

我国木芙蓉植物的研究进展

尹梦琪, 王小林

浙江师范大学生命科学学院, 浙江 金华

收稿日期: 2023年2月22日; 录用日期: 2023年3月15日; 发布日期: 2023年3月29日

摘要

木芙蓉树形优美, 鲜艳夺目, 多省均有栽培, 经常被用于园林景观建设中, 而木芙蓉有“浑身都是宝”的形容, 本文从生物学特性、品种保育及栽培, 及国内对木芙蓉文学历史、医药、纺织工业等领域进行开发应用的研究进行综述, 可以看出, 对木芙蓉的研究主要集中在品种培育和药学医用的领域, 并且尚处于初步阶段。该文从木芙蓉的生物学特性、品种保育及栽培, 及历史文学价值、园林观赏价值、医药和工业价值等多个角度的应用实践进行综述, 以期为木芙蓉多层次多领域的研究与开发利用奠定基础, 提供依据。

关键词

木芙蓉, 生物学特性, 园林建设, 药用价值, 纺织造纸

Research Progress of *Hibiscus mutabilis* Linn. in China

Mengqi Yin, Xiaolin Wang

College of Life Sciences, Zhejiang Normal University, Jinhua Zhejiang

Received: Feb. 22nd, 2023; accepted: Mar. 15th, 2023; published: Mar. 29th, 2023

Abstract

Hibiscus mutabilis Linn. is beautiful, bright and dazzling. It is cultivated in many provinces and is often used in landscape construction, however, it has the description of “treasure all over”, this paper summarizes the research on the biological characteristics, variety conservation and cultivation, as well as the development and application of *Hibiscus mutabilis* Linn. in the literature history, medicine, textile industry and other fields in China. It can be seen that the research on *Hibiscus mutabilis* Linn. is mainly concentrated in the fields of variety cultivation and pharmaceutical medicine, and is still in the preliminary stage. This paper summarizes the application practice of *Hibiscus mu-*

***tabilis* Linn. from the biological characteristics, variety conservation and cultivation, historical and literary value, garden ornamental value, pharmaceutical and industrial value, etc., in order to lay the foundation and provide the basis for the future research, development and utilization of *Hibiscus mutabilis* Linn. in multiple levels and fields.**

Keywords

***Hibiscus mutabilis* Linn., Biological Characteristics, Landscape Construction, Medicinal Value, Textile and Papermaking**

Copyright © 2023 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

木芙蓉(*Hibiscus mutabilis* L.)别名芙蓉花、拒霜花,为锦葵科(Malvaceae)木槿属落叶灌木或小乔木,原产地为中国湖南省,在全国分布广泛,很多地区都有栽培[1]。8~11月的深秋是木芙蓉的花期,不同品种的花色和花型不一,种类繁多[2][3],其花鲜艳夺目,被描述为“皎若芙蓉出水,艳似菡萏展瓣”,故又有“芙蓉花”的别名[3],具有较高的观赏性,经常被用于园林建设中,是四川省成都市的市花。

木芙蓉在我国的栽培历史悠久,早在3000多年前,对木芙蓉的描写就已出现在战国时期的爱国诗人屈原的《九歌·湘君》中[4],古代人们还以木芙蓉为原材料,用来制作缆索、帐子等纺织品,还可以用来造纸。此外,《本草图经》和《本草纲目》明确记载木芙蓉花叶“味辛平,无毒”,有清热解毒、凉血消肿的功效[3]。当前国内对于木芙蓉的研究主要集中在新品种的培育以及药理学方面,国外主要是针对木芙蓉的药用和食用价值。本文从木芙蓉的生物学特性、品种保育及栽培,以及历史文学价值、园林观赏价值、医药和工业价值等多个角度的应用实践进行综述,期为木芙蓉功能性状的深入研究和对其资源价值利用和实践提供依据。

2. 木芙蓉的生物学特性研究

2.1. 形态特征

木芙蓉的树形优美,在生长初期树冠较小,几乎没有分枝,主茎干上叶片相互交错生长,叶片以圆卵形或心形为主,从底端向上逐渐变窄,顶端较尖,新叶为嫩绿色,叶片为膜质,边缘有钝齿;随着生长,分枝数量逐渐增多,树冠丰富度大大增加,成熟叶色为浓绿色,叶片长度可长至20 cm,叶柄长度可达30 cm;8~11月份,木芙蓉进入花期,有不同形态和颜色的花朵,以红、粉、白最为常见,单生或几个簇生在枝条和主茎端叶腋间;10~12月为果实成熟期,蒴果呈扁球形,直径约2.5 cm,此时叶片处于凋落期,叶色变黄并脱落。在冬季较冷的地区,需要在冬季将木芙蓉的地上部分剪掉,待第二年3~4月会重新萌发新芽和新枝[5]。

2.2. 生态学特征

木芙蓉喜温暖、潮湿的环境,不耐寒但耐水湿;对土壤要求不高,贫瘠土地也可生长,生长速度很快,一年内可以长至2~5米,萌蘖性强,对Cl₂、HCl有一定抗性。

植物固着生活,其所在环境的生物及非生物因素都会影响植物的生长和发育,植物功能性状反映出

植物进化过程中对外界环境的适应, 是植物生存和适应环境的重要属性[6], 其中叶功能性状最为敏感, 可以直接体现出植物的生长和对资源的利用对策[5]。当前对于木芙蓉功能性状的研究很少, 许跃坤等人[1]对木芙蓉花期的 4 个物候阶段叶功能性状间的相关性, 对叶柄及叶片的鲜重、叶干物质含量和叶面积的异速生长方程, 以比较各方程的拟合效果, 发现在不同物候期中, 叶功能性状之间的相关关系发生了改变, 具体表现为木芙蓉在花芽期和盛花期叶片构建的资源随着叶面积增加而增加, 原因可能是随着花期的到来, 会消耗大量的同化物, 植物选择增大对叶面积的投资来增加对光的捕获, 从而固定更多的碳。

3. 木芙蓉的品种保育及栽培研究

3.1. 木芙蓉的品种保育研究

根据《中国植物志》, 木芙蓉可分为木芙蓉(原变型) (*Hibiscus mutabilis* Linn. f. *mutabilis*)和重瓣木芙蓉(变型) (*Hibiscus mutabilis* f. *plenus*), 本变型不同于原变型在于花系重瓣[7]。木芙蓉原产于中国湖南省, 目前我国四川、云南、浙江等多省均有栽培记录, 最北在辽宁地区, 但木芙蓉为喜光植物, 在北方露天栽培的木芙蓉地上部分的茎叶多枯萎或者冻死, 但根部能够安全过冬, 翌年又可以正常生长发育[8]。在木芙蓉的新品种培育方面, 成都市植物园及成都市公园城市植物科学研究院将新品种“金秋颂”[9]、“锦蕊”[10]、“锦碧玉”[11]、“金秋红”[12]、“锦绣紫”[13]及“百日华彩”[14]的品种特征特性和栽培技术要点做了详细的阐述, 其中“百日华彩”为抗病虫早花品种, 即开花在 6~9 月, “金秋颂”为中花品种, 即开花在 9~10 月, “锦蕊”、“锦碧玉”为抗虫病中花新品种[15]。

3.2. 木芙蓉的栽培技术研究

木芙蓉的繁殖有扦插、分株、压条等方法。木芙蓉的扦插多在秋末冬初进行, 等植株落叶后, 将枝条离地面 5~10 cm 处剪断, 截成 10~15 cm 的插条, 每 50 根捆成一束, 在背风向阳处挖坑贮藏, 捆好的枝条在坑内垂直排列整齐, 上面覆盖 10~20 cm 的干净湿砂, 此后需保持砂土湿润。翌年春天, 其基部已经形成愈合组织, 扦插很容易成活。也可在春季的 3 月至 4 月剪取枝条扦插, 优先选取一年生健壮的枝条, 枝段长 10~15 cm, 插于沙土中 1/2 左右, 在北方地区应罩上塑料薄膜保温保湿, 约 1 个月左右可生根。分株多在 2 月至 3 月进行, 将植株的根挖出后分开, 采用湿土干栽的方法, 栽后压实, 5 天后浇一次透水。当年生长很快, 到 10 月就能开花。在 6 月至 7 月可进行压条, 将植株外围的枝条弯曲, 压入土中, 由于生根容易, 不必刻伤, 约 1 个月后生根, 两个月后与母株分离, 连根掘起, 上盆在温室或地窖内越冬, 翌年春天栽种。

木芙蓉在春季萌芽期需满足其水分需求, 特别是在北方旱季, 需经常灌水。在湖南地区炎夏季节应多浇水, 以保持湿润, 水源困难的地方可用稻草覆盖, 保湿效果良好。随着气温的降低, 入秋后适量减少水分, 一般在花蕾透色时应适当控水, 以控制其叶片生长, 使养分集中在花朵上。湖南露地栽培的木芙蓉管理粗放, 因为自然的降水规律与其生长需水大致吻合, 除盛夏季节, 其他时间基本能满足其水分需要。采用盆栽的木芙蓉宜选用较大的瓷盆或素烧盆, 盆土要求疏松肥沃、排水透气性好, 生长季节要有足够的水分, 冬季移至背风向阳处即可保证其充分休眠。

4. 木芙蓉的价值及应用研究

4.1. 木芙蓉的历史与文学价值

我国关于木芙蓉的栽培历史记载已超过 3000 年, 历史上关于木芙蓉的文字、绘画记载不计其数, 仅在宋代, 就有王安石的《木芙蓉》写道“正似美人初醉著, 强抬青镜欲妆慵”、欧阳修的“谁栽金菊丛相近, 织出新番蜀锦窠”、苏轼的“溪边野芙蓉, 花水相媚好”和“千林扫作一番黄, 只有芙蓉独自芳”。

唤作拒霜知未称, 细思倒是最宜霜”、姜特里立的“芙蓉花高猩血殷, 烁烁对此红玉盘”等等。由此以小见大, 可以看出古代文人对木芙蓉的喜爱之情, 一方面, 木芙蓉的花语为贞操、贞洁、纤细之美, 其花瓣层叠开放, 犹如娇羞的少女, 因其常临水而立, 又有“出水芙蓉”的形容词; 另一方面, 木芙蓉的花期为深秋, 在百花争艳又衰败后凌霜而开, 正值落霜季, 故木芙蓉又名“拒霜花”, 花期结束后会毫不犹豫的凋谢, 代表着果断的成熟与知性。

4.2. 木芙蓉的园林观赏价值及其应用

木芙蓉生长较快, 春季萌发新芽和新枝, 散发勃勃生机; 待夏季已是枝繁叶茂, 枝条向外伸展, 姿态优美, 轮廓分明, 树冠扩大并整体呈现扁球形, 主茎及侧枝上的叶互交错生长, 叶片较大, 多为圆卵形或心形为主, 生长旺盛; 秋季进入花期, 花叶量大, 花色多样, 远处观看一团锦簇, 鲜艳夺目, 白色花朵自然幽静, 朴素淡雅、粉色花朵娇嫩可爱、红色花朵热烈张扬。可以说, 木芙蓉的枝、叶、花都具有观赏性, 在生态性功能上, 木芙蓉能够吸附粉尘颗粒物, 净化周边空气和降噪, 此外木芙蓉的根部较深, 盘结根系可以固定土壤, 防止水土流失。

基于木芙蓉的观赏性、生态性, 可以考虑对其采用孤植、对植、丛植、列植以及群植等不同方式。孤植主要是为了突出表现植株个体的特点, 可以选择具有变色特性的“三醉芙蓉”或“弄色芙蓉”, 借助木芙蓉短时间内具有颜色变化的特性, 孤植树作为园林构图的一部分, 不是孤立的, 必须与周围环境和景物相协调, 可选择在水旁种植, 形成“芙蓉映水”的景观, 在水中呈现其倒影, 动态的湖水与静态的木芙蓉体现出一种动静结合的美感[16]。对植是用两株相似的树, 按照一定的轴线关系的对称种植方式, 适合用于公园、建筑和广场的出入口, 以及桥梁、道路的两侧, 既彰显秩序感, 又可以美化环境。丛植主要是将木芙蓉搭配在高大的树木下, 通过对花色与花期的搭配呈现百花齐放的效果。列植是按一定的株行距成排种植, 对木芙蓉进行成排的栽种, 主要在公路两侧及工厂、企业等地区, 利用木芙蓉净化环境、吸收颗粒物粉尘的作用, 改善种植区域的环境质量。群植由 20~30 以上, 有时可以达到数百株的乔灌木混合栽培种植的类型, 所表现的主要是群体美, 需要根据植物群落结构的组成原则搭配植物, 无论从林冠、林缘的垂直林相, 还是从一年四季的季相上, 都很丰富, 由于受到占地面积和多样性要求的限制, 该配置方式的应用率较低[17]。

4.3. 木芙蓉的食用、药用价值及其应用

木芙蓉的新鲜花瓣可食用, 烹调中加入其花可以起到提味增香的作用, 花可烧汤食, 软滑爽口, 花瓣与鸡肉一道可制成芙蓉花鸡片; 与竹笋同煮可制成雪霞羹; 与粳米一道可煮“芙蓉花粥”; 还可与面粉调合, 放入油锅中炸, 炸后与软骨煨汤等。早在 1999 年, 李良[18]就在《食用鲜花利于身》中提及木芙蓉极其多样的吃法, 可采用蒸、煮、炸、炒等烹饪方式, 制成粥、糕点、茶饮、腐乳、汤等形式。

2007 年, 中国园艺学会十届二次理事会暨学术研讨会[19]中对作为食用花卉的木芙蓉进行营养和食用安全性的研究, 通过营养成分测定比较和急性毒性试验, 结果表明, 木槿花、金姜花、木芙蓉、白菊花和现代月季对小鼠均属无毒性, 5 种花卉中木芙蓉的总酸含量最高; 在与常见蔬菜的比较中, 它们的干物质和粗脂肪的含量均高于花椰菜和番茄, 从营养角度而言, 木芙蓉具有很高的开发和用价值, 曾心美等人[20]也有类似的研究结果, 所采区域芙蓉花样品中 Pb、Cd、As、Cr 均未超过限量值, 食用风险低; 对木芙蓉花的矿物质元素分析发现: 常量元素中 K、Ca、Mg 含量较高, 可以起到保护人类心血管, 预防心脏病的作用[21], 在 Fe、Zn、Mn、Cu 等 11 种有益微量矿质元素含量微量元素的测定中发现不同品种的花含量不同, 其中“JBY”营养价值最高, 所以需要根据木芙蓉不同品种的营养含量进行筛选, 以作为功能性食品的开发。值得注意的是, 木芙蓉所在的土壤环境会影响到花的矿物质元素, 所以今后需

在食药两用的栽培区加强防治重金属的管理。蔡露等人[22]通过对 18 个木芙蓉品种的氨基酸组成和含量进行测定和分析, 结果发现的 E/T 比例为 22.33%~37.51%, 其赖氨酸和苏氨酸含量均高于 WHO/FAO 模式谱标准, 可作为辅食以此来提高主食为米面的地区食物蛋白氨基酸平衡。此外, 本研究还发现木芙蓉中呈味氨基酸含量为 $4.17\sim 8.86 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, 占氨基酸总量的比值达到一半以上, 这是木芙蓉在烹饪中可以提味增鲜的根本原因。综上, 木芙蓉花能为身体补充丰富的营养, 具有可以被人体吸收多种有益的维生素与矿物质。

芙蓉的花、叶、根富含黄酮甙、金丝桃甙、菊糖甙、酚类、还原糖等药物成分, 均可入药。木芙蓉根具有解毒热的功效, 主治痈肿、秃疮、疔疮、咳嗽气喘、妇女白带, 但迄今为止, 关于木芙蓉根的药理相关研究报道仅 1 篇, 曾晓芳[23]对木芙蓉根提取物的抑菌和抗肿瘤作用进行了探究, 结果发现, 木芙蓉根不同提取物均能抑制金黄色葡萄球菌、大肠埃希菌、表皮葡萄球菌、铜绿假单胞菌的生长繁殖, 其中木芙蓉根乙酸乙酯提取物对上述四种菌的抑制作用最强, 并且该提取物的急性毒性很小, 可供临床应用及实验研究。木芙蓉花和叶中具有芸香甙等黄酮类化合物[24] [25] [26], 具有清热解毒、消肿止痛、凉血止血、美容养颜等功效。其中, 叶提取物在抗病毒方面能在不同程度地抑制以上 RSV、Flu A 和 HPIV 病毒的增殖[27], 刘婷婷[28]和陈卫琼[29]则发现, 木芙蓉叶的醇提取物具有一定的抑制金黄色葡萄球菌的能力。目前, 木芙蓉叶的临床应用主要为治疗炎症感染和术后某些疼痛、治疗乳房疾病。木芙蓉叶相关的临床制剂主要有用于流行性感冒的芙蓉抗流感片、芙朴感冒颗粒和复方木芙蓉涂鼻膏, 用于湿热型阴痒的复方芙蓉泡腾栓。蒋益花[27]在对木芙蓉花总黄酮的工艺研究中发现, 用 1:20 (g/mL) 的 70% 乙醇水溶液, 微波功率 464 W, 提取时间为 40 s 时提取效率较好, 微波提取方法具有速度快、耗能低的优点。

4.4. 木芙蓉的造纸与纺织的工业应用研究

在《天工开物》中记载着唐朝时期薛涛笺用木芙蓉皮造纸, 王姗[28] [29]通过分析木芙蓉的形态纤维和化学成分, 结果表明, 木芙蓉皮韧皮部纤维丰富, 易蒸煮分散, 杂细胞少, 综纤维素含量较高而木素含量较低, 以木芙蓉为原材料的纸面光滑细腻, 可用于作文写作纸中。此外, 由于木芙蓉的韧皮纤维是一种天然纤维素纤维柔软、耐水, 可以制作缆绳和纺织品, 也可用于纺纱[30] [31], 黄丽[32]发现, 七月上旬的枝条未成熟随去韧皮容易, 但制取纤维量少, 十月份后的枝条韧皮的木质素含量过高, 可提取的纤维量大大减少, 故要在枝条成熟时进行剥皮最好, 对不同时期的芙蓉韧皮各成分进行比较, 发现九月份为最佳收割时期, 其纤维素含量达到 53.77%。以上研究均表明, 木芙蓉韧皮纤维具有可纺性, 在纺织品、装饰品以及纤维增强复合材料方面都有很好的市场前景。

5. 小结

木芙蓉种类繁多, “浑身都是宝”。本文通过综述木芙蓉生物学特性、品种保育及栽培, 及国内对木芙蓉多个领域进行开发应用的研究进展, 可以看出, 当前对木芙蓉的研究主要集中在医药领域, 今后需要在多个领域加大研究力度: 1) 木芙蓉的文化背景深厚, 可与商业品牌结合进行产品开发, 扩大其影响力; 2) 加大对木芙蓉的品种培育, 根据不同的园林应用需求, 培育更丰富多彩的新品种, 在各省发展木芙蓉展览的文化产业。此外, 由于木芙蓉品种繁多, 要建立统一固定、科学实用的品种分类系统数据库, 对新品种进行认证和收纳, 一方面有利于缩短木芙蓉的选育工作, 另一方面有利于国际间的交流; 3) 木芙蓉是一种可再生资源, 我国产量十分丰富, 要加大木芙蓉韧皮纤维的开发和利用, 探索出科学合理的化学生物精细化工工艺并逐步优化, 促进以木芙蓉为原材料的纺织业经济发展。

参考文献

- [1] 许跃坤, 王勇, 王丽华, 王文鑫, 唐淑琴. 不同物候阶段木芙蓉叶功能性状特征[J]. 广西林业科学, 2021, 50(6):

- 617-624. <https://doi.org/10.19692/j.issn.1006-1126.20210601>
- [2] 李林轩, 范沾涛, 韦利月, 杨立坚, 梁莹, 韦范, 郭晓云, 韦坤华, 缪剑华. 木芙蓉的保育研究[J]. 中国现代中药, 2022, 24(3): 412-418. <https://doi.org/10.13313/j.issn.1673-4890.20211229006>
- [3] 孙艺铭, 石小庆, 刘晓莉, 权秋梅. 木芙蓉研究进展[J]. 绵阳师范学院学报, 2021, 40(11): 78-82. <https://doi.org/10.16276/j.cnki.cn51-1670/g.2021.11.015>
- [4] 乔栋. 木芙蓉的种质资源、历史文化和研究进展[J]. 现代园艺, 2022, 45(3): 80-82+159. <https://doi.org/10.14051/j.cnki.xdyy.2022.03.030>
- [5] 胡湛, 周道均. 木芙蓉栽培管理[J]. 中国花卉园艺, 2011(12): 39.
- [6] Reich, A.P.B., Wright, I.J., Bares, J.C., et al. (2003) The Evolution of Plant Functional Variation: Traits, Spectra, and Strategies. *International Journal of Plant Sciences*, **164**, S143-S164.
- [7] 中国科学院《中国植物志》编委会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1984.
- [8] 聂谷华, 向其柏. 木芙蓉的特性及园林应用研究[J]. 园艺与种苗, 2012(6): 81-83.
- [9] 马娇, 刘晓莉, 李方文, 朱章顺, 石小庆, 杨苑钊, 曾心美, 李梦霞. 木芙蓉新品种“金秋颂” [J]. 园艺学报, 2022, 49(S1): 149-150. <https://doi.org/10.16420/j.issn.0513-353x.2022-0037>
- [10] 李方文, 石小庆, 刘晓莉, 朱章顺, 马娇, 杨苑钊, 曾心美, 刘晓丹. 木芙蓉新品种“锦蕊” [J]. 园艺学报, 2022, 49(S2): 265-266. <https://doi.org/10.16420/j.issn.0513-353x.2022-0138>
- [11] 朱章顺, 石小庆, 刘晓莉, 李方文, 马娇, 杨苑钊, 曾心美, 刘晓丹. 木芙蓉新品种“锦碧玉” [J]. 园艺学报, 2022, 49(S2): 263-264. <https://doi.org/10.16420/j.issn.0513-353x.2022-0137>
- [12] 曾心美, 刘晓莉, 李方文, 朱章顺, 石小庆, 马娇, 杨苑钊, 李梦霞. 木芙蓉新品种“金秋红” [J]. 园艺学报, 2022, 49(S1): 147-148. <https://doi.org/10.16420/j.issn.0513-353x.2022-0015>
- [13] 石小庆, 刘晓莉, 李方文, 朱章顺, 马娇, 杨苑钊, 曾心美. 木芙蓉新品种“锦绣紫” [J]. 园艺学报, 2021, 48(S2): 3001-3002. <https://doi.org/10.16420/j.issn.0513-353x.2020-0994>
- [14] 石小庆, 刘晓莉, 李方文, 朱章顺, 马娇, 杨苑钊, 曾心美. 木芙蓉新品种“百日华彩” [J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2021, 45(5): 242-244.
- [15] 张璐, 张曼瑜, 曾心美, 贾茵, 姜贝贝, 周蛟, 马娇, 徐倩, 石小庆, 王凯璐, 潘远智. 成都地区 19 个木芙蓉品种的孢粉学研究及其分类学意义[J]. 热带亚热带植物学报, 2021, 29(4): 421-429.
- [16] 黄碧琳. 木芙蓉的观赏特性及其园林应用探究[J]. 现代园艺, 2021, 44(14): 124-125. <https://doi.org/10.14051/j.cnki.xdyy.2021.14.056>
- [17] 王连军, 杨庆华, 高伟祥, 宋昌梅. 木芙蓉的繁育系统及传粉生物学[J]. 东北林业大学学报, 2021, 49(1): 55-59. <https://doi.org/10.13759/j.cnki.dlxb.2021.01.011>
- [18] 李良. 食用鲜花利于身[J]. 中国土特产, 1999(5): 28.
- [19] 郑广填, 陈日远, 黄邦海, 刘厚诚, 孙光闻. 五种食用花卉的营养与食用安全性研究[C]//中国园艺学会十届二次理事会暨学术研讨会论文摘要集. 南京: 中国园艺学会, 2007: 317.
- [20] 曾心美, 王希, 石小庆, 蔡露, 李梦霞, 朱章顺, 陈存. 17 个品种木芙蓉花的矿质元素分析评价及健康风险评估[J]. 食品工业科技, 2022, 43(22): 280-286. <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2021120294>
- [21] 颜鸿远, 刘引, 徐扬, 方艳, 郭兰萍, 刘大会. 药用和茶用菊花种质资源的矿质元素分析评价[J]. 中国中药杂志, 2021, 46(2): 272-280. <https://doi.org/10.19540/j.cnki.cjcm.20201023.101>
- [22] 蔡露, 曾心美, 王希, 李梦霞, 唐国良, 陈存. 不同品种木芙蓉花氨基酸组成分析及评价[J]. 食品工业科技, 2021, 42(20): 279-285. <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2021020021>
- [23] 曾晓芳. 木芙蓉根提取物抑菌及抗肿瘤作用的初步研究[D]: [硕士学位论文]. 福州: 福建医科大学, 2009.
- [24] 杨洋. 生姜黄酮的提取及其抗氧化活性的研究[J]. 食品科学, 2002, 23(4): 45-50.
- [25] 万静, 陈晓兰, 董娜娜, 邓秘莉. 木芙蓉叶研究进展[J]. 湖北民族大学学报(医学版), 2021, 38(4): 79-82. <https://doi.org/10.13501/j.cnki.42-1590/r.2021.04.019>
- [26] 菲仁通. 木芙蓉中的化学成分[J]. 中草药, 1993, 24(5): 227-229+278.
- [27] 张丽, 周长征. 木芙蓉叶提取物抗病毒作用实验研究[J]. 长春中医药大学学报, 2013, 29(1): 28-30. <https://doi.org/10.13463/j.cnki.cczyy.2013.01.076>
- [28] 王珊. 木芙蓉皮成纸可行性研究[J]. 中国造纸, 2017, 36(9): 43-47.
- [29] 王珊. 以薛涛笺为中心的早期笺纸制作工艺研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 北京科技大学, 2020.

- <https://doi.org/10.26945/d.cnki.gbjku.2020.000375>
- [30] 王路, 刘晓兰, 田英华. 一种碱性果胶酶亚麻脱胶工艺研究[J]. 上海纺织科技, 2013, 41(8): 13-15.
<https://doi.org/10.16549/j.cnki.issn.1001-2044.2013.08.009>
- [31] 顾东雅, 黄涛. 菠萝纤维生物酶脱胶工艺研究[J]. 上海纺织科技, 2013, 41(8): 10-12.
<https://doi.org/10.16549/j.cnki.issn.1001-2044.2013.08.008>
- [32] 黄丽. 木芙蓉韧皮纤维的提取及理化性能研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 武汉纺织大学, 2010.