

## 川党参产地初加工技术研究

丁刚,李隆云\*,宋旭红

重庆市中药研究院 中国中医科学院中药资源中心重庆分中心,重庆 400065

**摘要:**为了在产地加工时控制川党参中药材的质量,本文通过考察加工方式、温度、失水、搓揉次数和药材等级因素,研究初加工工艺参数,并采用一测多评方法测定川党参初加工相关样品的有效成分的含量,制定了川党参初加工工艺。初加工工艺是冲洗、除去泥、沥干、加热,第一阶段:温度 80 °C,失水 60% 时,取出,按不同等级分类,分别“搓揉 7 次”,装盘,加热;第二阶段:温度 60 °C,烘至药材黄白色,约有褶皱,质地紧实,取出,以 500 g 或 1 000 g 为一捆,抽真空塑封保存。

**关键词:**川党参;质量评价;初加工

中图分类号:R932

文献标识码:A

文章编号:1001-6880(2024) Suppl-0036-15

DOI:10.16333/j.1001-6880.2024.S.005

Study on primary processing technology of *Codonopsis tangshen* roots

DING Gang, LI Long-yun\*, SONG Xu-hong

Chongqing Academy of Chinese Materia Medica; Chongqing Sub-center of National Resources Center for Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Chongqing 400065, China

**Abstract:** In order to control the quality of *Codonopsis tangshen* roots of the traditional Chinese medicine during processing in the production area, this paper studies the initial processing parameters by examining factors such as processing method, temperature, water loss, kneading frequency, and medicinal grade, also uses a one test multiple evaluation method to determine the content of effective ingredients in the samples related to the initial processing of *C. tangshen* roots, and formulates the preliminary processing technology of *C. tangshen* roots. The initial processing technology involves washing, removing mud, draining, and heating. In the first stage, the medicinal material is taken out, classified according to different levels at a temperature of 80 °C and the water loss of 60%, and kneaded seven times. The material is then placed on a plate and heated. In the second stage, the medicinal material is baked at a temperature of 60 °C until it turns yellow white, with wrinkles and a tight texture. It is then taken out and packaged in bundles of 500 g or 1 000 g, and stored under vacuum and plastic sealing.

**Key words:** *Codonopsis tangshen*; quality evaluation; preliminary processing

川党参作为一种川产地道药材,属桔梗科党参属植物川党参 *Codonopsis tangshen* Oliv. 的干燥根。川党参具有补脾益肺,养血生津功效,在中医临床治疗中占据重要地位,用于医治脾肺衰弱,虚喘咳嗽,面色萎黄,气短心悸,内热消渴,食少便溏等症状<sup>[1]</sup>,现对高血脂、高山反应和化疗产生的副作用、造血障碍等有疗效<sup>[2]</sup>。党参作为特大大药食兼用植物,在日常生活中有很大的用途,伴随着人类健康意

识的增强,最近几年中,党参的市场需求量快速地增加,当前我国有 8 000 ~ 10 000 t 市场消费量,川党参占党参消费市场的 40%<sup>[3]</sup> 并且其产量占全国党参产量的三分之一以上。其主要产地为重庆东部、湖北西部及四川东部。

通过调查得到,川党参的质量极其不稳定,在生产方面有种源混杂、栽种不标准、采收随意、管理耕作粗疏不细致,特别是加工方法落后,技术水平低等问题,严重影响了川党参质量,制约川党参规模化、产业化发展。

产地加工是川党参药材质量的重要的形成原因之一。形成产地加工条件和技术的不同是因为生产环境、生产地方的不一样<sup>[4]</sup>,为了考察产地初加工

收稿日期:2023-02-14 接受日期:2024-01-22

基金项目:国家中药材产业技术体系(CARS-21);重庆市中药材产业技术体系(2022-10);4种道地中药材资源评价与新品种(系)选育(cstc2019jcsx-gksbX0009);重庆英才·创新创业领军人才项目

\*通信作者 Tel:86-23-89029118;E-mail:lilongyun8@163.com

工艺, Yu 等<sup>[5]</sup>用干膏得率、党参炔苷含量、党参多糖含量多个指标综合评价了湖北竹山当地野生党参的质量, 经过筛选得到以 70 ℃ 循环干燥充分烘干、揉搓 1 次为其最佳加工方法。Gao 等<sup>[6]</sup>优化了甘肃文县产纹党的产地初加工工艺, 确定最佳工艺为鲜纹党在 80 ℃ 烘至鲜药材净重 64% 后, 50 ℃ 烘至恒重。Chen 等<sup>[7]</sup>比较阴干、晒干、烘干 3 种干燥方法加工的党参, 认为质量没有明显差异, 但烘干法简单省时、不受自然条件限制。在南方(重庆、四川等地)由于气候比较温和、多雨、光照不足, 晒干所需时间较长, 还易引起回潮, 导致川党参酸败腐烂等, 故川党参产地加工主要靠烘干<sup>[8]</sup>。目前在药材产地的初加工环节, 采用烘干法处理党参药材, 而温度则是影响川党参质量的最主要的干燥工艺参数<sup>[9]</sup>。本文采用两段法加工工艺, 工艺除了优化温度<sup>[10]</sup>, 也采用药材失水控制加工时间, 搓揉次数控制药材成品形态, 同时考察药材等级等因素, 综合研究制定了重庆地区川党参加工工艺。

## 1 材料与方法

### 1.1 样品来源

本试验川党参样品采自于重庆市巫山县双发合作社川党参基地。种子直播育苗, 川党参苗子 2 年后被移栽, 又经过两年的生长周期, 样品在第四年的十月份被采收。

## 1.2 仪器与试剂

安捷伦 1290 高效液相色谱仪(美国 Agilent 公司); METTLER AE240 电子天平(上海梅特勒-托利多仪器公司); KQ-250DB 型数控超声波清洗仪(昆山市超声仪器有限公司); G2X(9240 MBE 电热鼓风干燥箱(中国上海博讯实业有限公司医疗设备厂))。

乙腈(美国 TEDIA 公司, 色谱纯); 甲醇(美国 TEDIA 公司, 色谱纯); 醋酸(美国 TEDIA 公司, 色谱纯); 腺苷对照品(批号: Yz022021, 纯度  $\geq 99\%$ , 南京源植生物科技有限公司); 芦丁对照品(批号: MUST-17080512, 纯度  $\geq 99\%$ ); 党参炔苷对照品(批号: MUST-14608536, 纯度  $\geq 98\%$ ); 白术内脂 II 对照品(批号: MUST-83069145, 纯度  $\geq 99\%$ )(成都曼斯特生物科技有限公司)。

## 1.3 试验设计

### 1.3.1 直接烘干干燥温度设置

阴干、30、40、50、60、70、80、90、100 ℃ 直接干燥。

### 1.3.2 两段法第一段处理设置考察

取川党参, 每份重量约为 500 g, 在温度 40、50、60、70、80、90 和 100 ℃ 时, 分别烘干至失水 20%、30%、40%、50%、60%、70%、80% 时, 取出, 放置室温, 再 60 ℃ 直到烘干, 重复 1 次(见表 1)。

表 1 第一段法工艺参数

Table 1 Process parameters of the first section method

烘干温度 Drying temperature(℃)	失水 Water loss(%)						
	20	30	40	50	60	70	80
40	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1
50	A2	B2	C2	D2	E2	F2	G2
60	A3	B3	C3	D3	E3	F3	G3
70	A4	B4	C4	D4	E4	F4	G4
80	A5	B5	C5	D5	E5	F5	G5
90	A6	B6	C6	D6	E6	F6	G6
100	A7	B7	C7	D7	E7	F7	G7

60 ℃ 直接烘干  
Direct drying at 60 ℃

注: A~G 代表失水处理条件; 1~7 代表温度处理条件。

Note: A-G represent dehydration treatment condition; 1-7 represent temperature treatment conditions.

### 1.3.3 两段法第二段处理设置考察

取川党参, 每份重量约为 500 g。先在 60 ℃, 加热烘干至失水 60%, 再在 40、50、60、70、80、90、100 ℃ 的温度条件分别烘干, 分别编号为 H1~H7, 重复 1 次。

### 1.3.4 温度与搓揉对有效成分的影响

取川党参, 每份重量约为 500 g, 在温度 40、50、60、70、80、90 和 100 ℃ 时, 烘干至失水 60% 时, 取出, 分别搓揉不同次数, 再 60 ℃ 直到烘干, 重复 1 次(见表 2)。

表2 温度-搓揉工艺参数

Table 2 Temperature-rubbing process parameters

烘干温度 Drying temperature(°C)	失水 Water loss(%)	搓揉次数 Rubbing times					
		5	6	7	8	9	10
40		A1	B1	C1	D1	E1	F1
50		A2	B2	C2	D2	E2	F2
60		A3	B3	C3	D3	E3	F3
70	60	A4	B4	C4	D4	E4	F4
80		A5	B5	C5	D5	E5	F5
90		A6	B6	C6	D6	E6	F6
100		A7	B7	C7	D7	E7	F7

60 °C 直接烘干  
Direct drying at 60 °C

注:A~F代表搓揉处理条件;1~7代表温度处理条件。

Note:A-F represent kneading treatment condition;1-7 represent temperature treatment conditions.

## 1.3.5 失水程度与搓揉对有效成分的影响

70%和80%时,取出,分别搓揉不同次数,再60 °C

取川党参,每份重量约为500 g,在温度60 °C

直到烘干,重复1次(见表3)。

时,分别烘干至失水20%、30%、40%、50%、60%、

表3 失水-搓揉工艺参数

Table 3 Water loss-rubbing process parameters

失水 Water loss(%)	烘干温度 Drying temperature(°C)	搓揉次数 Rubbing times					
		5	6	7	8	9	10
20		A1	B1	C1	D1	E1	F1
30		A2	B2	C2	D2	E2	F2
40		A3	B3	C3	D3	E3	F3
50	60	A4	B4	C4	D4	E4	F4
60		A5	B5	C5	D5	E5	F5
70		A6	B6	C6	D6	E6	F6
80		A7	B7	C7	D7	E7	F7

60 °C 直接烘干  
Direct drying at 60 °C

注:A~F代表搓揉处理条件;1~7代表失水处理条件。

Note:A-F represent kneading treatment condition;1-7 represent dehydration treatment conditions.

## 1.3.6 药材等级对质量的影响

按照川党参药材等级标准,把川党参分为4个等级,加热,第一阶段,温度80 °C,失水60%时,取出,分别“搓揉7次”,装盘,第二阶段,温度60 °C,烘至药材黄白色,约有褶皱,质地紧实,取出,分别编号为A1~A4。

## 1.4 有效药效成分测定

## 1.4.1 供试样品溶液制备

各批药材样品,粉碎,取药材粉末约1 g,精密称定,置具25 mL量瓶中,加入95%甲醇20 mL,密塞,超声处理60 min,放冷,用95%甲醇定容到刻度,摇匀,用0.22 μm滤头,滤过,取续滤液即得。

## 1.4.2 对照品溶液制备

精密称取腺苷对照品适量,加甲醇制成23.7 μg/mL的溶液;精密称取党参炔苷对照品适量,加

甲醇制成26.0 μg/mL的溶液;精密称取芦丁对照品适量,加甲醇制成30.4 μg/mL的溶液;精密称取白术内脂II对照品适量,加甲醇制成21.0 μg/mL的溶液。

## 1.4.3 色谱条件

色谱柱为XTERRA® MS C<sub>18</sub>(4.6 mm × 150 mm, 3.5 μm);流动相为A:0.3%乙酸水,B:乙腈;0~14 min,99% A;15~20 min,99% → 90% A;20~38 min A 90% → 55%,38~45 min A 55% → 5%,45~55 min A 5%;后运行5 min,检测波长:全波长;进样量,1 μL;流速,1 mL/min。

## 1.4.4 数据处理

运用SPSS20采取一般线性模型下多变量分析,单因素方差分析处理数据, $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

## 2 结果与分析

### 2.1 方法学考察

#### 2.1.1 线性关系考察

将按照“1.4.2”的方法配制的混合对照品溶液

依次稀释,精密吸取 1  $\mu\text{L}$  进样进行检测。以混合对照品进样浓度  $X(\mu\text{g}/\text{mL})$  为横坐标,峰面积  $Y$  为纵坐标,对检测结果进行回归处理并分析线性范围。结果线性良好(见表 4)。

表 4 川党参有效成分的线性关系和线性范围

Table 4 Linear relationship and linear range of effective ingredients of *C. tangshen roots*

成分 Component	回归方程 Regression equation	$R^2$	线性范围 Linear range( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )
腺苷 Adenosine	$y = 75.62x + 6.116$	0.993 2	0.095 ~ 2.4
芦丁 Rutinum	$y = 16.39x - 15.62$	0.998 6	0.350 ~ 126
党参炔苷 Lobetyolin	$y = 8.56x - 3.21$	0.998 8	3.250 ~ 104
白术内酯 II Atractylolide II	$y = 4.97x - 1.19$	0.998 5	0.700 ~ 12

#### 2.1.2 精密度考察

取对照品母液按照“1.4.3”色谱条件,重复连续进样 6 次,记录色谱图进行分析,结果腺苷、芦丁、党参炔苷和白术内酯 II 峰面积的相对标准偏差(relative standard deviation, RSD) 分别为 1.4%、1.3%、1.4%、1.2%、1.2%,表明仪器精密度良好。

#### 2.1.3 稳定性考察

取同一供试品溶液,按照“1.4.3”色谱条件,分别 0、1、2、4、6、8、16、24 h 进样测定分析,结果腺苷、芦丁、党参炔苷和白术内酯 II 峰面积的 RSD 分别为 1.6%、1.2%、1.3%、1.8%、1.5%,表明供试品溶液在 24 h 内稳定性良好。

#### 2.1.4 加样回收率试验

精密称取已测定含量的川党参药材粉末,共 6 份,加入适量混合对照品溶液,按照“2.2”项制备样品,按“2.3”色谱条件进行测定分析,计算回收率。结果腺苷、芦丁、党参炔苷和白术内酯 II 的平均回收率依次为 97.87%、99.34%、98.34%、101.4%,RSD 分别为 2.7%、1.9%、1.9%、2.2%,表明该方法回收率良好。

#### 2.1.5 重复性考察

取同一来源的样品,按照供试品溶液制备方法平行制备 6 份供试品溶液,进样测定分析,结果腺苷、芦丁、党参炔苷和白术内酯 II 的 RSD 分别为 1.8%、1.4%、1.4%、1.7%、1.6%,表明该方法重现性良好。

#### 2.1.6 含量测定 $f_{km}$ 的计算

本研究采用一测多评法同时对川党参上述 4 种化学成分的含量进行检测。首先,将制备的一系列

梯度浓度的混合对照品容易进样进行检测,记录色谱图,在线性范围内的前提下,按公式  $f_{km} = (W_k * A_m) / (W_m * A_k)$  (式中  $A_k$  为内参物峰面积,  $W_k$  为内参物的浓度,  $A_m$  为组分 m 的峰面积,  $W_m$  为组分 m 的浓度),以党参炔苷为内标物,计算腺苷( $f_1$ )、白术内酯 II( $f_2$ ) 和芦丁( $f_3$ ) 的相对校正因子(见表 5)。

表 5 成分相对校正因子

Table 5 Component relative correction factor

相对校正因子 Relative correction factor	平均值 Average value	RSD(%)
$f_1$	0.448	2.4
$f_2$	0.212	2.8
$f_3$	1.08	1.2

#### 2.1.7 不同仪器及色谱柱对 $f_{km}$ 重现性的影响

取“2.1.1”项下的混合对照品溶液,分别精密吸取 1  $\mu\text{L}$ ,分别采用 Symmetry<sup>®</sup> C<sub>18</sub> (250 mm  $\times$  4.6 mm, 5  $\mu\text{m}$ -1、2、3) 色谱柱,在安捷伦 1290-1 和安捷伦 1290-2 超高效液相色谱仪上进样检测,以党参炔苷为内标物,计算腺苷( $f_1$ )、白术内酯 II( $f_2$ ) 和芦丁( $f_3$ ) 的相对校正因子平均值为 0.454、0.221 和 1.08, RSD 分别为 2.4%、2.0% 和 1.9%。结果说明  $f_{km}$  在使用不同仪器时的耐用性良好。

#### 2.1.8 不同体积流量对 $f_{km}$ 重现性的影响

用安捷伦 1290-1,分别在 0.95、1.00、1.05 mL/min 的体积流量下测定,以党参炔苷为内标物,计算腺苷( $f_1$ )、白术内酯 II( $f_2$ ) 和芦丁( $f_3$ ) 的相对校正因子平均值为 0.441、0.216, 和 1.09, RSD 分别为 2.7%、2.2% 和 2.3%。结果表明在同一台高效液

相色谱仪上,体积流量变化 $f_{km}$ 的影响不大。

### 2.1.9 不同柱温对 $f_{km}$ 重现性的影响

用安捷伦 1290-1,分别在柱温为 30、35、40 °C 的条件下测定,以党参炔苷为内标物,计算腺苷( $f_1$ )、白术内酯 II( $f_2$ )和芦丁( $f_3$ )的相对校正因子平均值为 0.432、0.224 和 1.06, RSD 分别为 1.9%、2.6% 和 2.9%。结果表明在同一台高效液相色谱仪上,柱温的变化对 $f_{km}$ 值的影响不大。

表 6 10 批川党参有效成分含量的数据

Table 6 Content data of active ingredients in the ten batches *C. tangshen* roots (%)

编号 No.	腺苷 Adenosine		白术内酯 II Atractylolide II		芦丁 Rutinum		党参炔苷 Lobetyolin
	ESM	QAMS	ESM	QAMS	ESM	QAMS	
1	0.009	0.009	0.026	0.025	0.014	0.016	0.97
2	0.006	0.006	0.028	0.029	0.028	0.031	1.48
3	0.025	0.023	0.028	0.026	0.024	0.022	0.36
4	0.005	0.005	0.113	0.115	0.106	0.105	0.46
5	0.024	0.021	0.056	0.058	0.189	0.181	0.93
6	0.044	0.039	0.125	0.122	0.056	0.053	1.05
7	0.031	0.034	0.026	0.028	0.019	0.017	0.53
8	0.011	0.012	0.023	0.021	0.028	0.026	1.16
9	0.016	0.014	0.103	0.101	0.032	0.029	1.15
10	0.010	0.011	0.076	0.072	0.194	0.188	0.27

## 2.2 不同加工处理对川党参质量的影响

### 2.2.1 直接烘干干燥温度设置

阴干、30、40、50、60、70、80、90、100 °C 直接干燥,对有效成分腺苷、芦丁、党参炔苷和白术内酯 II 均有显著影响;腺苷、芦丁在 60、70 °C 含量最高,没

有显著区别( $P=0.09, P=0.5$ ),党参炔苷在 60 °C 含量最高,白术内酯 II 在 40、60 °C 含量最高,没有显著区别( $P=0.4$ )。综合考虑确定最佳干燥温度为 60 °C (见图 1)。

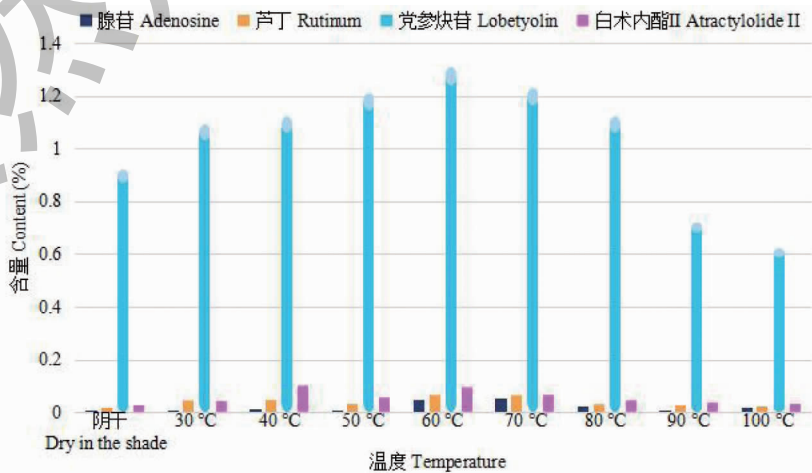


图 1 直接干燥有效成分分布

Fig. 1 Distribution of active ingredients in direct drying

### 2.2.2 第一段处理设置考察

经过主体间效应的检验(见表7),温度、失水、温度和失水交互作用均对腺苷、芦丁、党参炔苷和白术内酯Ⅱ具有显著影响( $P < 0.05$ )。对于腺苷与党参炔苷的影响大小,依次是失水、温度与失水联合和温度。对于芦丁的影响大小,依次是温度与失水联合、温度和失水。对于白术内酯Ⅱ的影响大小,依次是温度、失水和温度与失水联合。

在温度影响下,腺苷在水平5(见表8)即80℃含量最高,水平5与1没有显著区别( $P > 0.05$ ),水平5即80℃与其它水平有显著区别;芦丁在水平6即90℃含量最高,水平6与3、7没有显著区别( $P > 0.1$ ),水平6与其它水平有显著区别;党参炔苷

在水平5即80℃含量最高,水平5与其它水平有显著区别;白术内酯Ⅱ在水平4即70℃含量最高,水平4与3没有显著区别( $P > 0.08$ ),水平4与其它水平有显著区别。

在失水影响下,腺苷在水平7,即失水80%含量最高(见表9),水平7与5、6没有显著区别( $P > 0.1$ ),水平7与其它水平有显著区别;芦丁在水平2即失水30%含量最高,水平2与5没有显著区别( $P > 0.07$ ),水平2与其它水平有显著区别;党参炔苷在水平5即失水60%含量最高,水平5与其它水平有显著区别;白术内酯Ⅱ在水平5即失水60%含量最高,水平5与其它水平有显著区别。

表7 有效成分的主体间效应检验结果

Table 7 Test results of inter-subject effect of active ingredients

源 Source	因变量 Dependent variable	III型平方和 Sum of squares of type III	df	均方 Mean square	F	显著性 Significance
校正模型 Calibration model	腺苷 Adenosine	0.010 <sup>a</sup>	48	0	11.810	0
	芦丁 Rutinum	1.260 <sup>b</sup>	48	0.026	291.102	0
	党参炔苷 Lobetyolin	22.178 <sup>c</sup>	48	0.462	297.535	0
	白术内酯Ⅱ Atractylolide II	0.222 <sup>d</sup>	48	0.005	30.481	0
截距 Intercept	腺苷 Adenosine	0.035	1	0.035	1 908.272	0
	芦丁 Rutinum	1.321	1	1.321	14 659.769	0
	党参炔苷 Lobetyolin	94.877	1	94.877	61 097.722	0
	白术内酯Ⅱ Atractylolide II	0.389	1	0.389	2 560.619	0
温度 Temperature	腺苷 Adenosine	0	6	7.29E-05	3.946	0.003
	芦丁 Rutinum	0.071	6	0.012	130.38	0
	党参炔苷 Lobetyolin	1.069	6	0.178	114.706	0
	白术内酯Ⅱ Atractylolide II	0.036	6	0.006	39.835	0
失水 Water loss	腺苷 Adenosine	0.005	6	0.001	45.815	0
	芦丁 Rutinum	0.033	6	0.005	60.983	0
	党参炔苷 Lobetyolin	14.445	6	2.408	1 550.352	0
	白术内酯Ⅱ Atractylolide II	0.029	6	0.005	32.190	0
温度 * 失水 Temperature * Water loss	腺苷 Adenosine	0.005	36	0	7.453	0
	芦丁 Rutinum	1.156	36	0.032	356.242	0
	党参炔苷 Lobetyolin	6.664	36	0.185	119.204	0
	白术内酯Ⅱ Atractylolide II	0.157	36	0.004	28.637	0
误差 Error	腺苷 Adenosine	0.001	49	1.85E-05	-	-
	芦丁 Rutinum	0.004	49	9.01E-05	-	-
	党参炔苷 Lobetyolin	0.076	49	0.002	-	-
	白术内酯Ⅱ Atractylolide II	0.007	49	0	-	-
总计 Total	腺苷 Adenosine	0.047	98	-	-	-
	芦丁 Rutinum	2.585	98	-	-	-

续表 7 (Continued Tab. 7)

源 Source	因变量 Dependent variable	III 型平方和 Sum of squares of type III	df	均方 Mean square	F	显著性 Significance
总计 Total	党参炔苷 Lobetyolin	117.131	98	-	-	-
	白术内酯 II Atractylolide II	0.619	98	-	-	-
校正的总计 Corrected total	腺苷 Adenosine	0.011	97	-	-	-
	芦丁 Rutinum	1.264	97	-	-	-
	党参炔苷 Lobetyolin	22.254	97	-	-	-
	白术内酯 II Atractylolide II	0.230	97	-	-	-

注: <sup>abcd</sup> 差异显著, 下同。Note: <sup>abcd</sup> Significant differences, the same below.

表 8 不同温度对有效成分的影响

Table 8 Effect of active ingredients by different temperatures

因变量 Dependent variable	处理水平 Processing level	均值差值 Mean difference (%)	显著性 Significance
腺苷 Adenosine	1	0.002	0.13
	2	0.007 *	0
	3	0.004 *	0.017
	4	0.005 *	0.008
	5	-	-
	6	0.004 *	0.014
	7	0.005 *	0.002
芦丁 Rutinum	1	0.079 *	0
	2	0.013 *	0.001
	3	0.006	0.109
	4	0.028 *	0
	5	0.048 *	0
	6	-	-
	7	0.003	0.418
党参炔苷 Lobetyolin	1	0.317 *	0
	2	0.287 *	0
	3	0.177 *	0
	4	0.154 *	0
	5	-	-
	6	0.070 *	0
	7	0.117 *	0
白术内酯 II Atractylolide II	1	0.032 *	0
	2	0.012 *	0.016
	3	0.009	0.082
	4	-	-
	5	0.051 *	0
	6	0.053 *	0
	7	0.031 *	0

注: 表中“-”表示最佳处理水平; \* 该水平与最佳水平具有显著差异, 下同。

Note: “-” in the table means the optimal level. \* A significant difference between this level and the optimal level, the same below.

表9 不同失水对有效成分的影响  
Table 9 Effect of effective ingredients by different water loss degrees

因变量 Dependent variable	处理水平 Processing level	均值差值 Mean difference (%)	显著性 Significance
腺苷 Adenosine	1	0.018 *	0
	2	0.017 *	0
	3	0.010 *	0
	4	0.014 *	0
	5	0.002	0.141
	6	0.001	0.360
	7	-	-
芦丁 Rutinum	1	0.019 *	0
	2	-	-
	3	0.055 *	0
	4	0.037 *	0
	5	0.006	0.079
	6	0.033 *	0
	7	0.009	0.022
党参炔苷 Lobetyolin	1	0.498 *	0
	2	0.503 *	0
	3	1.114 *	0
	4	0.867 *	0
	5	-	-
	6	0.136 *	0
	7	0.115 *	0
白术内酯Ⅱ Atractylolide II	1	0.041 *	0
	2	0.053 *	0
	3	0.041 *	0
	4	0.017 *	0
	5	-	-
	6	0.026 *	0
	7	0.013 *	0.010

### 2.2.3 第二段处理设置考察

经过单因素的方差检验,川党参二段加工,芦丁、党参炔苷、白术内酯Ⅱ,在条件3即温度60℃时,为最佳。腺苷,在条件4与3为最佳(见表10),因二者没有显著区别( $P=0.1$ ),综合考虑川党参第二段烘干温度60℃,为最佳。

### 2.2.4 温度与搓揉对有效成分的影响

经过主体间效应的检验(见表11),次数、温度、次数与温度交互作用均对腺苷、芦丁、党参炔苷和白

术内酯Ⅱ具有显著影响( $P<0.05$ )。对于腺苷的影响大小,依次是次数、温度和次数与温度联合。对于党参炔苷和芦丁的影响大小,依次是温度、次数和次数与温度联合。对于白术内酯Ⅱ的影响大小,依次是次数、温度和次数与温度联合。

在搓揉次数影响下,腺苷在水平2即搓揉6次含量最高(见表12),水平2与其它水平有显著区别;芦丁在水平6即搓揉10次含量最高,水平6与3没有显著区别( $P>0.1$ ),水平6与其它水平有显著



表 10 第二段-川党参有效成分含量

Table 10 Section 2-content of active ingredients of *C. tangshen* roots (%)

编号 No.	腺苷 Adenosine	芦丁 Rutinum	党参炔苷 Lobetyolin	白术内酯 II Atractylolide II
1	0.022 <sup>bc</sup>	0.033 <sup>c</sup>	1.568 <sup>b</sup>	0.03 <sup>bc</sup>
2	0.026 <sup>cd</sup>	0.065 <sup>d</sup>	1.649 <sup>c</sup>	0.028 <sup>b</sup>
3	0.032 <sup>de</sup>	0.189 <sup>f</sup>	1.671 <sup>c</sup>	0.033 <sup>d</sup>
4	0.036 <sup>e</sup>	0.125 <sup>e</sup>	1.563 <sup>b</sup>	0.032 <sup>cd</sup>
5	0.016 <sup>ab</sup>	0.018 <sup>ab</sup>	1.517 <sup>a</sup>	0.028 <sup>b</sup>
6	0.023 <sup>bc</sup>	0.027 <sup>bc</sup>	1.508 <sup>a</sup>	0.026 <sup>b</sup>
7	0.012 <sup>a</sup>	0.009 <sup>a</sup>	1.489 <sup>a</sup>	0.021 <sup>a</sup>

区别;党参炔苷在水平 3 即搓揉 7 次含量最高,水平 3 与 4 没有显著区别( $P=0.3$ ),水平 3 与其它水平有显著区别;白术内酯 II 在水平 5 即搓揉 9 次含量最高,水平 5 与 3 没有显著区别( $P=0.07$ ),水平 5 与其它水平有显著区别。

在温度度影响下,腺苷在水平 5 即 80 °C 含量最高(见表 13),水平 5 与其它水平有显著区别;芦丁

在水平 5 即 80 °C 含量最高,水平 5 与其它水平有显著区别;党参炔苷在水平 6 即 90 °C 含量最高,水平 6 与 4、5 没有显著区别( $P>0.08$ ),水平 6 与其它水平有显著区别;白术内酯 II 在水平 6 即 90 °C 含量最高,水平 6 与 5、7 没有显著区别( $P>0.7$ ),水平 6 与其它水平有显著区别。

表 11 有效成分的主体间效应检验结果

Table 11 Test results of inter-subject effect of active ingredients

源 Source	因变量 Dependent variable	III 型平方和 Sum of squares of type III	df	均方 Mean square	F	显著性 Significance
校正模型 Calibration model	腺苷 Adenosine	0.013 <sup>a</sup>	41	0	41.265	0
	芦丁 Rutinum	3.606 <sup>b</sup>	41	0.088	148.38	0
	党参炔苷 Lobetyolin	18.633 <sup>c</sup>	41	0.454	35.795	0
	白术内酯 II Atractylolide II	0.056 <sup>d</sup>	41	0.001	3.802	0
截距 Intercept	腺苷 Adenosine	0.046	1	0.046	6 038.351	0
	芦丁 Rutinum	3.017	1	3.017	5 089.941	0
	党参炔苷 Lobetyolin	48.698	1	48.698	3 835.676	0
	白术内酯 II Atractylolide II	0.138	1	0.138	380.158	0
次数 Times	腺苷 Adenosine	0.001	5	0	16.187	0
	芦丁 Rutinum	0.429	5	0.086	144.89	0
	党参炔苷 Lobetyolin	0.626	5	0.125	9.868	0
	白术内酯 II Atractylolide II	0.010	5	0.002	5.643	0
温度 Temperature	腺苷 Adenosine	0.004	6	0.001	97.210	0
	芦丁 Rutinum	1.199	6	0.2	337.023	0
	党参炔苷 Lobetyolin	14.811	6	2.468	194.428	0
	白术内酯 II Atractylolide II	0.009	6	0.002	4.199	0.002

续表 11 (Continued Tab. 11)

源 Source	因变量 Dependent variable	III 型平方和 Sum of squares of type III	df	均方 Mean square	F	显著性 Significance
次数 * 温度 Times * temperature	腺苷 Adenosine	0.008	30	0	34.256	0
	芦丁 Rutinum	1.978	30	0.066	111.233	0
	党参炔苷 Lobetyolin	3.195	30	0.107	8.389	0
	白术内酯 II Atractylolide II	0.037	30	0.001	3.415	0
误差 Error	腺苷 Adenosine	0	42	7.69E-06	-	-
	芦丁 Rutinum	0.025	42	0.001	-	-
	党参炔苷 Lobetyolin	0.533	42	0.013	-	-
	白术内酯 II Atractylolide II	0.015	42	0	-	-
总计 Total	腺苷 Adenosine	0.06	84	-	-	-
	芦丁 Rutinum	6.648	84	-	-	-
	党参炔苷 Lobetyolin	67.864	84	-	-	-
	白术内酯 II Atractylolide II	0.209	84	-	-	-
校正的总计 Corrected total	腺苷 Adenosine	0.013	83	-	-	-
	芦丁 Rutinum	3.631	83	-	-	-
	党参炔苷 Lobetyolin	19.166	83	-	-	-
	白术内酯 II Atractylolide II	0.072	83	-	-	-

表 12 搓揉-川党参有效成分含量

Table 12 Rubbing-content of effective ingredients of *C. tangshen* roots

因变量 Dependent variable	处理水平 Processing level	均值差值 Mean difference (%)	显著性 Significance
腺苷 Adenosine	1	0.007 *	0
	2	-	-
	3	0.006 *	0
	4	0.009 *	0
	5	0.005 *	0
	6	0.005 *	0
芦丁 Rutinum	1	0.162 *	0
	2	0.115 *	0
	3	0.050	0.124
	4	0.186 *	0
	5	0.192 *	0
	6	-	-
党参炔苷 Lobetyolin	1	0.056 *	0.006
	2	0.258 *	0
	3	-	-
	4	0.012	0.263
	5	0.103 *	0.02
	6	0.048 *	0.007

续表 12(Continued Tab. 12)

因变量 Dependent variable	处理水平 Processing level	均值差值 Mean difference (%)	显著性 Significance
白术内酯 II Atractylolide II	1	0.028 *	0
	2	0.029 *	0
	3	0.0128	0.071
	4	0.015 *	0.039
	5	-	-
	6	0.032 *	0

表 13 温度-川党参有效成分含量

Table 13 Temperature-content of active ingredients in *C. tangshen* roots

因变量 Dependent variable	处理水平 Processing level	均值差值 Mean difference (%)	显著性 Significance
腺苷 Adenosine	1	0.023 *	0
	2	0.017 *	0
	3	0.014 *	0
	4	0.008 *	0
	5	-	-
	6	0.009 *	0
	7	0.004 *	0.002
芦丁 Rutinum	1	0.303 *	0
	2	0.227 *	0
	3	0.249 *	0
	4	0.047 *	0
	5	-	-
	6	0.157 *	0
	7	0.347 *	0
党参炔苷 Lobetyolin	1	0.796 *	0
	2	0.879 *	0
	3	1.134 *	0
	4	0.077	0.087
	5	0.090	0.103
	6	-	-
	7	0.647 *	0.018
白术内酯 II Atractylolide II	1	0.021 *	0.009
	2	0.023 *	0.005
	3	0.023 *	0.004
	4	0.021 *	0.010
	5	0.003	0.728
	6	-	-
	7	0.001	0.902

### 2.2.5 失水与搓揉对有效成分的影响

经过主体间效应的检验(见表 14),次数、失水、次数和失水交互作用均对腺苷、芦丁、党参炔苷和白术内酯 II 具有显著影响( $P < 0.05$ )。对于腺苷、党参炔苷和白术内酯 II 的影响大小,依次是失水、次数和次数与失水联合。对于芦丁的影响大小,依次是失水、次数与失水联合和次数。对于白术内酯 II 的影响大小,依次是次数、温度和次数与温度联合。

在搓揉次数影响下,腺苷在水平 3 即搓揉 7 次含量最高,水平 3 与 2 没有显著区别( $P = 0.3$ ),水平 3 与其它水平有显著区别(见表 15);芦丁在水平 2 即搓揉 6 次含量最高,水平 2 与 3 没有显著区别( $P = 0.08$ ),水平 2 与其它水平有显著区别;党参炔

苷在水平 5 即搓揉 9 次含量最高,水平 5 与 3、4 没有显著区别( $P > 0.05$ ),水平 5 与其它水平有显著区别;白术内酯 II 在水平 4 即搓揉 8 次含量最高,水平 4 与 3 没有显著区别( $P = 0.2$ ),水平 4 与其它水平有显著区别。

在失水影响下,腺苷在水平 6 即 70% 含量最高,水平 6 与 7 没有显著区别( $P = 0.9$ ),水平 6 与其它水平有显著区别;芦丁在水平 3 即 40% 含量最高,水平 3 与 5 没有显著区别( $P = 0.06$ ),水平 3 与其它水平有显著区别(见表 16);党参炔苷在水平 5 即 60% 含量最高,水平 5 与其它水平有显著区别;白术内酯 II 在水平 5 即 60% 含量最高,水平 5 与其它水平有显著区别。

表 14 有效成分的主体间效应检验结果

Table 14 Test results of inter-subject effect of active ingredients

源 Source	因变量 Dependent variable	III 型平方和 Sum of squares of type III	df	均方 Mean square	F	显著性 Significance
校正模型 Calibration model	腺苷 Adenosine	0.005 <sup>a</sup>	41	0	6.938	0
	芦丁 Rutinum	8.111 <sup>b</sup>	41	0.198	68.918	0
	党参炔苷 Lobetyolin	2.058 <sup>c</sup>	41	0.05	135.609	0
	白术内酯 II Atractylolide II	0.149 <sup>d</sup>	41	0.004	142.194	0
截距 Intercept	腺苷 Adenosine	0.036	1	0.036	2 019.699	0
	芦丁 Rutinum	2.449	1	2.449	853.218	0
	党参炔苷 Lobetyolin	27.884	1	27.884	75 326.897	0
	白术内酯 II Atractylolide II	0.359	1	0.359	14 013.844	0
次数 Times	腺苷 Adenosine	0.001	5	0	8.454	0
	芦丁 Rutinum	0.504	5	0.101	35.151	0
	党参炔苷 Lobetyolin	0.262	5	0.052	141.408	0
	白术内酯 II Atractylolide II	0.036	5	0.007	279.948	0
失水 Water loss	腺苷 Adenosine	0.001	6	0	10.455	0
	芦丁 Rutinum	1.673	6	0.279	97.139	0
	党参炔苷 Lobetyolin	1.013	6	0.169	456.17	0
	白术内酯 II Atractylolide II	0.086	6	0.014	562.004	0
次数 * 失水 Times * Water loss	腺苷 Adenosine	0.003	30	0	6.121	0
	芦丁 Rutinum	5.918	30	0.197	68.72	0
	党参炔苷 Lobetyolin	0.746	30	0.025	67.189	0
	白术内酯 II Atractylolide II	0.027	30	0.001	35.24	0
误差 Error	腺苷 Adenosine	0.001	42	1.79E-05	-	-
	芦丁 Rutinum	0.121	42	0.003	-	-
	党参炔苷 Lobetyolin	0.016	42	0	-	-
	白术内酯 II Atractylolide II	0.001	42	2.56E-05	-	-
总计 Total	腺苷 Adenosine	0.042	84	-	-	-

续表 14(Continued Tab. 14)

源 Source	因变量 Dependent variable	III 型平方和 Sum of squares of type III	df	均方 Mean square	F	显著性 Significance
总计 Total	芦丁 Rutinum	10.677	84	-	-	-
	党参炔苷 Lobetyolin	30.317	84	-	-	-
	白术内酯 II Atractylolide II	0.517	84	-	-	-
校正的总计 Corrected total	腺苷 Adenosine	0.006	83	-	-	-
	芦丁 Rutinum	8.231	83	-	-	-
	党参炔苷 Lobetyolin	2.074	83	-	-	-
	白术内酯 II Atractylolide II	0.15	83	-	-	-

表 15 搓揉-川党参有效成分含量

Table 15 Rubbing-Content of effective ingredients of *codonopsis tangshen* roots

因变量 Dependent variable	处理水平 Processing level	均值差值 Mean difference (%)	显著性 Significance
腺苷 Adenosine	1	0.010 *	0
	2	0.002	0.251
	3	-	-
	4	0.004 *	0.008
	5	0.008 *	0
	6	0.004 *	0.009
芦丁 Rutinum	1	0.205 *	0
	2	-	-
	3	0.002	0.078
	4	0.227 *	0
	5	0.130 *	0
	6	0.202 *	0
党参炔苷 Lobetyolin	1	0.168 *	0
	2	0.050 *	0
	3	0.031	0.053
	4	0.029	0.051
	5	-	-
	6	0.127 *	0
白术内酯 II Atractylolide II	1	0.035 *	0
	2	0.058 *	0
	3	0.019	0.235
	4	-	-
	5	0.022 *	0
	6	0.055 *	0

表 16 失水-川党参有效成分含量

Table 16 Water loss-content of active ingredients of *C. tangshen* roots

因变量 Dependent variable	处理水平 Processing level	均值差值 Mean difference (%)	显著性 Significance
腺苷 Adenosine	1	0.008 *	0
	2	0.005 *	0.007
	3	0.007 *	0
	4	0.010 *	0
	5	0.004 258 *	0.018
	6	-	-
	7	0.000 283	0.871
芦丁 Rutinum	1	0.471 09 <sup>2</sup> *	0
	2	0.417 275 *	0
	3	-	-
	4	0.316 425 *	0
	5	0.295 625	0.055
	6	0.361 917 *	0
	7	0.388 225 *	0
党参炔苷 Lobetyolin	1	0.309 *	0
	2	0.251 *	0
	3	0.189 *	0
	4	0.024 *	0.004
	5	-	-
	6	0.151 *	0
	7	0.267 *	0
白术内酯 II Atractylolide II	1	0.090 *	0
	2	0.083 *	0
	3	0.050 *	0
	4	0.011 *	0
	5	-	-
	6	0.041 *	0
	7	0.069 *	0

## 2.2.6 药材等级对有效成分的影响

川党参药材分为优等 1 级,中等 2 级,次等 3 级和等外 4 级,有效成分腺苷、芦丁和党参炔苷随着等

级降低显著升高,百术内酯 II 没有显著变化(见表 17)。

表 17 不同等级川党参有效成分含量的数据

Table 17 Content data of effective ingredients of *C. tangshen* roots in different levels (%)

等级 Grade	腺苷 Adenosine	芦丁 Rutinum	党参炔苷 Lobetyolin	白术内酯 II Atractylolide II
1	0.019 <sup>a</sup>	0.104 <sup>a</sup>	0.334 <sup>a</sup>	0.097
2	0.020 <sup>b</sup>	0.083 <sup>a</sup>	0.358 <sup>a</sup>	0.098
3	0.022 <sup>c</sup>	0.165 <sup>b</sup>	0.412 <sup>b</sup>	0.114
4	0.024 <sup>d</sup>	0.420 <sup>c</sup>	0.522 <sup>c</sup>	0.119

### 3 讨论与结论

川党参产地初加工工艺,分为2段法干燥比直接干燥有效成分腺苷、芦丁和党参炔苷含量要高,且方便对川党参进行搓揉加工,更好的形成商品规格川党参,建议采取2段法加工。

第一段不同温度和失水考察时,腺苷和党参炔苷,温度80℃时腺苷和党参炔苷含量高,芦丁和百术内酯Ⅱ分别在90和70℃含量高,结合节约能源以80℃为最佳;党参炔苷和百术内酯Ⅱ在失水60%时,含量较高,腺苷在失水60%、70%、80%,含量高且没有显著区别,芦丁在失水30%、60%,含量高且没有显著区别;综合考虑确定第一阶段加工工艺参数为温度80℃,失水60%。通过温度与搓揉对有效成分的影响研究发现,搓揉次数对有效成分腺苷、芦丁、党参炔苷和百术内酯Ⅱ有显著影响但并不一致,温度以80℃为最佳;经过失水与搓揉对有效成分的影响研究,发现搓揉次数为7次时,有效成分腺苷、芦丁、党参炔苷和百术内酯Ⅱ含量高,芦丁、党参炔苷和百术内酯Ⅱ在失水60%含量高,腺苷在失水70%含量高,综合考虑以失水60%为最佳;搓揉加工不仅是形成川党参药材商品外观形状的手段,也对其有效成分有重要影响。Zhao等<sup>[11]</sup>在丹参进行一定程度的干燥后再进行切片,其药材性状与经过传统工艺加工的药材相似,而主要成分含量高于经过传统工艺加工的药材。

川党参初加工工艺:冲洗,除去泥,沥干,烘干,第一阶段,温度80℃,失水60%时,取出,趁热,“搓揉7次”,第二阶段,温度60℃,烘至药材黄白色,约有褶皱,取出,按不同等级,以500g或1000g为一捆,抽真空塑封保存。

不同等级川党参中腺苷、芦丁和党参炔苷含量有显著区别,可能是腺苷、芦丁和党参炔苷主要分别在皮部,等级越低、个体越小、表体积比越大导致腺苷、芦丁和党参炔苷含量越高;不同等级川党参百术内酯Ⅱ含量没有显著区别,可能其均匀分别在根的各个部位,Zhao等<sup>[12]</sup>在研究丹参不同部位有效成分具有相似情况。本实验加工第一段设计,温度,失水和搓揉次数在主体间效应的检验时,失水的影响均起到主要作用。现阶段川党参加工干燥,厂家和药农均不重视这一指标。为了开展这次研究工作,同批川党参,在固定设备,不同温度下制定失水曲线。

### 参考文献

- Peng R, Sun NX, Li LY, et al. Effect of fertilization on the yield and quality of *Codonopsis tangshen* [J]. Mod Tradit Chin Med Mater Med World Sci Technol(世界科学技术-中医药现代化), 2010, 12: 254-259.
- Yang YL. Pharmacological action and clinical application of *Codonopsis pilosula* [J]. Chin Med Mod Dis Edu China(中国中医药现代远程教育), 2012, 25: 92.
- Peng R, Ma P, Li LY, et al. Study on the quality standard of *Codonopsis tangshen* [J]. Mod Tradit Chin Med Mater Med World Sci Technol(世界科学技术-中医药现代化), 2014, 16: 578-581.
- Peng R, Sun NX, Li LY, et al. Study on quality formation and influencing factors of *Codonopsis tangshen* [J]. Lishizhen Med Mater Med Res(时珍国医国药), 2010, 21: 864-865.
- Yu SR, Xu MF, Zhang XY, et al. Effects of various processing methods on the quality of wild *Codonopsis tangshen* in Hubei evaluated by mutiple-index [J]. Chin Pharm(中国药师), 2015, 18: 1477-1480.
- Gao X, Qiang SS, Zhang XP, et al. Optimization of the habitat primary processing technology of *Codonopsis pilosula* [J]. Chin Tradit Pat Med(中成药), 2016, 38: 1330-1337.
- Chen YW, Han B, Zhang SP, et al. Research on different drying methods of *Codonopsis* to affect their quality [J]. Gansu J TCM(甘肃中医), 2010, 23: 69-71.
- Huang XM, Wu FM, Tao QY, et al. Effect of the characteristics and internal quality of *Codonopsis pilosula* by drying temperature in the process of producing area [J]. J Chin Med Mater(中药材), 2017, 40: 2325-2333.
- Song D, Cheng XM, Ling LY, et al. Determination of lobetyolin in root of *Codonopsis tangshen* from various cultivation areas by high performance liquid chromatography [J]. China J Chin Mater Med(中国中药杂志), 2008, 33: 2133-2135.
- Liao JM, Li LY, Qu YA, et al. Study on the stability of lobetyolin in *Codonopsis pilosula* [J]. Nat Prod Res Dev(天然产物研究与开发), 2020, 32: 385-388.
- Zhao ZG, Gao SR, Yan BB, et al. Study on feasibility of cutting fresh Radix et Rhizoma Salviae Miltiorrhizae in planting area [J]. China J Tradit Chin Med Pharm(中华中医药杂志), 2017, 32: 797-800.
- Zhao XX, Zhao MS, Chen YT, et al. Distribution of effective components in different parts of *Salviae miltiorrhiza* [J]. Chin J Exp Tradit Med Form(中国实验方剂学杂志), 2011, 17: 111-113.