

藤茶复合袋泡茶的研究及其体外降血糖作用

李冬梅¹, 李春莲^{2*}, 文炎³

(1. 广东农工商职业技术学院热带农林学院, 广东广州 510507)

(2. 江西富牛生态农业发展有限公司, 江西赣州 342800) (3. 江西省尚美生态农业有限公司, 江西萍乡 337025)

摘要: 该研究以藤茶、青钱柳和桑叶为原料, 研制藤茶复合袋泡茶, 并评价其体外降血糖作用。以感官评分、总黄酮和总多糖含量为考察指标, 通过单因素试验研究藤茶、青钱柳和桑叶复合配比、茶袋包装材料、冲泡水温、浸泡时间和加水量对藤茶复合袋泡茶品质的影响, 确定各因素的最佳水平; 在此基础上, 采用正交试验, 优化袋泡茶冲泡工艺。藤茶复合袋泡茶最佳工艺参数为: 藤茶: 青钱柳: 桑叶配比为 2:1:2 (*m:m:m*)、茶包选用无纺布、冲泡水温 85 °C、浸泡时间 4 min、加水量 150 mL。此条件下, 产品感官评分 83 分, 总黄酮和总多糖含量分别为 627.45 μg/mL 和 200.05 μg/mL, 综合评分 96.89 分; 对 α -葡萄糖苷酶和 α -淀粉酶抑制活性高达 42.75% 和 38.85%, 与阿卡波糖效果相当, 远高于藤茶、青钱柳、桑叶单一或任两两组合袋泡茶。藤茶复合袋泡茶冲泡方便, 汤色橙黄、清澈明亮、香气独特、口感微苦回甘, 富含总黄酮、总多糖, 降血糖作用优良, 市场前景广阔。

关键词: 藤茶; 青钱柳; 桑叶; 复合袋泡茶; 冲泡工艺; 体外降血糖

文章编号: 1673-9078(2022)03-228-236

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2022.3.0605

Preparation of *Ampelopsis grossedentata* Compound Teabag and Its *in Vitro* Hypoglycemic Effect

LI Dongmei¹, LI Chunlian^{2*}, WEN Yan³

(1. Institute of Tropical Agriculture and Forestry, Guangdong AIB Polytechnic College, Guangzhou 510507, China)

(2. Jiangxi Funiu Ecological Agriculture Development Co. Ltd., Ganzhou 342800, China)

(3. Jiangxi Shangmei Ecological Agriculture Co. Ltd., Pingxiang 337025, China)

Abstract: In this study, *Ampelopsis grossedentata*, *Cyclocarya paliurus* and mulberry leaves were used as the raw materials to develop compound teabags, and its *in vitro* hypoglycemic effect was evaluated. The sensory score, total flavonoids and total polysaccharide contents were used as evaluation indicators, the effects of the compound ratio of *Ampelopsis grossedentata*, *Cyclocarya paliurus* and mulberry leaves, teabag packaging materials, brewing water temperature, soaking time and water addition amount on the quality of compound teabags were studied by single factor experiments, to determine the optimal levels of these factors. On the basis of these results, the teabag brewing process was optimized by the orthogonal test. The optimal process parameters for developing compound teabags were: the compound ratio of *Ampelopsis grossedentata*, *Cyclocarya paliurus* and mulberry leaves 2:1:2 (*m:m:m*), non-woven fabrics for tea bags, brewing water temperature 85 °C, soaking time 4 min, amount of water 150 mL. Under these conditions, the sensory score of compound teabag was 83, and the total flavonoid and total polysaccharide contents were 627.45 μg/mL and 200.05 μg/mL, respectively, with the comprehensive score was 96.89; the inhibitory activities against α -glucosidase and α -amylase were 42.75% and 38.85%, respectively, which were comparable to the effect of acarbose and much higher than those of teabags made with *Ampelopsis grossedentata*, *Cyclocarya paliurus* or mulberry leaves, or a combination of any two of these raw materials. The *Ampelopsis grossedentata* compound teabags were convenient to brew, and the soup had an

引文格式:

李冬梅, 李春莲, 文炎. 藤茶复合袋泡茶的研制及其体外降血糖作用[J]. 现代食品科技, 2022, 38(3): 228-236

LI Dongmei, LI Chunlian, WEN Yan. Preparation of *Ampelopsis grossedentata* compound teabag and its *in vitro* hypoglycemic effect [J]. Modern Food Science and Technology, 2022, 38(3): 228-236

收稿日期: 2021-06-08

基金项目: 赣州市科技计划项目 (赣市科发[2020]60 号)

作者简介: 李冬梅 (1975-), 女, 副教授, 研究方向: 食品加工与安全, E-mail: dmli@gdaib.edu.cn

通讯作者: 李春莲 (1968-), 女, 本科, 研究方向: 赣南特色果茶的种植技术与初加工, E-mail: 1131336646@qq.com

orange-yellow, clear and bright color, a unique aroma, and a slightly bitter and sweet taste, with high total contents of flavonoids and polysaccharides, and an excellent *in vitro* hypoglycemic activity, indicating broad market prospects.

Key words: *Ampelopsis grossedentata*; *Cyclocarya paliurus*; mulberry leaves; compound teabag; brewing process; *in vitro* hypoglycemic effect

糖尿病是由于内分泌系统的新陈代谢失调所致,长期患上该病会直接造成心血管、内分泌、神经及其他泌尿系统组织及器官的损害^[1]。到2030年,全世界20~79岁的每个成年糖尿病人群中2型糖尿病将上升至7.7%,影响4.39亿成年人,威胁人类健康^[2]。目前,糖尿病医治的主要方法有注射胰岛素及相似药物,服用二甲双胍类、 α -淀粉酶抑制剂类、 α -葡萄糖苷酶类和促胰岛素分泌剂类等,但这些药物都携带有不同水平的反作用,并且有可能使机体产生依赖性。因此,研制安全、无副作用、经济实惠的降血糖药物或天然降血糖食品已成为新的社会热点^[3]。天然降血糖食品具备取材便利、副作用小和价格实惠等优势,容易受大众人民青睐。因此,降血糖功能食品的研制和开发也越来越得到人们关注^[4]。目前国内具有辅助降血糖功能的保健食品大多以一种或两种降糖功能因子作为产品的功效成分,开发以多种降糖功能因子产生协同作用的复方产品具有现实而重要的意义^[5,6]。

藤茶,学名显齿蛇葡萄,是我国特有的茶用、药用植物,于2013年批准为新食品原料使用,其主要活性成分是黄酮类物质二氢杨梅素^[7],当含量达到100 mg/kg时,能极显著地降低糖尿病小鼠的血糖^[8]。青钱柳,为胡桃科青钱柳属植物,被誉为植物界的大熊猫、天然植物胰岛素、医学界的第三棵树^[9],是一种古老茶饮,于2013年被列入新食品原料目录,青钱柳多糖是其活性成分之一,具有降血糖、降血脂、抗氧化、免疫调节等多种功能,在食品、医药和生物医学等领域应用市场潜力巨大^[10];桑叶是桑科植物桑的干燥叶,是药食两用的新茶,具有补肾清肝清热、明目聪耳、镇静宁心、疏散风热、凉血等作用^[11],近年来,桑叶的降血糖作用备受关注,其防治糖尿病的功效得到广泛认可,其中有降血糖作用的活性成分主要有生物碱类、黄酮类和多糖类^[12-14]。将青钱柳和桑叶配伍组方,既能有效地改善体内胰岛素的抵抗,又有利于促进胰岛素的分泌,发挥其协同功能降低胆固醇和血糖^[15]。

袋泡茶是茶叶原料经过加工研制成碎叶,分装在特制的小茶包袋里,用滚烫的开水冲泡后去除茶叶取其茶汤供人饮用的一种茶品。由于其具有冲泡方便、卫生清洁、便于携带等优点,被旅行、餐厅、饭馆、办公室及家庭所乐用^[16]。本研究以藤茶、青钱柳和桑

叶为主要原料进行配伍,发挥其协同效应,研制藤茶复合袋泡茶,以茶汤感官评价、总黄酮和总多糖含量为考察指标,研究其制作方法和冲泡工艺,通过对 α -葡萄糖苷酶和 α -淀粉酶抑制率的测定,评价其体外辅助降血糖功效,以期对藤茶、青钱柳、桑叶的综合开发利用提供新途径,丰富天然降血糖功能食品的花色品种,顺应市场潮流。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

藤茶,江西富牛生态农业发展有限公司;青钱柳,湖南省邵阳市;桑叶,安徽省六安市;玉米纤维茶叶袋,广东省梅州市无忧茶袋包装有限公司;无纺布茶叶袋、木浆茶叶袋,安国市盛鸿德包装有限公司;阿卡波糖,拜耳医药保健有限公司;D-无水葡萄糖标准品、芦丁标准品、 α -葡萄糖苷酶、 α -淀粉酶、DNS试剂、对硝基苯酚- α -D-葡萄糖苷(PNPG),北京索莱宝科技有限公司;乙醇、亚硝酸钠、硝酸铝、苯酚、氢氧化钠、浓硫酸、磷酸氢二钾、磷酸二氢钾、碳酸钠、可溶性淀粉,均为分析纯。

1.2 仪器与设备

JJ-2 组织粉碎机,常州金坛良友仪器有限公司;AUY 220 电子分析天平,河北朵麦信息科技有限公司;H/T16MM 台式高速离心机,湖南赫西仪器装备有限公司;723N 可见分光光度计,上海奥谱勒科学仪器有限公司;HH-S4 恒温水浴锅,巩义市予华仪器有限责任公司;PH-2F 精密 pH 计,上海精科雷磁仪器厂。

1.3 试验方法

1.3.1 工艺流程及操作要点

原料预处理→粉碎→筛分→装袋→冲泡→感官评定→离心→成分检测

1) 原料预处理:挑选无污垢、无蛀虫、无变质、色泽纯正的优质藤茶、青钱柳、桑叶。

2) 粉碎、筛分:将挑选好的原料置于粉碎机中粉碎,过40目的筛网,收集茶叶碎。

3) 装袋:称取粉碎筛分的各原料于袋泡茶包装

内，密封。

4) 冲泡、感官评定：将袋泡茶浸泡在设定水温和水量中，一定时间后取出，对茶汤进行感官评定。

5) 离心：待茶汤冷却后，将茶汤在 5000 r/min 下离心 20 min 后取出。

6) 成分检测：取茶汤上清液进行总黄酮、总多糖含量测定。根据感官评价、总黄酮、总多糖含量综合性指标确定最佳冲泡条件。

1.3.2 藤茶复合袋泡茶工艺优化

在大量预实验的基础上，称取总重为 2 g 过 40 目的以上各茶碎，以藤茶:桑叶:青钱柳(m:m:m)为 1:1:1、2:1:1、1:2:1、1:1:2、2:1:2 进行复配，以感官评分为评价指标得出最佳配比；以茶袋包装（无纺布、玉米纤维和木浆材质）进行单因素试验，通过茶汤感官评分、总黄酮和总多糖含量确定最佳包装袋；再以冲泡水温（75、80、85、90 和 95 ℃），冲泡时间（2、4、6、8 和 10 min）和冲泡水量（50、100、150、200 和 250 mL）进行单因素试验，确定各因素的最佳水平；在此基础上，应用 $L_9(3^3)$ 正交表，选取感官评分、总黄酮和总多糖含量为评定指标，考察冲泡温度、冲泡时间、冲泡水量 3 个主要因子对袋泡茶综合品质的影响，对藤茶复合袋泡茶冲泡工艺进行优化。

1.3.3 产品评价

1.3.3.1 感官评价

表 1 藤茶复合袋泡茶感官评价表

Table 1 Sensory evaluation table of *Ampelopsis grossedentata* compound teabag

项目	评分标准	分值/分
汤色 (30)	色泽橙黄，清澈明亮	20~30
	色泽橙黄，较明亮	10~19
	欠明亮或有浑浊	0~9
香气 (30)	高鲜，纯正有嫩茶香	20~30
	高爽或较高鲜	10~19
	尚纯，熟、老火或青气	0~9
滋味 (30)	鲜醇，甘鲜，醇厚鲜爽	20~30
	清爽，浓厚，尚醇厚	10~19
	尚醇或浓涩或青涩	0~9
冲泡性 (10)	茶包均匀、过滤性好，无破损	8~10
	茶包较均匀、过滤性较好，无破损	5~7
	茶包不均匀或有破损，过滤性差	0~4

参照 GB/T 23376-2018《茶叶感官审评方法》和 GB/T 24690-2018《袋泡茶》的评价标准，结合藤茶、青钱柳、桑叶本身的感官特性，从汤色、香气、滋味、冲泡性 4 个方面进行评价，分别占 30%、30%、30%、10%权重，满分 100 分，组织食品专业背景 10 人（5

男，5 女）组成感官评定小组，进行评分。具体见表 1。

1.3.3.2 总黄酮含量测定

参照赵国超等^[17]的试验方法并略作调整，以芦丁作标准品，在波长 510 nm 处测定吸光度，以吸光度（y）为纵坐标，芦丁浓度（x）为横坐标，绘制标准曲线并得其回归方程为 $y=0.0097x-0.0089$ ($R^2=0.9992$)，说明芦丁在 8~48 $\mu\text{g/mL}$ 范围内呈现良好线性关系，如图 1 所示。

精密吸取茶汤 2.0 mL，置于具塞试管中，按标准曲线相同方法测定吸光度，根据回归方程，计算茶汤中总黄酮含量。

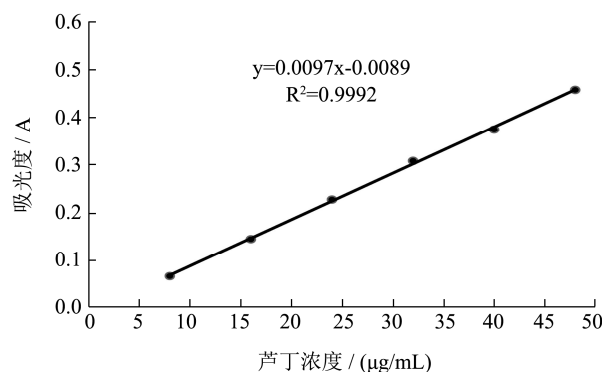


图 1 芦丁标准曲线

Fig.1 Standard curve of rutin

1.3.3.3 总多糖含量的测定

参照白少伟等^[18]的试验方法并略作调整，以 D-无水葡萄糖作对照品，采用苯酚-硫酸法，在波长 490 nm 处测定吸光度，以吸光度（y）为纵坐标，D-无水葡萄糖浓度（x）为横坐标，绘制标准曲线并得其回归方程为 $y=0.0101x+0.0899$ ($R^2=0.9998$)，说明葡萄糖在 30~70 $\mu\text{g/mL}$ 范围内呈良好线性关系，如图 2 所示。

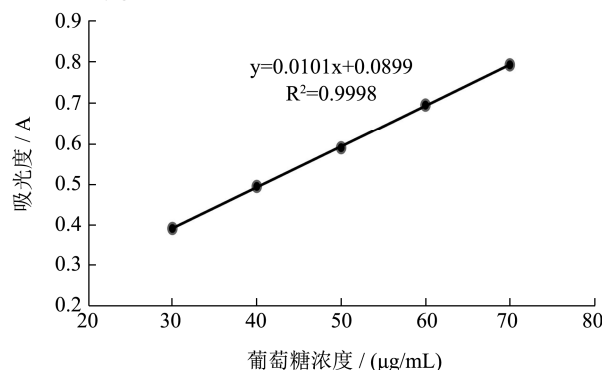


图 2 葡萄糖标准曲线

Fig.2 Glucose standard curve

精密吸取 5.0 mL 茶汤于 50 mL 离心管中，加适量无水乙醇，混匀，使样品中乙醇的终浓度为 90%，4 ℃ 静置 1 h，于 4000 r/min 离心 10 min，弃去上清液，重复三次。沉淀物用适量乙醇洗涤至无色，4000 r/min 离心 10 min，弃去上清液，沉淀加热除去乙醇，用蒸

馏水溶解,定容至 100 mL,作为供试溶液。精密吸取供试样液 2.0 mL,置于具塞试管中,按标准曲线相同方法测定吸光度,根据回归方程,计算茶汤中总多糖含量。

1.3.4 藤茶复合袋泡茶体外降血糖功能测定

以阿卡波糖为阳性对照,参照 1.3.1 袋泡茶工艺流程和 1.3.2 工艺优化条件,将藤茶、青钱柳和桑叶制作成单独袋泡茶、两两组合袋泡茶 ($m:m=1:1$),和此配方优化条件下的藤茶青钱柳桑叶复合袋泡进行对比,进行 α -葡萄糖苷酶和 α -淀粉酶抑制率的测定,评价藤茶复合袋泡茶体外辅助降血糖功效。

1.3.4.1 α -葡萄糖苷酶抑制活性测定

参照董义等^[19]和邹荣灿等^[20]的试验方法并略作调整。以 0.1 mL PNPG 为底物,吸取 0.2 mL 0.1 mol/L 磷酸盐缓冲液 (pH=6.8) 至试管内,摇匀,加 0.2 mL 0.5 U/mL α -葡萄糖苷酶,于 37 °C 恒温水浴锅中反应 15 min 后加入 5 mL 0.1 mol/L 碳酸钠终止反应,在 400 nm 下测定吸光值。在反应体系中加入各茶汤 1 mL,阳性对照为阿卡波糖,空白对照加蒸馏水补足,其他跟抑制剂管操作相同。背景对照为对应浓度的抑制剂溶液,不加酶液,加蒸馏水补足,其他跟抑制剂管操作相同,其反应体系如表 2 所示。反应终止后定容到 25 mL,于 400 nm 下测其吸光值。

$$\text{抑制率}/\% = \left(1 - \frac{C-D}{A-B}\right) \times 100\%$$

式中:

A——空白管在 400 nm 下吸光值;

B——空白对照管在 400 nm 下吸光值;

C——抑制管在 400 nm 下吸光值;

D——背景对照管在 400 nm 下吸光值。

表 2 α -葡萄糖苷酶活性抑制反应体系

Table 2 α -Glucosidase activity inhibition reaction system

分组	α -葡萄糖苷酶/mL	抑制剂/mL	PNPG/mL	碳酸钠/mL
空白管 (A)	0.2	-	0.1	5
空白对照管 (B)	-	-	0.1	5
抑制管 (C)	0.2	1	0.1	5
背景对照管 (D)	-	1	0.1	5

表 3 α -淀粉酶活性抑制反应体系

Table 3 α -Amylase activity inhibition reaction system

分组	α -淀粉酶/mL	抑制剂/mL	淀粉溶液/mL	DNS/mL
空白管 (A)	0.3	-	0.4	0.2
空白对照管 (B)	-	-	0.4	0.2
抑制管 (C)	0.3	1	0.4	0.2
背景对照管 (D)	-	1	0.4	0.2

1.3.4.2 α -淀粉酶抑制活性测定

参照董义^[19]的试验方法,采用 DNS (3,5-二硝基水杨酸) 比色法进行测定。取 0.3 mL α -淀粉酶,在 37 °C 的水浴中预热 5 min 后,加入 0.4 mL 1% 淀粉溶液在 37 °C 下反应 5 min; 加入 0.2 mL DNS 试剂,沸水浴 5 min 后,取出冷却,定容到 25 mL,在 540 nm 下测定吸光度值。在反应体系中加入各茶汤 1 mL,阳性对照为阿卡波糖,空白对照加蒸馏水补足,其他与抑制剂管操作相同。背景对照为对应浓度的抑制剂溶液,不加酶液,加蒸馏水补足,其他与抑制剂管操作相同,其反应体系如表 3 所示。反应终止后定容到 25 mL,于 540 nm 下测其吸光度值。

$$\text{抑制率}/\% = \left(1 - \frac{C-D}{A-B}\right) \times 100\%$$

式中:

A——空白管在 540 nm 下吸光值;

B——空白对照管在 540 nm 下吸光值;

C——抑制管在 540 nm 下吸光值;

D——背景对照管在 540 nm 下吸光值。

1.3.5 数据处理

采用 SPSS 25.0 软件进行统计分析,每组试验做 3 组平行。

2 结果与分析

2.1 藤茶复合袋泡茶最佳原料配比的确定

从表 4 可以看出,综合袋泡茶茶汤汤色、香气、滋味和冲泡性的结果,当藤茶:青钱柳:桑叶质量比为 2:1:2 时,产品感官评分最高,因此确定原料最佳配比为 2:1:2。

表4 藤茶复合袋泡茶原料复配不同对比对产品的影响

Table 4 The effect of different ratios of *Ampelopsis grossedentata* compound teabag raw materials on the product

藤茶:青钱柳:桑叶配比/ (m:m:m)	汤色 (30)	香气 (30)	滋味 (30)	冲泡性 (10)	感官评分/分 (满分 100)
1:1:1	28.10	25.72	22.80	8.50	85.12
2:1:1	28.20	28.28	24.15	8.55	89.18
1:2:1	24.25	23.33	19.10	8.55	75.23
1:1:2	29.20	23.42	20.30	8.50	81.42
2:1:2	29.00	28.30	28.36	8.60	94.26

2.2 藤茶复合袋泡茶最佳包装材料的确定

将过 40 目筛后备用总重为 2 g 的藤茶:青钱柳:桑叶 (m:m:m=2:1:2), 分别装入玉米纤维、无纺布和木浆材质的茶包袋中, 加入 90 °C 150 mL 水中, 冲泡时间为 6 min。结果如图 3 所示。

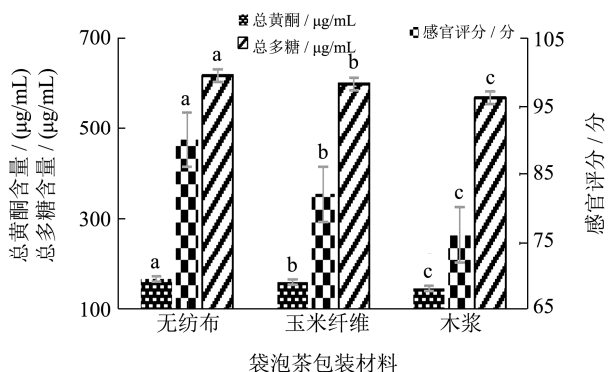


图3 包装材料对袋泡茶品质的影响

Fig.3 The impact of packaging materials on the quality of tea bags

注: 不同字母 a、b、c 代表差异极显著 ($p < 0.01$)。

由图 3 可知, 当用无纺布做茶袋包时, 感官评分最高, 其次是玉米纤维, 木浆袋得分最低。茶袋包为无纺布茶袋时, 其茶汤色泽橙黄, 清澈明亮, 无沉淀物, 色泽扩散十分快, 总黄酮和总多糖含量最高, 说明无纺布材质的渗透速率最快, 吸湿和透气性能好、质料轻柔, 和核桃分心木复合袋泡茶研究结果相似^[21]; 玉米纤维茶包有效物质渗透其次; 木浆茶包茶汤有沉淀物, 色泽扩散速率最慢。综上所述, 选取无纺布茶袋作为最佳袋泡茶包装材料。

2.3 藤茶复合袋泡茶最佳冲泡工艺参数的确定

2.3.1 单因素试验结果与分析

2.3.1.1 最佳冲泡温度的确定

泡茶温度过低茶叶中的内容物溶出过慢, 而浸泡温度 100 °C 条件不易达到且难以控制温度的稳定^[22]。故选择泡茶温度在 75~95 °C 进行单因素试验。藤茶复

合袋泡茶不同温度冲泡对茶汤感官评分、总黄酮和总多糖含量的影响见图 4。

由图 4 可知, 冲泡温度范围处于 75~85 °C 时, 感官评分不断提高, 当冲泡温度为 85 °C 时感官评分最高, 为 85 分, 此时的袋泡茶汤色橙黄, 清澈明亮, 具复合袋泡茶特别的香气、滋味入口微苦后回甘; 当冲泡温度达到 95 °C 时, 其汤色深黄混浊、香气浓烈、滋味甜腻。随着温度升高, 总黄酮和总多糖的浸出量逐渐上升, 到 85 °C 时达到最高, 之后随着温度升高, 其总黄酮和总多糖含量逐渐降低。综合以上结果, 选择最佳冲泡温度为 85 °C。

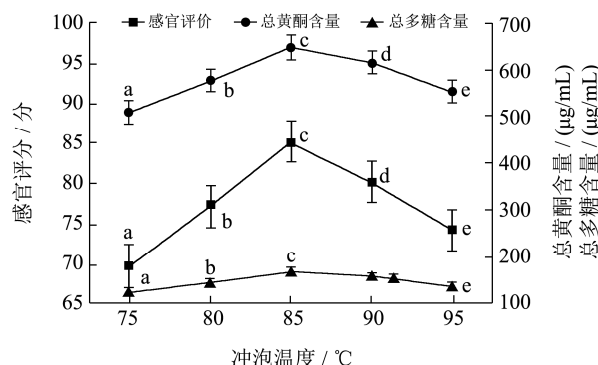


图4 冲泡温度对袋泡茶品质的影响

Fig.4 The influence of brewing temperature on the quality of teabags

注: 同一指标不同小写字母代表差异极显著 ($p < 0.01$)。

下同。

2.3.1.2 最佳冲泡时间的确定

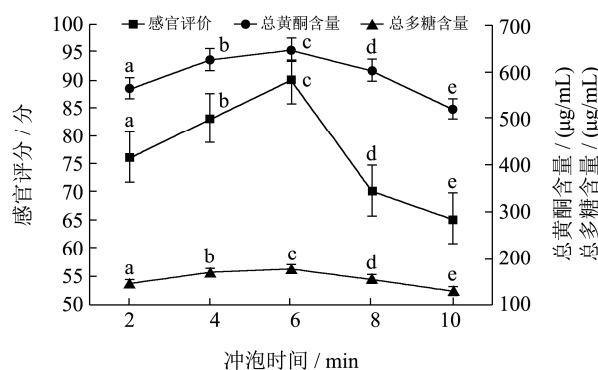


图5 冲泡时间对袋泡茶品质的影响

Fig.5 The effect of brewing time on the quality of teabags

藤茶复合袋泡茶的冲泡时间少于 2 min, 由于时长较短、总黄酮和总多糖等有效物质溶出量少、滋味平淡, 而浸泡时间 10 min 时会使茶汤出现过于厚重的甜腻且发生严重的冷后浑现象, 故选择冲泡时间为 2~10 min 进行单因素试验。藤茶复合袋泡茶不同冲泡时间对茶汤感官评分、总黄酮和总多糖含量的影响见图 5。

由图 5 可知, 冲泡时间为 2~6 min 时感官评分不断升高, 在冲泡时间为 6 min 时感官评分最高, 达 90 分, 此时的袋泡茶汤色橙黄, 清澈明亮, 具复合袋泡茶特别的香气、入口微苦回甘足; 当冲泡时间为 8~10 min 时, 感官评分不断降低, 冲泡时间达到 10 min 时, 感官评分最低, 此时汤色呈暗黄浑浊状、香气不明显、滋味甘苦、有漂浮物出现; 随着冲泡时间的增加, 总黄酮和总多糖溶出率也随之升高, 冲泡时间为 6 min 时总黄酮和总多糖溶出率最高, 之后随着冲泡时间的延长, 总黄酮和总多糖溶出率不断降低, 其原因也许是冲泡时间太长, 黄酮类化合物被氧化所致^[22]。综合以上结果, 选择最佳冲泡时间为 6 min。

2.3.1.3 最佳加水量的确定

藤茶复合袋泡茶不同加水量对茶汤感官评分、总黄酮和总多糖含量的影响见图 6。

由图 6 可知, 感官评分为最低为加水量 50 mL 的袋泡茶, 为 57 分, 其汤色欠亮浑浊、香气不明显、滋味浓郁苦涩、有漂浮物出现, 当加水量为 150 mL 时, 感官评分为最高, 为 83 分。加水量为 50~150 mL, 随着加水量的增加, 总黄酮和总多糖含量溶出率不断增

加, 当加水量达到 150 mL 时, 总黄酮和总多糖含量均最高, 之后随着加水量的增加, 总黄酮和总多糖含量溶出率不断降低。综合以上结果, 选择最佳加水量为 150 mL。

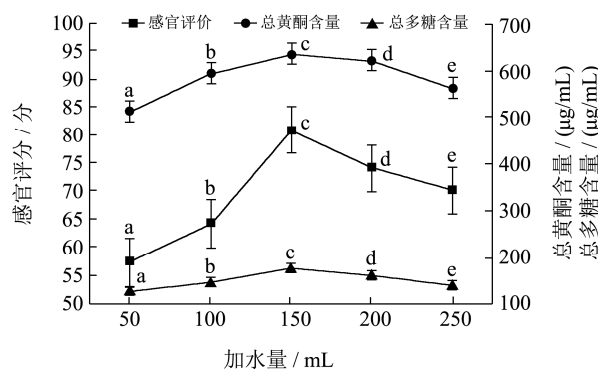


图 6 加水量对袋泡茶品质的影响

Fig.6 The effect of the amount of water added on the quality of teabags

2.3.2 正交试验结果与分析

根据单因素试验结果, 选取藤茶复合袋泡茶冲泡温度、冲泡时间和加水量三个因素进行 $L_9(3^3)$ 正交试验, 参照毛建草袋泡茶^[22]评分标准, 结合本研究略作修改。按综合评分 = (试验测得总黄酮含量/试验测得总黄酮含量最大值) × 30% + (试验测得总多糖含量/试验测得总多糖含量最大值) × 30% + (试验感官评分/试验感官评分最大值) × 40%, 进行综合评分, 确定藤茶复合袋泡茶最佳冲泡工艺参数。正交试验设计及结果分析见表 5, 方差分析见表 6。

表 5 正交试验设计与结果分析

Table 5 Orthogonal experimental design and result analysis

试验号	A 水温/°C	B 时间/min	C 加水量/mL	总黄酮含量/(μg/mL)	总多糖含量/(μg/mL)	感官评分/分	综合评分/分
1	1 (80)	1 (4)	1 (100)	468.94	101.53	77.19	74.45
2	1	2 (6)	2 (150)	561.73	136.19	70.22	81.85
3	1	3 (8)	3 (200)	588.79	147.57	64.13	82.43
4	2 (85)	1	2	622.29	172.82	82.11	96.40
5	2	2	3	606.83	161.44	71.24	88.86
6	2	3	1	519.20	125.30	90.22	86.78
7	3 (90)	1	3	494.72	111.93	58.28	69.12
8	3	2	1	428.99	93.12	71.21	68.42
9	3	3	2	407.09	82.23	68.26	64.16
k_1	79.58	79.99	76.55				
k_2	90.68	79.71	80.80				
k_3	67.23	77.79	80.17				
R	23.45	2.20	4.25				
最佳工艺	A ₂	B ₁	C ₂				
主次因素	A>C>B						

表6 方差分析表

Table 6 Analysis of variance table

影响因子	偏差平方和	自由度	F值	F临界值	显著性
A	825.388	2	95.920	19.000	*
B	8.605	2	1.000	19.000	不显著
C	31.399	2	3.649	19.000	不显著
误差	8.61	2			

注: *表示影响显著 ($p < 0.05$)。

由表5可知,影响藤茶复合袋泡茶冲泡条件各因素的主次顺序为: $A > C > B$; 最佳冲泡条件为 $A_2B_1C_2$, 即冲泡水温 $85\text{ }^\circ\text{C}$ 、浸泡时间 4 min 、加水量 150 mL , 此时综合评分最高为 96.44 分。由方差分析表6可以看出, 冲泡温度为显著影响因素, 在冲泡过程中起主导作用。

2.3.3 验证试验

为了验证藤茶复合袋泡茶冲泡条件的稳定性, 按照藤茶:青钱柳:桑叶质量比为 $2:1:2$, 称取过 40 目筛总重为 2 g 的各茶碎, 装入无纺布茶袋包密封, 按最佳冲泡条件 $A_2B_1C_2$, 即冲泡水温 $85\text{ }^\circ\text{C}$ 、浸泡时间 4 min 、加水量 150 mL , 进行 3 次试验, 得到感官平均分为 83 分, 总黄酮和总多糖平均含量为 $627.45\text{ }\mu\text{g/mL}$ 和 $200.05\text{ }\mu\text{g/mL}$, 综合评分平均值为 96.89 。经试验验证, 藤茶复合袋泡茶冲泡条件稳定性良好, 茶汤汤色橙黄, 清澈明亮, 具袋泡茶特别的香气、入口微苦回甘足; 总黄酮和总多糖含量溶出率最高。

2.4 藤茶复合袋泡茶体外降血糖功能评价结果与分析

藤茶复合袋泡茶体外降血糖功能评价结果见表7。

α -葡萄糖苷酶是一种可以从含有 α -葡萄糖苷键底物的非还原端催化水解 α -葡萄糖基的酶的总称, 在机体的代谢过程中起到重要作用, 与糖尿病密切相关^[23], 是一种在人体的代谢过程中发挥主导作用的酶, 和代谢紊乱失调而发生的疾病息息相关; α -葡萄糖苷酶抑制剂不仅可以医治餐后高血糖, 调节血糖水平和减缓高胰岛素血症, 还可以提升糖耐量, 抗御和医治肥胖症和高三酰甘油血症, 用于医治由碳水化合物代谢紊乱而导致的疾病^[24]。 α -淀粉酶在消化途径中发挥重要作用, 可将食物中的碳水化合物转化为葡萄糖, 经小肠进入血液而升高血糖, 一些已投入使用的抗糖药物, 通过抑制 α -淀粉酶等肠酶的活性, 来控制糖尿病患者饭后的血糖含量^[25]。因此, α -葡萄糖苷酶和 α -淀粉酶是调节淀粉消化和葡萄糖吸收的关键因子, 是

许多研究治疗餐后高血糖的关键靶点^[26]。

表7 各茶汤对 α -葡萄糖苷酶活性抑制率和 α -淀粉酶活性抑制率Table 7 Inhibition rate of α -glucosidase activity and α -amylase

产品 (袋泡茶) 分组	activity of each tea soup	
	α -葡萄糖苷酶活性抑制率/%	α -淀粉酶活性抑制率/%
藤茶	$15.67 \pm 0.18^{**}$	$12.87 \pm 0.32^{**}$
青钱柳	$15.47 \pm 0.11^{**}$	$14.94 \pm 0.25^{**}$
桑叶	$24.04 \pm 0.76^{**}$	$16.78 \pm 0.51^{**}$
藤茶+青钱柳	$26.09 \pm 0.21^{**}$	$22.88 \pm 0.37^{**}$
藤茶+桑叶	$30.43 \pm 0.42^{**}$	$23.29 \pm 0.06^{**}$
青钱柳+桑叶	$21.74 \pm 0.68^{**}$	$28.76 \pm 0.70^{**}$
藤茶+青钱柳+桑叶 (本研究配方)	$42.75 \pm 0.50^{**}$	38.85 ± 0.20
阿卡波糖	39.74 ± 0.26	39.63 ± 0.10

注: **表示与阿卡波糖对照, 差异极显著 ($p < 0.01$)。

从表7可以看出, 本配方藤茶青钱柳桑叶复合袋泡茶 (0.5 mg/mL) 对 α -葡萄糖苷酶和 α -淀粉酶活性抑制率高达 42.75% 和 38.85% , 远高于藤茶、青钱柳、桑叶任两两组合袋泡茶或单一袋泡茶 (浓度均为 0.5 mg/mL), 对 α -葡萄糖苷酶抑制活性效果与阿卡波糖 (抑制率 39.74%) 相比, 差异极显著 ($p < 0.01$), 对 α -淀粉酶活性抑制率与阿卡波糖 (0.02 mg/mL) (抑制率 39.63%) 无显著差异。粗步推算, 从对 α -葡萄糖苷酶和 α -淀粉酶抑制活性达到降血糖的角度看, 每餐服用阿卡波糖 1 片 (50 mg), 与冲泡本配方袋泡茶 1 袋 (2 g), 可达到相同降血糖功效, 说明本配方藤茶复合袋泡茶具有良好的辅助降血糖功效, 是一种新型降血糖功能袋泡茶。

3 结论

3.1 以藤茶、青钱柳、桑叶为原料复配研制藤茶复合袋泡茶的生产工艺, 以感官评分、总黄酮和总多糖含量为评价指标, 通过单因素试验, 研究了原料复合配比、茶袋包装材料、冲泡水温、冲泡时间和加水量对袋泡茶品质的影响, 确定了各因素的最佳水平; 在此基础上, 通过正交试验对冲泡工艺进行优化, 得到制作藤茶复合袋泡茶最佳冲泡工艺参数为: 藤茶:青钱柳:桑叶最佳配比为 $2:1:2$ ($m:m:m$), 茶包选用无纺布, 冲泡水温 $85\text{ }^\circ\text{C}$ 、冲泡时间 4 min 、加水量 150 mL 。此条件下, 藤茶复合袋泡茶感官评分 83 分, 总黄酮和总多糖含量分别为 $627.45\text{ }\mu\text{g/mL}$ 和 $200.05\text{ }\mu\text{g/mL}$, 综合评分 96.89 分; 对 α -葡萄糖苷酶和 α -淀粉酶活性抑制率高达 42.75% 和 38.85% , 远高于藤茶、青钱柳、

桑叶任两两组合袋泡茶或单一袋泡茶,对 α -葡萄糖苷酶抑制活性效果极显著优于阿卡波糖(抑制率39.74%),对 α -淀粉酶活性抑制率与阿卡波糖(抑制率39.63%)无显著差异。该藤茶复合袋泡茶冲泡方便,汤色橙黄、清澈明亮、香气独特、口感微苦回甘,富含总黄酮和总多糖活性成分,降血糖作用优良。

3.2 藤茶、青钱柳、桑叶均是药食同源优质新食品资源,其原料分布广泛、易得,将其配伍制作成藤茶复合袋泡茶,携带方便,降血糖功能具有协同作用,效果优良,此袋泡茶丰富了天然降血糖功能食品的类型,市场前景广阔,值得开发。

参考文献

- [1] GE Qi, CHEN Liang, CHEN Keping. Treatment of diabetes mellitus using iPS cells and spice polyphenols [J]. Journal of Diabetes Research, 2017, 1: 1-11
- [2] LI Qiqiong, HU Jielun, NIE Qixing, et al. Hypoglycemic mechanism of polysaccharide from *Cyclocarya paliurus* leaves in type 2 diabetic rats by gut microbiota and host metabolism alteration [J]. Science China (Life Sciences), 2021, 64(1): 117-132
- [3] 姜闪,张志国.天然降血糖物质的筛选及其应用研究[J].河南工业大学学报(自然科学版),2018,39(6):53-59
JIANG Shan, ZHANG Zhiguo. Screening and application of natural hypoglycemic substances [J]. Journal of Henan University of Technology (Natural Science Edition), 2018, 39(6): 53-59
- [4] 王楠,石国英,赵婷婷,等.功能型食品中降血糖活性因子的研究进展[J].安徽农业科学,2017,45(4):75-77
WANG Nan, SHI Guoying, ZHAO Tingting, et al. Research progress of hypoglycemic active factors in functional foods [J]. Journal of Anhui Agriculture Science, 2017, 45(4): 75-77
- [5] 乔煦玮,吴玥霖,曾凡骏.辅助降血糖保健食品的研制[J].食品工业,2011,32(1):85-87
QIAO Xuwei, WU Yuelin, ZENG Fanjun. Development of health food of auxiliary hypoglycemic activity [J]. Food Industry, 2011, 32(1): 85-87
- [6] 赵磊,姜飞,王成涛,等.南瓜、山药、葛根和桑叶配方辅助降血糖作用的研究[J].中国食品学报,2018,18(7):46-56
ZHAO Lei, JIANG Fei, WANG Chengtao, et al. Studies on assistant hypoglycemic effect of a diet formula prepared with pumpkin, yam, kudzu vine root, and mulberry leaf [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2018, 18(7): 46-56
- [7] 李冬梅,郑耿扬,梁鼎,等.藤茶二氢杨梅素口服液制备工艺优化[J].农业工程,2020,10(6):66-70
LI Dongmei, ZHENG Gengyang, LIANG Ding, et al. Preparation technology optimizing of dihydromyricetin oral liquid from the *Ampelopsis grossedentata* (Hand.-Mazz.) W. T. Wang [J]. Agricultural Engineering, 2020, 10(6): 66-70
- [8] 逯凤肖,王恩花,秦焱,等.二氢杨梅素对糖尿病小鼠降糖作用研究[J].中药药理与临床,2016,32(3):45-48
LU Fengxiao, WANG Enhua, QIN Tian, et al. Hypoglycemic effect of dihydromyricetin from *Ampelopsis grossedentata* on diabetic mice [J]. Pharmacology and Clinics of Chinese Medicine, 2016, 32(3): 45-48
- [9] 邹荣灿.青钱柳多糖提取工艺优化及其体外抗氧化、降血糖活性研究[D].贵阳:贵州师范大学,2018
ZOU Rongcan. Extraction process optimization and antioxidant, hypoglycemic activity of polysaccharide from *Cyclocarya paliurus* [D]. Guiyang: Guizhou Normal University, 2018
- [10] 贺海波,朱丽金,罗思旭,等.青钱柳功能性多糖的研究现状及展望[J].生物资源,2021,43(2):110-118
HE Haibo, ZHU Lijin, LUO Sixu, et al. Research status and prospects of *Cyclocarya paliurus* functional polysaccharides [J]. Biological Resources, 2021, 43(2): 110-118
- [11] 陈梅楠,谭亚国,刘腾飞.桑叶复合袋泡茶的研制[J].落叶果树,2020,52(1):14-16
CHEN Meinan, TAN Yaguo, LIU Tengfei. Development of mulberry leaf compound teabag [J]. Deciduous Fruits, 2020, 52(1): 14-16
- [12] TIAN Simin, TANG Mingmin, ZHAO Baosheng. Current anti-diabetes mechanisms and clinical trials using *Morus alba* L. [J]. Journal of Traditional Chinese Medical Sciences, 2016, 3(1): 3-8
- [13] 葛奇.基于转录组学和网络药理学研究桑叶活性成分抗糖尿病机制[D].镇江:江苏大学,2019
GE Qi. Studies on antidiabetic mechanism of mulberry leaf active components based on transcriptomic and network pharmacology [D]. Zhenjiang: Jiangsu University, 2019
- [14] 曾聪彦,李乐愚,梅全喜,等.桑叶降血糖作用研究进展[J].中华中医药学刊,2016,34(1):192-194
ZENG Congyan, LI Leyu, MEI Quanxi, et al. Research progress of hypoglycemic effect of *Mori folium* [J]. Chinese Archives of Traditional Chinese Medicine, 2016, 34(1): 192-194
- [15] 盛雪萍,赵梦鸽,蒋翠花,等.青钱柳和桑叶配伍组方的降血糖作用[J].中国药科大学学报,2018,49(4):463-469
SHENG Xueping, ZHAO Mengge, JIANG Cuihua, et al.

- Hypoglycemic effect of medicinal formula composed of *Cyclocarya paliurus* and mulberry leaves [J]. Journal of China Pharmaceutical University, 2018, 49(4): 463-469
- [16] 石建春,段雅洁,李志刚,等.核桃分心木袋泡茶制作及冲泡工艺[J].食品工业,2020,41(6):93-97
SHI Jianchun, DUAN Yajie, LI Zhigang, et al. The preparation and brewing technology of *Diaphragma juglandis* fructus teabag [J]. Food Industry, 2020, 41(6): 93-97
- [17] 赵国超,周欣,李容,等.青胡桃总黄酮含量测定及抗氧化活性分析[J].南方农业学报,2019,50(2):357-363
ZHAO Guochao, ZHOU Xin, LI Rong, et al. Determination of total flavonoids content and antioxidant activity of *Juglans regia* L [J]. Journal of Southern Agriculture, 2019, 50(2): 357-363
- [18] 白少伟,徐媛,庞文生,等.液态保健品中总多糖含量测定方法研究[J].中国民族民间医药,2014,23(7):26
BAI Shaowei, XU Yuan, PANG Wensheng, et al. Study on the determination method of total polysaccharides in liquid health products [J]. Chinese Journal of Ethnomedicine and Ethnopharmacy, 2014, 23(7): 26
- [19] 董义,王斯慧,曾里,等.六种保健食品原料的辅助降血糖功效研究[J].食品研究与开发,2014,35(23):121-124
DONG Yi, WANG Sihui, ZENG Li, et al. Study on the assistant hypoglycemic efficacy of six functional food materials [J]. Food Research and Development, 2014, 35(23): 121-124
- [20] 邹荣灿,吴少锦,焦思棋,等.不同产地青钱柳多糖的体外抗氧化及 α -葡萄糖苷酶抑制活性[J].食品工业科技,2018,39(22):25-29
ZOU Rongcan, WU Shaojin, JIAO Siqi, et al. Antioxidant activity and α -glucosidase inhibitory activity of *Cyclocarya paliurus* polysaccharides from different regions [J]. Science and Technology of Food Industry, 2018, 39(22): 25-29
- [21] 龙勇益,王琼琼,夷娜,等.核桃分心木、黄精、枸杞、山茱萸复合袋泡茶的研制[J].轻工科技,2020,36(9):1-4
LONG Yongyi, WANG Qiongqiong, YI Na, et al. Development of compound teabag with *Diaphragma juglandis* fructus, *Polygonatum sibiricum*, wolfberry and *Corni fructus* [J]. Light Industry Science and Technology, 2020, 36(9): 1-4
- [22] 王腾飞,赵颖,王志华,等.毛建草袋泡茶的研制[J].食品工业,2020,41(2):118-122
WANG Tengfei, ZHAO Ying, WANG Zhihua, et al. The research of *Dracocephalum rupestre* hance tea bag [J]. Food Industry, 2020, 41(2): 118-122
- [23] 鄧丽超,张琳依,梁馨元,等.天然活性成分对 α -葡萄糖苷酶抑制作用的研究进展[J].食品安全质量检测学报,2021,12(6):2276-2282
ZHI Lichao, ZHANG Linyi, LIANG Xinyuan, et al. Research progress on the inhibitory effect of natural active ingredients on α -glucosidase [J]. Journal of Food Safety and Quality, 2021, 12(6): 2276-2282
- [24] 冯长根,陈凌,刘霞.以中草药为来源的 α -葡萄糖苷酶抑制剂筛选研究进展[J].中国新药杂志,2005,6:669-672
FENG Changgen, CHEN Ling, LIU Xia. Progress on research of α -glucosidase inhibitor from herbal medicines [J]. Chinese Journal of New Drugs, 2005, 6: 669-672
- [25] 王鑫,王峙力,谢静南,等.甜玉米芯多糖对 α -淀粉酶抑制作用研究[J].食品工业科技,2021,42(10):48-54
WANG Xin, WANG Zhili, XIE Jingnan, et al. Inhibition of polysaccharide on α -amylase from sweet corn cob [J]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(10): 48-54
- [26] Kawee-ai Arthitaya, Kim Aaron Taehwan, Kim Sang Moo. Inhibitory activities of microalgal fucoxanthin against α -amylase, α -glucosidase, and glucose oxidase in 3T3-L1 cells linked to type 2 diabetes [J]. Journal of Oceanology and Limnology, 2019, 37(3): 928-937
-
- (上接第 218 页)
- [22] Thanonkaew A, Wongyai S, McClements D J, et al. Effect of stabilization of rice bran by domestic heating on mechanical extraction yield, quality, and antioxidant properties of cold-pressed rice bran oil (*Oryza sativa* L.) [J]. LWT - Food Science and Technology, 2012, 48(2): 231-236
- [23] 姜忠丽,张欢,白琼,等.不同蒸煮方式对糙米多酚抗氧化活性的影响[J].沈阳师范大学学报(自然科学版),2021,39(1): 69-74
JIANG Zhongli, ZHANG Huan, BAI Qiong, et al. Effects of different cooking methods on antioxidant activities of brown rice polyphenols [J]. Journal of Shenyang Normal University (Natural Science Edition), 2021, 39(1): 69-74