

大孔吸附树脂对海边月见草 总黄酮的吸附及解吸特性

陈炳华, 李 婷, 陈婧宇, 高许力, 吴彩容

(福建师范大学生命科学学院, 福建 福州 350007)

摘要: 通过比较 3 种大孔吸附树脂对海边月见草 (*Oenothera littoralis* Schlect.) 总黄酮的吸附能力, 选择了吸附量较大且易洗脱的树脂 AB-8, 研究了提取液浓度、pH 值对该树脂静态吸附能力的影响, 以及洗脱剂种类、乙醇浓度对动态解吸能力的影响。结果表明, AB-8 树脂对海边月见草总黄酮有良好的吸附纯化性能, 当原液浓度为 $1.076 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时, 树脂达饱和和吸附量 $36.11 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$; 提取液 pH 值对该树脂的吸附能力影响显著, pH 值达 4.0~4.5 时树脂吸附量最大; 用 60% 乙醇为洗脱剂, 流速为 $1 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$, 总黄酮的动态洗脱率达 83.41%, 获得的总黄酮纯度为 24.13%, 得率 3.54%; 而 30% 乙醇 (6 倍柱床体积) 和 50% 乙醇 (6 倍柱床体积) 组合是最佳动态洗脱剂。

关键词: 海边月见草; 大孔吸附树脂; 总黄酮; 吸附; 解吸

中图分类号: Q946.8; Q503 文献标识码: A 文章编号: 1004-0978(2006)02-0011-05

Adsorption and desorption properties of macroporous resins for total flavonoids from *Oenothera littoralis* leaves CHEN Bing-hua, LI Ting, CHEN Jing-yu, GAO Xu-li, WU Cai-rong (College of Life Sciences, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2006, 15 (2): 11-15

Abstract: AB-8 resin, which had higher adsorption capacity and easier desorption, was selected from three kinds of macroporous resins. Effects of concentration of extract solution and pH value on static adsorption capacity, and effects of elution agent type and ethanol concentration on dynamic elution were studied. The results showed that AB-8 resin was suitable for adsorbing and purifying total flavonoids from *Oenothera littoralis* Schlect. leaves. The maximum static adsorption capacity of AB-8 resin for the flavonoids was up to $36.11 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ when the concentration of extract solution was $1.076 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$. The pH value of extract solution had significantly effect on resin adsorption properties, the adsorption capacity reached the highest when pH value was pH 4.0 - pH 4.5. When the eluant was 60% ethanol at flow velocity $1 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$, the dynamic elution ratio of total flavonoids was 83.41%, the purity of flavonoids obtained was 24.13% and yield 3.54% as well. The optimal eluting solvent was the water solutions of 30% ethanol (6 times of resin volume) and 50% ethanol (6 times of resin volume).

Key words: *Oenothera littoralis* Schlect.; macroporous resin; total flavonoids; adsorption; desorption

海边月见草 (*Oenothera littoralis* Schlect.) 为多年生野生植物, 自然分布于中国东南沿海的沙滩地, 在福建中部和南部地区的沿海县、市的滨海沙滩阶地均有大面积的分布, 资源十分丰富^[1], 而且栽培管理容易^[2]。海边月见草种子油中亚油酸含量高达 80%^[3]; 植物体含黄酮类、三萜酸等多种化学成分^[1], 其中黄酮含量高, 开发潜力较大。为此, 作者开展海边月见草类黄酮的提取、分离及其生理活性的研究, 旨在探索海边月见草全株深度利用的价值。

大孔吸附树脂 (macroporous resin) 是一类有机高聚物吸附剂, 具有吸附容量大、选择性好、吸附速

度快、解吸条件温和、易于再生、使用周期长等诸多优点^[4]。近年来已被广泛应用于植物活性成分的提取和分离, 如黄酮类^[5-8]、生物碱类^[9]、皂苷类^[10]、色素^[11]的提取和分离等, 但在海边月见草总黄酮提取分离方面未见应用报道。因此, 作者以海边月见草叶为材料, 比较了几种大孔吸附树脂对海边月见草总黄酮的吸附与洗脱性能, 筛选出适宜的

收稿日期: 2005-10-27

基金项目: 福建省自然科学基金资助项目 (C0540001)

作者简介: 陈炳华 (1970-), 男, 福建长汀人, 硕士, 副教授, 主要从事天然产物化学的科研及植物学教学工作。

吸附树脂,为运用大孔吸附树脂法分离纯化海边月见草总黄酮提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料

海边月见草叶片于2005年6月采自福建惠安崇武沙滩地,经清洗、烘干、粉碎后备用。

大孔吸附树脂 AB-8、X-5 和 S-8 系天津市光复精细化工研究所产品。

1.2 方法

1.2.1 树脂的预处理^[6] 用95%乙醇浸泡24 h,充分溶胀后,除去上浮树脂碎片和杂物。湿法装柱,用95%乙醇洗至流出液无白色浑浊现象,然后用蒸馏水洗至无醇味,接着进行酸碱处理,即用3~4倍柱床体积的5% HCl 溶液以每小时2倍树脂床体积的流速通过树脂柱,水洗至中性,再用3~4倍柱床体积的2% NaOH 溶液以相同流速通过树脂柱,用水洗至中性。浸泡于蒸馏水中备用。

1.2.2 总黄酮提取与含量测定 准确称取一定量干燥的海边月见草叶粉末,置于索氏提取器内用石油醚(沸程60℃~90℃)脱脂、除叶绿素后,以料液比1 g:20 mL 的比例用60%~80%乙醇于80℃~90℃下浸提1.5 h,抽滤,重复浸提1次,合并2次滤液,减压浓缩,再加入3~4倍95%乙醇去除水溶性多糖、蛋白质等杂质^[7],8 000 r·min⁻¹离心,上清液经减压浓缩即为海边月见草叶片的总黄酮提取液,备用。

总黄酮含量采用 NaNO₂-Al(NO₃)₃-NaOH 比色法测定^[8]。以芦丁为对照品,用最小二乘法以浓度(C , mg·mL⁻¹)与吸光度值(A_{510})进行线性回归,得方程 $A = 1.1357C + 0.0049$, $R^2 = 0.9996$,线性范围为0~0.5 mg·mL⁻¹。

1.2.3 树脂筛选^[5] 准确称取经预处理的 AB-8、X-5 和 S-8 3种湿树脂各4.0g,分别加入同一已知总黄酮浓度的海边月见草提取液50 mL,置于25℃恒温振荡器上振荡24 h(110 r·min⁻¹),过滤,测定滤液中剩余总黄酮浓度,计算吸附量 Q 及吸附率 E ;滤出的树脂,分别精密加入70%乙醇50 mL,置于25℃恒温振荡24 h(110 r·min⁻¹),过滤,测定滤液中总黄酮浓度,计算解吸率 D 。计算公式如下:

$$Q = (C_0 - C_e) \times V_i / W; E = [(C_0 - C_e) / C_0] \times$$

100%; $D = [C_d V_d / (C_0 - C_e) V_i] \times 100\%$ 。式中, Q 为吸附量(mg·g⁻¹); C_0 为供试样液中总黄酮初始浓度(mg·mL⁻¹); C_e 为吸附平衡时上清液中的总黄酮浓度(mg·mL⁻¹); E 为吸附率(%); V_i 为样液体积(mL); W 为树脂的干质量(g); D 为解吸率(%); C_d 为解吸液中总黄酮浓度(mg·mL⁻¹); V_d 为解吸定容的体积(mL)。

1.2.4 AB-8 树脂静态吸附影响因素的分析

1.2.4.1 提取液 pH 值的影响 取250 mL 总黄酮提取液5份,调 pH 值至3.14、4.12、4.57(原液)、5.13 和6.18,各取50 mL 加入树脂4.0 g,于25℃恒温振荡24 h(110 r·min⁻¹),过滤,测定滤液中剩余总黄酮浓度,计算吸附量 Q 和吸附率 E 。

1.2.4.2 提取液浓度的影响 配制5种浓度(1.550、1.076、0.807、0.460 和0.229 mg·mL⁻¹)的总黄酮提取液各250 mL,每次取50 mL 加入树脂4.0 g,于25℃恒温振荡24 h(110 r·min⁻¹),过滤,测定平衡时总黄酮浓度,计算吸附量 Q 和吸附率 E 。

1.2.4.3 振荡条件的影响 取3种浓度(1.076、0.847 和0.684 mg·mL⁻¹)的总黄酮提取液各250 mL,每次取50 mL 加入树脂4.0 g,于25℃恒温振荡270 min(110 r·min⁻¹),定时取样,测定总黄酮浓度,考察振荡条件下树脂吸附率随时间的动态变化。

1.2.5 AB-8 树脂动态洗脱剂及洗脱条件的选择

1.2.5.1 洗脱剂的选择 取4根层析柱(1.5 cm×50 cm),各加入10g AB-8 树脂,柱床体积15 mL,分别加入200 mL 同一浓度的总黄酮提取液(pH 4.16),以流速1 mL·min⁻¹ 动态吸附后,先用蒸馏水冲洗,再分别用60%乙醇、60%乙醇(含0.1% HCl)、60%甲醇、60%丙酮4种洗脱剂以1 mL·min⁻¹ 的流速进行洗脱,减压浓缩至少量,经冷冻干燥得总黄酮冻干粉,称重并按下列公式计算得率及冻干粉中总黄酮纯度。总黄酮得率=(冻干粉质量/叶样品质量)×100%;纯度=(冻干粉中总黄酮质量/冻干粉质量)×100%。

同法动态吸附处理4份树脂,分别以30%、50%、70%和90%乙醇以1 mL·min⁻¹ 的流速进行洗脱,分步收集洗脱液(每管15 mL),测定各管中的总黄酮含量,以确定洗脱剂中乙醇浓度及其用量。

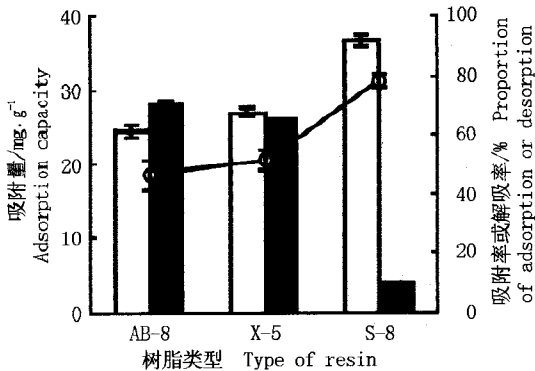
1.2.5.2 洗脱条件的确定 精密吸取海边月见草提取液(1.054 mg·mL⁻¹)250 mL,上柱(树脂湿重

16.5 g, 树脂床体积 25 mL), 进行动态吸附, 流速 $1 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$, 吸附后, 先用蒸馏水冲洗, 再依次用 30%、50% 及 70% 乙醇各 150 mL 洗脱, 每 25 mL 收集 1 份洗脱液, 共 18 份, 测定每个流份中总黄酮含量, 依据测定结果确定最佳洗脱条件。

2 结果和分析

2.1 不同树脂的吸附与解吸性能比较

初始浓度为 $0.684 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的海边月见草叶总黄酮提取液经 3 种树脂 (AB-8、X-5 和 S-8) 充分吸附, 其吸附量和吸附率见图 1。结果表明, 不同类型大孔树脂对海边月见草叶总黄酮的吸附能力差异较大, 3 种树脂中 S-8 的吸附量最大, 吸附率也最高, 分别达 $31.40 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 和 91.80%; X-5 和 AB-8 次之。从解吸率看, AB-8 最高, 达 71.3%; X-5 次之, 解吸效果良好; 而 S-8 洗脱效果最差, 解吸率不到 10%。这种现象与树脂的性质有密切关系。S-8 属极性树脂, 吸附作用力强, 与黄酮结合紧密而解吸难^[6], 因而不适宜用作此类成分的分离; AB-8 属弱极性树脂, X-5 属非极性树脂, 具有较高的吸附率和解吸率, 均适宜用作海边月见草叶总黄酮的提取分离。综合对比后, 选取 AB-8 树脂用于海边月见草叶总黄酮的吸附和解吸性能研究。



□ 吸附率 Proportion of adsorption; ■ 解吸率 Proportion of desorption; —○— 吸附量 Adsorption capacity.

图 1 3 种树脂对海边月见草叶总黄酮的吸附与解吸性能的比较
Fig. 1 Comparison of adsorption and desorption properties of three kinds of resins for total flavonoids from *Oenothera littoralis* Schlect. leaves

2.2 AB-8 树脂静态吸附能力的影响因素分析

2.2.1 提取液浓度对吸附能力的影响 在 5 种不同浓度提取液中, AB-8 树脂对海边月见草总黄酮

的吸附量及吸附率见表 1。当提取液浓度低于或等于 $1.076 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时, 树脂对总黄酮的吸附量随溶液浓度的提高而增加; 当提取液浓度高于 $1.076 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时, 提取液的粘度较大, 树脂吸附量的增幅明显减小, 仅为 0.93%, 差异不显著, 显示树脂吸附容量已趋平衡, 树脂的吸附率下降了 13.04%, 已低于 55%, 表明浓度为 $1.076 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时树脂已达到饱和吸附量 $36.11 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。此外, 树脂的吸附率有随提取液浓度的增高而下降的趋势, 当提取液浓度低于或等于 $0.460 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时, 树脂的吸附率最大, 约为 85%, 显示 AB-8 树脂在低浓度提取液中能更有效地吸附溶液中的总黄酮。考虑到吸附效率等问题, 在实验过程中, 海边月见草总黄酮提取液的初始浓度应控制在 $0.8 \sim 1.0 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 为宜。

表 1 海边月见草叶总黄酮提取液的浓度对 AB-8 树脂吸附能力的影响¹⁾

Table 1 Effects of concentrations of total flavonoids in extract solution from *Oenothera littoralis* Schlect. leaves on the adsorption capacity of resin AB-8¹⁾

初始浓度/ $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ Initial concentration	平衡浓度/ $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ Equilibrium concentration	吸附量/ $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ Adsorption capacity	吸附率/% Proportion of adsorption
1.550 ± 0.162	0.715 ± 0.134	$37.04 \pm 1.25a$	$53.87 \pm 4.32d$
1.076 ± 0.125	0.311 ± 0.052	$36.11 \pm 3.33a$	$66.93 \pm 2.44c$
0.807 ± 0.004	0.221 ± 0.038	$25.95 \pm 1.50b$	$72.71 \pm 9.98b$
0.460 ± 0.033	0.069 ± 0.007	$17.32 \pm 1.26c$	$85.08 \pm 1.05a$
0.229 ± 0.011	0.035 ± 0.002	$8.69 \pm 0.38d$	$85.36 \pm 0.86a$

¹⁾ 同列相同字母表示在 $P=0.05$ 水平上邓肯氏新复极差检验差异不显著 ($n=6$) The same letters in the same column indicate no significant difference by Duncan's test at $P=0.05$ ($n=6$).

2.2.2 提取液 pH 值对吸附能力的影响 黄酮类化合物为多羟基酚类, 呈弱酸性, 因而要达到良好的吸附效果必须在弱酸性或酸性条件下进行实验^[5,7]。实验中以原提取液 (pH 4.57) 为对照, 比较了 pH 值为 3.14、4.12、5.13 和 6.18 条件下 AB-8 树脂对海边月见草总黄酮的吸附量及吸附率, 结果见表 2。当 pH 值为 4.12 时, AB-8 树脂的吸附量最大, 与原液 (pH 4.57) 差异不显著; 而 pH 值为 3.14 时与原液、pH 5.13 和 pH 6.18 时的差异达极显著水平, 因此, 提取液 pH 值对树脂的吸附能力影响显著, 在 pH 值为 4.0~4.5 时, 黄酮类化合物最适宜被 AB-8 树脂吸附。在此 pH 条件下, 黄酮类化合物呈分子状态, 不生成烺盐, 以氢键方式被吸附^[7], 因而树脂吸附量大, 吸附率也高; 但若酸性过

强(低于 pH 4.0), 黄酮类化合物易生成烺盐, 使吸附效果变差。在实际操作过程中, 海边月见草总黄酮提取液的 pH 值应控制在 4.0~4.5 为宜。

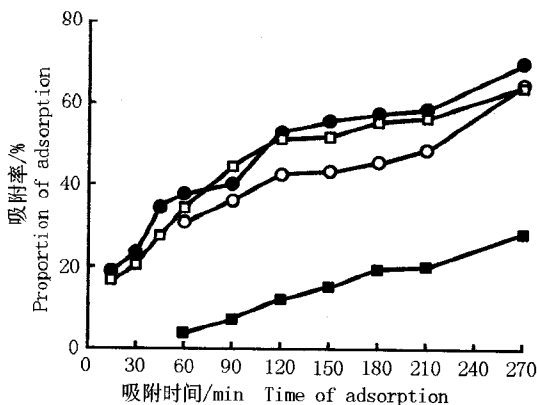
表2 海边月见草叶总黄酮提取液 pH 值对 AB-8 吸附能力的影响¹⁾

Table 2 Effects of pH values of total flavonoids extract solution from *Oenothera litoralis* Schlect. leaves on the adsorption capacity of resin AB-8¹⁾

pH	吸附量/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ Adsorption capacity	吸附率/% Proportion of adsorption
4.57(CK)	17.81 ± 1.67A	86.27 ± 0.17A
3.14	16.14 ± 0.18B	86.08 ± 1.33A
4.12	18.27 ± 0.38A	81.84 ± 1.87B
5.13	12.42 ± 0.75C	70.07 ± 0.18C
6.18	12.07 ± 0.60C	69.11 ± 0.71C

¹⁾ 同列不同字母表示在 $P=0.01$ 水平上邓肯氏新复极差检验差异显著 ($n=6$) The different letters in the same column indicate the significant difference by Duncan's test at $P=0.01$ ($n=6$).

2.2.3 振荡对树脂吸附能力的影响 将浓度为 0.684、0.847 和 1.067 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的海边月见草叶总黄酮提取液分别置于摇床上振荡, 定时取样, 观察 AB-8 树脂的吸附率随时间的动态变化, 结果见图 2。在吸附时间达 270 min 后, 振荡条件下 AB-8 的吸附率(64.29%)比静置条件下(28.65%)提高了 1 倍以上, 而且不同浓度提取液间的最终吸附率相



—○— A1: 提取液浓度为 0.684 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时的振荡吸附曲线
Adsorption curve of 0.684 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ extract solution with shaking;
—●— A2: 提取液浓度为 0.847 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时的振荡吸附曲线
Adsorption curve of 0.847 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ extract solution with shaking;
—□— A3: 提取液浓度为 1.067 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时的振荡吸附曲线
Adsorption curve of 1.067 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ extract solution with shaking;
—■— B: 提取液浓度为 0.684 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时的静置吸附曲线
Adsorption curve of 0.684 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ extract solution with static condition.

图2 振荡和静置条件下 AB-8 树脂对海边月见草叶总黄酮的静态吸附曲线

Fig. 2 Static adsorption curves of resin AB-8 for total flavonoids extract from *Oenothera litoralis* Schlect. leaves under the shaking and static conditions

近, 因此, 在 AB-8 树脂吸附过程中进行振荡将明显提高树脂的吸附效率。

2.3 AB-8 树脂动态洗脱剂及洗脱条件的确立

2.3.1 不同洗脱剂的动态解吸效果 不同洗脱剂对海边月见草总黄酮的动态洗脱结果见表 3。从表 3 可知, 60% 丙酮水溶液、60% 甲醇水溶液和 60% 乙醇水溶液作为洗脱剂对海边月见草总黄酮均有较好的洗脱效果, 其中 60% 丙酮水溶液的洗脱率最高, 而 60% 乙醇水溶液洗脱后总黄酮的得率和纯度最高。考虑到甲醇的毒性、丙酮的易挥发性及总黄酮得率和纯度等因素, 以及实际生产中的安全和成本等问题, 确定以 60% 乙醇水溶液作为洗脱剂。

表3 不同洗脱剂对海边月见草叶总黄酮的动态洗脱效果比较
Table 3 Comparison of desorption proportion for total flavonoids extract from *Oenothera litoralis* Schlect. leaves with various eluants

洗脱剂 Eluant	洗脱率/% Proportion of desorption	纯度/% Purity of total flavonoids	得率/% Yield of total flavonoids
60% acetone	90.39 ± 2.97	18.92 ± 1.76	2.53 ± 0.42
60% methanol	83.98 ± 2.88	18.83 ± 1.19	2.87 ± 0.37
60% ethanol	83.41 ± 0.69	24.13 ± 0.39	3.45 ± 0.17
0.1% HCl- 60% ethanol	77.97 ± 0.45	22.24 ± 0.02	2.56 ± 0.30

2.3.2 乙醇浓度对洗脱曲线的影响 不同浓度乙醇洗脱剂对海边月见草叶总黄酮的洗脱曲线见图 3。由图 3 可知, 乙醇浓度对洗脱曲线有很大影响, 以 30%~70% 乙醇作为洗脱剂, 总黄酮解吸曲线的洗脱峰均集中在 0~45 mL, 即约 3 倍柱床体积, 且洗脱峰随乙醇浓度(30%~70%)增加而增高。从洗脱剂用量看, 用 50%、70% 和 90% 乙醇作为洗脱

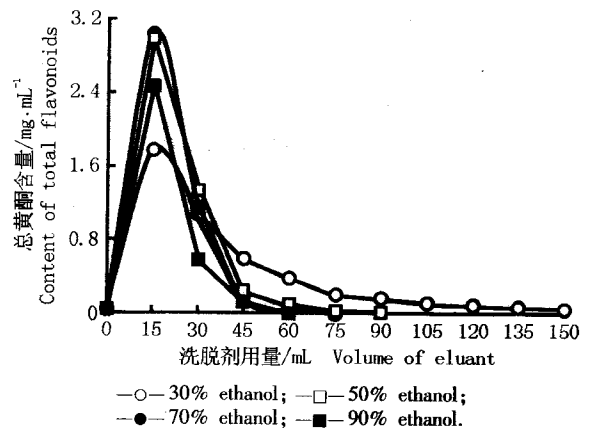


图3 不同浓度乙醇洗脱剂对海边月见草叶总黄酮的洗脱曲线
Fig. 3 Elution curves of total flavonoids extract from *Oenothera litoralis* Schlect. leaves with different concentrations of ethanol

剂,其用量达 75 mL(约 5 倍柱床体积)时即可基本洗脱完全;而用 30% 乙醇洗脱至 75 mL 时,流出液中总黄酮含量还为 $0.197 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$,直至 150 mL(约 10 倍柱床体积)时,洗脱才接近完全,表明 30% 乙醇洗脱能力较 50%、70% 和 90% 乙醇弱,且耗时长。另外,在实验过程中发现洗脱剂中乙醇浓度越高(70% 以上),洗脱液中醇溶性杂质如色素等越多,所得到的总黄酮纯度偏低。

2.3.3 最佳乙醇洗脱剂的确立 用 30%~70% 乙醇进行梯度洗脱,所得到的梯度洗脱曲线见图 4。结果表明,海边月见草总黄酮主要集中在 150 mL(6 倍柱床体积)30% 和 150 mL(6 倍柱床体积)50% 乙醇洗脱液中,占全部乙醇洗脱液中总黄酮含量的 81.54%。薄层层析结果显示,30% 和 50% 乙醇洗脱液中能检出黄酮成分,但具体成分有一定的差异,表明 30% 和 50% 乙醇组合洗脱,对 AB-8 树脂吸附的海边月见草总黄酮有良好的解吸能力。根据文献^[8]所报道的研究结果,结合上述实验结果,确定 30% 乙醇(6 倍柱床体积)和 50% 乙醇(6 倍柱床体积)组合为最佳洗脱剂。

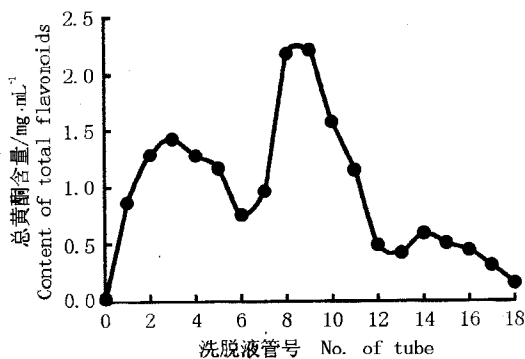


图 4 不同浓度乙醇对海边月见草总黄酮的梯度洗脱曲线
Fig. 4 Gradient elution curves of different concentrations of ethanol for total flavonoids extract from *Oenothera litoralis* Schlect. leaves

3 结论和讨论

实验结果表明,AB-8 树脂对海边月见草总黄酮的吸附性能较好,且用 30%~70% 乙醇就能较容易地洗脱下来,达到分离纯化的效果。提取液的浓度、pH 值及振荡条件是影响 AB-8 树脂吸附效果的重要因素,如果提取液浓度过高,树脂吸附率下

降,过低则吸附效率降低;提取液的 pH 值偏高或偏低均能对树脂的吸附容量产生不利影响。因此,AB-8 树脂对海边月见草总黄酮适宜的吸附条件为:提取液浓度 $0.8 \sim 1.0 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$,pH 4.0~pH 4.5,并置于振荡条件下进行。其中,适宜的振荡条件,如振速、时间及温度等因素还有待于进一步探讨。

树脂对不同物质的吸附能力不同,通过洗脱剂的筛选能够将吸附力不同的成分分离。就 AB-8 树脂对海边月见草总黄酮的吸附而言,用极性较小的丙酮洗脱,总黄酮洗脱率最高,但纯度偏低,显示出对总黄酮和杂质的选择性分离效果较差;用极性较大的甲醇和乙醇洗脱,选择性洗脱效果较好,所得的总黄酮纯度较高、得率也较高,但不同浓度的乙醇直接影响总黄酮的洗脱效果。因此,经过优化筛选,用 6 倍柱床体积的 30% 乙醇和 6 倍柱床体积的 50% 乙醇组合是海边月见草总黄酮的合适洗脱剂。

AB-8 树脂用于海边月见草总黄酮的提取分离,省却了传统溶剂萃取法的烦琐工艺,减少了污染,而且操作简便,成本低,适宜于工业化生产。

参考文献:

- [1] 陈炳华,刘剑秋. 海边月见草种质资源及其开发利用前景[J]. 国土与自然资源研究, 2001(1): 61-62.
- [2] 陈炳华,刘剑秋. 栽培与野生海边月见草种子油脂脂肪酸构成比较[J]. 营养学报, 2002, 24(3): 318-321.
- [3] 陈炳华,刘剑秋. 海边月见草油和饼粕的化学成分及特性[J]. 食品与发酵工业, 2003, 29(7): 17-20.
- [4] 何伟,李伟. 大孔树脂在中药成分分离中的应用[J]. 南京中医药大学学报, 2005, 21(2): 134-136.
- [5] 任顺成,丁霄霖. 大孔树脂对玉米须类黄酮的吸附分离特性研究[J]. 食品与发酵工业, 2003, 29(12): 17-21.
- [6] 潘见,陈强,谢慧明,等. 大孔树脂对葛根黄酮的吸附分离特性研究[J]. 农业工程学报, 1999, 15(1): 236-240.
- [7] 何琦,及元乔,丁立生,等. D140 大孔吸附树脂银杏黄酮提取纯化性能研究[J]. 天然产物研究与开发, 2001, 13(1): 56-59.
- [8] 曹群华,瞿伟菁,李家贵,等. 大孔树脂吸附纯化沙棘籽渣总黄酮的研究[J]. 中国中药杂志, 2004, 29(3): 226-228.
- [9] 黄建明,郭济贤,陈万生,等. 大孔树脂对草乌生物碱的吸附性能及提纯工艺[J]. 复旦学报(医学版), 2003, 30(3): 267-269.
- [10] 吴红,梁恒,吴道澄,等. 大孔吸附树脂法分离纯化山茱萸总皂苷[J]. 第四军医大学学报, 2003, 24(8): 689-692.
- [11] 康强胜,李洪林,龚复俊,等. 大孔吸附树脂吸附分离紫草色素的研究[J]. 武汉植物学研究, 2002, 20(6): 463-466.