

DOI: 10.19333/j.mfkj.2017030280105

# 鹿蹄草天然染料的提取及其对羊毛织物的染色

陈美云<sup>1</sup>, 袁德宏<sup>2</sup>, 袁 霏<sup>3</sup>

(1. 南通大学 纺织服装学院, 江苏 南通 226019; 2. 江苏商贸职业学院, 江苏 南通 226007; 3. 南通职业大学, 江苏 南通 226007)

**摘要:** 研究了从鹿蹄草中提取天然染料, 并将提取液用于羊毛织物的染色工艺。结果表明, 当 NaOH 浓度 0.25 mol/L、提取温度 100 °C、提取时间 70 min、鹿蹄草与 NaOH 溶液质量比为 1:40 时, 鹿蹄草的提取效果最好; 当染色 pH 值 3.0 左右, 染色温度 100 °C, 染色时间 60 min 时, 鹿蹄草提取液对羊毛织物的染色效果最好。鹿蹄草提取液对羊毛织物直接染色, 得到的颜色为棕色, 且耐摩擦色牢度及耐晒色牢度较好, 但耐皂洗色牢度较差; 用硫酸亚铁及硫酸铜媒染, 可得到不同颜色的染色羊毛织物, 媒染对染色羊毛织物的耐皂洗色牢度有一定的提高作用。

**关键词:** 鹿蹄草; 天然染料; 提取; 羊毛织物; 染色

中图分类号: TS 193.62 文献标志码: A

## Extraction of natural dye from wintergreens and its dyeing on wool fabric

CHEN Meiyun<sup>1</sup>, YUAN Dehong<sup>2</sup>, YUAN Fei<sup>3</sup>

(1. School of Textile and Clothing, Nantong University, Nantong, Jiangsu 226019, China;

2. Jiangsu Vocational College of Business, Nantong, Jiangsu 226007, China

3. Nantong Vocational College, Nantong, Jiangsu 226007, China)

**Abstract:** The extraction of natural dye from wintergreens and its dyeing on wool fabrics with the resulting extract were studied. It was found that the optimum extraction conditions were NaOH 0.25 mol/L, extraction at 100 °C for 70 min, wintergreens and sodium hydroxide solution ratio of 1:40 and the optimum conditions for the dyeing on wool fabrics with extract of wintergreens were pH value 3.0, dyeing at 100 °C for 60 min. The brown and good color fastness to rubbing and light fastness of direct dyed wool fabric with extract of wintergreens were obtained, but color fastness to washing was poor. The different colors of dyed wool fabric could be obtained and color fastness to washing of dyed wool fabric could be improved by mordant dyeing with ferrous sulfate and copper sulphate.

**Keywords:** pyrola rotundifolia; natural dyes; extraction; wool fabric; dyeing

鹿蹄草属鹿蹄草科鹿蹄草属, 又称鹿衔草、鹿寿草、鹿含草、鹿安草等<sup>[1]</sup>。鹿蹄草资源丰富, 全国各地均有分布, 其主要化学成分包括多酚、醌类、酚苷类<sup>[2-3]</sup>、黄酮类、萜类<sup>[4-5]</sup>等, 具有抗菌、抗炎、抗氧化、降血脂、抗肿瘤、促进成骨细胞增殖等作用<sup>[4-6]</sup>; 同时鹿蹄草中还含有人体提供多种必需的微量元素<sup>[7]</sup>, 保健价值优良, 既可给人体提供必需的营养成分, 又可调节人体的机能<sup>[8-10]</sup>。鹿蹄草中色素含量充足, 可通过合适的方法进行提取并将提取的天

然染料用于纺织品的染色, 对开发生态环保的染色纺织品具有深远的意义。

本文主要探讨常规水溶液对鹿蹄草色素的提取工艺及提取液用于羊毛织物的染色工艺, 评定了羊毛织物的染色效果。

## 1 试 验

### 1.1 材料、药品和仪器

材料: 全羊毛粗纺机织物, 购自南通轻纺城。

药品: 分析纯药品主要有 NaOH、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、HCl、FeSO<sub>4</sub>、CuSO<sub>4</sub> 等; 绿伞七合一洗衣液为工业级; 鹿蹄草, 购自淘宝网。

仪器及设备: PHS-3C 酸度计(上海精密科学仪

收稿日期: 2017-03-30

基金项目: 江苏省科技成果转化专项资金项目(BA2016117)

第一作者简介: 陈美云, 教授, 主要从事染整专业的教学及生态染整研究工作。E-mail: chen.my@ntu.edu.cn。

器有限公司);GYROWASH415 水洗/干洗色牢度机(英国);TU-1901 双光束紫外可见分光光度计(北京普析通用仪器有限公司);Color-Eye3100 型测色配色仪(理宝科学器材有限公司);(YB) 571-II 预置式染色牢度摩擦仪、YG(B) 611-II 型日晒气候试验仪(温州大荣纺织标准仪器厂)。

## 1.2 实验方法

### 1.2.1 鹿蹄草色素的提取

将鹿蹄草用粉碎机打成粉末,在 NaOH 浓度 0.05 ~ 0.45 mol/L、温度 50 ~ 100 °C、时间 5 ~ 90 min、料液比即鹿蹄草与 NaOH 溶液的质量比 1:10 ~ 1:80 的条件下提取,然后冷却、过滤,滤液备用。

### 1.2.2 鹿蹄草提取液对羊毛织物的直接染色

按优化的提取工艺提取 25 g 鹿蹄草粉末并将滤液定容至 1 000 mL,染液质量浓度为 25 g/L。将染液稀释至 1 ~ 25 g/L,调节染液 pH 值为 2.0 ~ 7.0,在始染温度 40 °C 时投入充分润湿的羊毛织物,升温至 40 ~ 100 °C,续染 5 ~ 90 min,浴比 1:50,降温,水洗,晾干。

### 1.2.3 羊毛的媒染染色

媒染工艺:浴比 1:50,媒染温度 50 °C,媒染时间 60 min,媒染剂硫酸亚铁或硫酸铜质量浓度 3 g/L。

后媒法:按优化的直接染色工艺对羊毛织物直接染色,水洗后媒染,媒染结束后水洗,皂洗(绿伞洗衣液 5 g/L,40 °C,30 min,浴比 1:50),水洗,晾干。

预媒法:先将羊毛织物进行媒染,水洗后按优化的直接染色工艺染色,水洗,皂洗,水洗,晾干。

同媒法:将润湿过的羊毛织物投入含媒染剂及染液的溶液,按优化的直接染色工艺染色,水洗,皂洗,水洗,晾干。

## 1.3 性能测试

### 1.3.1 鹿蹄草提取液吸光度

采用 TU-1901 双光束紫外可见分光光度计于波长 190 ~ 800 nm 范围内进行测定。

### 1.3.2 羊毛织物染色效果

采用 Color-Eye3100 型测色配色仪进行测定,光源 D65,视角 10°。其中  $K/S$  值表示染色羊毛织物的表面色深值,值越大表明颜色越浓; $a^*$  值表示红绿光,正值表示带红光,负值表示带绿光; $b^*$  值表示黄蓝光,正值表示带黄光,负值表示带蓝光; $c^*$  表征彩度; $h$  表示色相角; $\Delta E$  值表示染色羊毛织物与未染色羊毛织物之间的色差,值越大,得色越浓。

### 1.3.3 染色牢度

耐皂洗色牢度按 GB/T 3921.1—2008《纺织品

色牢度试验 耐洗色牢度》方法 A(1) 测定;耐摩擦牢度按 GB/T 3920—2008《纺织品 色牢度试验 耐摩擦色牢度》标准测定;耐晒色牢度按 GB/T 8427—2008《纺织品 色牢度试验 耐人造光色牢度:氙弧》方法(3) 测定,光照时间 20 h,根据标准羊毛评定耐晒色牢度。

## 2 结果与讨论

### 2.1 鹿蹄草天然染料提取工艺参数分析

#### 2.1.1 提取剂对提取的影响

固定温度 100 °C、时间 50 min、料液比 1:40 的提取条件,提取剂分别选用水、1% HCl 溶液、1% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液、1% NaOH 溶液,鹿蹄草提取液吸收光谱曲线见图 1,提取液对羊毛织物直接染色效果见表 1。

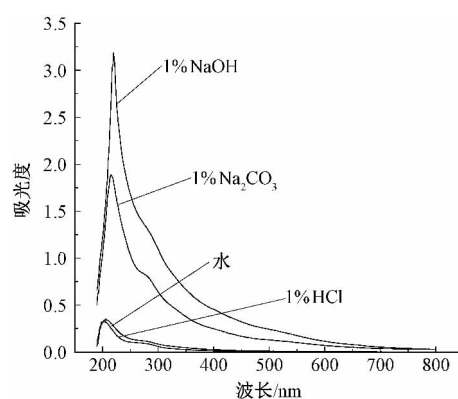


图 1 鹿蹄草提取液吸收光谱曲线

表 1 鹿蹄草提取液对羊毛织物直接染色时结果

提取剂	$K/S$ 值	$a^*$	$b^*$	$\Delta E$
1% HCl	5.178	1.746	8.384	18.064
水	4.690	1.451	11.063	21.271
1% Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	9.339	6.242	13.950	30.061
1% NaOH	12.530	7.253	16.299	37.073

注:直接染色的工艺为染液质量浓度 5 g/L,温度 90 °C,时间 60 min,pH 值 4.4~4.6,浴比 1:50。

从图 1 可知,鹿蹄草提取液在可见光区没有最大吸收峰,在紫外区波长 210 nm 左右有吸收峰,并且以 NaOH 溶液作提取剂的提取液吸光度最大,其次是 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液、水,最小的是 HCl 溶液。另外,从表 1 可得,以 NaOH 溶液为提取剂,提取液染色羊毛织物的  $K/S$  值及色差  $\Delta E$  值最大,其次是 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液、HCl 溶液,最小的是水;染色羊毛织物的  $a^*$  值、 $b^*$  值均为正值且均以 NaOH 溶液为提取剂的最大,说明染色羊毛织物带红光及黄光。综合考虑,选择 NaOH 溶液作为鹿蹄草的提取剂。

#### 2.1.2 NaOH 浓度对提取的影响

固定温度 100 °C、时间 50 min、料液比 1:40

等提取条件,仅改变 NaOH 的浓度。鹿蹄草提取液在 210 nm 处的吸光度及羊毛织物的染色效果见表 2。

表 2 NaOH 浓度对提取的影响

NaOH 浓度/ (mol · L <sup>-1</sup> )	吸光度	K/S 值	a*	b*	ΔE
0.05	1.609	12.459	10.309	21.295	46.333
0.10	2.376	16.603	10.902	21.366	52.133
0.15	2.641	17.325	10.893	21.307	52.674
0.20	3.358	17.465	10.882	21.384	53.717
0.25	3.467	18.211	11.175	21.631	54.609
0.30	3.280	17.329	10.669	21.027	52.811
0.35	3.104	17.007	10.759	21.247	52.407
0.40	3.453	16.554	10.153	20.673	52.203
0.45	3.351	16.652	10.455	20.968	52.261

注:染液质量浓度 10 g/L,其余同表 1。

从表 2 可知,随着 NaOH 浓度的增加,鹿蹄草提取液的吸光度、染色羊毛织物的 K/S 值及色差 ΔE 值增加;当 NaOH 浓度为 0.25 mol/L 时,吸光度、K/S 值及色差 ΔE 值达到最大值;之后,NaOH 浓度增加,提取液吸光度变化不大,而染色羊毛织物的 K/S 值及色差 ΔE 值略有下降;NaOH 浓度对染色羊毛织物的红光 a 值、黄光 b\* 值影响较小,因此,NaOH 浓度选择 0.25 mol/L 比较合适。

### 2.1.3 温度对提取的影响

固定时间 50 min、料液比 1:40、NaOH 浓度 0.25 mol/L 等提取条件,仅改变提取温度。提取温度对鹿蹄草提取液吸光度和羊毛织物染色效果的影响见表 3。

表 3 提取温度对提取的影响

提取温度/℃	吸光度	K/S 值	a*	b*	ΔE
50	1.110	9.007	8.463	21.702	41.221
60	1.386	11.335	9.530	21.715	44.668
70	1.588	12.344	10.093	22.195	47.154
80	1.822	13.515	10.115	21.468	50.000
90	2.444	16.331	10.699	22.194	52.201
100	3.467	18.211	11.175	21.631	54.609

注:染色条件同表 2,表 4、5 同。

从表 3 可知,提取温度增加,鹿蹄草提取液的吸光度、染色羊毛织物的 K/S 值、色差 ΔE 值及红光 a\* 值逐渐变大,温度对黄光 b\* 值影响不大。综合考虑,鹿蹄草的提取温度选用 100 ℃。

### 2.1.4 时间对提取的影响

固定 NaOH 浓度 0.25 mol/L、提取温度 100 ℃、料液比 1:40 的提取条件,仅改变提取时间。提取时

间对鹿蹄草提取液的吸光度和羊毛织物的染色效果见表 4。

表 4 提取时间对提取的影响

提取时间/min	吸光度	K/S 值	a*	b*	ΔE
5	1.859	15.107	10.955	22.336	51.980
10	1.983	15.463	11.135	22.062	52.093
20	2.462	16.109	11.066	21.650	53.609
30	2.534	17.115	11.161	21.628	54.177
40	3.222	18.506	11.272	21.173	55.304
50	3.467	18.211	11.175	21.631	54.609
60	3.471	19.353	11.449	21.796	56.688
70	3.633	19.379	11.328	21.251	56.880
80	3.625	19.380	11.906	20.906	56.511

从表 4 可知,提取时间增加,提取液吸光度、染色羊毛织物的 K/S 值、色差 ΔE 值逐渐增大,当提取时间超过 70 min 后,变化不大;染色羊毛织物的黄光 b\* 值随着时间的增加略有下降,提取时间对红光 a\* 值影响较小。综合考虑吸光度和染色效果,提取时间选用 70 min。

### 2.1.5 料液比对提取的影响

固定 NaOH 浓度 0.25 mol/L、温度 100 ℃、时间 70 min 的提取条件,改变鹿蹄草与 NaOH 溶液的质量比(料液比),鹿蹄草提取液的吸光度和羊毛织物的染色效果见表 5。

表 5 料液质量比对提取的影响

鹿蹄草:NaOH 溶液 (质量比)	吸光度	K/S 值	a*	b*	ΔE
1:10	0.813	12.071	11.220	21.501	47.736
1:20	2.920	16.390	11.529	22.310	54.078
1:30	2.945	17.592	11.328	21.866	55.503
1:40	3.633	19.379	11.328	21.251	56.880
1:50	3.338	18.775	11.550	21.691	55.836
1:60	3.292	16.978	10.523	21.062	54.712
1:70	3.232	16.503	10.682	21.550	53.865
1:80	2.962	16.866	10.812	21.511	52.444

从表 5 可知,料液比 1:10 ~ 1:40 时,鹿蹄草提取液的吸光度、染色羊毛织物的 K/S 值及色差 ΔE 值增加,当料液比 1:40 时,吸光度、K/S 值及色差 ΔE 值达到最大值;料液比 1:40 ~ 1:80 时,变化趋势相反;料液比对红光 a\* 值及黄光 b\* 值影响不大。因此,料液比选用 1:40。

## 2.2 羊毛织物直接染色工艺参数分析

### 2.2.1 pH 值对染色的影响

固定鹿蹄草染液质量浓度 10 g/L、时间 60 min、温度 90 ℃、浴比 1:50 等染色条件,羊毛织物在不同

pH 值条件下的染色效果见表 6。

表 6 pH 值对染色效果的影响

pH 值	K/S 值	$a^*$	$b^*$	$\Delta E$
2.0	23.408	12.083	22.577	58.751
2.5	23.257	11.674	21.616	59.400
3.0	23.551	11.351	21.313	59.433
3.5	22.077	11.430	21.361	57.825
4.0	21.928	11.489	21.606	57.545
4.5	18.587	10.579	20.968	55.195
5.0	15.588	10.024	20.405	52.037
5.5	14.605	9.700	19.600	51.681
6.0	12.853	9.490	19.645	49.315
6.5	12.168	9.247	19.232	48.342
7.0	9.651	8.347	18.052	44.437

从表 6 可看出, pH 值在 2.0~3.0 时, 染色羊毛织物的 K/S 值、与未染色羊毛织物之间的色差  $\Delta E$  值逐渐增加; 之后, pH 值增大, K/S 值和色差  $\Delta E$  值下降; 染色羊毛织物的  $a^*$  值、 $b^*$  值则随着 pH 值的增加而下降, 说明染色羊毛织物的红光及黄光减小。这是因为, pH 值增加, 羊毛纤维上的正电荷减少, 纤维和染料间离子键结合的量逐渐下降。综合考虑, 染色 pH 值选用 3.0 左右。

### 2.2.2 温度对染色的影响

固定鹿蹄草染液质量浓度 10 g/L、染液 pH 值 3.0、染色时间 60 min、浴比 1:50 等染色条件, 羊毛织物在不同染色温度下的染色效果见表 7。

表 7 染色温度对染色效果的影响

温度 / $^{\circ}\text{C}$	K/S 值	$a^*$	$b^*$	$\Delta E$
40	11.281	10.502	26.820	41.333
50	12.043	10.878	26.367	44.392
60	14.273	11.282	26.056	47.853
70	17.033	11.815	25.218	51.558
80	19.611	11.560	23.343	54.701
90	22.215	11.434	21.562	57.598
100	23.520	11.318	20.129	59.451

从表 7 可知, 染色羊毛织物的 K/S 值、色差  $\Delta E$  随染色温度的提高而逐渐变大, 100  $^{\circ}\text{C}$  达到最大值; 黄光  $b^*$  值则随着温度的提高而逐渐减小; 染色温度对红光  $a^*$  值影响不大, 故染色温度选用 100  $^{\circ}\text{C}$ 。

### 2.2.3 时间对染色的影响

固定 10 g/L 鹿蹄草染液、染液 pH 值 3.0, 染色温度 100  $^{\circ}\text{C}$ 、浴比 1:50 等染色条件, 不同染色时间羊毛织物的染色结果见表 8。

表 8 时间对染色效果的影响

时间 / min	K/S 值	$a^*$	$b^*$	$\Delta E$
5	19.868	11.797	24.267	53.929
10	20.705	12.378	25.284	54.780
15	20.221	11.725	24.014	54.552
30	20.613	11.447	22.799	55.682
45	21.611	11.472	22.101	56.787
60	24.698	11.011	21.590	59.273
75	24.361	11.561	21.423	58.511
90	24.010	11.257	20.914	58.575

从表 8 可以看出, 染色羊毛织物的 K/S 值和色差  $\Delta E$  值随染色时间的增加而逐渐增加, 这种增大趋势在染色时间超过 60 min 后变小; 黄光  $b^*$  值则随着染色时间增加而减小; 染色时间对红光  $a^*$  值影响较小。综合考虑, 染色时间选择 60 min。

### 2.2.4 染液质量浓度对染色的影响

将鹿蹄草染液稀释成不同的质量浓度, 在优化的条件下染色, 羊毛织物的染色效果见表 9。

表 9 染液质量浓度对染色效果的影响

染液质量浓度 / $(\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$	K/S 值	$a^*$	$b^*$	$\Delta E$
1	8.277	10.183	25.460	40.125
3	17.965	12.194	26.058	52.480
5	21.454	12.053	23.966	56.690
7	22.867	12.039	23.295	58.205
9	23.921	11.739	21.869	59.806
10	24.698	11.011	21.590	59.273
15	25.447	10.104	20.593	60.680
20	25.829	9.435	19.344	61.339
25	26.120	9.064	19.500	61.516

从表 9 可以看出, 染色羊毛织物的 K/S 值和色差  $\Delta E$  值随着鹿蹄草染液质量浓度增加而增大, 当浓度超过 10 g/L 时, K/S 值和色差  $\Delta E$  值的增大幅度下降; 红光  $a^*$  值、黄光  $b^*$  值则随着染液质量浓度的增加而逐渐减小。综合分析可知, 鹿蹄草提取液在浓度 1~10 g/L 时具有良好的提升效果, 但浓度超过 10 g/L 时, 提升效果下降。

### 2.3 媒染对羊毛织物染色效果的影响

选用鹿蹄草染液质量浓度 10 g/L, 用硫酸亚铁、硫酸铜 2 种媒染剂分别进行预媒、同媒和后媒染色, 羊毛织物的染色效果见表 10。

从表 10 可以看出, 不管是硫酸亚铁媒染还是硫酸铜媒染, 媒染均提高了染色织物的 K/S 值及色差  $\Delta E$  值, 且以后媒染提高最多而预媒染次之, 同时媒染降低了染色织物的红光  $a^*$  值、黄光  $b^*$  值、明度

$L^*$  值及颜色彩度且以后媒染的降低最多而预媒染次之;用硫酸亚铁媒染染色羊毛织物的色相角略有增加,而硫酸铜媒染,色相角略有下降。另外从表 10 还可以看出,硫酸铜媒染染色羊毛织物的红光及黄光比硫酸亚铁媒染的要多。

表 10 媒染对染色效果的影响

媒染剂	媒染方法	颜色	K/S 值	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$c^*$	$h$	$\Delta E$
无	直接染色	棕色	25.193	29.60	10.78	19.13	21.80	60.53	60.66
硫酸亚铁	预媒	棕黑色	26.005	24.36	4.55	9.98	10.96	65.48	65.55
	同媒	灰绿色	24.360	29.90	3.57	10.94	11.50	71.93	60.09
	后媒	墨绿色	29.296	19.79	2.95	6.61	7.240	65.91	69.80
硫酸铜	预媒	红棕色	28.487	23.22	8.54	14.75	17.05	59.92	63.21
	同媒	土黄色	27.883	27.79	7.47	17.52	19.05	60.92	60.56
	后媒	深棕色	29.156	20.92	7.07	11.23	13.27	57.81	67.03

## 2.4 羊毛织物的染色牢度

测定各优化工艺条件下染色羊毛织物的耐摩擦、耐皂洗及耐晒色牢度,结果见表 11。

表 11 染色羊毛织物的染色牢度 级

染色工艺		耐皂洗			耐摩擦		耐晒
		褪色	棉沾	毛沾	干	湿	
直接染色		2~3	4~5	4~5	4~5	3	4
硫酸亚铁	预媒	4	5	5	4~5	2~3	4
	同媒	3	5	5	4	3	3~4
	后媒	4	5	5	4~5	3~4	4~5
硫酸铜	预媒	4	5	5	4~5	3~4	4~5
	同媒	3	5	5	4~5	3~4	5
	后媒	4~5	5	5	4~5	3~4	5~6

从表 11 可以看出,鹿蹄草提取液染色羊毛织物的耐干摩擦色牢度都比较高,大多为 4~5 级,而耐湿摩擦色牢度都比较差,硫酸亚铁后媒染及硫酸铜媒染提高了耐湿摩擦色牢度;染色羊毛织物的耐皂洗沾色牢度均比较好,媒染染色可明显改善耐皂洗褪变色色牢度,其中后媒染及预媒染改善效果明显,硫酸亚铁后媒染及硫酸铜媒染均能明显提高耐晒色牢度且以硫酸铜后媒染最明显,而硫酸亚铁同媒染对耐晒色牢度略有影响。综合表 10、11 可以看出鹿蹄草提取液对羊毛织物染色,以后媒染效果较好。

## 3 结 论

①鹿蹄草色素提取的优化工艺为: NaOH 浓度 0.25 mol/L,鹿蹄草与 NaOH 溶液的质量比 1:40,提取温度 100 °C,提取时间 70 min。

②羊毛织物用鹿蹄草提取液直接染色优化工艺为:染色温度 100 °C,染色时间 60 min,染液 pH 值 3.0 左右,染液质量浓度可根据颜色深度要求进行选择。

③鹿蹄草提取液染色羊毛织物具有较好的耐干摩擦色牢度,媒染对提高染色羊毛织物的耐皂洗褪变色色牢度及耐湿摩擦色牢度有一定的作用。

④通过媒染可获得不同颜色的染色羊毛织物,媒染降低了染色羊毛织物的红光及黄光,其中硫酸亚铁媒染红光及黄光降低较多。

### 参考文献:

- [1] 郑虎占. 中药现代研究与应用 [M]. 北京: 学苑出版社, 1999.
- [2] 王丹阳, 康永祥, 侯姣姣, 等. 陕西产 2 种鹿蹄草的多酚含量测定及抗氧化性研究 [J]. 西北林学院学报, 2014, 29(4): 193-197.
- [3] 王储炎, 艾启俊, 陈颢, 等. 鹿蹄草的化学成分、生理功能及其在工业中的应用 [J]. 中国食品添加剂, 2006(5): 127-131.
- [4] 赵泽丰, 吴妮, 田雪, 等. 鹿蹄草属植物化学成分、药理活性与质量控制研究进展 [J]. 中国中药, 2017, 42(3): 24-34.
- [5] 盛华刚. 鹿衔草的化学成分与药理作用研究进展 [J]. 西北药学, 2012, 27(4): 383-385.
- [6] 李绪玲. 鹿衔草的药理作用及临床应用研究进展 [J]. 中国医学创新, 2010, 7(12): 185-186.
- [7] 刘存海, 张崇玉, 石康培. 鹿蹄草中化学元素含量的测定 [J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 1996, 24(1): 78-80.
- [8] 刘存海, 杨淑英, 张增强. 鹿蹄草保健茶工艺技术的研究 [J]. 国土与自然资源研究, 1998(2): 73-76.
- [9] 孙彩玉, 陈忠, 王威威, 等. 鹿蹄草资源的开发与利用研究 [J]. 北方园艺, 2011(1): 220-222.
- [10] 曹洋. 鹿蹄草属植物资源开发利用 [J]. 河北农业科学, 2008, 12(3): 113-114.