

不同工艺条件白花败酱茶的品质比较分析

曾祥玲¹, 王丹¹, 邹晶晶¹, 杨洁¹, 史玉敏¹, 郑丽², 钟俊琼³, 陈洪国¹

(1. 湖北科技学院核技术与化学生物学院, 湖北咸宁 437100)

(2. 咸宁市农业科学院, 湖北咸宁 437100) (3. 昊泽农业科技有限公司, 湖北咸宁 437100)

摘要: 为筛选白花败酱最适的深加工工艺, 实验采用四种不同工艺制成白花败酱茶, 并对其感官品质、营养品质、功能活性成分及黄酮类成分进行了含量测定和分析比较。结果表明, 不同工艺对白花败酱茶品质的影响很大。其中, 70 °C 烘干的对照一般营养和色素成分含量最高, 水浸出物、游离氨基酸、叶绿素和类胡萝卜素含量分别达 59.15%、417.34 μg/g·DW、7.63 mg/g·DW、1.07 mg/g·DW。微波杀青的感官品质最好, 总得分 92.16; 且皂苷含量最高, 达 13.08 mg/g·DW。沸水杀青的多糖、总酚和总黄酮含量最高, 分别为 39.00 mg/g·DW、29.39 mg/g·DW、61.45 mg/g·DW。未杀青产品不仅在感官品质、营养成分上低于微波杀青和沸水杀青, 而且其功能活性成分含量最低。另外, HPLC 对四种产品的黄酮类成分分析发现, 沸水杀青中绿原酸和异牡荆苷含量最高, 达到 64.67 mg/g·DW 和 3.50 mg/g·DW; 微波杀青中次之, 为 34.62 mg/g·DW 和 1.88 mg/g·DW; 二者均显著高于对照 12.77 mg/g·DW 和 1.01 mg/g·DW。绿原酸和异牡荆苷含量是引起四种产品中总黄酮含量差异的主要因素。本研究结果为白花败酱的后续开发利用提供理论依据。

关键词: 白花败酱; 品质; 活性成分; 黄酮

文章编号: 1673-9078(2019)01-157-164

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2019.1.023

The Comparison and Analysis of the *Patrinia villosa* Tea Quality by Different Processing Technologies

ZENG Xiang-ling¹, WANG Dan¹, ZOU Jing-jing¹, YANG Jie¹, SHI Yu-min¹, ZHENG Li², ZHONG Jun-qiong³, CHEN Hong-guo¹

(1. School of Nuclear Technology and Chemistry & Biology, Hubei University of Science and Technology, Xianning 437100, China) (2. Xianning Academy of Agricultural Science, Xianning 437100, China)

(3. Haoze Agricultural Technology Co. Ltd., Xianning 437100, China)

Abstract: To optimize the appropriate deep processing technique for *P. villosa*, four different techniques were adopted to make *P. villosa*. The sensory quality, nutritional quality, functional active components and flavonoid constituents were evaluated. Results showed that different processes could greatly affect the quality of *P. villosa* tea. Specifically, the control sample dried under 70 °C had the highest nutritional and pigment ingredient contents, and their water extract, free amino acid, chlorophyll and carotenoid content were 59.15%, 417.34 μg/g·DW, 7.63 mg/g·DW and 1.07 mg/g·DW, respectively. Compared to the other methods, the sensory quality of the sample with microwave blanching was the best and had a total points of 92.16. The saponin content was the highest, 13.08 mg/g·DW. The boiling water blanching led to the highest polysaccharide, total phenols and total flavonoid contents: 39.00 mg/g·DW, 29.39 mg/g·DW and 61.45 mg/g·DW, respectively. Unblanched products were poorer than those having undergone microwave and boiling water blanching in terms of the sensory quality and nutritional ingredient, which had the lowest functional active component contents. Compared to the control sample with the chlorogenic acid and isovitexin content of 12.77 mg/g·DW and 1.01 mg/g·DW, the flavonoid constituent analysis of the four products by HPLC showed that the boiling water blanching led to the highest chlorogenic acid and isovitexin contents (64.67 mg/g·DW and 3.50 mg/g·DW respectively); followed by the microwave blanching (34.62 mg/g·DW and 1.88 mg/g·DW respectively). The chlorogenic acid and isovitexin contents were the major factors causing the differences in the total flavonoid content in the four products. A theoretical basis for the follow-up development and utilization of

收稿日期: 2018-09-27

基金项目: 湖北省技术创新专项 (2016-19H009); 湖北省自然科学基金项目 (2017CFB235); 湖北省教育厅科技项目 (Q20182802); 糖尿病专项 (2016-18X202); 湖北科技学院博士启动基金项目 (2016-19XB002)

作者简介: 曾祥玲 (1987-), 女, 博士, 讲师, 研究方向: 植物资源开发

通讯作者: 陈洪国 (1969-), 男, 教授, 研究方向: 农产品加工

P. villosa Juss was provided in this work.

Key words: *Patrinia villosa*; quality; active component; flavonoid

白花败酱 (*Patrinia villosa* Juss) 为败酱科败酱属多年生草本植物, 始载于《神农本草经》, 其辛散苦泄, 性寒清鲜, 善疗痈症, 兼有明目祛瘀, 解毒良补之效。作为传统中药和野生蔬菜使用, 具有清热解暑、利湿排脓、活血化瘀等功效^[1]。白花败酱富含各种矿物质、氨基酸和维生素等物质, 具有很高的食疗价值^[2,3]。近年来, 通过驯化栽培大大提高了白花败酱的产量和品质^[4,5], 目前已在湖北、浙江等地实现大规模人工栽培, 但仅仅作为传统中药和新鲜蔬菜运用无法满足其价值最大化。因此, 深入研发白花败酱的利用价值, 具有重要的现实意义。

近年来, 大量的研究集中在白花败酱的化学成分与药理作用分析。研究发现, 其含有黄酮类、皂苷类、多糖等多种活性成分, 以黄酮类成分为主^[6-9]。目前已鉴定的黄酮类化合物共 23 种, 有在其他植物中较为罕见的异牡荆苷、异荭草苷、洋芹素等成分, 也有常见的绿原酸、槲皮素、芦丁等^[10,11]。现代药理学研究证实了这些成分在抗肿瘤、抗氧化或抗菌等方面的作用功能, 为白花败酱的进一步应用和开发提供了依据^[12-14]。虽然白花败酱的药用保健和食疗价值很高, 具有很好的市场前景, 但对其进行深加工开发应用的研究还未见报到。

本研究采用不同的加工工艺将白花败酱鲜叶加工制成茶食两用产品, 探索不同工艺对其感官、营养品质以及功能活性成分的影响, 并对其进行了全面的比较与评价, 为白花败酱的进一步开发利用提供了一些理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

试验于 2018 年 7 月底进行。供试鲜叶采自湖北省咸宁市吴泽农业科技有限公司白花败酱种植基地。将整株割下, 取幼嫩茎叶和健康老叶, 混匀后加工。所用常规试剂均为分析纯; 色谱分析用色谱纯试剂。

1.2 仪器与设备

DXCWS-9 型微波杀青烘干设备, 宜兴市鼎新微波设备有限公司; DCH-3828 型单层烘干机, 浙江上洋机械有限公司; 6CR-35 型茶叶揉捻机, 浙江上洋机械有限公司; 6CSM-60 型杀青理条机, 浙江春江茶叶机械有限公司; 6CHM-901 型电热式碧螺春烘干机,

浙江春江茶叶机械有限公司; LGD-800A 水分测定仪, 昆山鹭工精密仪器有限公司; 电热恒温干燥箱, 吴江南亚烘箱电热设备有限公司; 紫外分光光度计, 上海元析仪器有限公司; 1220 Infinity 高效液相色谱仪, Agilent technologies。

1.3 方法

1.3.1 样品制备

表 1 白花败酱茶制备的工艺参数

Table 1 Technological parameters of *P. villosa* teas

工艺	1	2	3	4
杀青方式	微波杀青	沸水杀青	-	-
杀青温度	300 °C	100 °C	-	-
揉捻	20 min	20 min	20 min	-
烘干温度	180~280 °C	70 °C	180~280 °C	70 °C

工艺 1: 采下的鲜叶晾晒至含水量 80% 左右。当微波杀青烘干设备温度达到 300 °C, 转速 600 r/min 时, 投入适量鲜叶进行杀青。然后经过 180 °C, 120 r/min 的单层烘干机至含水量 60% 左右。将杀青叶冷却后, 放入揉捻机内, 回潮 20 min, 揉捻 20 min。揉捻叶均匀摊开, 送入温度为 280 °C 的杀青理条机中进行烘干, 烘干温度根据叶片失水情况逐渐减小, 最终温度为 180 °C, 至样品含水量小于 5%。

工艺 2: 采下的鲜叶投入沸水中, 杀青时间 30 s, 摊凉。于太阳下晾晒至含水量 60% 左右, 放入揉捻机内, 回潮 20 min, 揉捻 20 min。揉捻叶均匀摊开, 置于 70 °C 电热式碧螺春烘干机中烘干, 烘干过程中经常翻动, 至样品含水量小于 5%。

工艺 3: 采下的鲜叶直接晾晒至含水量 60% 左右。放入揉捻机内, 回潮 20 min, 揉捻 20 min。揉捻叶均匀摊开, 送入温度为 280 °C 的杀青理条机中进行烘干, 烘干温度根据叶片失水情况逐渐减小, 最终温度为 180 °C, 至样品含水量小于 5%。

工艺 4: 采下的鲜叶直接置于 70 °C 的烘箱烘干, 至样品含水量小于 5%, 作为对照样品。

1.3.2 感官评审

参考茶叶感官审评术语 (GB/T 14487-2008) 和审评方法 (GB 23776-2009), 聘请 10 名专业人员, 对试验样品的外形、汤色、滋味、香气、叶底按加权评分法进行打分, 权重分别为 20%、20%、30%、20%、10%, 得分采用百分制。

1.3.3 一般营养成分的测定

含水量测定参考 GB/T 8304-2013; 水浸出物测定参考 GB/T 8305-2013; 总灰分测定参考 GB/T 8306-2013; 水溶性灰分和水不溶性灰分测定参考 GB/T 8307-2013; 酸不溶性灰分测定参考 GB/T 8308-2013; 水溶性灰分碱度测定参考 GB/T 8309-2013; 游离氨基酸总量测定采用茚三酮比色法 GB/T 8314-2013。

1.3.4 色素成分的测定

叶绿素和类胡萝卜素的提取与测定参考李合生的方法^[15]。

1.3.5 活性成分的测定

多糖含量测定: 采用苯酚硫酸法^[16], 以吸光度为横坐标, 葡萄糖的质量浓度为纵坐标, 绘制标准曲线为 $Y=217.97X+1.06$ ($R^2=0.9981$)。取多糖溶液 0.5 mL, 加水补至 1 mL, 于 10 mL 具塞试管中, 加 5% 苯酚溶液 1 mL, 摇匀, 再加硫酸 5 mL, 摇匀, 置沸水浴中加热 20 min, 取出, 放入冰浴中冷却 5 min, 以相应的试剂为空白, 测定 488 nm 波长处的吸光度。

皂苷含量测定: 采用回流提取甲醇硫酸法^[17], 以吸光度为横坐标, 薯蓣皂苷元的质量浓度为纵坐标, 绘制标准曲线为 $Y=538.85X+1.25$ ($R^2=0.9972$)。取皂苷提取液 0.2 mL, 挥干溶剂, 加入 10 mL 浓硫酸, 置于 50 °C 水浴锅中, 保温 30 min, 取出后在冰水浴中冷却 4 min, 测定 410 nm 波长处的吸光度。

多酚含量测定: 采用福林酚比色法^[18], 以吸光度为横坐标, 以没食子酸质量浓度为纵坐标, 绘制标准曲线为 $Y=87.42X+0.27$ ($R^2=0.9993$)。取样品溶液 1 mL 于 10 mL 试管中, 加入 5 mL 福林酚试剂, 摇匀, 反应 5 min, 再加入 4 mL 的 7.5% Na_2CO_3 溶液, 摇匀, 静置 1 h, 测定 765 nm 波长处的吸光度。

黄酮含量测定: 采用亚硝酸钠-硝酸铝比色法^[19]。以吸光度为横坐标, 以芦丁质量浓度为纵坐标, 绘制标准曲线为 $Y=183.79X+0.85$ ($R^2=0.9993$)。取样品溶液 5 mL 于 10 mL 试管中, 加入 5% 亚硝酸钠 0.3 mL, 摇匀, 反应 5 min, 再加 10% 硝酸铝 0.3 mL, 摇匀, 反应 5 min, 最后加入 4% 氢氧化钠 4 mL, 摇匀, 放置 20 min, 测定 510 nm 波长处的吸光度。

1.3.6 黄酮类成分测定

参考陈雁的方法略加修改^[20]。称取 0.1 g 均匀磨碎的试样于 10 mL 离心管中, 加入 5 mL 70% 甲醇, 超声提取 30 min, 4500 r/min 离心 15 min, 残渣重复提取一次, 合并两次上清液, 定容至 10 mL, 0.45 μ m 微孔滤膜过滤, 作为供试品溶液。色谱柱: YWG C18 柱 (150 mm $\times$ 4.6 mm, 5 μ m); 流动相: A: 0.1% 磷酸水溶液, B: 甲醇; 梯度洗脱程序条件: 0 min 10% B, 5 min 20% B, 15 min 20% B, 25 min 30% B, 35 min

40% B, 45 min 40% B, 50 min 50% B, 60 min 60% B, 65 min 80% B, 70 min 10% B; 流速 1 mL/min; 柱温 25 °C; 进样体积 15 μ L; 检测波长 280 nm、330 nm 和 360 nm, 不同样品分析的检测波长为 330 nm。分别精密称取类黄酮标样 5 mg, 加入甲醇溶解制成浓度为 500 μ g/mL 的标准品储备液, -20 °C 保存备用。以峰面积为横坐标, 以类黄酮标准样品的质量浓度为纵坐标, 绘制绿原酸标准曲线为 $Y=0.0738X-1.8008$ ($R^2=0.9998$), 异牡荆苷标准曲线为 $Y=0.0217X-2.9697$ ($R^2=0.9991$), 芦丁标准曲线为 $Y=0.0452X-3.0693$ ($R^2=0.9991$)。根据外标标准曲线法进行定量分析。除绿原酸和异牡荆苷外, 其他类黄酮根据芦丁的标准曲线进行定量。

1.3.7 数据处理

采用 Excel 2007 软件对实验数据进行处理, 采用 SPSS 19.0 软件对实验数据进行显著性分析, 采用 LSD 最小显著差异法分析显著性水平, 数据以 $\bar{x}\pm s$ 表示 ($n=3$), 不同小写字母表示不同样品之间差异显著 ($p<0.05$)。

2 结果与讨论

2.1 感官品质分析

四种工艺样品的感官品质评审结果见表 2。在外形上, 工艺 1 匀整, 紧结乌绿, 得分最高, 为 93.40; 工艺 4 松碎, 褐黄, 得分最低, 只有 73.10; 工艺 2 和工艺 3 得分相当, 分别为 84.70 和 85.70, 但是外观差异明显, 前者扁块, 紧结翠绿, 后者匀整, 较紧结绿褐。说明加工方式对产品外形的影响较大, 微波杀青的工艺 1 对外形得分有利。在汤色和香气方面, 以工艺 1 得分最高, 分别为 93.40 和 91.80; 工艺 3 次之, 为 84.70 和 84.40; 工艺 2 再次, 为 76.20 和 76.70; 工艺 4 最低, 仅为 71.90 和 73.00; 不同工艺之间差异显著。工艺 1 的汤色黄亮、香气纯正, 可能与高温微波杀青有利于物质溶出和去除鲜叶败酱气有关。在滋味上, 工艺 1 醇正微苦, 得分最高, 为 92.60; 工艺 2 清淡微苦, 工艺 3 苦味较重, 二者得分相当, 80 左右; 工艺 4 不仅味淡, 而且苦味重, 得分最低, 为 73.60。由此可见, 微波杀青的工艺 1 和沸水杀青的工艺 2 有利于减轻白花败酱的苦味, 但微波杀青的工艺 1 滋味更好。在叶底方面, 工艺 2 得分最高, 为 92.10; 工艺 1 和 3 次之, 分别为 86.60 和 82.10; 工艺 4 最低, 仅 73.80; 工艺间差异显著, 这说明沸水杀青有利于叶色保绿。从整体上看, 工艺 1 综合得分最高 92.16, 工艺 3 次之 83.20, 工艺 2 再次 80.43, 工艺 4 最差 73.06,

4 种工艺的差异显著。由此说明,微波杀青的工艺 1 更有利于获得较好感官品质的产品。

表 2 不同白花败酱茶的感官审评结果

Table 2 Organoleptic evaluation on different *P. villosa* teas

工艺	外形 (20%)		汤色 (20%)		香气 (20%)	
	评语	得分	评语	得分	评语	得分
1	匀整, 紧结, 乌绿	93.40±2.12 ^a	黄亮	93.40±2.27 ^a	纯正	91.80±1.75 ^a
2	扁块, 紧结, 翠绿	84.70±2.11 ^b	浅	76.20±2.44 ^c	闷气	76.70±3.33 ^c
3	匀整, 较紧结, 绿褐	85.70±2.45 ^b	浅黄	84.70±2.06 ^b	平正	84.40±2.22 ^b
4	松碎, 褐黄	73.10±2.33 ^c	浅	71.90±1.45 ^d	低	73.00±2.11 ^d

工艺	滋味 (30%)		叶底 (10%)		总分
	评语	得分	评语	得分	
1	醇正, 微苦	92.6±1.96 ^a	较暗沉	86.60±2.63 ^b	92.16±0.96 ^a
2	清淡, 微苦	79.00±2.98 ^b	绿亮	92.10±1.52 ^a	80.43±1.46 ^c
3	平和, 苦	80.10±3.07 ^b	较暗沉	82.10±2.28 ^c	83.20±1.35 ^b
4	清淡, 苦	73.60±2.41 ^c	暗沉	73.80±1.55 ^d	73.06±1.15 ^d

注: 数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示 ($n=3$); 相同字母代表不同产品间差异不显著 ($p>0.05$), 不同字母代表不同产品间差异显著 ($p<0.05$)。下表同。

表 3 不同白花败酱茶的一般营养成分测定结果

Table 3 Determination of the content of the general nutritional components in different *P. villosa* teas

工艺	1	2	3	4
水浸出物含量/%	48.35±0.36 ^d	52.17±0.42 ^b	50.18±0.59 ^c	59.15±0.48 ^a
总灰分含量/%	7.16±0.11 ^b	7.43±0.08 ^a	7.18±0.14 ^b	7.29±0.15 ^{ab}
水溶性灰分含量/%	4.22±0.05 ^b	4.70±0.03 ^a	4.22±0.10 ^b	4.61±0.11 ^a
水不溶性灰分含量/%	2.94±0.14 ^a	2.73±0.06 ^b	2.97±0.05 ^a	2.68±0.04 ^b
酸不溶性灰分含量/%	0.40±0.04	0.39±0.04	0.39±0.04	0.41±0.04
水溶性灰分碱度/%	2.69±0.06 ^b	2.90±0.06 ^a	2.77±0.06 ^b	2.91±0.05 ^a
游离氨基酸含量/($\mu\text{g/g} \cdot \text{DW}$)	132.49±10.88 ^d	316.15±12.32 ^b	225.47±12.19 ^c	417.34±10.92 ^a

2.2 一般营养成分含量分析

四种工艺样品的一般营养成分测定结果见表 3。由表 3 数据可知,水浸出物含量和游离氨基酸含量均以工艺 4 最高,分别为 59.15%和 417.34 $\mu\text{g/g} \cdot \text{DW}$; 工艺 2 次之,为 52.17%和 316.15 $\mu\text{g/g} \cdot \text{DW}$; 工艺 3 再次,为 50.18%和 225.47 $\mu\text{g/g} \cdot \text{DW}$; 工艺 1 最低,仅 48.13%和 132.49 $\mu\text{g/g} \cdot \text{DW}$ 。除工艺 4 以外,其他工艺的水浸出物含量均在 50%左右,差异不大;所有工艺样品中的游离氨基酸含量在 132.49~417.34 $\mu\text{g/g} \cdot \text{DW}$ 之间,明显低于绿茶中的游离氨基酸含量^[21]。食品中的灰分可以作为判断其质量的重要依据,同时也可作为营养评价的指标。总灰分含量以工艺 2 达 7.43%,显著高于其他三种工艺,另外三种工艺之间差异不显著。工艺 2 和工艺 4 的水溶性灰分含量和碱度显著高于工艺 1 和工艺 3;水不溶性灰分则是工艺 1 和工艺 3 显著高于工艺 2 和工艺 4;酸不溶性灰分含量在四种工艺间的差异不显著。这些结果说明,深加工会造成一般营

养成分一定程度的损失,但损失并不严重。

2.3 色素成分含量分析

四种工艺样品的色素成分测定结果见表 4。由表 4 数据可知,叶绿素和类胡萝卜素总量均以工艺 4 最高,分别为 7.63 $\text{mg/g} \cdot \text{DW}$ 和 1.07 $\text{mg/g} \cdot \text{DW}$; 工艺 2 次之,为 6.49 $\text{mg/g} \cdot \text{DW}$ 和 0.90 $\text{mg/g} \cdot \text{DW}$; 工艺 3 再次,为 5.38 $\text{mg/g} \cdot \text{DW}$ 和 0.77 $\text{mg/g} \cdot \text{DW}$; 工艺 1 最低,仅 3.68 $\text{mg/g} \cdot \text{DW}$ 和 0.54 $\text{mg/g} \cdot \text{DW}$; 不同工艺之间差异显著。叶绿素 a 含量与叶绿素总量一致。叶绿素 b 含量在工艺 4 中最高,工艺 2 和工艺 3 中次之,工艺 1 中最低。结合表 1 的感官评审结果,工艺 2 叶底最绿,工艺 4 暗沉,由此说明加工产品的叶底颜色并不能直观反映色素含量,沸水杀青的工艺 2 对色素成分的破坏较小,微波杀青的工艺 1 对色素成分的破坏最大。有研究报道,叶绿素类和黄酮类含量之和与汤色持绿性呈正相关^[22]。工艺 1 的色素含量最低却汤色黄亮,说明其黄亮的汤色并不是色素含量导致的。

表 4 不同白花败酱茶的色素成分含量测定结果

工艺	1	2	3	4
叶绿素总量/ (mg/g·DW)	3.68±0.10 ^d	6.49±0.22 ^b	5.38±0.38 ^c	7.63±0.29 ^a
叶绿素 a 含量/ (mg/g·DW)	2.82±0.08 ^d	5.00±0.17 ^b	4.03±0.26 ^c	6.05±0.21 ^a
叶绿素 b 含量/ (mg/g·DW)	0.85±0.08 ^c	1.48±0.06 ^{ab}	1.35±0.13 ^b	1.58±0.09 ^a
类胡萝卜素总量/ (mg/g·DW)	0.54±0.06 ^d	0.90±0.05 ^b	0.77±0.02 ^c	1.07±0.07 ^a

表 5 不同白花败酱茶的活性成分含量测定结果

工艺	1	2	3	4
多糖含量/ (mg/g·DW)	27.79±0.46 ^b	39.00±0.26 ^a	18.98±0.33 ^c	17.57±0.74 ^d
皂苷含量/ (mg/g·DW)	13.08±0.60 ^a	12.06±0.85 ^a	10.09±0.72 ^b	9.31±0.80 ^b
总酚含量/ (mg/g·DW)	24.91±1.12 ^b	29.39±1.24 ^a	18.70±1.18 ^c	19.68±0.66 ^c
总黄酮含量/ (mg/g·DW)	35.21±0.75 ^b	61.45±3.11 ^a	19.93±3.36 ^d	29.48±3.27 ^c

2.4 活性成分含量分析

四种工艺样品的色素成分测定结果见表 5。由表 5 可知，工艺 2 的多糖含量 39.00 mg/g·DW，最高；工艺 1 为 27.79 mg/g·DW，次之；工艺 3 和工艺 4 较低，18.00 mg/g·DW 左右。可见，沸水杀青的工艺 2 和微波杀青的工艺 1 对白花败酱中多糖的转化都是有利的，前者的转化效率显著高于后者。多糖具有多种多样的生物学功能，无毒副作用，受到各种天然药品、食品的推崇^[23]。张凤梅等^[24]研究发现，败酱草中含有的多糖类成分可能是其抗病毒的有效成分。白花败酱草中富含皂苷成分，是其抗肿瘤药效成分之一^[25]。分析四种工艺样品中的皂苷含量为 10.00 mg/g·DW 左右，工艺 1 和工艺 2 显著高于工艺 3 和工艺 4。类黄酮是药用植物中主要活性成分之一，具有调节血脂、消除氧自由基、抗氧化、抗肿瘤、抗病毒等生理活性，是目前国内外研究开发的热点^[26]。本研究比较四种工艺样品总酚和总黄酮含量发现，工艺 2 中的总酚、总黄酮含量显著高于其他工艺，分别为 29.39、61.45 mg/g·DW；工艺 1 次之，显著高于工艺 3 和工艺 4，分别为 24.91、35.21 mg/g·DW；工艺 3 和工艺 4 在总酚含量上无显著差异，但工艺 4 的总黄酮含量显著高于工艺 3。说明白花败酱富含天然的功能活性成分，对其进行产品深加工并不会导致功能性成分的损失，一定程度的深加工反而有利其功能活性成分的转化。

2.5 黄酮类成分分析

研究报道，白花败酱中的黄酮类成分达 40 多种，目前已鉴定的共有 23 种^[11]。在表 5 中发现，四种工艺样品中的总黄酮含量差异显著，其中沸水杀青的工艺 2 高于普通烘干的工艺 4 两倍。

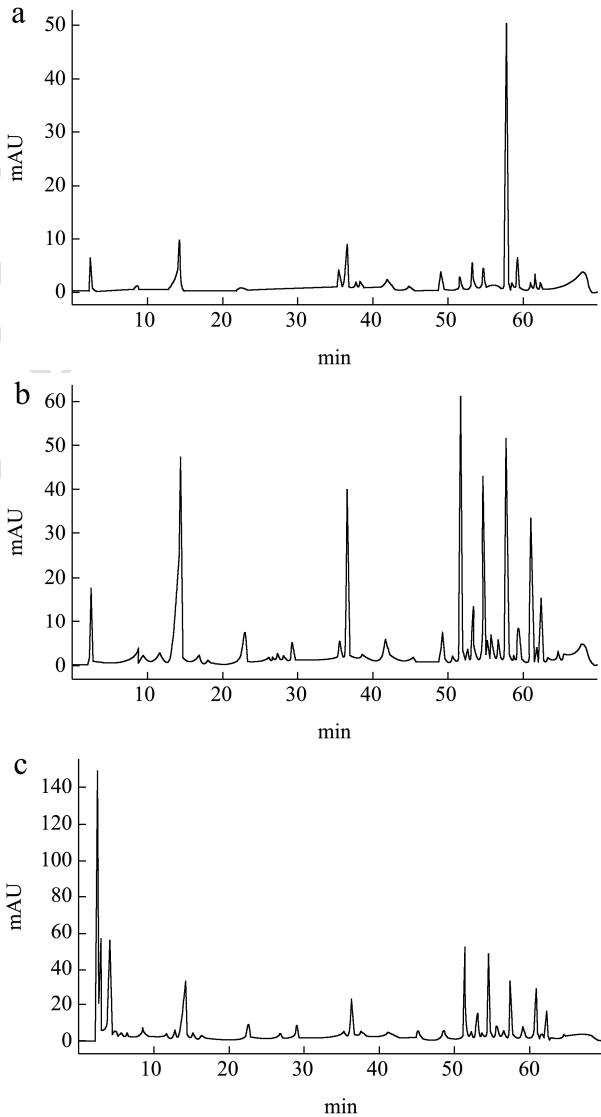


图 1 不同检测波长白花败酱中类黄酮的液相色谱图
Fig.1 HPLC chromatograms of flavonoids in *P. villosa* at different detection wavelengths

注：a、b、c 检测波长分别为 360、330、280 nm。

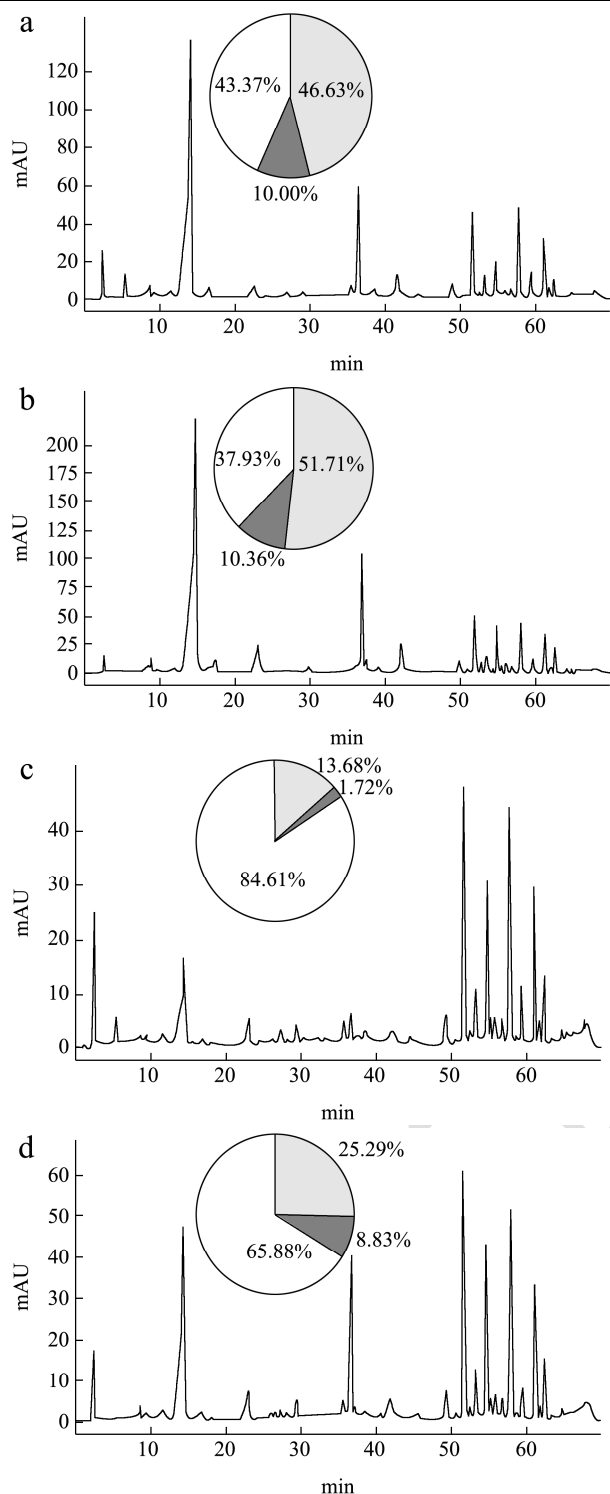


图2 不同白花败酱茶中黄酮类组分的液相色谱图和峰面积比
Fig.2 HPLC chromatograms and peak area ratios of flavonoids
in different *P. villosa* products (330 nm)

注: a: 工艺 1, b: 工艺 2, c: 工艺 3, d: 工艺 4。

利用 360 nm、330 nm 和 280 nm 检测波长分别对普通烘干的工艺 4 样品进行 HPLC 检测, 如图 1, 结果发现 330 nm 检测波长下的峰最为丰富, 且分离较好, 适用于后续的样品间比较。利用 HPLC 在 330 nm 波长下检测四种工艺样品中的黄酮类成分, 如图 2。

结果显示, 四种工艺样品中的黄酮类成分种类差异不大; 但各组分相对含量在不同工艺间存在差异, 尤其是保留时间处于 14.41 min 和 36.60 min 的两个组分在工艺 1 和工艺 2 中占有明显的优势, 在工艺 1、2、3 和 4 样品中的峰面积比分别为 46.63%和 10.00%、51.71%和 10.36%、13.68%和 1.72%以及 25.29%和 8.83%; 经标准品鉴定, 这两个物质分别是绿原酸和异牡荆苷。

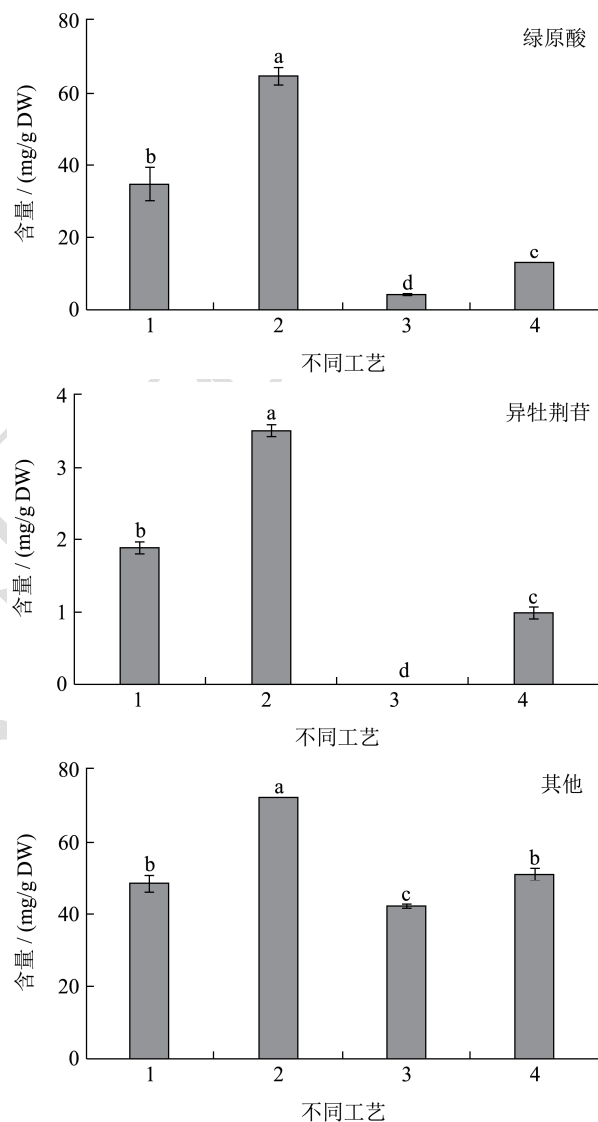


图3 不同白花败酱茶中类黄酮组分的含量 (330 nm)

Fig.3 Contents of flavonoid components in different *Patrinia villosa* products (330 nm)

注: 数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示 ($n=3$); 相同字母代表不同产品间差异不显著 ($p>0.05$), 不同字母代表不同产品间差异显著 ($p<0.05$)。

绿原酸是许多中药材以及水果蔬菜中的主要有效成分, 具有心血管保护作用、抗氧化作用、抗紫外及抗辐射作用、抗诱变及抗癌作用、抗菌作用、抗病等多种生物活性^[27]; 异牡荆苷的研究报道不多, 仅在

少数植物中存在,具有抗肿瘤、抗菌消炎、降压和解痉等药理作用^[28,29]。经标准曲线定量后的结果如图3,绿原酸和异牡荆苷在工艺2中的含量最高,达64.67 mg/g·DW和3.50 mg/g·DW;工艺1次之,为34.62 mg/g·DW和1.88 mg/g·DW;工艺4其次,12.77 mg/g·DW和1.01 mg/g·DW;工艺3最低,绿原酸为4.35 mg/g·DW,异牡荆苷几乎检测不到。不同工艺之间差异显著,与总黄酮含量的测定结果一致。其他黄酮类物质总量在工艺2中较高,工艺1和工艺4差别不大,均略高于工艺3。因此说明,不同工艺之间的总黄酮含量差异主要是由绿原酸和异牡荆苷引起的。

3 结论

本文比较了四种不同的深加工工艺对白花败酱茶感官品质、营养品质以及功能性成分的影响。结果表明,微波杀青工艺的白花败酱产品在感官品质上最优,沸水杀青工艺产品在感官品质上不占优势。微波和沸水杀青工艺虽然会降低白花败酱的营养品质,但是影响并不是很大。而且,这两种深加工工艺导致白花败酱中的多糖、皂苷、多酚和黄酮等功能活性成分显著高于对照,其中沸水杀青工艺又显著高于微波杀青工艺。另外,深加工工艺并不改变白花败酱中黄酮类成分,但是绿原酸和异牡荆苷在微波杀青和沸水杀青产品中的含量显著高于对照,而且以沸水杀青产品最高。综合评价四种工艺,微波杀青工艺在感官品质和功能活性成分方面都明显优于对照,可以用于茶食两用保健食品的开发;虽然微波杀青工艺在感官品质上不占优势,但是其功能活性成分丰富,可以用于功能性产品或者药品的开发,本研究结果为后期有效开发利用白花败酱提供科学借鉴。

参考文献

- [1] 中国药典[S].2000:附录35
Chinese pharmacopoeia [S]. 2000: appendix 35
- [2] 陈炳华.白花败酱食疗价值高[J].植物杂志,2002,6:15
CHEN Bing-hua. Food therapy of *Patrinia villosa* [J]. Journal of Plant, 2002, 6, 15
- [3] 罗梅兰.白花败酱矿物质元素分析与利用[J].广东微量元素科学,2014,21(7):25-27
LUO Mei-lan. Analysis and usage of mineral elements in *Patrinia villosa* [J]. Guangdong Weiliang Yuansu Kexue, 2014, 21(7): 25-27
- [4] 段来军,史玉敏,罗先真,等.不同叶面喷肥处理对白花败酱生长生理的影响[J].江西农业学报,2013,25(12):93-95
DUAN Lai-jun, SHI Yu-min, LUO Xian-zhen, et al. Effect of

- different foliar fertilizer treatments on growth and physiology of *Patrinia villosa* [J]. Acta Agriculturae Jiangxi, 2013, 25(12): 93-95
- [5] 郑斌,陈洪国,颜志强,等.遮阴对白花败酱叶片形态解剖结构及生理的影响[J].湖北农业科学,2014,53(13):3111-3115
ZHEN Bin, CHEN Hong-guo, YAN Zhi-qiang, et al. Effects of shade on morphological, anatomical and physiological properties of *Patrinia villosa* (Thunb.) Juss. Leaves [J]. Hubei Agricultural Sciences, 2014, 53(13): 3111-3115
- [6] 徐成俊,曾宪仪,于德泉,等.白花败酱草的化学成分研究[J].药学学报,1985,20(9):652-657
XU Cheng-jun, ZENG Xian-yi, YU De-quan, et al. Chemical constituents of *Patrinia villosa* [J]. Acta Pharmaceutica Sinica, 1985, 20(9): 652-657
- [7] Inada A. Phytochemical studies of seeds of medicinal plants IV: Flavonoids and triterpenoids from *Patrinia villosa* [J]. Shoyakugaku Zasshi, 1993, 47(3): 301-304
- [8] 徐洁昕,周方钦.白花败酱中总黄酮的提取研究[J].广州食品工业科技,2004,20(4):42-43
XU Jie-xin, ZHOU Fang-qin. Flavonoids extracting study on different parts of *Patrinia villosa* Juss by four methods [J]. Guangzhou Food Science and Technology, 2004, 20(4): 42-43
- [9] 徐洁昕,周方钦,江放明,等.均匀设计法优选白花败酱总皂苷的提取工艺[J].中成药,2006,28(4):483-485
XU Jie-xin, ZHOU Fang-qin, JIANG Fang-ming, et al. Extraction of total-saponins from *Patrinia villosa* Juss based on uniform design method [J]. Chinese Traditional Plant Medicine, 2006, 28(4): 483-485
- [10] 卢佳林,王一奇,陈津,等.败酱属植物的化学成分及药理作用的研究进展[J].中华中医药学刊,2011,29(8):1801-1804
LU Jia-lin, WANG Yi-qi, CHEN Jin, et al. Research progress on chemical constituents and pharmacological effects of *Patrinia* plants [J]. Chinese Archives of Traditional Chinese Medicine, 2011, 29(8): 1801-1804
- [11] 崔文燕,刘素香,宋晓凯,等.黄花败酱草和白花败酱草的化学成分与药理作用研究进展[J].药物评价研究,2016,39(3): 482-488
CUI Wen-yan, LIU Su-xiang, SONG Xiao-kai, et al. Research progress on chemical constituents and pharmacological effects of *Patrinia scabiosaefolia* and *Patrinia villosa* [J]. Drug Evaluation Research, 2016, 39(3), 482-488
- [12] 朴成玉,房城,张颖,等.白花败酱草抗妇科肿瘤有效部位对SiHa细胞体外抑制作用的研究[J].黑龙江科学,2015,6(2):

- 10-11
PIAO Cheng-yu, FANG Cheng, ZHANG Ying, et al. Study on the inhibitory effect of *Patrinia villosa* active composition on Siha cells *in vitro* [J]. Heilongjiang Science, 2015, 6(2): 10-11
- [13] 何光华,曾靖,谭晓彬,等.白花败酱草乙醇提取物对小鼠抗氧化作用的影响[J].中国当代医药,2015,22(18):4-10
HE Guang-hua, ZENG Jin, TAN Xiao-bin, et al. Anti-oxidation effect of ethanol extract of *Patrinia villosa* Juss. in mice [J]. China Modern Medicine, 2015, 22(18): 4-10
- [14] 戴聪杰,林培庆.白花败酱草乙醇提取液的抑菌作用及其稳定性研究[J].食品与机械,2011,27(6):157-159
DAI Cong-jie, LIN Pei-qing. Study on antimicrobial actions and stability of *Patrinia villosa* charantia extractive [J]. Food & Machinery, 2011, 27(6): 157-159
- [15] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000:7
LI He-sheng. Principles and techniques of plant physiological biochemical experiment [M]. Beijing: Higher Education Press, 2000:7
- [16] 国家药典委员会.中华人民共和国药典,一部[S].2010 年版,北京:中国医药科技出版社,2010:265-266
State Pharmacopoeia Commission. Pharmacopoeia of the People's Republic of China: A [S]. 2010 Edition, Beijing: China Medical Science and Technology Publishing House, 2010:265-266
- [17] 张玲,刘远东.黄山药中薯蓣皂苷元的分光光度法测定[J].西南科技大学学报,2006,21(4):88-91
ZHANG Ling, LIU Yuan-dong. Determination of diosgenin in *Dioscorea panthaica* by spectrophotometry [J]. Journal of Southwest University of Science and Technology, 2006, 21(4): 88-91
- [18] 李巨秀,王柏玉.福林-酚比色法测定桑椹中总多酚[J].食品科学,2009,30(18):292-295
LI Ju-xiu, WANG Bai-yu. Folin-ciocalteu colorimetric determination of total polyphenols in mulberry fruits [J]. Food Science, 2009, 30 (18): 292-295
- [19] 陈颖峰,梁志.龙眼叶中黄酮类物质提取条件的优化[J].广东化工,2009,36(8):196-197
CHEN Ying-feng, LIANG Zhi. Optimization of extraction conditions of flavonoids from longan leaves [J]. Guangdong Chemical Industry, 2009, 36(8): 196-197
- [20] 陈雁.不同产地白花败酱草中异荭草苷和异牡荆苷的含量测定[J].药物研究,2008,17(16):24-25
CHEN Yan. Determination of isovitexin and isoorientin from *Patrinia villosa* Juss by HPLC [J]. Journal of Pharmaceutical Research, 2008, 17(16): 24-25
- [21] 王秀萍,游小妹,钟秋生,等.不同加工工艺对‘福萱’绿茶品质的影响[J].茶叶学报,2018,59(1):38-42
WANG Xiu-ping, YOU Xiao-mei, ZHONG Qiu-sheng, et al. Effect of processing technologies on quality of Fuxuan teas (*Camellia sinensis*) [J]. Acta Tea Sinica, 2018, 59(1): 38-42
- [22] 潘顺顺,李家贤,孙世利,等.特色品种绿茶成分与茶汤色泽的相关性研究[J].华南农业大学学报,2012,33(3):307-310
PAN Shun-shun, LI Jia-xian, SUN Shi-li, et al. Study on correlation between constituents and liquor color of a distinctive green tea [J]. Journal of South China Agricultural University, 2012, 33(3): 307-310
- [23] 王彦军.中药多糖研究进展[J].医学理论与实践,2009,22(3):279-281
WANG Yan-jun. Research progress of Chinese medicine polysaccharides [J]. The Journal of Medical Theory and Practice, 2009, 22(3): 279-281
- [24] 张凤梅,刘璐,李鑫,等.败酱草多糖提取、纯化、鉴定及体外抗RSV作用研究[J].中药材,2008,31(12):1879-1881
ZHANG Feng-mei, LIU Lu, LI Xin, et al. Extraction, purification and identification of polysaccharide from *Patrinia villosa* and its anti RSV effect *in vitro* [J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 2008, 31(12): 1879-1881
- [25] 宋婷,孙晖,路娟,等.白花败酱草体外抗肿瘤活性部位筛选[J].时珍国医国药,2012,23(10):2411-2412
SONG Ting, SUN Hui, LU Juan, et al. The anti-tumor effect of the extracts of *Patrinia villosa* Juss [J]. Lishizhen Medicine and Materia Medica Research, 2012, 23(10): 2411-2412
- [26] 谢棒祥,张敏红.生物类黄酮的生理功能及其应用研究进展[J].动物营养学报,2003,15(2):11-15
XIE Bang-xiang, ZHANG Min-hong. Research progress on physiological functions and application of bioflavonoids [J]. Journal of Animal Nutrition, 2003, 15(2): 11-15
- [27] 刘颖,郭明晔,白根本.绿原酸的研究进展[J].中药材,2012,35(7):1180-1185
LIU Ying, GUO Ming-ye, BAI Gen-ben. Research progress of chlorogenic acid [J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 2012, 35(7): 1180-1185

(下转第 232 页)