

构树的资源化利用研究进展

刘书华¹, 盛颖霏^{2*}, 张一艺³, 饶桂维²

¹浙江树人学院树兰国际医学院, 浙江 杭州

²浙江树人学院交叉科学研究院, 浙江 杭州

³浙江树人学院团委, 浙江 杭州

收稿日期: 2024年8月28日; 录用日期: 2024年9月27日; 发布日期: 2024年11月12日

摘要

构树作为一种富含多种营养成分的天然资源, 具有极高的食用、药用及生态价值。此外, 构树的营养价值已受到广泛关注, 其作为高蛋白木本饲料原料展现出巨大的潜力。同时, 构树在改善畜禽产品品质、促进生态恢复、美化环境等方面也显示出独特的优势。本文进一步分析了构树资源化利用中存在的问题和挑战, 并对其未来的研究方向和应用前景进行了展望, 旨在为构树的可持续开发和利用提供科学依据和参考。

关键词

构树叶, 绿色环保, 资源化利用, 研究进展

Research Progress on Resource Utilization of *Broussonetia papyrifera*

Shuhua Liu¹, Yingfei Sheng^{2*}, Yiyi Zhang³, Guiwei Rao²

¹Shulan International Medical College, Zhejiang Shuren University, Hangzhou Zhejiang

²Interdisciplinary Research Academy, Zhejiang Shuren University, Hangzhou Zhejiang

³League Committee, Zhejiang Shuren University, Hangzhou Zhejiang

Received: Aug. 28th, 2024; accepted: Sep. 27th, 2024; published: Nov. 12th, 2024

Abstract

Broussonetia papyrifera, a natural resource rich in various nutrients, possesses significant edible, medicinal, and ecological value. In addition, the nutritional value of *Broussonetia papyrifera* has garnered considerable attention, highlighting its potential as a high-protein raw material for woody feed. Furthermore, *Broussonetia papyrifera* offers distinct advantages in enhancing the quality of livestock and

*通讯作者。

文章引用: 刘书华, 盛颖霏, 张一艺, 饶桂维. 构树的资源化利用研究进展[J]. 世界生态学, 2024, 13(4): 524-529.

DOI: 10.12677/ije.2024.134067

poultry products, promoting ecological restoration, and beautifying the environment. This paper analyzes the issues and challenges related to the resource utilization of *Broussonetia papyrifera* and explores future research directions and application prospects. The aim is to provide a scientific basis and reference for the sustainable development and utilization of *Broussonetia papyrifera*.

Keywords

Leaves of *Broussonetia papyrifera*, Green and Environmental Protection, Resource Utilization, Research Progress

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

构树(学名: *Broussonetia papyrifera*)别名褚桃等, 是桑科构属的高大乔木或灌木状植物, 为落叶乔木。构树分布广泛, 中国温带及热带地区均可栽植, 东南亚、东亚等国家也有分布。具有很强的适应性, 耐干旱瘠薄, 在酸性及中性土壤中都能茁壮生长。构树根系浅, 侧根分布很广, 生长速度快, 萌芽力和分蘖力强。构树以其生长速度快、适应能力强、分布广泛、易于繁殖、轮伐期短的优良特性越来越受到农林专家的重视和推崇。目前, 我国构树的种植面积已达 40 万亩, 在资源分布上占有一定的优势[1] [2]。构树于 2015 年被国务院扶贫办列入十大精准扶贫工程之一, 作为一种用途广泛的经济作物, 给种植的农民带来了不菲的收入。

构树因其快速生长和适应性强的特性使其成为资源化利用的理想候选植物。近年来, 随着可持续发展战略的不断推进, 构树作为天然资源的利用受到越来越多的关注。国内外在构树的研究上虽已取得一定进展, 但研究侧重点及深度存在差异。国内研究主要集中在构树的营养价值、饲用价值、药用价值及生态价值等方面, 特别是其在饲料工业、保健品开发、环境保护和食品工业中的应用潜力得到了深入挖掘[3]。相比之下, 国外研究则更多地聚焦于构树的生物学特性、遗传改良及生物活性成分的提取与应用, 国外研究还深入探讨了构树中多种生物活性成分的抗氧化、抗菌、抗炎等药理作用, 为其在医药领域的应用奠定了理论基础[4]。

鉴于国内外研究现状的差异, 本文旨在全面综述构树的资源化利用研究进展, 深入分析当前研究中存在的问题和挑战, 并探讨未来的研究方向和应用前景。通过对比国内外研究成果, 本文旨在揭示构树资源化利用领域的共性与差异, 为构树的可持续开发和利用提供科学依据和参考。本文工作的开展, 不仅有助于推动构树资源化利用研究的深入发展, 还能为相关领域的研究人员提供新的思路和方法, 促进学科交叉与融合。

2. 构树的研究现状

构树的利用前景广泛, 它不仅在药用领域有着独特的作用, 还具备美化环境、改善生态、提供营养的多重功能, 在饲料工业、保健品开发、环境保护和食品工业等方面都有广泛的利用价值, 近些年有些地方大力发展种植构树, 亲切地称之为“发财树”、“摇钱树”。

2.1. 构树的营养价值

构树的营养物质含量丰富, 其中蛋白质含量高达 20%~30%, 氨基酸种类更是达到了 17 种之多, 树

叶叶片中的谷氨酸、天冬氨酸和亮氨酸的含量较高。维生素、碳水化合物及微量元素等营养成分也十分丰富。构树也是一种传统的中草药，含有多糖、不饱和脂肪酸、生物碱、黄酮类化合物等生物活性物质，具有抗菌、抗炎、增强免疫力、抗氧化等多种功能[5]。研究发现，构树中还含有丰富的1,3-二苯基丙烷、黄酮类或黄酮醇、香豆素、木脂素，特别是含有戊烯基的生物活性酚类物质[6]。近年来，随着构树杂交品种逐渐增多，构树的钙、铁、蛋白质等含量不断提高，为构树的有效利用提供了更加广阔的前景。

2.2. 构树的饲用价值

构树叶的粗蛋白含量约为18%~24%，是玉米的3倍，可作为高蛋白木本饲料原料和饲料蛋白质来源[7]-[9]，采用构树叶为主要原料发酵制成的饲料，不含农药、激素，绿色环保，且具有独特的清香味，畜禽喜吃，吃后贪睡、肯长；构树还含有丰富的氨基酸，总量可达18%，具有提升畜禽品质和机体免疫力的功能；构树植株中铁、锰、锌等微量元素含量较高，钙的含量更是高达3.4%，用构树饲料喂养的畜禽，其肉质纤维坚实、韧劲十足；构树富含天然黄酮类生物活性物质，具有明显的抗氧化作用，能延缓细胞衰老，食用过构树饲料的猪、牛、羊等畜禽肉质细嫩、鲜醇爽口。

杨青春等[10]把添加了10%构树叶粉的混合日粮来饲喂三元杂交猪，发现肉质得到改善，变得韧劲十足。有研究表明，在饲料中添加25%~50%的构树叶有利于促进肉羊瘤胃发酵，并提高生长性能和改善肉的品质[11]。

不仅如此，用构树叶喂养禽类效果也可观。李艳芝[12]报道，在蛋鸡日粮中添加1.5%的构树叶粉，既能够显著提高产蛋中期蛋鸡的产蛋量及蛋品质，还能提高免疫力。黄炎坤等[13]研究发现，用青贮构树枝叶替代日粮中25%的稻糠，发现皖西白鹅蛋黄颜色可显著加深。

此外，用构树叶喂养水产动物也取得了可喜的成果。周本翔等[14][15]对构树叶饲喂草鱼提质增效的技术及草鱼真菌群落多样性展开探索研究，发现构树叶可用作鱼饲料。陈建军等[16]报道，喂养添加了发酵艾草构树叶混合物的饲料，发现能够显著提高鲤鱼的免疫性能。

当前，农业部已将构树纳入饲料原料目录及重点非粮蛋白饲料资源。在促进无抗养殖、降低养殖成本、缓解常规饲料短缺等方面，构树极具潜力和优势[17]，是一种绿色低碳、可持续利用的优质饲料来源。

2.3. 构树的药用价值

传统中医认为，构树全株可入药，历代著名药典如《名医别录》《本草纲目》等均有收录，夏秋采乳液、果实、叶及种子；冬春则采树皮、根皮鲜用或晒干。其果实入药称“楮实子”，为常见中药，清味甘甜，具有清肝明目、补益肝肾、利尿消肿等功效[8]，能壮筋骨、健腰膝；叶具有清热解毒、祛风止痒等功效，构树叶外洗具有较好的疏风止痒等作用，构树嫩叶食用，能去四肢风痹、赤白下痢；构树的汁液能利水消肿解毒，治疗皮肤癣疾，外涂可治疗蛇虫咬伤，消炎止痛；构树根则有清热退黄、改善消化不良等功效。目前，已经从构树中鉴定出生物碱、香豆素、木脂素、萜、挥发油、脂肪酸、酯和氨基酸及其它多种化合物[18]；构树的多种物质，具有抗血小板聚集、抑制芳香化酶、抗氧化、抗菌、抗炎等活性[19]。需要重新审视构树的药用价值，提高对其认知度和利用度，加强对构树的开发研究，更好地造福人类。

构树的药用价值历史悠久。《和平圣惠方》中记载楮叶功用为“癣湿痒不可忍，捣烂敷于癣上”，并且其汁液治疗水肿、癣疾。《名医别录》也有构树叶药用“叶味甘，无毒。主小儿身热，食不生肌，可作浴汤。又主恶疮，生肉”的记载[20]。近年来，构树叶的药用价值更是受到国内外学者的广泛关注。构树叶多种活性成分具有抗肿瘤、抗病毒、抗辐射和增强免疫力等作用[21]；其生物活性成分广泛应用于医药、食品等领域[22]。现代药理研究表明，构树叶中含有丰富的膳食纤维，因此具有增加肠胃蠕动的作用；其含有的黄酮类物质可以改善内分泌系统、抑制细菌增殖。王明奎等[23]申请的发明专利把构树叶、根、皮

作为原料制取的生物碱,具有防糖尿病、防肥胖及防病毒感冒的功效。刘尚文等[24]将构树叶粉与荷叶粉配伍制成的减肥胶囊具有保健功能并申请了专利。

2.4. 构树的生态价值

构树的生命力强、分蘖力强、生长速率快,适应能力强,被广泛用于生态恢复和治理工程中。构树根系发达,侧根茁壮,能够固定土壤中的水分和养分,可有效防止土壤沙化和水土流失,对水库等水利设施有良好的保护作用。此外,构树对空气污染适应性强,拥有较强的清洁能力,吸附空气中的有害气体(二氧化硫、氯气等)能力强、滞尘能力强、释氧固碳能力强等,在一些矿区、重污染企业周边栽种构树,可以减轻空气污染、改善相关环境[25]。构树还有吸附尘霾的功效,是较为优良的园林绿化环境改造树种。另外,构树的广泛成林,也可有效减少酸雨形成和相关的危害。在庭院中种植构树,可以净化空气、美化环境,为人们提供舒适的休闲场所。因此,大面积种植构树,对加固堤防、治理水土流失、绿化荒山、改善恢复生态环境等都能起到积极有效的作用。

2.5. 构树的食用价值

构树的花、叶以及果实均可食用。早在中国古代,就有食用构树的记载。构树的花是一种可以食用的美味野菜,营养丰富。在 100 g 脱水的构树雄花序中,含有约 3 mg β -胡萝卜素,约 267 mg 维生素 C,约 9 g 粗脂肪,约 58 g 总碳水化合物,约 21 g 粗蛋白,约 17 g 氨基酸总量。其中,人体必需的氨基酸含量达 35.5% [26]。现在构树雄花主要涉及花茶、糕点等产品的开发,具有一定的市场前景。三国时期陆玕所著的《毛诗草木鸟兽虫鱼疏》一书就曾经提到“其叶初生可以为茹”,说明三国时期的百姓就知道食用构树嫩叶[27]。构树叶片口感鲜嫩、营养价值较高,杂交构树叶中更是含有丰富的酚类、氨基酸、黄酮类及微量元素,可将其叶片用于制作高级营养粉,以补充人体所需的各种营养物质。中国茶文化历史源远流长,经过不断的研究和技术革新,杂交构树嫩叶制茶技术有了很大的进步,杂交构树叶茶色泽青翠、芳香醇厚、沁人心脾;茶中富含黄酮类、酚类、有机酸、鞣质等化学成分,能够有效地降脂减肥、防治心脑血管疾病、安神利尿、消除水肿等,长期饮用可改善失眠多梦、高糖高脂等症状,有助于增强人体免疫力。杂交构树叶茶已经成为集色泽、口感和保健于一体的新型茶制品。

构树的果实味道鲜美、酸甜可口、营养丰富,含有大量的糖类、蛋白质、氨基酸等物质,是一种值得开发利用的野生水果资源[28],其果实经榨汁处理,可用在酿酒、饮料、糖果等的加工,经济价值较高。

此外,构树的树皮富含纤维素,且纤维较长,纤维形态佳,具有较高的制浆率,因而可以作为纤维加工业的优良原材料,同时使用构树皮造出来的纸张,颜色洁白光亮,纸质经久耐磨,是制作各种礼品包装纸、书画纸等高档纸型的原料[29],理论上将弥补中国造纸原料的不足,促进中国造纸工业的发展[30]。

总之,构树可开发利用价值高,适合农村产业化结构调整,可以打造苗木培育、种植、加工、养殖、销售一体化的产业链,提高农民的经济收入,为农村的“小康生活”保驾护航。

2.6. 构树的负面危害

作为强势的本土物种,构树在产生巨大经济效益的同时,也带来了一定程度的负面危害,曾一度是农村的“恶树”。由于构树的生长速度很快且根系发达,侧根的分布范围很广,一棵构树能够霸占宽广的地域且疯狂吸收土地的养分,导致其他植物很难在构树下生存。同时,构树的生命力顽强,种子随着鸟的粪便排泄到屋顶、墙壁甚至贫瘠的土壤里都能生根发芽,对建筑物造成了一定程度的破坏性。以重点保护历史文物——荆州古城墙为例,近年来,构树不断侵入了古城墙,对城墙造成了一定程度的不良

影响, 相关研究证明, 构树种群的迅速拓展侵入, 是古城墙受损的重要原因之一[31]。还有, 构树作为风媒植物, 单花花粉量较大, 构树花粉易引发或加重哮喘、鼻炎等呼吸道过敏性疾病[32]。但瑕不掩瑜, 构树浑身是宝, 各类应用价值广泛, 是一种经济价值很高的树木。

3. 结束语

本文系统总结了构树资源化利用的研究进展, 包括其营养价值、饲用价值、药用价值、生态价值及食用价值等多个方面。与前人工作相比, 全面梳理了构树在各个领域的应用现状, 并深入分析了当前研究中存在的问题和挑战, 提出了未来的研究方向和应用前景:

一是系统性综述分析: 首次对构树资源化利用进行了全面系统的综述, 涵盖了多个研究领域和应用方向, 为后续研究提供了丰富的文献基础和参考依据。

二是对问题与挑战的分析: 深入分析了构树资源化利用过程中存在的问题和挑战, 如构树生长速度快但管理难度大、营养成分丰富但提取利用技术尚不成熟等, 为后续研究指明了方向。

三是对未来发展的展望: 基于当前研究现状和问题, 提出了构树资源化利用的未来研究方向和应用前景, 包括加强构树遗传改良、优化提取利用技术、拓展应用领域等, 为构树的可持续开发和利用提供了科学依据和参考。

通过研究, 不仅有助于推动构树资源化利用研究的深入发展, 还能为相关领域的研究人员提供新的思路和方法, 促进学科交叉与融合, 为构树的可持续开发和利用贡献了力量。

基金项目

2024 年国家级大学生创新创业训练计划项目(202411842050)。

参考文献

- [1] 谭桂华, 刘子琦, 肖华, 等. 构树的饲用价值及应用[J]. 中国饲料, 2017(20): 32-35.
- [2] 张红, 陈凤鸣, 黄兴国, 等. 构树叶的营养价值及其在动物生产中的应用研究进展[J]. 动物营养学报, 2020, 32(9): 4086-4092.
- [3] 吴国虹, 肖开前, 徐吉祥. 乡村振兴视域下杂交构树种植的价值和技术支持[J]. 清远职业技术学院学报, 2024, 17(2): 43-48.
- [4] Haldar, A.G.M. and Dadure, K.M. (2021) *Broussonetia papyrifera*: Reviewing Its Pharmacotherapeutic Potentials. *International Journal of Medical & Pharmaceutical Sciences*, **11**, Article 11301. <https://doi.org/10.31782/ijmps.2021.11301>
- [5] Dong, L., Zhang, H., Gao, Y. and Diao, Q. (2020) Dynamic Profiles of Fermentation Characteristics and Bacterial Community Composition of *Broussonetia papyrifera* Ensiled with Perennial Ryegrass. *Bioresource Technology*, **310**, Article ID: 123396. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123396>
- [6] Malanik, M., Trembl, J., Leláková, V., Nykodýmová, D., Oravec, M., Marek, J., et al. (2020) Anti-Inflammatory and Antioxidant Properties of Chemical Constituents of *Broussonetia papyrifera*. *Bioorganic Chemistry*, **104**, Article ID: 104298. <https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2020.104298>
- [7] 吴宓. 杂交构树饲料化问题与建议[J]. 中国畜牧业, 2020(19): 33-34.
- [8] 彭献军, 沈世华. 构树: 一种新型木本模式植物[J]. 植物学报, 2018, 53(3): 372-381.
- [9] Peng, X., Liu, H., Chen, P., Tang, F., Hu, Y., Wang, F., et al. (2019) A Chromosome-Scale Genome Assembly of Paper Mulberry (*Broussonetia papyrifera*) Provides New Insights into Its Forage and Papermaking Usage. *Molecular Plant*, **12**, 661-677. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2019.01.021>
- [10] 杨青春, 陈绍红, 刘铀. 构树叶对育肥猪生产性能、肉质及营养物质表观消化率的影响[J]. 河南农业科学, 2014, 43(7): 133-137.
- [11] 华金玲, 从光雷, 郭亮, 等. 构树对黄淮白山羊瘤胃发酵特性、消化代谢、生产性能及肉品质的影响[J]. 南京农业大学学报, 2019, 42(5): 924-931.
- [12] 李艳芝. 构树叶对蛋鸡生产性能、蛋品质、血液生化指标及免疫功能的影响[D]: [硕士学位论文]. 保定: 河北农

- 业大学, 2011.
- [13] 黄炎坤, 李杨, 徐思源, 等. 青贮构树枝叶替代稻糠对皖西白鹅繁殖性能的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2020(15): 125-128.
 - [14] 周本翔, 赵良杰, 彭新亮. 构树叶投喂草鱼肠道真菌群落多样性研究[J]. 基因组学与应用生物学, 2020, 39(8): 3453-3460.
 - [15] 周本翔. 山区池塘构树叶主养草鱼提质增效技术[J]. 科学养鱼, 2018, 40(6): 79-80.
 - [16] 陈建军, 张华杰, 刘娜娜. 添加发酵艾草构树叶混合物饲料对鲤鱼生长及免疫性能的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2020, 55(4): 7-13.
 - [17] 龚利福, 程香, 姜埭, 等. 构树叶作为动物饲料的应用研究进展[J]. 现代畜牧兽医, 2021(3): 93-96.
 - [18] 冯卫生, 李红伟, 郑晓珂. 构树化学成分的研究进展[J]. 中国新药杂志, 2008, 17(4): 272-278.
 - [19] 朱开梅, 刘建楠, 顾生玖, 等. 构树药用活性化学成分及药理临床应用研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(1): 198-201, 204.
 - [20] 秦路平, 杨庆柱, 辛海量. 构树的本草考证及其药用价值[J]. 药学实践杂志, 1999, 17(4): 254-255.
 - [21] 刘建楠. 构树叶总黄酮对肝癌 HepG-2 细胞增殖和凋亡作用的研究[D]: [硕士学位论文]. 桂林: 桂林医学院, 2013.
 - [22] 魏攀鹏, 高正龙, 王品胜, 等. 构树医药功效的研究进展[J]. 养殖与饲料, 2021, 20(5): 58-62.
 - [23] 王明奎, 鲍玲. 一种构树生物碱的提取方法及用途[P]. 中国专利, CN200810045481.2. 2011-09-21.
 - [24] 刘尚文, 刘畅, 汪红, 等. 构叶保健减肥胶囊及其制备方法[P]. 中国专利, CN200710107524.0. 2011-09-28.
 - [25] 王高琦, 梁双丽, 王建民. 浅议构树的生长习性及其价值[J]. 绿色科技, 2013, 15(1): 188-189.
 - [26] 胡艳敏, 王芬芬, 沈世华, 等. 美味的“构树”佳肴[J]. 生命世界, 2018(3): 22-23.
 - [27] 杂交构树. 今年春天看构树“冒烟”, 尝遍构树的鲜[EB/OL]. https://www.sohu.com/a/308730522_780157#, 2019-04-18.
 - [28] 林文群, 陈忠, 李萍. 构树聚花果及其果实原汁营养成分的研究[J]. 天然产物研究与开发, 2001, 13(3): 45-47, 42.
 - [29] 吉仁花, 林晓飞, 张文波, 等. 构树研究现状及开发利用前景[J]. 林产工业, 2017, 44(10): 3-6.
 - [30] 白淑云, 刘秉钺, 何连芳. 造纸原料新树种——杂交构树[J]. 湖南造纸, 2008(4): 7-9, 14.
 - [31] 李胜蓝, 周璟, 陈中义. 荆州古城墙入侵构树种群的分布格局和生命表分析[J]. 生物灾害科学, 2018, 41(2): 108-112.
 - [32] 陈臻, 张静, 陈小东. 构树花粉变应原的纯化和鉴定[C]//中华医学会(Chinese Medical Association), 中华医学会变态反应学分会, 欧洲变态反应学及临床免疫学学会(EAACI). 中华医学会 2010 年全国变态反应学术会议暨中欧变态反应高峰论坛参会指南/论文汇编. 上海: 复旦大学附属华山医院呼吸科, 2010: 1.