doi:10.11937/bfyy.20220657

鱼腥草种植技术创新发展

齐 帅¹, 查凌雁², 黄丹枫², 罗 卫¹, 陈柯霖¹, 尹冬梅¹

(1. 上海应用技术大学 生态与工程学院, 上海 201418; 2. 上海交通大学 农业与生物学院, 上海 200240)

摘 要:鱼腥草(*Houttuynia cordata* Thunb.)为药食同源植物,具有很强的医疗保健功能及药理作用。因鱼腥草野生资源的稀少及地域性较强,19世纪90年代对鱼腥草开始人工驯化种植,随着种植技术的创新,人工种植的鱼腥草产量与品质得到大幅提升,但产业化种植中仍存在一定问题。通过对相关研究成果的概述和种植技术的分析,该研究主要综述了人工种植下鱼腥草的生长环境、种植模式和现代化种植技术在鱼腥草上的应用,分析了不同的栽培条件下鱼腥草生长及药用成分的差异性,以期对鱼腥草无土栽培技术与无公害生产提供参考依据。

关键词:鱼腥草;种植技术;无土栽培;研究进展

中图分类号:S 567. 23⁺9 文献标识码:A 文章编号:1001-0009(2022)17-0121-08

鱼腥草(*Houttuynia cordata* Thunb.)属三白草科蕺菜属多年生草本植物,俗名侧耳根(《遵义府志》)、猪鼻孔(《天宝本草》)等^[1],现已被国家卫生部确定为颇具开发价值的“药食兼用”植物^[2],入药部分主要为新鲜全草或干燥的地上部分。三白草科共4属8种,其主要分布于亚洲和北美,据《中国植物志》记载,我国产3属4种,其中,蕺菜属仅1种,即鱼腥草^[3]。鱼腥草主要分布于我国中部、东南及西南部各省区,东起台湾,西南至云南、西藏,北达陕西、甘肃,四川、湖北、湖南、江苏等省居多。常生于海拔300~2 600 m的

山坡潮湿林下、路旁、田埂及沟边^[4]。

鱼腥草具有很强的药用与食用价值,主要含有挥发油、黄酮、生物碱、多糖、有机酸类等活性成分^[5],此外,还含有丰富的维生素C、蛋白质、脂肪和碳水化合物等营养成分^[6]。其主要药用活性成分是挥发油和黄酮类^[7],具有抗菌^[8-9]、抗炎^[10]、抗病毒^[11]、抗氧化^[12]等多种药理作用。其性微寒、味辛,主入肺经,具有清热解毒、消痈排脓、利尿通淋等功效^[13],常用于治疗肺痈咳吐脓血、痰热咳喘、热痢、热淋、痈肿疮毒等病症,现代临床试验表明,鱼腥草汤药及针剂对呼吸系统、泌尿系统和妇科疾病等均有显著疗效^[14-16]。

1997年,刘香等^[17]研究了人工栽培鱼腥草的可行性,发现人工栽培下鱼腥草挥发油含量高于野生鱼腥草,此后学者发现人工栽培的鱼腥草药用品质也可达到入药要求^[18],证明了人工种植鱼腥草具有可行性。此后学者发现鱼腥草最适宜的繁育方式为根茎繁殖^[19],通过使用无纺土工布垫底^[20]或使用稻草栽培鱼腥草^[21]等一系列方法,可以减少害虫的危害并可提升单产。由于鱼腥草的生长具有季节性,通过大棚种植可以有效提高鱼腥草的药用品质和产量^[22],也可与经济作物套种改变局部地面环境^[23]。随着科学技术的

第一作者简介:齐帅(1997-),男,硕士研究生,研究方向为植物生理生态学和地理信息科学。E-mail: Don_Shuai@163.com.

责任作者:尹冬梅(1983-),女,博士,副教授,硕士生导师,现主要从事观赏植物种质资源与遗传育种、植物逆境生理与分子生物学等研究工作。E-mail: yindm@sit.edu.cn.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31701963);上海市科技兴农资助项目(2021-02-08-00-12-F00756,沪农科创字(2019)第2-3号);上海应用技术大学中青年教师科技人才发展基金资助项目(ZQ2021-21)。

收稿日期:2022-02-24

发展,组织培养技术和无土栽培技术的推广,使得鱼腥草的种植越来越科学化和精细化,利用组织培养可以使用地上茎节和茎尖作为外植体,进行快速繁育高品质鱼腥草^[24]。通过无土栽培可以精细化生产,研究发现鱼腥草适宜水培,并提高了局部水域的生态环境^[25]。

该研究综述了环境因子对鱼腥草生长及品质的影响、传统种植模式、现代种植技术的发展,分析了不同种植模式与技术等对鱼腥草食用与药用品质的影响,以期对鱼腥草栽培技术发展和产品深度开发提供参考依据。

1 鱼腥草生物学特性

鱼腥草为双子叶植物多年生宿根匍匐草本植物^[26],因其有股鱼腥味,故名鱼腥草。株高可达60 cm,地下根茎细长,具有白色的节,节上生须根。单叶互生,叶片常见为绿色,呈心形或圆形^[27],穗状花序,白色或淡绿色,花期在5—6月。

鱼腥草喜温喜湿,适应性强,耐旱耐涝,较耐寒。野生种主要生长在15~25℃,地下茎成熟期适宜温度为20~25℃,土壤相对湿度为80%左右,在疏松的中性或微酸性砂质土壤中生长最佳。

2 种植环境对鱼腥草的影响

2.1 土壤与养分

土壤的理化性质对鱼腥草的生长、光合作用、呼吸作用、染病率均有影响,通过调节土壤的盐、钾等物质的含量可以有效控制鱼腥草的生长发育。WANG等^[28]发现单叶质量、叶质量比、叶氮含量、叶钾含量、叶饱和含水量与土壤速效磷、速效钾、土壤总孔隙度、土壤容重、植物叶片钾含量与土壤容重呈极显著相关。不同含量的N、P、K对菌核病的发生有一定的影响,N对病原菌生长的影响不明显,P对鱼腥草菌核有一定的控制作用,K加速了其生长,当N:P:K接近1.67:1:1时,菌核病的控制效果最好^[29]。鱼腥草鲜质量随pH下降和时间增加而下降,可通过控制土壤pH来控制其生长^[30]。

鱼腥草体内有大量的药用成分,对养分的调控可以使药用成分含量呈现显著的变化,目前已有学者通过研究碱解氮、有机质、有效钾、有效磷、

尿素、过磷酸钙、家畜粪便和土壤微生物等,研究其对鱼腥草产量以及药用成分的影响。鱼腥草挥发油成分与土壤养分状况有显著的相关性^[31-32],钾肥对鱼腥草产量和品质影响较大,氮肥次之,磷肥最小^[33]。鱼腥草施用有机肥有利于提高土壤脲酶、蛋白酶、纤维素酶的活性,提高鱼腥草根系活力^[34],适量的有机肥对鱼腥草的增产以及黄酮含量的积累有一定帮助^[35-38]。

2.2 光照

鱼腥草的产量与光照也存在着一定的关系,一定程度的遮光可以提升地上部分产量,但全光照下地下部分产量和黄酮更高。遮阴条件下植株地上部分产量最高。无遮阴栽培时叶片的黄酮苷含量最高,随着遮阴率的增加而降低^[39]。研究表明,在40%光照强度下,土壤单位面积地上部分产量最高,20%栽培强度下最低;单位面积地下部分产量在全光照下最高,在20%强度下最低;随着光照强度的降低,叶片蛋白质和水分含量增加,可溶性糖和脂肪含量增加,地上部和地下部挥发油含量降低。地上部和地下部总黄酮含量均随光照强度的减弱而降低,但对总黄酮成分的影响不大^[40]。阳光充足下鱼腥草可以作为屋顶花园的药用植物^[41]。在不同光质处理下培养的鱼腥草单株鲜质量表现为蓝光>红光>白光>黄光>绿光^[42]。UV-B诱导的氧化应激是由过氧化氢(H₂O₂)、丙二醛(MDA)和抗氧化酶(过氧化氢酶、超氧化物歧化酶和过氧化物酶)的增加引起的,抗氧化酶和单萜在对UV-B诱导的氧化应激的快速防御反应中均起着重要作用,而UV-B休克可有效提高鱼腥草的产量^[43]。

2.3 温度

温度影响植物的形态、生理结构和光合作用,进而影响植物的产量和品质^[44],在温度稳定的环境下有利于鱼腥草的地上部分快速生长^[45]。已有相关研究表明,温度与植物的产量有一定的关系,温度的提高会加速作物的生长并提升产量^[46],部分学者认为温度的上升会对植物有着负效应^[47]。因此,不同植物对于温度的敏感性以及适应性差异很大,研究温度对鱼腥草的生长与品质影响也有着一定的意义,但国内外相关的研究较少,需要学者进行探讨研究。

2.4 水分

水分胁迫会直接影响到植物的生长发育,并对植物的产量与品质有一定的影响,通过调节灌溉量可以有效提高产量与品质^[48]。缺水造成的干旱也对作物有一定的影响,干旱胁迫会改变碳同化酶活性,对于作物的干物质形成造成影响,进而影响其产量和品质^[49],因此研究不同植物对于需水量的大小尤为重要。但目前国内研究中,水分对于鱼腥草生长发育及药用品质影响的文献较少。已有的研究表明过低的土壤相对持水量(RH)使鱼腥草产量下降,营养物质含量略偏低,较高的含水量有利于获得较高产量,但营养物质含量则略有偏低^[50]。减少或增加水分会显著降低生物量,轻度干旱和轻度湿润条件有利于鱼腥草的培养^[51-52]。鱼腥草对于水分的要求较高,过量以及缺水均会影响其产量以及营养成分。

3 传统鱼腥草种植模式

目前鱼腥草的人工种植仍然是以土壤栽培为主,但盲目种植、缺乏科学的栽培技术以及采收期混乱这些问题,造成产量、质量、药效价值等无法控制^[53]。人工栽培鱼腥草与野生鱼腥草挥发油含量略有差异,但达到入药要求,各挥发油成分与黄酮类成分基本一致^[18],故人工栽培鱼腥草可代替野生鱼腥草药用^[54]。目前传统种植模式有露地种植、大棚种植和田间套种 3 种模式。

3.1 露地栽培

传统鱼腥草露地栽培主要考虑繁殖方式和播种方式,并通过无纺布和稻草等方式提升种植产量,鱼腥草露地栽培一般春季和初夏种植的当年可收,秋季种植的到翌年 4—5 月可收。鱼腥草繁殖方式主要有种子繁殖、分株繁殖、扦插繁殖、根茎繁殖和组培快繁等,大田生产主要采取根茎繁殖^[19]。大田栽植一般采用开沟条播方式,按播幅 30 cm 开沟,沟宽 15 cm,沟深 10 cm,5~8 cm 顺沟两侧交错摆放 2 行种茎,覆土 5~8 cm 左右^[55]。覆膜栽培可使鱼腥草提前 20 d 左右出土,延长供应期,可早春上市^[56]。采用“无纺土工布垫底、布上排放种茎、育苗基质覆盖”的方法,促进地下茎及植株快速生长,使其高产优质,有效降低了生产成本^[20]。使用稻草栽培鱼腥草,解决了生

产中农家肥不足的问题,且生长的鱼腥草具有色白、节长、须毛少等优点,提高了单产,该方法明显改善土地的理化性状、提高土壤有机质含量、改善土壤团粒结构并缓解土壤板结,提高了鱼腥草的抗病性能^[21],露地栽培通过覆盖无纺布与稻草可以有效提高鱼腥草的单产。

3.2 大棚种植

相较于露地栽培,大棚种植可以有效提升鱼腥草的产量并缩短生育期,有利于冬季种植高质量的鱼腥草产品。2016 年,韩国正国等^[22]结合略阳县鱼腥草大棚栽培的推广经验,阐述鱼腥草特征、特性,介绍鱼腥草大棚栽培技术,为种植户鱼腥草大棚种植技术提供参考。大棚种植可以缩短鱼腥草生育期并提高产量^[57],并有效改善鱼腥草生长的温度和湿度等环境,可以大大缩短出苗期至封行期,保证了冬季可以生长出鱼腥草地上部分,且地上部分日生长速度较快,其产量显著高于裸地种植,有利于冬季收获符合药典要求的鲜鱼腥草^[58]。

3.3 田间套种

鱼腥草通过与其它经济作物套种可改善局部地面环境,减少病虫以及增加单位面积的产量,提高经济效益。利用鱼腥草耐阴的生长特性,在柑橘园、竹林、果园、玉米地中进行套种,改善柑橘园地面小环境,并收获大量鱼腥草^[23,59-62]。对北海地区大棚甜瓜蚜虫的发生,利用鱼腥草特殊气味与甜瓜套种,使大棚甜瓜蚜虫、白粉虱为害减少,用药次数可减少 3~4 次,节约用药成本,经济及生态效益良好^[63]。该套种技术充分利用了经济作物和鱼腥草二者生长的空间差异,大幅度提高了土地的利用率,增加了土地单位产值,具有很高的推广价值。

4 现代鱼腥草种植技术

现代化鱼腥草种植技术主要为种苗的繁育技术、无土栽培技术和机械化收割技术等,鱼腥草无土栽培主要分为基质栽培和营养液水培 2 种方式。利用现代化种植技术实现鱼腥草的快速繁殖,并精确控制鱼腥草药用成分以及生产量,为鱼腥草的规模化和高端化提供良好的技术支持。

4.1 种苗繁育技术

鱼腥草的繁育主要分为有性繁殖和无性繁殖2种,有性繁殖主要为种子繁殖,无性繁殖主要为分株繁殖、扦插繁殖、根茎繁殖和组培快繁,探究种子萌发条件以及快速繁育对鱼腥草种苗繁育具有重要的意义。

4.1.1 鱼腥草有性繁殖

成熟的鱼腥草种子为棕黑色,将种子播种于沟中,并覆盖上一层1 cm左右的土即可繁殖,《中华草本》中记载其萌发率较低仅为20%,为了提高种子的萌发率,可以对种子进行预处理,现代技术手段有利于缩短种子的发育时间。使用赤霉素可以提高鱼腥草的发芽率和发芽势并缩短了发芽时间^[64],种子使用75%乙醇30 s+0.2% HgCl₂ 5 min灭菌后,能够在无菌时获得55.26%的萌发率^[65],因其发芽率较低,并不适合大规模的工业化生产。

4.1.2 鱼腥草无性繁殖

鱼腥草的分株通常在3—4月,对分蘖的鱼腥草进行分株移栽,分株时需要保护好根系,较多的根系可以增加鱼腥草的成活率,应移栽在深厚、肥沃、透水的土壤中;鱼腥草扦插繁殖主要在春夏进行,消毒后剪为12~15 cm的小段,保留一定的节作为插条,将插条插入培养钵或者育苗盘中即可繁殖;每个茎节上都有茎眼,且每段都可以生根,可以把鱼腥草的根茎按一定长度或节数保留2~3个芽的小段做种繁殖,该方法简单快捷主要应用于大田的生产^[19]。

组织培养技术是可以不受环境等影响因素快速繁殖植物的有效方法^[66],对于野生鱼腥草等中药植物的繁育有重要的意义。TSUZUKI等^[67]早期通过鱼腥草叶诱导愈伤组织,并进一步诱导出植株,移入地中栽培直至成熟,随后BORTHAKUR等^[68]利用鱼腥草茎段进行培养,结果表明较高浓度的KT(3.0 mg·L⁻¹)可诱导出鱼腥草的叶状结构,而低浓度(1 mg·L⁻¹)则有利于鱼腥草芽的生成和增殖。吴卫等^[24]构建了鱼腥草的快速繁殖体系,地上茎节和茎尖较适宜作快速繁殖的外植体,以MS+0.5 mg·L⁻¹ KT培养基诱导的鱼腥草抽叶数最多且地上茎较长;MS+1.0 mg·L⁻¹ 6-BA培养基为最佳的茎

尖愈伤组织诱导培养基;MS+1.0 mg·L⁻¹ 6-BA+0.2 mg·L⁻¹ NAA和MS+0.5 mg·L⁻¹ 6-BA+0.2 mg·L⁻¹ NAA培养基对丛生芽的增殖速度最快且丛生芽数目最多;MS+0.2 mg·L⁻¹ IAA为最好生根培养基。龚平^[42]的试验表明最佳的外植体为鱼腥草一年生的地下茎;鱼腥草地下茎段用链霉素和青霉素钠混合液浸泡0.5 h与0.1%升汞灭菌20 min配合使用的灭菌效果最佳。

4.2 无土栽培技术

无土栽培是指不用天然土壤,利用含有植物生长发育所必需的矿质元素的营养液提供给植物养分的一种种植技术^[69],主要包括无固体基质培(水培、雾培)和固体基质培(基质培)等方式。水培的营养液配套技术、水培的配套装置、自动化技术比较完善,但投资大,成本高,技术要求较高;雾培可以充分利用空间,便于技术化管理,但技术要求高,投资较大;基质培设施简单、成本低,且技术较简单,但要定期对基质进行消毒^[53],其中基质培是无土栽培的最主要形式^[70],基质的研究是基质栽培的基础和关键^[69,71]。鱼腥草的无土栽培研究较少,其中对于基质栽培主要集中在基质配比的研究。水培鱼腥草的研究也刚起步,初步验证了鱼腥草水培的可行性,营养液的差异对于鱼腥草的生长发育也无明显的影响。利用鱼腥草可以水培的特点与养鱼业相结合,能够提升鱼的免疫力与良好抗炎作用。

4.2.1 基质栽培

鱼腥草通过基质栽培对于传统土培有一定的优势,但探讨基质对比对鱼腥草品质差异的研究较少,无土栽培对鱼腥草的品质以及药用差异影响需要更多学者进行研究。余宏军等^[72]使用炉渣:玉米秸:菇渣(棉籽壳):草炭=4:2:3:1(体积比)的混合基质时,发现基肥用量为每立方米基质施生物有机肥16 kg时,鱼腥草的产量和经济效益最高。椰糠:珍珠岩=3:1(体积比)的基质进行种植鱼腥草,对比土培结果表明基质+水培方式处理的地下部根茎产量最高,在品质方面基质培优于土培和基质+水培,基质培处理的鱼腥草地下部根茎中甲基正壬酮含量和产量最高^[53]。

4.2.2 营养液栽培

鱼腥草的生理特性决定了其适宜水培,其水培条件下可以改变局部水域的生态环境。许娜等^[73]研究了 6 种常用营养液配方对鱼腥草生长和品质的影响,结果表明 6 种营养液配方对水培鱼腥草生长无显著影响,但对其可溶性糖含量和叶绿素含量有显著影响,水培营养液配方以霍格兰配方较为适宜,使用华南农业大学叶菜 B 方处理的鱼腥草产量与品质较高,地下根茎的甲基正壬酮含量与产量更高^[53]。

4.2.3 鱼菜共生

鱼腥草不但适合水面种植,并且能够改善养殖池塘水质指标,提高罗非鱼养殖成活率^[25]。鱼腥草作为浮床载体,对养殖水体的水质起到了净化的作用,同时提高了鱼体非特异性免疫和调节养殖系统中微生物菌群的效果^[74-75],并提升了罗非鱼的消化能力^[76]。鱼腥草对吉富罗非鱼肝脏损伤有一定的修复作用,种植鱼腥草能提高抗氧化应激能力,减轻链球菌感染引起的病理损伤,促进受损蛋白质的早期修复与降解,种植鱼腥草具有抗炎作用和提高鱼体抵御病原菌的能力^[70],鱼腥草种植比例为 10% 下罗非鱼对链球菌病的抵抗力最佳^[78]。

4.3 机械化栽培技术

鱼腥草收获的过程工程量大且繁琐,鱼腥草的根茎交错难以收割,需要消耗大量的人力且生产效率低,目前鱼腥草的收割主要依赖于人工,机械化收割普及率不高,根茎类收割机对于鱼腥草的收割效果并不好,专用的机器价格较高增加了成本,性价比不高。因此推广和开发鱼腥草专用收割机器尤为重要,富民县永定镇进行了机械化推广示范,取得不错的效果,降低了生产成本以及增加了农民的收入^[79],目前针对鱼腥草的机械化装置并不多,机械化种植也不普及,因此机械化栽培的进程还需要更多的企业和学者进行深入研究。

5 鱼腥草种植技术发展方向

5.1 鱼腥草种质资源药用品质的评估利用

鱼腥草为野生药用植物,其药用价值高而逐渐被人工种植,开发高质量药用鱼腥草具有很好

的前景,不同种质资源的鱼腥草药用成分差异大^[80-81],不同产地与区域的鱼腥草农艺性状和药用品质的稳定性无法得到保障,目前市场上优质的鱼腥草品种稀少,缺乏系统的筛选。因此,需要对全国范围内鱼腥草的品种及其药用成分进行分析统计,确定每个品种的农艺性状及其药用价值,筛选优质品种进行繁育。建立完善系统的鱼腥草种质资源药用品质评估体系,对资源的开发利用与保护有着重要的价值。

5.2 种植区域与栽培模式的拓展创新

通过大数据分析鱼腥草生长的区域的气候因子、土壤因子、地理因子等,建立相应的生态位模型,确定鱼腥草的适生区与非适生区。对适宜鱼腥草生长的区域发展种植业,以及合理利用当地气候大力发展鱼腥草的相关产业,带动当地的农业经济,为市场提供稳定和高质量的鱼腥草。

目前田间种植仍为鱼腥草种植的主流,田间管理较为粗放,且水肥控制并不精确等缺点,品质与产量得不到有效的控制。无土栽培随着技术的发展越来越成熟,并发现鱼腥草的生物学特性支持其进行水培,因此,对于鱼腥草的无土栽培研究有待深研究,精准控制鱼腥草药用与食用的品质,促进鱼腥草的产业化和工业化生产。

5.3 机械化技术的农机农艺

结合鱼腥草耐阴的生理特点,可以根据各地的气候与种植特点选择适合的种植模式,如使用鱼腥草与其它经济植物套种栽培,使其它经济作物的免疫力、提升产量等。鱼腥草的相关研究证明了鱼腥草的生理特性适合水培^[72],但水培模式下鱼腥草的生长发育与药用成分研究较少,水培鱼腥草可以提升鱼群免疫力以及调节养殖系统群落,使经济效益与生态效益相结合。

鱼腥草主要食用部分为根茎,水培下的鱼腥草根系发达且干净,生产更加的清洁,且可以全季节栽培取材,相比传统土培可以避免连作障碍,无土栽培技术可以从根本上解决这一难题,并利用水培的特点与优势,可以进行鱼腥草无土栽培产业化生产。不同栽培方式可以直接对鱼腥草的生长和品质产生影响,探究鱼腥草人工栽培的最佳栽培方式具有重要的意义。

5.4 主效成分的萃取加工利用

鱼腥草不同的萃取方式获得鱼腥草挥发油提

取率差异大且纯度也不一致,主流的萃取方式为水蒸气蒸馏法、超临界 CO₂ 萃取法、前煮法、回流法、浸渍法、酶提取法等^[82],黄酮类化合物主要使用大孔树脂吸附法、聚酰胺吸附法、固相萃取法、双水相萃取法等^[83-84],每种提取方法有各自的优点与局限,没有最佳选择。随着萃取技术的成熟,鱼腥草挥发油以及黄酮类化合物的提取率会大幅度提升,对于资源的合理利用以及药用成分的高效开发有重要价值。

鱼腥草的药用价值极高被很多学者关注,随着国家对于中草药的关注,鱼腥草具有很大的市场前景,但其主要的药用成分及其安全性还需要科学验证,不同药用成分在临床上的应用需要合理规范,确保其作为药用原料的安全性。用现代的生物化学技术可以有效研究其药用功效,使鱼腥草在医药及临床上得到良好的应用。

参考文献

- [1] 金有景. 抗癌食药本草(上卷)[M]. 北京:中国食品出版社,1989.
- [2] 魏秀俭,郭彦,时明芝,等. 绿色食药明珠:鱼腥草[J]. 中国食物与营养,2006(1):56-57.
- [3] 吴令上. 鱼腥草地理变异及种源选择研究[D]. 杭州:浙江林学院,2009.
- [4] 吴卫. 鱼腥草种质资源研究[M]. 雅安:四川农业大学,2006.
- [5] 《中药辞海》编审工作委员会. 中药辞海(第二卷)[M]. 北京:中国医药科技出版社,1996.
- [6] 李式军,刘凤生. 珍稀名优蔬菜 80 种[M]. 北京:中国农业出版社,1995.
- [7] 宗晓萍. 鱼腥草有效成分的研究[D]. 成都:成都中医药大学,2005.
- [8] 伍贤进. 鱼腥草种质资源与规范化栽培技术研究[M]. 北京:科学出版社,2011.
- [9] KIM G S, KIM D H, LIM J J, et al. Biological and antibacterial activities of the natural herb *Houttuynia cordata* water extract against the intracellular bacterial pathogen salmonella within the RAW 264.7 macrophage[J]. Biol Pharm Bull, 2008(11): 2012-2017.
- [10] KIM D, PARK D, KYUNG J, et al. Anti-inflammatory effects of *Houttuynia cordata* supercritical extract in carrageenan-air pouch inflammation model[J]. Lab Anim Res, 2012(2): 137-140.
- [11] CHEN X, WANG Z, YANG Z, et al. *Houttuynia cordata* blocks HSV infection through inhibition of NF- κ B activation[J]. Antiviral Res, 2011(2): 341-345.
- [12] TODA S. Antioxidative effects of polyphenols in leaves of *Houttuynia cordata* on protein fragmentation by copper-hydrogen peroxide *in vitro*[J]. Med Food, 2005(2): 266-268.
- [13] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京:化学工业出版社,2000.
- [14] 曹秀虹,赵民生,何维友,等. 鱼腥草注射液治疗病毒性肺炎疗效观察[J]. 中国医师杂志, 2002(12): 1396-1397.
- [15] 胡汝晓,肖冰梅,谭周进,等. 鱼腥草的化学成分及其药理作用[J]. 中国药业, 2008(8): 23-25.
- [16] 李娟,邵慧,钟正灵,等. 鱼腥草抗菌作用研究进展[J]. 中国临床药理学与治疗学, 2012, 17(12): 1427-1432.
- [17] 刘香,廖桂兰,王莉,等. 人工栽培和黔产野生鱼腥草中挥发油成分的研究[J]. 贵阳医学院学报, 1997(4): 41-42.
- [18] 齐迎春,田国政,胡诚. 栽培与野生鱼腥草质量比较研究[J]. 特产研究, 1999(4): 26-27.
- [19] 汪李平. 长江流域塑料大棚鱼腥草栽培技术(上)[J]. 长江蔬菜, 2020(8): 15-19.
- [20] 陈灿,黄璜,郑华斌. 鱼腥草等根茎类植物高效栽培新技术[J]. 中国野生植物资源, 2014, 33(1): 66-69.
- [21] 冷远康. 鱼腥草稻草栽培技术试验[J]. 中国园艺文摘, 2010, 26(3): 22-23.
- [22] 韩正国,屈春侠. 大棚鱼腥草栽培技术[J]. 现代园艺, 2016(18): 30.
- [23] 宋发菊,黄代金. 长江三峡地区柑橘园套种鱼腥草技术[J]. 农村百事通, 2004(20): 35-36.
- [24] 吴卫,郑有良,刘凡,等. 鱼腥草新品系离体培养和快速繁殖[J]. 中国中药杂志, 2004(1): 28-32.
- [25] 李庆勇,高文峰,叶林,等. 水面种植鱼腥草对罗非鱼抗病能力及其血液生化指标的影响[J]. 科学养鱼, 2019(12): 70-72.
- [26] 莫金文. 鱼腥草特征特性及无公害高产栽培技术[J]. 现代农业科技, 2014(3): 98-99.
- [27] LARSEN K, WU Z Y, RAVEN P H. Flora of China 4. Cyadaceae through Fagaceae[J]. Nordic Journal of Botany, 2010, 19(15): 580-580.
- [28] WANG X, YE M, ZHANG X, et al. Changes in leaf functional traits of *Houttuynia cordata* in response to soil environmental factors in Anqing city of Anhui Province in China[J]. Environmental Pollutants and Bioavailability, 2019, 31(1): 240-251.
- [29] TAO L I, ZHANG S X, ZHANG L, et al. The relationship between soil fertility and *Sclerotium rolfsii* of *Houttuynia cordata* [J]. Journal of Hunan Agricultural University (Natural Sciences), 2009, 35(3): 317-319.
- [30] SUAGHARA S. Studies on the shift in weed vegetation in the maturation process of farms 11. A weed shift by the alternation of the soil acidity[J]. Journal of Weed Science & Technology, 1981, 26(3): 233-238.
- [31] 杨占南. 鱼腥草(*Houttuynia cordata* Thunb.) 酚类及挥发性物质代谢累积与土壤环境因子的相关性研究[D]. 重庆:西南大学,2013.
- [32] 陈远学,吴卫,刘世全,等. 有机肥对鱼腥草产量品质及养分

吸收的影响[J]. 四川农业大学学报, 2001(3): 245-248.

[33] 高静, 周日宝, 童巧珍, 等. 不同施肥处理对鱼腥草产量和品质的影响[J]. 中药研究与信息, 2005(7): 27-28, 52.

[34] 林瑞余, 林豪森, 张重义, 等. 不同施肥条件对鱼腥草根际土壤酶活性及根系活力的影响[J]. 中国农学通报, 2007(1): 280-284.

[35] 孙小霞, 林豪森, 林瑞余, 等. 不同施肥条件对鱼腥草碳氮代谢生理指标的影响[J]. 中国农学通报, 2007(5): 216-220.

[36] 马长才, 王晓鹏, 刘武, 光照、水分和施肥对鱼腥草叶片营养成分的影响[J]. 安徽科技学院学报, 2017, 31(4): 34-38.

[37] 蒋向辉, 伍贤进, 黄星群, 等. 不同施肥配比对鱼腥草地下茎黄酮含量的影响[J]. 湖北农业科学, 2007(2): 215-217.

[38] DAN W U, LUO S Q, YANG Z N, et al. Correlation analysis of nutrients and microorganisms in soils with polyphenols and total flavonoids of *Houttuynia cordata* [J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2015, 40(8): 1444-1452.

[39] SAKAI E, SHIBATA T, KAWAMURA T, et al. Pharmacognostical studies of *houuttyniae herba* (2): Growth and flavonoid glycoside contents of *Houttuynia cordata* thunb. Cultivated under shade condition[J]. Natural Medicines, 1996, 50: 45-48.

[40] LI A, LI S, WU X, et al. Influence of light intensity on the yield and quality of *Houttuynia cordata* [J]. Plant Production Science, 2015, 18(4): 522-528.

[41] HA Y M, DONG Y K, DONG K H, et al. Investigation on the growth of several medicinal plants in a rooftop vegetable garden[J]. Journal of the Korea Institute of Information & Communication Engineering, 2014, 17(3): 53-63.

[42] 龚平. 鱼腥草新品种茎段组织培养技术研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2016.

[43] LIU L, XU Y, ZHAO D, et al. The rapid stimulation of monoterpenes in response to UV-B-induced oxidative stress in *Houttuynia cordata* [J]. Philippine Agricultural Scientist, 2018, 101(2): 185-193.

[44] 杨金艳, 杨万勤, 王开运. CO₂ 和温度增加的相互作用对植物生长的影响[J]. 应用与环境生物学报, 2002(3): 319-324.

[45] 钟军, 李爱华, 熊兴耀, 等. 解析大棚种植鱼腥草红玉新品种的栽培技术[J]. 现代园艺, 2014, 271(19): 3-5.

[46] 任宏芳, 李阿立, 郝兴宇, 等. 大气 CO₂ 浓度和气温升高对谷子生长及产量的影响[J]. 生态环境学报, 2020, 29(6): 1123-1129.

[47] SCHIERMEIER Q. Climate change offers bleak future[J]. Nature, 2001, 409(6823): 971.

[48] 李文美, 王亚军, 谢忠奎, 等. 不同灌溉量对兰州百合生长发育及产量的影响[J]. 北方园艺, 2020(11): 54-63.

[49] 朱珊珊, 朱俊珍, 赵宝平, 等. 腐植酸对干旱胁迫下燕麦叶片碳同化酶活性及产量的影响[J]. 麦类作物学报, 2021, 41(6): 722-730.

[50] 伍贤进, 蒋升君, 胡美忠, 等. 土壤水分对鱼腥草生长和营养成分含量的影响[J]. 安徽农业科学, 2007(3): 742-743.

[51] WANG X P, YE M R, YANG A Z, et al. Moisture gradient

affects the growth and physiological characteristics of *Houttuynia cordata* [J]. Guihaia, 2012, 32(1): 107-112.

[52] WANG X, YE M, WANG S, et al. Effect of moisture gradient on growth and antioxidase activity of *Houttuynia cordata* [J]. Journal of Northeast Forestry University, 2011, 39(11): 50-52, 60.

[53] 金喜梅. 栽培方式与营养液配方对鱼腥草生长及品质的影响[D]. 广州: 华南农业大学, 2017.

[54] 王剑, 田新村. 栽培蕪艾与野生蕪艾的质量比较研究[J]. 中国中药杂志, 1998(8): 15-16.

[55] 耿春义, 范国虎, 高金成, 等. 鱼腥草标准化生产快繁和优质高效栽培规程[J]. 农业装备技术, 2015, 41(6): 42-44.

[56] 崔洪文. 鱼腥草覆膜高产高效栽培技术[J]. 四川农业科技, 2014(4): 32-33.

[57] 杨红芬. 浅谈鱼腥草大棚栽培技术[J]. 农技服务, 2017, 34(4): 55-56.

[58] 钟军, 李爱华, 熊兴耀, 等. 解析大棚种植鱼腥草红玉新品种的栽培技术[J]. 现代园艺, 2014(19): 3-5.

[59] 周松珍, 吴倩倩. 竹林套种鱼腥草栽培技术[J]. 世界竹藤通讯, 2018, 16(3): 35-37.

[60] 苏定昌. 果园套种覆膜栽培菜用鱼腥草试验[J]. 现代农业科技, 2010(16): 130, 136.

[61] 杨艳, 冷远康. 鱼腥草套种玉米高效栽培技术[J]. 中国园艺文摘, 2010, 26(4): 166.

[62] 张洪, 龚利娟. 玉米套种鱼腥草高效栽培技术[J]. 四川农业科技, 2015(9): 15-16.

[63] 赵秀河, 欧小青, 包敏辉, 等. 大棚甜瓜套种鱼腥草防控虫害技术[J]. 长江蔬菜, 2019(11): 32-34.

[64] 黄燕俊, 马宏亮, 王吉文, 等. 不同处理方法及贮藏条件对鱼腥草种子萌发的影响研究[J]. 中药材, 2021(2): 290-293.

[65] 叶海涛, 罗世琼, 杨占南, 等. 鱼腥草快繁体系的建立[J]. 分子植物育种, 2022, 20(3): 951-958.

[66] SIVANESAN I, BYOUNG R J. Direct shoot regeneration from nodal explants of *Sida cordifolia* Linn [J]. In Vitro Cellular & Developmental Biology Plant, 2007, 43(5): 436-441.

[67] TSUZUKI K, MIYASITA S, KONO N. Report on the plant regeneration from the callus made of the leaf segments of *Houttuynia cordata* Thunb [J]. Bulletin of the Nippon Veterinary & Zootechnical College, 1995, 44: 65-68.

[68] BORTHAKUR M, SINGH R S, BORA P. In vitro regeneration of *Houttuynia cordata*: A medicinal herb [J]. Planta Medica, 1999, 65(7): 677.

[69] 刘士哲. 现代实用无土栽培技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.

[70] 刘伟, 余宏军, 蒋卫杰. 我国蔬菜无土栽培基质研究与应用进展[J]. 中国生态农业学报, 2006(3): 4-7.

[71] 蒋卫杰. 蔬菜无土栽培新技术[M]. 北京: 金盾出版社, 1988.

[72] 余宏军, 蒋卫杰, 孙奂明, 等. 基肥量对基质培鱼腥草产量及品质的影响[J]. 中国农学通报, 2007(12): 261-266.

- [73] 许娜, 储俊, 朱明兰, 等. 鱼腥草水培营养液的筛选[J]. 安徽科技学院学报, 2011, 25(6): 44-47.
- [74] 曾诗雨, 王金乐. 浮床栽培鱼腥草在池塘养殖中的应用效果[J]. 农技服务, 2018, 35(6): 83-84.
- [75] 郑尧, 赵志祥, 邴旭文, 等. 鱼腥草种植对吉富罗非鱼养殖池塘污染物的影响[J]. 中国农学通报, 2017, 33(32): 140-144.
- [76] 王兴, 李文笙, 孙彩云. 鱼菜共生养殖模式对吉富罗非鱼生长和消化酶活性的影响[J]. 广东农业科学, 2017, 44(1): 135-142.
- [77] 祝璟琳, 季桓涛, 肖炜, 等. 鱼腥草对无乳链球菌引起吉富罗非鱼肝脏损伤的修复作用[J]. 水产学报, 2020, 44(7): 1187-1197.
- [78] 季桓涛, 祝璟琳, 杨弘, 等. 池塘种植鱼腥草对罗非鱼链球菌抗病力影响及机理研究[J]. 淡水渔业, 2019, 49(2): 71-77.
- [79] 李佩, 普照, 李宏涛, 等. 鱼腥草机械化收获技术运用与推广[J]. 农业开发与装备, 2020(5): 14-15.
- [80] 吴令上, 斯金平, 周慧, 等. 不同种源鱼腥草中甲基正壬酮变异规律研究[J]. 中草药, 2008(6): 922-925.
- [81] 李颖, 曾茂贵, 王颂, 等. 顶空固相微萃取-气相色谱-质谱法对不同种类型鱼腥草挥发性成分的比较研究[J]. 中药材, 2014, 37(8): 1349-1352.
- [82] 吴文英, 李露, 尹术华, 等. 鱼腥草挥发油提取、成分分析及应用的研究进展[J]. 食品科技, 2020, 45(3): 224-229.
- [83] 赵国文, 张丽萍, 龚靖, 等. 鱼腥草中黄酮类化合物提取分离方法的研究进展[J]. 广东农业科学, 2011, 38(6): 158-159, 167.
- [84] 杨靖, 吕瑞, 邓俊华. 双水相萃取法分离鱼腥草总黄酮的研究[J]. 食品工业科技, 2016, 37(24): 319-323.

Houttuynia cordata Plantation Technology Innovation and Development

QI Shuai¹, ZHA Lingyan², HUANG Danfeng², LUO Wei¹, CHEN Kelin¹, YIN Dongmei¹

(1. College of Ecology and Engineering, Shanghai Institute of Technology, Shanghai 201418; 2. School of Agriculture and Biology, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240)

Abstract: *Houttuynia cordata* is a medicinal and food plant, with strong health care functions and pharmacological effects, because of the scarcity of wild resources of fishy grass and strong regional, artificial domestication of fishy grass planting began in the 1990s, with the innovation of planting technology, artificial planting of fishy grass yield and quality has been greatly improved, but there are certain problems in industrial planting. Based on the summary of the existing research results and the breakthrough of planting technology, the author mainly reviewed the progress of traditional soil planting mode of *Houttuynia cordata* and the application of modern planting technology in *Houttuynia cordata*. By comparing the differences of growth and medicinal ingredients of *Houttuynia cordata* under different cultivation conditions, the author finally put forward scientific questions, in order to provide reference for soilless cultivation technology and pollution-free production of *Houttuynia cordata*.

Keywords: *Houttuynia cordata*; planting technology; soilless culture; research progress