

薛惠琴,卢永红,潘美娟,等. 采摘季节及产地对猫须草叶提取物主要成分及抗氧化能力的影响[J]. 上海农业学报,2021,37(1):22-27.

采摘季节及产地对猫须草叶提取物主要成分及抗氧化能力的影响

薛惠琴¹,卢永红¹,潘美娟²,杭怡琼¹,蔡旋^{1,3*}

(¹上海市农业科学院畜牧兽医研究所,上海 201106;²上海琮益科技有限公司,上海 201715;

³上海申丰畜牧兽医科技有限公司,上海 201106)

摘要:为研究采摘季节及产地对猫须草品质的影响,比较了广西玉林和云南西双版纳不同季节采摘的6个猫须草样品的主要有效成分含量及其抗氧化能力。结果表明:同一地区夏季采摘的猫须草叶提取物总多酚、总黄酮含量和抗氧化能力(包括 DPPH 自由基清除能力、超氧阴离子自由基清除能力及铁离子还原能力)均显著高于秋季采摘样品,但不同地区间同一季节采摘的猫须草叶提取物总多酚、总黄酮含量和抗氧化能力差异无明显规律。不同地区及季节采摘的猫须草叶中迷迭香酸含量存在一定差异,其中4号样品(玉林地区2017年夏季采摘)迷迭香酸含量最高,6号样品(西双版纳地区2017年秋季采摘)迷迭香酸含量最低。猫须草叶提取物中总多酚和迷迭香酸含量与抗氧化能力呈显著正相关。研究提示在运用猫须草时应注意不同采摘时间对其有效成分含量的影响。

关键词:猫须草;采摘季节;产地;抗氧化;迷迭香酸

中图分类号:S816.7 文献标志码:A 文章编号:1000-3924(2021)01-022-06

Effects of picking season and producing area on main components and antioxidant capacity of extracts from *Orthosiphon stamineus* leaves

XUE Huiqin¹, LU Yonghong¹, PAN Meijuan², HANG Yiqiong¹, CAI Xuan^{1,3*}

(¹ Institute of Animal Husbandry & Veterinary Science, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201106, China; ² Shanghai Congyi Technology Co., Ltd., Shanghai 201715, China; ³ Shanghai Shenfeng Animal Husbandry and Veterinary Science Technology Co., Ltd., Shanghai 201106, China)

Abstract: In order to study the effects of picking season and producing area on the quality of *Orthosiphon stamineus*, six samples of *Orthosiphon stamineus* picked in different seasons from Yulin, Guangxi and Xishuangbanna, Yunnan were compared in terms of main active components and antioxidant capacity. The results showed that the total polyphenols content, total flavonoids content and antioxidant capacity (including DPPH radical scavenging ability, superoxide anion radical scavenging ability and iron reduction ability) in the extracts of *Orthosiphon stamineus* leaves picked in summer were significantly higher than those picked in autumn in the same area, but there was no significant difference in the total polyphenols content, total flavonoids content or antioxidant capacity in the extracts of *Orthosiphon stamineus* leaves picked in different areas in the same season. The rosmarinic acid content was different in different areas and seasons. The rosmarinic acid content in sample 4 (picked in summer 2017 in Yulin area) was the highest, and that in sample 6 (picked in autumn 2017 in Xishuangbanna area) was the lowest. The total polyphenols content and rosmarinic acid content in the extracts of *Orthosiphon stamineus* leaves were significantly positively correlated with antioxidant capacity. It was suggested that the effects of different picking time on the effective components content should be paid attention to when using *Orthosiphon stamineus*.

Key words: *Orthosiphon stamineus*; Picking season; Producing area; Antioxidant; Rosmarinic acid

收稿日期:2019-09-29

基金项目:上海市青年科技英才扬帆计划(17YF1413600)

作者简介:薛惠琴(1970—),女,本科,高级实验师,研究方向为动物营养与饲料。E-mail:huiqinx888@qq.com

* 通信作者, E-mail:caixuan1985911@163.com

猫须草 (*Orthosiphon stamineus*) 又称作“肾茶”, 是一种生长在热带和亚热带地区的多年生草本植物, 有一定的药用价值和观赏价值, 在东南亚地区被广泛种植, 我国广西和云南也有人工种植^[1-2]。猫须草传统用途主要为利尿去湿、降血压等^[3-4]。近年研究表明, 猫须草来源广泛, 成本可控^[2], 具有良好的抗蛋鸡热应激作用^[5], 是潜在的饲料添加剂来源^[2]。猫须草提取物的抗应激作用与其抗氧化能力和肠道保护作用相关^[6-7], 其中以迷迭香酸为代表的酚酸和黄酮类物质是其主要有效成分^[7-8]。

在中医药领域, 产地、气候条件、加工方式等是药材品质的重要影响因素, 影响着药物的疗效^[9-10]; 在农业领域, 早在我国古代就有“橘生淮南则为橘, 生于淮北则为枳”的说法。可见, 地理和气候因素对植物的次生代谢产物影响显著。

目前, 尚未见关于我国猫须草主要成分及其活性在不同采摘时间和产地比较的文献报道。本课题组在对猫须草产业状况^[2]、副产物提取方式^[11]、不同部位的营养价值和抗氧化活力^[6, 12]以及保存条件^[13]进行充分研究后, 拟进一步研究猫须草的采摘时间和产地对其主要成分及活性的影响。因此, 本试验对我国猫须草主产区广西玉林及云南西双版纳不同季节采摘的 6 个猫须草样品的主要有效成分含量及抗氧化能力进行分析比较, 以期猫须草作为饲料添加剂研究和产业化生产提供理论支持。

1 材料与方法

1.1 试验材料

广西地区猫须草分别于 2016 年 5 月(夏)、11 月(秋)和 2017 年 5 月(夏)、11 月(秋)在玉林市福绵区成均镇现场采摘; 云南地区猫须草分别于 2017 年 5 月(夏)和 11 月(秋)委托当地种植户在西双版纳傣族自治州采摘。玉林市位于 110°14'E, 22°64'N, 属南亚热带季风气候区, 丘陵地貌; 西双版纳地区位于 100°80'E, 22°02'N, 为北热带湿润季风气候, 属浸蚀山地。所有样品至少采摘 3 份, 采摘的整株猫须草于通风处阴干 48 h 后, 轻拍除去泥土, 收集叶片, 采用多功能中药粉碎机粉碎, 通过孔径为 0.425 mm 的筛网, 粉末于干燥器中保存。猫须草样品信息见表 1。

表 1 猫须草样品信息
Table 1 Sample information of *Orthosiphon stamineus*

样品编号	产地	采摘时间	生长周期平均气温/℃
1	广西玉林	2016 年 11 月	27.13
2	广西玉林	2016 年 05 月	18.80
3	广西玉林	2017 年 11 月	26.79
4	广西玉林	2017 年 05 月	19.74
5	云南西双版纳	2017 年 05 月	23.03
6	云南西双版纳	2017 年 11 月	26.48

注: 生长周期为上一次采摘到本次采摘的间隔时间。如: 采摘时间为 2017 年 11 月的样品, 平均气温为当地 2017 年 6—11 月的平均气温; 采摘时间为 2017 年 5 月的样品, 平均气温为当地 2016 年 12 月—2017 年 5 月的平均气温。数据来源为中国气象局。

1.2 提取物的制备

猫须草叶提取物的制备参考之前的研究^[6, 11], 略有改动, 具体如下: 10 g 猫须草样品浸入 350 mL 50% (体积分数, 下同) 乙醇中, 50 °C、300 W 超声波辅助提取 15 min, 滤液两次通过中速定性滤纸; 合并滤渣并加入新的 350 mL 50% 乙醇, 再次 50 °C、300 W 超声波辅助提取 15 min, 滤液两次通过中速定性滤纸; 合并两次滤液, 旋转蒸发浓缩至体积小于 30 mL, 采用冷冻干燥机冻干处理。每个样品至少重复提取 3 次, 冻干品于 -20 °C 保存待测。

1.3 基本营养成分的测定

猫须草叶粉末采用小托盘 65 °C 风干至恒重, 室内回潮 24 h, 作为风干样。风干样的干物质、粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、粗灰分含量分别依照国标 GB/T 6435—2014、GB/T 6432—2018、GB/T 6433—2006、GB/T 6434—2006 及 GB/T 6438—2007 测定。猫须草叶中无氮浸出物含量 = 100 - (水分含量 + 粗灰分含量 + 粗蛋白质含量 + 粗脂肪含量 + 粗纤维含量), 各物质含量均为质量分数 (%)。

1.4 多糖、蛋白、总多酚含量和总黄酮含量的测定

猫须草叶提取物多糖含量采用苯酚硫酸法测定^[14]; 蛋白含量采用 Bradford 法测定; 总多酚含量采用福林酚法测定, 以没食子酸为标准品; 总黄酮含量的测定采用亚硝酸钠-硝酸铝法, 以芦丁为标准品。

1.5 迷迭香酸含量的测定

猫须草叶提取物的迷迭香酸含量采用 Agilent 1260 HPLC 高效液相色谱法测定,标准品购于上海诗丹德标准技术服务有限公司,用甲醇溶解。色谱条件:色谱柱 Waters Symmetry® C18 (4.6 mm × 250 mm, 5 μm),柱温 30 °C,进样量 10 μL,检测波长 340 nm。流动相比比例和流速:A 相为 0.2% (体积分数) 甲酸水溶液,B 相为乙腈,C 相为甲醇,梯度见表 2。

表 2 流动相梯度
Table 2 Gradient of mobile phase

时间 /min	流速 / (mL·min ⁻¹)	乙腈 B(体积分数) /%	甲醇 C(体积分数) /%
0	1.0	5	15
5	1.0	15	20
15	1.0	45	10
20	1.0	60	0
25	1.0	95	0
35	1.0	85	0
36	1.0	5	15
40	1.0	5	15

1.6 抗氧化能力的测定

猫须草叶提取物抗氧化能力通过测定其铁离子还原能力、超氧阴离子自由基清除能力以及氮自由基清除能力评估。铁离子还原能力表示为吸光值,以维生素 C 为阳性参照物;超氧阴离子自由基清除能力表示为自由基清除率,以芦丁为阳性参照物;氮自由基清除能力表示为 DPPH 自由基清除率,以维生素 C 为阳性参照物。以上指标均采用上海琮益科技有限公司生产的试剂盒测定。

1.7 数据分析

除非特别说明,数据均采用平均值 ± 标准误表示。采用 SPSS 22.0 软件进行单因素方差分析, $P < 0.05$ 为差异显著。采用 Origin 8.0 软件进行曲线拟合。

2 结果与分析

2.1 不同采摘季节及产地猫须草叶的基本营养成分

如表 3 所示,不同采摘季节及产地猫须草叶的基本营养成分存在显著差异。玉林地区采摘的 1、2、3 号样品的干物质、粗蛋白、粗灰分含量相对接近;4 号样品的粗蛋白、粗灰分、粗脂肪含量(除 6 号样)显著低于其他样品,粗纤维及无氮浸出物含量较高。夏季(2、4、5 号样品)和秋季(1、3、6 号样品)采摘的样品间基本营养成分存在差异,但无明显规律。

表 3 不同采摘季节及产地猫须草叶的基本营养成分(风干基础)
Table 3 The basic nutrient components(air dried basis) of *Orthosiphon stamineus* leaves picked in different seasons and producing areas

样品编号	干物质含量	粗蛋白含量	粗脂肪含量	粗纤维含量	粗灰分含量	无氮浸出物含量
1	88.57 ± 0.13 c	14.31 ± 0.13 c	6.87 ± 0.12 a	10.26 ± 0.27 d	8.95 ± 0.09 b	48.17 ± 0.07 c
2	88.16 ± 0.16 d	14.05 ± 0.17 d	5.99 ± 0.08 b	12.57 ± 0.25 a	8.98 ± 0.11 b	46.57 ± 0.22 d
3	88.20 ± 0.15 d	14.60 ± 0.12 b	5.67 ± 0.12 c	11.98 ± 0.29 c	8.98 ± 0.12 b	46.97 ± 0.27 d
4	88.85 ± 0.10 b	11.46 ± 0.07 e	5.38 ± 0.15 d	13.02 ± 0.16 a	7.95 ± 0.14 d	51.03 ± 0.26 a
5	88.99 ± 0.12 b	15.90 ± 0.11 a	5.90 ± 0.11 b	10.97 ± 0.35 b	9.67 ± 0.10 a	46.56 ± 0.36 d
6	89.42 ± 0.15 a	14.60 ± 0.12 b	4.58 ± 0.12 e	12.70 ± 0.36 a	8.53 ± 0.19 c	49.01 ± 0.17 b

注:同列数据后不同字母表示存在显著差异($P < 0.05$),下同。

2.2 不同采摘季节及产地猫须草叶提取物中多糖、蛋白、总多酚含量及总黄酮含量

如表 4 所示,多糖是猫须草叶提取物中主要成分之一,不同采摘季节和地区间各样品多糖含量差异不明显;蛋白含量在提取物中均不足 0.015%,可以忽略。多酚和黄酮是植物次生代谢产物中的主要抗氧化物质,猫须草叶提取物中总多酚和总黄酮含量较高,不同产地样品总多酚及总黄酮含量存在显著差异。总体而言,同一产地夏季采摘的猫须草叶提取物中总多酚和总黄酮含量均显著高于秋季采摘样品,但不同产地同一季节采摘的猫须草叶提取物中的总多酚和总黄酮含量差异无明显规律。

表4 不同采摘季节及产地猫须草叶提取物的多糖、蛋白、总多酚含量及总黄酮含量

Table 4 The content of polysaccharide, protein, total polyphenols and total flavones (air dry basis) in the extracts of *Orthosiphon stamineus* leaves picked in different seasons and producing areas

样品编号	多糖含量/%	蛋白含量/%	总多酚含量/(mg·g ⁻¹)	总黄酮含量/(mg·g ⁻¹)
1	13.721 ± 0.258 b	0.011 ± 0.001 c	197.000 ± 2.704 d	615.659 ± 6.345 b
2	14.637 ± 0.335 a	0.014 ± 0.000 a	228.190 ± 1.038 b	627.752 ± 6.890 a
3	14.616 ± 0.202 a	0.014 ± 0.001 a	213.810 ± 2.567 c	600.000 ± 7.867 c
4	14.674 ± 0.176 a	0.012 ± 0.000 b	242.476 ± 2.345 a	628.682 ± 4.715 a
5	14.706 ± 0.134 a	0.012 ± 0.000 b	225.571 ± 2.704 b	631.008 ± 7.867 a
6	14.646 ± 0.444 a	0.012 ± 0.001 b	199.929 ± 0.945 d	607.984 ± 4.715 bc

注:总多酚含量表示为等价没食子酸的量,非绝对含量;总黄酮含量表示为等价芦丁的量,非绝对含量。

2.3 不同采摘季节及产地猫须草叶提取物中迷迭香酸的含量

迷迭香酸是猫须草叶提取物的主要有效成分。如图1所示,不同季节及产地采摘的猫须草叶提取物中迷迭香酸含量存在一定差异,其中4号样品(玉林地区2017年夏季采摘)迷迭香酸含量最高,6号样品(西双版纳地区2017年秋季采摘)迷迭香酸含量最低。

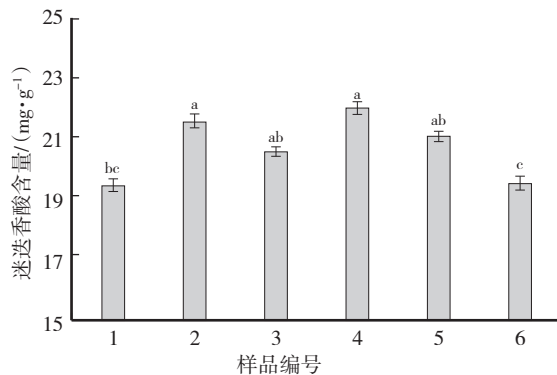


图1 不同采摘季节及产地猫须草叶提取物中迷迭香酸的含量

Fig. 1 The rosmarinic acid content in the extracts of *Orthosiphon stamineus* leaves picked in different seasons and producing areas

2.4 不同采摘季节及产地猫须草叶提取物的抗氧化能力

如图2所示,不同采摘季节及产地猫须草叶提取物对氮自由基(DPPH 自由基)、氧自由基(超氧阴离子自由基)均有较好的清除效果,也具有较强的铁离子还原能力,但不同采摘季节及产地猫须草叶提取物的自由基清除能力和铁离子还原能力有较大差异。为方便比较,采用 origin 软件四参数 logistic 模型对图2a、b 进行非线性拟合,图2c 采用线性拟合,拟合曲线相关系数均高于 0.99,并依据曲线计算猫须草叶提取物的 DPPH 自由基和超氧阴离子自由基清除半数有效剂量(EC₅₀)以及铁离子还原能力的斜率。EC₅₀ 越小表示自由基清除能力越强,斜率越大表明还原能力越强。如图2和表5所示,2号和4号样品(玉林地区夏季采摘)的 DPPH 自由基清除能力高于秋季采摘样品(1号和3号),超氧阴离子自由基清除能力及还原力也处于较高水平。云南西双版纳地区采摘的样品也表现同样规律,但不同地区间无规律可循。

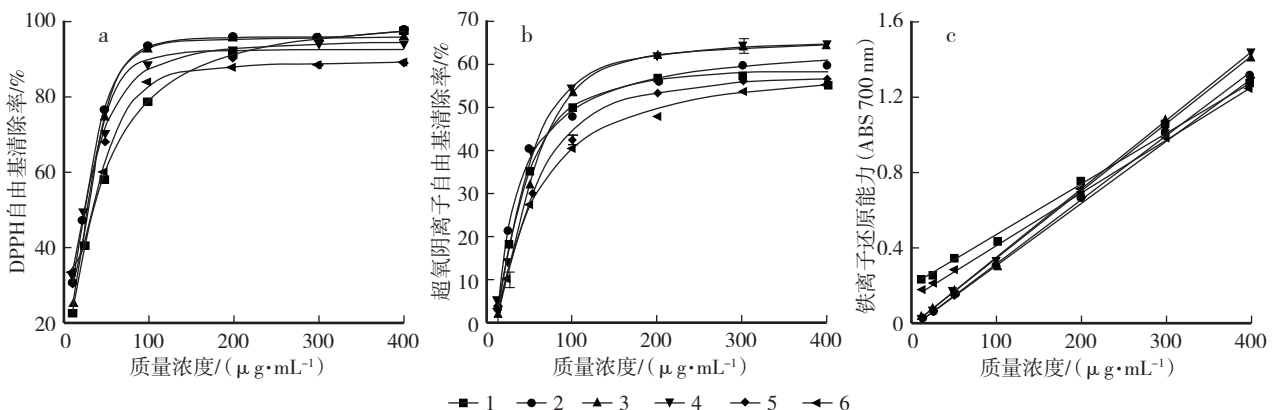


图2 不同采摘季节及产地猫须草叶提取物的抗氧化能力

Fig. 2 Antioxidant capacity of extracts from *Orthosiphon stamineus* leaves picked in different seasons and producing areas

表5 猫须草叶提取物清除自由基的半数抑制率及还原能力斜率

Table 5 Half inhibition rate and reduction ability slope of extracts from *Orthosiphon stamineus* leaves for scavenging free radicals

样品编号	DPPH($EC_{50}/\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	超氧阴离子($EC_{50}/\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	还原力(斜率)
1	43.416 7	40.390 1	0.002 7
2	35.672 5	41.354 5	0.003 4
3	38.079 0	50.227 1	0.003 6
4	34.496 9	41.072 3	0.003 6
5	38.290 5	47.888 0	0.003 3
6	48.537 9	46.656 4	0.002 8

2.5 猫须草主要成分与其抗氧化能力的相关分析

由表6可知,样品提取物中迷迭香酸与总多酚含量呈极显著正相关,提取物的DPPH自由基清除能力(自由基清除能力以 EC_{50} 代入计算, EC_{50} 与清除能力负相关,因此显示为负值)和还原能力均与迷迭香酸、总多酚含量呈显著正相关,但超氧阴离子自由基清除能力与各主要成分之间的关系均不显著。

表6 猫须草叶提取物含量与其抗氧化能力间的相关关系

Table 6 Correlation between the extracts content from *Orthosiphon stamineus* leaves and its antioxidant capacity

指标	RA	PS	PP	F	DPPH	SA	RP
RA	1	0.748	0.969 **	0.256	-0.917 *	-0.39	0.831 *
PS		1	0.711	0.032	-0.544	0.014	0.628
PP			1	0.086	-0.898 *	-0.221	0.907 *
F				1	-0.285	-0.454	-0.202
DPPH					1	0.367	-0.869 *
SA						1	-0.044
RP							1

注:RA,迷迭香酸含量;PS,多糖含量;PP,总多酚含量;F,总黄酮含量。DPPH:DPPH自由基清除能力(以 EC_{50} 计算);SA:超氧阴离子自由基清除能力(以 EC_{50} 计算);RP:铁离子还原能力(以斜率计算)。*表示 $P < 0.05$,**表示 $P < 0.01$ 。

3 讨论

猫须草在我国海南^[15]、云南、四川^[16]、福建、广西、广东^[17]等省均有分布,但海南、四川、福建、广东均未见大规模种植报道。前期产业调研显示,我国产业化猫须草产地主要集中在广西玉林地区和云南西双版纳地区^[2]。猫须草有白花和紫花两类^[2],广西玉林地区和云南西双版纳地区量产猫须草均为白花,因此本研究选取广西玉林地区和云南西双版纳地区白花猫须草为研究对象。

1999年,高增平等^[18]对四川凉山、四川米易和云南红河产猫须草进行了比较,发现四川产猫须草含生物碱,而云南产猫须草不含生物碱,且其熊果酸含量差异巨大;2004年,Akowuah等^[19]对马来西亚产12份猫须草叶甲醇提取物的多酚含量及自由基清除能力进行了比较,发现虽然不同地区的猫须草多酚含量及自由基清除能力有一定差异,但其酚类组成较为一致;2014年,辛雪等^[20]研究了云南、福建、海南、广西、广东等地猫须草19个样品酚类物质的含量,发现不同品种和产地间猫须草酚酸含量差别较大,且不同品种间有较明显规律,而产地间的规律性不明显;2019年,尹文凤等^[21]对云南地区猫须草的成分进行了质量标准研究,确定了猫须草的质量控制成分。之前的研究均表明地理位置对猫须草酚酸含量有一定影响,但不同地区间的差别不明确,本研究在前期研究的基础上,进一步验证了这一结论,并发现不同采摘季节对猫须草叶提取物中总多酚、总黄酮含量和迷迭香酸含量及抗氧化能力有显著影响,夏季采摘的猫须草抗氧化物质含量显著高于秋季采摘。猫须草一般一年采摘两次,夏季采摘时间在5月底至6月,秋季采摘时间在10月底至11月,夏季采摘的猫须草生长期(约6个半月)较秋季采摘的猫须草(约5个半月)更长,但猫须草抗氧化物质含量是否与生长时间相关还需要进一步验证。

目前,有关多糖、多酚、黄酮、蛋白类物质的抗氧化能力均有大量报道,已有不少研究证实猫须草提取物具有良好的抗氧化效果^[6-7,11,19],但少有研究论证猫须草中主要成分与抗氧化能力的相关性。本研究表明,猫须草叶提取物中影响其抗氧化能力的主要物质是多酚类化合物,其中迷迭香酸含量与抗氧化能力显著相关,但不同抗氧化成分间存在协同或者拮抗作用,不能简单地认为抗氧化作用是其中几种成分的加和^[22]。

4 结论

本试验表明,不同采摘季节及产地对猫须草主要成分和抗氧化能力均有影响;其中多酚类物质是其

主要的抗氧化有效成分,迷迭香酸是猫须草叶提取物中含量最高的一类酚类物质,其含量与抗氧化能力呈显著正相关。一般而言,同一地区夏季采摘的猫须草叶提取物中多酚含量及抗氧化能力高于秋季采摘的,而地域差异规律不明显。本研究提示在运用猫须草时应注意不同采摘时间对其总多酚含量的影响。

参 考 文 献

- [1] 许娜,许旭东,杨峻山. 猫须草的研究进展[J]. 中草药,2010,41(5):848-852.
- [2] 蔡旋,张兰,刘增金,等. 广西地区猫须草资源饲料化利用可行性研究[J]. 上海农业学报,2018,34(5):133-138.
- [3] AMEER O Z, SALMAN I M, ASMAWI M Z, et al. *Orthosiphon stamineus*: traditional uses, phytochemistry, pharmacology, and toxicology[J]. Journal of Medicinal Food,2012,15(8):678-690.
- [4] 刘德坤,张璐,陈旭洁,等. 猫须草叶提取物对高脂饮食诱导小鼠肾损伤的调控作用[J]. 饲料研究,2019,42(4):60-64.
- [5] 蔡旋,高秀,严华祥,等. 猫须草对热应激蛋鸡生产性能及血清生化指标的影响[J]. 中国家禽,2017,39(20):32-27.
- [6] CAI X, XIAO C F, XUE H Q, et al. A comparative study of the antioxidant and intestinal protective effects of extracts from different parts of Java tea(*Orthosiphon stamineus*) [J]. Food Science & Nutrition,2018,6(3):579-584.
- [7] CAI X, YANG F, ZHU L H, et al. Rosmarinic acid, the main effective constituent of *Orthosiphon stamineus*, inhibits intestinal epithelial apoptosis via regulation of the Nrf2 pathway in mice[J]. Molecules,2019,24(17):3027.
- [8] GUO Z L, LIANG X R, XIE Y Y. Qualitative and quantitative analysis on the chemical constituents in *Orthosiphon stamineus* Benth. using ultra high-performance liquid chromatography coupled with electrospray ionization tandem mass spectrometry[J]. J Pharm Biomed Anal,2019,164:135-147.
- [9] 黄璐琦,郭兰萍. 环境胁迫下次生代谢产物的积累及道地药材的形成[J]. 中国中药杂志,2007,32(4):277-280.
- [10] 陈士林,索凤梅,韩建萍,等. 中国药材生态适宜性分析及生产区划[J]. 中草药,2007,38(4):481-487.
- [11] 蔡旋,薛惠琴,杨帆,等. 猫须草根抗氧化成分提取工艺的优化研究[J]. 上海农业学报,2017,33(5):99-103.
- [12] 薛惠琴,蔡旋,熊慧慧,等. 猫须草不同部位主要营养成分及抗氧化能力比较[J]. 上海农业学报,2016,32(3):30-35.
- [13] 陈旭洁,张超,张璐,等. 长期存放对猫须草主要有效成分和抗氧化能力的影响[J]. 上海畜牧兽医通讯,2018(6):17-19.
- [14] NIELSEN S S. Phenol-sulfuric acid method for total carbohydrates[M]//Food Analysis Laboratory Manual. Boston:Springer Press,2010:47-53.
- [15] 张荣荣. 海南栽培肾茶化学成分及其生物活性研究[D]. 海口:海南大学,2017.
- [16] 罗关兴,张平,铁万祝,等. 四川攀西地区无公害肾茶生产技术规程[J]. 热带农业科学,2005,25(1):35-37.
- [17] 洪宇翔,张翠平,李玥,等. 潮汕地区常见中草药抗菌作用研究[J]. 汕头大学医学院学报,2016,29(2):69-70.
- [18] 高增平,王宝华,江佩芬. 不同产地猫须草化学成分预试及熊果酸含量对比[J]. 北京中医药大学学报,1999,22(5):78-79.
- [19] AKOWUAH G A, ZHARI I, NORHAYATI I, et al. Radical scavenging activity of methanol leaf extracts of *Orthosiphon stamineus* [J]. Pharmaceutical Biology,2004,42(8):629-635.
- [20] 辛雪,董霄,张彪,等. 比色法测定不同产地傣药肾茶中主要酚类物质含量[J]. 国际药学研究杂志,2014,41(3):368-373.
- [21] 尹文凤. 肾茶饮片质量标准研究[D]. 昆明:云南中医药大学,2019.
- [22] PALAFOX-CARLOS H, GIL-CHAVEZ J, SOTELO-MUNDO R R, et al. Antioxidant interactions between major phenolic compounds found in 'Ataulfo' mango pulp: chlorogenic, gallic, protocatechuic and vanillic acids[J]. Molecules,2012,17(11):12657-12664.

(责任编辑:闫其涛)