

# 泡沫分离法分离人参皂苷

修志龙, 张代佳, 贾凌云, 范瑾, 张业旺

(大连理工大学生物工程系, 辽宁 大连 116012)

**摘要:**通过对浓缩倍数和收率的测定,考察了气速、pH值、进料浓度、进料量以及通气类型、操作方式等因素对人参皂苷泡沫分离效果的影响。结果表明,泡沫分离是分离浓缩人参皂苷的一种简便有效的方法。

**关键词:**泡沫分离法;人参皂苷;浓缩倍数;收率

中图分类号:O648.2<sup>+</sup>5;TQ028 文献标识码:A 文章编号:1009-606X(2001)03-0289-04

## 1 前言

泡沫分离是一项利用物质在气泡表面上吸附性质的差异进行分离的技术。20世纪初泡沫浮选就已广泛应用于矿冶工业<sup>[1]</sup>,近30年来又针对金属离子、蛋白质、酶及微生物细胞等的分离发展起新型的泡沫吸附分离技术<sup>[2-4]</sup>。

溶液中含有表面活性成份是泡沫分离的必要条件之一,而中草药中的皂苷、蛋白质、树胶以及其它高分子化合物具有表面活性剂的特性,能够在强烈搅拌或沸腾时产生稳定的泡沫<sup>[5]</sup>,并且泡沫反应是皂苷类有效成份定性分析的常用方法<sup>[6]</sup>,因此中药水提液具备了泡沫分离的必要条件,但至今还没有应用泡沫分离技术对中药有效成份进行分离的报道。本文选用人参皂苷作为分离对象,考察泡沫分离技术应用的可行性。

人参皂苷作为人参中的主要成份,有许多功效,如人参皂苷  $R_{b2}$  对毒性激素-L 产生的脂肪分解的抑制作用比其它单体皂苷强;皂苷  $R_{b2}$  对各种癌细胞的增殖均有抑制作用,其它皂苷则无此作用;  $R_{b1}$  促进血小板聚集,  $R_{g1}$ 、 $R_c$  抑制血小板聚集,  $R_{b2}$  与  $R_c$  有微弱的血管扩张作用,而  $R_{b1}$  则无此作用,等等<sup>[7]</sup>,因此对不同皂苷进行分离很有必要。

## 2 实验材料和方法

泡沫分离设备:鼓泡在内径 55 mm、高 500 mm 的圆柱形容器中进行,通常情况采用空气在室温下鼓泡操作,可以间歇操作,也可以连续操作,料液 pH 为 5.7。

人参的前处理及提取液的制备:将吉林省集安市参场的秋季鲜人参洗净、晾干、粉碎后,称取 1.00 g,加水 100 ml,煮腾 1 h 后停火,离心分离除去药渣,得到澄清的药液。

人参皂苷含量的检测方法:采用比色法,对照品是人参皂苷  $Re$ <sup>[8]</sup>;用高效液相色谱法检测了 7 种单体皂苷  $R_{b1}$ ,  $R_{b2}$ ,  $R_c$ ,  $R_d$ ,  $R_e$ ,  $R_f$ ,  $R_{g1}$  的含量<sup>[9]</sup>。分离效果计算用下式:

$$\text{浓缩倍数} = \frac{\text{泡沫破碎液中人参皂甙的浓度}}{\text{进料液中人参皂甙的浓度}}, \quad \text{收率} = \frac{\text{泡沫破碎液中人参皂甙的质量}}{\text{进料液中人参皂甙的质量}}$$

收稿日期:2000-09-19, 修回日期:2000-10-16

基金项目:辽宁省自然科学基金资助项目(编号:9810516);大连理工大学中青年骨干基金资助项目

作者简介:修志龙(1965-),男,山东海阳县人,博士,副教授,生物化工专业。

### 3 实验结果及讨论

#### 3.1 通气量的影响

图 1 为间歇操作条件下浓缩倍数和收率与通气量的关系,对氮气鼓泡与空气鼓泡进行了比较。由图可见,随着通气量增大,浓缩倍数降低,收率升高。空气鼓泡所得的浓缩倍数比氮气鼓泡时平均高 0.3,收率平均低 10%。连续操作时的变化趋势与间歇操作相似(图 2)。

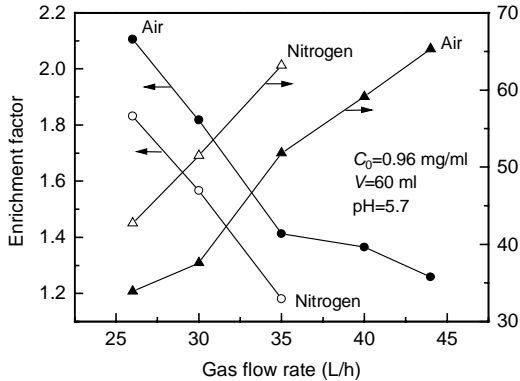


图 1 间歇操作时通气量的影响

Fig.1 Effects of gas flow rate on enrichment factor and total yield of ginsenosides in batch operation

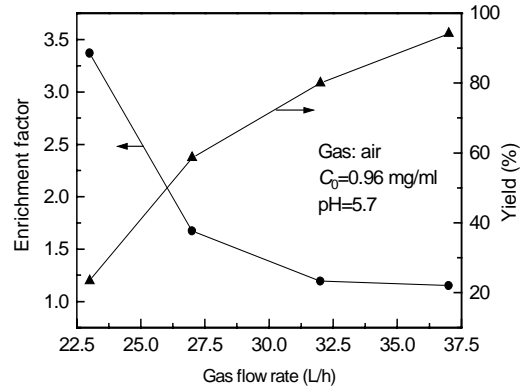


图 2 连续操作时通气量的影响

Fig.2 Effects of gas flow rate on enrichment factor and total yield of ginsenosides in continuous operation

在较低的气量下,由于泡沫到达塔顶的时间较长,延长了排水时间,使进入泡沫间隙的主体溶液减少,泡沫中夹带的液体量也减少,从而导致浓缩倍数高和收率低。在较高的气量下,泡沫中夹带液体的量增加,使吸附于泡沫中的人参皂苷被有效地“稀释”,从而导致浓缩倍数低;同时,由于进入泡沫间隙液体中的人参皂苷与主体溶液中皂苷浓度接近,导致皂苷的收率较高。

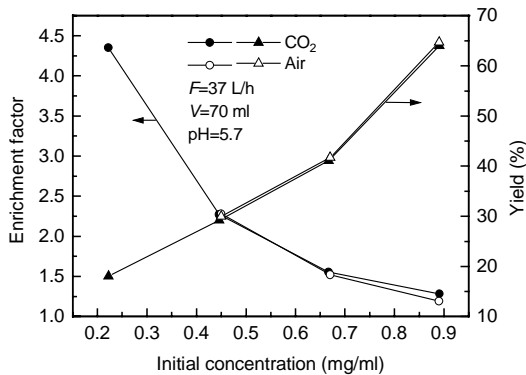


图 3 间歇操作时料液浓度的影响

Fig.3 Effect of the initial concentration of ginsenosides in feed on enrichment factor and total yield of ginsenosides in batch operation

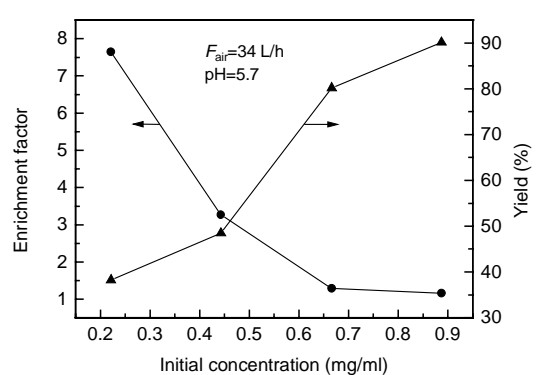


图 4 连续操作时料液浓度的影响

Fig.4 Effect of the initial concentration of ginsenosides in feed on enrichment factor and total yield of ginsenosides in continuous operation

#### 3.2 料液浓度的影响

如图 3 和 4 所示,不论是间歇式还是连续式泡沫分离,总皂苷浓缩倍数均随料液浓度的增加而降低,收率随料液浓度的增加而上升。随着料液浓度的增大,溶液中所含的表面活性物质的浓

度也增大,使泡沫的稳定性增加,泡沫所夹带的液体量增多,因此总皂苷浓缩倍数下降而收率升高.从图 3 可以看出,CO<sub>2</sub>的鼓泡效果几乎与空气相同.

### 3.3 pH 值的影响

图 5 为通气量、料液浓度和体积恒定的情况下间歇操作时料液 pH 值对人参总皂苷浓缩倍数和收率的影响.在所研究的 pH 值范围内,酸性条件下所得到的收率最小,随着料液 pH 值的增大,收率增高;当 pH 值接近中性时,所得到的收率最高;pH 值继续增大,收率逐渐降低.而总皂苷的浓缩倍数则在酸性条件下最高,随 pH 值增大,浓缩倍数下降;当 pH 值接近中性时,浓缩倍数变化不大;pH 值继续增大,浓缩倍数又减小.

pH 对泡沫分离效果的影响比较复杂,这可能与酸碱性的改变会影响人参皂苷的溶解度,使溶液中表面活性物质的性质发生变化有关.

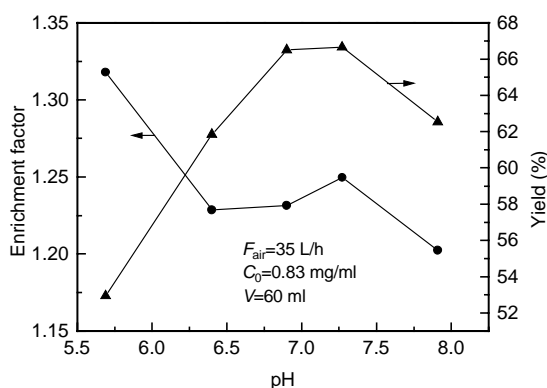


图 5 料液 pH 的影响

Fig.5 Effect of pH in the feed on enrichment factor and total yield of ginsenosides

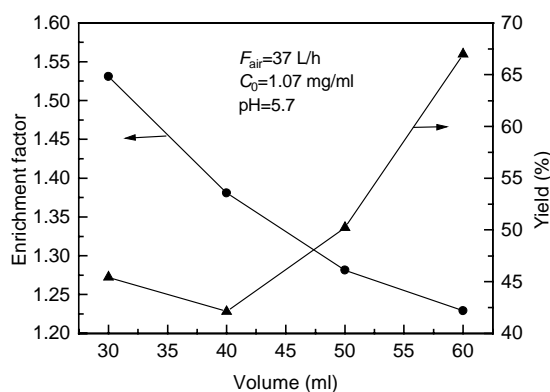


图 6 料液体积的影响

Fig.6 Effect of the volume of feed on enrichment factor and total yield of ginsenosides

### 3.4 进料量的影响

图 6 示出了料液总皂苷浓度为 1.07 mg/ml、通气量为 37 L/h、间歇操作时料液体积变化对浓缩倍数和收率的影响.随着料液体积增加,浓缩倍数逐渐下降,收率总的变化趋势是逐渐升高,但在进料量为 40 ml 时,收率最低.造成这种变化趋势的原因是,随着进料量的减少,鼓泡区距塔顶的距离加大,泡沫到达塔顶的时间增长,延长了排水时间,使泡沫中夹带的液体量减少,导致浓缩倍数上升而收率下降.当进料量减小到一定程度时,由于塔内液位过低,在很短的时间内通入的气体便将塔底的液体几乎全带至泡沫间隙中,使夹带至塔顶的溶质的量增多,导致收率略升高.

### 3.5 单体皂苷的泡沫分离

测定了 7 种单体皂苷,发现通空气鼓泡对 R<sub>b1</sub>, R<sub>b2</sub>, R<sub>c</sub>, R<sub>d</sub>, R<sub>f</sub> 5 种皂苷有分离浓缩作用,残余相中很难检测出 R<sub>b2</sub>, R<sub>c</sub>, R<sub>d</sub>, 其中 R<sub>b2</sub> 几乎全部被带入泡沫相,而 R<sub>c</sub> 和 R<sub>g1</sub> 在三相中浓度一致,没有任何浓缩作用(如表 1 所示).表中 R<sub>b2</sub> 的浓缩倍数和收率都超过最大理论值,可能是料液中浓度偏低、测量时误差较大所致.根据这 7 种皂苷结构计算出的亲水亲油平衡(Hydrophilic-lipophilic balance, 简称 HLB)值表明,HLB 值越大分离效果越好.

表 1 单体皂苷的测定结果

Table 1 Results of enrichment of different ginsenosides

	Volume (ml)	Total ginsenosides (mg/ml)	Ginsenoside concentration (mg/ml)						
			R <sub>b1</sub>	R <sub>b2</sub>	R <sub>c</sub>	R <sub>d</sub>	R <sub>f</sub>	R <sub>e</sub>	R <sub>g1</sub>
Feed	78.5	0.81	0.030	0.002	0.003	0.007	0.009	0.024	0.025
Foam phase	7.5	2.16	0.186	0.056	0.007	0.053	0.017	0.026	0.024
Residual phase	71.0	0.65	0.004	—	—	—	0.005	0.025	0.024
Enrichment factor		2.67	6.200	28.00	2.330	7.570	1.890	1.000	1.000
Yield (%)		25.00	59.00	267.0	22.00	72.00	18.00	9.600	9.600
HLB value			17.59	20.02	20.02	15.76	13.64	15.28	14.60

## 4 结论

(1) 泡沫分离的影响因素很多, 通气量、料液浓度、pH 值、通气类型以及进料量等均对泡沫分离的结果有显著影响。

(2) 在其它操作条件相同的情况下, 泡沫分离所得的总皂苷浓缩倍数随通气量的增大、料液浓度及体积的增加而降低, 收率则随之上升。

(3) 在中性条件下, 人参皂苷的泡沫分离所得收率最高, 在酸性条件下所得的浓缩倍数最高而收率最低。

(4) 鼓泡对不同的皂苷单体作用不同, 对皂苷 R<sub>b1</sub>, R<sub>b2</sub>, R<sub>d</sub> 有显著的浓缩效果, 而 R<sub>c</sub> 和 R<sub>g1</sub> 的浓度则没有变化。

### 参考文献:

- [1] 邓修. 泡沫吸附分离技术进展 [J]. 石油化工, 1984, 13(9): 627-635.
- [2] 常志东, 刘会洲, 陈家镛. 泡沫分离法的应用与发展 [J]. 化工进展, 1999, 18(5): 18-21.
- [3] Matthew N, Alistair B, Paula J. Protein Recovery Using Gas-Liquid Dispersions [J]. Journal of Chromatography B, 1998, 711(1-2): 31-43.
- [4] LIU Z, LIU Z, WANG D, et al. Experimental Studies on Foam Fraction of Enzymes [A]. SHEN Z, OYTANG F, YU J, et al. Proceedings of APBIOCHEC'97 [C]. Beijing: Tsinghua University Press, 1997. 849-852.
- [5] 曹春林, 施顺清. 中药药剂学 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1986. 126.
- [6] 魏璐雪, 袁昌鲁. 中药制剂分析 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1997. 183.
- [7] 黄泰康. 常用中药成份与药理手册 [M]. 北京: 中国医药科技出版社, 1994. 74-88.
- [8] 陈发奎. 常用中草药有效成份含量测定 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1997. 13.
- [9] 龚德强, 靳玲, 陈英杰. 人参的化学成份及药理活性的研究进展与展望 [J]. 沈阳药科大学学报, 1999, 16(4): 151-155.

## Foam Separation of Ginsenosides of Panax Ginseng

XIU Zhi-long, ZHANG Dai-jia, JIA Ling-yun, FAN Jin, ZHANG Ye-wang

(Biotechnol. Dept., Dalian University of Technology, Dalian, Liaoning 116012, China)

**Abstract:** Foam separation of ginsenosides in panax ginseng was studied for recovery of ginsenosides. By determining the enrichment factor and total yield of ginsenosides, the effects of different operational conditions such as gas flow rate, pH, feed concentration and volume, gas type, and operation mode were investigated. The experimental results show that foam separation is a simple and effective method for concentrating the ginsenosides.

**Key words:** foam separation; ginsenoside; enrichment factor; yield