

不同蒸制法对三七主根中皂苷的影响

武 双^{1,2}, 崔秀明^{1,2}, 郭从亮^{1,2}, 王承潇^{1,2}, 杨 野^{1,2}, 曲 媛^{1,2}, 杨晓艳^{1,2*}

1. 昆明理工大学生命科学与技术学院, 云南 昆明 650500

2. 昆明市道地药材可持续发展利用重点实验室, 云南 昆明 650500

摘要: **目的** 研究不同蒸制法对三七主根中皂苷的影响。**方法** 采用比色法测定主根中总皂苷的量, 采用 HPLC 法测定主根中单体皂苷的量。**结果** 蒸制后主根中总皂苷及单体皂苷三七皂苷 R₁ 和人参皂苷 R_{g1}、Re、Rb₁、Rd 的量均有不同程度的降低, 而人参皂苷 Rh₁、Rh₄、Rk₃ 和 20(S)-、20(R)-人参皂苷 R_{g3} 这 5 种单体皂苷的量均有不同程度的增加。**结论** 不同蒸制法对三七中皂苷成分的影响不同, 总皂苷和 5 种主要皂苷成分的量下降程度和新产生成分的量增加程度与蒸制时间和温度相关。该方法可用于三七炮制品中皂苷类成分的定量测定和质量控制, 为三七“生打熟补”与物质变化之间的相关性研究提供依据, 同时为研究稀有皂苷的积累规律提供了一定的理论基础。

关键词: 蒸制法; 比色法; 总皂苷; HPLC 法; 单体皂苷; 三七皂苷 R₁; 人参皂苷 R_{g1}; 人参皂苷 Re; 人参皂苷 Rb₁; 人参皂苷 Rd; 人参皂苷 Rh₁; 人参皂苷 Rk₃; 人参皂苷 Rh₄; 20(S)-人参皂苷 R_{g3}; 20(R)-人参皂苷 R_{g3}

中图分类号: R283.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2015)22-3352-05

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2015.22.011

Effects of different steaming methods on saponins in taproots of *Panax notoginseng*

WU Shuang^{1,2}, CUI Xiu-ming^{1,2}, GUO Cong-liang^{1,2}, WANG Cheng-xiao^{1,2}, YANG Ye^{1,2}, QU Yuan^{1,2}, YANG Xiao-yan^{1,2}

1. Faculty of Life Science and Technology, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650500, China

2. Kunming Key Laboratory of Genuine Medicinal Materials, Kunming 650500, China

Abstract: Objective To research the effect of different steaming methods on the saponins content in the taproots of *Panax notoginseng*. **Methods** Colorimetric method is used to determine the content of total saponins in the taproot of *P. notoginseng*, using high performance liquid chromatography (HPLC) method for determining the content of monomer saponins in the taproot of *P. notoginseng*. **Results** The contents of total saponins, notoginsenoside R₁, and ginsenosides R_{g1}, Re, Rb₁, and Rd in the taproot of *P. notoginseng* have been reduced to some extent, while the contents of five kinds of monomer saponins of ginseng, i.e. ginsenosides Rh₁, Rh₄, Rk₃, 20(S)-R_{g3}, and 20(R)-R_{g3} all have been increased in varying degrees after steamed. **Conclusion** The different steaming methods have the different influences to saponin composition in the taproot of *P. notoginseng*, the contents of total saponins and five main saponins could decrease and new generated monomer saponins could increase associated with the steaming time and temperature. This method can be used for the determination of the contents of saponin compounds and quality control in processed notoginseng products, and provide the basis for the study on the correlation between notoginseng “sheng da shu bu” and substance changes, while provide the certain theory basis for researching the accumulation rule of rare saponins.

Key words: steaming method; colorimetric method; total saponins; HPLC; monomer saponins; notoginsenoside R₁; ginsenoside R_{g1}; ginsenoside Re; ginsenoside Rb₁; ginsenoside Rd; ginsenoside Rh₁; ginsenoside Rk₃; ginsenoside Rh₄; 20(S)-ginsenoside R_{g3}; 20(R)-ginsenoside R_{g3}

三七 *Notoginseng Radix et Rhizoma* 是五加科 (Araliaceae) 人参属 *Panax* L. 植物三七 *Panax notoginseng* (Burk.) F. H. Chen 的干燥根及根茎, 是我国最早的药食同源植物之一, 也是我国中药宝库

收稿日期: 2015-06-17

基金项目: 云南省教育厅科学研究基金重点项目 (2014Z029); 云南省人才培养项目 (KKS201426015)

作者简介: 武 双 (1990—), 女, 硕士研究生, 研究方向为中药研究与开发。Tel: 18213463235 E-mail: 981835348@qq.com

*通信作者 杨晓艳 (1981—), 女, 博士, 讲师, 研究方向为中药有效成分的定量测定、分离和结构鉴定。

Tel: 15969468214 E-mail: yangxiaoyan9999@163.com

中一颗璀璨的明珠。其始载于《本草纲目》，以根、茎入药，其性温，味甘、微苦、归肝、肾、胃经，具有止血、活血化瘀、消肿定痛之功效，被誉为伤科圣药^[1-2]。三七已被国家列为贵重药材，《中国医药大辞典》和《中国药典》等书籍都对三七作了记载，素有“金不换”“南国神草”等美誉^[3]。

三七生熟两用，但功效迥异，传统中医及民间用药均认为其具有“生打熟补”的作用，即生三七具有活血化瘀、消肿止痛之功效，而熟三七则有补气补血、强身健体之功效。目前，三七的炮制方法有油炸法、蒸制法、熏制、炒等^[4-7]，其中油炸法、熏制、和炒都是比较传统的方法，操作不便，目前大多数研究采用的是蒸制法，高温对三七中的有效成分有一定的破坏作用，所以考虑到炮制方法对有效成分破坏程度，优选蒸制法。生熟三七功效的差异性是由其炮制前后化学成分的变化引起的，尤其以皂苷类（包括总皂苷及单体皂苷）成分的变化比较明显^[5-16]，本实验采用高压蒸制法进行熟三七粉的炮制，旨在研究三七炮制前后皂苷成分量的变化，为三七“生熟异用”及其饮片质量标准的制定提供科学的实验依据。

1 仪器与试药

LC-20AB 高效液相色谱仪，日本岛津公司，包括在线脱气机 DGU-20A3R (C)、二元泵 LC-20AB、自动进样器 SIL-20A、柱温箱 CTO-20A、检测器 SPD-20A；BL10-250A 型超声波清洗机，上海比朗仪器有限公司；UPT-I-20T 优普系列超纯水器，成都超纯科技有限公司；XMTD-4000 型电热恒温水浴锅，北京市永光明医疗仪器有限公司；FW-135 型摇摆式中药粉碎机，上海隆拓仪器设备有限公司；YXQ-LS-100SII-01-00 立式压力蒸汽灭菌锅，上海博讯实业有限公司医疗设备厂；CP114 型电子分析天平，上海奥豪斯仪器有限公司。

三七总皂苷对照品（质量分数 96%）由文山学院文山三七研究院自制；对照品三七皂苷 R₁（批号 MUST-14022411，质量分数 98%）、人参皂苷 Rg₁（批号 MUST-13041301，质量分数 98%）、人参皂苷 Re（质量分数 99.50%，批号 MUST-13041201）、人参皂苷 Rb₁（质量分数 98%，批号 MUST-13102301）、人参皂苷 Rd（批号 MUST-13041212，质量分数 98%）、人参皂苷 Rh₁（批号 MUST-13052205，质量分数 98%）购自南京中标晨曦化学技术有限公司；人参皂苷 Rh₄（批号 GR-133-130721，质量分数

98%）、人参皂苷 Rk₃（批号 GR-133-130725，质量分数 98%）、20(S)-人参皂苷 Rg₃（批号 GR-133-130722，质量分数 98%）、20(R)-人参皂苷 Rg₃（批号 GR-133-130729，质量分数 98%）购自南京广润生物制品有限公司。乙腈为色谱纯，购自美国 Sigma-Aldrich 公司，其他试剂均为分析纯。

生三七于 2013 年 12 月购自云南省文山市，经昆明理工大学生命科学与技术学院崔秀明研究员鉴定为五加科人参属植物三七 *Panax notoginseng* (Burk) F. H. Chen 的干燥根及根茎。生三七粉的制备：采集三七主根洗净，晒干，粉碎，过 40 目筛。熟三七粉的制备：生三七主根粉分别在 105、110、120 °C 温度下蒸制 1.5、2.0、4.0 h，取出后置于电热鼓风干燥箱中 45 °C 干燥至恒定质量，捣碎，过 40 目筛。

2 方法与结果

2.1 三七总皂苷定量测定

2.1.1 对照品溶液的制备 精密称取三七总皂苷对照品适量置量瓶中，用甲醇定容，配制成三七总皂苷质量浓度为 1 mg/mL 的对照品溶液，备用。

2.1.2 供试品溶液的制备 取三七粉末（过 40 目筛）0.3 g，精密称定，精密加入甲醇 25 mL，称定质量，放置过夜，置 80 °C 水浴上保持微沸 2.0 h，放冷，再称定质量，用甲醇补足减失的质量，摇匀，滤过，取续滤液，即得。

2.1.3 最大吸收波长的确定 吸取对照品溶液及供试品溶液各适量，置 80 °C 水浴锅上挥干溶剂，精密加入新配制 5% 香草醛冰乙酸溶液 0.2 mL 和高氯酸 0.8 mL，摇匀。混合液在 60 °C 恒温水浴加热 15 min，置冷水浴中冷却 5 min，再加入 5 mL 冰醋酸溶液，摇匀。以空白试剂为参比，于 400~700 nm 进行全波长扫描。结果对照品与供试品溶液的吸收光谱非常相近，最大吸收波长均为 (548±1) nm。

2.1.4 标准曲线的绘制 精密量取对照品溶液 40、50、60、70、80、90、100 μL，按“2.1.3”项下方法处理，分别于 548 nm 处测定吸光度 (A) 值，以 A 值为纵坐标 (Y)，三七总皂苷质量为横坐标 (X)，得三七总皂苷回归方程为 $Y=5.2321X-0.0262$ ， $R^2=0.9994$ ，线性范围为 0.04~0.10 mg。

2.1.5 精密度试验 精密吸取对照品溶液 90 μL，测定 A 值，重复 5 次，结果三七总皂苷 RSD 分别为 0.66%，表明仪器精密度良好。

2.1.6 重复性试验 平行取同一供试品 (120 °C

4.0 h) 溶液 5 份, 按“2.1.3”项下方法处理, 测定 A 值, 结果三七总皂苷 RSD 分别为 1.38%, 表明方法重复性良好。

2.1.7 稳定性试验 吸取同一供试品 (120 °C、4.0 h) 溶液适量, 每隔 5 min 测定 1 次 A 值, 结果三七总皂苷 RSD 分别为 1.27%, 表明供试品溶液在 20 min 内稳定性良好。

2.1.8 加样回收率试验 取已测定的供试品溶液 5 份, 分别加入一定量的对照品, 按标准曲线制备项下操作, 分别测定 A 值, 计算三七总皂苷的回收率, 平均回收率为 98.00%, RSD 为 2.80%。结果表明, 以三七总皂苷作为对照品进行定量测定时, 加样回收率均能达到定量分析要求。

2.1.9 样品中总皂苷定量测定 称取三七粉末适量, 按“2.1.2”项下方法平行制备供试品溶液, 精密吸取供试品溶液 40 μL, 依法测定 A 值, 根据标准曲线求出样品中总皂苷的量 (表 1)。

从表 1 可以看出, 三七主根经过炮制后, 总皂苷的量随着蒸制时间的延长而不断减少, 因为在蒸制过程中, 高温高压对皂苷成分有破坏作用, 糖苷键容易发生裂解, 脱掉部分糖基, 转化成其他含糖基较少的皂苷。

表 1 三七生品及不同炮制品中总皂苷的量

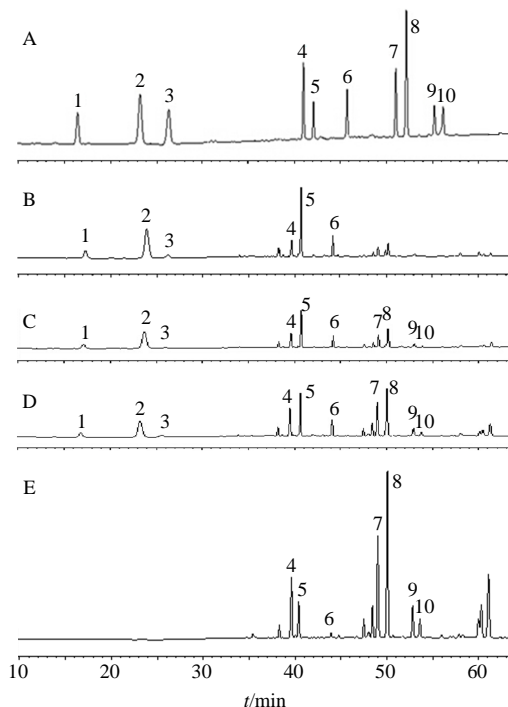
Table 1 Contents of total saponins in raw notoginseng and different processed products

样品	A 值	总皂苷质量/mg	质量分数/%
生三七	0.347	44.58	14.86
105 °C 1.5 h 炮制品	0.340	43.80	14.58
105 °C 2.0 h 炮制品	0.336	43.27	14.42
105 °C 4.0 h 炮制品	0.329	42.43	14.14
110 °C 1.5 h 炮制品	0.335	43.15	14.38
110 °C 2.0 h 炮制品	0.330	42.55	14.18
110 °C 4.0 h 炮制品	0.319	41.24	13.75
120 °C 1.5 h 炮制品	0.315	40.76	13.59
120 °C 2.0 h 炮制品	0.307	39.80	13.28
120 °C 4.0 h 炮制品	0.292	38.01	12.67

2.2 单体皂苷的定量测定

2.2.1 色谱条件 色谱柱为 Vision HT C₁₈ 柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm); 流动相为水-乙腈, 梯度洗脱: 0~20 min, 20%乙腈; 20~45 min, 20%~46%乙腈; 45~55 min, 46%~55%乙腈; 55~60 min, 55%乙腈; 检测波长 203 nm; 体积流量 1.2 mL/min;

柱温 24 °C; 进样量 20 μL。对照品及样品 (生三七和蒸制三七) 色谱图见图 1。



1-三七皂苷 R₁ 2-人参皂苷 R_{g1} 3-人参皂苷 R_e 4-人参皂苷 R_{h1} 5-人参皂苷 R_{b1} 6-人参皂苷 R_d 7-人参皂苷 R_{k3} 8-人参皂苷 R_{h4} 9-20(S)-人参皂苷 R_{g3} 10-20(R)-人参皂苷 R_{g3}
 1-notoginsenoside R₁ 2-ginsenoside R_{g1} 3-ginsenoside R_e 4-ginsenoside R_{h1} 5-ginsenoside R_{b1} 6-ginsenoside R_d 7-ginsenoside R_{k3} 8-ginsenoside R_{h4} 9-20(S)-ginsenoside R_{g3} 10-20(R)-ginsenoside R_{g3}

图 1 混合对照品 (A)、生三七 (B)、105 °C 蒸制 4 h 三七 (C)、110 °C 蒸制 4 h 三七 (D)、120 °C 蒸制 4 h 三七 (E) 的 HPLC 图谱

Fig. 1 HPLC of reference substances (A), raw notoginseng taproots (B), notoginseng steamed at 105 °C for 4 h (C), notoginseng steamed at 110 °C for 4 h (D), and notoginseng steamed at 120 °C for 4 h (E)

2.2.2 混合对照品溶液的制备 分别精密称取三七皂苷 R₁, 人参皂苷 R_{g1}、R_e、R_{b1}、R_d、R_{h1}、R_{h4}、R_{k3} 及 20(S)-、20(R)-人参皂苷 R_{g3} 对照品 8.00、1.10、1.00、1.20、1.00、1.20、2.00、2.00、0.90、1.10 mg 置于 2 mL 量瓶中, 用甲醇溶解定容, 配成质量浓度分别为 0.40、0.55、0.50、0.60、0.50、0.60、1.00、1.00、0.45、0.55 mg/mL 混合对照品贮备液。

2.2.3 供试品溶液的制备 分别取不同蒸制法三七主根各 0.30 g, 精密称定, 置于具塞三角瓶中, 加 70% 甲醇 25 mL, 密塞后称定质量, 摇匀, 超声提取 40 min, 放冷至室温, 再称定质量, 用 70% 甲醇

补足减失的质量,摇匀,滤过,取续滤液,过 0.45 μm 微孔滤膜,即得供试品溶液。

2.2.4 线性关系考察 精密吸取“2.2.2”项下的混合对照品储备液分别稀释 50、10、5、2.5、1.67 倍,得到一系列质量浓度的混合对照品溶液,按“2.2.1”项下色谱条件,进样 20 μL 进行测定,记录峰面积,以峰面积积分值为纵坐标(Y),进样量为横坐标(X)进行线性回归,求得三七皂苷 R_1 的回归方程为 $Y=306\ 735.321\ 3 X-4\ 217.001\ 4$, $R^2=0.999\ 9$, 线性范围为 0.16~4.80 μg ; 人参皂苷 R_{g_1} 的回归方程为 $Y=446\ 623.404\ 0 X+18\ 391.434\ 8$, $R^2=0.999\ 8$, 线性范围为 0.22~11.00 μg ; 人参皂苷 R_e 的回归方程为 $Y=338\ 749.709\ 8 X+10\ 309.966\ 1$, $R^2=0.999\ 7$, 线性范围为 0.20~6.00 μg ; 人参皂苷 R_{b_1} 的回归方程为 $Y=264\ 155.315\ 7 X+3\ 498.359\ 8$, $R^2=0.999\ 9$, 线性范围为 0.24~12.00 μg ; 人参皂苷 R_d 的回归方程为 $Y=441\ 444.942\ 3 X-15\ 852.447\ 7$, $R^2=0.999\ 6$, 线性范围为 0.20~6.00 μg ; 人参皂苷 R_{h_1} 的回归方程为 $Y=461\ 179.124\ 6 X-14\ 751.266\ 8$, $R^2=0.999\ 8$, 线性范围为 0.24~7.20 μg ; 人参皂苷 R_{k_3} 的回归方程为 $Y=926\ 684.157\ 3 X-56\ 816.761\ 7$, $R^2=0.999\ 3$, 线性范围为 0.40~8.00 μg ; 人参皂苷 R_{h_4} 的回归方程为 $Y=575\ 772.437\ 8 X+22\ 471.128\ 3$, $R^2=0.999\ 8$, 线性范围为 0.40~12.00 μg ; 20(S)-人参皂苷 R_{g_3} 的回归方程为 $Y=314\ 722.200\ 2 X-11\ 591.747\ 7$, $R^2=0.999\ 7$, 线性范围为 0.18~5.40 μg ; 20(R)-人参皂苷 R_{g_3} 的回归方程为 $Y=265\ 937.769\ 5 X+4\ 299.317\ 2$, $R^2=0.999\ 8$, 线性范围为 0.22~6.60 μg ; 结果表明各组分线性关系良好。

2.2.5 精密度试验 精密吸取“2.2.2”项下的混合对照品溶液 20 μL , 按“2.2.1”项下色谱条件,重复进样 6 次,以峰面积计算 RSD, 结果混合对照品各指标成分的 RSD 均 < 3.0% (三七皂苷 R_1 1.34%、人参皂苷 R_{g_1} 2.01%、人参皂苷 R_e 2.33%、人参皂苷 R_{b_1} 0.98%、人参皂苷 R_d 1.09%、人参皂苷 R_{h_1} 2.17%、人参皂苷 R_{h_4} 1.21%、人参皂苷 R_{k_3} 0.88%、20(S)-人参皂苷 R_{g_3} 1.38%、20(R)-人参皂苷 R_{g_3} 1.44%), 表明该仪器精密度良好。

2.2.6 稳定性试验 取同一供试品溶液 1 份,分别于 0、3、6、9、12、24 h, 按“2.2.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积。结果供试品溶液各指标成分的 RSD 均 < 3.0% (三七皂苷 R_1 1.28%、人参皂苷 R_{g_1} 1.02%、人参皂苷 R_e 1.40%、人参皂苷 R_{b_1}

0.85%、人参皂苷 R_d 0.93%、人参皂苷 R_{h_1} 1.46%、人参皂苷 R_{h_4} 1.53%、人参皂苷 R_{k_3} 1.08%、20(S)-人参皂苷 R_{g_3} 1.62%、20(R)-人参皂苷 R_{g_3} 2.04%), 表明所测供试品溶液在 24 h 内稳定。

2.2.7 重复性试验 取同一批三七主根样品 6 份,精密称定,“2.2.3”项下方法制备供试品溶液,分别按“2.2.1”项下色谱条件进样 20 μL , 计算峰面积的 RSD 值。结果显示,供试品溶液各指标成分的 RSD 均 < 3.0% (三七皂苷 R_1 1.58%、人参皂苷 R_{g_1} 1.71%、人参皂苷 R_e 1.44%、人参皂苷 R_{b_1} 1.05%、人参皂苷 R_d 1.39%、人参皂苷 R_{h_1} 2.02%、人参皂苷 R_{h_4} 1.52%、人参皂苷 R_{k_3} 1.79%、20(S)-人参皂苷 R_{g_3} 2.25%、20(R)-人参皂苷 R_{g_3} 2.56%), 表明该方法重复性良好。

2.2.8 加样回收率试验 取同一批已测定的蒸制三七 (110 $^{\circ}\text{C}$ 、4 h) 主根供试品 6 份,分别精密加入一定量的三七皂苷 R_1 , 人参皂苷 R_{g_1} 、 R_e 、 R_{b_1} 、 R_d 、 R_{h_1} 、 R_{h_4} 、 R_{k_3} 及 20(S)-、20(R)-人参皂苷 R_{g_3} 对照品,按“2.2.3”项下方法制备,以“2.2.1”项下色谱条件进样 20 μL ; 测定峰面积并计算回收率。结果三七皂苷 R_1 , 人参皂苷 R_{g_1} 、 R_e 、 R_{b_1} 、 R_d 、 R_{h_1} 、 R_{h_4} 、 R_{k_3} 及 20(S)-、20(R)-人参皂苷 R_{g_3} 的平均回收率分别为 99.82%、98.73%、102.54%、102.04%、96.88%、98.75%、101.31%、95.93%、97.46%、97.55%, RSD 值分别为 2.21%、1.39%、1.58%、0.87%、1.14%、1.42%、2.50%、0.74%、0.82%、1.36%, 表明该方法回收率良好。

2.2.9 样品测定 分别取三七不同蒸制品粉末,按“2.2.3”项下方法制备,按“2.2.1”项下色谱条件进行定量测定,记录峰面积,用外标法计算样品中 10 种皂苷成分的量,结果见表 2。表 2 结果显示,不同方法蒸制过程中,三七皂苷 R_1 和人参皂苷 R_{g_1} 、 R_e 、 R_{b_1} 、 R_d 的量均有不同程度的降低,其中人参皂苷 R_{g_1} 降解速度最快,而稀有皂苷成分人参皂苷 R_{h_1} 、 R_{k_3} 、 R_{h_4} 及 20(S)-、20(R)-人参皂苷 R_{g_3} 的量均有不同程度的增加,人参皂苷 R_{k_3} 、 R_{h_4} 增长速度较快,20(S)-、20(R)-人参皂苷 R_{g_3} 比较缓慢。究其原因,三七中的皂苷成分在蒸制过程中由于高温、高压的原因,主要皂苷发生降解和转化,从而生成稀有皂苷,而且随着蒸制温度的升高和蒸制时间的延长,这 10 种皂苷成分的量变化趋势越加明显。

3 讨论

本实验以不同蒸制法所得熟三七为研究对象,

表 2 三七不同蒸制品中 10 种皂苷成分的质量分数

Table 2 Contents of 10 kinds of saponins in *P. notoginseng* steamed by different methods

样品	质量分数/%									
	三七皂苷 R ₁	人参皂苷 Rg ₁	人参皂苷 Re	人参皂苷 Rh ₁	人参皂苷 Rb ₁	人参皂苷 Rd	人参皂苷 Rk ₃	人参皂苷 Rh ₄	20(S)-人参 皂苷 Rg ₃	20(R)-人参 皂苷 Rg ₃
生三七	1.10	4.41	0.38	0.22	4.02	0.85	—	—	—	—
105 °C 1.5 h 炮制品	0.56	2.53	0.30	0.28	3.29	0.50	0.09	0.16	0.08	0.02
105 °C 2.0 h 炮制品	0.98	2.76	0.40	0.28	3.08	0.59	0.13	0.20	0.08	0.02
105 °C 4.0 h 炮制品	0.54	1.80	0.12	0.42	1.49	0.29	0.21	0.38	0.25	0.06
110 °C 1.5 h 炮制品	1.01	3.08	0.44	0.39	2.82	0.59	0.16	0.25	0.09	0.03
110 °C 2.0 h 炮制品	1.02	2.74	0.40	0.39	2.33	0.49	0.22	0.36	0.11	0.04
110 °C 4.0 h 炮制品	0.57	1.94	0.28	0.98	1.99	0.51	0.62	1.44	0.44	0.19
120 °C 1.5 h 炮制品	0.32	1.34	0.10	0.75	1.23	0.27	0.56	1.33	0.34	0.17
120 °C 2.0 h 炮制品	0.20	1.04	0.10	1.17	1.28	0.41	0.88	2.10	0.67	0.34
120 °C 4.0 h 炮制品	—	0.01	—	1.34	1.30	0.11	1.23	3.08	1.10	0.61

选取炮制前后变化较大的 10 种单体皂苷成分作为检测指标, 通过同一色谱条件下的定量测定法来研究三七在蒸制过程中的物质基础变化。本实验对不同蒸制法所得熟三七的物质基础差异进行了研究, 有助于制定熟三七的质量标准和使用规范, 为三七的临床辨证论治、遣药组方提供理论依据。

参考文献

[1] 王莹, 褚扬, 李伟, 等. 三七中皂苷成分及其药理作用的研究进展 [J]. 中草药, 2015, 46(9): 1381-1392.

[2] 夏鹏国, 张顺仓, 梁宗锁, 等. 三七化学成分的研究历程和概况 [J]. 中草药, 2014, 45(17): 2564-2570.

[3] 林景超, 张永煜, 崔健, 等. 我国三七产业的发展现状及前景 [J]. 中国药业, 2005, 14(2): 18.

[4] 张穗. 熟三七炮制方法的研究 [J]. 中成药, 1989, 11(11): 20-21.

[5] 柯金虎, 孙玉琴, 陈中坚, 等. 蒸制法炮制熟三七粉对皂苷含量的影响 [J]. 时珍国医国药, 2003, 14(8): 475-476.

[6] 周新惠, 赵荣华, 张荣平, 等. 三七不同加热炮制品中 5 种皂苷类成分的含量测定 [J]. 云南中医学院学报, 2013, 36(6): 11-14.

[7] 陈斌, 许慧琳, 贾晓斌. 三七炮制研究进展与研究思路 [J]. 中草药, 2013, 44(4): 482-487.

[8] 秦枫, 刘靖, 陈玉勇, 等. 三七总皂苷含量测定方法及超声提取工艺研究 [J]. 安徽农业科学, 2008,

36(8): 3062-3063.

[9] 刘旭, 付青姐, 李明春, 等. 三七总皂苷含量的紫外分光光度法测定 [J]. 实用医药杂志, 2008, 25(4): 452.

[10] 陈旭, 党晓芳, 曹飒丽, 等. 三七中总皂苷含量测定的对照品筛选 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(7): 66-68.

[11] Wang D, Liao P Y, Zhu H T, et al. The processing of *Panax notoginseng* and the transformation of its saponin components [J]. *Food Chem*, 2012, 132(4): 1808-1813.

[12] 覃洁萍, 张广征, 卫锡锦, 等. 三七不同炮制品中皂苷类成分的测定 [J]. 中草药, 2006, 37(8): 1175-1177.

[13] 万晓青, 夏伯侯, 楼招欢, 等. 三七不同炮制品中皂苷类成分的含量比较 [J]. 中国中医药杂志, 2011, 26(4): 841-843.

[14] Sun S, Wang C Z, Tong R, et al. Effects of steaming the root of *Panax notoginseng* on chemical composition and anticancer activities [J]. *Food Chem*, 2010, 118(2): 307-314.

[15] Lau A J, Woo S O, Koh H L. Analysis of saponins in raw and steamed *Panax notoginseng* using high-performance liquid chromatography with diode array detection [J]. *J Chromatogr A*, 2003, 1011(1/2): 77-87.

[16] Li S P, Qiao C F, Chen Y W, et al. A novel strategy with standardized reference extract qualification and single compound quantitative evaluation for quality control of *Panax notoginseng* used as a functional food [J]. *J Chromatogr A*, 2013, 1313: 302-307.