

神木天坑两种药茶同源植物叶总黄酮提取工艺及抗氧化活性研究^{*}

唐健民, 朱成豪, 秦惠珍, 唐启明, 高丽梅, 熊雅兰, 蒋昊龙, 韦记青^{**}

(广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所, 广西植物功能物质研究与利用重点实验室, 广西桂林 541006)

摘要: 喀斯特天坑地区拥有许多特色的药茶资源。本研究采用超声波提取法对神木天坑五棱苦丁茶总黄酮进行提取, 并运用单因素试验和响应面法相结合的方式对提取条件进行优化。然后以神木天坑的五棱苦丁茶、异叶梁王茶的叶片为材料, 以苦丁茶叶片为对照, 测定3种药茶的总黄酮含量; 同时, 为研究3种药茶的抗氧化活性, 进行体外羟基自由基($\cdot\text{OH}$)、超氧阴离子($\cdot\text{O}_2^-$)和二苯基苦基苯肼自由基(DPPH \cdot)的清除试验。结果显示: 乙醇浓度40%(V:V)、料液比1:50(g/mL)、提取温度64.9℃、提取时间35.2 min、超声波功率316.8 W和超声频率35 kHz时, 苦丁茶、五棱苦丁茶、异叶梁王茶总黄酮得率分别为10.61%、4.98%和15.73%。当控制黄酮浓度为1 mg/mL时, 3种茶叶黄酮均具有较好的总还原力, 抗氧化活性较好, 其中以异叶梁王茶对 $\cdot\text{OH}$ 、 $\cdot\text{O}_2^-$ 和DPPH \cdot 的清除率最大, 分别为53.02%、49.84%和73.96%。试验结果表明异叶梁王茶具有较好的抗氧化能力, 为其资源开发奠定一定的科学基础。

关键词: 五棱苦丁茶 异叶梁王茶 总黄酮 响应面法 抗氧化

中图分类号: Q5-3 文献标识码: A 文章编号: 1002-7378(2020)01-0101-08

0 引言

苦丁茶(*Ilex latifolia*)属冬青科冬青属苦丁茶冬青种^[1], 常生长于海拔400—800 m的山谷、溪边杂木林或灌丛中, 主要分布在西南和华南等地区。苦丁茶中主要含有多酚、多糖、生物碱、甾体、三萜、皂苷、黄酮、氨基酸、维生素及对人体有益的多种微量元素等^[2], 是民间一种传统凉茶饮料, 具有清热镇痛、清

凉解毒、降脂降压、抑菌减肥之功效^[3]。五棱苦丁茶(*Ilex pentagona*)是冬青科冬青属植物, 多生长于石灰山林中, 其味甘苦, 性凉微寒, 具有清热解毒、降压减肥、抑癌防癌等药理疗效, 可作苦丁茶的代用品^[4]。异叶梁王茶(*Nothopanax davidii*)系五加科梁王茶属植物, 主要分布于疏林或阳性灌丛中、林缘、岩石隙。药用部位为树皮, 民间草药, 具有抗风湿、强筋骨等功效^[5], 彝药用其根皮、茎皮治疗胃病、咽喉热痛。

^{*} 中央引导地方科技发展专项(桂科 ZY1949013), 广西科技基础和人才专项(桂科 AD17129022), 广西植物研究所基本业务费项目(桂植业 18013, 18014, 19002)和广西植物功能物质研究与利用重点实验室项目(ZRJ2018-9)资助。

【作者简介】

唐健民(1988—), 男, 硕士, 助理研究员, 主要从事药用植物学和保护生物学研究, E-mail: 1499494130@qq.com。

【**通信作者】

韦记青(1968—), 女, 本科, 研究员, 主要从事药用植物学和园林栽培研究, E-mail: weijiqing@gxib.cn。

【引用本文】

DOI: 10.13657/j.cnki.gxkxyxb.20200317.012

唐健民, 朱成豪, 秦惠珍, 等. 神木天坑两种药茶同源植物叶总黄酮提取工艺及抗氧化活性研究[J]. 广西科学院学报, 2020, 36(1): 101-108.

TANG J M, ZHU C H, QIN H Z, et al. Study on Flavonoids Extraction and Antioxidant Activity of Two Herbal Tea Homologous Plants' Leaf in Shenmu Tiankeng [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 2020, 36(1): 101-108.

梁王茶还可以泡开水作茶饮。苦丁茶、五棱苦丁茶、异叶梁王茶是喀斯特地区的特色药材及凉茶饮品,广西桂西北、桂东北及贵州、云南等山区少数民族广泛饮用的保健养身茶,具有较好的经济价值。本研究采用单因素和响应面方法优化五棱苦丁茶的总黄酮提取工艺,并采用此工艺提取苦丁茶、五棱苦丁茶和异叶梁王茶的总黄酮,进一步对其体外抗氧化活性进行体外羟基自由基、超氧阴离子和二苯基苦基苯肼自由基的清除试验^[6],为苦丁茶、五棱苦丁茶、异叶梁王茶的提取工艺研究、开发利用提供一些科学理论知识。

1 材料与方 法

1.1 材 料

五棱苦丁茶、异叶梁王茶采自广西乐业神木天坑(24°48'41" N, 106°28'05" E),苦丁茶采自广西植物研究所(桂林雁山区)。实验使用3种茶的叶片,烘干粉碎,过60目筛。

1.2 方 法

1.2.1 总黄酮标准曲线的制作

精取芦丁标准样品20 mg,溶于60%乙醇中并定溶于50 mL容量瓶,得到0.4 mg·mL⁻¹的芦丁标准液。分别吸取标准液1,2,4,6,8,10 mL置于25 mL容量瓶中,加入10 mL 50%乙醇、1 mL 5%亚硝酸混匀,静置6 min;然后加入1 mL 10%硝酸铝混匀并静置6 min,最后加入10 mL 4%氢氧化钠并使用50%乙醇定容,静置15 min后在510 nm处测定吸光值。获得总黄酮回归方程: $y = 0.1852x + 0.031$, $R^2 = 0.9995$,并绘制标准曲线。

1.2.2 提 取 工 艺

分别称取样品粉末0.5 g,按照一定料液比加入40%乙醇,在适宜温度下超声提取一定时间,提取结束后,过滤,定容至50 mL,即得供试品溶液。

精取3 mL试品溶液,加50%乙醇至10 mL,再加入5%亚硝酸钠1 mL,混匀,静置6 min;加10%硝酸铝溶液1 mL,混匀,静置6 min;加4%氢氧化钠溶液10 mL,50%乙醇调至刻度,混匀,静置15 min后在510 nm处测定吸光度,按照总黄酮回归方程计算总黄酮含量。

1.2.3 单因素试验

参考唐健民等^[7],赵娟娟^[8]的试验方法,采用乙醇浓度、料液比、温度、时间、超声波功率、超声波频率等进行单因素试验,考察各因素对五棱苦丁茶总黄酮得率的影响。

1.2.4 响 应 面 分 析

分析对比各单因素试验对五棱苦丁茶总黄酮得率的影响,选取影响总黄酮得率比较大的4个因素:料液比、超声功率、提取温度、提取时间(表1),通过Design Expert 8.0.6软件设计进行组合试验^[9-12]。

1.2.5 体 外 抗 氧 化 活 性 试 验

参照文献^[13-16],对·OH清除率、DPPH·清除率、·O₂⁻清除率和总还原力的测定实验步骤进行设计,以VC作对照。其计算公式如下:

$$\cdot \text{OH 清除率}(\%) = (A_s - A_p) / (A_b - A_p) \times 100\%$$

$$\text{DPPH} \cdot \text{清除率}(\%) = [A_0 - (A_1 - A_2)] / A_0 \times 100\%$$

$$\cdot \text{O}_2^- \text{清除率}(\%) = [A_0 - (A_1 - A_2)] / A_0 \times 100\%$$

表1 响应面设计水平和因素情况表

Table 1 The table of response surface design levels and factors

水平 Level	因素 Factor			
	A 料液比 Solid-liquid ratio (g/mL)	B 超声功率 Ultrasonic power (W)	C 提取温度 Extraction temperature (°C)	D 提取时间 Extraction time(min)
-1	1:30	180	50	10
0	1:40	300	60	30
1	1:50	420	70	50

2 结果与分析

2.1 单因素试验结果

2.1.1 乙醇浓度对总黄酮得率的影响

如图1所示,乙醇浓度对五棱苦丁茶总黄酮得率有较明显的影响。随着乙醇浓度的增加,总黄酮得率呈现先增加后降低的趋势。在乙醇浓度为20%时,总黄酮的得率最低,为2.79%;随着乙醇浓度增加至40%时,总黄酮得率达到最高值4.31%;后期乙醇浓度虽然不断增加,但总黄酮得率都未能超过4.31%,因此确定提取总黄酮的最佳乙醇浓度为40%。

2.1.2 料液比对总黄酮得率的影响

物料的精淮对于试验成本的节约非常重要。由图2可知,料液比从1:20(g/mL)增加至1:30(g/mL),总黄酮得率显著提高;料液比由1:30(g/mL)至1:40(g/mL),总黄酮得率增幅平缓;当料液比为1:50(g/mL)时,总黄酮得率达到最高值5.01%。随后随着料液比的增加得率急速下降。因此,结果表明料液比1:50(g/mL)为宜,继续增大溶剂量不仅

浪费溶剂而且还会降低总黄酮的产出。

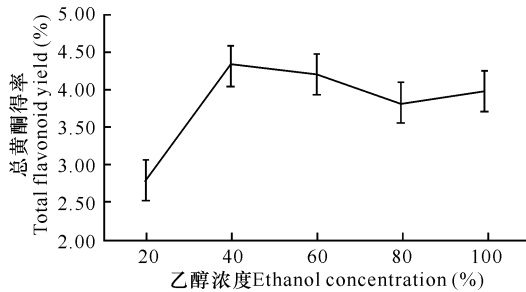


图1 不同乙醇浓度对五棱苦丁茶总黄酮得率的影响

Fig. 1 Effect of different ethanol concentration on flavonoid yield of *Ilex pentagona*

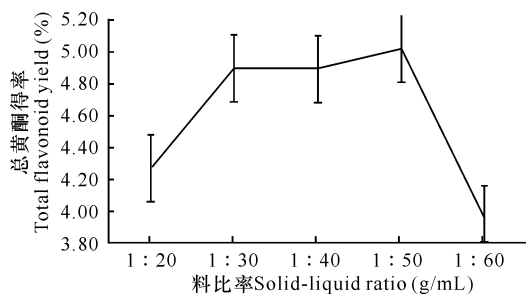


图2 不同料液比对五棱苦丁茶总黄酮得率的影响

Fig. 2 Effect of solid-liquid ratio on yield of total flavonoids of *Ilex pentagona*

2.1.3 温度对总黄酮得率的影响

温度对总黄酮的提取影响较大,温度较低无法充分浸提;温度较高则会破坏化合物的结构,影响总黄酮的产出。从图3可看出,提取温度为30℃时,五棱苦丁茶总黄酮得率只有3.10%;随着温度上升,总黄酮的得率也不断提高,在60℃时达到峰值,为4.27%。后期温度虽然不断升高,但是总黄酮得率反而逐渐降低,说明五棱苦丁茶总黄酮提取的最佳温度为60℃。

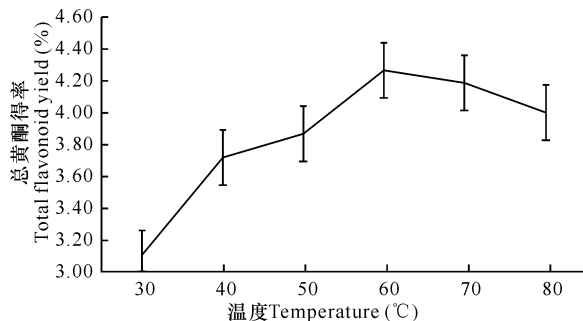


图3 不同温度对五棱苦丁茶总黄酮得率的影响

Fig. 3 Effect of different temperature on flavonoid yield of *Ilex pentagona*

2.1.4 时间对总黄酮得率的影响

由图4看出,超声提取时间在30 min时,五棱苦丁茶的总黄酮提取效率最高,达到4.38%。当提取时间不足30 min时,提取不完全,得率低;超过30 min,则随着时间的增加,总黄酮得率逐渐下降,说明超声时间过长,空化作用使得总黄酮得率下降。因此,最佳的提取时间定为30 min。

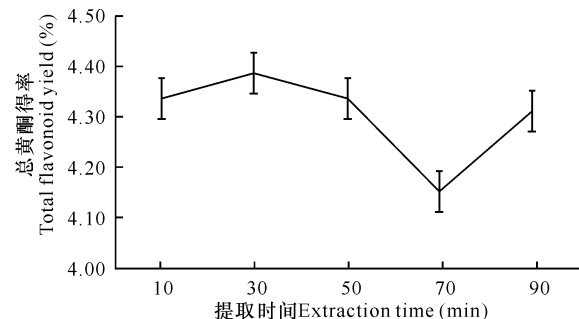


图4 不同提取时间对五棱苦丁茶总黄酮得率的影响

Fig. 4 Effect of different extraction time on extraction yield of total flavonoid of *Ilex pentagona*

2.1.5 超声功率对总黄酮得率的影响

超声功率过小,提取不完全;超声功率过高,空化作用会破坏总黄酮的结构,影响提取率。由图5可知,五棱苦丁茶总黄酮得率在420 W时达到最大值,为4.03%。因此,最佳的超声功率定420 W。

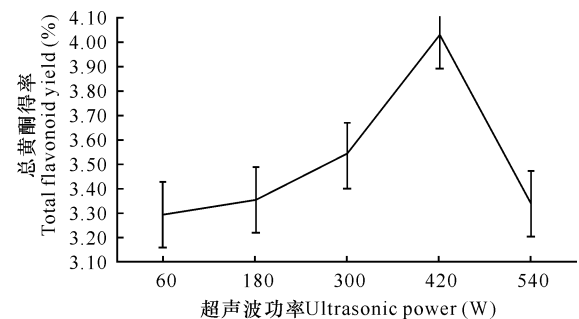


图5 不同超声功率对五棱苦丁茶总黄酮得率的影响

Fig. 5 Effect of different ultrasonic power on yield of flavonoid of *Ilex pentagona*

2.1.6 超声频率对总黄酮得率的影响

根据图6可得,超声频率为低频(35 kHz)时的提取率优于超声高频(61 kHz)。超声低频时,五棱苦丁茶总黄酮得率为3.53%;超声高频时,总黄酮得率为3.09%。因此,超声辅助提取总黄酮时选择低频(35 kHz)。

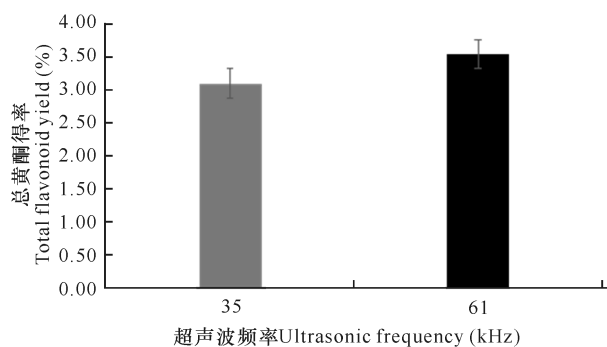


图6 不同超声频率对五棱苦丁茶总黄酮得率的影响

Fig. 6 Effect of different ultrasonic frequency on yield of total flavonoid of *Ilex pentagona*

2.2 响应面试验

2.2.1 响应面试验结果

以料液比、超声功率、提取温度、提取时间为自变量,设计响应面试验(表2)。模型回归方程为 $Y = 4.52 + 0.057A + 0.11B + 0.40C + 0.20D - 0.035AB + 0.11AC - 0.054AD - 0.073BC + 0.002BD - 0.046CD - 0.23A^2 - 0.15B^2 - 0.39C^2 - 0.25D^2$, 其中 Y 为总黄酮得率的预测值。该模型回归方程相关系数 $R^2 = 0.9840$, 矫正系数 $AdjR^2 = 0.9860$ 。由表3可以看出, $P < 0.0001$, 表明此模型在显著性上极其显著, 试验的实际值和预测值拟合度比较好, 具有较高的统计学意义。

表2 响应面试验设计及结果

Table 2 Response surface experimental design and result

序号 No.	料液比 Solid-liquid ratio (g/mL)	功率 Ultrasonic power (W)	提取温度 Extraction temperature (°C)	提取时间 Extraction time (min)	总黄酮得率 Total flavonoid yield (%)
1	1:50	420	60	30	4.54
2	1:50	300	60	60	3.85
3	1:50	180	60	30	4.47
4	1:40	300	50	10	4.92
5	1:40	180	60	60	4.40
6	1:40	300	60	30	4.56
7	1:40	180	50	30	4.25
8	1:40	420	60	10	3.71
9	1:30	300	50	30	4.44
10	1:40	420	60	60	3.87
11	1:40	300	60	30	4.34
12	1:40	300	70	60	4.23
13	1:30	300	60	10	4.34
14	1:40	180	60	10	3.78
15	1:40	300	50	60	3.75
16	1:50	300	70	30	3.85
17	1:30	180	60	30	3.91
18	1:40	420	50	30	3.90
19	1:30	300	70	30	4.22
20	1:40	300	60	30	3.59
21	1:40	300	60	30	3.72
22	1:30	300	60	60	4.18
23	1:30	420	60	30	4.13
24	1:50	300	50	30	4.06
25	1:40	300	70	10	4.00
26	1:50	300	60	10	3.97
27	1:40	180	70	30	3.96
28	1:40	420	70	30	4.31
29	1:40	300	60	30	4.28

表 3 回归模型的方法分析

Table 3 The method analysis of regression model

方差来源 Sources of variation	自由度 Degree of freedom	平方和 Sum of squares	均方 Mean square	F 值 F value	P 值 P value	显著性 Significant
模型 Modle	14	3.13	0.22	61.59	< 0.000 1	* *
A	1	0.039	0.039	10.83	0.005 4	
B	1	0.16	0.16	42.88	< 0.000 1	* *
C	1	1.05	1.05	288.18	< 0.000 1	* *
D	1	0.5	0.5	137.46	< 0.000 1	* *
AB	1	0.005	0.005	1.34	0.266 4	
AC	1	0.048	0.048	13.18	0.002 7	* *
AD	1	0.012	0.012	3.21	0.095 0	
BC	1	0.021	0.021	5.87	0.029 5	*
BD	1	0.000 02	0.000 02	0.006	0.940 9	
CD	1	0.008	0.008	2.33	0.149 2	
A ²	1	0.33	0.33	91.93	< 0.000 1	* *
B ²	1	0.16	0.16	42.84	< 0.000 1	* *
C ²	1	0.97	0.97	268.21	< 0.000 1	* *
D ²	1	0.4	0.4	109.1	< 0.000 1	* *
残差 Residue	14	0.051	0.003 6			
失拟误差 Lack of fit	10	0.045	0.004 5	3.36	0.126 9	
纯误差 Pure error	4	0.005	0.001 4			
总差 Gross difference	28	3.18				

注: * * 表示 $P < 0.01$, 差异极其显著; * 表示 $P < 0.05$, 差异显著

Note: * * means $P < 0.01$, the difference is extremely significant; * means $P < 0.05$, and the difference is significant

2.2.2 模型交互作用分析

通过 Design-Expert 软件将 AC、BC、AD 交互进行比较分析, 获得响应面曲线图(图 7): 每个响应曲面都开口向下, 呈现凸面形状, 等高线图 3D 图上的投影为最高值, 交互作用点突出表示各因素对总黄酮提取的影响也显著突出。

2.2.3 条件优化与结果验证

通过响应面模型优化, 获得五棱苦丁茶总黄酮的最佳提取条件: 料液比 1 : 50 (g/mL), 超声功率 316.8 W, 提取温度 64.9℃, 提取时间 35.2 min, 提

取率为 4.47%。用最佳条件进行验证试验(重复 5 次), 得到五棱苦丁茶总黄酮得率的平均值为 4.98%。实际值和预测值相差 0.11, 表明该提取工艺重复性好, 模型可靠。

2.3 3 种茶叶总黄酮含量比较

根据优化后的五棱苦丁茶总黄酮提取工艺, 分别对 3 种茶叶进行总黄酮提取及含量测定。由图 8 可知, 苦丁茶、五棱苦丁茶和异叶梁王茶总黄酮含量分别是 10.61%、4.98% 和 15.73%, 其中异叶梁王茶总黄酮物质最多。

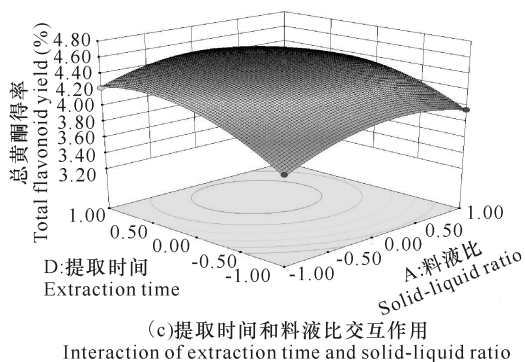
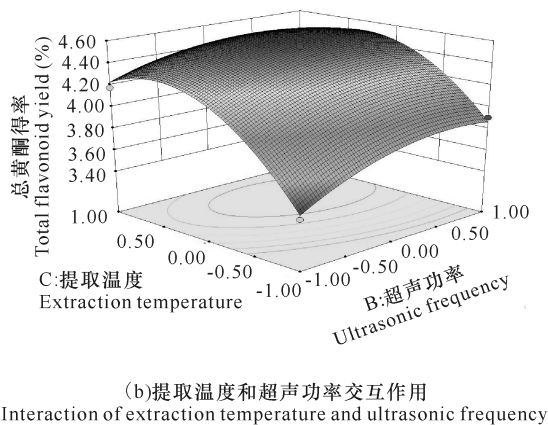
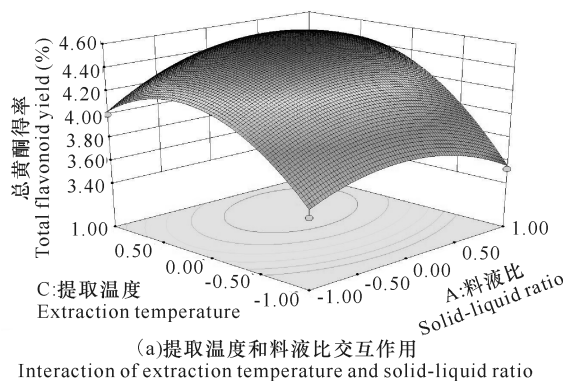


图7 交互作用的响应面图

Fig. 7 Response surface graph of interaction

2.4 3种茶叶总黄酮体外抗氧化活性

对3种茶中的总黄酮进行羟基自由基 $\cdot\text{OH}$ 、超氧阴离子 $\cdot\text{O}_2^-$ 、二苯基苦基苯肼自由基 $\text{DPPH}\cdot$ 清除试验。当黄酮浓度为 1 mg/mL 时,苦丁茶、五棱苦丁茶和异叶梁王茶对 $\cdot\text{OH}$ 的清除率分别是 39.61% 、 12.33% 和 53.02% ,对 $\cdot\text{O}_2^-$ 的清除率分别是 26.84% 、 23.92% 和 49.84% ,对 $\text{DPPH}\cdot$ 的清除率分别是 69.22% 、 58.52% 和 73.96% 。其中异叶梁王茶的抗氧化性最强,对 $\cdot\text{OH}$ 、 $\cdot\text{O}_2^-$ 和 $\text{DPPH}\cdot$ 的清除率最高,分别为 53.02% 、 49.84% 和 73.96% (表4)。

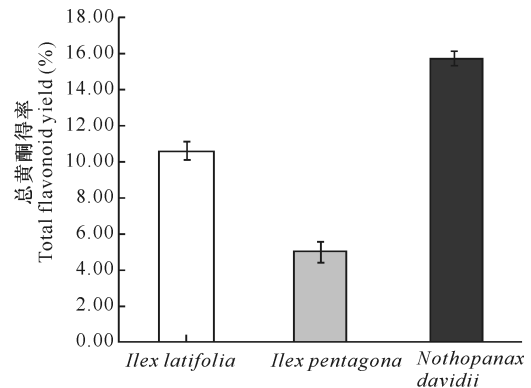


图8 3种茶叶的总黄酮得率

Fig. 8 Yield of total flavonoids extracted from three teas

表4 体外抗氧化活性对比研究

Table 4 Comparative study on antioxidant activity in vitro

样品 Sample	清除率 Clearance rate (%)			总还原力 Total reducing power
	$\cdot\text{OH}$	$\cdot\text{O}_2^-$	$\text{DPPH}\cdot$	
普通苦丁茶 <i>Ilex latifolia</i>	39.61	26.84	69.22	0.68
五棱苦丁茶 <i>Ilex pentagona</i>	12.33	23.92	58.52	0.56
异叶梁王茶 <i>Nothopanax davidii</i>	53.02	49.84	73.96	0.79
VC	55.65	94.06	99.09	1.25

3 讨论

本试验通过响应面法优化五棱苦丁茶总黄酮提取工艺,获得五棱苦丁茶总黄酮提取工艺的最佳组合:超声波功率 316.8 W ,超声频率 35 kHz ,乙醇浓度 40% ,料液比 $1:50$,提取温度 64.9°C ,提取时间 35.2 min 。使用最佳提取条件对苦丁茶、五棱苦丁茶、异叶梁王茶进行总黄酮提取,其得率分别为 10.61% 、 4.98% 和 15.73% 。笔者同时还研究了苦丁茶总黄酮的提取工艺,通过单因素试验和响应面法试验,得到苦丁茶总黄酮的最佳提取工艺组合:超声波功率(411.6 W),超声频率(35 kHz),乙醇浓度(100%),料液比($1:48.5\text{ g/mL}$),提取温度(68.9°C),提取时间(20 min),此工艺所提取的苦丁茶总黄酮得率为 9.02% (实验数据未发表)。通过两个工艺对比发现,采用五棱苦丁茶总黄酮的最佳提取工艺提取苦丁茶总黄酮,其得率可达 10.61% ,说明五棱苦丁茶总黄酮的最佳提取工艺对苦丁茶总黄酮的提取也是最优的,并确定此提取工艺条件为五棱苦丁茶和苦丁茶总黄酮的最优提取工艺。相对于张枝等^[17]研究苦丁茶超声提取黄酮工艺(提取时间 1.5

h, 提取率 2.34%) 而言, 本工艺提取黄酮的时间更快 (提取时间 35.2 min), 含量更高 (提取率 10.61%), 显著地优化和提升了超声波提取苦丁茶总黄酮的工艺水平。延永等^[18]采用 5 种黄酮提取方法对苦丁茶中黄酮类物质的提取效率进行比较, 研究发现乙醇回流提取法(12.43%) > 超声波提取法(9.16%) > 微波提取法(8.68%) > 热水提取法(6.42%) > 碱液提取法(4.63%); 其研究结果表明乙醇回流提取法提取的含量最高, 但是其乙醇回流时间需要 2.5 h, 时间较长, 不利于黄酮的大量提取。本提取工艺较为简单, 易于操作, 提取黄酮的时间和含量的效益值较高。研究并未验证是否为异叶梁王茶的最佳提取工艺, 总黄酮结果仅为异叶梁王茶的开发研究提供基础的黄酮数据, 对于异叶梁王茶的提取工艺后期可以深入研究。

4 结论

本试验对五棱苦丁茶总黄酮提取工艺进行响应面法优化, 并对五棱苦丁茶、异叶梁王茶与苦丁茶的总黄酮和抗氧化活性进行提取、对比试验。试验结果表明 3 种茶叶均具有较好的总还原力, 抗氧化活性较好, 其中以异叶梁王茶对 $\cdot\text{OH}$ 、 $\cdot\text{O}_2^-$ 和 $\text{DPPH}\cdot$ 的清除率最高, 分别为 53.02%、49.84% 和 73.96%。研究结果为五棱苦丁茶、异叶梁王茶资源开发奠定一定的科学基础。

参考文献

- [1] 覃海宁, 刘演. 广西植物名录[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [2] 梁远发, 王家伦. 冬青科苦丁茶化学成分研究[J]. 贵州农业科学, 1997, 25(4): 46-48.
- [3] 李国胜, 严亮. 苦丁茶提取物的抗氧化活性研究[J]. 轻工科技, 2013(9): 5-6, 14.
- [4] 王家伦, 梁远发, 胡华健, 等. 贵州五棱苦丁茶生物学特性调查[J]. 茶叶通讯, 2002(4): 39-42.
- [5] 唐进, 汪发纛. 中国植物志: 第 11 卷[M]//中国科学院中国植物志委会. 中国植物志. 北京: 科学出版社, 1961.
- [6] 柳建军, 许立松, 刘锡葵. 野生食用蔬菜甜菜树的抗氧化活性研究[J]. 食品科学, 2008, 29(8): 125-127.
- [7] 唐健民, 朱成豪, 许景堂, 等. 响应面法优化扁桃斑鸠菊黄酮提取及抗氧化活性研究[J]. 广西科学院学报, 2019, 35(1): 61-70.
- [8] 赵娟娟. 分心木黄酮超声-微波协同提取及抗氧化性研究[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(18): 70-76.
- [9] 许静雅, 苏小军, 李清明, 等. 响应面法优化淮山中总黄酮提取工艺的研究[J]. 中国酿造, 2016, 35(5): 115-118.
- [10] 李云龙, 李红梅, 胡俊君, 等. 响应面法优化苦荞酒糟黄酮提取工艺的研究[J]. 中国酿造, 2013, 32(7): 38-42.
- [11] 邓梦琴, 何夏怡, 何慕怡, 等. 响应面法优化菠萝蜜果皮黄酮提取工艺[J]. 食品工业科技, 2016, 37(5): 222-227.
- [12] 焦文静, 林洁荣, 叶健军, 等. 响应面分析法优化紫象草花青素提取工艺[J]. 黑龙江畜牧兽医: 科技版, 2015(19): 11-15.
- [13] 蔡碧琼. 稻壳黄酮类化合物的提取、精制及抗氧化活性研究[D]. 福州: 福建师范大学, 2009.
- [14] 朱会霞. 覆盆子黄酮抗氧化活性研究[J]. 广州食品工业科技, 2012, 28(10): 1302-1305.
- [15] 吴玉兰. 金樱子总黄酮对氧化损伤 HUVEC 保护作用的研究[D]. 衡阳: 南华大学, 2012.
- [16] 高行恩, 王洪新. 不同提取方法对山药多糖含量及其体外抗氧化活性的影响[J]. 食品与发酵工业, 2015, 41(7): 256-262.
- [17] 张枝, 张帆, 吴长景, 等. 苦丁茶黄酮提取工艺及抗氧化活性研究[J]. 周口师范学院, 2017, 34(5): 104-108.
- [18] 延永, 李玉萌, 张亦琳, 等. 苦丁茶中总黄酮的提取工艺优化及其性质研究[J]. 陕西农业科学, 2018, 64(11): 55-59.

Study on Flavonoids Extraction and Antioxidant Activity of Two Herbal Tea Homologous Plants' Leaf in Shenmu Tiankeng

TANG Jianmin, ZHU Chenghao, QIN Huizhen, TANG Qiming, GAO Limei, XIONG Yalan, JIANG Haolong, WEI Jiqin

(Guangxi Key Laboratory of Functional Phytochemicals Research and Utilization, Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guilin, Guangxi, 541006, China)

Abstract: The karst tiankeng area has many featured medicinal tea resources. In this study, ultrasonic extraction was used to extract the total flavonoids of *Ilex pentagona*, and the combination of single factor test and response surface test was used to optimize the extraction conditions. The leaves of *Ilex pentagona* and *Nothopanax davidii* in Shenmu Tiankeng area were used as test materials to determine the content of total flavonoids of three kinds of medicinal tea was measured with broadleaf holly leaf as a control. At the same time, in order to study the antioxidant activity of three kinds of medicinal tea, scavenging tests of hydroxyl radical ($\cdot\text{OH}$), superoxide anion ($\cdot\text{O}_2^-$) and diphenylpicryl hydrazine radical (DPPH \cdot) were performed in vitro. The results showed that when the ethanol concentration was 40% (V : V), the solid-liquid ratio was 1 : 50 (g / mL), the extraction temperature was 64.9°C, the extraction time was 35.2 min, the ultrasonic power was 316.8 W, and the ultrasonic frequency was 35 kHz, the total flavonoid yields of broadleaf holly leaf, *Ilex pentagona* and *Nothopanax davidii* were 10.61%, 4.98% and 15.73%, respectively. When the concentration of total flavonoids was controlled to 1 mg / mL, flavonoids of all three teas had better total reducing power and better antioxidant activity. Among them, the clearance rate of $\cdot\text{OH}$, $\cdot\text{O}_2^-$, DPPH \cdot by *Nothopanax davidii* was the largest, which were 53.02%, 49.84%, and 73.96%, respectively. The test results show that *Nothopanax davidii* has good antioxidant capacity, which lays a certain scientific foundation for the development of its resources.

Key words: *Ilex pentagona*, *Nothopanax davidii*, total flavonoids, response surface method, antioxidant

责任编辑:米慧芝



微信公众号投稿更便捷

联系电话:0771-2503923

邮箱:gxkxyxb@gxas.cn

投稿系统网址: <http://gxkx.ijournal.cn/gxkxyxb/ch>