

天山东部木本植物区系分析

王志芳¹, 尹林克^{2*}, 陈艳锋^{2,3}, 蒋靖¹

(1. 新疆农业大学, 新疆乌鲁木齐 830052; 2. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆乌鲁木齐 830011; 3. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要 [目的]明确天山东部木本植物区系成分。[方法]通过实地调查和查阅参考文献分析天山东部木本植物区系科、属的组成和地理成分。[结果]天山东部共有木本植物 31 科 57 属 145 种。天山东部木本植物区系成分以世界分布科为主, 共 13 科, 占总科数 41.94%, 所占比例较高, 说明该区域在地理成分组成方面具有强烈的过渡性。属的分布类型以北温带分布为主, 占总属数 29.82%。单属科 21 科, 寡种科 7 科, 这种现象与天山独特的生态地理有关, 表明该研究区木本植物区系具有复杂性。[结论]研究结果为天山东部木本植物分布区类型和资源的保护提供了理论依据。

关键词 天山东部; 木本植物; 植物区系; 分布区类型

中图分类号 S184 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)07-011-03

Analysis on the Woody Flora in Eastern Tianshan Mountains

WANG Zhi-fang¹, YIN Lin-ke^{2*}, CHEN Yan-feng^{2,3} et al (1. Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052; 2. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi, Xinjiang 830011; 3. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049)

Abstract [Objective] The aim was to determine woody plants flora in Eastern Tianshan Mountains. [Method] Through field investigation and literature reviewing, families, genera and geographical elements of woody plants in Eastern Tianshan Mountain was analyzed. [Result] The results showed that there were 145 species belonging to 31 families and 57 genera of woody plants in Eastern Tianshan Mountain, 13 families in the world distribution, accounting for 41.94% of the total, which reflected a high ratio and had a strong transition in the areal-types composition. The main geographical composition of these genera was the north temperate, and they accounted for 29.82% of the total. Among the composition, there was 21 families of one-seeded genera and 7 families of depauperate genera, this phenomenon was related to the unique ecological geography of the Tianshan Mountains and indicated a complexity of flora in the study area. [Conclusion] The results provide theoretical basis for areal-types of woody plants and resource protection in Eastern Tianshan Mountains.

Key words Eastern Tianshan Mountains; Woody plants; Flora; Areal-types

植物区系是某一地区, 或者某一时期, 某一分类群, 某类植被等所有植物种类的总称^[1]。植物区系是自然形成物, 它是植物界在一定自然地理环境, 特别是自然历史条件综合作用下长期发展演化的结果。天山山脉是亚洲内陆中部的著名山系, 世界干旱区域的多雨山地之一^[2]。在我国境内, 纬向横亘于新疆维吾尔自治区中部, 天山的自然地理在历史上几经变迁, 不同的植物区系互相交融, 致使天山的植物区系变得复杂、多样。天山是森林、草原资源的集中地, 在地球科学、生物与生态学和景观美学方面具有独特价值。

天山东部区域是新疆天山北弧的东延部分, 山系狭隘, 受地质构造控制, 地势东南高西北低, 形成了水气入侵的天然缺口, 造就了典型的温带大陆性干旱气候^[3]。已有学者对新疆植物区系^[4-8]和天山局部地区的植物区系^[9-14]进行了研究, 但关于该地区木本植物区系的研究鲜见报道。为此, 笔者通过实地调查和查阅参考文献对该地区的植物区系进行了初步研究, 分析了该地区木本植物科属种的区系类型, 以期为该区域木本植物分布区类型和资源的保护提供理论依据。

1 研究区概况与方法

1.1 研究区概况 研究区位于新疆天山东部, 行政单元包括哈密市(天山东段南麓)、巴里坤哈萨克自治县(天山东段与东准噶尔断块山系之间)、伊吾县(天山东段北麓), 地理坐

标 96°23' ~ 91°06' E, 40°52' ~ 45°05' N。区域总面积约 13 万 km², 其中高山占总面积的 4.50%, 沙漠占 1.50%, 平原戈壁占 27.90%, 未被利用的戈壁、沙漠、高山约占总面积的 70.65%。天山南北坡植被类型差异明显, 南坡干燥少雨, 昼夜温差大, 日照时间长, 主要是荒漠、干旱山地草原植被。北坡降水多, 较凉爽, 主要是山地草甸草原、针叶林; 年平均气温 -2.5 ~ 5.0 °C, 年平均降水仅有 202 mm^[15], 属典型的温带大陆性干旱气候; 土壤具有山地垂直地带性, 南坡以干旱的草甸草原土和草原土为主, 北坡以黑钙土、棕钙土为主。

1.2 研究方法

1.2.1 调查方法。①采用知情人访谈、踏查、样地调查、线路调查等方法, 于 2015 年 5 ~ 8 月进行 3 次野外实地调查和标本采集。依据群落大小将标准地面积设在 50 ~ 400 m², 记录包括植物的种植类型、生境、经纬度、海拔、坡向、土壤类型等, 采集植物标本请专家鉴定。②查阅《新疆植物志》^[16]、《新疆高等植物检索表》^[17]、《新疆树木志》^[18]等, 结合实地调查数据, 建立木本植物名录。

1.2.2 布区类型统计。结合木本植物名录, 查阅吴征镒等的《中国被子植物科属综述》^[19]、《中国种子植物区系地理》^[20]和《中国种子植物属的分布区类型》^[21], 王荷生的《植物区系地理》^[1]等文献统计天山东部木本植物科、属、种的分布区类型。

2 结果与分析

2.1 天山东部木本植物的组成 由表 1 可知, 该区域共有野生木本植物 31 科 57 属 145 种(变种), 其中裸子植物 3 科 4 属 11 种; 被子植物 28 科 53 属 134 种(变种)。研究区内植

基金项目 新疆维吾尔自治区林业厅项目(新林计字[2015]208号)。
作者简介 王志芳(1989-), 女, 河南商丘人, 硕士研究生, 研究方向: 园林植物和观赏园艺。* 通讯作者, 研究员, 从事荒漠植物种质资源多样性保护研究。
收稿日期 2016-02-07

物科、属、种分别占新疆木本植物科、属、种^[22]的83.78%、54.29%、33.33%。

含5属及以上的科有3科,分别是藜科(8属)、豆科(7属)和蔷薇科(5属),共计20属,占研究区域植物总属数的35.08%。2~4属的科有7科,分别是菊科(3属)、柽柳科(3属)、杨柳科(2属)、虎耳草科(2属)、蓼科(2属)、唇形科(2属)和松科(2属),占总属数的28.07%。有1属的科共计21

科,占总属数的36.84%。

种数大于10种的科有藜科(17种)、豆科(22种)、蔷薇科(14种)、柽柳科(11种)和杨柳科(12种),共计5科76种,占研究区域植物总种数的52.41%。种数在6~10的有蓼科(7种)、毛茛科(6种)和麻黄科(6种),共计3科19种,占总种数的13.10%。种数在2~5的共计16科45种,占总种数的31.03%。含1种的科共计7科7种,占总种数的4.83%。

表1 研究区木本植物科、属、种的组成

Table 1 Compositions of the woody plants species, genera and families in the study area

科名 Families	属数 Genera	占总属数比例 Proportion accounting for total number of genera//%	种数 Species	占总种数比例 Proportion accounting for total number of species//%	科名 Families	属数 Genera	占总属数比例 Proportion accounting for total number of genera//%	种数 Species	占总种数比例 Proportion accounting for total number of species//%
松科 Pinaceae	2	3.51	2	1.38	白刺科 Nitrariaceae	1	1.75	4	2.76
柏科 Cupressaceae	1	1.75	3	2.07	蒺藜科 Zygophyllaceae	1	1.75	1	0.69
麻黄科 Ephedraceae	1	1.75	6	4.14	柽柳科 Tamaricaceae	3	5.26	11	7.59
杨柳科 Salicaceae	2	3.51	12	8.28	胡颓子科 Elaeagnaceae	1	1.75	3	2.07
桦木科 Betulaceae	1	1.75	2	1.38	杜鹃花科 Ericaceae	1	1.75	2	1.38
蓼科 Polygonaceae	2	3.51	7	4.83	白花丹科 Plumbaginaceae	1	1.75	2	1.38
藜科 Chenopodiaceae	8	14.04	17	11.72	夹竹桃科 Apocynaceae	1	1.75	2	1.38
石竹科 Illecebraceae	1	1.75	1	0.69	萝藦科 Asclepiadaceae	1	1.75	2	1.38
裸果木科 Paronychiaceae	1	1.75	1	0.69	夹竹桃科 Apocynaceae	1	1.75	2	1.38
毛茛科 Ranunculaceae	1	1.75	6	4.14	旋花科 Convolvulaceae	1	1.75	3	2.07
小檗科 Berberidaceae	1	1.75	1	0.69	马鞭草科 Verbenaceae	1	1.75	1	0.69
山柑科 Capparidaceae	1	1.75	1	0.69	唇形科 Labiatae	2	3.51	4	2.76
十字花科 Brassicaceae	1	1.75	2	1.38	茄科 Solanaceae	1	1.75	1	0.69
虎耳草科 Saxifragaceae	2	3.51	5	3.45	忍冬科 Caprifoliaceae	1	1.75	3	2.07
蔷薇科 Rosaceae	5	8.77	14	9.66	菊科 Compositae	3	5.26	4	2.76
豆科 Fabaceae	7	12.28	22	15.17					

2.2 分布区类型

2.2.1 科的分布区类型。在植物区系分类中科是最大的自然单元,各科之间有区别他科的十分明显的结构特征,且一定的气候条件使植物科分布有受遗传控制对不同气候的忍耐力,这表明它们可能有共同的起源,所以具有比较稳定的分布区^[1]。

根据吴征镒等^[19]对世界种子植物科的综述,统计天山东部木本植物31科划分为6个分布区类型(表2)。

(1)世界分布科:松科、柏科、蓼科、藜科、十字花科、蔷薇科、豆科、菊科、唇形科、旋花科、茄科、杜鹃花科、毛茛科。指在世界各大洲几乎都有分布的科。

(2)泛热带分布科:萝藦科。指广泛分布于美洲、非洲至马达加斯加、亚洲至澳大利亚等热带地区的科。

(3)热带至亚热带分布科:夹竹桃科、马鞭草科。指分布在热带至亚热带范围内的科。

(4)热带亚洲至温带分布科:麻黄科、榆科、裸果木科、旋花科、茄科。指分布于印度—马来西亚(旧大陆热带)至欧洲、亚洲温带的科。

(5)亚热带至温带分布科:杨柳科。指分布于亚热带至欧洲、亚洲和北美洲温带地区的科。

(6)温带分布科:胡桃科、桦木科、毛茛科、小檗科、虎耳草科、蒺藜科、柽柳科、胡颓子科、忍冬科。指广泛分布于欧洲、亚洲、北美洲中高纬度的温带地区的科。

2.2.2 属的分布区类型。王荷生认为属是最重要且最能说明问题的,因为属的大小在分类学和地理学上不如科大,属

的分布区是其组成种的分布区的总和,以“属”作为划分植物区系地区的标志或依据^[1]。

表2 研究区木本植物科的分布区类型

Table 2 The areal-types of the woody plants families in the study area

分布区类型 Areal-types	科数 Families	占总科数比例 Proportion accounting for total families//%
世界 World	13	41.94
泛热带 Pantropic zone	1	3.23
热带至亚热带 Tropical zone to sub-tropical zone	2	6.45
热带亚洲至温带 Tropical Asia to temperate zone	5	16.13
亚热带至温带 Sub tropical to temperate zone	1	3.23
温带 Temperate zone	9	29.03

根据吴征镒对中国种子植物属的分布区类型^[21],统计天山东部木本植物的53属划分为8个分布类型和4个变型(表3)。其中,北温带分布有17属,占总属数的29.82%,地中海、西亚、至中亚分布有14属,占24.56%。

(1)世界分布:黄耆属(*Astragalus*)、猪毛菜属(*Salsola*)、铁线莲属(*Clematis*)、旋花属(*Convolvulus*)等。

(2)泛热带分布:麻黄属(*Ephedra*)、山柑属(*Capparis*)、蒺藜属(*Tribulus*)等。

(3)北温带分布及其变型:杨属(*Populus*)、柳属(*Salix*)、桦木属(*Betula*)、小檗属(*Berberis*)、栒子属(*Cotoneaster*)、蔷薇属(*Rosa*)、岩黄芪属(*Hedysarum*)、棘豆属(*Oxytropis*)、忍冬

属 (*Lonicera*) 等。

(4) 旧世界温带分布:木蓼属 (*Atraphaxis*)、怪柳属 (*Tamarix*)、水柏枝属 (*Myricaria*) 等。

(5) 温带亚洲分布:锦鸡儿属 (*Caragana*)、亚菊属 (*Ajaia*)。

(6) 地中海、西亚、至中亚分布及其变型:沙拐枣属 (*Calligonum*)、假木贼属 (*Anabasis*)、驼绒藜属 (*Certoides*)、盐节木

属 (*Halocnemum*)、梭梭属 (*Haloxylon*)、盐爪爪属 (*Kalidium*)、骆驼刺属 (*Alhagi*)、霸王属 (*Zygophyllum*)、琵琶柴属 (*Reaumuria*)、白刺属 (*Nitraria*) 等。

(7) 中亚分布:戈壁藜属 (*Iljinia*)、紫苑木属 (*Asterothamnus*)。

(8) 东亚分布:莠属 (*Caryopteris*)。

表 3 研究区内植物属的分布区类型

Table 3 The areal-types of the woody plants genera in the study area

分布区类型 Areal-types	变型 Variant	属数 Genera	占总属数比例 Proportion accounting for total genera//%
世界分布 World distribution		6	10.53
泛热带分布 Pantropical distribution		3	5.26
北温带分布 Distribution and variant of the north temperate zone		17	29.82
	北极-高山	1	1.75
	北温带和南温带(全热带)间断	1	1.75
旧世界温带分布 Old world temperate distribution and variant		6	10.53
	地中海区、西亚和东亚间断	1	1.75
温带亚洲分布 Temperate Asia distribution		2	3.51
地中海区、西亚、至中亚分布型 Mediterranean region, Western Asia, Central Asia distribution	地中海区、西亚、至中亚	14	24.56
中亚分布 Distribution in Central Asia and variant		4	7.02
	中亚东部(亚洲中部中)	1	1.75
东亚分布(东喜马拉雅-日本) Distribution in East Asia		1	1.75
合计		57	100

2.3 特有成分 研究区域内无中国特有属^[23],特有属贫乏的重要原因这是由于中国特有属均以云南或西南诸省为分布中心,向东北、东、西北方向辐射并逐渐减少,且主要分布于秦岭—山东以南的亚热带和热带地区^[24]。

我国特有植物 7 种,分别是灌木紫苑木 (*Asterothamnus fruticosus*)、木本猪毛菜 (*Salsola arbuscula*)、天山猪毛菜 (*Salsola jounatovii*)、小沙拐枣 (*Calligonum pumilum*)、甘肃怪柳 (*Calligonum chinense*)、唐古特白刺 (*Nitraria tangutorum*)、哈密锦鸡儿 (*Caragana hamiensi*)。

3 讨论

独特的自然地理环境造就了区域内特殊的植物区系特征,天山东部是东西走向的活动带,结构类型属于西北干旱型垂直带结构类型。在上新世期间,由于亚洲中部的造山运动,改变了天山植被的进一步演化和植被地带的分化^[2]。研究区内共有木本植物 31 科 57 属 145 种(变种),其中裸子植物 3 科 4 属 11 种;被子植物 28 科 53 属 134 种(变种)。科的分布类型中世界分布有 13 科,占总科数的 41.94%,温带分布有 9 科,占总科数的 29.03%,热带成分占有比例较低,与研究区域的气候带分布相一致。

属的分布类型中北温带分布有 17 属,占总属数的 29.82%,地中海、西亚、至中亚分布有 14 属,占 24.56%,温带成分占优势,该区域的生态环境干旱。与新疆中天山野生植物区系^[12]相比,该研究区植物种类相对贫乏,这与该区的干旱型垂直带结构类型和温带大陆性干旱气候有很大关系。

张海燕等^[11]分析了东天山喀尔力克山北坡一淖毛湖植物区系,他们认为区域内多年生草本在全部植物中占多数,

物种形成是年轻的进化类型。然而他们把草本和木本植物结合在一起分析,并未着重分析木本植物的区系特征。该研究分析了天山东部木本植物区系,结合崔大方等^[22]对新疆木本植物区系的研究,为天山东部木本植物的研究提供了理论依据。

4 结论

(1) 天山东部区域共有木本植物 31 科 57 属 145 种(变种),其中藜科、豆科、蔷薇科和杨柳科,共计 76 种,占研究区域植物总种数的 52.41%,优势科非常明显。藜科、豆科和蔷薇科都是世界分布科,只有生态幅度大的植物才能在严酷的环境下长久生存,世界分布科在该区占优势,说明该区严酷的环境因素。

(2) 属的分布类型以北温带分布为主,有 17 属,占总属数 29.82%,这与该地区温带大陆性干旱气候相符合,说明该区域植物的旱生性质。旱生植物区系年龄较山地的中生区系和高山区系为古老,反映了该植物区系的性质是既古老又年轻。

(3) 研究区内有 1 属的科共计 21 科 21 属,占总属数的 36.84%。含 1 种的科总计 7 科 7 种,分别占总科数的 22.58%、总种数的 4.83%,单属科和单属或寡种属的比例较高,该现象在我国其他地区植物区系中很少见,这与天山东部的纬度和水热条件有关。

(4) 研究区植物区系中缺乏中国特有属,中国特有种 7 种,占研究区域内总种数的 4.83%,特有成分在该研究区域占有比例较低。

(下转第 17 页)

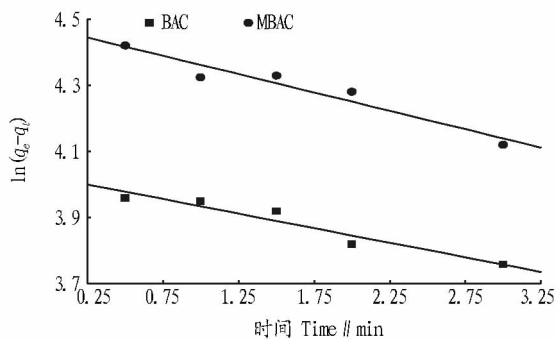


图 6 改性前后竹炭对环丙沙星的一级动力学模型

Fig. 6 Primary dynamic model of ciprofloxacin with bamboo-charcoa before and after modification

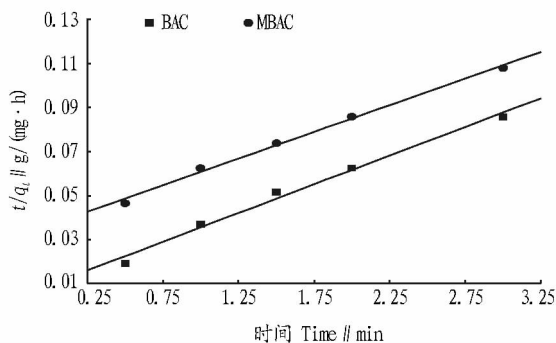


图 7 改性前后竹炭对环丙沙星的二级动力学模型

Fig. 7 Secondary dynamic model of ciprofloxacin with bamboo-charcoa before and after modification

经改性后均增加,且表面有一些微孔转化成介孔。相比未改性竹炭而言,改性后竹炭有更好和更快的吸附效果。更好的吸附效果主要是由于比表面积和孔容的增加而造成的,表面

官能团的增加也是吸附效果增加的原因之一。吸附过程可用 Freundlich 等温模型描述,二级动力学模型能更好地描述吸附过程。

参考文献

- [1] HARTMANN A, ALDER C A, KOLLER T, et al. Identification of fluoroquinolone antibiotics as the main source of *umuC* genotoxicity in native hospital wastewater[J]. Environ Toxic Chem, 1998, 17: 377 - 382.
- [2] WETZSTEIN H G, STADLER M, TICHY H V. Degradation of cipro oxacin by basidiomycetes and identification of metabolites generated by the brown rot fungus *Gloeophyllum striatum*[J]. Appl Environ Microbiol, 1999, 65: 1556 - 1563.
- [3] CHAN L S, CHEUNG W H, ALLEN S J, et al. Separation of acid dyes mixture by bamboo derived active carbon[J]. Sep Purif Technol, 2009, 67: 166 - 172.
- [4] SMITH K M, FOWLER G D, PULLKET S, et al. Sewage sludge-based adsorbents: A review of their production, properties and use in water treatment applications[J]. Water Res, 2009, 43: 2569 - 2594.
- [5] YALCIN N, SEVINC V. Studies of the surface area and porosity of activated carbons prepared from rice husks[J]. Carbon, 2000, 38: 1943 - 1945.
- [6] SINGH K P, MALIK A, SINHA S, et al. Liquid-phase adsorption of phenols using activated carbons derived from agricultural waste material[J]. J Hazard Mater, 2008, 150: 626 - 641.
- [7] ELSHEIKH A H, NEWMAN A P. Characterization of activated carbon prepared from a single cultivar of Jordanian olive stones by chemical and physicochemical techniques[J]. J Anal Appl Pyroly, 2004, 71: 151 - 164.
- [8] AYGÜN A, YEISOY-KARAKAS S, DUMAN I. Production of granular activated carbon from fruit stones and nutshells and evaluation of their physical, chemical and adsorption properties[J]. Microporous Mesoporous Mater, 2003, 66: 189 - 195.
- [9] SCURLOCK J M O, DAYTON D C, HAMES B. Bamboo: An overlooked biomass resource? [J]. Biomass bioenergy, 2000, 19: 229 - 244.
- [10] MUI E L K, CHEUNG W H, LEE V K C, et al. Kinetic study on bamboo pyrolysis[J]. Ind Eng Chem Res, 2008, 47: 5710 - 5722.
- [11] HAMEED B H, DIN A T M, AHMAN A L. Adsorption of methylene blue onto bamboo-based activated carbon: Kinetics and equilibrium studies [J]. J Hazard Mater, 2007, 141: 819 - 825.
- [12] LIU Q S, ZHENG T, LI N. Modification of bamboo-based activated carbon using microwave radiation and its effects on the adsorption of methylene blue[J]. Appl Surf Sci, 2010, 256: 3309 - 3315.
- [13] 王荷生. 植物区系地理 [M]. 北京: 科学出版社, 1992: 2 - 15.
- [14] 中国大百科全书出版社编辑部, 中国大百科全书总编辑委员会《中国地理》编辑委员会. 中国大百科全书: 中国地理 [M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 1992.
- [15] 胡汝骥. 中国天山自然地理 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2004: 407 - 408, 14 - 57.
- [16] 潘晓玲. 新疆种子植物科的区系地理成分分析 [J]. 植物研究, 1997, 17 (4): 397 - 402.
- [17] 潘晓玲. 新疆种子植物属的区系地理成分分析 [J]. 植物研究, 1999, 19 (3): 249 - 258.
- [18] 海鹰, 姚建保, 兵布加甫, 等. 新疆夏尔希里自然保护区植物区系研究 [J]. 干旱区研究, 2011, 28 (1): 98 - 103.
- [19] 刘雨燕, 蔡新斌, 江晓珩, 等. 新疆湿地野生维管植物组成与植物区系的研究 [J]. 干旱区资源与环境, 2015 (9): 80 - 85.
- [20] 巴贺贾依娜尔·铁木尔别克, 马剑英, 努尔巴依·阿布都沙力克, 等. 新疆巴尔鲁克山维管束植物区系分析 [J]. 干旱区研究, 2015 (5): 926 - 933.
- [21] 冯纛, 张卫东, 李新杰, 等. 天山北坡中段草地植物资源构成及垂直分布 [J]. 生态学杂志, 2005, 24 (5): 542 - 546.
- [22] MENG H H, GAO X Y, HUANG J F, et al. Plant phylogeography in arid Northwest China: Retrospectives and perspectives [J]. Journal of systematics and evolution, 2015, 53 (1): 33 - 46.
- [23] 张海燕, 钱亦兵, 段士民, 等. 东天山喀尔力克山北坡 - 淖毛湖植物区系 [J]. 干旱区研究, 2010 (4): 550 - 558.
- [24] 张高, 海鹰, 曾雅娟, 等. 新疆中天山野生种子植物区系分析 [J]. 西北植物学报, 2011 (12): 2532 - 2538.
- [25] 姜安如, 张新时. 新疆天山中段植被分布规律的初步分析 [J]. 北京师范大学学报 (自然科学版), 1994 (4): 540 - 545.
- [26] 魏岩, 谭敦炎, 朱建雯, 等. 天山 1 号冰川冻原植被带种子植物区系 [J]. 干旱区研究, 1998, 15 (1): 49 - 53.
- [27] 邢芝芳, 杨艳玲, 王军, 等. 1960 - 2008 年新疆哈密地区的气温变化分析 [J]. 沙漠与绿洲气象, 2011 (1): 25 - 28.
- [28] 新疆植物志编辑委员会. 新疆植物志: 1 - 5 卷 [M]. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 1996.
- [29] 米吉提·胡达拜尔地, 徐建国. 新疆高等植物检索表 [M]. 乌鲁木齐: 新疆大学出版社, 2000.
- [30] 杨昌友. 新疆树木志 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2010.
- [31] 吴征镒, 路安民, 汤彦承, 等. 中国被子植物科属综述 [M]. 北京: 科学出版社, 2004: 190 - 223.
- [32] 吴征镒, 周浙昆, 孙航, 等. 中国种子植物区系地理 [M]. 昆明: 云南科技出版社, 2006: 46 - 232.
- [33] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型 [J]. 云南植物研究, 1991 (增刊 IV): 1 - 139.
- [34] 崔大方, 廖文波, 张宏达, 等. 新疆木本植物区系形成的探讨 [J]. 林业科学研究, 2001 (5): 553 - 559.
- [35] 王荷生, 张德铨. 中国种子植物特有属的生物多样性和特征 [J]. 云南植物研究, 1994 (3): 209 - 220.
- [36] 党荣理, 潘晓玲. 西北干旱荒漠区植物区系的特有现象分析 [J]. 植物研究, 2001, 21 (4): 519 - 526.

(上接第 13 页)

参考文献