

DOI:10.14188/j.ajsh.20250418001

鄂州梁子湖区鱼腥草种质资源引种综合评价

董先婷^{1,2}, 王彬^{1,2}, 杨赛³, 肖文韬^{1,2}, 刘燕利^{1,2}, 鄢珊^{1,2}, 吴方华⁴, 严守雷⁵,
刁英^{1,2*}, 胡中立^{2,6}

- (1. 武汉轻工大学 生命科学与技术学院, 湖北 武汉 430023;
2. 湖北恩施富硒资源野外科学观测研究站, 湖北 恩施 445023;
3. 华中科技大学 同济医学院附属协和医院护理部, 湖北 武汉 430022;
4. 当阳市两河镇农业服务中心, 湖北 当阳 444114;
5. 华中农业大学 食品科学技术学院, 湖北 武汉 430070;
6. 武汉大学 生命科学学院, 湖北 武汉 430072)

摘要: 从云南、贵州、四川、湖南等地收集到5种野生种质,以湖北省当阳市的鱼腥草品种长坂坡1号为对照(CK),引种到鄂州梁子湖区,通过对地上部和地下茎的株高、茎粗、分枝数、叶片长与叶片宽、叶柄长、花序长、花柄长、花苞数、产量、节间数与节间长等12个主要农艺和产量性状,以及含水量、维生素C、游离氨基酸、可溶性糖、可溶性蛋白、粗脂肪、绿原酸、黄酮等8个品质指标进行综合评价。结果表明:地理种源显著影响鱼腥草农艺、产量性状及功能成分积累,其中贵州遵义鱼腥草在产量、株高、分蘖数、茎粗、叶片形态、花序形态等生长指标及地上部含水量、游离氨基酸、粗脂肪等品质指标上均为优异,其中地上部产量达5.24 kg/m²,显著高于对照,增幅达60.7%,游离氨基酸含量达4.321 mg/g,增幅达102.3%;云南昭通地上部在各营养品质性状表现均显著优于其他产区的资源,其可溶性糖含量达9.089 mg/g,为对照的2.27倍;而四川广汉地下茎药用品质更佳,其黄酮含量达7.744 mg/g,为对照的2.27倍;相关性分析显示,株高与产量呈显著正相关($r=0.82$),叶长与叶宽呈极显著正相关($r=0.99$);地上部含水量与游离氨基酸、可溶性糖呈显著正相关($r=0.82$),地下茎粗脂肪与黄酮呈极显著正相关($r=0.95$)。本研究明确了全国6个典型鱼腥草种植地区的种质资源在鄂州梁子湖区种植的农艺、产量、品质性状的差异,可为江汉平原地区鱼腥草种质引种与开发利用提供参考。

关键词: 鱼腥草;引种;综合评价;性状差异

中图分类号: S567.239

文献标志码: A

文章编号: 2096-3491(2025)03-0270-10

Comprehensive evaluation of *Houttuynia cordata* germplasm resources introduced to Liangzihu District of Ezhou

Dong Xianting^{1,2}, Wang Bin^{1,2}, Yang Sai³, Xiao Wentao^{1,2}, Liu Yanli^{1,2}, Yan Shan^{1,2}, Wu Fanghua⁴,
Yan Shoulei⁵, Diao Ying^{1,2*}, Hu Zhongli^{2,6}

- (1. College of Life Sciences and Technology, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, Hubei, China;
2. Hubei Enshi Selenium-rich Resources Field Scientific Observation and Research Station, Enshi 445023, Hubei, China;
3. Nursing Department of Union Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430022, Hubei, China;
4. Hubei Dangyang Agricultural Service Center of Lianghe Town, Dangyang 444114, Hubei, China;
5. College of Food Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, Hubei, China;
6. College of Life Science, Wuhan University, Wuhan 430072, Hubei, China)

收稿日期: 2025-04-18 修回日期: 2025-05-23 接受日期: 2025-06-09

作者简介: 董先婷(2000-),女,硕士生,主要从事植物资源开发,E-mail: dena_day@163.com

* 通讯联系人: 刁英(1978-),女,教授,主要从事植物遗传育种、植物资源生物学与生物技术的研究,E-mail: yingdiao@whpu.edu.cn

基金项目: 武汉轻工大学人才引进科研启动基金(2021RZ099)

引用格式: 董先婷,王彬,杨赛,等. 鄂州梁子湖区鱼腥草种质资源引种综合评价[J]. 生物资源, 2025, 47(3): 270-279.

Dong Xianting, Wang Bin, Yang Sai, et al. Comprehensive evaluation of *Houttuynia cordata* germplasm resources introduced to Liangzihu District of Ezhou [J]. Biotic Resources, 2025, 47(3): 270-279.

Abstract: Five wild germplasm resources collected from Yunnan, Guizhou, Sichuan, Hunan and other places, with Changbanpo No. 1 variety of *Houttuynia cordata* in Dangyang City, Hubei Province as the control (CK), were introduced to Liangzihu District of Ezhou, and the main agronomic and yield traits including the plant height, stem thickness, branch number, leaf length and leaf width, petiole length, inflorescence length, peduncle length, bract number, yield, number of nodes and node length of the above- and below-ground parts, as well as the moisture content, vitamin C, free amino acids, soluble sugar, soluble protein, crude fat, chlorogenic acid, and flavonoids were comprehensively evaluated. The results showed that the geographical provenances had a significant impact on the agronomic, yield traits, and functional component accumulation of *Houttuynia cordata*. *Houttuynia cordata* from Zunyi, Guizhou, had excellent growth indicators such as yield, plant height, tillering number, stem thickness, leaf morphology, and inflorescence morphology, as well as quality indicators such as water content, free amino acids, and crude fat in the aboveground parts. The yield of the aboveground parts reached 5.24 kg/m², which was significantly higher than the control, with an increase of 60.7%. The content of free amino acids reached 4.321 mg/g, with an increase of 102.3%. The resources from Zhaotong, Yunnan, showed significantly better performance in all nutritional quality traits than those from other producing areas, with a soluble sugar content of 9.089 mg/g, 2.27 times that of the control. However, the underground stem from Guanghan, Sichuan, had better medicinal quality, with a flavonoid content of 7.744 mg/g, 2.27 times that of the control. The correlation analysis showed that plant height was significantly positively correlated with yield ($r=0.82$), leaf length was extremely significantly positively correlated with leaf width ($r=0.99$). The water content of the aboveground part was significantly positively correlated with free amino acids and soluble sugars ($r=0.82$), and the crude fat of the underground stem was extremely significantly positively correlated with flavonoids ($r=0.95$). This study clarifies the differences in agronomic, yield, and quality traits of the germplasm resources from six typical planting areas across the country in the Liangzihu District of Ezhou, which can provide a reference for the introduction and development and utilization of *Houttuynia cordata* germplasm in the Jiangnan Plain.

Key words: *Houttuynia cordata* Thunb.; introduction; comprehensive evaluation; phenotypic variation

0 引言

鱼腥草(*Houttuynia cordata* Thunb.)又名蕺菜,是三白草科(Saururaceae)蕺菜属(*Houttuynia*)仅存的一个种,为多年生草本植物。蕺菜之全草,始载于《名医别录》,其茎叶搓碎后,有鱼腥味,故名鱼腥草^[1]。2020年版《中华人民共和国药典》中有近20种中成药以其为原料,西南地区民间以其作为蔬菜食用,云南、贵州、四川、广东、广西、湖北和湖南等地均有栽培^[2]。2021年11月10日,国家卫生健康委发布“关于印发《按照传统既是食品又是中药材的物质目录管理规定》的通知”中,鱼腥草被正式确定为既是食品又是药品的药食同源植物^[3]。

鱼腥草在中国资源丰富,对环境的适应性强,常生长在海拔300~2 600 m的背阴山坡、路旁、村边田埂、河畔溪边及湿地草丛中。20世纪90年代,开始对鱼腥草进行人工驯化种植,随着种植技术的不断创新,人工种植的鱼腥草产量与品质大幅提升,鱼腥草种植已成为一些地方的特色产业,如湖北省当阳市两河镇,已将鱼腥草种植规模化和产业化,种植效益突出,被中国蔬菜流通协会授予“中国鱼腥草之乡”^[4]。目前,各地的鱼腥草栽培均以当地的种质资源为主,多年持续栽培导致出现鱼腥草产品品质下

降及病害频发的问题,急需引入新的品种资源来应对这一问题。然而,不同地理来源的种质资源在跨区域引种过程中表型可塑性及功能成分积累差异显著等问题尚无系统研究。

本研究引进全国6个典型鱼腥草种植地区的种质资源在鄂州市梁子湖地区进行比较实验,以期筛选出综合表现优良的种质,为江汉平原地区引进品种及品种培育提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试种质资源共6份,均为当地栽培的鱼腥草,具体种质资源信息见表1。

1.2 试验方法

田间设计:试验于2023年11月20日在湖北省鄂州市梁子湖区实验基地进行,引进的外省鱼腥草种质共5个,以长坂坡1号为对照(CK)。每小区面积为3 m²,栽培株行距为10 cm×25 cm。随机区组设计,3次重复。

基地环境:北亚热带季风湿润气候(柯本气候分类Cfa),年均温17.2℃,年均降水量1 280 mm(鄂州市气象局近十年均值),年均相对湿度:78%,日照时

表 1 鱼腥草供试种源名称及其来源
Table 1 Names and sources of *Houttuynia cordata* test materials

种质编号	种质名称	来源
1	长坂坡 1 号(CK)	湖北省当阳市两河镇
2	湖南凤凰	湖南省湘西土家族苗族自治州凤凰县新场镇
3	贵州遵义	贵州省遵义市虾子镇
4	四川广汉	四川省广汉市高坪镇
5	云南昭通	云南省昭通市赤水源镇
6	贵州长顺	贵州省安顺市长顺县广顺镇

数 1 896 h/a,无霜期 258 d;试验地为潞育型水稻土(中国土壤系统分类:*Hydragric Anthrosol*),基础肥力有机质 22.3 g/kg,pH 6.7,速效氮/磷/钾分别为 98.4 mg/kg、26.5 mg/kg、112.7 mg/kg,田间管理同大田生产,2024 年 6 月 8 日收获,收获时将 3 个重复小区的样品与产量单独分开进行测产与随机采样,分地上部和地下茎进行记录。

1.3 测定指标与方法

每个试验小区划定 1 m²的测产样方,确保空间分布均匀性以消除边际效应影响。在各样方内系统选取 10 株生长状态一致的代表性植株,观察比较不同种质的形态特征性状,观察项目及标准^[4]见表 2;调查记录不同种质鱼腥草的株高、分枝数、叶片形态(叶长、叶宽、叶柄)、花序形态(花序、花柄、花苞)、地上茎粗、茎单株重、叶单株重、地上节间数和节间长,以及地下茎粗、茎单株重、地下节间数和节间长,产量取 1 m²每小区测定地上部鲜质量和地下茎鲜质量,数据采集遵循 3 次重复取平均原则。部分农艺性状记录标准见表 2。

测定不同种质鱼腥草样品的水分、维生素 C、游离氨基酸、可溶性糖、蛋白质、粗脂肪及地下茎的黄酮和绿原酸等营养成分含量。其中,含水量执行 105℃恒重法,维生素 C 采用钼蓝比色法^[5],游离氨基酸采用水合茚三酮光度法^[6],可溶性糖采用蒽酮比色法^[7],粗蛋白采用凯氏定氮法,粗脂肪采用索氏抽提法^[8],黄酮类物质经超声波法醇提后采用硝酸铝比色法^[9],绿原酸经乙醇回流后采用比色法^[10]。所有检测均设置 3 次重复。

1.4 数据分析

采用 Microsoft Excel 和 SPSS Statistics 27.0 软件对数据做相关性分析,观察其差异,以长坂坡 1 号为对照(CK),对 5 个鱼腥草种质资源进行综合评价。

表 2 鱼腥草的形态特征和农艺性状观察项目及标准
Table 2 Observation items and standards for morphological characteristics and agronomic traits of *Houttuynia cordata*

性状	观察项目	标准
形态特征性状	叶色(正面)	1,深绿;2,浅黄;3,紫红
	叶色(背面)	1,紫红;2,白
	叶脉基部色	1,紫红;2,白
	叶缘色	1,紫红;2,白
	叶缘形状	1,全缘;2,波浪
	茎秆色	1,紫红;2,深绿;3,白
	叶片裂刻	1,浅裂;2,深裂;3,全裂
农艺性状	叶背面刺毛	1,无;2,有
	株高	商品收获期,地面到主花序着生节间处的自然高度
	叶长	商品收获期,叶片基部到叶尖的长度
	叶宽	商品收获期,叶片最宽处的直径
	地上部茎粗	商品收获期,茎秆切面是椭圆形,以最宽处
	地下部茎粗	商品收获期,茎秆切面是椭圆形,以最宽处
	地上部茎节间长	商品收获期,地上部茎平均节间长度
	地下部茎节间长	商品收获期,地下部茎平均节间长度
	分枝数	商品收获期,每株植株主干上侧枝的个数
	地上部鲜质量	商品收获期,每平方米植株地上部茎叶鲜质量
	地下部鲜质量	商品收获期,每平方米植株地下部根茎鲜质量

2 结果与分析

2.1 不同种质鱼腥草叶片形态性状比较

鱼腥草叶片是重要的食用及药用部位,由表 3 可知,6 种鱼腥草正面叶色均为绿色,背面叶色均为白色。叶脉基部除 CK 和湖南凤凰为白色外,其他种质均为有红有白;叶缘色是 CK 和湖南凤凰为白色,四川广汉为红色,其他种质均为红白相间;叶缘形状除四川广汉为波状外,其他种质既有全缘又有波状;叶片裂刻均为浅裂;除了 CK 叶面有被毛,四川广汉叶面无被毛外,其他种质有的有、有的无。

2.2 不同种质鱼腥草植物学性状比较

鱼腥草植物学性状差异明显,体现出种质资源的遗传多样性(表 4、表 5)。各地鱼腥草株高范围为

表 3 各鱼腥草品种叶片的形态特征

Table 3 Morphological characteristics of leaves in various varieties of *Houttuynia cordata*

种质名称	叶色(正面)	叶色(背面)	叶脉基部色	叶缘色	叶缘形状	茎秆色	叶片裂刻	叶背面刺毛
长坂坡1号(CK)	深绿	白	白	白	全缘,波浪	深绿	浅裂	有
湖南凤凰	深绿	白	白	白	全缘,波浪	紫红,深绿	浅裂	有,无
贵州遵义	深绿	白	紫红,白	紫红,白	全缘,波浪	紫红,深绿	浅裂	有,无
四川广汉	深绿	白	紫红,白	紫红	波浪	紫红	浅裂	无
云南昭通	深绿	白	紫红,白	紫红,白	全缘,波浪	紫红,深绿	浅裂	有,无
贵州长顺	深绿	白	紫红,白	紫红,白	全缘,波浪	紫红,深绿	浅裂	有,无

29.40~48.80 cm,湖南凤凰(48.80 cm)与贵州遵义的(42.97 cm)株高显著高于其他产区($P<0.05$),其株高与茎秆的发育,印证了亚热带湿润气候对植株伸长的促进作用;四川广汉的株高最低(29.40 cm),与贵州长顺(38.63 cm)、云南昭通的株高(39.20 cm)差异显著,但其茎秆直径(3.68 mm)较优,与CK(2.77 mm)和湖南凤凰(3.34 mm)有显著差异($P<0.05$),符合矮秆高生物量积累的栽培型特征;地下茎粗范围为2.93~4.10 mm,湖南凤凰的(4.10 mm)显著优于CK(2.93 mm),但其他产区无显著差异($P>0.05$),结合22节的超高分蘖数,显著高于其他产区(12~15节),体现其对冲积平原高肥力土壤的适应性;贵州遵义的茎秆直径(3.90 mm)较CK(2.77 mm)增加40.8%($P<0.01$),为6产区最优,验证了其作为传统栽培区的种质优势,而云南昭通(3.80 mm)与四川广汉(3.68 mm)和贵州长顺(3.51 mm)的茎秆直径无显著差异;叶片性状中,贵州长顺的叶长 $\times$ 叶宽最大(8.70 cm $\times$ 7.93 cm,面积69.0 cm²),显著高于CK(34.9 cm²),可能

与原生地喀斯特地貌强光照诱导的叶面积扩张机制相关,叶长/叶宽比仅与贵州长顺(1.10)、湖南凤凰(1.14)接近1.2;云南昭通的叶柄最长(4.37 cm),较CK(3.47 cm)增加25.9%($P<0.05$),这可能与云南高海拔地区抗风压的形态响应相关;花序长度以贵州遵义的最长(1.64 cm),贵州长顺的最短(0.13 cm);基于鄂州标准化田间试验数据,可知6产区鱼腥草种质在多数性状上存在显著差异($P<0.05$)。

2.3 不同种质鱼腥草产量比较

鱼腥草地上部和地下茎分开收获。因此,本研究还分别测定了地上部及地下茎的产量(表6)。地上部单株重及产量均以贵州遵义的最高(5.24 kg/m²),其中地上茎单株重达3.48 g,较CK(1.76 g)增加97.7%($P<0.01$),叶单株重达6.38 g,为CK(1.76 g)的3.6倍;四川广汉的地上部单株重较CK无显著性差异,但产量仅2.07 kg/m²,显著低于CK(3.26 kg/m², $P<0.05$),这可能与茎粗和分蘖数有关;地下茎单株以湖南凤凰的最重

表 4 各鱼腥草品种的植物学性状比较(地上部)

Table 4 Comparison of plant morphological traits of various varieties of *Houttuynia cordata* (aboveground parts)

种质名称	株高/cm	分枝数/ 个	茎粗/ mm	节间数/ 节	节间长/ cm	叶片长/ cm	叶片宽/ cm	叶柄长/ cm	花序长/ cm	花柄长/ cm	花苞数/ 个
长坂坡1号 (CK)	34.33 $\pm$ 4.27 ^{bc}	4.33 $\pm$ 0.98 ^{ab}	2.77 $\pm$ 0.67 ^c	6.00 $\pm$ 0.85 ^b	5.30 $\pm$ 0.52 ^d	6.43 $\pm$ 0.56 ^c	5.43 $\pm$ 0.59 ^c	3.47 $\pm$ 0.64 ^b	0.58 $\pm$ 0.38 ^{cd}	0.92 $\pm$ 0.61 ^b	2.53 $\pm$ 1.88 ^{cd}
湖南凤凰	48.80 $\pm$ 5.14 ^a	3.93 $\pm$ 0.70 ^b	3.34 $\pm$ 0.36 ^b	5.93 $\pm$ 0.46 ^b	7.73 $\pm$ 0.87 ^a	7.87 $\pm$ 0.85 ^{ab}	6.90 $\pm$ 0.81 ^b	3.87 $\pm$ 0.64 ^{ab}	1.28 $\pm$ 0.28 ^{ab}	1.07 $\pm$ 0.35 ^b	6.27 $\pm$ 2.60 ^{ab}
贵州遵义	42.97 $\pm$ 8.68 ^{ab}	4.73 $\pm$ 0.80 ^{ab}	3.90 $\pm$ 0.92 ^a	6.27 $\pm$ 0.88 ^b	6.28 $\pm$ 0.91 ^{bc}	7.83 $\pm$ 1.25 ^{ab}	7.27 $\pm$ 0.90 ^{ab}	4.00 $\pm$ 0.68 ^{ab}	1.64 $\pm$ 0.56 ^a	1.91 $\pm$ 0.66 ^a	9.20 $\pm$ 5.92 ^a
四川广汉	29.40 $\pm$ 2.07 ^c	4.20 $\pm$ 1.30 ^{ab}	3.68 $\pm$ 0.48 ^{ab}	5.00 $\pm$ 0.00 ^c	4.96 $\pm$ 0.49 ^d	7.00 $\pm$ 0.79 ^{bc}	6.10 $\pm$ 0.82 ^c	4.00 $\pm$ 0.94 ^{ab}	1.28 $\pm$ 0.31 ^{ab}	0.91 $\pm$ 0.27 ^b	4.00 $\pm$ 0.00 ^{bc}
云南昭通	39.20 $\pm$ 2.83 ^b	5.07 $\pm$ 0.96 ^a	3.80 $\pm$ 0.57 ^{ab}	6.27 $\pm$ 0.59 ^b	5.70 $\pm$ 0.62 ^{cd}	7.93 $\pm$ 0.82 ^{ab}	7.13 $\pm$ 0.35 ^b	4.37 $\pm$ 0.81 ^a	0.80 $\pm$ 0.76 ^{bc}	0.92 $\pm$ 0.95 ^b	2.80 $\pm$ $\pm$ 2.62 ^{cd}
贵州长顺	38.63 $\pm$ 3.75 ^b	4.07 $\pm$ 1.39 ^b	3.51 $\pm$ 0.38 ^{ab}	4.87 $\pm$ 0.35 ^c	6.87 $\pm$ 0.78 ^{ab}	8.70 $\pm$ 1.16 ^a	7.93 $\pm$ 0.73 ^a	3.93 $\pm$ 0.78 ^{ab}	0.13 $\pm$ 0.49 ^d	0.11 $\pm$ 0.42 ^c	0.27 $\pm$ 1.03 ^d

注:表中同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。

Note: Different lowercase letters following data in the same column indicate significant differences among treatments ($P<0.05$).

表 5 各鱼腥草品种的植物学性状比较(地下部)
Table 5 Comparison of plant characteristics of various varieties of *Houttuynia cordata* (underground parts)

种质名称	分枝数/个	茎粗/mm	节间数/节	节间长/cm
长坂坡1号(CK)	5.00±1.31 ^{ab}	2.93±0.34 ^b	11.80±5.10 ^b	2.82±0.51 ^a
湖南凤凰	6.00±1.64 ^a	4.10±0.39 ^a	21.60±4.52 ^a	2.04±0.06 ^b
贵州遵义	5.07±1.72 ^{ab}	3.58±0.14 ^a	20.27±4.27 ^{ab}	1.82±0.12 ^b
四川广汉	2.40±2.51 ^b	3.61±0.35 ^a	12.00±4.85 ^b	1.92±0.48 ^b
云南昭通	5.33±1.80 ^{ab}	3.63±0.47 ^a	15.40±4.58 ^{ab}	2.17±0.35 ^b
贵州长顺	6.27±1.68 ^a	4.00±0.14 ^a	14.07±4.84 ^{ab}	2.00±0.18 ^b

注:表中同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。
Note: Different lowercase letters following data in the same column indicate significant differences among treatments ($P<0.05$).

(17.51 g),与贵州遵义的(10.71 g)无显著差异($P>0.05$),但显著优于其他产区(各产区单株地下茎性状见图1);地下茎产量以贵州遵义的(2.77 kg/m²)最高,为四川广汉(0.80 kg/m²)的3.5倍。各小区总产量范围为3.31~4.66 kg/m²,贵州遵义的最高,为4.66 kg/m²,四川广汉的(3.31 kg/m²)最低,与CK(3.91 kg/m²)无显著性差异。

2.4 不同种质鱼腥草营养成分含量比较

通过对采集的新鲜鱼腥草地下茎相关指标进行定量测定,结果显示(见表7),不同种质的地上部含水量较为稳定,最高的为云南昭通(83.15%),变异系数为1.26%,最低的为四川广汉(80.04%),变异系数为5.34%;地下茎中含水量最高的为湖南凤凰(82.18%),变异系数为2.97%,最低的为贵州遵义(69.15%),变异系数为17.89%,产地间差异显著($P<0.05$);游离氨基酸地上部含量属贵州遵义的最高(4.321 mg/g),四川广汉的最低(2.108 mg/g);地下茎中湖南凤凰的居首(4.032 mg/g),与CK(3.838 mg/g)无显著性差异,四川广汉的最低(1.070 mg/g),产地间差异极显著($P<0.01$);维生素C地上部云南昭通的含量最高(685.4 mg/kg),显

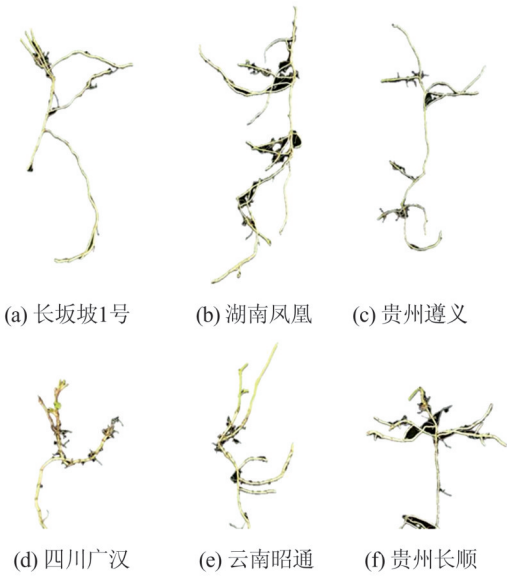


图 1 6个产区种源鱼腥草地下茎性状
Figure 1 Morphological characteristics of the underground stems of *Houttuynia cordata* varieties from six producing areas

著高于贵州长顺的(465.1 mg/kg, $P<0.01$);地下茎中以四川广汉的维生素C(142.3 mg/kg)表现最为突出;可溶性糖含量地上部的范围为5.082~

表 6 各鱼腥草单株重和产量比较
Table 6 Comparison of individual plant weight and yield of various varieties of *Houttuynia cordata*

种质名称	地上茎单株重/g	地上叶单株重/g	地上部产量/(kg•m ⁻²)	地下茎单株重/g	地下茎产量/(kg•m ⁻²)	总产量/(kg•m ⁻²)
长坂坡1号(CK)	1.76±0.79 ^c	2.60±0.84 ^b	3.26±0.48 ^c	7.02±3.99 ^b	1.86±0.78 ^{ab}	3.91±0.47 ^{ab}
湖南凤凰	2.87±0.68 ^b	3.66±1.15 ^b	4.26±1.03 ^{ab}	17.51±5.56 ^a	2.64±0.77 ^a	4.27±0.67 ^a
贵州遵义	3.48±1.60 ^a	6.38±2.22 ^a	5.24±1.34 ^a	10.71±4.98 ^{ab}	2.77±0.58 ^a	4.66±0.68 ^a
四川广汉	1.95±0.39 ^c	3.81±2.17 ^b	2.07±0.01 ^d	6.26±1.59 ^b	0.80±0.37 ^c	3.31±0.14 ^b
云南昭通	3.15±0.54 ^{ab}	5.59±1.31 ^a	3.77±0.69 ^{bc}	9.60±1.73 ^b	1.82±0.13 ^{ab}	3.88±0.37 ^{ab}
贵州长顺	3.25±1.00 ^a	5.69±2.26 ^a	3.94±1.10 ^{abc}	8.10±3.27 ^b	1.14±0.33 ^{bc}	4.61±0.29 ^a

注:表中同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。
Note: Different lowercase letters following data in the same column indicate significant differences among treatments ($P<0.05$).

9.089 mg/g,最高为云南昭通的(9.089 mg/g),变异系数为5.85%,最低为四川广汉的(5.082 mg/g),变异系数为2.37%;地下茎范围为15.891~25.135 mg/g,最高为贵州长顺(25.135 mg/g),最低为贵州遵义的(15.891mg/g),显示其地域适应性差异极显著;可溶性蛋白地上部云南昭通的最高(1.281 mg/g),贵州遵义的最低(0.983 mg/g);地下茎可溶性蛋白贵州长顺的最高(1.210 mg/g),贵州遵义的最低(0.855 mg/g);粗脂肪地上部含量以云南昭通的最高(11.98%),四川广汉的最低(9.84%);地下茎中脂肪含量以四川广汉的最高(10.00%),为脂肪含量最低的CK(6.24%)的1.6倍;次生代谢物中,绿原酸以四川广汉的最高(7.602 mg/g),是最低的贵州遵义(2.622 mg/g)的2.9倍;其地下茎黄酮含量(7.744 mg/g)也显著高于其他产区($P<0.05$)。

2.5 鱼腥草种质主要植物学性状和产量的相关性分析

对6个鱼腥草种质的主要农艺性状指标(分枝数、茎粗、节间数、节间长、株高、叶长、叶宽、叶柄长度、花序长度、花梗长度、花苞数)和单株重、产量进行相关性分析,结果如表8所示,6份鱼腥草种质资源主要农艺性状和产量性状存在显著或极显著相关性。地上部株高与地下茎节间数、单株重呈极显著正相关,与地上部节间长、产量、地下茎产量呈显著正相关;地上部茎粗与叶柄长、叶单株重呈显著正相关,与地下茎节间长呈显著负相关;地下茎直径与地

上部叶片长呈显著正相关;地上部枝数与地下茎分枝数、单株重、地上部节间长、总产量呈负相关;地下茎分枝数与地上部叶柄长、花序长、花柄长、花苞数呈负相关;地上部节间数与地下茎产量呈显著正相关;地下茎节间数与地下茎单株重、产量呈显著正相关;地上部节间长与地下茎单株重呈显著正相关;地下茎节间长与地上部叶片长,叶柄长,花序长、花柄长、花苞数、叶单株重、产量、地下茎单株重、产量、总产量呈负相关;地上部叶片长与地上部叶片宽呈极显著正相关,与地上部茎单株重呈显著正相关;地上部叶片宽与地上部茎单株重呈极显著正相关,与地上部叶单株重呈显著正相关;地上部花序长与地上部花苞数呈极显著正相关,与地上部花柄长呈显著正相关;地上部花柄长与地上部花苞数呈极显著正相关;地上部茎单株重与地上部叶单株重、产量呈显著正相关;地上部产量与地下茎产量、总产量呈显著正相关。

2.6 鱼腥草种质营养组分的相关性分析

对6个鱼腥草种质的营养成分(含水量、维生素C、游离氨基酸、可溶性糖、可溶性蛋白、粗脂肪)和绿原酸、黄酮类物质等主要品质指标进行相关性分析,结果如表9所示,地上部含水量与地上部游离氨基酸、可溶性糖呈显著正相关;地下茎含水量与地上部游离氨基酸、可溶性糖、可溶性蛋白、粗脂肪和地下茎粗脂肪、黄酮呈负相关;地上部维生素C与地下茎可溶性糖、可溶性蛋白、绿原酸呈负相关。地下茎维生素C与地下茎绿原酸呈极显著正相关,与地

表7 各鱼腥草品种的营养组分
Table 7 Nutritional components of various varieties of *Houttuynia cordata*

营养组分	部位	长坂坡1号(CK)	湖南凤凰	贵州遵义	四川广汉	云南昭通	贵州长顺
含水量/%	地上部	81.46±0.43 ^c	82.03±0.75 ^{abc}	82.74±1.49 ^{ab}	80.04±0.04 ^c	83.15±1.05 ^a	82.91±0.56 ^{ab}
	地下茎	78.98±0.88 ^{ab}	82.18±2.44 ^a	69.15±12.37 ^b	73.60±3.44 ^{ab}	75.49±5.46 ^{ab}	77.81±2.82 ^{ab}
维生素C/ (mg•kg ⁻¹)	地上部	528.3±180.90 ^b	589.7±37.29 ^a	521.6±85.64 ^b	519.4±11.38 ^b	685.4±235.09 ^a	465.1±105.02 ^c
	地下茎	125.1±24.96 ^c	131.8±28.92 ^b	115.9±13.28 ^d	142.3±12.03 ^a	131.3±18.28 ^b	124.5±28.25 ^c
游离氨基酸/ (mg•g ⁻¹)	地上部	2.136±0.295 ^c	2.779±0.618 ^b	4.321±1.817 ^a	2.108±0.367 ^c	3.830±0.366 ^{ab}	3.247±1.415 ^{ab}
	地下茎	3.838±0.962 ^{ab}	4.032±0.970 ^a	2.486±0.682 ^{bc}	1.070±0.182 ^d	2.750±0.549 ^{abc}	2.081±0.882 ^{cd}
可溶性糖/ (mg•g ⁻¹)	地上部	6.889±3.497 ^d	6.001±4.461 ^c	7.175±2.766 ^c	5.082±0.121 ^f	9.089±0.532 ^a	7.036±2.061 ^b
	地下茎	18.997±1.659 ^{ab}	24.045±5.653 ^{ab}	15.891±3.324 ^b	24.583±0.011 ^{ab}	22.091±3.077 ^{ab}	25.135±8.254 ^a
可溶性蛋白/ (mg•g ⁻¹)	地上部	1.178±0.299	1.262±0.156	1.213±0.357	1.181±0.188	1.281±0.475	0.983±0.192
	地下茎	1.162±0.562	1.088±0.043	0.855±0.287	0.966±0.025	1.069±0.329	1.210±0.343
粗脂肪/%	地上部	11.13±0.41 ^{ab}	11.84±0.55 ^a	11.95±0.56 ^a	9.84±0.51 ^c	11.98±0.14 ^a	10.07±1.35 ^{bc}
	地下茎	6.24±1.43 ^c	7.34±0.69 ^{ab}	6.42±0.47 ^{ab}	10.00±1.93 ^a	7.73±1.01 ^b	6.89±0.55 ^{ab}
黄酮/(mg•g ⁻¹)	地下茎	3.418±1.238 ^c	5.262±1.391 ^{bc}	4.472±1.791 ^{bc}	7.744±2.011 ^a	6.095±1.899 ^{ab}	4.003±1.507 ^{bc}
绿原酸/(mg•g ⁻¹)	地下茎	4.370±0.476 ^{bc}	4.855±1.899 ^{bc}	2.622±0.322 ^c	7.602±0.160 ^a	4.693±1.847 ^{bc}	5.171±1.361 ^b

注:表中同行数据后不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。
Note: Different lowercase letters following data in the same line indicate significant differences among treatments ($P<0.05$).

表 8 各鱼腥草主要植物学性状和产量的相关性
Table 8 Correlation between main plant traits and yield of *Houttuynia cordata* varieties

项目	株高 (地上)	茎粗 (地上)	茎粗 (地下)	分枝数 (地上)	分枝数 (地下)	节间数 (地上)	节间数 (地下)	节间长 (地上)	节间长 (地下)	叶片长 (地上)	叶片宽 (地上)	叶柄长 (地上)	花序长 (地上)	花柄 长 (地上)	花苞 数 (地上)	茎单 株重 (地上)	茎单 株重 (地下)	叶单 株重 (地上)	产量 (地上)	产量 (地下)	总产 量
株高 (地上)	1.000																				
茎粗 (地上)	0.128	1.000																			
茎粗 (地下)	0.559	0.492	1.000																		
分枝数 (地上)	−0.055	0.474	−0.344	1.000																	
分枝数 (地下)	0.748	−0.173	0.348	−0.042	1.000																
节间数 (地上)	0.487	0.007	−0.329	0.632	0.283	1.000															
节间数 (地下)	0.929**	0.346	0.550	0.011	0.475	0.499	1.000														
节间长 (地上)	0.891*	0.037	0.759	−0.421	0.763	0.050	0.767	1.000													
节间长 (地下)	−0.271	−0.871*	−0.749	0.004	0.114	0.256	−0.489	−0.339	1.000												
叶片长 (地上)	0.540	0.554	0.823*	0.006	0.611	−0.187	0.452	0.681	−0.635	1.000											
叶片宽 (地上)	0.520	0.632	0.769	0.100	0.569	−0.135	0.469	0.623	−0.679	0.988**	1.000										
叶柄长 (地上)	0.130	0.874*	0.484	0.585	−0.047	0.098	0.225	0.016	−0.638	0.556	0.584	1.000									
花序长 (地上)	0.259	0.441	0.061	0.170	−0.413	0.417	0.581	0.004	−0.472	−0.213	−0.139	0.195	1.000								
花柄长 (地上)	0.303	0.308	−0.239	0.428	−0.199	0.707	0.561	−0.068	−0.207	−0.274	−0.167	0.068	0.880*	1.000							
花苞数 (地上)	0.482	0.371	0.068	0.175	−0.116	0.550	0.748	0.207	−0.424	−0.080	0.006	0.080	0.934**	0.938**	1.000						
茎单株重 (地上)	0.674	0.663	0.618	0.333	0.611	0.231	0.663	0.607	−0.623	0.882*	0.926**	0.597	0.089	0.168	0.282	1.000					
茎单株重 (地下)	0.923**	0.053	0.589	−0.226	0.524	0.408	0.895*	0.838*	−0.264	0.352	0.302	0.091	0.395	0.295	0.511	0.426	1.000				
叶单株重 (地上)	0.295	0.824*	0.424	0.514	0.291	0.088	0.365	0.226	−0.675	0.766	0.851*	0.695	0.087	0.175	0.207	0.897*	0.022	1.000			
产量 (地上)	0.824*	0.267	0.281	0.252	0.719	0.558	0.799	0.647	−0.273	0.541	0.598	0.124	0.228	0.467	0.535	0.813*	0.569	0.605	1.000		
产量 (地下)	0.822*	0.018	0.048	0.210	0.495	0.820*	0.848*	0.519	−0.027	0.081	0.120	−0.065	0.522	0.720	0.750	0.436	0.739	0.156	0.820*	1.000	
总产量	0.705	0.126	0.368	−0.035	0.805	0.190	0.604	0.720	−0.250	0.666	0.699	−0.049	−0.094	0.118	0.240	0.771	0.413	0.578	0.900*	0.559	1.000

注: * 和 ** 分别表示显著相关($P < 0.05$)和极显著相关($P < 0.01$)。
Note: *and** indicate significant correlation ($P < 0.05$) and extremely significant correlation ($P < 0.01$).

下茎粗脂肪、黄酮呈显著正相关;地上部和地下茎的游离氨基酸都与地下茎的可溶性糖、粗脂肪、黄酮、绿原酸呈负相关;地上部可溶性糖与地下茎可溶性糖、粗脂肪、黄酮、绿原酸呈负相关;地下茎可溶性糖与地上部可溶性蛋白、粗脂肪呈负相关;地上部粗脂肪与地下茎粗脂肪、黄酮、绿原酸呈负相关;地下茎粗脂肪与地下茎黄酮呈极显著正相关,与绿原酸呈显著正相关。

3 讨 论

鱼腥草是传统的药食两用植物,随着消费市场的不断扩大,鱼腥草规模化栽培面积也不断增长,湖北作为全国鱼腥草种植面积最大的省份,规模化种植主要集中在宜昌市。目前,各地大多种植的是由本地野生鱼腥草资源驯化而来的农家品种,对不同地理来源的种质资源进行综合比较的研究较少,本研究在鄂州梁子湖地区开展鱼腥草种质资源引种的综合评价,对于在江汉平原地区推广种植鱼腥草以及选育新品种具有重要意义。本研究通过系统比较和评价6份来自全国鱼腥草主产区的种质资源,发现其形态、产量及功能成分均呈现显著地理差异,这些差异可能是种质资源间的遗传差异与环境因素^[11]共同导致的。变异分析结果表明,游离氨基酸(CV=40.96%)和绿原酸(CV=32.87%)变化最大,而含水量(CV=5.70%)稳定性强,所有营养物

质含量均受产地因素影响,尤其是黄酮和绿原酸,这与吴令上^[12],孟江等^[13]研究结果一致。在相关性分析中,地上部节间长与产量、地下茎节间数、单株重与产量与株高呈极显著或显著相关性,地下茎产量、总产量与地上部产量呈显著正相关,表明株高受多个性状影响,且可在一定程度上作为产量的选择依据^[14]。地下茎维生素C、黄酮、绿原酸与粗脂肪含量呈极显著或显著相关性,表明粗脂肪受这几个指标影响较大。

与湖北当阳鱼腥草(长坂坡1号)相比,贵州遵义鱼腥草株高、茎粗、地下茎产量均居首位,体现高产特性,其形态特征与产量的优越性使其成为产量导向的种源;湖南凤凰鱼腥草株高与叶面积显著领先,地上产量与地下分蘖数协同优势突出,其更适合食用(特别是新鲜食用的嫩茎叶)市场需求;四川广汉鱼腥草茎粗与贵州遵义鱼腥草无显著差异,节间短导致地上产量最低,但其在绿原酸和黄酮含量上表现出显著的优势,适合于药用功能成分开发;云南昭通鱼腥草维生素C显著高于其他产区,适合高营养品种开发,满足江汉平原地区对高营养蔬菜的需求;贵州长顺鱼腥草地下茎蛋白与绿原酸双高,但可溶性糖含量波动大,其在产量稳定性和品质控制上可能存在一定的挑战。

从现在发展趋势来看,鱼腥草的消费人群呈现明显的地域差异:西南传统区消费习惯与饮食文化

表9 各鱼腥草营养成分的相关性
Table 9 Correlation between nutritional components of *Houttuynia cordata* varieties

营养成分	含水量 (地上)	含水量 (地下)	维生素 C (地上)	维生素 C (地下)	游离氨 基酸 (地上)	游离氨 基酸 (地下)	可溶性 糖 (地上)	可溶性 糖 (地下)	可溶性 蛋白 (地上)	可溶性 蛋白 (地下)	粗脂肪 (地上)	粗脂肪 (地下)	黄酮 (地 下)	绿原 酸 (地 下)
含水量(地上)	1.000													
含水量(地下)	-0.030	1.000												
维生素C(地上)	0.290	0.129	1.000											
维生素C(地下)	-0.671	0.271	0.252	1.000										
游离氨基酸(地上)	0.826*	-0.534	0.262	-0.634	1.000									
游离氨基酸(地下)	0.302	0.629	0.337	-0.337	-0.044	1.000								
可溶性糖(地上)	0.817*	-0.130	0.579	-0.434	0.671	0.231	1.000							
可溶性糖(地下)	-0.229	0.545	-0.008	0.722	-0.443	-0.272	-0.309	1.000						
可溶性蛋白(地上)	-0.061	-0.058	0.802	0.200	0.125	0.381	0.179	-0.324	1.000					
可溶性蛋白(地下)	0.166	0.805	-0.078	0.079	-0.403	0.358	0.147	0.517	-0.482	1.000				
粗脂肪(地上)	0.561	-0.022	0.673	-0.445	0.578	0.665	0.562	-0.573	0.734	-0.283	1.000			
粗脂肪(地下)	-0.660	-0.144	0.112	0.900*	-0.399	-0.669	-0.464	0.579	0.138	-0.265	-0.508	1.000		
黄酮(地下)	-0.501	-0.241	0.343	0.826*	-0.175	-0.589	-0.291	0.444	0.374	-0.431	-0.237	0.953**	1.000	
绿原酸(地下)	-0.713	0.216	-0.096	0.924**	-0.698	-0.534	-0.549	0.791	-0.174	0.188	-0.753	0.877*	0.709	1.000

注:* 和**分别表示显著相关($P<0.05$)和极显著相关($P<0.01$)。
Note: *and** indicate significant correlation ($P<0.05$) and extremely significant correlation($P<0.01$).

深度绑定,以嫩茎叶等地上部鲜食为主^[15],倾向于分枝多、节间短的地上部品种,以提高产量和适口性;新兴区受健康饮食趋势影响,偏好地下茎的保健功能,需求更趋多元化^[16]。本研究发现不同产区的鱼腥草种质具有各自的优势和特性。江汉平原地区气候温和,降水充沛,适合鱼腥草的生长。根据各种源的特性,贵州遵义、云南昭通、湖北当阳等种源适合在江汉平原地区进行引种。为满足不同市场需求,可以优先考虑贵州遵义种源用于菜用高产和综合性状的推广,而云南昭通和四川广汉则更适合根据保健营养或药用市场需求进行优化。人工栽培鱼腥草,为消费者提供“时令”蔬菜、为制药企业提供制药原料,已成为广大鱼腥草种植户的重要经济来源^[17]。因此,应注意结合各区域消费特点,针对性地优化品种的形态特征(如分枝数、根茎比例)和化学成分(如黄酮、氨基酸),选育出不同类型的鱼腥草品种,满足细分的消费需求。

参考文献

- [1] 李爽,于庆海,金佩珂. 鱼腥草的有效成分、药理作用及临床应用的研究进展[J]. 沈阳药科大学学报, 1997, 14(2): 69-72.
Li S, Yu Q H, Jin P K. Studies on the effective constituent, pharmacological effects and clinical application of *Houttuynia cordata* [J]. Journal of Shenyang Pharmaceutical University, 1997, 14(2): 69-72.
- [2] 张延智,刘佳乐,缪菊连,等. 鱼腥草地下茎挥发油成分的GC-MS分析[J]. 中国民族民间医药, 2020, 29(14): 25-27, 37.
Zhang Y Z, Liu J L, Miao J L, et al. GC-MS analysis of the volatile oil in the underground parts of *Houttuynia cordata* [J]. Chinese Journal of EthnoMedicine, 2020, 29(14): 25-27, 37.
- [3] 国家卫生健康委关于印发《按照传统既是食品又是中药材的物质目录管理规定》的通知[J]. 中华人民共和国国家卫生健康委员会公报, 2021(11): 7-9.
Notice of the National Health Commission on Printing and Distributing the Administrative Provisions on the Catalogue of Matters That are Both Food and Traditional Chinese According to Tradition [J]. Bulletin of the National Health Commission of the People's Republic of China, 2021(11): 7-9.
- [4] 谭澍,徐小燕,胡森,等. 鱼腥草种质资源农艺性状综合鉴定评价[J]. 长江蔬菜, 2024(14): 53-56.
Tan S, Xu X Y, Hu M, et al. Comprehensive identification and evaluation of agronomic traits of *Houttuynia cordata* Thunb. germplasm resources [J]. Journal of Changjiang Vegetables, 2024(14): 53-56.
- [5] 李军. 钼蓝比色法测定还原型维生素C[J]. 食品科学, 2000, 21(8): 42-45.
Li J. Study on molybdenum blue method of L-VC test by spectrometry [J]. Food Science, 2000, 21(8): 42-45.
- [6] 张伟,马培芳,李延龙,等. 韭菜两新优品种叶片游离氨基酸总量测定与比较[J]. 陕西农业科学, 2020, 66(12): 53-54.
Zhang W, Ma P F, Li Y L, et al. Determination and comparison of total free amino acids in the leaves of two new high-quality varieties of leek [J]. Shanxi Agricultural Sciences, 2020, 66(12): 53-54.
- [7] 由继红,董春光,史晓昆. 小麦叶片可溶性糖含量测定方法的研究[J]. 实验室科学, 2021, 24(2): 27-29, 33.
You J H, Dong C G, Shi X K. Research on the determination method of soluble sugar content in whe leaves [J]. Laboratory Science, 2021, 24(2): 27-29, 33.
- [8] 胡美忠,伍贤进,付明,等. 鱼腥草营养成分及主要药用成份的测定方法[J]. 农业与技术, 2006, 26(1): 115-116, 118.
Hu M Z, Wu X J, Fu M, et al. The measuring methods of nutritional and primary officinal components of *Houttuynia cordata* Thunb. [J]. Agriculture & Technology, 2006, 26(1): 115-116, 118.
- [9] 黄春花,马泽刚,李帅,等. 鱼腥草根茎中总黄酮提取工艺优化试验[J]. 化学工程师, 2022, 36(12): 92-96.
Huang C H, Ma Z G, Li S, et al. Optimization of extraction process of total flavonoids from roots and stems of *Houttuynia cordata* Thunb. [J]. Chemical Engineer, 2022, 36(12): 92-96.
- [10] 柯用春,周凌云,徐迎春,等. 土壤水分对金银花总绿原酸含量的影响[J]. 中国中药杂志, 2005, 30(15): 1201-1202.
Ke Y C, Zhou L Y, Xu Y C, et al. Effect of soil moisture on the content of total chlorogenic acid in *Lonicera japonica* Thunb. [J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2005, 30(15): 1201-1202.
- [11] Apple M E, Olszyk D M, Ormrod D P, et al. Morphology and stomatal function of Douglas fir needles exposed to climate change: elevated CO₂ and temperature [J]. International Journal of Plant Sciences, 2000, 161(1): 127-132.
- [12] 吴令上. 鱼腥草地理变异及种源选择研究[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2009.
Wu L S. Research on the geographical variation and source selection of *Houttuynia cordata* [D]. Hangzhou: Zhejiang A&F University, 2009.

- [13] 孟江, 廖华卫, 董小萍, 等. HPLC-MS法测定不同产地冻干鲜鱼腥草中黄酮类成分的含量[J]. 广东药学院学报, 2008, 24(2): 114-117.
- Meng J, Liao H W, Dong X P, et al. Quantitative analysis of flavonoids in freeze-dried *Houttuynia cordata* from different habitats by HPLC-MS [J]. Journal of Guangdong College of Pharmacy, 2008, 24 (2) : 114-117.
- [14] 王巧, 李颖, 李晓琳, 等. 鱼腥草种苗质量标准研究[J]. 现代中药研究与实践, 2017, 31(6): 52-55.
- Wang Q, Li Y, Li X L, et al. Study on seedling quality standard of *Houttuynia cordata* Thunb. [J]. Research and Practice on Chinese Medicines, 2017, 31 (6): 52-55.
- [15] 门桂荣, 杨明. 鱼腥草的特征特性及栽培技术[J]. 现代农业科技, 2018(12): 88, 90.
- Men G R, Yang M. Characteristics and cultivation techniques of *Houttuynia cordata* Thunb. [J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2018(12): 88, 90.
- [16] 邹光友. 鱼腥草的食用开发试验[J]. 西南科技大学学报(哲学社会科学版), 1989, 6(3): 39-42.
- Zou G Y. Experimental development of *Houttuynia cordata* for food use [J]. Journal of Southwest University of Science Technology (Philosophy and Social Sciences Edition), 1989, 6(3): 39-42.
- [17] 杨仁德, 赵欢, 王文华, 等. 贵州鱼腥草生产现状与发展对策[J]. 现代化农业, 2013(7): 31-33.
- Yang R D, Zhao H, Wang W H, et al. Production status and development countermeasures of *Houttuynia cordata* Thunb. in Guizhou Province [J]. Modernizing Agriculture, 2013(7): 31-33.