

赵立春,张亚玉,李小沛,等. 人参多糖3种提取工艺的优化比较[J]. 江苏农业科学,2019,47(21):254-260.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.21.061

# 人参多糖3种提取工艺的优化比较

赵立春,张亚玉,李小沛,吕林,刘继永

(中国农业科学院特产研究所/农业部特种动植物产品质量安全风险评估实验室,吉林长春130112)

**摘要:**通过正交试验设计优选出人参多糖的最佳提取工艺条件。首先对人参多糖的3种提取方法(微波辅助热水提取法、超声辅助热水提取法、索氏提取法)进行单因素试验,优选出各自的4种因素及3个水平,再采用 $L_9(3^4)$ 正交试验设计,对3种提取方法分别进行正交设计试验,并采用硫酸蒽酮比色法和硫酸苯酚比色法检测多糖含量,通过比较人参多糖得率,确定最佳提取工艺。结果显示,微波辅助热水提取人参多糖最优工艺组合如下:当功率为400 W时,其料液比为1 g:50 mL、微波时间为3 min、提取时间为90 min、提取温度为95℃,人参多糖的提取率为19.32%;超声辅助热水提取人参多糖的最优工艺组合如下:当超声频率为200 W时,其料液比为1 g:55 mL、超声时间为25 min、超声温度为80℃、超声次数为2次,人参多糖的提取率为34.12%;而索氏法提取人参多糖的最佳工艺条件为料液比1 g:20 mL、提取时间120 min、提取温度100℃、提取次数2次,其多糖的提取率为24.13%。通过比较可知,超声辅助热水提取人参多糖的提取率最高,且时间短、节省能源、装置简单、操作简便。

**关键词:**人参多糖;提取工艺;正交设计;微波辅助;超声辅助;索氏提取

**中图分类号:**S567.5<sup>+</sup>10.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2019)21-0254-06

人参(*Panax ginseng* C. A. Mey)为五加科(Araliaceae)人参属(*Panax*)多年生草本植物,享有“百草之王”的美誉<sup>[1]</sup>。人参中化学成分复杂,包含人参皂苷、多糖、氨基酸、无机元素等<sup>[2]</sup>,在发挥其整体药用价值的基础上,单一化学成分具有其独特的药理活性。人参多糖(ginseng polysaccharide,简称GPS)作为主要的活性成分之一,具有抗肿瘤、抗血栓、增强免疫力、抗病毒、抗衰老、促进造血功能等药理作用<sup>[3-6]</sup>。以人参多糖为指标性成分的质量评价方法众多,主要有索氏提取法、超声波辅助热水提取法、微波辅助热水提取法等<sup>[7-8]</sup>。本试验采用正交设计,对上述3种提取方法分别进行工艺优化,以期得到最优工艺条件,为精准评价人参质量提供参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

鲜人参,为吉林抚松万良人参市场市售;苯酚、蒽酮、浓硫酸、D-无水葡萄糖、无水乙醇、无水乙醚等,均为分析纯。

### 1.2 仪器与设备

DK-98-II A 电热恒温水浴锅,购自天津泰斯特仪器有限公司;光电微波炉,购自格兰仕微波炉电器有限公司;UV-2550 紫外/可见分光光度计,购自德国耶拿分析仪器股份有限公司;超声波清洗器,购自昆山市超声仪器有限公司;万分之一电子天平,购自梅特勒公司;HC-3018 高速离心机,购

自安徽中科中佳科学仪器有限公司;电热鼓风干燥箱,购自上海博迅实业有限公司医疗设备厂;索氏回流器等玻璃仪器,均购自天津玻璃仪器厂。

### 1.3 样品处理

将鲜人参洗净,用超纯水清洗3遍,晾干,置于40℃烘箱,烘干至恒质量,粉碎,过60目筛,称取适量人参粉末脱脂,按1 g:40 mL比例加入无水乙醚,回流3 h,脱脂,备用。

### 1.4 溶液配制

0.1% 硫酸蒽酮溶液:精确称取蒽酮0.1 g,加硫酸100 mL溶解,摇匀,备用。

5% 苯酚溶液:将固体苯酚于60℃水浴完全融化,精确吸取5 mL于100 mL容量瓶中,加入蒸馏水定容,备用。

D-无水葡萄糖对照品溶液:精确称取D-无水葡萄糖标准品适量,加蒸馏水配制浓度为0.12 mg/mL的溶液。

### 1.5 供试样品溶液制备

精确称取样品2 g,置于圆底烧瓶中。按照 $L_9(3^4)$ 正交设计,过滤收集滤液,分3次洗涤滤渣,最终将滤液转移至蒸发皿。水浴蒸干,其残渣用5 mL热蒸馏水溶解,再边搅拌边加入无水乙醇75 mL,将其转移至聚乙烯离心管中,放置于4℃冰箱中12 h,于4℃、6 000 r/min离心5 min,弃去上清液,沉淀再加蒸馏水溶解,重复醇沉3次。转移至100 mL容量瓶中,用冷却蒸馏水定容,取适量溶液,离心取上清液2 mL,至50 mL容量瓶中,用蒸馏水定容,摇匀备用。

### 1.6 标准曲线绘制

1.6.1 硫酸蒽酮比色法绘制标准曲线 精确量取对照品溶液0.2、0.4、0.6、0.8、1.0、1.2 mL于10 mL具塞试管中,加蒸馏水至2.0 mL,缓慢加入0.1%硫酸蒽酮溶液6 mL,立即摇匀,放置15 min,冰浴15 min,取出,以相应的空白作对照,在波长625 nm处测定吸光度,以吸光度为纵坐标、浓度为横坐标,绘制标准曲线。

收稿日期:2018-08-02

基金项目:农业农村部农产品质量安全——人参产品质量安全风险 评估(编号:GJFP201801002)。

作者简介:赵立春(1992—),男,山东德州人,硕士研究生,主要从事药用植物质量评价与利用研究。E-mail:1453041608@qq.com。

通信作者:刘继永,博士,研究员,主要从事药用植物质量评价与利用研究。E-mail:lji1107@126.com。

1.6.2 硫酸苯酚比色法绘制标准曲线 取对照品溶液于10 mL具塞试管中,定容至2 mL,加入5%苯酚溶液1 mL,再缓慢滴加浓硫酸5 mL,迅速振摇混匀,于室温下静置10 min,立即放于沸水中20 min,取出,在490 nm波长处测定其吸光度。以吸光度为纵坐标、浓度为横坐标,绘制标准曲线。

### 1.7 样品测定

精确量取待测样品溶液2 mL于10 mL具塞试管中,设置2组重复,按“2.4”节方法测定,按照以下公式计算多糖的提取率<sup>[9]</sup>。人参粗多糖提取率 = 人参粗多糖含量(g)/原料人参质量(g) × 100%。

## 2 结果与分析

### 2.1 单因素试验

2.1.1 微波辅助热水提取法 微波辅助热水提取法提取人参多糖较优于直接热水提取法,其影响因素有微波功率、料液比、微波时间、提取时间、提取温度等<sup>[9-10]</sup>。参照表1进行单因素试验,选择最佳工艺因素和水平。单因素试验所形成的多糖提取率趋势见图1至图5。

表1 微波辅助热水提取法单因素试验设计

微波功率(W)	料液比(g:mL)	微波时间(min)	提取时间(h)	提取温度(℃)
200	1:20	2	1	50
400	1:30	3	2	60
600	1:40	4	3	70
800	1:50	5	4	80
1 000	1:60	6		90

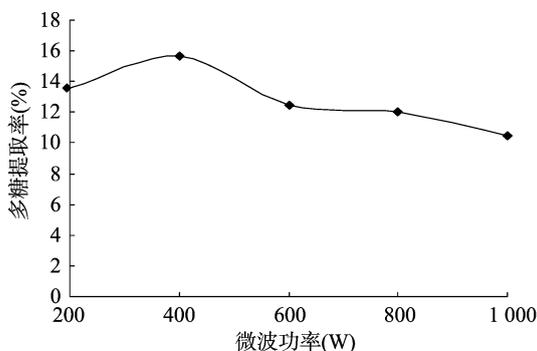


图1 微波功率对人参多糖提取率的影响

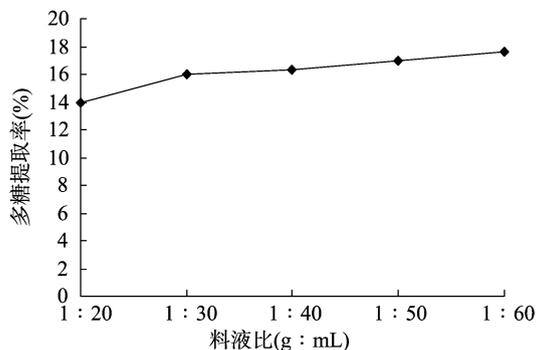


图2 料液比对人参多糖提取率的影响

2.1.2 超声辅助热水提取法 超声辅助提取人参多糖是一种较为高效的提取人参多糖的方法。据报道,试验的影响因

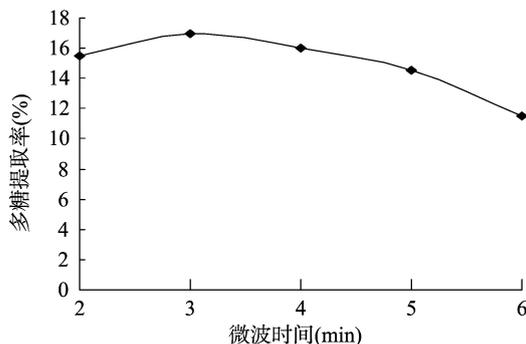


图3 微波时间对人参多糖提取率的影响

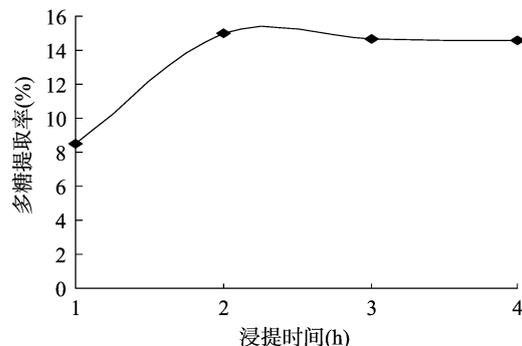


图4 提取时间对人参多糖提取率的影响

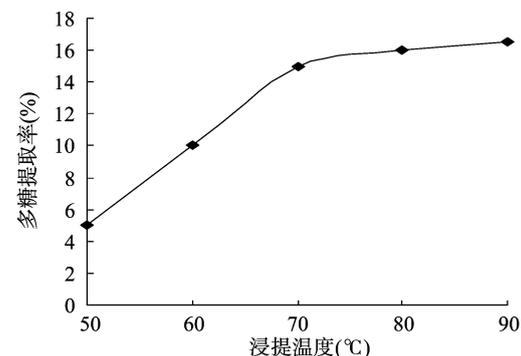


图5 提取温度对人参多糖提取率的影响

素较多,有超声功率、料液比、超声时间、超声温度、超声次数等<sup>[11-13]</sup>。按表2条件进行单因素试验,考察因素对于结果的影响,选择最佳因素及水平。由图6至图10可以看出超声功率、料液比、超声时间、超声温度、超声次数等因素对于人参多糖提取率的影响。将超声功率为200W设定为固定条件,选择其他4个因素的合适水平,建立4因素3水平正交试验,优选超声辅助法提取人参多糖的最佳工艺条件。

2.1.3 索氏提取法 索氏法提取人参中多糖的操作较为简单,但是耗时较长。据报道,提取温度、料液比、提取时间、提取次数等会在不同程度上对试验产生影响<sup>[14-15]</sup>。按表3条件进行单因素试验,考察最佳工艺因素和水平。

在控制其他因素的基础上形成单一变量,研究其对于试验的影响。由图11至图14可以看出浸提温度、料液比、浸提时间、提取次数等试验因素对人参多糖提取率的影响。选择4种试验因素的合适水平,建立4因素3水平正交试验(表4),优选索氏法提取人参多糖的最佳工艺条件。

表2 超声辅助热水提取法单因素试验设计

超声功率 (W)	料液比 (g : mL)	超声时间 (min)	超声温度 (°C)	超声次数 (次)
100	1 : 20	20	40	1
150	1 : 30	30	50	2
200	1 : 40	40	60	3
250	1 : 50	50	70	4
300	1 : 60		80	

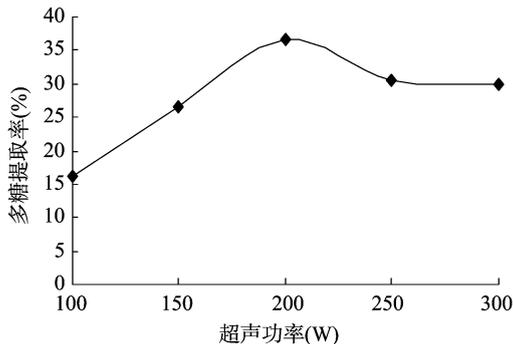


图6 超声功率对人参多糖提取率的影响

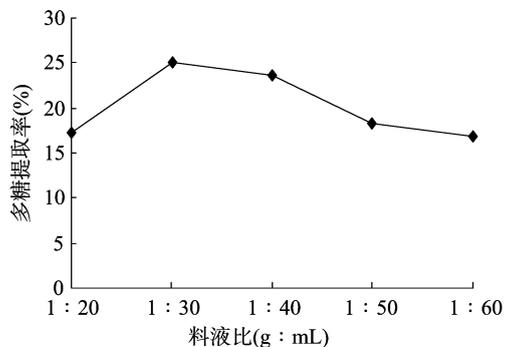


图7 料液比对人参多糖提取率的影响

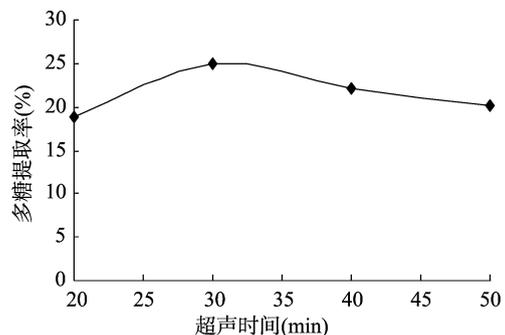


图8 超声时间对人参多糖提取率的影响

2.2 正交试验

根据上述单因素试验,采用  $L_9(3^4)$  4 因素 3 水平正交试验,优化人参多糖提取工艺参数。因素水平见表4。

2.2.1 微波辅助热水提取法 以标准溶液浓度为横坐标 (X)、吸光度为纵坐标 (Y) 绘制标准曲线,通过硫酸蒽酮比色法得到的标准曲线回归方程为  $Y = 0.037X - 0.0133$ ,  $r^2 = 0.9997$ 。通过硫酸苯酚比色法得到的标准曲线回归方程为  $Y = 0.0398X + 0.0446$ ,  $r^2 = 0.9993$ 。

由表5可知,在微波辅助提取人参多糖的试验中,对于试

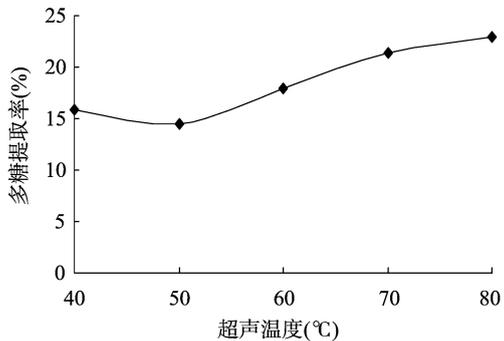


图9 超声温度对人参多糖提取率的影响

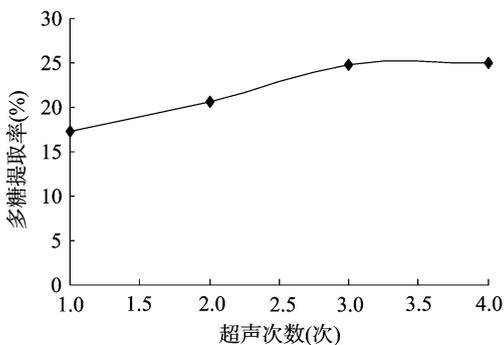


图10 超声次数对人参多糖提取率的影响

表3 索氏提取法单因素试验设计

提取温度 (°C)	提取时间 (h)	料液比 (g : mL)	提取次数 (次)
60	1	1 : 10	1
70	2	1 : 15	2
80	3	1 : 20	3
90	4	1 : 25	4
100		1 : 30	

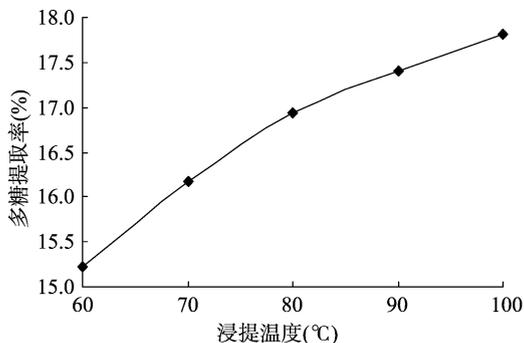


图11 提取温度对人参多糖提取率的影响

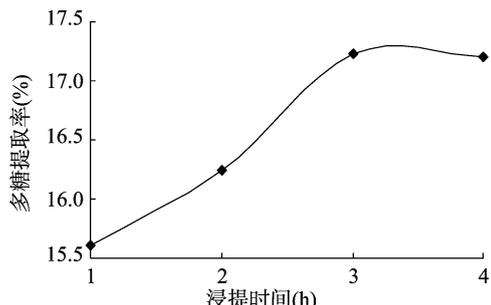


图12 提取时间对人参多糖提取率的影响

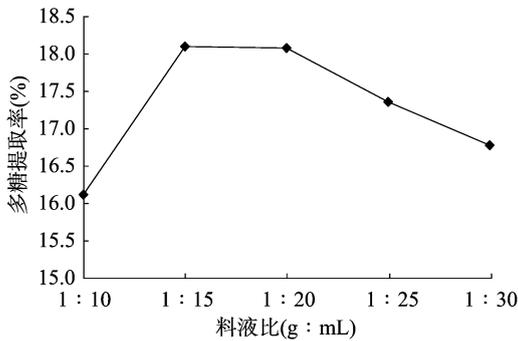


图13 料液比对人参多糖提取率的影响

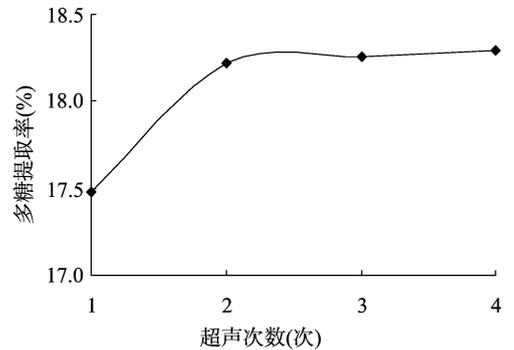


图14 提取次数对人参多糖提取率的影响

表4 正交试验因素水平

提取方法	水平	因素			
		料液比(g:mL)	微波时间(min)	提取时间(min)	提取温度(℃)
微波辅助热水提取法(功率为400 W)	1	1:30	2	90	75
	2	1:40	3	120	85
	3	1:50	4	150	95
提取方法	水平	因素			
		料液比(g:mL)	超声时间(min)	超声温度(℃)	超声次数(次)
超声辅助热水提取法(功率为200 W)	1	1:45	25	60	1
	2	1:50	30	70	2
	3	1:55	35	80	3
提取方法	水平	因素			
		料液比(g:mL)	提取时间(min)	提取温度(℃)	提取次数(次)
索氏提取法	1	1:15	90	80	2
	2	1:20	120	90	3
	3	1:25	150	100	4

表5 人参多糖的正交试验设计及结果

序号	料液比	微波时间	提取时间	提取温度	人参多糖提取率(%)	
					硫酸蒽酮比色法	硫酸苯酚比色法
1	1	1	1	1	16.25	15.52
2	1	2	2	2	14.00	14.81
3	1	3	3	3	15.44	16.03
4	2	1	2	3	14.19	13.84
5	2	2	3	1	14.66	15.23
6	2	3	1	2	11.31	12.34
7	3	1	3	2	14.62	16.54
8	3	2	1	3	17.46	19.01
9	3	3	2	1	10.13	10.13
硫酸蒽酮比色法	$k_1$	15.23	15.02	15.01	13.68	
	$k_2$	13.39	15.37	12.77	13.31	
	$k_3$	14.07	12.29	14.91	15.70	
	$R_1$	1.84	3.08	2.24	2.39	
硫酸苯酚比色法	$k_1$	15.45	15.30	15.62	13.63	
	$k_2$	13.80	16.35	12.93	14.56	
	$k_3$	15.23	12.83	15.93	16.29	
	$R_2$	1.65	3.52	3.00	2.66	

验所得2种比色方法检测的多糖提取率,虽然试验结果不尽相同,但是其各自的最优组合相符。最优工艺组合为第8组( $A_3B_2C_1D_3$ ),即当微波功率为400 W时,最佳工艺条件为料液比1 g:50 mL、微波时间3 min、提取时间90 min、提取温度95℃。

使用SAS 9.0对正交试验结果进行方差分析,由表6得出,4种试验因素对于人参多糖的提取率都有显著影响。其对于试验的影响力排序为微波时间>提取时间>提取温度>料液比。

2.2.2 超声辅助热水提取法 以标准溶液的浓度为横坐标

表6 人参多糖提取的方差分析

提取方法	因素	偏差平方和	自由度	F比	F临界值	显著性
硫酸蒽酮比色法	料液比	15.735	2	15.51	6.94	*
	微波时间	51.230	2	50.49	6.94	*
	提取时间	28.701	2	28.28	6.94	*
	提取温度	29.480	2	29.05	6.94	*
	误差	8.117	16			
硫酸苯酚比色法	料液比	16.633	2	8.317	6.94	*
	微波时间	46.842	2	23.421	6.94	*
	提取时间	46.267	2	23.133	6.94	*
	提取温度	28.877	2	14.438	6.94	*
	误差	0	16			

注：\*表示差异显著( $P < 0.05$ )。表8、表10同。

( $X$ )、吸光度为纵坐标( $Y$ )绘制标准曲线,通过硫酸蒽酮比色法得到的标准曲线回归方程为 $Y = 0.064 0X - 0.090 3$ ,  $r^2 = 0.999 2$ 。通过硫酸苯酚比色法得到的标准曲线回归方程为 $Y = 0.039 6X + 0.032 5$ ,  $r^2 = 0.999$ 。

由表7可知,在本试验中2种比色法所得最优组合相符,即最优试验组合为第7组( $A_3 B_1 C_3 D_2$ ),最佳工艺条件为料液

比1 g : 55 mL、超声时间25 min、超声温度80 ℃、超声次数2次。

使用SAS 9.0对正交试验结果进行方差分析,由表8得出,4种因素对于本试验的影响力排序为超声温度 > 超声时间 > 超声次数 > 料液比。对于整个试验来说,4种试验因素对于人参多糖的提取率影响最高的为超声温度。

表7 人参多糖的正交试验设计及结果

序号	料液比	超声时间	超声温度	超声次数	人参多糖提取率(%)	
					硫酸蒽酮比色法	硫酸苯酚比色法
1	1	1	1	1	21.47	22.37
2	1	2	2	2	19.14	20.55
3	1	3	3	3	25.00	33.92
4	2	1	2	3	19.69	23.17
5	2	2	3	1	27.32	31.14
6	2	3	1	2	16.17	23.40
7	3	1	3	2	36.19	34.27
8	3	2	1	3	17.48	23.20
9	3	3	2	1	15.31	19.23
硫酸蒽酮比色法	$k_1$	21.87	25.78	18.37	21.37	
	$k_2$	21.06	21.31	18.05	23.83	
	$k_3$	22.99	18.83	29.05	20.72	
	$R_1$	1.93	6.95	11.00	3.11	
硫酸苯酚比色法	$k_1$	25.61	26.60	22.99	24.25	
	$k_2$	25.90	24.96	20.98	26.07	
	$k_3$	25.57	25.52	33.11	26.76	
	$R_2$	0.33	1.64	11.80	2.51	

表8 人参多糖提取的方差分析

提取方法	因素	偏差平方和	自由度	F比	F临界值	显著性
硫酸蒽酮比色法	料液比	12.093	2	1.20	6.94	
	超声时间	161.012	2	16.01	6.94	*
	超声温度	560.644	2	55.76	6.94	*
	超声次数	28.007	2	2.79	6.94	
	误差	80.438	16			
硫酸苯酚比色法	料液比	1.397	2	0.78	6.94	
	超声时间	6.301	2	3.53	6.94	
	超声温度	711.310	2	398.76	6.94	*
	超声次数	24.145	2	13.54	6.94	*
	误差	14.270	16			

2.2.3 索氏提取法 以标准溶液的浓度为横坐标( $X$ )、吸光度为纵坐标( $Y$ )绘制标准曲线,通过硫酸蒽酮比色法得到的

标准曲线回归方程为 $Y = 0.028 1X + 0.056 9$ ,  $r^2 = 0.999 4$ 。通过硫酸苯酚比色法得到的标准曲线回归方程为 $Y =$

$0.0666X - 0.0127, r^2 = 0.9999$ 。

由表9可知,在索氏提取法提取人参多糖的试验中,2种比色法的最优组合相符,都为第5组( $A_2B_2C_3D_1$ ),最佳工艺条件为料液比1 g : 20 mL、提取时间120 min、提取温度

100 °C、提取次数2次。

由表10的方差分析结果得出,对于整个试验来说,4种试验因素对于人参多糖的提取率都有显著影响,其影响力排序为提取次数 > 提取温度 > 提取时间 > 料液比。

表9 人参多糖的正交试验设计及结果

序号	料液比	超声时间	超声温度	超声次数	人参多糖提取率(%)	
					硫酸蒽酮比色法	硫酸苯酚比色法
1	1	1	1	1	19.30	21.47
2	1	2	2	2	17.76	18.42
3	1	3	3	3	20.83	22.07
4	2	1	2	3	18.95	18.25
5	2	2	3	1	25.07	26.23
6	2	3	1	2	21.54	20.24
7	3	1	3	2	20.91	21.15
8	3	2	1	3	15.46	15.22
9	3	3	2	1	24.01	23.97
硫酸蒽酮比色法	$k_1$	19.30	19.72	18.77	22.79	
	$k_2$	21.85	19.43	20.24	20.07	
	$k_3$	20.13	20.93	20.00	18.41	
	$R_1$	2.55	1.50	1.47	4.38	
硫酸苯酚比色法	$k_1$	20.65	20.38	18.98	23.89	
	$k_2$	21.57	1996.00	20.21	19.94	
	$k_3$	20.11	2209.00	23.15	18.51	
	$R_2$	1.46	2.13	4.17	5.38	

表10 人参多糖提取的方差分析

提取方法	因素	偏差平方和	自由度	F比	F临界值	显著性
硫酸蒽酮比色法	料液比	18.814	2	4.41	6.94	
	提取时间	29.845	2	6.99	6.94	*
	提取温度	41.479	2	9.72	6.94	*
	提取次数	107.824	2	25.26	6.94	*
	误差	34.144	16			
硫酸苯酚比色法	料液比	10.264	2	44.41	6.94	*
	提取时间	23.290	2	100.01	6.94	*
	提取温度	84.116	2	364.07	6.94	*
	提取次数	141.791	2	613.70	6.94	*
	误差	1.848	16			

### 2.3 验证试验

根据正交试验结果,用优选出的3种提取方法的最佳提取工艺条件进行人参多糖的提取,同时设置3组重复,求其平均值,比较并选择人参多糖的最佳提取工艺,结果见表11。

如表11所示,对3次重复试验所得值求平均,其平均值与正交试验所得结果大致相同,说明试验的数据准确,最佳工艺的试验重复性较好。

### 3 结论

通过对整个试验过程及结果分析得出,超声辅助热水提取法以提取率35.05%、34.12%的结果明显高于其他2种方法;超声辅助热水提取法明显优于其他2种方法的最优组合,且该方法具有时间短、节省能源、操作简便、产品提取率高等优点。能够满足工厂化的需要。

表11 验证试验因素及结果

提取方法	因素				人参多糖提取率(%)	
	料液比(g : mL)	微波时间(min)	提取时间(min)	提取温度(°C)	硫酸蒽酮比色法	硫酸蒽酮比色法
微波辅助热水提取法(功率为400 W)	1 : 50	3	90	95	18.56	19.32
提取方法	因素				人参多糖提取率(%)	
	料液比(g : mL)	超声时间(min)	超声温度(°C)	超声次数(次)	硫酸蒽酮比色法	硫酸蒽酮比色法
超声辅助热水提取法(功率为200 W)	1 : 55	25	80	2	35.05	34.12
提取方法	因素				人参多糖提取率(%)	
	料液比(g : mL)	提取时间(min)	提取温度(°C)	提取次数(次)	硫酸蒽酮比色法	硫酸蒽酮比色法
索氏提取法	1 : 20	120	100	2	23.89	24.13

李钦玲,陈玉乾. 微波辐射法提取藏药唐古特乌头总生物碱的工艺[J]. 江苏农业科学,2019,47(21):260-262.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.21.062

# 微波辐射法提取藏药唐古特乌头总生物碱的工艺

李钦玲, 陈玉乾

(青海民族大学化学化工学院,青海西宁 810007)

**摘要:**采用微波辐射提取法对藏药唐古特乌头中的总生物碱进行提取,并用紫外分光光度法测定唐古特乌头提取物中总生物碱的含量,用 $L_9(3^4)$ 正交试验设计方法对提取工艺进行优化。结果表明,微波辐射提取唐古特乌头中总生物碱的最佳工艺条件如下:料液比为1 g : 15 mL,浸泡时间为2 h,提取时间为15 min,提取温度为40 ℃。在最佳工艺条件下,提取液中的生物碱含量最高,平均提取率为1.014%,表明该提取工艺耗时短,效率高,稳定可行。

**关键词:**唐古特乌头;生物碱;正交试验设计;微波辐射法

**中图分类号:** R284      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1002-1302(2019)21-0260-03

藏药唐古特乌头 [*Aconitum tanguticu* (Maxmi.) Stapf] 为毛茛科植物,多分布在青海、甘肃甘南、四川藏区等海拔为3 200 ~ 4 200 m 的高山草地或山顶多石砾处<sup>[1]</sup>。唐古特乌头又称甘青乌头,藏药名为榜噶,具有清热解毒、生肌收口、燥湿等功效,多用于治疗肝热、胆热、肺热、肝炎、肺炎、胃肠炎以及疮疮、蛇蝎咬伤等<sup>[2-3]</sup>。据报道,唐古特乌头中的主要生物碱成分为毒性较小的内酯型二萜生物碱<sup>[4-6]</sup>,具有广泛的药用价值。近年来,对唐古特乌头抗病毒、抗炎作用的研究均有报道<sup>[7-9]</sup>,哈文秀等做了唐古特乌头中多糖的提取研究<sup>[10]</sup>,但是对其生物碱提取工艺的研究少见报道。

本试验采用微波辐射法对藏药唐古特乌头干燥全草的生物碱进行提取,用紫外分光光度法测定其含量,通过正交试验设计方法对其提取工艺进行研究,旨在获得唐古特乌头总生

物碱的最佳提取工艺条件,在此基础上建立简单快捷的检测手段,为开发和利用特色药物、提取和分离该种植物的有效成分提供科学依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

本试验所用药材于2016年采自青海互助北山林场,经青海民族大学药学院藏药专家毛继组老先生鉴定为毛茛科乌头属植物唐古特乌头 [*Aconitum tanguticu* (Maxmi.) Stapf] 全草;生物碱对照品,由青海民族大学药学院中藏药研究室提供;主要试剂为95%乙醇[分析纯(AR)]、三氯甲烷(AR)、盐酸(AR)、氨水(AR),试验用水为蒸馏水。

### 1.2 仪 器 设 备

752N型紫外-可见分光光度计(上海仪电分析仪器有限公司);XH-100A微波催化合成/萃取仪(北京祥鸽科技发展有限公司);FZ102微型植物试样粉碎机(北京市永光明医疗仪器厂);FA2204型电子分析天平(上海安亭电子仪器厂);RE-52A旋转蒸发仪(上海亚荣生化仪器厂);SHZ-DC(Ⅲ)

收稿日期:2019-04-06

基金项目:教育部春晖计划(编号:2010070)。

作者简介:李钦玲(1962—),女,山西襄汾人,硕士,教授,研究方向为天然有机化学。E-mail:qhmdlql@126.com。

## 参 考 文 献:

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015.

[2] 肖志伟,乐智勇,朱国雪,等. 人参与多糖检测方法及其提取工艺优选[J]. 中国现代中药,2016,18(1):106-109.

[3] 吴发玲,施小妹,钱 华,等. 人参与多糖抗肿瘤作用机制研究新进展[J]. 西北药学杂志,2010,25(5):390-391.

[4] 戴秀娟,吴 铁,崔 燎. 人参与超微粉提取液对去卵巢大鼠血脂的影响[J]. 中医中药:中西医结合,2010,23(6):157-158.

[5] 瞿星光,张朝晖,周 刚,等. 人参与多糖对创伤脓毒症患者免疫功能及细胞因子的影响[J]. 现代中西医结合杂志,2011,20(23):2866-2868.

[6] 危建安,程志安,温建炫,等. 人参与多糖与人参皂苷诱导大鼠骨髓间充质干细胞造血细胞因子表达的作用比较[J]. 中国中西医结合杂志,2011,31(3):372-375.

[7] 翟 琨,向东山. 提取条件对竹节人参多糖得率的影响[J]. 湖

北农业科学,2008,47(10):1201-1203.

[8] 元国锋. 湿法粉碎提取人参中有效成分的研究[J]. 光明中医,2011,26(7):1353-1354.

[9] 吴 琼,代永刚,邹险峰,等. 正交试验优化微波辅助提取人参根茎和人参须多糖[J]. 食品科学,2012,33(24):156-159.

[10] 张 波,李 然,孙 德,等. 微波法提取人参多糖及纯化的工艺研究[J]. 食品科技,2008,33(8):134-136.

[11] 任雪峰,吴冬青,王永生,等. 人参多糖超声提取工艺的研究[J]. 食品研究与开发,2010,31(1):9-11.

[12] 夏 陈,宋 艳,曹 阳,等. 超声波辅助提取人参渣中多糖的研究[J]. 广东化工,2012,39(1):20-21.

[13] 黄礼德,郭立强,潘延放,等. 正交设计优化土人参多糖的超声提取工艺[J]. 中国酿造,2012,31(3):105-107.

[14] 葛 岩,郑 飞,李 晶,等. 人参多糖提取的最佳工艺考察[J]. 人参研究,2016,28(5):7-11.

[15] 宋利华,萧 伟,鹿丽丽,等. 正交试验优选人参多糖的提取工艺[J]. 中草药,2012,43(2):283-287.