

邢台西部太行山区种子植物区系 及与其它山区区系的关系

张晓丽¹, 武宇红¹, 赵静¹, 黄士良²

(1. 邢台学院 生物系, 河北 邢台 054001; 2. 河北女子职业技术学院, 河北 石家庄 050091)

摘要: 邢台西部太行山区位于河北省西南部, 属于太行山脉南段。区内植物种类丰富, 地理成分复杂, 具明显的温带性质, 同时, 与热带又有一定的历史渊源。运用 R/T 值、区系谱等方法对本区及部分山区地理成分进行比较研究, 结果表明: 邢台西部太行山区植物区系与山西太岳山和中条山、北京东灵山及河北雾灵山关系最为密切, 与河北小五台山、甘肃六盘山和崆峒山及吉林长白山关系次之, 与湖北神农架和湖南八大公山关系较远, 与福建龙栖山关系最远。

关键词: 邢台西部; 太行山区; 种子植物; 区系

中图分类号: Q948 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2006)05-0535-06

The flora of Taihang Mountain Area in West Xingtai and its relationship with other mountainous floras in China

ZHANG Xiao-li¹, WU Yu-hong¹, ZHAO Jing¹, HUANG Shi-liang²

(1. Department of Biology, Xingtai College, Xingtai 054001, China; 2. Hebei Women Vocational and Technical University, Shijiazhuang 050091, China)

Abstract: Taihang Mountain Area in West Xingtai is located in the southwest of Hebei Province. The plant species in this area is abundant, and its floristic compositions are complex. The flora shows obvious temperate feature and tropic origin. The floristic geographic compositions of this area and some other mountains were studied by using R/T bar, floristic spectrum means. The results show the flora of this area is very closely related to Taiyue Mountain and Zhongtiao Mountain in Shanxi, Dongling Mountain in Beijing and Wuling Mountain in Hebei; its relationship with Xiaowutai Mountain in Hebei, Liupan Mountain and Kongdong Mountain in Gansu and Changbai Mountain in Jilin is less close; it is a little far from Shennongjia in Hubei and Badagong Mountains in Hunan; and it is farthest from Longqi Mountain in Fujian.

Key words: West Xingtai; Taihang Mountain Area; seed plant; flora

邢台西部山区位于河北省西南部, 属于太行山脉南段, 西接山西, 南邻河南, 地理位置在 113°45'~114°02' E, 37°00'~37°40' N 之间。山区面积广大, 植物种类丰富, 地理成分复杂, 区系联系广泛, 是太行山植物区系的典型代表, 是河北省植物区系的重

要组成部分, 同时还是华北特有种植物的多度中心(王荷生, 1997)。

邢台西部山区属于新华夏构造体系一级隆起带—太行山腹背斜的东翼, 为山西断裂带的太行山褶皱带, 是一个在燕山期先褶皱后断裂的抬升区, 主要

收稿日期: 2005-05-16 修回日期: 2005-12-21

基金项目: 河北省科技攻关项目(20030833)[Supported by Key Technologies Research and Development Program of Hebei Province(20030833)]

作者简介: 张晓丽(1965-), 女, 河北新河人, 硕士, 副教授, 主要研究方向: 系统与进化植物学。

由前寒武纪和下古生代地层组成;山脉呈南北走向,西高东低;区内地形复杂,山势陡峭,平均海拔1000 m以上。该区属暖温带大陆性季风气候,四季分明,寒暑悬殊,年均温介于11~12℃之间,极端最低气温在-20℃以下,极端最高气温在40℃以上,无霜期一般在180~200 d之间;年均降水量600~700 mm。其地带性土壤主要是褐土和棕壤,其中又以褐土为主,在某些海拔较高的山岭顶部还有部分的山地草甸土分布。该区地带性植被是暖温带落叶阔叶林,其主要植被类型有温性针叶林、落叶阔叶林、灌丛、灌草丛、山地草甸等,由于本区山体海拔都不太高,故植被的垂直带分异较简单,下部分别以灌草丛、栎林、油松林占优势,顶部由于山顶气候效应多为杂类草草甸或灌草丛,但植物种类组成比较多样。

1 区系组成及分析

根据实地考察、标本研究鉴定的结果,并参考相关文献,经初步整理统计,现知邢台西部太行山区有野生种子植物93科393属823种(含种以下分类单位,下同),其中裸子植物3科4属4种;双子叶植物80科324属676种。

1.1 优势科的分析

本区系含20种以上的大科有菊科(Compositae)、禾本科(Gramineae)、豆科(Leguminosae)、蔷薇科(Rosaceae)、毛茛科(Ranunculaceae)、百合科(Liliaceae)、唇形科(Labiatae)、蓼科(Polygonaceae)、莎草科(Cyperaceae)、石竹科(Caryophyllaceae)、伞形科(Umbelliferae)、十字花科(Cruciferae)等12科,仅占总科数的12.90%,但其所含属数却占总属数的51.15%,种数占总种数的57.47%。这表明本区种子植物区系的种类集中在少数大科中,区系优势现象较显著,因此,这12个科可以认为是邢台西部山区种子植物区系的优势科。优势科不仅是本区系组成的主体,而且也是本区植物群落的重要构成成分。

按吴征镒等(2003)对世界种子植物科的分布区类型的划分,这些优势科除百合科为北温带分布类型外,其余皆为世界分布,而这些世界分布科也多以温带分布为主,据统计,这些优势科在本区所分布的属中有68.16%为各种温带分布型,这充分体现了本区系的温带性质。

1.2 优势属的分析

根据属内种的数量组成,将含7种以上的大属

和较大属定为本区的优势属,共16属,含160种,它们虽只占总属数的4.07%,但种数却为总种数的19.44%。根据吴征镒(1991)对中国种子植物属的分布区类型的划分,对本区优势属的分布区类型进行统计(表1)。从优势属的分布型也可以看出本区系的温带性质。

表1 邢台西部山区优势属及分布类型统计

Table 1 The statistics of dominant genera and its areal-types in Xingtai Western Mountain Area

属名 Genera	种数 No. of species	分布区类型 ¹⁾ Areal-types
蓼属 <i>Polygonum</i> L.	21	1
蒿属 <i>Artemisia</i> L.	18	8
委陵菜属 <i>Potentilla</i> L.	13	8
堇菜属 <i>Viola</i> L.	11	1
鹅绒藤属 <i>Cynanchum</i> L.	10	2
铁线莲属 <i>Clematis</i> L.	9	1
紫堇属 <i>Corydalis</i> Vent.	9	8
葱属 <i>Allium</i> L.	9	8
莎草属 <i>Cyperus</i> L.	8	1
蝇子草属 <i>Silene</i> L.	8	8
唐松草属 <i>Thalictrum</i> L.	8	8
栎属 <i>Quercus</i> L.	8	8
鼠李属 <i>Rhamnus</i> L.	7	1
苔草属 <i>Carex</i> L.	7	1
沙参属 <i>Adenophora</i> Fisch.	7	10
鹅观草属 <i>Roegneria</i> C. Koch	7	10

¹⁾分布区类型号与表2中的分布区类型号相同。

The symbol of areal-types has the same meaning as table 2.

2 地理成分及分析

根据吴征镒(1991)关于中国种子植物属的分布区类型的划分,现将邢台西部山区种子植物393属归为15个分布区类型(表2)。

2.1 世界分布

该类型共49属,大多为中生草本,其中有不少是本区林下草本层和山地草甸的常见种类,如毛茛属(*Ranunculus*)、苔草属、蓼属、堇菜属、铁线莲属、早熟禾属(*Poa*)、老鹳草属(*Geranium*)等,木本只有3属:悬钩子属(*Rubus*)、鼠李属和槐属(*Sophora*),它们多为本区林下灌木层和灌丛的重要组成成分。

2.2 热带分布

泛热带分布是本区热带分布类型中最的一类,共有51属,常见的如木本的枣属(*Ziziphus*)、牡荆属(*Vitex*)、木蓝属(*Indigofera*)等,草本的孔颖草属、鹅绒藤属等,其中枣属、牡荆属、孔颖草属为本区灌丛或灌草丛的建群种类。泛热带分布属在该区

分布相对较多,尤其是具热带性质的群落建群种的存在,说明该区系在发生和发展过程中与热带的密切联系和历史渊源。但是,此类型虽然所含属数较多,但其包含的种数相对较少,区域单种属的比例较高,种系发育不良,由此推断,该区可能已是其中某些属由热带中心向北温带延伸的边缘。

其它热带分布属共 28 属。常见如热带美洲和热带亚洲间断分布的雀梅藤属(*Sageretia*);旧世界

热带分布的天门冬属(*Asparagus*)、蝎子草属(*Girardinia*);热带亚洲至热带大洋洲分布的雀儿舌头属(*Leptopus*)、臭椿属(*Ailanthus*);热带亚洲至热带非洲分布的菅草属(*Themeda*)、苘草属(*Arthraxon*);热带亚洲分布的有苦蕒菜属(*Ixeris*)、构树属(*Broussonetia*)。除个别种类外,这些热带分布属在本区区系组成及植被组成上都不占有重要地位,它们对区系的性质不起决定作用。

表 2 邢台西部山区种子植物属的分布区类型

Table 2 The areal-types of the seed plants genera in Xingtai western mountain area

分布区类型 Areal-types	属数 No. of genera	全国属数 No. of genera in China	占全国同类型属数 Percentage of genera with this type in China(%)	占邢台西部山区总属数 ¹⁾ Percentage of total genera (%)
1. 世界分布 Cosmopolitan	49	104	47.12	—
2. 泛热带分布 Pantropic	51	362	14.01	14.83
3. 热带美洲和热带亚洲间断分布 Trop. Asia & Trop. Amer. disjuncted	1	62	1.61	0.29
4. 旧世界热带分布 Old World Tropic	10	177	5.65	2.91
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布 Trop. Asia & Trop. Austr	7	148	4.73	2.03
6. 热带亚洲至热带非洲分布 Trop. Asia to Trop. Africa	6	164	3.66	1.74
7. 热带亚洲分布 Trop. Asia	4	611	0.65	1.16
8. 北温带分布 North Temperate	127	302	42.05	36.92
9. 东亚和北美洲间断分布 E. Asia & N. Amer. disjuncted	23	124	18.55	6.69
10. 旧世界温带分布 Old World Temperate	52	164	31.71	15.12
11. 温带亚洲分布 Temp. Asia	17	55	30.91	4.94
12. 地中海区、西亚至中亚 Mediterranean W. Asia to C. Asia	7	171	4.09	2.03
13. 中亚分布 C. Asia	6	116	5.17	1.74
14. 东亚分布 Eastern Asia	28	299	9.36	8.14
15. 中国特有分布 Endemic to China	5	257	1.95	1.45
合计 Total	393	3116	12.61	100.00

¹⁾ 不包括世界分布属 Except Cosmopolitan

2.3 温带分布

北温带分布是各分布区类型中种类最多的一类,共有 127 属,占全国同类型属数的 46.18%,即全国有将近一半的北温带属在本区都有分布。这一分布型在本区不仅数量最多,而且其木本属也最为丰富,共有 33 属,包括了北温带大部分典型的含乔木和灌木的属,这是其它分布型所无法比拟的。主要含乔木的属如松属(*Pinus*)、栎属、鹅耳枥属(*Carpinus*)、桦木属(*Betula*)、杨属(*Populus*)、胡桃属(*Juglans*)等,它们大多是构成针叶林及阔叶林的建群种类;含灌木的属如榛属(*Corylus*)、绣线菊属(*Spiraea*)、忍冬属(*Lonicera*)、蔷薇属(*Rosa*)、杜鹃花属(*Rhododendron*)等为本区山地灌丛或林下灌木层的建群或优势种类;草本属也很丰富,如蒿属、委陵菜属、地榆属(*Sanguisorba*)、火绒草属(*Leontopodium*)、野古草属(*Arundinella*)等在本区分布广泛,是林下草本层、山地草甸等的主要组成成分。

由此看出,该类型不论在本区区系组成上还是植被组成上都具有显著的优势,占有重要的地位,它无疑就是本区系的组成核心。

其它温带分布属共 120 属。常见如东亚和北美洲间断分布的胡枝子属(*Lespedeza*)、漆树属(*Toxicodendron*);旧世界温带分布的丁香属(*Syringa*)、菊属(*Dendranthema*)、石竹属(*Dianthus*)、蓝刺头属(*Echinops*)、蓝盆花属(*Scabiosa*);温带亚洲分布的杭子梢属(*Campylotropis*)、锦鸡儿属(*Caragana*);东亚分布的侧柏属(*Platycladus*)、溲疏属(*Deutzia*)等,它们多为该区植物群落的优势或建群种类。在东亚分布类型中,中国—日本分布亚型的属数较多,说明本区系与日本区系具有更近的亲缘关系。

2.4 中国特有分布

分布于本区的中国特有属有栌树属(*Koelreuteria*)、蚂蚱腿子属(*Myriopholis*)、太行菊属(*Opisthopappus*)、翼蓼属(*Pteroxygonum*)、地构叶属

(*Speranskia*)等5属,含5种,其中蚂蚱腿子属、翼蓼属和太行菊属为华北特有属,太行菊属还是包括本区在内的太行山南段的特有属。特有属的属数占本区总属数的1.45%,占全国特有属总数的1.95%,这个比例远低于中国特有属在全国总属数中8.25%的比例,这说明本区系特有水平较低。这是因为本地区远离中国特有属的分布中心,多数中国特有属没有延伸至此;另外,由于本地区在地史上没有长期的孤立时期,没能形成自己独特的环境,因此也没有形成自己的特有成分。

2.5 其它分布

包括地中海区、西亚至中亚分布和中亚分布,共13属,它们多为旱中生、旱生草本或木本种类,如糖芥属(*Erysimum*)、牻牛儿苗属(*Erodium*)、诸葛菜

属(*Orychophragmus*)、沙蓬属(*Agriophyllum*)等。它们在组成上都具有旱化、盐化和残遗、特化性质,是比较特殊的分布类型,从其在本地分布的种类和数量来看,它们对本区系的性质也不起决定作用。

3 与其它地区植物区系的关系

任何植物区系的形成和发展都不是孤立的,它们都与相邻地区的植物区系间存在着这样或那样的联系。孤立地研究某一地域的植物区系没有意义,必须与其相邻的植物区系进行比较才能深入地揭示其特征,并从更高的角度去把握植物区系的空间分布及演化规律。为此,本文选择11个具有代表性的地区植物区系与邢台西部山区进行以下几方面的比

表3 邢台西部山区及其它11个山区种子植物属的分布类型统计
Table 3 The statistics of the areal-types of seed plants genera in Xingtai Western Mountain Area and other 11 mountain areas

分布区类型 ¹⁾ Areal-types	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	资料来源
邢台西部山区 Xingtai	49	51	1	10	7	6	4	127	23	52	17	7	6	28	5	本文,2006
东灵山 Dongling Mts.	50	47	2	7	6	8	6	155	28	51	18	6	5	33	8	马克平等,1995
神农架 Shennong-jia	59	95	11	27	23	22	48	187	67	61	17	4	2	121	43	郑重,1987
太岳山 Taiyue Mts.	60	60	12	8	6	7	5	172	36	66	23	21	9	40	13	李卓玉等,1993
小五台山 Xiaowutai Mts.	59	31	1	5	6	8	4	175	18	53	21	13	7	28	7	张庆非等,1988
雾灵山 Wuling Mts.	66	55	3	10	4	10	5	174	32	58	23	10	6	34	6	马克平等,1995
中条山 Zhongtiao Mts.	52	56	9	9	8	11	9	145	30	59	14	11	6	47	13	傅志军等,1994
崆峒山 Kongdong Mts.	48	28	4	6	2	3	1	129	14	56	16	11	4	20	3	吴晓菊等,2003
长白山 Changbai Mts.	60	36	0	7	6	5	5	207	44	65	17	4	2	39	3	傅沛云等,1995
六盘山 Liupan Mts.	43	22	0	4	3	3	4	145	21	54	9	8	3	21	5	王香亭,1989
八大公山 Badagong Mts.	49	115	12	33	29	19	66	126	64	41	7	2	0	108	38	祁承经等,1994
龙栖山 Longqi Mts.	52	121	11	33	21	25	52	78	37	22	5	0	0	70	11	李振宇,1994

¹⁾分布类型号与表2中的分布类型号相同。 The symbol of areal-types has the same meaning as table 2.

较。12个山区属分布类型统计见表3。

3.1 R/T值的分析

R/T值是指一个植物区系组成中热带成分(R)属与温带成分(T)属的比值。其中R是各种热带分布类型(2~7)之和,T是各种温带分布类型(8~14)之和,由R/T值可以大体反映植物区系的性质。R/T值愈大,热带性质愈强;R/T>1,说明该区系组成以热带成分为主。12个地区的R/T值及其随纬度变化的关系如图1所示。

结果显示:随纬度升高,R/T值基本呈下降趋势,即热带性质降低,温带性质加强,表现出明显的纬向地带性规律。只有个别山体如河北小五台山、甘肃六盘山和崆峒山由于海拔、水分等因素的影响稍微出现偏差。其中本区系R/T值与北京东灵山、河北雾灵山、山西太岳山和中条山最为接近,这与它

们在地理位置、地形地貌、气候条件等方面相似是相吻合的。

3.2 区系谱分析

根据马克平等(1995)提出的植物区系谱(floristic spectrum, FS)分析方法,利用表中数据,通过统计软件,得出各区系关系的树状结构图(图2)。

由图中区系聚合情况可将12个地区分成以下4组:Ⅰ组:包括邢台西部山区、北京东灵山、河北雾灵山、山西太岳山和中条山;Ⅱ组:包括河北小五台山、吉林长白山、甘肃六盘山及崆峒山;Ⅲ组:包括湖北神农架和湖南八大公山;Ⅳ组:仅含福建龙栖山。

邢台西部山区、东灵山、雾灵山、太岳山和中条山在中国植物区系分区中同属于中国—日本森林植物亚区,华北山地植物亚地区,植被区划上同属于暖温带落叶阔叶林地带。它们地理位置相近,地貌类

型、环境条件较为一致,因此它们的区系成分表现出较高的相似性。其中东灵山与雾灵山、太岳山与中条山在图中的距离测度系数更小,聚合更快,说明它们之间区系关系更为密切,这与它们的地理位置更为接近有关,东灵山与雾灵山同位于华北北部,纬度

相当;太岳山与中条山位偏西南,遥相呼应;邢台西部山区则位居其间,但与太岳山和中条山关系更为密切。在区系成分组成上它们都以华北成分为主,但东灵山与雾灵山温带成分稍多,而邢台西部山区及中条山热带成分稍多。

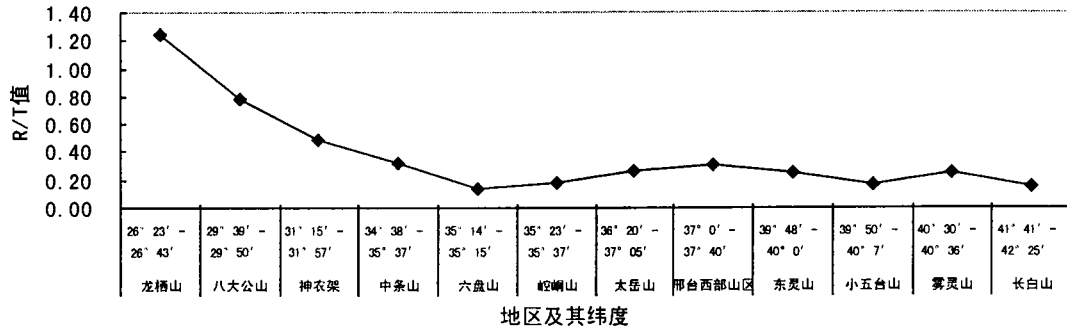


图 1 R/T 值与纬度的关系

Fig. 1 The relationship between R/T ratio and latitude

第Ⅱ组地区成分比较复杂,其中长白山属于东北植物地区;小五台山、六盘山及崆峒山都属于华北植物地区,其中小五台山属于其中的华北山地植物亚地区,而六盘山和崆峒山属于其中的黄土高原亚地区。其区系成分之所以表现出相似性,分析其原因,一方面是由于长白山虽属东北地区,具有东北植物区系的特点,但其位于此分区的南部,与华北相邻,和华北区系成分间相互渗透,有密切的联系;另一方面,小五台山和六盘山又分别位于华北山地和黄土高原的北部,而且山体海拔较高,区系中包含了一些耐寒的东北成分,因此它们之间表现出较高相似性,而且正是由于此原因,使得同处于华北山地植物亚地区的小五台山与第Ⅰ组中的地区区系有一定的区别。崆峒山是六盘山的东侧支脉,二者在地理坐标中位置接近,水、热条件相当,其相似性是不容置疑的。六盘山又处于华北台地与祁连山地槽之间,按全国气候区划仍属于暖温带半湿润区,地带性植被类型为落叶阔叶林和草甸草原,植物区系也以华北植物区系成分为主,因此和小五台山区系也比较相似。

神农架和八大公山在植物区系分区中同属于中国-日本森林植物亚区,华中植物地区,地处北亚热带或中亚热带,地带性植被类型为常绿阔叶林和常绿落叶阔叶混交林,具有华中区系特点,与前两组相比热带成分明显增多,但仍以温带成分为主。其中神农架地处亚热带的北缘,无论是地形、气候、土壤还是植物种类分布都呈现出我国南北过渡的特点,是北亚热带与暖温带之间的过渡区;而八大公山位

居华中中部,具典型的华中区系特点,与神农架相比,区系组成中热带成分较多,温带成分尤其是北温带成分较少。

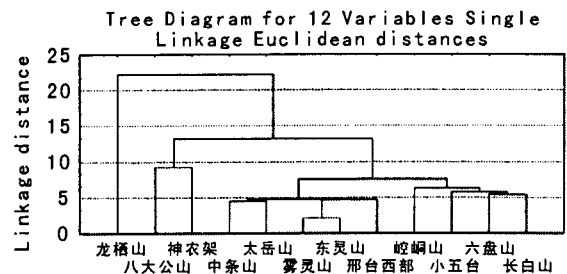


图 2 12 个地区区系成分聚类分析树状结构图

Fig. 2 The tree diagram of flora compositions of 12 areas

第Ⅳ组的龙栖山地处我国东南部,属于南亚热带地区,是亚热带向热带过渡的地带,植被以常绿阔叶林为主,为华东植物区系的典型代表,因其位置偏南,季风气候显著,水热条件良好,热带成分较上述地区明显增多,并占据优势,是 12 个山区中唯一以热带成分为主的一类,这与以上三组以温带成分为主的区系具有明显的区别,这说明龙栖山植物区系与其它地区植物区系的相似性最小(廖文波等,1994)。

4 小结

(1)邢台西部太行山区区域面积广大,植物种类丰富,区系成分复杂。该区系是华北植物区系的组成部分,在太行山区具有较强的代表性。(2)通过对本区种子植物属、优势科及优势属地理成分分析,可

以看出温带成分在本区系中占有绝对优势,起着主导作用,该区系的温带性质不容置疑,这与本地区所处的地理位置及自然地理条件是一致的;一定量热带成分的存在,又说明本区系在发生发展的过程中与热带的明显联系和历史渊源;以温带成分为主,多种成分并存,又反映了本区系与其它区系联系广泛,成分相互渗透的特点;中国特有属较少,特有现象不明显。(3)通过对12个山区植物区系成分进行区系谱、R/T值等定量分析比较,结果显示:邢台西部太行山区种子植物区系与山西太岳山和中条山、北京东灵山、河北雾灵山关系最为密切,与河北小五台山、吉林长白山、甘肃六盘山及崆峒山关系次之,与湖北神农架和湖南八大公山关系较远,与福建龙栖山关系最远。这与本地区及其它地区所处的气候带、水热条件以及山体特征完全吻合,同时也反映了植物区系成分随纬度变化的地带性规律。

参考文献:

- 王荷生. 1997. 华北植物区系地理[M]. 北京: 科学出版社: 38-52.
- 王香亭. 1989. 六盘山自然保护区科学考察[M]. 银川: 宁夏人民出版社.
- 李振宇. 1994. 龙栖山植物[M]. 北京: 中国科学技术出版社.
- 吴晓菊. 2003. 甘肃崆峒山种子植物区系分析[D]. 兰州: 西北师范大学: 12-49.
- Feng TJ(冯天杰), Wang DY(王德艺), Li DY(李东义), et al. 1999. Research on the tracheophyta flora in nature reserve of Wuling Mountain(雾灵山自然保护区维管植物区系的研究)[J]. *Bull Bot Res*(植物研究), 19(3): 259-267.
- Fu PY(傅沛云), Li JY(李冀云), Cao W(曹伟), et al. 1995. Studies on the flora of seed plants from Changbai Mountain(长白山种子植物区系研究)[J]. *Bull Bot Res*(植物研究), 15(4): 491-500.
- Fu ZJ(傅志军), Zheng XT(郑雪婷). 1994. The characteristics of flora in the Zhongtiao Mountain(山西中条山植物区系的特征)[J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*(西北植物学报), 14(2): 148-152.
- Liao WB(廖文波), Zhang HD(张宏达). 1994. A comparison of the spermatophytic flora from Guangdong and its neighbouring regions(广东种子植物区系与邻近地区的关系)[J]. *Guihaia*(广西植物), 14(3): 217-226.
- Ma KP(马克平), Gao XM(高贤明), Yu SL(于顺利). 1995. On the characteristics of the flora of Dongling Mountain area and its relationship with a number of other mountainous floras in China(东灵山地区植物区系的基本特征与若干山区植物区系的关系)[J]. *Bull Bot Res*(植物研究), 15(4): 501-515.
- Qi CJ(祁承经), Yu XL(喻勋林), Cao TR(曹铁如), et al. 1994. Flora of hunan Badagongshan Mountains and its phytogeographical significance(湖南八大公山的植物区系及其在植物地理学上的意义)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 16(4): 321-332.
- Ru WM(茹文明), Zhang F(张峰). 2000. Analysis on the flora of seed plants of Wutai Mountainous, Shanxi(山西五台山种子植物区系分析)[J]. *Bull Bot Res*(植物研究), 20(1): 36-47.
- Wu XJ(吴晓菊), Chen XL(陈学林). 2003. Analysis of the flora of the family of the seed plants in Kongtong Mountain of Gansu Province(甘肃崆峒山种子植物区系科的分析)[J]. *Guihaia*(广西植物), 23(3): 203-210.
- Wu ZY(吴征镒). 1991. The areal-types of Chinese genera of seed plants(中国种子植物属的分布区类型)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), Supp. IV(增刊IV): 1-139.
- Wu ZY(吴征镒), Zhou ZK(周浙昆), Li DZ(李德铎), et al. 2003. The areal-types of the world families of seed plants(世界种子植物科的分布区类型系统)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 25(3): 245-257.
- Lai CG(赖纯高), Dai QY(代庆阳), Su XH(苏学辉), et al. 1998. The ultrastructure of chloroplasts of virusinfected citrus leaves(柑桔病叶片中叶绿体的超微结构)[J]. *J Sichuan Teachers Coll(Nat Sci)*(四川师范学院学报)(自然科学版), 19(3): 304-306.
- Lin YJ, Cao ML, Xu CG, et al. 2002. Cultivating rice with delaying leaf-senescence by *PSAG12-ipt* gene transformation [J]. *Acta Bot Sin*, 44(11): 1333-1338.
- Lin ZF(林植芳), Li SS(李双顺), Lin GZ(林桂珠), et al. 1984. Superoxide dismutase activity and lipid preoxidation in relation to senescence of rice leaves(水稻叶片的衰老与超氧化物歧化酶活性及脂质过氧化作用的关系)[J]. *Acta Bot Sin*(植物学报), 26(6): 605-615.
- McCabe M S, Garratt L C, Schepers F, et al. 2001. Effects of *PSAG12-ipt* gene expression on development and senescence in transgenic lettuce [J]. *Plant Physiol*, 127: 505-516.
- Mittelheuser C J, Van Steveninck R F M. 1971. The ultrastructure of wheat leaves. I. Changes due to natural senescence and the effects of kinetin and ABA on detached leaves incubated in the dark [J]. *Protoplasma*, 73: 239-252.
- Wang YQ(王亚琴), Liang CY(梁承邺). 2004. Preliminary study on antisenescence characteristics of transgenic rice (*PSAG12-ipt*) (转 *PSAG12-ipt* 基因水稻延缓性能的初步研究) [J]. *Guihaia*(广西植物), 24(6): 540-543.
- Wang YQ(王亚琴), Liang CY(梁承邺). 2005. Studies of the leaf-specific senescence-inhibitor gene (*PSAG12-ipt*) introduced into Zhong A (Cytoplasmic Male Sterile Indica) (叶片衰老抑制基因 *PSAG12-ipt* 转入籼稻不育系中 A 的研究) [J]. *Acta Sci Nat Univ Sun Yatseni (Nat Sci)* (中山大学学报)(自然科学版), 44(2): 78-81.

(上接第 572 页 Continue from page 572)