

武夷山自然保护区苔藓植物研究现状及展望

袁桢燕¹, 周艳², 蔡斌², 江捷³, 王强^{4*} (1. 武夷学院生态与资源工程学院, 福建武夷山 354300; 2. 武夷山国家公园科研监测中心, 福建武夷山 354300; 3. 南平市公安局森林警察支队, 福建南平 354300; 4. 浙江自然博物院, 浙江杭州 310012)

摘要 武夷山自然保护区是我国第一个国家级自然保护区, 其显著的地理位置和独特的生态环境孕育了丰富的苔藓植物。整理武夷山自然保护区苔藓植物研究的文献, 发现相关文献数量少且年代久远, 某些研究领域尚有空白。进一步开展武夷山苔藓植物多样性研究, 完善苔藓植物标本库及数据库, 为将来进行苔藓植物化学、生理学、生态学方面的研究奠定基础, 也为保护和合理利用苔藓资源提供理论依据。

关键词 武夷山自然保护区; 苔藓植物; 研究历史; 资源利用

中图分类号 Q949.35 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2023)09-0011-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.09.003

开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Researches on Bryophyte of Wuyi Mountain National Nature Reserve

YUAN Zhen-yan¹, ZHOU Yan², CAI Bin² et al (1. Ecology and Resource Engineering College, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300; 2. Research and Monitor Center of Wuyishan National Park, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract Mount Wuyi Nature Reserve is the first national nature reserve in China. Its remarkable geographical location and unique ecological environment breed rich bryophytes. In this paper, the literature of bryophyte research in Mount Wuyi Nature Reserve is sorted out, and it is found that the number of relevant literature is small and old, and some research fields are still blank. Further carry out the research on the diversity of Mount Wuyi bryophytes, improve the bryophyte herbarium bank and database, lay a foundation for the future research on the phytochemistry, physiology and ecology of bryophytes, and provide a theoretical basis for the protection and rational use of bryophytes resources.

Key words Mount Wuyi Nature Reserve; Bryophyte; Research history; Resource utilization

苔藓植物(Bryophyte)是一类结构简单, 无维管组织, 孢子繁殖, 配子体发达的植物。全世界苔藓植物的种类约有23 000种^[1], 中国苔藓植物有150科591属3 021种^[2]。苔藓植物广泛分布于除海洋之外的各种生态环境中, 是生态系统中重要的组成部分。武夷山位于中国华东区闽、赣两省交界, 地形复杂、生境多样, 生物种类丰富, 是生物多样性研究的热点地区, 在中国苔藓植物多样性研究中占有重要的地位, 极具科学研究的价值。该研究对武夷山自然保护区苔藓植物研究的文献资料进行整理, 总结该区苔藓植物研究现状, 为更好地开展苔藓植物研究及苔藓植物资源合理开发利用提供参考。

1 武夷山自然保护区概况

武夷山自然保护区(27°33'~27°54'N, 117°27'~117°51'E)位于福建省北部, 面积约556.7万hm²^[3], 1979年7月建立, 是我国第一个国家级重点自然保护区, 中国陆地生物多样性保护的关键地区之一, 是2021年成立的武夷山国家公园的重要组成部分。保护区内密布山峰, 其中有我国大陆东南部的最高峰——高达2 158 m的黄岗山。保护区内是典型的亚热带季风气候, 气温低、降水量多、湿度大、雾日长, 分布了保存面积最大的中亚热带典型的森林生态系统。保护区地貌复杂, 生境多样, 是苔藓植物物种和多样性丰富的地区之一。

2 文献分析

以CNKI和万方数据库为数据源, 以“武夷山”和“生物”为主题词, 1949—2021年, 涉及武夷山生物学的学术论文和学位论文共计1 495篇。根据文献关键词的分析, 武夷山生物研究热点领域是“生物多样性”和“茶树”, 但其中有关苔藓植物的文献仅有16篇, 虽然苔藓是植物界的第二大类群, 但此地区苔藓生物学和生态学的研究尚待深入。从文献分布的年代看, 1949—1980年未见相关研究文献, 1981—1995年文献量仅7篇, 1996—2001年没有相关文献报道, 2001年后有关苔藓植物的研究持续出现(图1)。随着武夷山植物多样性研究信息平台的建立, 对苔藓植物的关注度也逐步升高。

3 研究历史

武夷山苔藓植物的研究可以追溯到新中国成立前, 1949年前由西方人开展的。1751年瑞典植物学家Osbeck对广州黄埔一带的苔藓植物进行记录和采集, 1757年发表了新种中华叶苔(*Jungermannia chinensis* Osb.)^[4], 这是第一个记录的采集于中国的苔藓植物。此后的一段时期, 西方人都将各地采集的植物标本运送至国外进行研究。1846年W. T. Alexander在福建沿海采集的苔藓植物标本, 送至英国由W. Wilson研究^[5]。A. Henring等在福建也采集过苔藓植物, 标本由Salmon^[6]研究鉴定并发表。

当英国人R. Fortune(1845), S. A. Bourne(1883), 法国人P. A. David(1873)在武夷山采集大量的生物标本, 并发现众多新种后, 使挂墩一带成为生物标本采集胜地而闻名于世。

1919—1921年, 王德辉(T. H. Wang)在福建和江西交界

基金项目 福建省中青年教育科研项目(JAT210460); 武夷学院引进人才科研启动项目(YJ202120)。

作者简介 袁桢燕(1978—), 女, 重庆人, 讲师, 从事植物分类及生态学研究。*通信作者, 副研究员, 从事苔藓和蕨类植物研究。

收稿日期 2022-06-29; **修回日期** 2022-11-04

采集植物标本 500 多号中的苔藓标本均送给了 Handel-Mazzetti^[7], 这些植物标本经芬兰苔藓植物学家 Brotherus^[8] 研究后发表在《韩迪-马泽蒂博士在中国采集的藓类植物》一文中, 最后收录在 Handel-Mazzetti《中国植物总览》一书中。运往海外的苔藓标本经西方学者的鉴定研究, 发表了大量的新种和论著。这些产自中国, 保存在德国、英国、法国和芬兰等国的自然博物馆和标本馆的模式标本推动了世界苔藓植物学的发展。

20 世纪 20 年代是我国苔藓植物专业采集初期, 1918—1921 年钟观光为北京大学、浙江大学及湖南博物馆等建标本馆期间, 先后在福建、广东等 11 个省采集植物标本 2.5 万号, 其中包含部分苔藓标本^[9]。1923—1925 年厦门大学的钟

心煊教授在厦门、福州、永福、南平(延平)、漳州、古田和鼓浪屿及江西部分地区采集过苔藓植物标本 300 余号, 这些标本送到法国和德国的标本馆由 Thériot^[10] 鉴定后都收录在《中国东部的藓类植物》中。在抗日战争时期, 厦门大学的赵修谦教授在福建的南平、三明、永安和长汀地区采集苔藓植物标本, 并在其著作《福建苔类植物之研究》中首次报道了的苔类 30 种^[11]。

新中国成立初期各地纷纷开展植物资源和植被科学考察工作。陈邦杰带领苔藓植物进修班学员在武夷山三港、赤石、黄竹凹一带采集近千号苔藓植物标本, 发表了疣黑藓 (*Andreaea mammosula* P. C. Chen) 和中华小烛藓 (*Bruchia sinensis* P. C. Chen ex T. Cao & C. Gao) 等新种^[12]。

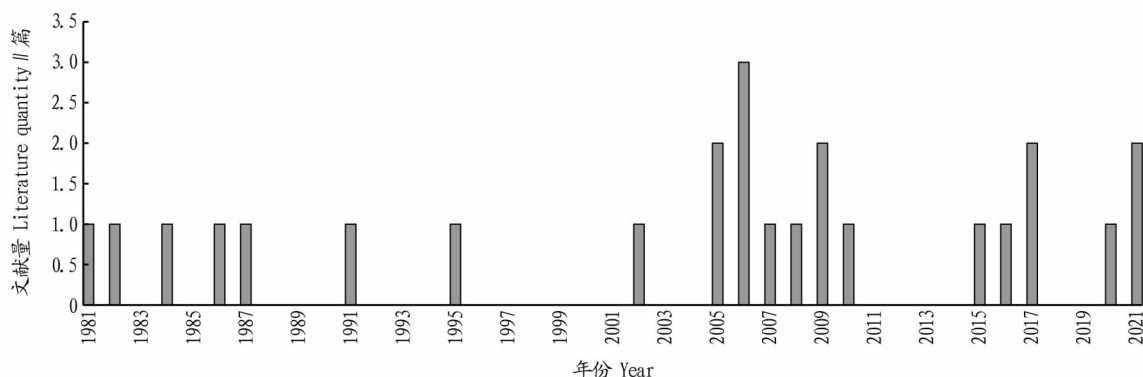


图 1 1981—2021 年“武夷山”和“苔藓”主题词文献发表年度趋势

Fig. 1 Annual trend chart of literature publication of subject “Wuyishan” and “moss” in 1981–2021

1975—1980 年上海自然博物馆、华南植物所、福建省博物馆、天津自然博物馆曾到武夷山进行标本采集。在上海自然博物馆采的 2 800 号苔藓标本中发现我国新记录种叶藓 (*Horikawaea nitida* Nog.), 新悬藓 (*Neobarbella comes* Nog.), 云南赤枝藓 (*Braunia delavayi* Besch.), 拳叶苔无毛变种 [*Nowellia curvifolia* (Dicks.) Mitt. var. *aciliata* Chen et Wu, observ. ad florulam Hwangshanenicam], 叉疣薄齿藓 [*Leptodontium flexifolium* (Dicks.) Hampe], 粗热泽藓 (*Breutelia subdeflexa* Broth.), 芽孢竹藓 [*Aptychella glomeratopropagulifera* (Toyama) Seki]^[13–14]。1979 年, 上海自然博物馆和中国科学院植物研究所承担武夷山自然保护区的综合科学考察中苔藓和地衣植物的考察任务, 考察历时 5 年, 总计 7 次, 共采集苔藓标本 8 000 余号, 为开展武夷山保护区苔藓植物的研究奠定了基础。随后发表的大量研究成果均基于此次科学考察。

4 研究现状

武夷山自然保护区生物多样性的研究经过系统综合的科学考察, 在生物标本采集、物种种类鉴定与区系分析方面取得一些成果, 为武夷山苔藓植物多样性研究奠定了基础。

4.1 区系成分研究 武夷山第一次科学考察报告记录武夷山 73 科 192 属 361 种苔藓植物, 约占我国已知苔藓植物科的 67.7%, 属的 39.5% 和种的 15.5%。福建省科学技术厅根据数十年来国内外的论文统计, 武夷山已知苔藓植物 70 科 345 种(包括亚种、变种)361 种^[15]。2016 年的文献显示武夷山

脉苔藓植物的物种共计 79 科 245 属 734 种, 其中角苔植物门 1 科 3 属 4 种, 苔类植物门 32 科 64 属 235 种, 藓类植物门 46 科 178 属 495 种^[16]。

武夷山具有鲜明的温带和亚热带交汇的特色, 南坡的苔藓植物具有热带特征, 而北坡常见北方寒地特征的藓类^[17]。武夷山苔藓植物区系中, 东亚成分占主体(70.8%), 兼有热带亚洲成分(23.9%)和北温带成分(8.1%)。陈邦杰^[18]认为武夷山大部分地区属于岭南植物区。将武夷山与邻近地区苔藓植物区系对比后发现, 武夷山与广西花坪林区、浙江天目山、安徽黄山、湖北神农架等地存在热带、亚热带之间苔藓植物属的相似性, 吴鹏程等^[17]认为武夷山苔藓植物区系分布具有典型的东亚特色, 兼具热带起源和中国本土特色, 可能是我国东南沿海地区的一个苔藓植物东亚特有属的分布中心。

4.2 专科专属的研究 曾在武夷山发现叶附生苔 2 科, 9 属和 14 种(包括变种), 其中有 2 新种和 1 新变种, 即福建脉鳞苔 (*Neurolejeunea fukiensis* P. C. Chen & P. C. Wu)、福建淡叶苔 (*Euosmolejeunea fukiensis* P. C. Chen & P. C. Wu) 和喜马拉雅片鳞苔武夷变种 (*Pedinolejeunea himalayensis* var. *wuyiensis* P. C. Chen & P. C. Wu^[19])。高彩华等^[11]依据文献和在武夷山采集地萼标本对裸蒴苔科进行初步研究, 比较爪哇裸蒴苔 (*Haplomitrium blumii* (Nees) R. M. Schust)、圆叶裸蒴苔 (*Haplomitrium mnioides* (Lindb.) R. M. Schust) 和圆叶裸蒴苔纤弱变种 (*Haplomitrium mnioides* var. *delicatum* C. H. Gao & D. K. Li) 并总结出裸蒴苔属种检索表并进行详细描述。武夷山

气候温暖湿润,生态环境适合叶附生苔类生长,其叶附生苔种类还需进一步探索。

4.3 生态学研究 武夷山保存着完整的中亚热带常绿阔叶林,从山底向山上依次分布着常绿阔叶林、针叶林、针阔混交林、中山阔叶矮曲林和中山山顶草甸等类型,苔藓植物的垂直分布也体现出明显的垂直分布规律。李登科等^[20]对苔藓植物分布带及生态类型进行的划分,将苔藓植物带划分为低山苔藓植物带(200~500 m)、中山苔藓植物带(500~2 158 m)2个垂直带。2个垂直带中分别划分出7个分布区,低山农田和灌草丛的苔藓植物分布区,亚热带常绿阔叶林的苔藓分布区,竹林的苔藓植物分布区,针阔混交林的苔藓植物分布区,针叶林的苔藓植物分布区,亚热带山地矮林的苔藓植物分布区和亚热带山地草甸的苔藓植物分布区。武夷山含有5大苔藓植物群落类型:水生苔藓群落、土生苔藓群落、石生苔藓群落、树生苔藓群落和叶附生苔藓群落,基本包括了我国所有苔藓植物群落类型^[21]。吴鹏程等^[22]对叶附生苔群落进行温度、湿度和光照的测定,认为湿度、温度和光照是影响叶附生苔生长重要的生态因子,而在一定的温度和湿度条件下,光照就是关键的因子,也进一步证明武夷山的生态环境适合叶附生苔的生长。

4.4 苔藓资源利用 苔藓植株矮小,不被人关注,但在园林绿化、环境监测、医药食品等方面具有开发利用的报道。吴爱琴等^[23]报道了武夷山药用植物中苔藓类有17科24属33种,并阐述地钱(*Marchantia polymorpha* L.),葫芦藓(*Funaria hygrometrica* Hedw.),泥炭藓(*Sphagnum palustre* L.)的主要功效。有关苔藓的民间单方未见整理和验证。

5 研究展望

武夷山自然保护区苔藓植物区系与多样性具有一定的研究基础,随着武夷山国家公园的建立,如何发挥这个生物资源库的潜力,苔藓植物研究需要不断深入和拓展。

5.1 苔藓植物多样性研究 1979年历时十年的武夷山自然保护区科学综合考察,因当时交通和研究条件的限制,采集范围不全面、研究较分散,相关的文献资料主要集中于20世纪80年代,对于苔藓植物多样性的认识缺乏整体性和连续性。自成立以来经过40余年的保护,武夷山生物多样性也有一定的变化,迫切需要有针对性进行标本采集,了解苔藓植物本底情况,补充基础数据和生境照片。相邻的江西省武夷山自然保护区近年在持续地开展苔藓植物学方面的研究,并积累了丰富的资料和经验可供借鉴。随着苔藓分类学学科发展和深入,有些种类在分类学上进行重新界定和修改,武夷山原有的苔藓植物名录也亟待补充和修订。应在保护区乃至整个国家公园范围开展苔藓植物补点调查,结合生态监测站数据及苔藓植物物种多样性基础研究,引用生态学先进的研究方法开展功能多样性和系统发育多样性的研究,一方面完善基本数据,另一方面全面系统地评估苔藓植物多样性,既为深入的研究提供基础数据,也为制定苔藓资源保护利用策略提供理论依据。

5.2 苔藓植物生态学研究 武夷山地形复杂,生境多样造

就种类丰富的苔藓植物。联合野外调查、标本采集采用统计学、数值分类学与数量生态学方法,探讨苔藓植物在群落、物种水平上多样性的特点。与同一纬度不同山区多样性和区系的比较,对认识中国华东植物多样性及分布格局有重要的理论意义。苔藓简单的形态结构使它对环境变化极为敏感,对于不同生境都具有形态学、生理学上独特的适应特征,探究苔藓植物性状特征、生存策略与同环境因子的关系,可以开展苔藓植物生态学、繁殖生态学的定量研究,也对环境监测和保护也具有指导意义。

5.3 苔藓植物资源的开发与利用 研究苔藓植物目的是更好地保护其生物多样性,为开发利用服务苔藓植物中含有大量的次生代谢物质,苔类主要以单萜、倍半萜、联苧和二联苧为主,藓类主要为三萜、黄酮、长链不溶性脂肪酸和甾醇化合物^[24],苔藓植物含有的这些生物活性物质都可以用于药用。武夷山苔藓植物种类多,通过植物化学和药理学研究从苔藓植物中筛选出疗效高、无副作用的药用种类。

苔藓植物对环境变化敏感的类群,不同种类对环境污染不同的反应可以用来指示环境受污染的程度。武夷山拥有得天独厚的优良自然环境,可以尝试对苔藓进行引种栽培试验工作,发挥苔藓园艺的应用潜力。

参考文献

- [1] 胡人亮. 苔藓植物学[M]. 北京:高等教育出版社,1987.
- [2] 贾渝,何思. 中国生物物种名录[M]. 北京:科学出版社,2013.
- [3] 福建省科学技术委员会,武夷山自然保护区科学考察团. 武夷山自然保护区科学考察报告集[M]. 福州:福建科学技术出版社,1993.
- [4] OSBECK P. Dagbok Öfver en Ostindisk Resa[M]. Stockholm:Trycks Hos Lor Ludv Grefing,1757:221.
- [5] 朱宗元,徐杰,于宁宁. 1949年以前国人对中国苔藓植物的采集与研究史[J]. 内蒙古师范大学学报(自然科学汉文版),2019,48(4):283-291.
- [6] SALMON E S. On some mosses from China and Japan[J]. Botanical journal of the linnean society,1900,34(240):449-474.
- [7] HANDEL-MAZZETTI H. Naturbilder aus Südwest-China: Erlebnisse und eindrücke eines sterreichischen forschers whrend des weltkrieges[J]. Nature,1927,119(3001):667-668.
- [8] BROOTHERUS V F. Musci novi sinenses collecti a Dr. Henr. Handel-Maz-zetti. II[J]. Sitzungsber Akad Wiss Wien, Math Naturwiss Kl Abt I,1924,133:559-584.
- [9] 朱宗元,梁存柱. 钟观光先生的植物采集工作:兼记我国第一个植物标本室的建立[J]. 北京大学学报(自然科学版),2005,41(6):825-832.
- [10] THÉRIOT M I. Mousses de la China orientale[J]. Ann Cryptog Exot,1932(5):167-189.
- [11] 高彩华,李登科. 中国裸蒴苔科 Haplomitriaceae (苔纲)的初步研究[J]. 武夷科学,1985,5(00):231-234.
- [12] CHEN P C, WAN T L. Vorläufige resultate beim studium der chinesischen Arten der Gattung Andreaea[J]. Acta Phytotax Sin,1958,7:91-100,104.
- [13] 吴鹏程,李登科,高彩华. 武夷苔藓植物新分布(一)[J]. 武夷科学,1981,1(00):16-18.
- [14] 吴鹏程,李登科,高彩华. 武夷苔藓植物新分布(二)[J]. 武夷科学,1981,2(00):14-16.
- [15] 福建省科学技术厅. 中国福建武夷山生物多样性研究信息平台[M]. 北京:科学出版社,2012.
- [16] 官飞荣. 武夷山脉苔藓植物多样性研究[D]. 杭州:杭州师范大学,2016.
- [17] 吴鹏程,李登科,高彩华. 黄岗山黄杨矮林苔藓植物的初步调查[J]. 武夷科学,1984,4(00):9-11.
- [18] 陈邦杰. 中国苔藓植物生态群落和地理分布的初步报告[J]. 植物分类学报,1958,7(4):271-293.
- [19] 陈邦杰,吴鹏程. 中国叶附生苔类植物的研究(一)[J]. 植物分类学报,1964,9(3):213-276.

- 中国园林,2015,31(10):91-95.
- [14] 龙丽娟,陈存友,胡希军,等.湖泊因子对城市湖泊降温效应的模拟与分析:以湖南烈士公园湖泊为例[J].长江科学院院报,2020,37(2):34-40.
- [15] 苏泳娴,黄光庆,陈修治,等.广州市城区公园对周边环境的降温效应[J].生态学报,2010,30(18):4905-4918.
- [16] 周东颖,张丽娟,张利,等.城市景观公园对城市热岛调控效应分析:以哈尔滨市为例[J].地域研究与开发,2011,30(3):73-78.
- [17] 李婷婷,谷达华,阎建忠,等.重庆主城区不同类型公园对周边环境的降温效应[J].生态科学,2018,37(4):138-146.
- [18] FAN H Y, YU Z W, YANG G Y, et al. How to cool hot-humid (Asian) cities with urban trees? An optimal landscape size perspective[J]. Agricultural and forest meteorology, 2019, 265: 338-348.
- [19] HU D, MENG Q Y, ZHANG L L, et al. Spatial quantitative analysis of the potential driving factors of land surface temperature in different "Centers" of polycentric cities: A case study in Tianjin, China [J/OL]. Science of the total environment, 2020, 706 [2022-01-15]. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135244>.
- [20] 刘娇妹,李树华,杨志峰.北京公园绿地夏季温湿效应[J].生态学报,2008,27(11):1972-1978.
- [21] 辜智慧,刘雅婷,袁磊,等.城市公园冷岛效应影响机制研究方法进展[J].中国园林,2016,32(9):113-115.
- [22] 李放.福建省洪田村森林景观格局分析及敏感度评价[D].北京:北京林业大学,2020.
- [23] 阮俊杰.城市公园对夏季热环境的影响:以上海市中心城区为例[J].生态环境学报,2016,25(10):1663-1670.
- [24] 冯悦怡,胡潭高,张力小.城市公园景观空间结构对其热环境效应的影响[J].生态学报,2014,34(12):3179-3187.
- [25] 石蕾洁,赵牡丹.城市公园夏季冷岛效应及其影响因素研究:以西安市中心城区为例[J].干旱区资源与环境,2020,34(5):154-161.
- [26] 陈爱莲,孙然好,陈利顶.传统景观格局指数在城市热岛效应评价中的适用性[J].应用生态学报,2012,23(8):2077-2086.
- [27] 花利忠,孙凤琴,陈娇娜,等.基于 Landsat-8 影像的沿海城市公园冷岛效应:以厦门为例[J].生态学报,2020,40(22):8147-8157.
- [28] 肖逸,戴斯竹,赵兵.小尺度公园对于城市热岛效应的缓解作用:基于南京市中心城区社区公园的实证研究[J].景观设计学,2020,8(3):26-43.
- [29] 李东海,艾彬,黎夏.基于遥感和 GIS 的城市水体缓解热岛效应的研究:以东莞市为例[J].热带地理,2008,28(5):414-418.
- [30] 成实,牛宇琛,王鲁帅.城市公园缓解热岛效应研究:以深圳为例[J].中国园林,2019,35(10):40-45.
- [31] 仇宽彪,贾宝全,成军锋.北京市五环内主要公园冷岛效应及其主要影响因素[J].生态学杂志,2017,36(7):1984-1992.
- [32] KONG F H, YIN H W, JAMES P, et al. Effects of spatial pattern of greenspace on urban cooling in a large metropolitan area of eastern China [J]. Landscape and urban planning, 2014, 128: 35-47.
- [33] 张俊艳,林高山,王华静,等.城市公园降温效应的季节性差异研究:以石家庄市为例[J].西北林学院学报,2019,34(1):247-253.
- [34] CHANG C R, LI M H, CHANG S D. A preliminary study on the local cool-island intensity of Taipei city parks [J]. Landscape and urban planning, 2007, 80(4): 386-395.
- [35] CHENG X Y, WEI B S, CHEN G J, et al. Influence of park size and its surrounding urban landscape patterns on the park cooling effect [J]. Journal of urban planning and development, 2015, 141(3): 1-10.
- [36] QIU K B, JIA B Q. The roles of landscape both inside the park and the surroundings in park cooling effect [J]. Sustainable cities and society, 2020, 52: 1-10.
- [37] KIM J H, GU D, SOHN W, et al. Neighborhood landscape spatial patterns and land surface temperature: An empirical study on single-family residential areas in Austin, Texas [J]. International journal of environmental research and public health, 2016, 13(9): 1-15.
- [38] REN Z B, HE X Y, ZHENG H F, et al. Estimation of the relationship between urban park characteristics and park cool island intensity by remote sensing data and field measurement [J]. Forests, 2013, 4(4): 868-886.
- [39] DIMOUDI A, NIKOLOPOULOU M. Vegetation in the urban environment: Microclimatic analysis and benefits [J]. Energy and buildings, 2003, 35(1): 69-76.
- [40] 魏磊,孙镆涵,刘春生.哈尔滨市热岛效应研究[J].黑龙江气象,2019,36(1):32,44.
- [41] 徐丽华,岳文泽.城市公园景观的热环境效应[J].生态学报,2008,28(4):1702-1710.
- [42] SUN R H, LU Y H, CHEN L D, et al. Assessing the stability of annual temperatures for different urban functional zones [J]. Building and environment, 2013, 65: 90-98.
- [43] 马勇刚,塔西甫拉提·特依拜,黄粤,等.城市景观格局变化对城市热岛效应的影响:以乌鲁木齐市为例[J].干旱区研究,2006,23(1):172-176.
- [44] CAO X, ONISHI A, CHEN J, et al. Quantifying the cool island intensity of urban parks using ASTER and IKONOS data [J]. Landscape and urban planning, 2010, 96(4): 224-231.

(上接第 13 页)

- [20] 李登科,高彩华,吴鹏程.武夷山苔藓植物垂直分布的初步分析[J].武夷科学,1987,7(00):253-262.
- [21] 李登科,高彩华,吴鹏程.武夷山自然保护区苔藓生态群落初步调查[J].武夷科学,1986,6(00):279-284.
- [22] 吴鹏程,李登科,高彩华.福建武夷山叶附生苔类植物着生环境因素的初步测定[J].植物学报,1987,29(4):449-452.
- [23] 吴爱琴,李欣,李云麟,等.武夷山市药用植物资源调查及其民间传统应用分析[J].亚热带植物科学,2020,49(6):485-489.
- [24] 李秀芹,赵建成,李琳,等.苔藓植物的药用研究进展[J].河北师范大学学报(自然科学版),2004,28(6):626-630.