

虎杖繁殖及栽培技术研究进展*

谢加贵¹ 何春梅² 王丛丛² 苏凌业²

(1. 南雄市木材检查站, 广东 韶关 512400; 2. 广东省森林培育与保护利用重点实验室/广东省林业科学研究院, 广东 广州 510520)

摘要 虎杖 (*Reynoutria japonica*) 是我国传统的药用植物, 近年来人工繁殖及栽培技术研究取得一定进展。文章通过系统地回顾和整理相关文献, 对虎杖繁殖及栽培关键技术进行了总结。重点从根茎繁殖、种子繁殖、茎枝繁殖、组培繁殖和生物技术等方面综合分析了虎杖繁殖方法; 并从选地整地、田间管理、采收加工贮藏等方面总结了虎杖人工栽培技术。同时, 文章还展望了虎杖繁殖和栽培技术研究的发展方向, 主要包括制定规范化栽培规程、加大资源调查保护力度和全产业链利用等。

关键词 虎杖; 繁殖技术; 栽培技术; 白藜芦醇

中图分类号: S567 文献标志码: A 文章编号: 2096-2053 (2019) 03-0116-04

Research Progress on Propagation and Cultivation Technology of *Reynoutria japonica*

XIE Jiagui¹ HE Chunmei² WANG Congcong² SU Lingye²

(1. Nanxiang Timber Inspection Station, Shaoguan, Guangdong 512400, China; 2. Guangdong Provincial Key Laboratory of Silviculture, Protection and Utilization/Guangdong Academy of Forestry, Guangzhou, Guangdong 510520, China)

Abstract *Reynoutria japonica* is a traditional Chinese medicinal plant. In recent years, progress has been made in artificial propagation and cultivation technology. Here we systematically consulted and sorted out the relevant literatures to summarize the key technologies of *R. japonica* propagation and cultivation. Here mainly analyzed the artificial propagation technology of *R. japonica* in terms of rhizome propagation, seed propagation, stem and branch propagation, tissue culture propagation and biotechnology. Furthermore, we summarized the artificial cultivation technology of *R. japonica* from aspects of land selection and preparation, field management, harvesting, processing and storage. It is pointed out that the propagation and cultivation technology of *R. japonica* should be improved in the aspects of formulating standardized cultivation regulation, strengthen resource investigation and protection and the whole industrial chain utilization.

Key words *Reynoutria japonica*; propagation technology; cultivation technology; resveratrol

虎杖 (*Reynoutria japonica*) 为蓼科多年生草本或亚灌木植物, 其根茎是我国传统的中药材, 富含虎杖苷和大黄素, 具有清热解毒, 散瘀止痛等功效^[1-2]。现代药理研究认为虎杖苷具有抗肿瘤^[3]、

护肝^[4]等生物活性。虎杖是白藜芦醇含量最高的物种, 因此成为提取白藜芦醇的主要原料, 市场前景巨大^[5]。目前, 市场上仍以野生虎杖的开发利用为主, 人工栽培技术尚不完善, 导致野生资源日益

* 基金项目: 广东省林业科技创新项目 (2018KJCX002)。

第一作者: 谢加贵 (1968—), 男, 工程师, 主要从事森林公园管理工作, E-mail: nxxjg@163.com。

通信作者: 苏凌业 (1988—), 男, 助理研究员, 主要从事林下经济研究工作, E-mail: sulingye@163.com。

枯竭，严重影响虎杖产业可持续发展^[1,6]。本文总结了近年来国内学者对虎杖繁殖和栽培技术的研究成果，为虎杖资源有效利用提供技术参考。

1 生物学特性

虎杖自然生长于山坡灌丛、沟谷、路旁和田边湿地，广泛分布于黄河以南地区。虎杖茎直立中空，具明显的纵棱，具红色或紫红色小斑点。叶片近革质，宽卵形或卵状椭圆形，沿叶脉具小突起。花为雌雄异株，花序圆锥状，腋生；苞片漏斗状，每苞内具2~4花；花被5深裂，淡绿色，雄花花被片具绿色中脉；雌花花被片外面3片背部具翅，果时增大，翅扩展下延。果实为瘦果卵形，具3棱，长4~5 mm，黑褐色，有光泽，包于宿存花被内。种子千粒重5.3~5.5 g。虎杖花期8—9月，果期9—10月^[7]。

2 繁殖与栽培技术

2.1 选地整地

2.1.1 林地 原则上应选择土壤肥厚的林地^[1]。王邦富^[8]比较了不同林分下虎杖生长量，发现经炼山的新造林和初产、盛产期的经济林下虎杖的生长量最高，分析原因是炼山使土壤肥沃，而经济林地经营状况较好。潘标志^[9]发现虎杖在郁闭度0~0.9的杉木林下均可生长，说明虎杖适宜林下种植。其中，当郁闭度为0.5时虎杖生长量最高，在林缘地或林窗地同样生长良好。阴坡中、下部有利于虎杖生长^[9]。林地整地工作主要是清理山坡杂草、杂灌，沿等高线堆积为宜，行距1 m^[9]。

2.1.2 大田 选择山区溪沟旁凉爽湿润、土质肥沃的田地^[10-11]，亦可选择人参后作地和城郊蔬菜地^[1]，以沙质土壤为宜^[10]。栽前一个月应深耕40~50 cm，去除杂草、树根等杂质。开沟施足基肥，以农家肥为宜，可选用人畜粪和草木灰（质量比3:1）的混合物，2 500 kg/亩，整平做畦^[1,6,11]。

2.2 繁殖方法

2.2.1 根茎繁殖 根茎繁殖是目前虎杖人工栽培的主要方法，技术较为简单，且生长速度快^[1,10-11]。主要方法是选择长势良好的虎杖根茎作为繁殖材料，将根茎剪成10 cm长，带有2~3个芽的小段，随挖随播。按40 cm株距开穴，播种后覆土^[10]。根茎繁殖最大的问题是种质退化，导致根茎生长

量和有效成分逐年降低^[12]。

2.2.2 种子繁殖 尽量选择生长3年以上的虎杖种子作为繁殖材料^[13]。浸种有利于虎杖种子萌发，使用30℃的50%多菌灵500倍稀释液浸泡4 h，可使虎杖种子的萌发率提高至78%^[12]。此外，运用透明塑料地膜可提高种子萌发率^[12]。春季按30 cm株距开穴，每穴播4~5粒，覆土浇足水^[12]。种子繁殖最主要的问题是自然萌发率低，生长速度慢，不利于集约化生产^[11,14]。

2.2.3 茎枝繁殖 王庆等^[15]报道了在虎杖开花前，剪取地上部粗壮主枝作为种条，将种条埋入沙中，15天后生根率达98%。杨金库等^[16]利用人工全光喷雾育苗床，对虎杖嫩枝进行扦插，基质为草炭土:河沙:蛭石=1:1:1，每年可繁殖4~5次。虎杖压条和扦插繁殖可相互补充，但压条繁殖主要问题是仅可采用主茎，一年一次，导致效率较低^[16]；而扦插繁殖主要问题是由于虎杖茎中空，因此对水分管理要求很高^[15]。

2.2.4 组织培养繁殖 王宇等^[17]以虎杖嫩茎为外植体，研究了虎杖组培各阶段最佳培养基配方：MS+0.4 mg/L 6-BA+1.2 mg/L NAA（诱导愈伤）；MS+0.8 mg/L AgNO₃+0.3 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA（不定芽分化）；1/3 MS+0.4 mg/L IAA+0.1 mg/L NAA（生根培养）。杨培君等^[18]以虎杖茎段、叶柄和叶片为外植体，研究了虎杖组培各阶段最佳培养基配方：愈伤组织诱导培养基为MS+1.0-2.0 mg/L BA+0.2-0.5 mg/L KT+0.2-0.5 mg/L NAA（愈伤诱导）；MS+2.0 mg/L BA+0.5 mg/L KT+0.2 mg/L IBA+LH1000（丛生芽诱导）；1/2MS+0.2 mg/L IBA（不定根及根状茎诱导）。长势良好的组培苗在炼苗4~5天后从培养瓶取出，用50%多菌灵浸泡根部2 h，晾干后即可移栽^[17-19]。移栽基质可选用沙与腐殖土（1:1）^[18]，也可选用炉灰渣^[17]。组培快繁技术可提高虎杖繁殖速度和质量，是突破传统栽培效率低下瓶颈的重要手段^[17-18]。

2.2.5 生物技术 毛状根技术具有生长快速、不需激素、合成次生代谢产物能力强且稳定、不受时间、地域限制等优点，是替代常规育苗的候选途径^[20]。目前虎杖毛状根诱导技术已有报道，但主要仍停留在实验室阶段^[21-22]。洪汉君等^[23]利用发根农杆菌侵染虎杖组培苗叶片，共培养2天，继代除菌，获得虎杖毛状根。随后在1 L气

升式生物反应器上,以1/2 MS培养基+0.5 g/L 酸水解酪蛋白+0.100 mg/L 黑曲霉+0.50 mg/L 苯丙氨酸为基质进行暗培养,获得白藜芦醇含量210~280 mg/kg,为虎杖毛状根规模化生产白藜芦醇奠定基础。

2.3 田间管理

2.3.1 中耕除草 播后第一年易生杂草,可在春、夏、秋季中耕除草各1次,注意锄头等农具要浅拔,勿伤根;冬季将植株地上部分连同杂草一起除去。第二年当虎杖达到一定生长量后,除去高大杂草即可^[1,10]。

2.3.2 合理施肥 虎杖生长对肥料需求较大,应多施用有机肥^[24]。在虎杖幼苗前期不宜施用尿素等速效肥料^[12]。虎杖出芽和拔节期施用鸡粪(100 g/株)或油菜枯(50 g/株)可使茎秆更粗壮,生长中后期施用鸡粪或油菜枯可使产量和有效成分增加^[24]。叶面可喷施0.1%~0.3%磷酸二氢钾等钾肥以防止地上部分徒长,少用氮肥;越冬期追施腐熟农家肥^[14]。马云桐等^[25]发现土壤中有有机质和速效性氮、磷、钾含量与虎杖药材成分呈正相关;余志芳^[26]发现虎杖产量受钾肥影响最大,而虎杖有效成分受磷肥影响最大。

2.3.3 水分管理 虎杖喜湿润,在移栽时浇少量定根水,在干旱期或施肥后应及时浇水,保证土壤湿润。但在多雨或高温高湿季节,要注意及时通风和排水,以防渍害发生^[1]。

2.3.4 病虫害防治 虎杖抗病虫害能力较强^[11]。病害以根腐病和叶斑病为主,多以65%代森锰锌防治,每周喷施1次,连续喷施2~3次^[27]。虫害以蚜虫、蝼蛄等为主,蚜虫可用70%灭蚜松600倍液防治^[27],蝼蛄可用毒谷九号毒杀,每周喷施1次,连续2~3次^[6]。

2.4 采收加工贮藏

2.4.1 采收 采收部位为虎杖地下根茎,根茎繁殖2年后采收,种子繁殖3年后采收^[1,10-11,14]。采收的时间分为春、秋两季,春季在幼苗出土之前;秋季采在植株枯萎之后,先将枯萎的植株割下来,再从一端挖出^[14]。余志芳等^[28]研究发现幼苗期和果期的虎杖苷、大黄苷含量最高,而花期和枯萎期的白藜芦醇含量最高,因此基于活性成分考虑可选择春季采收,而基于生物量考虑则选择秋季采收。

2.4.2 加工贮藏 除去芦头、须根即可鲜销售。

洗净后切短段或厚片,晒干制药材^[2]。置阴凉处保存,注意防霉防蛀^[6]。可选用丙三醇或生石灰在密封透光条件下贮藏,不宜使用白酒贮藏^[29]。

2.4.3 留种 根茎繁殖材料留种可选生长旺盛,具有2~3芽眼的根茎^[14]。种子繁殖材料留种应选颗粒饱满,无病虫害的种子,注意种子应带有宿存花被进行贮存,待播种时再去除花被^[13]。

3 研究展望

3.1 近年来,由于白藜芦醇的保健功效逐渐被市场和消费者认可,虎杖人工栽培迎来了高速发展时期^[5],各类来源的虎杖苗木充斥市场,许多种植户为了增产增收而盲目加快采收进度,造成人工栽培虎杖的产量和质量难以得到保护,也造成生态环境的破坏。目前国内尚无健全的虎杖规范化栽培规程^[6],导致虎杖“三品一标”建设相对于其它中药材而言相对缓慢^[30]。建议尽快制定相关规范,引导种植户成立示范合作社,按照无公害、绿色、有机食品标准生产虎杖,并鼓励虎杖主产区进行“国家地理标志保护产品”申报。

3.2 目前国内尚无完善的虎杖野生资源调查报告,导致无法有效地开展资源评估、收集保护和良种繁育工作^[31-32]。此外,虎杖常规育苗生长周期普遍很长,且由于繁殖系数小、病虫害危害大,造成虎杖生产效率较低,人工成本较高。因此,应加强虎杖野生资源调查工作,建立种质资源库,开展良种选育工作;利用细胞工程技术,开展虎杖组培快繁技术研究与推广,并通过毛状根等新兴技术对虎杖特定活性成分进行定向培育,用以突破虎杖资源高效利用瓶颈。

3.3 虎杖作为传统的中药材,在保健食品和日化产品开发上具有广阔的市场前景,但目前市场上仍主要以药材形式销售。应鼓励企业和研究机构一同研究虎杖深加工技术,开发出具有高附加值的虎杖功能产品,并在此基础上结合森林旅游、森林康养等第三产业,实现虎杖全产业链协同发展^[33]。

参考文献

- [1] 王宝清,徐鸿涛.虎杖人工栽培技术[J].中国林副特产,2011(5):99.

- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 一部[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 208.
- [3] ZHANG Y, ZHUANG Z, MENG Q, et al. Polydatin inhibits growth of lung cancer cells by inducing apoptosis and causing cell cycle arrest[J]. *Oncology Letters*, 2014, 7(1): 295-301.
- [4] LIU YH, HUANG QH, WU X, et al. Polydatin protects against acetaminophen-induced hepatotoxicity in mice via anti-oxidative and anti-apoptotic activities[J]. *Food & Function*, 2018, 9(11): 5891-902.
- [5] 李聪. 虎杖的药用价值及种植前景分析[J]. *乡村科技*, 2014(17): 11.
- [6] 潘标志, 王邦富. 虎杖规范化种植操作规程[J]. *江西林业科技*, 2008(6): 33-35.
- [7] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第二十五卷第一分册[M]. 北京: 科学出版社, 1998: 105.
- [8] 王邦富. 不同林分(地类)虎杖人工栽培生长效果比较[J]. *林业科技开发*, 2010, 24(5): 122-124.
- [9] 潘标志. 杉木林冠下虎杖不同栽培方式生长效果分析[J]. *林业科技开发*, 2009, 23(3): 55-58.
- [10] 石万祥, 彭国平. 虎杖无性繁殖高产栽培技术[J]. *农民科技培训*, 2010(4): 33-34.
- [11] 熊飞. 秦巴山区虎杖简易栽培技术[J]. *科学种养*, 2017(1): 17-18.
- [12] 张俊, 鱼江, 敬小莉, 等. 虎杖种子繁育技术研究[J]. *安徽农业科学*, 2017, 45(14): 120-122.
- [13] 张俊, 鱼江, 伍朝君, 等. 播种前期不同处理方式对虎杖种子发芽特性的影响[J]. *农技服务*, 2017, 34(1): 33-34.
- [14] 孙伟. 虎杖栽培技术[J]. *特种经济动植物*, 2005(4): 25.
- [15] 王庆, 王淑慧, 张守君. 虎杖繁殖新方法[J]. *中药材*, 2007(10): 1209-1210.
- [16] 杨金库, 武惠肖, 王杰凡. 虎杖嫩枝全光喷雾扦插育苗技术[J]. *林业实用技术*, 2012(4): 23-24.
- [17] 王宇, 方晨, 刘洋, 等. 虎杖的组织培养及高效无性系的建立研究[J]. *江西农业学报*, 2009, 21(3): 73-76.
- [18] 杨培君, 李会宁, 赵桦. 虎杖的组织培养与快速繁殖[J]. *西北植物学报*, 2003(12): 2192-2195.
- [19] 洪汉君, 熊小灿. 一种虎杖组织培养快速繁殖方法, CN104255502A [P]. 2015.
- [20] GUILLON S, MOUILLAUX-GUILLER J, PATI P, et al. Hairy root research: recent scenario and exciting prospects[J]. *Current Opinion in Plant Biology*, 2006, 9(3): 341-346.
- [21] 李卓玺. 黑曲霉和反-香豆酸对虎杖愈伤组织的白藜芦醇影响及毛状根诱导研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2009.
- [22] 于树宏. 虎杖组织培养物中白藜芦醇和虎杖苷的代谢调控、生物转化及其提取液抗肿瘤活性筛选研究[D]. 石家庄: 河北医科大学, 2006.
- [23] 洪汉君, 熊小灿. 一种虎杖毛状根生产白藜芦醇及扩大培养的方法, CN104372034A [P]. 2015.
- [24] 王强, 彭国平, 霍艳丽. 施肥对虎杖药材质量的影响[J]. *安徽农业科学*, 2017, 45(2): 150-152.
- [25] 马云桐, 万德光, 黄清龙. 不同土壤因子与虎杖主要成分的相关性分析[J]. *时珍国医国药*, 2009, 20(6): 1520-1522.
- [26] 余志芳. 虎杖光合特性与吸肥规律对其品质形成机制的研究[D]. 成都: 成都中医药大学, 2016.
- [27] 杨彬彬, 王进旗, 刘阳林. 虎杖生物学特性及规范化栽培技术[J]. *陕西农业科学*, 2004(5): 113-114.
- [28] 余志芳, 罗婷婷, 欧泉, 等. 虎杖生长发育过程中有效成分变化规律的研究[J]. *中药与临床*, 2016, 7(2): 1-4.
- [29] 邓晶晶, 王亚云, 卢先明, 等. 中药虎杖贮藏养护的初步研究[J]. *成都中医药大学学报*, 2011, 34(2): 89-91.
- [30] 曾庆钱, 郑良豹, 黄意成, 等. 无患子的本草考证及研究进展[J]. *林业与环境科学*, 2018, 34(4): 168-175.
- [31] 江海燕, 严守霞, 金钊. 不同产地、加工及提取工艺对虎杖有效成分影响研究进展[J]. *亚太传统医药*, 2012, 8(5): 215-216.
- [32] 刘开桃, 陈建祥, 尚斌, 等. 贵州及其周边毗邻地区虎杖资源调查研究[J]. *中药材*, 2018(5): 1070-1076.
- [33] 刘旭, 徐正春, 刘珊, 等. 广东省林下经济产业结构研究[J]. *林业与环境科学*, 2017, 33(4): 88-97.