

# 太子参不同极性部位的化学成分研究

阚永军<sup>1</sup>, 刘莹莹<sup>2</sup>, 赵立<sup>2</sup>, 蒋畅<sup>2</sup>, 庞文生<sup>3</sup>, 胡娟<sup>1,2,3\*</sup>

<sup>1</sup>福建省中医药科学院, 福建 福州

<sup>2</sup>福建中医药大学附属第二人民医院, 福建 福州

<sup>3</sup>福建中医药大学药学院, 福建 福州

收稿日期: 2023年10月6日; 录用日期: 2023年11月7日; 发布日期: 2023年11月14日

## 摘要

目的: 对太子参不同极性部位中的化学成分进行鉴定, 并比较不同极性部位之间化学成分的差异。方法: 将太子参饮片用80%乙醇制备总提取物后, 分别用乙酸乙酯和正丁醇依次萃取, 得到不同极性部位提取物。采用InfiniteC<sub>18</sub>色谱柱(4.6 mm × 250 mm, 5 μm), 以乙腈(A)和0.2%甲酸溶液(B)为流动性进行梯度洗脱, 流速为0.3 mL·min<sup>-1</sup>; 离子源采用电喷雾离子源(ESI), 扫描模型是正离子模式, 结合Metlin数据库和文献报道的质谱信息对太子参不同极性部位中的化学成分进行鉴定。结果: 从太子参乙酸乙酯和正丁醇部位中分别鉴定出10个和7个化合物。结论: 本研究为太子参的药效物质基础研究提供了理论参考。

## 关键词

太子参, 不同极性部位, 化学成分

# Study of Chemical Constituents of Different Polarity Fractions from *Pseudostellaria heterophylla*

Yongjun Kan<sup>1</sup>, Yingying Liu<sup>2</sup>, Li Zhao<sup>2</sup>, Chang Jiang<sup>2</sup>, Wensheng Pang<sup>3</sup>, Juan Hu<sup>1,2,3\*</sup>

<sup>1</sup>Fujian Academy of Chinese Medicine Sciences, Fuzhou Fujian

<sup>2</sup>The Second People's Hospital Affiliated to Fujian University of Traditional Chinese Medicine, Fuzhou Fujian

<sup>3</sup>School of Pharmacy, Fujian University of Traditional Chinese Medicine, Fuzhou Fujian

Received: Oct. 6<sup>th</sup>, 2023; accepted: Nov. 7<sup>th</sup>, 2023; published: Nov. 14<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

**Objective:** To identify the chemical components in different polarity fractions of *Pseudostellaria*

\*通讯作者。

文章引用: 阚永军, 刘莹莹, 赵立, 蒋畅, 庞文生, 胡娟. 太子参不同极性部位的化学成分研究[J]. 药物资讯, 2023, 12(6): 512-516. DOI: 10.12677/pi.2023.126061

*heterophylla* and compare the differences in chemical components between different polarity fractions. **Methods:** The *Pseudostellaria heterophylla* were prepared with 80% ethanol to obtain the total extract, and then sequentially extracted with ethyl acetate and n-butanol to obtain the extracts of different polarity fractions. A InfiniteC<sub>18</sub> column (4.6 mm × 250 mm, 5 μm) was used with acetonitrile (A) and 0.2% formic acid solution (B) as the mobile phase for gradient elution at a flow rate of 0.3 mL·min<sup>-1</sup>. The ion source was an electrospray ionization (ESI), and the scanning model was positive ion mode. The chemical components in different polarity parts of *Pseudostellaria heterophylla* were identified by combining the mass spectrometry information from the Metlin database and literature reports. **Results:** Ten and seven compounds were identified from the ethyl acetate and n-butanol parts of *Pseudostellaria heterophylla*, respectively. **Conclusion:** This study provided a theoretical reference for the study of the pharmacological substance basis of *Pseudostellaria heterophylla*.

## Keywords

*Pseudostellaria heterophylla*, Different Polarity Fractions, Chemical Constituents

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

太子参为临床常用中药，系石竹科植物太子参 *Pseudostellaria heterophylla* (Miq.) Pax ex Pax et Hoffm 的块根。2020 版《中国药典》记载，具有益气健脾，生津润肺之功效。太子参功效与人参相似。但药力薄弱，是补气药中的一味清补之品，其味甘性平。现代药理研究表明太子参具有增强免疫力、降血糖、抗 COPD、抗疲劳等多种药理作用，并已被列为国家保健食品中允许添加的中药[1] [2] [3]。

课题组前期研究发现太子参多糖可增强环磷酰胺诱导的免疫抑制小鼠的脾淋巴细胞免疫活力，减轻其肠道病理损伤，同时还可增加 *Odoribacter* 和 *Mucispirillum* 等有益菌的相对丰度维持肠道微生物稳态[4]。林泗定[5]等研究发现太子参乙酸乙酯提取物可以降低肺部炎症细胞趋化因子 IL-8、TNF-α、GM-CSF 的生成和释放，增加抗炎细胞因子 IL-10 的生成，进而显著抑制肺气虚大鼠肺吸气阻力的增加和动态肺顺应性的降低。Juan Hu [6]等研究发现太子参总多糖中的 PF40 组分可现在改善 2 型糖尿病大鼠的空腹血糖和胰岛素抵抗指数，并增加抗炎因子 IL-10 水平，降低炎症因子 TNF-α 水平。太子参水煎液可提高心肌梗死后的慢性心衰大鼠的心肌组织抗氧化酶的活力和 T-AOC 的水平，降低 MDA 的含量，并显著降低心脏体重指数[7] [8]。

在太子参的药效物质基础研究方面国内外学者进行了较系统的研究，从中分离得到氨基酸、环肽类、糖类、苷类、磷脂类、脂肪酸类、油脂类、挥发油类、甾醇类、微量元素，肌醇等多种化学成分。太子参中含有多种类型的化学成分，各类化学成分的极性和药理活性不尽相同[1]。本实验室长期以来从事太子参质量标准研究，前期已经对不同产地太子参 HPLC 指纹图谱进行了深入研究。然而关于太子参不同极性部位的化学成分研究尚为少数。因此，本研究采用高效液相色谱 - 四级杆 - 飞行时间串联质谱 (HPLC-QTOF-MS)对太子参不同极性部位中的化学成分进行鉴定，并比较不同极性部位之间化学成分的差异，为阐明太子参的药效物质基础及其临床合理应用提供科学依据。

## 2. 实验材料

### 2.1. 仪器

安捷伦 1260/6520 型液相色谱 - 四级杆飞行时间质谱联用仪, 配 ESI 电喷雾离子源; 梅特勒 - 托利多 AE240S 型精密分析天平; 步琦 R100 型旋转蒸发仪。

### 2.2. 试剂

乙腈为色谱纯, 购自德国默克公司; 甲酸为质谱级, 购自美国 Fluka 公司; 水为超纯水(电阻率为 18.25  $\Omega$ ); 乙醇、乙酸乙酯、正丁醇均为分析纯试剂, 购于国药化学试剂公司。

### 2.3. 药材

太子参药材(柘参 2 号)购于福建省柘荣县。

## 3. 实验方法

### 3.1. 不同极性部位的制备

称取太子参粉末 50 g, 加 80%乙醇回流提取 3 次, 1 h/次, 合并滤液, 减压浓缩至浸膏, 即得总提取物。取太子参总提取物加 100 mL 纯水悬浮后, 依次用乙酸乙酯和水饱和的正丁醇进行萃取(溶液体积比为 1:1), 各萃取 3 次, 合并各极性部位的萃取溶液, 并减压回收溶剂, 残渣加甲醇溶剂并定容至 5 mL, 即得乙酸乙酯部位、正丁醇部位和萃取后的水部位。

### 3.2. 色谱条件

色谱柱为 InfiniteC<sub>18</sub> 色谱柱(4.6 mm  $\times$  200 mm, 5  $\mu$ m), 进样体积为 10  $\mu$ L, 以乙腈(A)-0.2%磷酸水(B)为流动相, 梯度洗脱程序为 0~40 min: 10%~40% (A), 40~60 min: 40%~70% (A), 60~75 min: 70%~100% (A), 75~90 min: 100% (A); 流速为 0.3 mL/min。

### 3.3. 质谱条件

电离模式为正离子模式; 干燥气温度: 350 $^{\circ}$ C, 干燥气流速: 8 L $\cdot$ min<sup>-1</sup>; 雾化器压力: 30 psi; 毛细管电压: 3500 V; 裂解电压: 175 V; Skimmer: 65.0 V; 质量范围: 100~1000 m/z。

### 3.4. 数据处理

利用 Agilent Mass Hunter 工作站软件中的分子特征提取工具对总离子流图进行搜索, 可得到准确分子量、提取离子峰形并生成数据, 经 Metlin 谱库检索后生成数据列表。筛选 Metlin 谱库中匹配得分(score)大于 90 的成分, 进一步结合文献信息对太子参中化学成分进行鉴定。

## 4. 结果

太子参不同极性部位所识别的化学成分如表 1 所示。

**Table 1.** 21 chemical compounds from *Pseudostellaria heterophylla* measured by HPLC-QTOF-MS

**表 1.** HPLC-QTOF-MS 测得太子参中 21 个化学成分

峰号	时间 (min)	化合物	测量值(m/z)	类型	分子式	总提取物	乙酸乙酯部位	正丁醇部位	水部位
1	8.04	Arginine	175.0508	[M + H] <sup>+</sup>	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> N <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	√	×	√	√
2	8.83	Glutamic acid	147.9983	[M + H] <sup>+</sup>	C <sub>5</sub> H <sub>9</sub> NO <sub>4</sub>	√	×	√	√

Continued

3	9.95	Isobutyrylglycine	146.0309	[M + H] <sup>+</sup>	C <sub>6</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>3</sub>	✓	×	✓	✓
4	10.97	Adenosine	268.0194	[M + H] <sup>+</sup>	C <sub>10</sub> H <sub>13</sub> N <sub>5</sub> O <sub>4</sub>	✓	×	✓	✓
5	38.43	Isomaltose	343.0823	[M + H] <sup>+</sup>	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>	✓	✓	✓	×
6	49.97	Pseudostellarin A	502.2017	[M + H] <sup>+</sup>	C <sub>25</sub> H <sub>35</sub> N <sub>5</sub> O <sub>6</sub>	✓	✓	✓	×
7	55.035	Pseudostellarin B	683.2940	[M + H] <sup>+</sup>	C <sub>33</sub> H <sub>46</sub> N <sub>8</sub> O <sub>8</sub>	✓	✓	✓	×
8	58.02	Heterophyllin B	779.4373	[M + H] <sup>+</sup>	C <sub>40</sub> H <sub>58</sub> N <sub>8</sub> O <sub>8</sub>	✓	✓	×	×
9	60.21	Pseudostellarin C	813.4078	[M + H] <sup>+</sup>	C <sub>40</sub> H <sub>60</sub> N <sub>8</sub> O <sub>10</sub>	✓	✓	×	×
10	60.55	Pseudostellarin D	714.3756	[M + H] <sup>+</sup>	C <sub>36</sub> H <sub>55</sub> N <sub>7</sub> O <sub>8</sub>	✓	✓	×	×
11	62.18	Heterophyllin A	728.4334	[M + H] <sup>+</sup>	C <sub>37</sub> H <sub>57</sub> N <sub>7</sub> O <sub>8</sub>	✓	✓	×	×
12	63.19	Pseudostellarin G	817.3862	[M + H] <sup>+</sup>	C <sub>42</sub> H <sub>56</sub> N <sub>8</sub> O <sub>9</sub>	✓	✓	×	×
13	63.98	Pseudostellarin E	878.4833	[M + H] <sup>+</sup>	C <sub>45</sub> H <sub>67</sub> N <sub>9</sub> O <sub>9</sub>	✓	✓	×	×
14	67.25	Heterophyllin D	665.3310	[M + H] <sup>+</sup>	C <sub>35</sub> H <sub>48</sub> N <sub>6</sub> O <sub>7</sub>	✓	✓	×	×

太子参 80%乙醇总提取物的正离子模式总离子流图如图 1 所示。

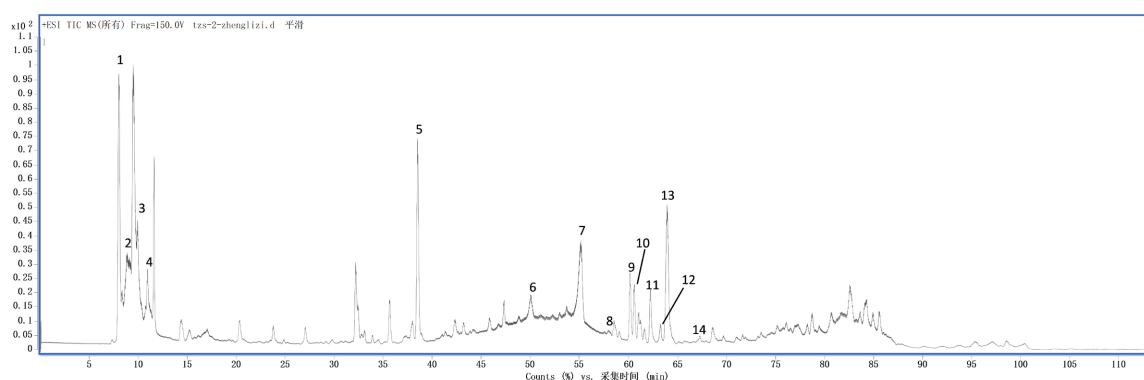


Figure 1. Total ion chromatograms of 80% ethanol extracted fractions of *Pseudostellaria heterophylla* in positive ion mode  
图 1. 太子参 80%乙醇总提取物的正离子模式总离子流图

## 5. 讨论

本研究建立了太子参饮片不同极性部位的指纹图谱，采用 HPLC-QTOF-MS 技术，对太子参不同极性溶剂提取部位中的化学成分进行了分析鉴定，结果共鉴定出化合物 14 个，其中太子参乙酸乙酯部位经 HPLC-QTOF-MS 鉴定了 10 个化合物，分别为：Isomaltose、Pseudostellarin A、Pseudostellarin B、Heterophyllin B、Pseudostellarin C、Pseudostellarin D、Heterophyllin A、Pseudostellarin G、Pseudostellarin E、Heterophyllin D。太子参正丁醇部位经 HPLC-QTOF-MS 鉴定了 7 个化合物，分别为：Arginine、Glutamic acid、Isobutyrylglycine、Adenosine、Isomaltose、Pseudostellarin A、Pseudostellarin B。太子参水部位共标定了经 HPLC-QTOF-MS 鉴定了 4 个化合物，分别为：Arginine、Glutamic acid、Isobutyrylglycine、Adenosine。

由结果可以看出，太子参不同极性部位的化学成分的组成差异较大，其中乙酸乙酯部位富含多种环肽类成分。杨晗[9]等研究表明太子参环肽类成分可显著减轻 COPD 大鼠肺泡破坏程度，减轻肺部炎症，增加肺泡腔，改善气道的炎性细胞浸润，并揭示了其作用机制可能与抑制 TLR4-MyD88-JNK/p38 信号转导通路的异常激活有关。正丁醇部分含有氨基酸类成分和少量环肽类成分。水部位主要为有理氨基酸类成分。因此，在太子参活性成分提取分离过程中，若以环肽类成分为目标成分，可优先选择乙酸乙酯作为提取溶剂。

本研究为太子参不同极性部位的化学成分分析提供了简便快速的分析方法，为太子参不同药理活性

的药效物质的筛选提供了理论参考，同时，也为太子参的质量控制提供依据。

## 基金项目

福建省属公益类科研院所专项(2020R1003001)。

## 参考文献

- [1] 倪建成, 范永飞, 叶祖云. 太子参化学成分、药理作用和应用的研究进展[J]. 中草药, 2023, 54(6): 1963-1977.
- [2] 白少伟. 基于指纹图谱太子参成分的研究[D]: [硕士学位论文]. 福州: 福建中医药大学, 2014.
- [3] 滕力庆, 周涛, 王晓, 江维克. 太子参化学成分及其药理作用研究进展[J]. 食品与药品, 2021, 23(1): 73-79.
- [4] Kan, Y., Liu, Y., Huang, Y., *et al.* (2022) The Regulatory Effects of *Pseudostellaria heterophylla* Polysaccharide on Immune Function and Gut Flora in Immunosuppressed Mice. *Food Science & Nutrition*, **10**, 3828-3841. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2979>
- [5] 林泗定. 太子参镇咳药效活性研究[D]: [硕士学位论文]. 福州: 福建中医药大学, 2011.
- [6] Hu, J., Pang, W., Chen, J., *et al.* (2013) Hypoglycemic Effect of Polysaccharides with Different Molecular Weight of *Pseudostellaria heterophylla*. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, **13**, Article No. 267. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-13-267>
- [7] 沈祥春, 陶玲, 柏帅, 等. 太子参对心肌梗死后慢性心衰大鼠氧化应激的干预作用[J]. 华西药理学杂志, 2008(4): 413-416.
- [8] 沈祥春, 彭佼, 李淑芳, 等. 太子参正丁醇提取部位对大鼠急性心肌梗死诱发心肺损伤的保护作用[J]. 中华中医药杂志, 2010, 25(5): 666-669.
- [9] Lu, F., Yang, H., Lin, S.D., *et al.* (2020) Cyclic Peptide Extracts Derived from *Pseudostellaria heterophylla* Ameliorates COPD via Regulation of the TLR4/MyD88 Pathway Proteins. *Frontiers in Pharmacology*, **11**, Article No. 850. <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.00850>