

- [10] Ries W L, Key L L Jr, Rodriguez R M, *et al.* Nitroblue tetrazolium reduction and bone resorption by osteoclasts *in vitro* inhibited by a manganese based superoxide dimutase mimic [J]. *J Bone Miner Res*, 1992, 7(8): 931-939.
- [11] Li H Q, Xu S J, Li Y, *et al.* Damage of proteoglycan by reactive oxygen and the mineralization in the presence of proteoglycan [J]. *Acta Biochim Biophys Sin* (生物化学与生物物理学报), 1994, 26(3): 303-308.
- [12] Alam A S, Huang C L, Blake D, *et al.* A hypothesis for the local control of osteoclast function by Ca^{2+} , nitric oxides and free radicals [J]. *Biosci Rep*, 1992, 12(5): 369-380.
- [13] Merry J O, Oursler. Modulation of transforming TGF- β production in normal human osteoblast-like cells by 17- β estradiol and parathyroid hormone [J]. *Endocrinology*, 1991, 129(6): 3313-3320.
- [14] Kameda T. Estrogen inhibits bone resorption by directly inducing apoptosis of the bone resorption osteoclasts [J]. *J Exp Med*, 1997, 186(4): 489-495.

多管藻化学成分研究

柳全文^{1,3}, 李桂华¹, 刘珂^{2*}, 张婷⁴, 范晓^{3*}, 郭红艳¹

(1. 烟台师范学院化学与材料科学学院, 山东烟台 264025; 2. 烟台大学药学院, 山东烟台 264003; 3. 中国科学院海洋研究所, 山东青岛 266071; 4. 烟台师范学院生命科学学院, 山东烟台 264025)

摘要:目的 研究红藻多管藻 *Polysiphonia urceolata* 的化学成分。方法 采用硅胶、Sephadex LH-20 柱色谱、反相 HPLC 分离化合物, 运用波谱技术分析确定化合物结构。结果 从多管藻乙醇提取物的醋酸乙酯萃取层中分离得到 10 个化合物, 分别为 2, 2', 3, 3'-四溴-4, 4', 5, 5'-四羟基二苯甲烷(I)、2, 2', 3-三溴-3', 4, 4', 5-四羟基-6'-乙氧甲基二苯甲烷(II)、双-(2, 3-二溴-4, 5-二羟基苯基)-醚(III)、3-溴-4-(2, 3-二溴-4, 5-二羟基苯基)-5-甲氧甲基苯二酚(IV)、2, 3-二溴-4, 5-二羟基苯甲醇(V)、2, 3-二溴-4, 5-二羟基苯基甲基醚(VI)、3-溴-4-羟基苯甲酸(VII)、2-溴-4, 5-二羟基苯甲醛(VIII)、2, 3-二溴-4, 5-二羟基苯甲醛(IX)、3-溴-4, 5-二羟基苯甲醛(X)。结论 化合物 I ~ IV、VI、VII 均为首次从该属海藻中发现。

关键词:红藻; 多管藻; 结构鉴定

中图分类号: R284.1

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2006)10-1462-04

Chemical constituents from *Polysiphonia urceolata*

LIU Quan-wen^{1,3}, LI Gui-hua¹, LIU Ke², ZHANG Ting⁴, FAN Xiao³, GUO Hong-yan¹

(1. College of Chemical and Material Science, Yantai Normal University, Yantai 264025, China; 2. School of Pharmacy, Yantai University, Yantai 264003, China; 3. Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China; 4. College of Life Sciences Yantai-Normal University, Yantai 264025, China)

Abstract: Objective To investigate the chemical constituents of red alga, *Polysiphonia urceolata*. **Methods** The compounds I - X were isolated by a combination of silica gel, Sephadex LH-20, and RP-HPLC chromatographies, and their structures were elucidated with spectroscopic methods including IR, MS, and NMR. **Results** Ten compounds were isolated from ethyl acetate extract of the red alga, *P. urceolata*. Their structures were identified as: 2, 2', 3, 3'-tetrabromo-4, 4', 5, 5'-tetrahydroxydiphenyl methane (I), 2, 2', 3-tribromo-3', 4, 4', 5-tetrahydroxy-6'-ethoxymethyl diphenyl methane (II), bis (2, 3-dibromo-4, 5-dihydroxybenzyl) ether (III), 3-bromo-4-(2, 3-dibromo-4, 5-dihydroxybenzyl)-5-methoxymethylpyrocatechol (IV), 2, 3-dibromo-4, 5-dihydroxybenzyl alcohol (V), 2, 3-dibromo-4, 5-dihydroxybenzyl methyl ether (VI), 3-bromo-4-hydroxybenzoic acid (VII), 2-bromo-4, 5-dihydroxybenzaldehyde (VIII), 2, 3-dibromo-4, 5-dihydroxybenzaldehyde (IX), and 3-bromo-4, 5-dihydroxybenzaldehyde (X). **Conclusion** Compounds I - IV, VII and VIII are obtained from this alga species for the first time.

收稿日期: 2006-03-17

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目(29932030); 国家“863”高技术发展计划专项(2001AA620403); 烟台师范学院博士基金项目(20062901)

作者简介: 柳全文(1974-), 男, 博士, 从事新药研发和天然药物化学研究。 E-mail: qwliu2001@yahoo.com.cn

* 通讯作者 刘珂, 范晓

Key words: red-alga; *Polysiphonia urceolata* (Lightf.) Grev.; structural identification

多管藻 *Polysiphonia urceolata* (Lightf.) Grev. 系红藻门多管藻属海藻, 在黄、渤海海域分布广泛。在对山东沿海海藻进行的抗肿瘤、抗菌、免疫和抗炎活性筛选中, 多管藻在各个模型中均表现出一定的生物活性^[1]。作者对其化学成分进行了系统研究, 从中分离得到 10 个化合物, 运用现代波谱技术分析, 确定其结构分别为 2,2',3,3'-四溴-4,4',5,5'-四羟基二苯甲烷(I)、2,2',3-三溴-3',4,4',5-四羟基-6'-乙氧甲基二苯甲烷(II)、双-(2,3-二溴-4,5-二羟卞基)-醚(III)、3-溴-4-(2,3-二溴-4,5-二羟基苯甲基)-5-甲氧基苯二酚(IV)、2,3-二溴-4,5-二羟基苯甲醇(V)、2,3-二溴-4,5-二羟基苯甲基醚(VI)、3-溴-4-羟基苯甲酸(VII)、2-溴-4,5-二羟基苯甲醛(VIII)、2,3-二溴-4,5-二羟基苯甲醛(IX)、3-溴-4,5-二羟基苯甲醛(X)。其中化合物 I、II、III、IV、VII、VIII 均为首次从该属海藻中分离得到。

1 仪器、试剂与材料

XT-4 显微熔点测定仪; Nicolet Magna 750 FTIR 型红外分光光度仪; Bruker AM-400 核磁共振仪; MAT-95 型质谱仪; Agilent 1100 液相色谱仪[Agilent 1100 G1314A 可变波长紫外检测器, PREP-ODS 半制备柱(250 mm×10 mm, 5 μm)]; 薄层色谱硅胶 GF254 和柱色谱硅胶(100~200, 200~300 目)均为青岛海洋化工厂产品; 凝胶 Sephadex LH20, Amersham Pharmacia Biotech AB 生产; 显色剂为 5% 硫酸乙醇溶液和 1% 三氯化铁乙醇溶液, 其余试剂为分析纯或色谱纯。多管藻 *P. urceolata* 于 2003 年 5 月采自山东青岛姜格庄海域, 标本(No. 200305)保存在中国科学院海洋研究所海洋生物技术工程中心。

2 提取与分离

常温风干的海藻样品 2.0 kg, 用 95% 乙醇室温浸泡 3 d, 提取 3 次, 提取液减压浓缩(温度低于 40 °C)得乙醇提取物 190 g; 然后将乙醇提取物悬浮于蒸馏水中, 用醋酸乙酯萃取, 回收溶剂得醋酸乙酯萃取物 53 g。对醋酸乙酯萃取物用石油醚脱脂后, 醋酸乙酯部位浓缩得浸膏 34 g。此浸膏经硅胶、Sephadex LH-20、制备 HPLC 色谱反复分离, 得到化合物 I~X。

3 结构鉴定

化合物 I: 淡黄色粉末, mp 214~216 °C (Me₂CO)。EI-MS *m/z*(%): 552/550/548/546/544

[M]⁺(1,4,6,4,1), 472, 470, 468, 466(6,17,18,6), 392, 390, 388, 386(22,54,44,8), 308(77), 230(100), 201(14)。IR ν_{\max}^{KBr} (cm⁻¹): 3 378, 2 938, 1 599, 1 578, 1 481, 1 407, 1 317, 1 161, 997, 870, 831, 721。¹H-NMR(Me₂CO-d₆, 400 MHz)δ: 6.52(2H, s, H-6, 6'), 4.00(2H, s, H-7); ¹³C-NMR(Me₂CO-d₆, 100 MHz)δ: 145.3(s, C-5, 5'), 143.7(s, C-4, 4'), 132.1(s, C-1, 1'), 116.5(s, C-2, 2'), 116.4(d, C-6, 6'), 113.6(s, C-3, 3'), 44.5(t, C-7)。依据氢谱和碳谱数据, 参考文献数据^[2]鉴定化合物 I 为 2,2',3,3'-四溴-4,4',5,5'-四羟基二苯甲烷。

化合物 II: 淡黄色粉末, mp 196~198 °C (Me₂CO)。EI-MS *m/z*(%): 530/526/524[M]⁺(4/12/12/4), 484(11), 482(34), 480(34), 478(12), 467(9), 465(28), 463(31), 461(10), 403(30), 401(58), 399(31), 393(15), 391(15), 384(18), 357(6), 355(17), 353(7), 322(100), 320(97), 242(56), 213(33), 184(24), 161(32), 160(35), 139(25), 121(51), 58(80)。IR ν_{\max}^{KBr} (cm⁻¹): 3 527, 3 415, 2 978, 2 875, 1 610, 1 585, 1 568, 1 487, 1 469, 1 406, 1 348, 1 302, 1 271, 1 097, 1 076, 1 003, 955, 872, 808。¹H-NMR(Me₂CO-d₆, 400 MHz)δ: 6.96(1H, s, H-5'), 6.04(1H, s, H-4), 4.22(2H, s, H-8), 4.09(2H, s, H-7), 3.37(2H, q, *J*=7.0 Hz, H-9), 1.03(3H, t, *J*=7.0 Hz, H-10)。¹³C-NMR(Me₂CO-d₆, 100 MHz)δ: 144.5(s, C-5), 143.9(s, C-4'), 142.6(s, C-4), 142.5(s, C-3'), 131.6(s, C-1), 130.3(s, C-6'), 128.6(s, C-1'), 115.4(s, C-2'), 114.2(s, C-2'), 114.1(d, C-5'), 114.1(d, C-6), 112.7(s, C-3), 70.5(t, C-7'), 65.3(t, C-9), 38.6(t, C-7), 14.5(q, C-10)。依据氢谱和碳谱数据, 参考文献数据^[3]鉴定化合物 II 为 2,2',3-三溴-3',4,4',5-四羟基-6'-乙氧甲基二苯甲烷。

化合物 III: 淡黄色粉末; mp 180~182 °C (Me₂CO)。EI-MS *m/z*(%): 582/580/578/576/574 [M]⁺(2/8/12/8/2), 562(27), 546(17), 402(48), 388(16), 300/298/296(44/100/66), 280(60), 252(37), 217(40), 188(30), 110(100), 63(22); IR ν_{\max}^{KBr} (cm⁻¹): 3 552, 3 419, 3 194, 1 583, 1 473, 1 387, 1 363, 1 321, 1 284, 1 192, 1 157, 1 072, 928, 868, 856, 802; ¹H-NMR(Me₂CO-d₆, 400 MHz)δ: 7.12(2H, s, H-6, 6'), 4.56(4H, s, H-7, 7'); ¹³C-NMR

(Me₂CO-d₆, 100 MHz) δ: 144.9 (s, C-4, 4'), 144.0 (s, C-5, 5'), 133.1 (s, C-1, 1'), 130.6 (d, C-6, 6'), 114.9 (s, C-3, 3'), 114.1 (s, C-2, 2'), 72.6 (t, C-7, 7')。依据氢谱和碳谱数据, 参考文献数据^[4]鉴定化合物 III 为双-(2,3-二溴-4,5-二羟卞基)-醚。

化合物 IV: 白色粉末, mp 222 ~ 224 °C (Me₂CO)。EI-MS *m/z* (%): 516/514/512/510 [M]⁺ (2/6/6/2), 482 (50), 463 (45), 433 (9), 402 (70), 384 (32), 355 (20), 322 (100), 305 (14), 275 (16), 242 (42), 213 (29), 197 (11), 160 (18), 121 (17), 92 (9), 80 (28), 63 (13), 45 (17); IR ν_{\max}^{KBr} (cm⁻¹): 3 529, 3 415, 2 925, 1 589, 1 566, 1 489, 1 471, 1 373, 1 304, 1 271, 1 171, 1 099, 1 074, 1 007, 933, 883, 858, 808; ¹H-NMR (Me₂CO-d₆, 400 MHz) δ: 6.93 (1H, s, H-6), 6.02 (1H, s, H-6'), 4.15 (2H, s, H-8), 4.07 (2H, s, H-7), 3.18 (3H, s, H-9); ¹³C-NMR (Me₂CO-d₆, 100 MHz) δ: 145.0 (s, C-1), 144.4 (s, C-5'), 143.1 (s, C-4'), 143.1 (s, C-2), 131.9 (s, C-5), 130.3 (s, C-1'), 129.1 (s, C-4), 115.8 (s, C-2'), 115.8 (d, C-6), 114.4 (s, C-3), 114.4 (d, C-6'), 113.2 (s, C-3'), 72.7 (t, C-8), 57.6 (t, C-7), 38.9 (q, C-9)。依据氢谱和碳谱数据, 参考文献数据^[2]鉴定化合物 IV 为 3-溴-4-(2,3-二溴-4,5-二羟基苯甲基)-5-甲氧甲基苯二酚。

化合物 V: 白色粉末, mp 147 ~ 148 °C (Me₂CO)。EI-MS *m/z* (%): 300/298/296 [M]⁺ (21/42/21), 279 (12), 217 (28), 188 (25), 110 (100), 81 (9), 51 (10); IR ν_{\max}^{KBr} (cm⁻¹): 3 435, 2 922, 2 856, 1 608, 1 585, 1 466, 1 412, 1 327, 1 282, 1 201, 1 173, 1 066, 980, 874, 860, 802; ¹H-NMR (Me₂CO-d₆, 400 MHz) δ: 8.76 (1H, br s, H-5), 8.16 (1H, br s, H-4), 7.16 (1H, s, H-6), 4.54 (2H, d, *J* = 6.5 Hz, H-7), 4.38 (1H, t, *J* = 6.5 Hz, H-8); ¹³C-NMR (Me₂CO-d₆, 100 MHz) δ: 145.3 (s, C-4), 143.6 (s, C-5), 134.6 (s, C-1), 114.2 (d, C-6), 113.1 (s, C-2), 112.9 (s, C-3), 64.7 (t, C-7)。依据氢谱和碳谱数据, 参考文献数据^[5]鉴定化合物 V 为 2,3-二溴-4,5-二羟基苯甲酸。

化合物 VI: 淡黄色粉末, mp 128 ~ 130 °C (Me₂CO)。EI-MS *m/z* (%): 314/312/310 [M]⁺ (31/59/29), 295 (8), 283/281/279 (36/74/35), 233, 231 (61, 59), 216 (7), 203, 201 (17, 14), 188 (5), 131 (7), 75 (6), 53 (5), 45 (100)。IR ν_{\max}^{KBr} (cm⁻¹): 3 465, 3 154, 2 923, 1 687, 1 570, 1 464, 1 456, 1 373,

1 273, 1 165, 1 014, 916, 858, 804。 ¹H-NMR (Me₂CO-d₆, 400 MHz) δ: 7.07 (1H, s, H-6), 4.38 (2H, s, H-7), 3.36 (3H, s, H-8)。 ¹³C-NMR (Me₂CO-d₆, 100 MHz) δ: 144.7 (s, C-5), 143.7 (s, C-4), 130.6 (s, C-1), 114.7 (d, C-6), 113.7 (s, C-2), 113.0 (s, C-3), 74.1 (t, C-7); 57.4 (q, C-8)。参考文献数据^[6]鉴定化合物 VI 为 2,3-二溴-4,5-二羟基苯甲基甲醚。

化合物 VII: 白色粉末, mp 175 ~ 177 °C (Me₂CO)。EI-MS *m/z* (%): 218/216 [M]⁺ (100/100), 201, 199 (90, 85), 92 (8), 63 (34)。IR ν_{\max}^{KBr} (cm⁻¹): 3 390, 1 742, 1 690, 1 623, 1 505, 1 375, 1 298, 1 250, 769。 ¹H-NMR (Me₂CO-d₆, 400 MHz) δ: 8.15 (1H, s, H-2), 7.88 (1H, d, *J* = 8.0 Hz, H-6), 7.07 (1H, d, *J* = 8.0 Hz, H-5)。 ¹³C-NMR (Me₂CO-d₆, 100 MHz) δ: 166.8 (s, C-7), 158.7 (s, C-4), 135.9 (d, C-2), 131.5 (d, C-6), 124.7 (s, C-1), 116.9 (d, C-5), 110.1 (s, C-3)。参考文献数据^[7]鉴定化合物 VII 为 3-溴-4-羟基苯甲酸。

化合物 VIII: 淡黄色粉末, mp 208 ~ 210 °C (Me₂CO)。EI-MS *m/z* (%): 218/216 [M]⁺ (95/95), 187 (27), 108 (27), 79 (19), 58 (50)。IR ν_{\max}^{KBr} (cm⁻¹): 3 394, 1 653, 1 591, 1 504, 1 348, 1 288, 1 161, 1 047, 889, 765。 ¹H-NMR (Me₂CO-d₆, 400 MHz) δ: 10.09 (1H, s, H-7), 7.35 (1H, s, H-6), 7.12 (1H, s, H-3)。 ¹³C-NMR (Me₂CO-d₆, 100 MHz) δ: 190.2 (d, C-7), 153.0 (s, C-4), 146.0 (s, C-5), 126.8 (s, C-1), 120.3 (d, C-3), 118.3 (s, C-2), 115.6 (d, C-6)。参考文献数据^[8,9]鉴定化合物 VIII 为 2-溴-4,5-二羟基苯甲酸。

化合物 IX: 白色粉末, mp 202 ~ 204 °C (Me₂CO)。EI-MS *m/z* (%): 298/296/294 [M]⁺ (48/96/48), 267 (8), 217/215 (70/68), 189 (11), 107 (17), 77 (15), 51 (21); IR ν_{\max}^{KBr} (cm⁻¹): 3 296, 1 640, 1 592, 1 571, 1 394, 1 294, 735, 696; ¹H-NMR (Me₂CO-d₆, 400 MHz) δ: 10.13 (1H, s, H-7), 7.40 (1H, s, H-6); ¹³C-NMR (Me₂CO-d₆, 100 MHz) δ: 191.0 (d, C-7), 151.1 (s, C-4), 145.6 (s, C-5), 128.3 (s, C-1), 121.5 (s, C-3), 114.5 (d, C-6), 114.3 (s, C-2)。参考文献数据^[10]鉴定化合物 IX 为 2,3-二溴-4,5-二羟基苯甲酸。

化合物 X: 淡黄色粉末, mp 228 ~ 230 °C (Me₂CO)。EI-MS *m/z* (%): 218/216 [M]⁺ (79/79), 217/215 (100/100), 187 (17), 79 (15), 53 (18);

IR ν_{\max}^{KBr} (cm^{-1}): 3 427, 3 074, 2 875, 2 540, 2 227, 1 653, 1 587, 1 498, 1 410, 1 340, 1 309, 1 255, 1 030, 858; $^1\text{H-NMR}$ ($\text{Me}_2\text{CO-d}_6$, 400 MHz) δ : 9.75 (1H, s, H-7), 7.60 (1H, d, $J=2.0$ Hz, H-2), 7.34 (1H, d, $J=2.0$ Hz, H-6); $^{13}\text{C-NMR}$ ($\text{Me}_2\text{CO-d}_6$, 100 MHz) δ : 190.2 (d, C-7), 150.1 (s, C-4), 146.7 (s, C-5), 130.8 (s, C-1), 128.1 (d, C-6), 113.7 (d, C-2), 110.1 (s, C-3)。参考文献数据^[11]鉴定化合物 X 为 3-溴-4,5-二羟基苯甲醛。

References:

- [1] Xu N J, Fan X, Han L J, et al. Screening marine glage from Shandong coast for antitumor activity [J]. *Oceanol Limnol Sin* (海洋与湖沼), 2001, 32(4): 408-413.
- [2] Kurata K, Amiya T. Two new bromophenols from the red alga *Rhodomela larix* [J]. *Chem Lett*, 1977, (12): 1435-1438.
- [3] Fan X, Xu N J, Shi J G. Bromophenols from the red alga *Rhodomela confervoides* [J]. *J Nat Prod*, 2003, 66(3): 455-458.
- [4] Kurihara H, Mitani T, Kawabata J, et al. Inhibitory potencies of bromophenols from Rhodomelaceae algae against

- α -glucosidase activity [J]. *Fish Sci*, 1999, 65(2): 300-303.
- [5] Weinstein B, Rold T L, Harrell C E, et al. Reexamination of the bromophenols in the red alga *Rhodomela larix* [J]. *Phytochemistry*, 1975, 14: 2667-2670.
- [6] Suzuki M, Kowata N, Kurosawa E. Bromophenols from the red alga *Rhodomela larix* [J]. *Bull Chem Soc JPN*, 1980, 53(7): 2099-2100.
- [7] Beyer J, Lang-Fugmann S, Mühlbauer A, et al. A convenient synthesis of 4-hydroxy [$1-^{13}\text{C}$] benzoic acid and related ring-labelled phenolic compounds [J]. *Synthesis*, 1998, 1047-1052.
- [8] Olivera R, Sanmartin R, Dominguez E, et al. A convenient strategy for the synthesis of 4, 5-bis (O-haloaryl) isoxazoles [J]. *J Org Chem*, 2000, 65: 6398-6400.
- [9] Ireland R E, Thompson W J, Srouji G H, et al. Approach to the total synthesis of chlorothricolide: synthesis of "7-epi-bottom half" and its union with "top half" systems [J]. *J Org Chem*, 1981, 46: 4863-4869.
- [10] Weinstein B, Rold T L, Harrell C E, et al. Reexamination of the bromophenols in the red alga *Rhodomela larix* [J]. *Phytochemistry*, 1975(14): 2667-2670.
- [11] Kurata K, Amiya T. A new bromophenol from the red alga *Polysiphonia urceolata* [J]. *Bull Chem Soc JPN*, 1980, 53: 2020-2022.

白及多糖硫酸酯化前后理化性质和结构的比较研究

陈景耀^{1,2}, 张卫明³, 芮海云², 陆长梅², 蒋继宏¹, 吴国荣^{2*}

(1. 江苏省药用植物生物技术重点实验室, 江苏 徐州 221116; 2. 南京师范大学生命科学学院, 江苏 南京 210097; 3. 南京野生植物综合利用研究院, 江苏 南京 210042)

多糖的化学修饰对拓展多糖的生物学活性意义重大, 特别是硫酸酯化以后, 其保护免疫细胞、减少艾滋病(HIV)感染及抑制乙肝病毒等多种生物学效应, 受到药物研究人员的极大关注^[1,2]。在分离、纯化出白及 *Bletilla striata* (Thunb.) Reichb. f. 多糖的基础上^[3], 对白及多糖的硫酸酯化修饰的优选工艺进行了实验研究, 确定了合适的硫酸酯化工艺^[4]。为了进一步阐明白及多糖在酯化后部分理化性质的变化, 本实验通过高效凝胶渗透色谱法、UV、IR、核磁共振等方法比较测定了白及多糖酯化修饰后前后相对分子质量及其分布、溶解度及化学结构的变化, 旨在为随后的生物学活性研究及构效关系的阐述提供理论依据。

1 材料和仪器

1.1 材料: 白及多糖(BSPS)按文献方法^[3]制备。

1.2 试剂: DEAE-52 为 Whatman 公司产品, Sephadex G-100 为 Pharmacia 公司进口分装产品, 标准相对分子质量多糖 Dextran T 系统为 Pharmacia 公司产品, TFA 为 Fluka 公司产品, 其他试剂均为国产分析纯。

1.3 仪器: HP1100 高效液相色谱仪, FT-IR Nexus 670 型红外光谱仪 (Nicolet 公司), Lambda 17 紫外可见光扫描仪 (Perkin-Elmer 公司), Bruker AV-500 核磁共振仪, 冷冻干燥器 (日本岛津公司), 3k30 低温调整离心机 (Sigma 公司)。

2 实验方法

2.1 白及多糖硫酸酯的制备与分离纯化: 样品按照文献的优化工艺制备^[3,5], 经 DEAE-52 吸附, 先用

收稿日期: 2005-12-25

基金项目: 国家科技部科研院所科技开发专项资金(2002EG163191); 江苏省药用植物生物技术重点实验室开放基金(KJS02118)

作者简介: 陈景耀(1974-), 男, 江苏泗阳人, 硕士研究生, 主要从事植物化学及天然活性物质的研究。

Tel: (025)83598216 E-mail: musiclike@163.com

* 通讯作者 吴国荣