

# 连翘绿茶和连翘红茶的特征成分测定及营养成分比较

李曦, 赵珊, 仲伶俐, 郑幸果, 黄世群, 秦琳, 雷欣宇

(四川省农业科学院农业质量标准与检测技术研究所, 四川成都 610066)

**摘要:** 建立了同时测定连翘叶茶中连翘酯苷 A、连翘苷、芦丁和连翘脂素的液相色谱方法。采用 70% 甲醇在 70 °C 恒温水浴回流提取目标物, 以 0.3% 醋酸水溶液-甲醇为流动相, 选用 Waters sunfire C18 色谱柱在 277 nm 下进行液相色谱分析。该方法线性、精密度和回收率好, 检出限和定量限低, 适用于连翘叶茶中上述四种活性成分的测定。采用标准方法和自建方法对连翘绿茶 (FGT) 和连翘红茶 (FBT) 的营养成分进行了比较分析, 其中可溶性糖含量较高 (14.15% 和 15.02%), 利于茶汤甘甜滋味及香气形成; FGT 的水浸出物 (50.62%)、维生素 C (48.63 mg/100 g)、总多酚 (11.06%)、黄酮 (2.39%)、连翘酯苷 A (8.77%)、连翘苷 (4.98%) 和芦丁含量 (2.19%) 显著高于 FBT ( $p < 0.05$ ), 其中特征成分连翘酯苷 A 和连翘苷含量远高于传统中药连翘 (果); FBT 虽特征成分含量低, 但在发酵过程中生成了更易吸收和更强药理活性的连翘脂素 (2.88%), 含量远高于 FGT (0.10%)。此外, FBT 茶汤呈橙黄色, 含有 11.83 mg/100 g 的茶黄素。综上, 两种连翘叶茶均具有极高的药用价值, 极具市场潜力。

**关键词:** 连翘叶; 营养成分; 连翘酯苷; 连翘苷; 连翘脂素

文章编号: 1673-9078(2022)06-312-317

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2022.6.0979

## Determination of Characteristic Components in Green and Black Tea

### Made by *Forsythia suspensa* Leaves and Their Nutritional Comparison

LI Xi, ZHAO Shan, ZHONG Lingli, ZHENG Xingguo, HUANG Shiqun, QIN Lin, LEI Xinyu

(Analysis and Determination Center of Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Chengdu 610066, China)

**Abstract:** An HPLC method for simultaneously analysis of forsythiaside A, phillyrin, rutin and phillygenin was developed. 70% methanol was employed to extract above components under 70 °C water bath reflux. The separation was performed at 277 nm on Waters sunfire C18 column with 0.3% acetic acid - methanol (95:5) as mobile phase. Good linear relationship, accuracy and recovery rate were achieved with low LOD and LOQ. The method was suitable for the detection of the above four active ingredients in teas made by *Forsythia suspensa* leaves. A comparative analysis of the nutritional components of *Forsythia suspensa* teas was carried out using standard methods and the method built above. The high soluble sugar content (14.15% and 15.02%) contributed to the sweet flavor and aroma of the tea brewing. The contents of water extract, vitamin C, total polyphenol, flavone, forsythiaside A, phillyrin and rutin in green tea were 50.62%, 48.63 mg/100 g, 11.06%, 2.39%, 8.77%, 4.98% and 2.19% respectively, which were significantly higher than those in black tea ( $p < 0.05$ ). And the contents of characteristic component forsythiaside A and phillyrin in green tea made by *Forsythia suspensa* leaves were even higher those in traditional Chinese medicine *Forsythia suspensa* fruit. Although the content of characteristic components of FBT was low, forsythin (2.88%) with easier absorption and stronger pharmacological activity was produced during fermentation, and the content was much higher than that of FGT (0.10%). Besides, the content of theaflavin in black tea was 11.83 mg/100 g, which contributed to the orange-yellow color of the tea liquor. Above all, both two teas made by *Forsythia suspensa* leaves had high medicinal value, which provided huge market potential.

**Key words:** *Forsythia suspensa* leaves; nutritional components; forsythiaside; phillyrin; phillygenin

引文格式:

李曦,赵珊,仲伶俐,等.连翘绿茶和连翘红茶的特征成分测定及营养成分比较[J].现代食品科技,2022,38(6):312-317,+326

LI Xi, ZHAO Shan, ZHONG Lingli, et al. Determination of characteristic components in green and black tea made by *Forsythia suspensa* leaves and their nutritional comparison [J]. Modern Food Science and Technology, 2022, 38(6): 312-317, +326

收稿日期: 2021-08-31

基金项目: 四川省农科院现代农业学科建设推进工程项目 (2021XKJS080)

作者简介: 李曦 (1987-), 女, 助理研究员, 硕士研究生, 研究方向: 农产品与食品安全, E-mail: 359832594@qq.com

连翘 (*Forsythia suspensa*) 是木犀科连翘属植物, 其果实可入药, 具有清热解暑功效, 现代研究表明连翘还具有保肝利尿、抗病毒、保护心血管等作用<sup>[1-3]</sup>。连翘果的药用功能主要来自于其中的苯乙醇类、木质素类、三萜类、黄酮、多酚等成分, 其中以连翘酯苷 A、连翘苷、芦丁、连翘脂素含量为高<sup>[4,5]</sup>。

连翘叶是植物连翘的叶子, 在河北、陕西等地素有将连翘叶晒干制成连翘茶饮用的习惯<sup>[6]</sup>。随着近年来对连翘植株成分分析研究增多, 学者发现连翘叶中具有与连翘果中一致的功能成分, 并且在一些活性成分含量上连翘叶比连翘果实还要高, 例如连翘苷、芦丁、连翘脂素、齐墩果酸等<sup>[7-9]</sup>。因富含活性成分, 连翘叶具有具有抗菌抗炎、抗氧化、保肝、预防肥胖等作用<sup>[10-12]</sup>。

作为传统中药, 连翘果实资源的开发利用在我国比较广泛, 而连翘叶资源一直被大量浪费, 仅在区域范围作为茶饮使用。近年来对连翘叶的开发利用多用于制作成连翘叶茶以及食品防腐保鲜。现代工艺制作的连翘叶茶多以绿茶和红茶为主, 另有一些中药复合茶饮。连翘绿茶和连翘红茶是连翘鲜叶按传统绿茶和红茶工艺制作加工<sup>[13,14]</sup>, 同我国传统绿茶和红茶一样, 因不同的制作工艺或导致连翘绿茶和连翘红茶在品质上的差异。而现有文献对连翘茶的成分研究较少, 特别是对连翘红茶的品质分析不全面: 王晓燕等<sup>[9]</sup>对有机连翘绿茶中的蛋白质、脂肪、碳水化合物、钙、黄酮、连翘酯苷和连翘苷含量进行了分析; 原江锋等<sup>[15]</sup>对连翘叶绿茶、桑叶绿茶和信阳毛尖的感官、矿物质元素、茶多酚、氨基酸、咖啡碱、黄酮、总木质素和总三萜酸进行了比较分析; 宋建平<sup>[8]</sup>发现连翘红茶中连翘脂素含量高达 4%, 而鲜叶中含量很低。

为满足消费需求, 更好地开发利用连翘叶资源, 本研究对连翘绿茶和连翘红茶的营养成分进行了比较分析, 涉及以下内容: 蛋白质、水解氨基酸、游离氨基酸、可溶性糖、维生素 C、水浸出物、咖啡碱、茶黄素、总多酚、黄酮、连翘酯苷 A、连翘苷、芦丁和连翘脂素。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料和仪器

连翘绿茶、连翘红茶, 山西省平定县冠山镇延年翘连翘茶厂; 乙醇、抗坏血酸、氢氧化钾、2,6-二叔丁基对甲酚、盐酸、苯酚、氢氧化钠、冰乙酸、磷酸三钠、磷酸二氢钾 (均为分析纯), 西陇化工; 醋酸、甲醇、乙腈 (均为色谱纯), 美国 Fisher 公司。

SFG-02 电热恒温干燥箱, 黄石市恒丰医疗器械有限公司; S-433D 氨基酸自动分析仪, 德国 sykam 公司; Kjeltac 8200 凯氏定氮仪, 丹麦福斯仪器公司; UV-2550 紫外分光光度计, 日本岛津; Cary Eclipse 荧光分光光度计, 美国瓦里安公司; Waters e2695 高效液相色谱仪, 美国沃特世公司。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 常规营养成分的测定方法

水分测定参考 GB 5009.3-2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》; 蛋白质测定参考 GB 5009.5-2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》; 氨基酸测定参考 GB 5009.124-2016《食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定》; 可溶性糖含量测定参考 NY/T 1278-2007《蔬菜及其制品中可溶性糖的测定 铜还原碘量法》; 维生素 C 测定参考 GB 5009.86-2016《食品安全国家标准 食品中抗坏血酸的测定》; 水浸出物测定参考 GB/T 8305-2013《茶 水浸出物测定》; 游离氨基酸测定参考 GB/T 8314-2013《茶 游离氨基酸总量的测定》; 咖啡碱测定参考 GB/T 8312-2013《茶 咖啡碱测定》; 多酚测定参考 GB/T 8313-2018《茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》; 黄酮测定参考 NY/T 1295-2007《荞麦及其制品中总黄酮含量的测定》; 茶黄素测定参考 GB/T 30483-2013《茶叶中茶黄素的测定-高效液相色谱法》; 连翘酯苷 A、连翘苷、芦丁和连翘脂素的测定采用自建方法。

#### 1.2.2 连翘酯苷 A、连翘苷、芦丁和连翘脂素的测定方法

##### (1) 标准溶液配制

准确称取四种标准品 10.0 mg 于 10 mL 容量瓶, 用甲醇定容至刻度配置成 1.0 mg/mL 的标准储备液。量取储备液 0.1、0.2、0.5、1.0、2.0 mL 至 100 mL 容量瓶中, 用 70% 甲醇定容后经 0.45  $\mu\text{m}$  滤膜过滤, 得到浓度分别为 1.0、2.0、5.0、10.0、20.0  $\mu\text{g/mL}$  的系列标准工作液。

##### (2) 前处理

称取 1.0 g 样品于 250 mL 三角瓶中, 加入 70% 甲醇水溶液 60 mL, 70  $^{\circ}\text{C}$  恒温水浴回流 30 min, 冷后过滤至 100 mL 容量瓶中, 70% 甲醇水溶液定容至刻度。

##### (3) 色谱条件

色谱柱: Waters sunfire C18 柱 (4.6 mm $\times$ 250 mm, 5  $\mu\text{m}$ ); 柱温: 30  $^{\circ}\text{C}$ ; 流动相 A: 0.3% 醋酸水溶液, 流动相 B: 甲醇, 洗脱梯度见表 1; 流速: 0.8 mL/min; 进样量: 2  $\mu\text{L}$ ; 紫外检测器波长: 277 nm。

表1 梯度洗脱表

时间/min	0	5	8	13	16	16.1	21
A/%	80	80	45	25	25	80	80
B/%	20	20	55	75	75	20	20

### 1.3 数据统计

试验均进行 3 次平行, 结果以平均数±标准差表示, 采用 Excel 2007 和 Origin 9.0 进行数据分析。

## 2 结果与讨论

### 2.1 自建方法的前处理优化及方法学验证

表2 前处理方法

序号	提取试剂	提取方法
处理 1	70%甲醇	超声
处理 2	70%甲醇	70 °C回流
处理 3	甲醇	超声
处理 4	甲醇	70 °C回流

《中华人民共和国药典》记载中药材中连翘苷和芦丁以甲醇超声提取, 连翘酯苷以 70%甲醇超声提取<sup>[1]</sup>。因此本试验通过加标回收试验比较了提取试剂(甲

表3 四种化合物的回归方程、相关系数、检出限和定量限

化合物	回归方程	相关系数 (R <sup>2</sup> )	检出限/(mg/kg)	定量限/(mg/kg)	精密度/%
连翘酯苷 A	y=7500.9x-1198.5	0.9997	1.4	4.0	2.3
芦丁	y=9409.8x-1922.6	0.9996	1.1	3.1	2.5
连翘苷	y=8073.2x-1994.4	0.9995	1.7	5.2	4.9
连翘脂素	y=11225x-2947.7	0.9995	1.0	3.1	3.8

### 2.2 基础营养成分

连翘绿茶和连翘红茶的水分含量分别为 4.18%和 2.81%, 基础营养成分的测定结果如图 2 所示, 均以干基计。连翘绿茶和连翘红茶都是以连翘鲜叶为原料按传统绿茶和红茶的工艺制作而成, 绿茶是鲜叶经杀青后干燥而成, 而红茶在杀青后经过自然发酵后再干燥。如图 2 所示, 连翘绿茶比红茶含有更高的蛋白质、氨基酸和水浸出物含量, 而连翘红茶则含有更多的可溶性糖。水浸出物是茶中水溶性物质的总和, 其含量与茶汤的香气、汤色、滋味呈正相关, 是茶汤滋味的综合体现<sup>[16]</sup>。与传统绿茶和红茶一致, 连翘绿茶的水浸出物显著高于连翘红茶, 说明其茶汤中有更为丰富的化合物, 在口感上也更为厚重。可溶性糖作为贡献茶叶风味品质的重要特征代谢物之一, 也可作为美拉

醇和 70%甲醇) 和提取方法(超声和恒温水浴回流) 对四种化合物的提取效果, 如表 2 所示。图 1 是四种前处理的回收率, 与超声相比, 70 °C水浴回流对四种化合物的提取效率更高, 四种前处理中以处理 2 的回收率为最高。因而本试验采用 70%甲醇水溶液在 70 °C恒温水浴回流提取连翘中的四种功能成分, 回收率为 86.7%~96.3%。

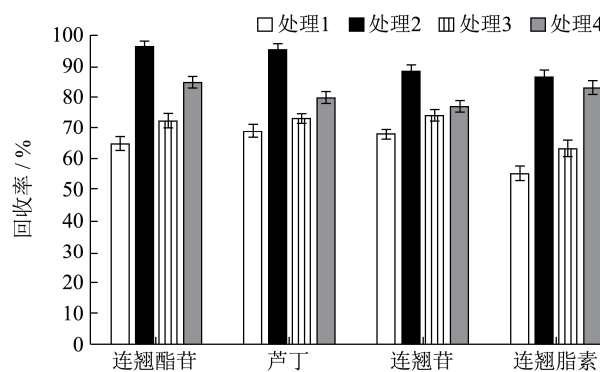


图1 不同前处理提取连翘中四种功能成分的回收率

Fig.1 Recovery rates of different pretreatment methods of four functional components in *Forsythia suspensa* leaves

继而自建方法进行了方法学验证, 如表 3 所示试验方法的线性和精密度好, 检出限和定量限低, 可用于连翘中连翘酯苷 A、连翘苷、芦丁和连翘脂素的测定。

德反应基质参与香气的形成<sup>[17]</sup>, 连翘红茶的可溶性糖含量比连翘绿茶更高, 形成连翘红茶更为甘甜的口感。

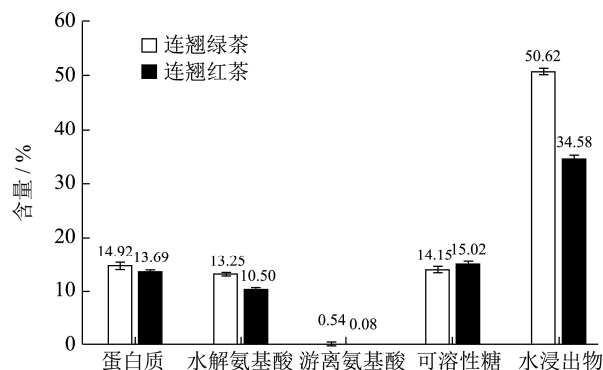


图2 连翘绿茶和连翘红茶的基础营养成分

Fig.2 Contents of the general nutritional components of green tea and black tea made by *Forsythia suspensa* leaves

植物体内的氨基酸以两种形态存在, 一种是水溶

性的游离态氨基酸,一种是水不溶性的结合态氨基酸即结合在蛋白质中的氨基酸,其中结合态氨基酸的含量以水解氨基酸含量计。连翘绿茶中水解氨基酸和游离氨基酸含量均比连翘红茶高,具体的氨基酸组成如表4所示。连翘中主要的氨基酸是谷氨酸和天门冬氨酸,

二者皆为鲜味氨基酸,水解氨基酸中鲜味氨基酸占总氨基酸的比值为25%和26%,而游离氨基酸中连翘绿茶的鲜味氨基酸占比高达40%,因而其茶汤比红茶呈现出更为鲜爽的口感。

表4 连翘绿茶和连翘红茶的氨基酸组成及含量(%)

Table 4 Compositions and contents of amino acids in green tea and black tea made by *Forsythia suspensa* leaves (%)

序号	氨基酸	连翘绿茶		连翘红茶	
		水解氨基酸	游离氨基酸	水解氨基酸	游离氨基酸
1	天门冬氨酸	1.37±0.03	0.08±0.01	1.17±0.05	ND
2	苏氨酸**	0.62±0.02	0.03±0.01	0.53±0.03	ND
3	丝氨酸	0.65±0.02	0.09±0.02	0.54±0.04	ND
4	谷氨酸	1.77±0.04	0.12±0.02	1.53±0.02	ND
5	甘氨酸	0.75±0.03	ND	0.69±0.02	ND
6	丙氨酸	0.8±0.01	0.03±0.00	0.72±0.03	ND
7	缬氨酸**	0.82±0.03	0.02±0.01	0.75±0.02	ND
8	蛋氨酸**	0.21±0.01	ND	0.19±0.02	ND
9	异亮氨酸**	0.63±0.03	0.01±0.01	0.55±0.03	ND
10	亮氨酸**	1.23±0.03	0.01±0.00	1.05±0.04	ND
11	酪氨酸	0.48±0.02	0.02±0.01	0.31±0.02	ND
12	苯丙氨酸**	0.74±0.01	0.02±0.01	0.61±0.02	0.01±0.00
13	组氨酸	0.39±0.01	0.02±0.00	0.37±0.01	0.06±0.01
14	赖氨酸**	0.87±0.03	0.01±0.00	0.16±0.02	ND
15	精氨酸	0.76±0.02	0.02±0.00	0.45±0.03	ND
16	脯氨酸	0.64±0.02	0.01±0.01	0.58±0.03	ND
氨基酸总量		12.73	0.49	10.20	0.07
鲜味氨基酸		3.14	0.20	2.7	ND
必需氨基酸		5.12	0.10	3.84	0.01

注:\*\*为必需氨基酸。

### 2.3 功能成分

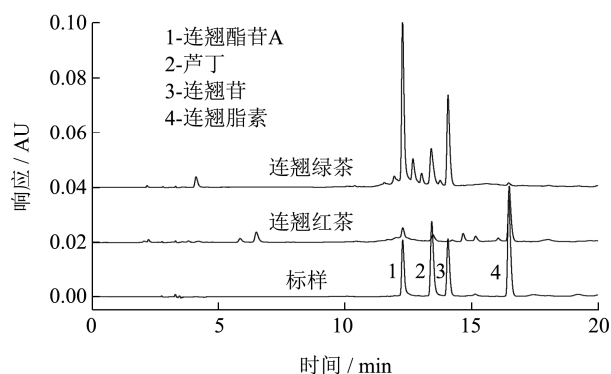


图3 连翘茶中四种功能成分的液相色谱图谱

Fig.3 HPLC chromatography of four functional components in green tea and black tea made by *Forsythia suspensa* leaves

采用 1.2.1 自建方法对连翘绿茶和红茶中的连翘酯苷 A、连翘苷、芦丁和连翘脂素进行测定,液相图

谱如图3所示。四种化合物分离度好,实现了杂质和目标物的有效分离,适用于连翘叶茶中连翘酯苷 A、连翘苷、芦丁和连翘脂素的分离测定。

连翘绿茶和连翘红茶中的功能成分含量如表5所示,均以干基计。其中维生素 C、总多酚、黄酮、连翘酯苷 A、连翘苷和芦丁在连翘绿茶中的含量均高于连翘红茶。《中国食物成分表》中绿茶中的维生素 C 含量为 19 mg/100 g<sup>[18]</sup>,而连翘绿茶中维生素 C 含量达 48.63 mg/100 g,维生素 C 为水溶性维生素,可溶于茶汤中直接被人体吸收,发挥抗氧化和维持皮肤、骨骼健康的作用<sup>[19]</sup>。多酚是传统茶中的主要功能成分,具有抗氧化作用,在绿茶中达 15%~30%,红茶中 5%~20%<sup>[20]</sup>,而在连翘绿茶和连翘红茶中多酚含量分别为 11.06%和 5.04%,均比传统茶低。传统红茶茶汤多呈现橙红色,含有约为 40~150 mg/100 g 的茶黄素,茶黄素不仅影响红茶品质,同时也具有抗氧化、降血

脂等药理功能<sup>[21]</sup>。连翘红茶茶汤呈橙黄色,在连翘红茶中也检测到了茶黄素,含量为 11.83 mg/100 g。除此之外,与许志泽<sup>[22]</sup>的研究结果不同,在连翘绿茶和红茶中并未检出咖啡碱,说明连翘叶茶不具备传统茶叶的提神作用。

连翘酯苷 A、连翘苷和连翘脂素是连翘特有的功能成分,药典中规定连翘(果)的特征成分连翘苷的含量不得低于 0.15%,连翘酯苷 A 不得少于 3.5%(青翘)和 0.25%(老翘),均以干燥品计<sup>[1]</sup>。连翘酯苷 A 和连翘苷的含量反映了连翘药材的基本质量,而二者在连翘绿茶中的含量均远高于药典中连翘(果)的规定含量,那么连翘叶是否具有比传统药材连翘(果)

更高的药用价值值得研究。除此之外,连翘绿茶中含有 2.19%的抗氧化活性成分芦丁,比苦荞中的芦丁含量更高(1.4%)<sup>[23]</sup>。以上三种功能成分均在连翘绿茶中含量更高,唯有连翘脂素在连翘红茶中的含量远高于绿茶。连翘脂素在连翘叶和连翘果中含量都很低<sup>[7]</sup>,药典对连翘(果)中其含量没有要求。研究报道,连翘药材中的主要活性成分连翘苷在体内转化为连翘脂素后才能发挥效用<sup>[24]</sup>,且连翘脂素比连翘苷具有更高的药理活性<sup>[25,26]</sup>。可见连翘红茶和连翘绿茶虽然同为连翘叶的茶制品,因加工工艺的差异,连翘红茶不具有连翘果和连翘绿茶中的传统功能成分,在发酵过程中上述成分转化为更易于吸收的活性成分连翘脂素。

表 5 连翘绿茶和连翘红茶的功能成分含量

Table 5 Contents of the nutritional components of green tea and black tea made by *Forsythia suspensa* leaves

项目	维生素 C	茶黄素	总多酚	黄酮	咖啡碱	连翘酯苷 A	芦丁	连翘苷	连翘脂素
连翘绿茶	48.63±0.51 <sup>a</sup>	ND	11.06±0.42 <sup>a</sup>	2.39±0.11 <sup>a</sup>	ND	8.77±0.39 <sup>a</sup>	2.19±0.07 <sup>a</sup>	4.98±0.13 <sup>a</sup>	0.10±0.02 <sup>b</sup>
连翘红茶	1.96±0.07 <sup>b</sup>	11.83±0.22	5.04±0.11 <sup>b</sup>	0.33±0.03 <sup>b</sup>	ND	0.58±0.05 <sup>b</sup>	0.46±0.02 <sup>b</sup>	0.03±0.01 <sup>b</sup>	2.88±0.17 <sup>a</sup>

注:维生素 C 和茶黄素单位为 mg/100 g,其他单位为%;同列数据上标不同小写字母表示差异显著 ( $p < 0.05$ )。

### 3 结论

采用标准方法和自建方法对连翘绿茶和连翘红茶的营养成分进行了比较分析,结果发现连翘绿茶的水浸出物、维生素 C、总多酚、黄酮、连翘酯苷 A、连翘苷和芦丁含量显著高于连翘红茶,含量分别为 50.62%、48.63 mg/100 g、11.06%、2.39%、8.77%、4.98%和 2.19%,其特征成分连翘酯苷 A 和连翘苷含量高于传统中药连翘(果)。而连翘红茶经发酵过程,转化生成了更易吸收和更强药理活性的连翘脂素(含量 2.88%),远高于连翘绿茶(含量 0.10%)。除此之外,连翘红茶还含有 11.83 mg/100 g 的茶黄素,与其茶汤颜色一致。综上所述,连翘绿茶具有与传统中药材连翘(果)一致的活性成分且含量更高,而连翘红茶虽不具有连翘的特征活性成分,却含有更强药理活性和更易吸收的连翘脂素,两种连翘叶茶的药用价值显著,极具市场潜力。

### 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:化学工业出版社,2020:177-178  
Chinese Pharmacopoeia Commission. Pharmacopoeia of People's Republic of China [M]. Beijing: Chemical Press, 2020: 177-178
- [2] Jia J P, Zhang F S, Li Z Y, et al. Comparison of fruits of *Forsythia suspensa* at two different maturation stages by NMR based metabolomics [J]. *Molecules*, 2015, 20(6):

- 10065-10081
- [3] ZHAO Lin, LI Wei, DAI Shengjun et al. Alkaloids bearing rare skeletons from *Forsythia suspensa* with anti-inflammatory and anti-viral activities *in vitro* [J]. *Phytochemistry*, 2021, 186: 112739
- [4] Bai Y, Li J, Liu W, et al. Pharmacokinetic of 5 components after oral administration of fructus forsythiae by HPLC-MS/MS and the effects of harvest time and administration times [J]. *Journal of Chromatography B*, 2015, 993: 36-46
- [5] Jiao J. Comparison of main bioactive compounds in tea infusions with different seasonal *Forsythia suspensa* leaves by liquid chromatography-tandem mass spectrometry and evaluation of antioxidant activity [J]. *Food Research International*, 2012, 53(2): 857- 863
- [6] 支旭然,苑霖,生宁,等.HPLC-MS/MS 法测定不同采收期连翘叶中 9 种成分[J].*中草药*,2013,44(22):3231-3235  
ZHI Xuran, YUAN Lin, SHENG Ning, et al. Determination of nine components in *Forsythia folium* collected in different periods [J]. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 2013, 44(22): 3231-3235.
- [7] 曲欢欢.连翘化学成分和生物活性研究[D].西安:西北大学, 2008  
QU Huanhuan. Chemical constituents of *Forsythia folium* and bioactivity study [D]. Xian: Northwest University, 2008
- [8] 宋建平,汪青波,张立伟.连翘红茶中连翘脂素的提取方法研究[J].*化学研究与应用*,2019,31(11):1886-1891

- SONG Jianping, WANG Qingbo, ZHANG Liwei. Study on extraction method of phillygenin leptin in *Forsythia* black tea [J]. Chemical Research and Application, 2019, 31(11): 1886-1891
- [9] 王晓燕,杨莹莹,叶松华,等.有机连翘叶茶中核心营养素及功效成分的测定[J].农产品加工,2016,7:55-58
- WANG Xiaoyan, YANG Yingying, YE Songhua, et al. Determination of core nutrients and functional components of organic *Forsythia folium* leaves tea [J]. Farm Products Processing, 2016, 7: 55-58
- [10] 原江锋,赵君峰,刘建利,等.连翘叶中连翘酯苷 A 的提取及其抗氧化活性[J].食品科学,2016,37(1):94-98
- YUAN Jiangfeng, ZHAO Junfeng, LIU Jianli, et al. Extraction and antioxidant effect of forsythiaside A from *Forsythia suspensa* leaves [J]. Food Science, 2016, 37(1): 94-98
- [11] 侯改霞,杨建雄.连翘叶提取物对实验小鼠的降脂保肝作用研究[J].河南大学学报,2010,40(5):504-506
- HOU Gaixia, YANG Jianxiong. Effects of extracts from *Forsythia folium* leaves on modulating blood lipids and protecting liver of hyperlipidemic mice [J]. Journal of Henan University (Natural Science), 2010, 40(5): 504-506
- [12] 王静,黄庆辰,高敏玥,等.连翘叶连翘苷提取物对高脂饮食诱导大鼠肥胖的预防作用[J].食品科学,2021,42(9):85-90
- WANG Jing, HUANG Qingchen, GAO Minyue, et al. Preventive effect of forsythin from *Forsythia suspensa* leaves on obesity induced by high-fat diet in rats [J]. Food Science, 2021, 42(9): 85-90
- [13] 史敏华,陈留明,刘鑫,等.一种连翘绿茶的制作方法:中国, 202010019946.8 [P] 2020-01-09
- SHI Minhua, CHEN Liuming, LIU Xin, et al. A method of making *Forsythia suspensa* leaves green tea: China, 202010019946.8 [P] 2020-01-09
- [14] 刘劲,陈留明,史敏华,等.一种连翘红茶的制作方法:中国, 202010019991.3 [P] 2020-01-09
- LIU Jin, CHEN Liuming, SHI Minhua, et al. A method of making *Forsythia suspensa* leaves black tea: China, 202010019991.3 [P] 2020-01-09
- [15] 原江锋,邱智军,刘建利,等.连翘叶绿茶制备及活性成分分析[J].河南科技大学学报,2015,36(2):78-82
- YUAN Jiangfeng, QIU Zhijun, LIU Jianli, et al. A method of making *Forsythia suspensa* leaves green tea and its bioactive components determination [J]. Journal of Henan University of Science and Technology, 2015, 36(2): 78-82
- [16] 陈昌辉,杜晓,齐桂年.工夫红茶主要内含成分与品质的相关性分析[J].食品科技,2011,9:83-87
- CHEN Changhui, DU Xiao, QI Guinian. The relativity analysis between the main components of congou black tea and its quality [J]. Food Science and Technology, 2011, 9: 83-87
- [17] 潘科,方仕茂,刘忠英,等.基于 GC-MS/MS 分析加工对古树红茶可溶性糖含量的影响[J].福建农林大学学报,2021, 50(4):490-496
- PAN Ke, FANG Shimao, LIU Zhongying, et al. Effects of processing on soluble sugar content of black tea from ancient tea tree based on GC-MS/MS [J]. Journal of Fujian Agriculture and Forestry University, 2021, 50(4): 490-496
- [18] 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所.中国食物成分表[M].北京:北京大学医学出版社,2009
- National Institute of Nutrition and Health, Chinese Center for Disease Control and Prevention. China Food Composition Tables [M]. Beijing: Beijing University Medical press, 2019
- [19] GB 28050-2011, 食品安全国家标准 预包装食品营养标签通则[S]
- GB 28050-2011, National Standard of Food Safety: General Rule of Nutritional Labeling of Prepackaged Food [S]
- [20] 高海荣,黄振旭,李华敏.16 种中国茶叶中茶多酚含量对比研究[J].食品研究与开发,2016,37(7):33-36
- GAO Hairong, HUANG Zhenxu, LI Huamin. Comparative study on the content of tea polyphenols of sixteen kinds of China tea [J]. Food Research and Development, 2016, 37(7): 33-36
- [21] 刘盼盼,郑鹏程,龚自明,等.工夫红茶品质分析与综合评价[J].食品科学,2021,42(12):195-205
- LIU Panpan, ZHENG Pengcheng, GONG Ziming, et al. Quality analysis and comprehensive evaluation of Chinese congou black tea [J]. Food Science, 2021, 42(12): 195-205
- [22] 许志泽.连翘叶绿茶制备及活性成分研究[J].农业工程技术, 2018,6:73-77
- XU Zhize. A method of making *Forsythia suspensa* leaves green tea and its bioactive components research [J]. Agricultural Engineering Technology, 2018, 6: 73-77
- [23] Nina Kocevar Glavac, Katja Stojilkovski, Samo Kreft, et al. Determination of fagopyrins, rutin, and quercetin in Tartary buckwheat products [J]. LWT, 2017, 79: 423-427
- [24] Lianghong Ye, Yunxia Li, Cheng Peng, et al. Determination of phillygenin in rat plasma by high-performance liquid chromatography and its application to pharmacokinetic studies [J]. Eur J Drug Metab Ph, 2013, 38(3): 201-207