

汉江生态经济带生态修复机制的研究

赵海莉, 刘文 (西北师范大学地理与环境科学学院, 甘肃兰州 730070)

摘要 汉江生态经济带对我国经济发展起着重要的作用,但是由于环保意识淡薄,人们为了短期利益对汉江资源肆意掠夺,导致汉江流域出现了日益严重的植被破坏、水土流失、湿地环境恶化、水资源污染等生态问题,对流域内的经济发展造成阻碍,因此加强对汉江生态经济带生态修复机制的研究,对促进汉江流域的经济发展具有重大意义。针对汉江流域生态现状,结合国内外生态修复的经验,再通过数据分析,探究流域内出现的生态问题及生态现状,最后提出解决流域中出现生态问题的相应措施。

关键词 生态修复;水土流失;湿地环境;汉江生态经济带

中图分类号 S181 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)08-0072-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.08.018



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Study on Ecological Restoration Mechanism of Hanjiang Ecological Economic Belt

ZHAO Hai-li, LIU Wen (College of Geography and Environmental Science, Northwest Normal University, Lanzhou, Gansu 730070)

Abstract Hanjiang ecological economic belt plays an important role in China's economic development. However, due to the lack of people's awareness of environmental protection, people have plundered the Hanjiang resources for short-term benefits, resulting in increasingly serious ecological problems such as vegetation damage, soil erosion, wetland environment deterioration, water resource pollution, etc., which hinder the economic development of Hanjiang River Basin. Therefore, strengthening research on the ecological restoration mechanism of the Hanjiang ecological economic belt is of great significance for promoting the economic development of the Hanjiang River Basin. According to the ecological status of the Hanjiang River Basin, combined with the experience of ecological restoration at home and abroad, through data analysis, the ecological problems and ecological status in the basin are explored, and finally the corresponding measures to solve the ecological problems in the basin are proposed.

Key words Ecological restoration; Soil erosion; Wetland environment; Hanjiang ecological economic belt

汉江生态经济带是促进湖北省经济发展的重要区域,也是国家级重点生态功能保护区。因其地理位置优越,多属于亚热带季风气候区,自然条件好,水量丰富,河湖密集,集聚了自然资源、经济实力、生态环境等方面的优势。但随着人口的不断增长、人类环保意识的淡薄,汉江流域出现了长期的工农业污染、大规模的森林砍伐以及资源的不合理利用等问题,直接或间接导致生态环境出现了环境污染、土壤荒漠化、植被破坏、气候异常、生物多样性降低等生态问题^[1],给沿岸人民的生产和生活带来了很多不便,同时对湖北省的经济发展也产生了影响。汉江流域是长江北岸跨省级行政区的一级支流,自2001年湖北省第九届人民代表大会《关于加强汉江流域综合开发的议案》将汉江流域列为重点开发对象,汉江流域经济快速发展,同时对汉江流域的生态环境造成威胁。因此,加强对汉江生态经济带的生态修复机制研究迫在眉睫。

国外关于生态修复的理论基础研究始于生态恢复,1975年第1次在美国召开了主题为“受损生态系统的恢复”的国际会议,对生态修复的原理、概念和特征进行了探讨^[2]。1989年美国 Mitsch 和 Jorgensen 正式探讨生态工程概念并赋予定义,正式诞生了生态工程。1994年在英国召开的第六届国际生态学大会上,提出了生态恢复的议题。在20世纪80年代期间,国外许多发达国家对生态修复机制进行研究,并通过大量试验获得了一些成功经验。近年来,我国关于生态修复的研究主要通过污水环境的修复和水土流失的修复使

流域的水环境质量和数量都得到提高,保证人们饮用水的安全,也取得了大量成功的修复成果^[3-4],生态修复研究的范围广,主要涉及4个方面:①植物修复技术。是指在大自然的自然演替基础上,通过植物自然演替、人工种植的方法,来恢复被破坏或者被污染的生态环境,恢复生态功能的技术体系。修复技术具有绿色、安全、成本低和美化环境等方面的优点,因此也被称为“绿色修复”^[5]。减少外力作用对土壤的侵蚀,林冠截流、林下草灌和枯枝落叶的拦蓄以及植物根系对土壤的固结作用可以保持水土、改善土壤肥力^[6]。②微生物修复技术^[7-10]。在石油污染土壤的修复中,微生物也具有较好的修复效果。利用优化原土著微生物菌群生态修复技术^[11]。③化学生态修复技术。张涛等^[12]利用漂白粉、水、二氧化碳消毒剂作为氧化剂来处理氧化物污染的土壤,结果显示低浓度的二氧化碳强氧化剂修复污染物的效果最好。植物可以促进矿质元素与水体污染物的降解作用,水生植物根部氧的释放形式对磷吸附的无定形氧化物从而减少沉积物中磷向上覆水释放,提高湖泊水质等系列反应。化学修复技术比较容易操作,短期效果好,但是容易造成二次污染^[13]。④复合生态技术修复。刘凯等^[14]认为联合修复技术是治理污染土壤的有效途径,其实质就是通过其他各种修复方法与其他辅助性措施之间的组合或联合,形成一个复合生态学原理,最终达到激活土壤生态系统自净的目的。

1 生态修复理论基础

1.1 生态修复概念 生态修复中“修复”更强调的是人类的主观能动性和人类的作为,强调人类对受损生态系统的重建。国内外学者对生态修复有不同的理解。国际上给出的生态修复的定义是:修复被人类损害的原生生态系统的多样

基金项目 国家自然科学基金项目(41361032)。

作者简介 赵海莉(1977—),女,甘肃兰州人,副教授,博士,硕士生导师,从事历史地理与环境变迁研究。

收稿日期 2019-08-21;修回日期 2019-09-20

性及动态的过程。中国水利水电科学院杨爱民将生态修复概念界定为:在特定的区域、流域内,依靠生态系统本身的自我组织和自我调控能力的单独作用,或依靠生态系统本身的自我组织和自我调控能力与人工调控能力的结合作用,使部分或完全受损的生态系统恢复到相对健康的状态^[15]。生态修复不应是一个完全自然的过程,科学合理的人工辅助措施,如在修复区局部水土流失较严重地段采取补植措施等,有利于加速生态系统的自然修复并使其向良性化方向发展。

笔者认为:生态修复就是遵循生态学规律,依靠生态系统的自我调节能力对已被破坏的生态系统进行修复,再进行适当的人为引导,以遏制环境的进一步恶化,使其恢复生态功能的过程。

1.2 生态修复的研究内容 国内外学者对生态环境修复进行研究,主要体现在以下几个方面:

(1) 植被退化的研究。植被作为一种新的自然资源类型,具有资源自我再生性和生态经济功能兼顾性的突出特征。一个区域植被资源状况及其开发利用程度都对区域发展具有重要影响。对于植被退化的研究,笔者认为应先遵循自然环境自身演变、自我调节的规律。植被又分为生态植被和人工植被,重点研究的是植被的种类和植被的覆盖率。一般生态植被的生态修复效果更好,对于生态破坏严重的地区,可在生态进行自我修复的基础上,再利用人工植被进行修复。

(2) 水土流失问题的修复。在植被覆盖率较低的地形区,流域受到降雨和急剧流水的影响,使得堤岸受到流水的侵蚀,造成土壤受到冲刷。人类的不合理生产活动又加剧了这一生态问题。气候、地形、土壤、水源以及人类活动都会造成水土流失,但是人为干扰是水土流失的根本原因。增加生态林草植被数量与质量是生态修复基础设施,在整个生态修复的过程中,调整产业结构,提高自然资源的利用率,减少对土地资源的破坏,以达到生态修复的目的。水土保持生态修复的措施具体表现在人为修复和人工治理 2 个方面。自然修复就是顺应自然规律,通过封禁保护和抚育措施,发挥生态系统的自我恢复能力,加速地表植被覆盖。人工治理措施要具体问题具体分析,在人口较少地区,可以采取生态自然恢复为主;人口较多、生态脆弱的地区,须采取必要的人工措施,解决群众的生活和生产问题。

(3) 湿地修复的研究。湿地具有独特的生态结构和生态功能,可以提供人类必须的动植物资源,可以维持生态平衡和水平衡、调节气候、降解污染,在提供珍稀动植物栖息地和保护生物多样性等方面起着不可替代的作用^[16]。湿地修复主要是遏制湿地继续被破坏、污染的现状。减少岸坡的冲刷与崩塌,建立水陆生态系统之间的联系。对湿地进行保护,让湿地进行自我修复。

2 研究区概况

汉江流域主要以亚热带季风气候区为主,温带大陆性气候次之。整个流域内气候温和湿润,但降水的季节分布不均,夏季炎热多雨,冬季低温少雨。年降水量 873 mm,水量较丰沛,5~10 月径流量占全年 75% 左右,是长江各大支流中

变化最大的河流。全流域面积 15.9 万 km²,主要流经湖北、陕西、河南、四川、重庆、甘肃 6 个省份的 20 个地(市)区的 78 个县(市)。汉江流域经济发展速度快,自然资源种类丰富、生态条件优越,是我国重要的粮食主产区,历史上是我国西部高原通往中部盆地和东部平原的五大走廊之一,现在是连接长江经济带和新丝绸之路经济带的一条战略通道^[17]。

汉江流域是湖北省资源要素最丰富的地区之一。交通运输的便利为社会经济的发展提供了更好的条件,是连接不同地区之间资源交换和经济交流的重要通道。2016 年 3 月,汉江生态经济带建设被纳入国家“十三五”规划纲要,正式上升为国家战略。汉江流域自然资源丰富,经济基础雄厚、生态条件优越,是我国重要的粮食主产区和生态功能区,历史上是我国西部高原通往中部盆地和东部平原的五大走廊之一,现在是连接长江经济带和新丝绸之路经济带的一条战略通道。汉江流域发展历史悠久,汉中、襄阳、荆州、武汉都是有上千年历史的名城。现在受国家改革开放政策的影响,整个流域内的经济得到快速发展。

3 汉江生态经济带面临的主要生态问题

3.1 水土流失现象严重 汉江流域内 85% 以上地域为丘陵山区,大部分地区雨量多而集中,加之人类不合理的经营活动,使流域各地都出现了不同程度的水土流失现象。建国以来的治理虽取得了很大的成绩,由于人类的不合理生活、生产以及自然条件的限制使得汉江流域总的生态环境严重失衡,许多地区水土流失现象日益严重。

根据陕西省第 3 次水土保持遥感调查结果,陕西省汉江流域现有水土流失面积 3.4 万 km²,占土地总面积的 54.1%,平均年土壤侵蚀量 12 000 t。陕西省汉江流域面积仅占长江流域的 4%,但输沙量却占长江流域的 12%,是长江流域水土流失最严重的地区^[18]。

据遥感资料分析,汉江中游襄阳段水土流失面积达到 8 900 km²,占全市总面积的 45%,平均水土流失量达 2.53×10⁶ t,年均侵蚀模数 2 821 t/km²^[19]。水域流失侵蚀强度分为 4 个等级,分别为轻度、中度、强度和极强度。强度以上侵蚀主要分布在西部的南漳、保康山区和东北部枣阳市桐柏山余脉的丘陵地带。襄阳地区的水土流失现象较严重。汉江下游部分地区水土流失情况也较为严重,丹江口以下的汉江中下游地区水土流失面积达到 1 152 km²,土壤侵蚀总量为 1 900~2 500 t/a。

3.2 湿地环境较恶化 湿地是指天然或人工形成的水深不超过 6 m 的水域。湿地是地球上一种重要的、独特的、多功能的生态系统,可以提供人类必须的动植物资源、维持生态和水平衡、调节气候、净化水体等功能^[20],在自然水循环中具有独特的作用,有着“地球之肾”的美名^[21]。湿地的类型多种多样,通常分为自然和人工两大类。湿地的类型可分为人工湿地和自然湿地,沼泽地、泥炭地、红树林、湖泊、河流、海滩和盐沼等属于自然植被,人工湿地主要有水稻田、水库、池塘等。随着人类对湿地所具有的生态系统服务功能和价值的认识,湿地已被认为是一个国家重要的战略生态资源。

由于人们缺乏对湿地功能和价值的认识,出现了滥垦乱植现象,人们对湿地资源的利用多只是重视对其资源的直接利用或产生短期的经济社会效益,而不是寻求对湿地资源的可持续利用,从而导致湿地资源破坏严重。

位于汉江流域中下游的湖北省在20世纪50年代拥有天然湖泊1066个,面积8528 km²,有“千湖之省”的美称,20世纪90年代只剩下325个(其中面积大于1 km²的181个),面积缩小为2730 km²。如洪湖面积缩小42%,太湖水面积1949年为4325 km²,20世纪90年代下降为2338 km²,湖面损失近一半。据湖北省第2次湿地调查中,湖泊湿地面积在不断减少,2005年湖泊湿地面积为2063.37 km²,2013年湖泊湿地面积2012.14 km²,面积缩小了51.23 km²。湿地的破坏因素有很多方面,这里主要考虑的是环境污染,“三废”的排放会造成湿地的污染。近年来,随着经济的快速发展,三大产业的比重也发生了很大变化,导致排放的废水、废气、固体废弃物数量巨大。

近几年来,湖北省加强对环境的监测,采取措施限制“三废”的排放,但在国家进行处理的同时,由于工业的发展,每年仍然有大量的废水、废气、固体废物排放,对湿地仍然造成了巨大的破坏。

生活废物也造成湿地环境的污染。近年来,湖北省襄阳市人口增长对土地的压力越来越大,加上人类过度开垦土地以及水资源的不合理利用使湿地破坏现象日益严重,自然湿地的生态服务功能退化十分明显。襄阳市主城区的“桃花岛”是湖北省内湿地破坏较严重的地区,土地资源丰富,260余hm²,但自襄阳监狱搬迁以后,路上土地管理松懈,导致岛上土地陆续被出租,出租的土地主要用于经营餐饮娱乐场所、养殖禽畜及农作物种植等。因为襄阳市未建立污水防护设施,养殖业的粪便污水,餐饮娱乐场所产生的各种垃圾以及种植业的农药化肥等给汉江二级饮用水源保护区带来了严重的安全隐患。目前整个襄阳市汉江流域的湿地有95%以上受到不同程度的污染。在旱季,由于河流缺水,排入河区的城市污水与工业污水作为灌溉用水,使有毒物质积累在土壤中,造成土壤表层盐渍化、板结,影响农作物食用价值。

随着经济的发展,城镇化建设,工农业生产加剧,引发了湿地面积缩小和环境恶化等生态问题。加之人们对湿地的保护意识不强,生活垃圾、废弃物堆放在湿地边缘,也造成了湿地的污染。另外,由于人们对湿地的保护意识淡薄,但又缺乏系统的法律保护,从而造成湿地保护上存在困难,导致整个汉江流域的湿地环境恶化。

4 国内外生态修复经验

4.1 国外生态修复经验 目前,生态环境的修复已经成为世界经济可持续发展的重要保障,国外学者进行了大量生态修复措施的研究。1972年,美国尝试采用微生物生命代谢活动修复管线泄露造成的汽油污染^[22];20世纪90年代,美国、德国等国家提出,通过生态系统自组织和自调节能力来修复,通过选择特殊植物和微生物来降解污染物。国外的生态修复与我国的生态修复有很大差异,国外主要是对轻度污染陆

地的修复,最典型的就是通过湿地自调节能力防治污染。自20世纪20年代开始,德国、英国、美国、澳大利亚等国家对于矿山开采受损土地进行恢复和利用,人为辅助控制下,利用生态系统演替和自我恢复能力,使被损害的土壤、植被、野生动物得到恢复,重建良好的生态系统。如英国已开发出多种耐重金属污染的草本植物用于净化污染土壤,并已将这些开发出来的草本植物推向商业化进程^[23]。Simonich和Hites^[24]认为,植被吸附是从大气中清除亲脂污染物如PCBs和PAHs最主要的途径,其吸附过程是清除污染物的第一步,吸附之后再行进行植被的修复。

4.2 国内生态修复经验 西北农林科技大学、中国科学院水土保持研究所等高等学校和科研院所,在我国黄土高原等地区先后开展了黄土高原生态修复的技术标准方面的基础研究,确定了大气降水、地表水资源、大气温度是黄土高原生态系统的主要限制因子^[2],它们之间互相作用决定了黄土高原生态修复时潜力及适宜区,最后提出黄土高原在修复时可进行适度撂荒,减少人为干扰,考虑生物多样性因素,草、乔、灌木结合,不同区域给予不同配置。段雷等^[25]研究表明,投加碱性修复剂能有效提高土壤和土壤溶液的pH,增加土壤盐基饱和度和可交换盐基含量,从而有效缓解土壤酸化。

我国把生态修复建设和环境保护列为必须着重研究和解决的重大问题,明确提出了要遏制生态恶化,加大对环境破坏的整治力度。我国的生态修复技术取得了较好研究进展,并发挥着越来越重要的作用。但就目前的情况来看,生态修复研究成果主要集中在小规模试验上,在复杂的大规模实际应用中还需进一步验证;不同的修复技术在修复周期、成本及副作用等方面存在差异,需进行进一步的研究,发展更有效的修复技术。

5 汉江生态经济带生态修复措施

5.1 使用植物修复技术提高植被覆盖率 人类在生产生活中,随意的破坏森林、乱占耕地、毁林开荒等现象日益严重,导致植被的覆盖率降低,再加上雨水的冲刷,导致土壤侵蚀日益严重,人类也在探索正确的方法抑制土壤侵蚀,即水土保持工作。主要采取生物措施来进行修复,在水土流失严重的区域种植树木,提高森林覆盖率,增加地表覆盖,减少外力作用对土壤的侵蚀。同时进行封山育林,保护森林资源的生长。在平原地区,植树种草,培育树苗,同时改变人们土地利用的方式,退耕还林,恢复植被覆盖率。这可以很好的解决生态水土流失问题。同时,还可减少外力作用对土壤的侵蚀,林冠截流、林下草灌和枯枝落叶的拦蓄以及植物根系对土壤的固结作用可以保持水土、改善土壤肥力。

5.2 使用化学生态修复技术降低污染物浓度 随着国家经济的发展,工厂排放大量的污水、废气、废渣以及居民生活中产生的废弃物对生态环境造成了巨大污染。加大监控力度,对小型工厂和排污量大的工厂进行关闭,大力整治乱排乱倒现象。对工厂排放的废水进行再次加工,进行二次清洁后再投入到生产中,可以减少废水的排放量,也提高了水资源的利用率。对于生活中产生的废物,设置专门的废弃物处理地

进行集中处理,对于乱扔废物的现象加以整治,采取一定的惩罚措施。减少化肥农药的使用,从源头对污染物进行处理,以减少对环境的污染。制定严格的政策法规对生态修复区进行有效的保护。制定地方性管理方法、通告、文件,作为生态修复工作的依据。采取化学生物修复技术,降低污染物的浓度。

5.3 使用复合生态修复技术保护湿地环境 湿地环境的破坏主要是湿地受流水的侵蚀和人类乱占湿地引发的,岸坡流水的侵蚀使得岸边形成小河流最终在岸边汇入湖泊中,从而导致湖泊湿地受到污染,河流的冲刷导致湖泊面积也不断缩小。湿地进行岸坡修复,在湿地附近修筑岸堤,植树种草,减少流水的冲刷作用。采取复合生态修复技术,结合其他各种修复技术,植被护岸与工程措施相结合,增强岸坡抗侵蚀的能力,防治岸坡的崩塌,采取生态混凝土技术进行岸坡修复,生态混凝土技术透水性好,使植被可以更好的生长。符合生态修复技术的修复效果更好,对于湿地的恢复更快。

5.4 加强宣传教育,增强法制观念 汉江上游地区水土流失严重,近几十年也在不断进行治理,但是由于人类不合理活动,导致水土流情况仍然比较严重。针对这种现象,建议有关部门要加强对广大公民的普法教育,充分利用广播、报纸、网络等方式引导公民进行生态环境保护措施学习,也可以播放一些破坏生态环境造成了哪些严重的自然灾害,进行宣传教育,让公民自身认识到保护环境的重要性,提高全民的水土保持意识,特别是生态修复区内群众的水土保持意识。倡导人们有规划地进行生产。各级地方政府要以国家利益为重,尽快实施环境保护战略,制定相关的政策法规,完善我国的法律体系制度,并加强生态地区生态环境的监测,严禁人为破坏森林植被,提高植被覆盖率。

参考文献

- [1] 董立国,李生宝,潘占兵,等.半干旱黄土丘陵区退化生态系统恢复模式与技术体系的探讨[J].中国农业科技导报,2008,10(6):35-41.
- [2] 刘刚.淮河流域桐柏大别山区植被退化机制与生态修复模式[D].泰安:

山东农业大学,2010.

- [3] 徐德兰,刘正文,雷泽湘,等.大型水生植物对湖泊生态修复的作用机制研究进展[J].长江大学学报(自科版),2005,2(2):14-18.
- [4] 张建锋.黄河三角洲地区土地退化机制及生态修复技术研究[D].北京:中国林业科学研究院,2005.
- [5] 王健胜,刘沛松,杨凤岭,等.中国生态修复技术研究进展[J].安徽农业科学,2012,40(20):10554-10556.
- [6] 王健胜,梁亚红,廖秉华,等.低山丘陵区不同植被模式水土流失特征及生态效益[J].湖北农业科学,2014,53(14):3290-3293.
- [7] 陈海涛.利用微生物肥料进行土壤生态修复治理的研究[J].化工管理,2019(3):192-193.
- [8] 王巾帼.利用微生物肥料进行土壤生态修复治理[J].环境与发展,2018,30(6):94-96.
- [9] 孙艳荣,汪冬梅,王洪军.利用微生物肥料进行土壤生态修复治理的研究[J].河南农业,2017(2):49.
- [10] 黄勇,罗伟聪,吴丹妮,等.利用微生物肥料进行土壤生态修复治理的研究与分析[J].环境科技,2016,29(4):74-78.
- [11] 张胜,陈立,李政红,等.中原石油污染土壤原位微生物生态修复技术的应用[J].微生物学通报,2011,38(4):615-620.
- [12] 张涛,仇浩,邹泽李,等.氯化物污染土壤的化学氧化修复方法初步研究[J].环境科学学报,2009,29(7):1465-1469.
- [13] 张婉.以生态修复技术为基础的城市人工湖景观设计研究[D].雅安:四川农业大学,2015.
- [14] 刘隰.种植模式对重金属污染农业土壤的生态修复效益评价[D].雅安:四川农业大学,2011.
- [15] 杨爱民,刘孝盈,李跃辉.水土保持生态修复的概念、分类与技术方法[J].中国水土保持,2005(1):11-13.
- [16] 姚志刚,陈玉清,吕晓雪.长江三角洲湿地现状与保护研究[J].江苏林业科技,2005,32(2):36-41.
- [17] 冯旺舟.汉江生态经济带建设中特色生态城镇带建设研究[J].荆楚学刊,2014,15(3):45-49.
- [18] 高全成.汉江流域生态治理存在的问题及对策[J].陕西农业科学,2012(3):192-195.
- [19] 赵翔.襄阳市生态环境质量现状及对策探讨[J].绿色科技,2013(12):167-169.
- [20] 陈克龙,苏旭,王记明.基于RS和GIS的青海湖流域湿地景观格局变化分析[J].青海师范大学学报(自然科学版),2014(1):63-66.
- [21] 曹文娜.城市滨水公园的生态性设计[D].成都:四川大学,2007.
- [22] 王治国.关于生态修复若干概念与问题的讨论[J].中国水土保持,2003(10):4-5,39.
- [23] WILLIAMSON A, JOHNSON M S. Reclamation of metalliferous mine wastes[M]//LEPP N W. Effect of heavy metal pollution on plants. London: Applied Science Publishers, 1981: 185-212.
- [24] SIMONICH S L, HITES R A. Importance of vegetation in removing polycyclic aromatic hydrocarbons from the atmosphere[J]. Nature, 1994, 370: 49-51.
- [25] 段雷,马萧萧,余德祥,等.酸化森林土壤投加石灰石和菱镁矿 5a 后的化学性质变化[J].环境科学,2011,32(6):1758-1763.

(上接第 59 页)

术醇含量有一些差异^[11]。不同产区温郁金植株形态差异较小,凭植株形态很难进行分类,需要进行温郁金种质资源亲缘关系、辅助育种及种质资源鉴定等方面的研究^[12]。

通过引种栽培,建立温郁金种质资源圃,施加 PGRP 菌株,采收,复种,分析生产性状和品质性状,最后选择产地为瑞安陶山沙洲村的优质温郁金种苗。针对温郁金无性繁殖的特点,未来在生产中可以建立良种繁育基地,对种苗进行提纯复壮,提高种苗质量,防止种性退化。由于其产量、挥发油含量、莪术二酮含量和吉马酮含量较高,经生产推广后,可作为莪术挥发油提取原料品种在产区推广种植。

参考文献

- [1] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:一部[S].北京:化学工业出版社,2015.
- [2] 陶正明,冷春鸿,吴志刚,等.温郁金遗传多样性的 ISSR 分析[J].浙江

农业学报,2009,21(3):207-210.

- [3] 袁晓旭,杨明明,赵桂琴.郁金化学成分及药理作用研究进展[J].承德医学院学报,2016,33(6):487-489.
- [4] 陈康,刘德军,李敏,等.温郁金传统种植中存在的问题与分析[J].时珍国医国药,2007,18(11):2689-2691.
- [5] 李敏,唐远,付福友,等.郁金的研究进展[J].世界科学技术-中医药现代化,2004,6(2):35-39.
- [6] 姜程曦,熊伟,陶正明,等.瑞安陶山温郁金规范化种植基地适宜性研究[J].安徽农业科学,2010,38(4):1807-1810.
- [7] 吴志刚,陶正明,徐杰.温郁金 GAP 栽培技术标准操作规程[J].浙江农业科学,2008(2):165-167.
- [8] 梁菊秀.莪术栽培技术[J].广西热带农业,2006(3):39.
- [9] 杨三豹,卢启强.温郁金优质高产栽培技术[J].温州农业科技,2004(2):24,30.
- [10] 陶正明,冷春鸿,吴志刚,等.传统产区温郁金遗传多样性的 ISSR 分析[J].浙江亚热带作物通讯,2007,29(2):7-10.
- [11] 陶正明,姜武,吴志刚,等.不同产地温郁金药材有效成分含量比较[J].浙江农业科学,2015,56(10):1583-1586.
- [12] 任江剑,俞旭平,王志安.温郁金新品种“温郁金 2 号”的选育及品种特性[J].中国现代中药,2017,19(3):323-326,331.