

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2019.04.024

刚竹属植物种质资源及应用价值研究进展

李云鸽¹, 薛磊¹, 凡莉莉², 叶龙太³, 陈凌艳¹, 何天友¹, 郑郁善^{1,2*}

(1. 福建农林大学园林学院, 福建 福州 350002; 2. 福建农林大学林学院, 福建 福州 350002;
3. 福建省东山赤山国有防护林场, 福建 漳州 363400)

摘要: 中国是世界竹子的分布中心, 其丰富的竹资源应首推刚竹属, 占全国竹林面积的 2/3, 共计 50 余种。本文综述了刚竹属植物种质资源的分布概况, 并从传统的形态学分类法与现代的维管束解剖法、生物化学分类法、细胞分类法、分子标记法等方面总结了刚竹属植物遗传多样性的研究进展, 着重介绍了刚竹属植物的经济价值、药用价值、生态价值、景观价值以及文化与美学价值。分析了刚竹属植物研究中存在的问题, 并对其种质资源的分类研究和应用做出展望。

关键词: 刚竹属; 种质资源; 应用价值

中图分类号: S795.7 文献标识码: A

文章编号: 1003-5508(2019)04-0117-06

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Research progress in Germplasm Resources and Applications of *Phyllostachys*

LI Yun-ge¹ XUE Lei¹ FAN Li-li² YE Long-tai³ CHEN Ling-yan¹
HE Tian-you¹ ZHENG Yu-shan^{1,2*}

(1. College of Landscape Architecture, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China;

2. College of Forestry, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China;

3. Dongshan Chishan State-owned Protective Forest Farm in Fujian Province, Zhangzhou 363400, China)

Abstract: There were a large area of bamboos growing in China, where was the distribution center of bamboos in the world. At the same time, *Phyllostachys* was regarded as the most resourceful genus of bamboos in China, which accounted for two-thirds of the national bamboo forest area and had more than fifty species. This paper dealt with the genetic diversity research of *Phyllostachys* for the distribution and classification of germplasm resources of *Phyllostachys* from traditional morphological classification to modern vascular bundle anatomy, biochemical classification, cell classification and molecular marker method. And it focused on the economical, medicinal, ecological, landscape, cultural and aesthetic values. The problems were also comprehensively analyzed for the study of germplasm resources and application values, and prospects were put out for the classification research and application of *Phyllostachys* germplasm resources in the future.

Key words: *Phyllostachys*, Germplasm resources, Application values

收稿日期: 2019-04-18

基金项目: 福建省区域发展项目(2015N3015); 福建农林大学科技创新专项基金(CXZX2017089)

作者简介: 李云鸽(1993-), 女, 硕士研究生, 主要从事园林植物与应用研究。e-mail: lyg379516137@163.com。

* 通讯作者: 郑郁善, 教授, 博士生导师, 主要从事森林培育和园林植物研究, e-mail: zys1960@163.com。

刚竹属 (*Phyllostachys*) 隶属于禾本科竹亚科 (Poaceae: Bambusoideae) 的三大分支之一的温带木本竹类, 即青篱竹族 (Arundinarieae)^[1], 是我国, 乃至全球人工栽培最广泛的属^[2], 该属植物有近 50 余种: 主要分为刚竹组 (sect. *Phyllostachys*) 和水竹组 (sect. *Heterocladae*)^[3]。最初由欧洲人 Siebold 和 Zuccarini 在 1843 年根据采自日本的模式种桂竹 (*Phyllostachys bambusoides*) 创立而命名^[4]。目前, 刚竹属竹种仅有少数种植于印度、越南、日本等地, 北非、北美、欧洲一些地区也从我国引种栽培此属竹种^[5]; 该属竹种大部分分布于东南亚, 我国为分布中心, 几乎遍布各个省份, 由台湾省南投县横跨至西藏墨脱县, 由海南省儋州市纵越至山东省潍坊市, 最多有 30 个种在同一个县分布^[6]。自古以来的“南竹北移”引种工作, 使得一些抗寒、抗旱性强的竹种如: 淡竹 (*Ph. glauca*)、早园竹 (*Ph. propinqua*)、紫竹 (*Ph. nigra*) 等被引种至黄河流域以北, 北京、河北、辽宁、山东、河南、陕西、山西等地^[7]。作为一种世界公认的绿色低碳产业, 我国的竹加产品有近万种之多, 可大致分为九大类: 竹制板材、竹建筑、竹材造纸、竹日用品、竹纤维制衣、竹炭、竹醋、竹制药、竹笋膳食用品、竹工机械^[8]。同时将清秀淡雅、枝干挺拔、虚心有节、四季常青的自然属性与中国传统的审美情趣高度契合, 作为文化的载体被广泛应用于园林景观^[9]。正是由于该属竹种在竹产品加工制造和园林绿化上的普遍应用, 使得其需求量日渐增加, 带动了苗木生产和市场销售的发展, 同时也意味着对其产量和品质等方面的需求也随之加大, 为我国带来了较高的经济价值。近几年, 国内外对刚竹属竹种的研究呈显著增加趋势, 主要针对该属竹种种质资源的分布与分类和资源利用现状等方面的研究较多。为了能够全面了解并科学合理地应用刚竹属竹种, 本文将对国内外刚竹属竹种

的相关研究成果进行综述。

1 种质资源的分布与分类

1.1 种质资源的分布

元代李衍《竹谱详录》记载了多种竹子的品种、形态、生态、产地、用途等, 其中记载的刚竹属竹种: 紫竹、刚竹 (*Ph. viridis*)、乌哺鸡竹 (*Ph. vivax*)、淡竹、金竹 (*Ph. sulphurea*) 等名称至今仍在使用, 是竹类研究的重要文献。该属竹种的分类命名最初由欧洲人 Siebold 和 Zuccarini 在 1843 年根据采自日本的模式种桂竹所创立, 20 世纪 70 年代前, 国产刚竹属竹种仅有 24 种和 10 个变种、变型, 均由外国人命名, 其中由美国人 F. A. McClure 教授命名的占近一半, 之后由中国植物志编委组织大规模的调查分类研究, 到目前为止共发表刚竹属植物近 50 种, 包括新变种、变型^[10]。

该属 50 余种均产于我国, 因其大部分具有较强耐旱、耐寒的适应特性, 可自然分布或成片栽培于我国除东北、内蒙古、青海、新疆等地外的 27 个省、市、区, 长江流域至五岭山脉的区域为其主要栽培地, 部分种, 如淡竹、紫竹、黄古竹 (*Ph. angusta*)、毛竹 (*Ph. edulis*)、曲竿竹 (*Ph. flexuosa*) 等可以延伸至黄河流域, 在暖温带和亚热带的过渡区域栽培成活。该属最多有 30 个种分布于同一个县, 占总种数的 49%, 于湖北西部至四川东南部, 浙江和福建中部连续分布, 湖北、湖南、安徽、江西 4 省的交界处呈片状分布, 福建中部是其多样性中心, 由多样性中心向外, 种数逐渐减少。该属竹种是最早、最广泛被引种到世界各地的竹属^[11], 少数种系延伸至印度、越南、日本、朝鲜、欧洲、北非及北美的本属植物均由我国引入栽培, 并且成为若干种的模式产地 (见表 1)。

表 1 我国刚竹组、水竹组的主要竹种及产地

Tab. 1 Main bamboo species and origin of sect. *Phyllostachys* and sect. *Heterocladae* in China

组名 Group name	种 Species	原产地 Country of origin	模式标本采集地 Model specimen collection site
刚竹组 (Sect. <i>Phyllostachys</i>)	尖头青竹 <i>Ph. acuta</i>	江苏宜兴、浙江杭州古荡	杭州古荡
	黄古竹 <i>Ph. angusta</i>	河南、江苏、浙江	美国
	石绿竹 <i>Ph. arcana</i>	黄河及长江流域各省	美国
	人面竹 <i>Ph. aurea</i>	背景、浙江	美国
	黄槽竹 <i>Ph. aureosulcata</i>	北京、浙江	美国
	桂竹 <i>Ph. bambusoides</i>	黄河流域及以南各省	日本
	蓉城竹 <i>Ph. bissetii</i>	浙江、四川	美国
	毛壳花哺鸡竹 <i>Ph. circumpilis</i>	杭州植物园	浙江杭州
	白哺鸡竹 <i>Ph. dulcis</i>	江苏、浙江	美国

续表 1

组名 Group name	种 Species	原产地 Country of origin	模式标本采集地 Model specimen collection site
	甜笋竹 <i>Ph. elegans</i>	浙江、湖南、广东及海南	美国
	角竹 <i>Ph. fimbriiligula</i>	浙江上虞	浙江上虞
	曲竿竹 <i>Ph. flexuosa</i>	北京、山西、陕西、湖南等	阿尔及尔
	花哺鸡竹 <i>Ph. glabrata</i>	浙江杭州	浙江杭州
	淡竹 <i>Ph. glauca</i>	黄河流域至长江流域	美国
	贵州刚竹 <i>Ph. guizhouensis</i>	贵州	贵州毕节
	龟甲竹 <i>P. heterocyclus</i>	秦岭至长江流域以南	美国
	红壳雷竹 <i>Ph. incarnata</i>	浙江	浙江遂昌
	红哺鸡竹 <i>Ph. iridescens</i>	江苏、浙江	浙江杭州
	假毛竹 <i>Ph. kwangsiensis</i>	湖南、广东、广西	广西融安
	台湾桂竹 <i>Ph. makinoi</i>	台湾、福建	台湾
	美竹 <i>Ph. mannii</i>	两河流域、西藏、印度	印度西隆
	毛环竹 <i>Ph. meyeri</i>	河南、陕西和长江流域	美国
	富阳乌哺鸡竹 <i>Ph. nigella</i>	浙江富阳	浙江富阳
	紫竹 <i>Ph. nigra</i>	我国南北各地	日本
	灰竹 <i>Ph. nuda</i>	陕西、浙江、台湾及湖南等	美国
	灰水竹 <i>Ph. platyglossa</i>	浙江安吉	浙江安吉
	早竹 <i>Ph. praecox</i>	浙江德清	浙江德清
	高节竹 <i>Ph. prominens</i>	浙江杭州	浙江杭州
	早园竹 <i>Ph. propinqua</i>	河南、安徽、浙江、贵州等	美国
	芽竹 <i>Ph. robustirama</i>	浙江安吉	浙江杭州
	红边竹 <i>Ph. rubromarginata</i>	安徽、浙江、河南、广西等	广西苍梧
	衢县红壳竹 <i>Ph. rutila</i>	江苏、浙江	浙江衢县
	金竹 <i>Ph. sulphurea</i>	江苏、浙江	美国
	天目早竹 <i>Ph. tianmuensis</i>	浙江	浙江安吉
	乌竹 <i>Ph. varioauriculata</i>	安徽舒城	安徽舒城
	长沙刚竹 <i>Ph. verrucosa</i>	湖南长沙	湖南长沙
	东阳青皮竹 <i>Ph. virella</i>	浙江东阳	浙江东阳
	粉绿竹 <i>Ph. viridiglaucescens</i>	江苏、浙江及江西	法国
	乌哺鸡竹 <i>Ph. vivax</i>	江苏、浙江	美国
	云和哺鸡竹 <i>Ph. yunhoensis</i>	浙江云和	浙江云和
水竹组 (Sect. Heterocladae)	乌芽竹 <i>Ph. atrovaginata</i>	浙江	杭州古荡
	毛环水竹 <i>Ph. aurita</i>	浙江、河南、湖北、广西等	河南
	水竹 <i>Ph. heteroclada</i>	黄河流域及其以南各地	四川
	大节刚竹 <i>Ph. lofushanensis</i>	广东罗浮山	广东罗浮山
	篔簹竹 <i>Ph. nidularia</i>	陕西、河南、湖北和长江流域	意大利
	安吉金竹 <i>Ph. parvifolia</i>	浙江安吉	浙江安吉
	河竹 <i>Ph. rivalis</i>	浙江、福建及广东	广东南雄
	红后竹 <i>Ph. rubicunda</i>	浙江、福建	浙江安吉
	漫竹 <i>Ph. stimulosa</i>	浙江、四川	浙江安吉
	硬头青竹 <i>Ph. veitchiana</i>	湖北西部及四川	湖北西部

1.2 种质资源的分类及鉴定

当前分类学家主要以营养体、化学、生物化学和形态数量分类学及分子标记等对竹类植物进行分类。在刚竹属种质资源鉴定与分类方面,采用传统的分类方法是以花果形态为主,以真假花序类型、地下茎类型等生殖器官结合新秆、秆箨等营养体特征为主要分类依据的“耿氏系统”^[12~13],将刚竹属植物分为刚竹组和水竹组(见表2)。虽花序性状较为稳定,但花期的不确定性以及开花结实率低,其花序及小花的形态结构常难采集,因此以花序理论为基

础的鉴定方法识别竹种较困难,容易造成混乱。

随着现代分类学与计算科学的结合应用,越来越多的现代技术手段被用于刚竹属竹种的分类研究,这些技术主要包括:维管束解剖法^[14-15]、生物化学分类法^[16]、细胞分类学^[17]、分子标记法等^[18]。Holttum 提出子房结构分类新系统^[19]与葛罗逊和里斯提出的维管束类型及其在竹秆内部组合情况的分类方法有较好的相关性^[20]。丁雨龙等^[21]提出竹叶的解剖结构也可以作为竹类分类研究的重要依据。早在 1983 年,黄敏仁等将生化同工酶用于 14 种刚

表2 刚竹组与水竹组植物的形态特征

Tab.2 Morphological characteristics of the plants in the Phyllostachys and Heterocladae groups

分组	地下茎有无通气道	笋节内长/mm	箨鞘有无斑点	箨片形状	箨片分布	箨片基部宽度	花枝形状	佛焰苞缩小叶	花药长度/mm	花柱长度/mm	模式种
刚竹组	无或少见通气道	3	有或小笋无斑点	披针形、线形或带状	外翻、平直或皱曲, 笋上部散开	窄于箨舌宽度	穗状	小形叶片状	7~15	>10	桂竹
水竹组	有1圈通气道	5	无	三角形或三角披针形	笋尖自下而上复瓦状排列呈笔头状	与箨舌近等宽	头状	极小尖头状	4~8	4~5	水竹

竹属竹种的分类鉴定,进而继续将该属分为为刚竹组、水竹组、哺鸡竹组,验证了过氧化物酶同工酶和酯酶同工酶的稳定性和种属专一性^[22],同时袁文海等也发现刚竹属绝大多数竹种具有特征性酶谱^[23]。分子标记技术是DNA水平遗传多态性的直接反映,通过:RFLP、RAPD、SSR、AFLP和ITS等分子标记技术分析竹子的遗传变异规律,为竹子育种和分类提供科学的理论基础,也将成为该领域的研究热点。Fumio等^[24]对日本刚竹属13个竹种的线粒体基因组采用RFLP(限制片段长度多态性)技术进行分析,发现其中9个种具有明显的多态性。方伟等^[25]运用RAPD(随机扩增多态性DNA)技术对雷竹(*Ph. praecox*)的19个栽培类型及2个近缘种进行分析,发现此种技术对雷竹的不同栽培类型及其近缘种能容易区分。李雪平等^[26]利用分子标记技术对毛竹等28个刚竹属竹种进行了遗传多样性分析,筛选出14对多态性好、清晰度较高的引物组合。卢江杰等^[27]应用Genbank数据库中毛竹GSS序列的多个高通用性SSR标记,对9个毛竹种(*Ph. nigra*)内变异类型竹种和17个来自不同地理种源的毛竹进行了遗传多样性分析。朱芳明等^[28]提取毛金竹(*Ph. nigra* var. *henonis*)、毛竹、龟甲竹(*Ph. heterocycla*)等13个刚竹属竹种的DNA,并对其matK序列和ITS序列进行PCR扩增与测定,发现黄纹竹(*Ph. vivax*)、毛竹与其他刚竹属竹种的遗传距离较远,却与牡竹属(*Dendrocalamus*)的个别竹种聚类,与传统分类相左。

相比而言,现代分子标记技术的分类方法较传统形态学分类方法有更快的分析速度、成本更低、信息量更大等优势,且更具有科学性,尽可能地避免因环境、个体发育等因素的影响,来揭示该属不同种之间遗传分化及亲缘关系的本质。其中,SSR是当前特异引物PCR标记技术,用于揭示种内遗传变异分辨率最高、稳定性较好的分子标记^[29],在以后的分类研究工作中应提倡使用。

2 资源利用现状

丰富的竹类植物资源利用应首推刚竹属,该属竹种绝大多数具有较高的经济价值、药用价值、生态价值、景观价值、文化与美学价值,是我国竹林最主要的经营对象。

2.1 经济价值

根据区域自然环境条件和竹种的生物学特性,结合竹产业发展规划与竹产品建设需求,以促进竹林资源综合效益最大化。2012年全国竹业产值达195亿美元,其中刚竹属竹种的产值占到90%以上。经济价值主要源于笋用竹林和材用竹林。竹笋是兼具食药功能的保健食品,其中早竹笋是竹笋中的上品,低糖低脂,富含磷、铁、钙等微量元素和人体所需的18种氨基酸^[30-31]。浙江省及周边地区极力培育经营乌哺鸡竹、高节竹、早竹、雷竹等食用性笋用小径竹竹种,因其笋味美,笋期早,持续时间长,产量高,带来了较高的经济效益。而材用竹林为竹地板、竹建材、竹编工艺、竹农具及竹日用品等行业提供原料,毛竹是当前用作竹地板、竹工艺品等最优良的材用竹之一。北方设施农业的发展,对刚竹、淡竹等原小径级竹种的需求量急剧增加,经济效益可达115万元·hm⁻²^[32],目前我国成为全球最大的竹产品出口国,竹产业年产值约2000亿元,根据《中国竹产业发展规划》,到2020年,中国竹产业总产值将达到480亿美元。

2.2 药用价值

研究者于20世纪30年代对刚竹属竹种的化学成分及药理活性进行初步研究,国外学者主要研究该属竹种笋、茎、秆、幼枝以及竹茹的化学成分及有效部位的药理作用;而我国主要研究其竹叶、竹沥的化学成分及其提取物、部分萃取流浸膏等的药理作用。目前,从刚竹属竹种中发现的化学成分有竹叶抗氧化物、黄酮其苷类二萜酸类、木脂素类、生物碱类、醌类、糖类、竹笋甾醇、竹笋氨基酸肽等,抗自由

基、抗氧化、抗病毒、降血压、抑菌、提高免疫力等功效^[33-36]。在高节竹、早竹叶的提取物中发现黄酮、蒽醌类、糖类及氨基酸等成分^[37]。毛金竹、毛竹、金竹(*Ph. sulphurea*)的不同部位产生的竹茹、竹沥、竹黄均可做药用成分^[38]。研究还发现,雷竹笋汁具有抗肝损伤的作用^[39],毛竹笋提取物^[40]与淡竹叶总黄酮对肝损伤有保护作用^[41],该属竹种的药用价值极大,值得更多研究者深入挖掘。

2.3 生态价值

大量研究表明,大面积的竹林对降水具有良好的截流作用,在旱季可形成大量雾滴,有效降低局部温度而调节小气候;可比其他植物多释放 35% 的氧气^[42],维持碳氧平衡;一次造林,可永续利用,并且竹子的生长速度极快,很大程度上可缓解木材的供求矛盾,保护天然林资源,维护生物多样性^[43]。毛竹林占据全国总竹面积的 2/3,贡献的生态价值是巨大的。

2.4 景观价值

现存的古典园林中拙政园的“玲珑馆”、“海棠春坞”,网师园的“竹外一枝轩”,沧浪亭的“翠玲珑”等都是竹子造园的佳作。现代居住区、公园、学校、企事业单位等都有配置竹子。特殊造型的龟甲竹可作为主景,色彩丰富的黄秆乌哺鸡竹、紫竹、金镶玉竹等可作为配景,株型高大的毛竹、桂竹可作障景,与其他耐阴的灌木或地被搭配,增加层次感,或与松、梅、菊、兰搭配,增加景观内涵性的表达,由此可见刚竹属竹种赋予了景观功能的多样性。

中国古典园林竹子的造景手法:竹里通幽,步移景异——借景、移竹当窗,虚实结合——框景、粉墙竹影,光影投射——添景、竹石小品,独立成景。现代园林竹子造景手法:丛植划分空间可选用毛竹、刚竹、斑竹(*Ph. bambusoides* f. *lacrimadeae*)、紫竹、黄秆乌哺鸡竹(*Ph. vivax*)、桂竹等大中型竹种,金镶玉竹、京竹(*Ph. aureosulcata* cv. *pekinensis*)、金明竹(*Ph. bambusoides* var. *castillonis*)等中小型竹种^[44];群植营造竹海景观选用较大型毛竹,如杭州云栖竹径以毛竹成林;孤植鉴赏其态可选用观秆形竹种:龟甲竹、紫竹、黄秆乌哺鸡竹、斑竹;作为绿篱植物可选金镶玉竹分隔空间,作为围栏,也为花镜、雕塑、喷泉等作为背景,美化墙垣^[45];作为盆景可选用龟甲竹、矮化紫竹,便于移动,装饰性强,具有较高的观赏价值^[46]。由于地下鞭根系统的蔓生性,容易辐射穿插到其他植物的生存空间,因此,应在绿化施工的过程

中规避种植绿化区域,特殊地段栽植需设置隔离带,以确保实现更大的景观价值。

2.5 文化与美学价值

竹作为丰富文化的载体植物,是诗词歌赋的创作源泉,传统绘画的重要题材。也可被赋予谦逊、有节气的人格魅力,以及栽植于禅意象征的林庵庙宇——浙江普陀紫竹林庵^[47],这些都体现了竹子重要的精神文化价值^[48]。

由古至今,竹子在园林景观中是必不可少的造园材料,竹子的美由内及外,由具象到抽象,使人赏心悦目。如观秆形类:节间笔直极长的高节竹、节间龟甲状微曲的龟甲竹。观秆色类:不同的色彩给人不同的情感体验,黄色温和的阳光感,绿色盎然的活力感在竹秆间交错呈现,如金碧相间的金明竹、花毛竹(*Ph. heterocycla* cv. *huamozhu*)、花秆早竹(*Ph. praecox* f. *viridisulcata*)、金镶玉竹等;秆紫色或有紫黑斑点的紫竹、湘妃竹(斑竹)、筠竹(*Ph. glauca*)^[49]。观笋类:不同竹种笋形各异,毛竹笋乌黑粗壮,金镶玉竹笋微白纤长,红哺鸡竹(*Ph. iridescens*)笋鲜红细长^[50]。

3 问题与展望

目前,国内外对刚竹属竹种的分类鉴定也做了较多的研究,出现不同的分类标准,有的性状与竹种对应不符。因资源分布广泛,使得同种植物出现了不同的多种中文名称,进而对后续的研究者造成一定的错误导向。马乃训等对刚竹属竹种资源的品种名称和性状在其著作《中国刚竹属》一书中描述规范以及形态学上的分类相对完整,为该属竹种的研究提供了有力的支持。相比传统的分类方法,现代分类技术手段体现了极大地优越性与科学性,分类标准更明确,结果更准确。但目前针对该属竹种的现代分类技术研究相对较少,所以需要更多的研究者去深入研究这一问题。

我国的竹资源、竹产业、竹文化、竹景观在世界范围内占据很大的优势,但在景观应用方面,因缺少专业苗圃规模化的绿化苗供应,造景观赏竹大多来自山林农户,运输、栽植的过程极大破坏了竹子的美感和生机,也造成了观赏竹成活率的直线下降。所以,应当培养专业的观赏竹造景人员,加强专业人员对观赏竹生长特性、培育栽培技术知识的储备。

参考文献:

- [1] 陈云梅. 基于 ddRAD-seq 数据对刚竹属 (*Phyllostachys*) 及其近缘类群的系统发育研究[D]. 中国科学院大学, 2016.
- [2] 李俊龙. 我国花卉产业化现状及发展对策分析[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(14): 3515 ~ 3516.
- [3] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志第九卷第一分册[M]. 北京: 科学出版社, 1996.
- [4] 马乃训, 张文燕, 袁金玲. 国产刚竹属植物初步整理[J]. 竹子研究汇刊, 2006(01): 1 ~ 5.
- [5] 张勇, 徐彭, 谢勇辉等. 刚竹属化学成分及其抗肝损伤成分研究[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(31): 12280 ~ 12282.
- [6] 柳涛, 邱丽氟, 常虹, 吴晓漫, 路丹桂. 中国竹亚科植物空间分布及多样性研究[J]. 竹子学报, 2018, 37(01): 1 ~ 7.
- [7] 王志东. 我国辐射诱变育种的现状分析[J]. 同位素, 2005, 18(3): 183 ~ 185.
- [8] 杜加一. 竹资源: 一个可永续利用的“富矿”[J]. 中国林业产业, 2016(06): 20 ~ 21.
- [9] 康彩霞. 竹文化在风景园林设计中的运用研究[D]. 西安建筑科技大学, 2016.
- [10] 马乃训, 张文燕, 袁金玲. 国产刚竹属植物初步整理[J]. 竹子研究汇刊, 2006(01): 1 ~ 5.
- [11] 柳涛. 中国竹亚科植物空间分布及多样性研究[J]. 竹子学报, 2018, 37(1): 1 ~ 7.
- [12] 耿以礼. 中国主要禾本植物属种检索表: 附系统名录[M]. 北京: 科学出版社, 1957.
- [13] 白琼, 于丽霞, 鄢波. 竹类植物分类研究进展[J]. 河南科技, 2014, (09): 188 ~ 189.
- [14] 温太辉, 周文伟. 中国竹类维管束解剖形态的研究初报(之一)[J]. 竹子研究汇刊, 1984, 3(1): 1 ~ 21.
- [15] 温太辉, 周文伟. 中国竹类维管束解剖形态的研究初报(之二)[J]. 竹子研究汇刊, 1985, 4(1): 28 ~ 43.
- [16] 黄京华. 丛生竹黄酮类化合物的分析研究及其在分类上的应用[J]. 竹子研究汇刊, 1993, 12(1): 18 ~ 28.
- [17] 唐赛春, 夏念和林汝顺. 两种竹果的胚体类型及系统分类意义[J]. 广西植物, 2005, (05): 437 ~ 439 + 468 ~ 501.
- [18] Watanabe M, Ito M, Kurita S. Chloroplast DNA phylogeny of Asian Bamboos (*Bambusoideae*, *Poaceae*) and its systematic implication[J]. *Journal of Plant Research*, 1994, 107(3): 253 ~ 261.
- [19] 甘小洪, 丁雨龙. 竹类结构植物学研究进展[J]. 竹子研究汇刊, 2002, (01): 11 ~ 17.
- [20] 葛罗逊, 里斯, 耿伯介. 关于亚洲竹类的解剖及其维管束[J]. 竹子研究汇刊, 1982, (01): 105 ~ 130.
- [21] 丁雨龙, 陈志银. 竹叶结构的比较解剖及其对系统分类意义的评价[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 1994, 18(3): 1 ~ 6.
- [22] 黄敏仁, 陈道明等. 同工酶在刚竹属竹种鉴别上的应用. 竹类研究, 1983, 29(1): 132 ~ 135.
- [23] 袁文海, 梁根桃. 刚竹属竹种淀粉酶同工酶分析及其在竹种鉴别上的应用[J]. 浙江林学院学报, 1993, (03): 14 ~ 20.
- [24] FUMIO T, TAKASHIGE I, TORU T. Mitochondrial genome differentiation in the genus *Phyllostachys* [J]. *Japan Agricultural Research*. 1998, 32(1): 7 ~ 14.
- [25] 方伟, 何祯祥, 黄坚钦等. 雷竹不同栽培类型 RAPD 分子标记的研究[J]. 浙江林学院学报, 2001, 18(01): 1 ~ 5.
- [26] 李雪平, 牟少华, 彭镇华等. 毛竹等 28 个刚竹属竹种的 AFLP 分析[J]. 安徽农业大学学报, 2014, 41(02): 179 ~ 182.
- [27] 卢江杰, 吉永胜彦, 方伟等. 3 种竹类植物杂种的分子鉴定[J]. 林业科学, 2009, 45(3): 29 ~ 34.
- [28] 朱芳明, 杜建伟, 周国贤, 张汉尧. 基于 DNA 序列分析的刚竹属系统树构建[J]. 西部林业科学, 2015, 44(02): 63 ~ 68.
- [29] 吴妙丹. 毛竹 EST-SSR 标记的开发和利用[D]. 浙江农林大学, 2010.
- [30] 黄德峰, 王宴. 早竹笋用林丰产栽培技术[J]. 上海农业科技, 2006, (05): 0117.
- [31] 詹松文, 李浩存, 仲秀林等. [1] 早竹笋用林丰产栽培技术[J]. 农业科技通讯, 2006(01): 41.
- [32] 吕家云. 竹林定向选育技术探讨[J]. 林业勘察设计, 2011(02): 26 ~ 29.
- [33] 张英. 竹叶黄酮的生理与药理活性[J]. 世界竹藤通讯, 2004, 2(2): 1 ~ 10.
- [34] 张英, 龚金炎, 李栋等. 竹叶黄酮最新研究进展之二——竹叶酚性化学素抑制食品中丙烯酰胺形成及化解人体丙毒危害的作用和机制研究[J]. 中国食品添加剂, 2009(05): 56 ~ 62 + 145.
- [35] 何跃君, 岳永德, 汤锋等. 竹叶挥发油化学成分及其抗氧化特性(英文)[J]. 林业科学, 2010, 46(07): 120 ~ 128.
- [36] 陆柏益, 张英, 吴晓琴. 竹叶黄酮的抗氧化性及其心脑血管药理活性研究进展[J]. 林产化学与工业, 2005(03): 120 ~ 124.
- [37] 毛燕. 早竹和高节竹叶化学成分初步测定[J]. 浙江林学院学报, 1997(04): 98 ~ 102.
- [38] 孙武兴, 李宁, 李锐. 刚竹属植物化学成分与药理作用[J]. 国外医药(植物药分册), 2008(04): 152 ~ 156.
- [39] 刘彤云, 舒思洁, 舒慧等. 雷竹笋汁对四氯化碳致大鼠急性肝损伤的防治作用[J]. 医药导报, 2004, 23(2): 73 ~ 74.
- [40] 陆柏益. 竹笋中甾醇类化合物的研究——竹笋甾醇化学、工艺学及生物学功能[D]. 杭州: 浙江大学, 2007.
- [41] 王自军, 邓红. 淡竹叶中总黄酮的提取与含量测定[J]. 甘肃中医, 2004, 17(7): 35.
- [42] 李正才. 竹林生态系统与二氧化碳减量竹子研究汇刊, 2003, 22(4): 1 ~ 5.
- [43] 孙艳. 百竹园 26 种竹种生态适应性初步研究[D]. 福建农林大学, 2014.
- [44] 李艳玲. 关于人工塑石在园林中的应用探究[J]. 城市建设理论, 2012(1).
- [45] 吕慧, 段渊古. 竹石配置在园林景观设计中的应用研究[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(18): 4574 ~ 4576.
- [46] 辛红, 朱朝琴, 谢永红等. 观赏竹的美学特性及应用[J]. 城市建设理论, 2013(31).
- [47] 戴宪德, 徐传保, 戴庆敏. 竹子资源及研究进展[J]. 山东林业科技, 2009, 39(1): 107 ~ 111.
- [48] 陈莲. 观赏竹文化内涵与园林应用比较分析[D]. 浙江农林大学, 2018.
- [49] 马乃训. 中国刚竹属[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 2014.
- [50] 卜力强, 张新明. 刚竹属竹种的观赏特征及园林造景设计手法[J]. 世界竹藤通讯, 2015, 13(04): 33 ~ 36.