太子参

人参(*Panax ginseng* C. A. Mey.)(见图 2-2)又名亚洲参,具有肉质的根,为多年生草本植物。其茎叶多糖的提取工艺如下:叶经沸水提取、醇沉得多糖。人参茎叶多糖可有效延长大鼠一次性游泳至力竭的时间,减少机体在剧烈运动过程中产生的自由基,提高机体的 SOD 和 CAT 活性及抗氧化能力,减少 BUN 的生成,说明人参茎叶多糖可减缓机体运动过程中对蛋白质的过度利用;可显著地增强机体抗氧化酶的活性,减少 MDA 的生成,从而降低机体运动过程中造成的脂质过氧化损伤^[5]。



图 2-2 人 参

地黄 [*Rehmannia glutinosa* (Gaetn.) Libosch. ex Fisch. et mey.](见图 2-3)为玄参科地黄属多年生草本植物。其叶多糖的提取分离工艺如下:使用粉碎机将叶粉碎,以 95%乙醇脱脂,药渣用 80℃蒸馏水提取 2 h,料液比为 1:10 (m/V),提取液以 3000 r/min 的转速离心



图 2-3 地 黄

30 min, 沉淀物按照上法再提取两次, 合并上清液; 使用旋转蒸发仪将上清液减压浓缩, 然后加入 95% 乙醇调节溶液浓度为 80%, 4 °C 静置 24 h; 收集沉淀, 并用蒸馏水溶解, 透析(截留的分子量为 1000 Da), 冻干后得粗多糖(RGLP); 把粗多糖溶解于蒸馏水中, 3000 r/min 离心 10 min, 取上清液过 DEAE 柱(5 cm×50 cm), 将 3000 mL 蒸馏水以 0.5 mL/min 溶液冲洗柱子, 再用 0.1 mol/L、0.2 mol/L NaCl 冲洗, 使用硫酸-苯酚法显色; 水洗的多糖(RGLPW)和 NaCl 冲洗的多糖(RGLPS)分别过葡聚糖凝胶柱, 经过透析、冻干得到纯多糖(RGLPW、RGLPS2)。经结构分析确认, RGLPW 单糖组成主要是葡萄糖和阿拉伯糖, RGLPS2 单糖组成主要是半乳糖醛酸和鼠李糖、葡萄糖、半乳糖、阿拉伯糖。RGLPS2 为酸性多糖, 其中酸性多糖为半乳糖醛酸, 两种多糖均含有鼠李糖残基。多糖 RGLPW 和 RGLPS2 可促进刀豆球蛋白 A(ConA)诱导的 T 淋巴细胞增殖活性, RGLPS2 促进加 LPS 诱导的 B 淋巴细胞增殖活性^[6]。



图 2-4 黄蜀葵

黄蜀葵(*Abelmoschus manihot* L.) (见图 2-4) 为锦葵科秋葵属植物。其茎叶多糖的提取分离工艺如下: 茎叶粗粉加入 30 倍体积的水, 100 °C 水浴回流提取 3 次, 每次 1 h; 过滤, 合并滤液, 减压浓缩; Sevage 法除蛋白, 离心(4000 r/min, 10 min), 取上清液, 加入 4 倍体积的无水乙醇, 醇沉过夜后抽滤, 沉淀依次用无水乙醇、丙酮、乙醚洗涤 3 次, 50 °C 烘干, 得粗多糖(SLAMP); 加适量蒸馏水溶解粗多糖, 配制多糖溶液, 过 DEAE-52 层析柱, 用 0 mol/L、0.1 mol/L、0.3 mol/L、0.5 mol/L NaCl 溶液梯度洗脱, 流速为 1.0 mL/min, 采用苯酚-硫酸法检测, 收集不同的洗脱液, 然后减压浓缩, 透析, 最后将透析液真空冷冻干燥, 获得多糖 SLAMP-a。SLAMP-a 经乙酰化修饰, 得到 SLAMP-a1, 该多糖衍生物可促进脾淋巴细胞增殖, 对巨噬细胞 RAW 264.7 释放 NO 具有较强的刺激作用^[7]。

黑果枸杞(*Lycium ruthenicum* Murray) (见图 2-5) 为茄科枸杞属植物。其叶多糖的提取分离工艺如下: 将叶阴干, 粉碎过筛后, 用 80 °C 热水提取、浓缩, 经醇沉、Sevage 法脱蛋白、透析(透析袋截留的分子量为 3000 Da)、冻干, 得粗多糖; 粗多糖经 DEAE-52 离子交换柱和 Sephadex G-100 凝胶过滤色谱柱分离纯化后得到多糖组分 LRLP3。通过酸水解、甲基化分析、ESI-MS 分