

药食同源材料组合中二氢杨梅素水提工艺优化

Study on the extraction process of dihydromyricetin from the combination of medicine and food homologous materials

张荣彬¹高文明²戴志勇²ZHANG Rong-bin¹ GAO Wen-ming² DAI Zhi-yong²李梦怡²陈振桂²任国谱¹LI Meng-yi² CHEN Zhen-gui² REN Guo-pu¹

(1. 中南林业科技大学食品科学与工程学院, 湖南 长沙 410004; 2. 英氏控股集团股份有限公司, 湖南 长沙 410005)

(1. Food Institute of Central South University of Forestry and Technology, Changsha, Hunan 410004, China;

2. Engnice Holding Group Co., Ltd., Changsha, Hunan 410005, China)

摘要:目的:通过对药食同源材料组合(藤茶 30%、桑叶 15%、菊花 15%、芦根 10%、麦芽 10%、甘草 10%和淡竹叶 10%)中二氢杨梅素进行提取工艺优化,为药食同源材料开发及浸膏粉的生产提供参考。方法:先对提取次数进行考察,再以浸泡时间、加水量和提取时间为影响因素,在单因素试验的基础上,采用 $L_9(3^4)$ 正交表进行正交试验,优化水提法提取药食同源材料组合中二氢杨梅素的条件。结果:加水量对药食同源材料组合中二氢杨梅素提取量和浸膏得率具有显著影响($P < 0.05$),综合考虑生产的成本、时效性与稳定性,水提工艺的最优条件为加水浸泡 0.5 h,提取 2 次,第 1 次加水体积为其质量的 10 倍提取 1.5 h,第 2 次加水体积为其质量的 8 倍提取 1.0 h。在最佳条件下,65 g 药食同源材料组合中二氢杨梅素提取量为 3 761.14 mg,浸膏得率为 31.42%。结论:热水回流提取法可作为药食同源材料组合的提取方法,此法简单可行,效率高,结果准确,可用于药食同源材料组合中二氢杨梅素的提取工艺优化研究。

关键词:药食同源;二氢杨梅素;回流提取;浸膏得率;工艺优化

Abstract: Objective: The extraction process optimization study of dihydromyricetin in the combination of medicine and food homologous materials (Ampelopsis grossedentata 30%, mulberry leaf 15%, chrysanthemum 15%, reed root 10%, malt 10%, licorice 10% and light bamboo leaf 10%) was carried out to optimize its extraction process, in order to provide a scientific and theoretical

reference for the development of medicine and food homologous materials and the production of extract powder. **Methods:** The times extractions was firstly investigated, and then the soaking time, water addition and extraction time were used as influencing factors to optimize the conditions for the extraction of dihydromyricetin from the combination of medicinal and food ingredients by aqueous extraction using $L_9(3^4)$ orthogonal table based on a single-factor test. **Results:** The amount of water added had a significant effect ($P < 0.05$) on the extraction of dihydromyricetin and the yield of infusion in the combination of medicinal and food ingredients. Considering the cost, timeliness and stability of the production, the optimal conditions for the water extraction process were 0.5 h of soaking with water with twice extractions, and the first extraction with the solution including 10 times water of its mass for 1.5 h and the second with 8 times water of its mass for 1.0 h. Under the control of these optimal conditions, the amount of dihydromyricetin extracted from 65 g of the combination of medicine and food homologous materials was 3 761.14 mg, and the yield of infusion was 31.42%. **Conclusion:** The hot water reflux extraction method can be used as an extraction method for the combination of medicinal and food homologous materials. This method is simple, feasible, efficient, and accurate. It can be used to optimize the extraction process of dihydromyricetin in the combination of medicinal and edible materials.

Keywords: medicine and food homology; dihydromyricetin; reflux extraction; extract rate; process optimization

作者简介:张荣彬,男,中南林业科技大学在读硕士研究生。

通信作者:高文明(1986—),男,硕士。

E-mail: gaowenming@engnice.com

收稿日期:2021-04-05

药食同源材料组合是根据宋代医学家钱乙《小儿药证直诀》著名方剂“导赤散”加减而来,试验所用搭配及比

例为:藤茶(30%)、桑叶(15%)、菊花(15%)、芦根(10%)、麦芽(10%)、甘草(10%)以及淡竹叶(10%)。

藤茶作为类茶植物已被广泛应用于食品行业,其有效成分为黄酮类物质(如蛇葡萄素、二氢杨梅素、杨梅素、福建茶素、龙涎香醇、 β -谷甾醇、杨梅黄素和杨梅苷等),具有降低体内寒气、清除燥热、降低血压与血脂并保护肝脏的作用^[1-3],其提取方法主要有水提法、醇提法、微波辅助萃取法以及超声提取法等^[4]。桑叶的成分有黄酮类、多糖类、脂类、生物碱、挥发油、植物甾醇和绿原酸等^[5],其提取方法主要有热水、醇和稀碱等溶剂提取法;超声辅助乙醇提取桑叶黄酮类化合物耗时少且增效明显^[6]。菊花主要含有黄酮类、多糖、挥发油和氨基酸等成分^[7];其黄酮类成分中二氢杨梅素可采取醇解法和热水提取^[8]。芦根具有清热生津、除烦、止呕和利尿的作用;芦根含有糖类、黄酮类、蒽醌类、酚类、甾体类、小分子酚酸以及挥发性成分^[9]等,可用水煎和醇沉淀法提取^[10]。麦芽中含有较多功能性纤维素,如富含谷胺酰胺的蛋白质纤维素,可以治疗溃疡性结肠炎^[11],采用水提可发挥助消化作用,也可用90%乙醇回流提取^[12]。甘草是一种补益中草药,其甘草总黄酮是甘草抗炎活性组分之一,而异甘草素是甘草总黄酮抗炎的活性成分^[13];药用成分主要包括甘草黄酮、甘草酸、甘草多糖和甘草次酸等,可用溶剂提取法、超声辅助提取法或者微波辅助提取法等进行提取^[14]。淡竹叶的化学成分有黄酮类、三萜类、酚性成分、有机酸、氨基酸和糖类^[15],可用水和甲醇提取或60%的乙醇回流提取^[16]。

近年来,针对二氢杨梅素物质提取研究大多集中于单一物质材料,并未见对药食同源材料组合的提取研究。目前关于二氢杨梅素大多使用乙醇进行浸提^[17-19],也有使用丙酮^[20]、超声波^[21]和酶法^[22]进行提取的,而用热水提取也可以达到一定的效果^[23-26],并且所用药食同源材料组合中各味药中的有效成分大都可以溶于热水且传统中药多为水煎,无有机溶剂的残留,在食品工业中能保证一定的安全性,在成本控制方面也具有无可比拟的优势。研究拟采用热水回流提取法提取药食同源材料组合中的二氢杨梅素,并优化其提取工艺,旨在为药食同源材料开发及浸膏粉的生产提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

藤茶、芦根、麦芽、甘草、淡竹叶、桑叶和菊花:桑植县华远生物科技有限公司;

二氢杨梅素:浓度>98%,北京坛墨质检科技有限公司;

磷酸、甲醇、乙腈:分析纯,国药集团化学试剂有限公司。

1.2 仪器与设备

高效液相色谱仪:Waters e2695型,美国Waters公司;
电子分析天平:CP114型,上海奥豪斯仪器有限公司;
数控超声波清洗器:KQ-5200DV型,昆山市超声仪器有限公司;

三用恒温水箱:HH-600型,金坛市神科仪器厂;

电热恒温鼓风干燥箱:WGL-125B型,天津市泰斯特仪器有限公司。

1.3 方法

1.3.1 样品制备 取药食同源材料组合65 g,进行筛选除杂,选择 $m_{\text{藤茶}} : m_{\text{桑叶}} : m_{\text{菊花}} : m_{\text{芦根}} : m_{\text{麦芽}} : m_{\text{甘草}} : m_{\text{淡竹叶}} = 30\% : 15\% : 15\% : 10\% : 10\% : 10\% : 10\%$,即藤茶19.5 g,桑叶、菊花各9.75 g,芦根、麦芽、甘草以及淡竹叶各6.5 g。

1.3.2 二氢杨梅素含量的测定 根据文献^[27-28]并修改,具体操作:

(1) 样品处理:取筛选除杂后的药食同源材料组合65 g,按照试验方案,加水浸泡,进行回流提取,过滤后收集、合并提取液,并将其定容至1 000 mL容量瓶后混匀,移取提取液各1 mL,置于5 mL EP管中,加入3 mL甲醇,摇匀,用0.45 μm 微孔薄膜过滤,即得供试品溶液。

(2) 色谱条件:选用色谱柱为Agilent TC-C₁₈(250 mm $\times$ 4.6 mm,5 μm),流动相乙腈—水—磷酸($V_{\text{乙腈}} : V_{\text{水}} : V_{\text{磷酸}} = 15 : 85 : 0.1$),检测波长290 nm,流速1.0 mL/min,柱温30 $^{\circ}\text{C}$,进样量5 μL 。

(3) 对照品溶液的制备:精密称取12.0 mg二氢杨梅素置于25 mL容量瓶中,加少量甲醇,超声溶解,定容至刻度,摇匀,即得浓度为48.0 $\mu\text{g/mL}$ 的对照品溶液,根据色谱条件,测定标准品溶液,记录其二氢杨梅素标准品色谱。

(4) 进样操作:精密吸取对照品溶液10 μL 与供试品溶液5 μL ,注入高效液相色谱仪,测定峰面积,进行计算。

1.3.3 浸膏得率测定 取提取液25 mL于干燥至恒重的蒸发皿,恒温水浴(90 ± 5) $^{\circ}\text{C}$ 蒸干,105 $^{\circ}\text{C}$ 下干燥3 h,干燥器中冷却30 min,称重后按(1)式计算浸膏得率。

$$C = \frac{m_3}{m_1 - m_2} \times 100\%, \quad (1)$$

式中:

C ——浸膏得率,%;

m_1 ——蒸发皿与提取液质量,g;

m_2 ——蒸发皿质量,g;

m_3 ——提取液蒸干、干燥后质量,g。

1.3.4 单因素试验

(1) 提取次数对二氢杨梅素含量和浸膏得率的影响:称取药食同源材料组合65 g,加水浸泡1 h,加热回流提取3次,第1次加水体积为其质量的8倍提取1.5 h,

第 2 次和第 3 次加水体积为其质量的 6 倍并提取 1.0 h, 提取结束后对提取液进行收集, 共 3 份提取液。将 3 份提取液分别定容至 1 000 mL 且混合均匀后各取适量, 液相色谱法测定二氢杨梅素提取量, 并计算浸膏得率。

(2) 浸泡时间对二氢杨梅素含量和浸膏得率的影响: 准确称取药食同源材料 65 g, 加水浸泡 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 h, 加热回流提取 2 次, 第 1 次加水体积为其质量的 8 倍提取 1.5 h, 第 2 次加水体积为其质量的 6 倍提取 1.0 h, 提取结束后对提取液进行收集, 共 3 份提取液, 将其定容至 1 000 mL 并混合均匀, 液相色谱法测定二氢杨梅素提取量, 并计算浸膏得率。

(3) 加水量对二氢杨梅素含量和浸膏得率的影响: 准确称取药食同源材料 65 g, 加水浸泡 1.0 h, 加热回流提取 2 次, 第 1 次加水体积分别为其质量的 6, 8, 10, 12 倍提取 1.5 h, 第 2 次加水体积分别为其质量的 4, 6, 8, 10 倍提取 1.0 h, 提取结束后对提取液进行收集, 共 3 份提取液, 将其定容至 1 000 mL 并混合均匀, 液相色谱法测定二氢杨梅素提取量, 并计算浸膏得率。

(4) 提取时间对二氢杨梅素含量和浸膏得率的影响: 准确称取药食同源材料 65 g, 加水浸泡 1.0 h, 加热回流提取 2 次, 第 1 次加水体积为其质量的 8 倍分别提取 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 h, 第 2 次加水体积为其质量的 6 倍分别提取 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 h, 提取结束后对提取液进行收集, 共 3 份提取液, 将其定容至 1 000 mL 并混合均匀, 液相色谱法测定二氢杨梅素提取量, 并计算浸膏得率。

1.3.5 正交试验 采用 $L_9(3^4)$ 正交表, 根据单因素试验结果, 选择浸泡时间、加水量和提取时间为考察因素, 考察指标为二氢杨梅素提取量和浸膏得率。

综合评分时需参考各指标的最大值, 数据用归一化处理, 在数据统计分析时需根据各指标影响作用大小分析不同权重, 其公式为:

$$Z = \frac{M_1}{M_2} \times 0.6 \times 100 + \frac{C_1}{C_2} \times 0.4 \times 100, \quad (2)$$

式中:

Z——综合评分;

M_1 ——二氢杨梅素提取量, mg;

M_2 ——最大二氢杨梅素提取量, mg;

C_1 ——浸膏得率, %;

C_2 ——最大浸膏得率, %。

1.3.6 数据处理与分析 采用 SPSS 20.0 软件与 Ecxel 软件对试验数据进行分析, 采用 Origin 2019 进行绘图。

2 结果与分析

2.1 单因素试验

2.1.1 提取次数 药食同源材料组合中二氢杨梅素易溶于乙醇、丙酮等有机溶剂, 但因考虑到药食同源材料组合

中各材料多为水煎, 并考虑到安全性及未来可能会在婴幼儿产业中的应用采用热水提取。由表 1 可知, 对 65 g 药食同源材料组合进行第 1 次提取时, 二氢杨梅素提取量为 2 910.26 mg, 浸膏得率为 17.40%; 随着提取次数的增加, 二氢杨梅素提取量从第 2 次的 825.61 mg 降为 260.09 mg, 浸膏得率从 7.60% 下降到 4.10%。

表 1 提取次数对提取效果的影响

Table 1 The result of extracting times ($n=3$)

提取次数	二氢杨梅素提取量/mg	浸膏得率/%
1	2 910.26	17.40
2	825.61	7.60
3	260.09	4.10

提取次数对药食同源材料组合中二氢杨梅素提取量具有重要影响。二氢杨梅素提取量会随着提取次数的增加而升高, 但第 3 次提取时二氢杨梅素提取量已明显低于前 2 次提取, 原因可能是药食同源材料组合中二氢杨梅素的提取在前 2 次提取时已达饱和, 可能热水并没有有机溶剂对植物细胞壁持续强穿透及活性物质溶解作用, 导致其二氢杨梅素提取量不会因提取次数增加而过多变化, 提取次数的增加虽会增加其提取量, 但对后续提取效果已无显著影响, 并无实际意义, 反而增加成本和负担, 故试验采取 2 次即可满足提取要求。

2.1.2 浸泡时间 由图 1 可以看出, 随着浸泡时间的延长, 65 g 药食同源材料组合中二氢杨梅素提取量和浸膏得率有逐渐升高的趋势; 二氢杨梅素提取量从 2 565 mg 增长为 3 056 mg, 浸膏得率从 20.5% 增长为 25.8%; 分析各阶段的增长率可知, 二氢杨梅素提取量的增长率在逐渐变小, 由 8.97% 减小至 4.77%, 而浸膏得率的增长率逐渐变大, 由 4.04% 增加到 11.02%。

二氢杨梅素提取量增加是因为随着浸泡时间的增加, 药食同源组合材料会充分与热水接触, 热水会对植物细胞壁造成破坏, 从而导致二氢杨梅素的浸出; 二氢杨梅

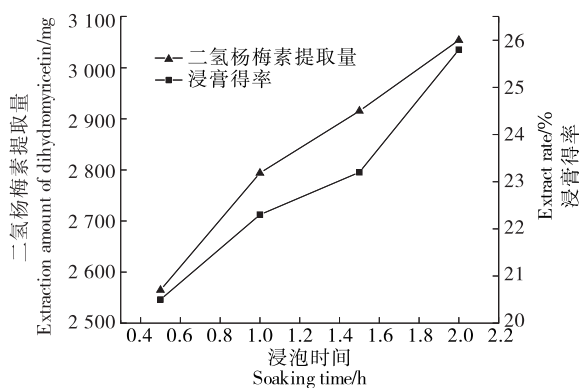


图 1 浸泡时间对提取效果的影响

Figure 1 The effect of soak time on extraction result

素提取量的增长率降低是因为热水对植物细胞壁破坏效果有限,热水的破坏效果达到阈值,细胞内外二氢杨梅素提取量达到平衡,导致二氢杨梅素浸出的速率开始降低,所以二氢杨梅素提取量的增长率降低。浸膏得率升高是因为桑叶、菊花、麦芽、甘草与淡竹叶在热水条件下,二氢杨梅素浸出的同时其自身水溶性物质会因热水而浸出^[28],因此会使浸膏得率增加,故浸泡 1.5 h 即可满足要求。

2.1.3 加水量 由图 2 可以看出,65 g 药食同源材料组合中二氢杨梅素提取量和浸膏得率随加水量的增加有逐渐升高的趋势,二氢杨梅素提取量从 2 345 mg 增长到 3 498 mg,浸膏得率从 22.5% 增长到 25.5%;此外,试验还发现,二氢杨梅素提取量的升高趋势比浸膏得率大,但二者的增长率却都在不断减小,前者由 22.64% 减小至 4.32%,后者由 6.67% 减小至 2.00%。因为随着加水量的增加,热水积温效果会使水温更好地维持在一定范围内,增加的热水量越多,水温下降速度越慢,所以在一定范围内增大加水量会有利于二氢杨梅素和一些水溶性物质的快速浸出,而且提取液中水溶性成分及杂质也会变多,但随着热水增加,料液比会逐渐升高,当加水量为 10 倍/8 倍时,提取效果已不再明显。

同时试验结果还表明,当加水量为 6 倍/4 倍时,溶液黏度较高,或因料液比太低所致,且对二次提取产生不利影响。因此,加水量为 10 倍/8 倍时即可满足要求。

2.1.4 提取时间 由图 3 可以看出,65 g 药食同源材料组合中二氢杨梅素提取量随提取时间的延长而逐渐升高,提取量从 2 635 mg 增长到 2 952 mg,二氢杨梅素提取量的增长率逐渐减小,由 6.19% 减小至 1.37%;浸膏得率随提取时间的延长而逐渐升高,从 21.5% 增长到 27.5%;浸膏得率的增长率随提取时间的延长基本保持一致,并无明显波动;二氢杨梅素提取量的增长率的降低一方面是因为随提取时间的延长,二氢杨梅素浸出后与热水

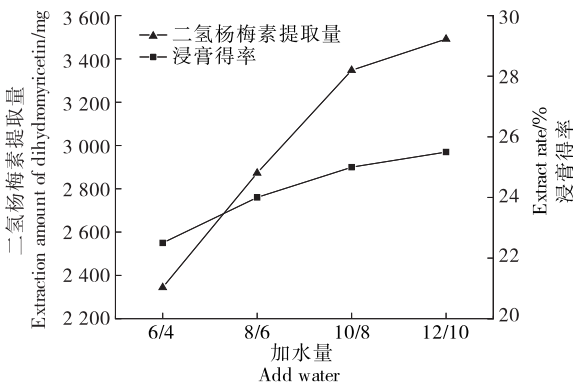


图 2 加水量对提取效果的影响

Figure 2 The effect of water addition on extraction result

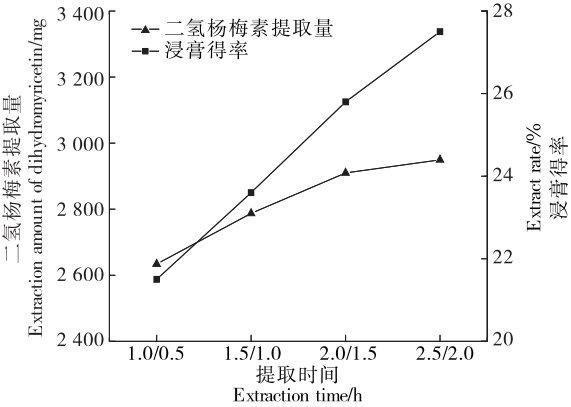


图 3 提取时间对提取效果的影响

Figure 3 The effect of extraction time on extraction result

接触时间变长,热水的高温导致二氢杨梅素发生氧化作用,导致其提取量降低;另一方面是随着提取时间变长,所得提取液会形成胶状溶液,导致其过滤及后续操作损失严重。因此需要选择合适提取时间。浸膏得率的增长率随提取时间的延长基本保持一致且无明显波动,是因为高温作用可以使水溶性物质逐步溶解浸出,弥补了提取时间延长过程中二氢杨梅素的氧化损失,所以浸膏得率也缓慢增大。因此,提取时间为 1.5 h/1.0 h 即可满足要求。

2.2 正交试验分析

根据单因素试验结果,选择浸泡时间、加水量和提取时间为考察因素,考察指标为二氢杨梅素提取量和浸膏得率。

试验采用 $L_9(3^1)$ 正交表,所选因素水平及试验结果见表 2 和表 3。

根据表 3 数据,以综合评分为标准,在所选因素水平范围内,各因素作用顺序为 B(加水量)>A(浸泡时间)>C(提取时间),得到最优方案为 $A_1B_3C_2$ 。

表 4 方差分析结果表明:加水量的变化会影响二氢杨梅素提取量,且优于浸泡时间和提取时间,加水量对药食同源材料组合中二氢杨梅素的提取效果有显著影响 ($P<0.05$),浸泡时间和提取时间对提取效果无显著影响。因此,综合上述试验结果得到水提工艺的最优条件为 $A_1B_3C_2$,即药食同源材料组合加水浸泡 0.5 h,回流提取 2 次,第 1 次加水体积为其质量的 10 倍提取 1.5 h,第

表 2 正交试验因素水平表

Table 2 The orthogonal experimental factor level table

因素水平	A 浸泡时间/h	B 加水量($V_{水}/m_{材料}$)	C 提取时间/h
1	0.5	6/4	1.0/0.5
2	1.0	8/6	1.5/1.0
3	1.5	10/8	2.0/1.5

表 3 正交试验设计及结果

Table 3 The orthogonal experimental design and results

试验号	A	B	C	D(空白)	二氢杨梅素 提取量/mg	浸膏得率/ %	综合评分
1	1	1	1	1	3 177.84	20.8	80.47
2	1	2	2	2	3 615.86	26.6	95.47
3	1	3	3	3	3 010.76	30.0	89.96
4	2	1	2	3	2 762.18	23.1	76.63
5	2	2	3	1	2 910.90	26.9	84.17
6	2	3	1	2	3 268.89	26.6	89.71
7	3	1	3	2	2 452.51	24.9	73.90
8	3	2	1	3	3 294.24	24.8	87.73
9	3	3	2	1	3 061.08	29.0	89.46
K ₁	265.89	230.99	257.90	254.10			
K ₂	250.51	267.37	261.56	259.07			
K ₃	251.09	269.13	248.02	254.32			
R	15.38	38.13	13.54	4.98			

2 次加水体积为其质量的 8 倍提取 1.0 h。

称取 3 份 65 g 的药食同源材料组合,根据得到的正交试验最优选择对提取工艺条件进行验证。表 5 试验结果显示优选出的最佳方案 A₁B₃C₂具有良好的重现性,表明此提取工艺条件合理、稳定、可操作性强。

3 结论

采用热水浸提法提取药食同源材料组合藤茶中二氢杨梅素的最优条件为加水浸泡 0.5 h,回流提取 2 次,第 1 次加水体积为其质量的 10 倍提取 1.5 h,第 2 次加水体积为其质量的 8 倍提取 1.0 h。在此最佳条件下,65 g 药

食同源材料组合中二氢杨梅素提取量为 3 761.14 mg,浸膏得率为 31.42%,综合评分为 99.47,该工艺可满足药食同源材料组合中二氢杨梅素的提取要求且大大提高提取效率。

试验弥补了过往只对单一物质材料研究提取的空白,而且热水浸提生产成本低,无有机溶剂残留,安全性高,药食同源材料中提取物大多为中药成分,可应用于婴幼儿辅助食品。在后续研究中应充分对药食同源材料的功能性和适用性进行深入研究,亦可根据不同应用领域探究适合的提取方法以及分离纯化,充分发挥药食同源材料这一宝贵的资源。

表 4 方差分析结果[†]

Table 4 The variance analysis results

方差来源	离差平方和	自由度	方差	F 值	P 值
A	50.67	2	25.33	9.63	>0.05
B	308.90	2	154.45	58.69	<0.05
C	32.70	2	16.35	6.21	>0.05
误差	5.26	2	2.63		

[†] $F_{0.05}(2,2)=19.0$ 、 $F_{0.01}(2,2)=99.0$ 。

表 5 验证实验结果

Table 5 The verification test results

试验组	二氢杨梅素提取量/mg	浸膏得率/%	综合评分
1	3 773.46	31.54	99.81
2	3 785.32	31.27	99.66
3	3 724.65	31.46	98.93
$\bar{x}$	3 761.14	31.42	99.47

参考文献

[1] HOU Xiao-long, TONG Qing, WANG Wen-qing, et al. Suppression of inflammatory responses by dihydromyricetin, a flavonoid from ampelopsis grossedentata, via inhibiting the activation of NF- κ B and MAPK signaling pathways[J]. J Nat Prod, 2015, 78(7): 1 689-1 696.

[2] 王丹丹, 方建国, 施春阳, 等. 加工及干燥对藤茶品质成分的影响[J]. 时珍国医国药, 2016, 27(12): 2 899-2 902.

WANG Dan-dan, FANG Jian-guo, SHI Chun-yang, et al. Effect of processing and drying on quality components of Ampelopsis grossedntata[J]. Lishizhen Medicine and Materia Medica Research, 2016, 27(12): 2 899-2 902.

[3] GAO Qing-ping, MA Ru-yi, CHEN Lin. Antioxidant profiling of vine tea (Ampelopsis grossedentata): Off-line coupling heart-cutting HSCCC with HPLC-DAD-QTOF-MS/MS [J]. Food Chemistry, 2017, 225: 55-61.

[4] 王亨, 于华忠, 温晓, 等. 响应面法优化土家族民间药藤茶饮料

- 调配工艺研究[J]. 中国民族医药杂志, 2017, 23(3): 54-59.
- WANG Ting, YU Hua-zhong, WEN Xiao, et al. Formulation optimization for health-care beverage of tengcha by response surface methodology[J]. Journal of Medicine & Pharmacy of Chinese Minorities, 2017, 23(3): 54-59.
- [5] HASSAN Faizul, ARSHAD Muhammad Adeel, LI Meng-wei, et al. Potential of mulberry leaf biomass and its flavonoids to improve production and health in ruminants: mechanistic insights and prospects[J]. Animals, 2020, 10(11): 2 076-2 082.
- [6] 杨继华, 曹俊明, 陈冰, 等. 桑叶黄酮类化合物提取纯化、生物学功能研究进展[J]. 广东畜牧兽医科技, 2018, 43(3): 9-15.
- YANG Ji-hua, CAO Jun-ming, CHEN Bing, et al. Research progress of the purification and biological function of mulberry leaf flavonoids[J]. Guangdong Journal of Animal and Veterinary Science, 2018, 43(3): 9-15.
- [7] LIN Long-ze, HARNLY James M. Identification of the phenolic components of chrysanthemum flower (*Chrysanthemum morifolium* Ramat)[J]. Food Chemistry, 2009, 120(1): 319-326.
- [8] 周衡朴, 任敏霞, 管家齐, 等. 菊花化学成分、药理作用的研究进展及质量标志物预测分析[J]. 中草药, 2019, 50(19): 4 785-4 795.
- ZHOU Heng-pu, REN Min-xia, GUAN Jia-qi, et al. Research progress on chemical constituents and pharmacological effects of *Chrysanthemum morifolium* and predictive analysis on quality markers[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2019, 50(19): 4 785-4 795.
- [9] 孙淑玲. 中药芦根的药理作用及临床应用[J]. 中西医结合心血管病电子杂志, 2016, 4(36): 165.
- SUN Shu-ling. The pharmacological effects and clinical applications of the Chinese herb rutabaga[J]. Cardiovascular Disease Electronic Journal of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, 2016, 4(36): 165.
- [10] 刘足桂, 梁生林. 芦根水煎剂对小鼠的抗炎作用初探[J]. 中国医药指南, 2014, 12(34): 61-62.
- LIU Zu-gui, LIANG Sheng-lin. A preliminary investigation on the anti-inflammatory effect of aqueous decoction of reed root on mice[J]. Guide of China Medicine, 2014, 12(34): 61-62.
- [11] 辛卫云, 白明, 苗明三. 麦芽的现代研究[J]. 中医学报, 2017, 32(4): 613-615.
- XIN Wei-yun, BAI Ming, MIAO Ming-san. Modern study analysis on malt[J]. Acta Chinese Medicine, 2017, 32(4): 613-615.
- [12] 李丽姣, 陈永刚, 张柯达, 等. 麦芽生物碱物质提取工艺优化及不同产地含量比较[J]. 广东药学院学报, 2016, 32(5): 572-576.
- LI Li-jiao, CHEN Yong-gang, ZHANG Ke-da, et al. Optimization of extraction process of alkaloids from malt and comparison of different regions[J]. Journal of Guangdong Pharmaceutical University, 2016, 32(5): 572-576.
- [13] 李想, 李冀. 甘草提取物活性成分药理作用研究进展[J]. 江苏中医药, 2019, 51(5): 81-86.
- LI Xiang, LI Ji. Advances in pharmacological effects of active ingredients of licorice extract[J]. Jiangsu Journal of Traditional Chinese Medicine, 2019, 51(5): 81-86.
- [14] 申美伦, 梁业飞, 刘广欣, 等. 甘草黄酮提取分离方法的研究进展[J]. 中成药, 2021, 43(1): 154-159.
- SHEN Mei-lun, LIANG Ye-fei, LIU Guang-xin, et al. Research progress on the extraction and isolation method of licorice flavonoids[J]. Chinese Traditional Patent Medicine, 2021, 43(1): 154-159.
- [15] 赵青群, 付辉政, 周志强, 等. 竹类植物化学成分及药理活性研究进展[J]. 药品评价, 2021, 18(1): 7-13.
- ZHAO Qing-qun, FU Hui-zheng, ZHOU Zhi-qiang, et al. Research progress on chemical constituents and pharmacological activities of bamboo plants[J]. Drug Evaluation, 2021, 18(1): 7-13.
- [16] 黄皓. 微波加热法用于竹叶水提取总黄酮的应用研究[J]. 云南农业, 2020(2): 74-77.
- HUANG Hao. Application of microwave heating method for aqueous extraction of total flavonoids from bamboo leaves[J]. Yunnan Agriculture, 2020(2): 74-77.
- [17] 张晓南, 朱鸿维, 赵善舶, 等. 响应面优化超声辅助法提取拐枣种子中二氢杨梅素的工艺[J]. 植物研究, 2020, 40(5): 775-781.
- ZHANG Xiao-nan, ZHU Hong-wei, ZHAO Shan-bo, et al. Optimization of ultrasound-assisted extraction of dihydromyricetin from seeds of *Hovenia dulcis* Thunb. using response surface methodology[J]. Bulletin of Botanical Research, 2020, 40(5): 775-781.
- [18] 林艳, 肖若媚, 林凤瑜. 索氏桑叶黄酮类成分的多指标均匀设计提取工艺分析[J]. 赣南医学院学报, 2014, 34(3): 354-356.
- LIN Yan, XIAO Ruo-mei, LIN Feng-yu. Flavonoids extraction process analysis of *Morus alba* by multiple indicators uniform design[J]. Journal of Gannan Medical University, 2014, 34(3): 354-356.
- [19] 刘畅, 邓薇, 刘小英, 等. 藤茶生物活性成分及其制备工艺研究进展[J]. 食品工业, 2015, 36(4): 233-237.
- LIU Chang, DENG Wei, LIU Xiao-ying, et al. Research advances on active components and preparation technology of *Ampelopsis grossedentata*[J]. The Food Industry, 2015, 36(4): 233-237.
- [20] 涂招秀, 熊伟, 胡居吾, 等. 藤茶中二氢杨梅素的提取纯化工艺研究[J]. 江西食品工业, 2011(2): 33-36.
- TU Zhao-xiu, XIONG Wei, HU Ju-wu, et al. Study on extraction and purification of dihydromyricetin from *Ampelopsis grossedentata*[J]. Jiangxi Food Industry, 2011(2): 33-36.
- [21] 李烨, 朱志强, 集贤, 等. 响应面优化超声波法提取竹叶黄酮[J]. 西华大学学报(自然科学版), 2019, 38(5): 78-83.
- LI Ye, ZHU Zhi-qiang, JI Xian, et al. Using response surface methodology to optimize the ultrasonic extraction of flavonoids from bamboo leaves[J]. Journal of Xihua University(Natural Science Edition), 2019, 38(5): 78-83.

(下转第 175 页)

- gov.cn/srcsite/A26/s8001/201710/t20171017_316616.html.
- Ministry of Education. Notice of the Ministry of education on printing and distributing the curriculum guidance outline of comprehensive practical activities in primary and secondary schools [EB/OL]. (2017-10-17) [2020-12-10]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/201710/t20171017_316616.html.
- [14] 施宝华. 食育: 亟待制定的国策: 上[J]. 食品工业科技, 2015, 36(1): 18-23.
- SHI Bao-hua. Food education: A national policy to be formulated urgently: Part I[J]. Food Industry Science and Technology, 2015, 36(1): 18-23.
- [15] 施宝华. 食育: 亟待制定的国策: 下[J]. 食品工业科技, 2015, 36(2): 17-20.
- SHI Bao-hua. Food education: A national policy to be formulated urgently: Next[J]. Food Industry Science and Technology, 2015, 36(2): 17-20.
- [16] 侯鹏, 王灵恩, 刘晓洁, 等. 国内外食育研究的理论与实践[J]. 资源科学, 2018, 40(12): 2 369-2 381.
- HOU Peng, WANG Ling-en, LIU Xiao-jie, et al. Theory and practice of food education research at home and abroad[J]. Resource Science, 2018, 40(12): 2 369-2 381.
- [17] 李琼符, 刘长秀, 蔡骊娆, 等. 3~6岁幼儿饮食、情绪和运动习惯与一般健康状况调查[J]. 广西医学, 2010, 32(10): 1 267-1 269.
- LI Qiong-fu, LIU Chang-xiu, CAI Li-rao, et al. Investigation on diet, emotion, exercise habits and general health status of children aged 3~6[J]. Guangxi Medical Journal, 2010, 32(10): 1 267-1 269.
- [18] 张秋萍. 幼儿园食育课程的建构与实施[J]. 学前教育研究, 2018(8): 70-72.
- ZHANG Qiu-ping. Construction and implementation of food education curriculum in kindergartens[J]. Research on Preschool Education, 2018(8): 70-72.
- [19] 王瑜, 曾艳, 黄程佳. 基于知信行模式的幼儿园食育课程构建及实施效果评估[J]. 中国学校卫生, 2020, 41(5): 775-779.
- WANG Yu, ZENG Yan, HUANG Cheng-jia. Construction and implementation effect evaluation of kindergarten food education curriculum based on knowledge, belief and practice model[J]. China School Health, 2020, 41(5): 775-779.
- [20] 日本农林水产省. 食育基本法[S/OL]. (2005-06-17) [2020-12-10]. https://www.maff.go.jp/j/syokuiku/pdf/kihonho_28.pdf.
- Ministry of agriculture, forestry and Fisheries of Japan. Basic Law on food and education[S/OL]. (2005-06-17) [2020-12-10]. https://www.maff.go.jp/j/syokuiku/pdf/kihonho_28.pdf.
- [21] 纪巍, 毛文娟, 代文彬, 等. 关于我国推进“食育”的思考[J]. 教育探索, 2016(2): 38-41.
- JI Wei, MAO Wen-juan, DAI Wen-bin, et al. Thoughts on promoting "food education" in China[J]. Educational Exploration, 2016(2): 38-41.
- [22] 系川永利子. 食育普及のためのプランターキットサービスの提案と検証[D]. 东京: 东京慶應義塾大学, 2011: 32-41.
- YOSHIKO Kawawa. Proposal and verification of planter kit service for food and nutrition[D]. Tokyo: Keio University, Tokyo, 2011: 32-41.
- [23] 程蓓. 食育的中国之策: 基于日、美两国的经验[J]. 中国德育, 2019(4): 14-18.
- CHENG Bei. China's policy of food education: Based on the experience of Japan and the united states[J]. Chinese Moral Education, 2019(4): 14-18.
- (上接第 143 页)
- [22] 郭巍. 藤茶二氢杨梅素提取纯化工艺及性质研究[D]. 武汉: 湖北工业大学, 2016: 31-39.
- GUO Wei. Extraction and purification of DMY in Ampelopsis and the property research[D]. Wuhan: Hubei University of Technology, 2016: 31-39.
- [23] 熊伟, 王慧宾, 李雄辉, 等. 热水浸提法同步提取藤茶中二氢杨梅素和多糖的工艺研究[J]. 生物化工, 2015(1): 5-6, 11.
- XIONG Wei, WANG Hui-bin, LI Xiong-hui, et al. Study on synchronous extraction of dihydromyricetin and polysaccharide from Ampelopsis grossedentata by hot water method [J]. Biological Chemical Engineering, 2015(1): 5-6, 11.
- [24] 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 Dong-mei, ZHENG Geng-yang, LIANG Ding, et al. Preparation technology optimization of dihydromyricetin oral liquid from Ampelopsis grossedentata[J]. Agricultural Engineering, 2020, 10(6): 66-70.
- [25] 张弘. 银杏叶黄酮类活性物质的提取条件研究[J]. 食品研究与开发, 2014, 35(5): 49-50.
- ZHANG Hong. Study on the extracting condition of flavonoids from ginkgo leaves[J]. Food Research and Development, 2014, 35(5): 49-50.
- [26] 郑成, 高晓明, 杨玲, 等. 藤茶中二氢杨梅素的微波萃取[J]. 广州化工, 2005(2): 12-15.
- ZHENG Cheng, GAO Xiao-ming, YANG Ling, et al. Extraction of dihydromyricetin from ampelopsis through microwave[J]. Guangzhou Chemical Industry, 2005(2): 12-15.
- [27] 刘瑞连, 严建业, 李顺祥, 等. 正交试验法优选冰荷洗涤剂水提工艺条件[J]. 中国中医药信息杂志, 2012, 19(3): 56-58.
- LIU Rui-lian, YAN Jian-ye, LI Shun-xiang, et al. Optimization of water extraction process of binghe lotion by orthogonal test[J]. Chinese Journal of Information on TCM, 2012, 19(3): 56-58.
- [28] 郑琳, 高士伟, 刘盼盼, 等. 藤茶中二氢杨梅素的研究[J]. 湖北农业科学, 2020, 59(24): 133-134, 140.
- ZHENG Lin, GAO Shi-wei, LIU Pan-pan, et al. Study on the dihydromyricetin in Ampelopsis grossedentata[J]. Hubei Agricultural Sciences, 2020, 59(24): 133-134, 140.