

广东省紫金县野生种子植物区系研究

叶钦良¹, 董辉², 钟智明¹, 李玉峰¹, 黄萧洒³, 吴林芳^{3*}

(1. 广东紫金白溪省级自然保护区管理处, 广东紫金 517400; 2. 中国科学院华南植物园, 广东广州 510650; 3. 广州林芳生态科技有限公司, 广东广州 510650)

摘要 通过采集标本、查阅资料对紫金县内野生种子植物进行了广泛调查和区系分析。结果显示, 该地区有野生种子植物 180 科 735 属 1 564 种, 其中裸子植物 6 科 7 属 10 种, 被子植物 174 科 728 属 1 554 种。从分布类型看, 在科级水平上, 该地区种子植物区系科的分布类型以泛热带成分为主, 热带性质的科占优势, 表现出亚热带植物区系的特点。在属级水平上, 热带分布性分布属占全部非世界分布属的 73.89%, 温带成分属所占比例较少, 具有典型的亚热带区系性质。与邻近地区对比结果显示, 紫金县野生种子植物区系综合指数处于中等位置, 分布结构显示紫金县植物区系与相近纬度带的植物区系较为相似, 且其热带属性最高。

关键词 紫金县; 植物调查; 植物区系; 种子植物; 区系特征

中图分类号 Q948 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)12-0127-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.12.034



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Study on the Flora of Wild Seed Plants in Zijin County

YE Qin-liang¹, DONG Hui², ZHONG Zhi-ming¹ et al (1. Guangdong Zijin Baixi Provincial Nature Reserve, Zijin, Guangdong 517400; 2. South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, Guangdong 510650)

Abstract A comprehensive investigation and floristic analysis of wild seed plants in Zijin County were conducted by collecting specimens and checking related dataset. The results showed that there were 1 564 species of native seed plants in total, included in 735 genera and 180 families. Among them, 10 species comprising of 7 genera and 6 families were gymnosperms, and 1 554 species comprising of 728 genera and 174 families were angiosperms. From the perspective of distribution type, the seed flora at family level in this area was dominated by pan-tropical components, and the families with tropical distribution were preponderant, showing the characteristics of subtropical flora. The tropical distribution at the genus level accounted for 73.89% of all non-world distribution genera, and the temperate component genera accounted for small proportion, with typical characteristics of subtropical flora. Compared with the neighboring areas, the composite index of seed flora in Zijin County was in the medium position. The seed flora with highest tropical component of Zijin County was similar to that in areas with close range of latitude in terms of the distribution structure.

Key words Zijin County; Plant investigation; Flora; Seed plants; Floristic characteristic

一般对植物区系的定义是指一定地区或国家所有植物种类的总和, 是植物在一定的自然地理条件下, 特别是在自然历史条件综合作用下发展演化的结果^[1]。植物区系的形成是植物在其发生发展、繁衍分化过程中与其所处环境相互影响、相互促进而在其所处地域形成的一种独特的自然地理特征的结果, 并且与区域性自然地理条件、古地质、古气候等方面的变化、变迁密切相关, 它的形成完全是自然发生的结果, 不受人为的改变。同一植物区系的分布范围大体与具有某一特征的自然环境相联系, 反映了其发展进程与古地理或现代自然条件间的关系^[2]。植物区系是组成陆生植被生态系统的主体, 对保持区域生态系统的平衡与稳定具有不可替代的作用^[3]。许多学者研究表明, 植物区系特征的研究在生物多样性和珍稀濒危物种评估与保护、地区规划与建设、野生植物资源开发与利用等方面具有重要意义^[4]。

紫金县, 旧称永安县, 广东省河源市辖县, 具有丰富的植物资源, 森林覆盖率达 75.6%^[5], 目前对该地区植物区系的研究鲜见报道。笔者对该地区植物区系进行统计分析, 旨在说明紫金县种子植物区系的特征, 为植物多样性保护、开发与可持续利用提供依据。

1 研究区与研究方法

1.1 研究区域自然地理概况 紫金县位于广东省东中部、河源市东南部、东江中游东岸, 地理坐标为 114°40'~115°30'E、23°10'~23°45'N。东接五华县, 东南与陆河县相连、与海丰县毗邻, 南与惠东县相邻, 西南与惠阳市惠城区相接, 西与博罗县隔东江相邻, 西北与河源市源城区相接, 北与东源县交界。全县境域东至南岭镇东溪村蕉窝, 西至古竹镇江口村, 南至上义镇蓬莲村, 北至紫城镇白溪村燕子岩。全县 80% 以上为山岭、丘陵, 素有“八山一水一分田”之称。紫金县地形以山地、丘陵为主, 占全县总面积的 84%, 河谷、盆地、水域占 16%。地势东高西低, 南北两面山峦重叠, 地势较高; 中部较低并向东西两翼倾斜, 构成不大对称的马鞍形, 分别归属不同流向的 2 条水系(东江水系和韩江水系)。东翼较窄且陡, 西翼宽阔而平缓。东南部最高峰位于武顿山, 海拔 1 233 m; 西部古竹江口海拔最低, 为 50 m, 全县平均海拔 300 m。紫金县属亚热带季风气候, 气候温和, 光照充足, 雨量充沛, 季风明显, 夏长冬短, 年平均气温 20.5 ℃, 年平均降水量 1 733.9 mm, 年平均日照时数 1 705.7 h, 年平均雷暴日为 88.9 d^[5]。

1.2 研究方法 采用样线法结合群落调查法对紫金地区野生植物进行全面考察, 通过采集标本、查阅资料, 整理该地区的野生种子植物名录, 并分析该地区的区系特性。野生种子植物科、属的分布区类型根据李锡文^[6]、吴征镒^[7]的方法进行划分。

植物区系对比中, 植物区系综合系数计算用以下公式:

基金项目 紫金县野生植物资源调查项目(20170919); 广东紫金白溪省级自然保护区生物多样性调查监测项目。

作者简介 叶钦良(1971—), 男, 广东紫金人, 高级工程师, 从事自然保护区管理、生物多样性保育工作。* 通信作者, 工程师, 从事生态系统监测评估与生物多样性保护工作。

收稿日期 2019-04-10

$$S_i = \sum_{j=1}^n \frac{x_{ij} - \bar{x}_{ij}}{\bar{X}_{ij}}, \bar{X}_{ij} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k X_{ij}$$

式中, X_{ij} 表示 k 个地区中第 i 个地区 n 个分类单位中第 j 个分类单位的数值; \bar{x}_{ij} 表示 k 个地区中 n 个分类单位中第 j 个分类单位的平均值; S_i 表示 k 个地区中第 i 个地区植物区系成分的综合系数^[8]。

植物区系种系分化度计算:

$$SD = \frac{n_2}{n_1} + \frac{n_3}{n_2}$$

式中, n_1 、 n_2 、 n_3 分别表示一个植物区系中的科、属、种的数量; SD (floristic species differentiation) 表示该植物区系的种系分化度^[9]。

2 结果与分析

2.1 紫金县野生种子植物区系组成 根据调查整理出的植物名录, 记载紫金地区共有维管植物 219 科 805 属 1 707 种, 其中种子植物 180 科 735 属 1 564 种。裸子植物 6 科 7 属 10 种, 被子植物 174 科 728 属 1 554 种(表 1)。

表 1 紫金县野生种子植物区系组成

Table 1 The floristic composition of wild seed plants in Zijin County

植物类群 Taxa	科 Family		属 Genus		种 Species	
	数量 Number	占总科数比例 Ratio of total families // %	数量 Number	占总属数比例 Ratio of total genera // %	数量 Number	占总种数比例 Ratio of total species // %
裸子植物 Gymnosperm	6	3.33	7	0.95	10	0.64
被子植物 Angiosperm	174	96.67	728	99.05	1 554	99.36
合计 Total	180	100.00	735	100.00	1 564	100.00

2.2 紫金县野生种子植物科的成分分析

2.2.1 科的组成。紫金地区野生种子植物, 含 20 种及以上的大科有 18 科, 分别为菊科 Compositae (48 属, 89 种)、蝶形花科 Papilionaceae (35 属, 79 种)、兰科 Orchidaceae (35 属, 71 种)、禾本科 Gramineae (54 属, 76 种)、茜草科 Rubiaceae (28 属, 56 种)、大戟科 Euphorbiaceae (19 属, 43 种)、莎草科 Cyperaceae (14 属, 44 种)、蔷薇科 Rosaceae (14 属, 46 种)、壳

斗科 Fagaceae (4 属, 40 种)、樟科 Lauraceae (8 属, 37 种)、唇形科 Labiatae (18 属, 38 种)、玄参科 Scrophulariaceae (15 属, 34 种)、山茶科 Theaceae (9 属, 38 种)、桑科 Moraceae (6 属, 31 种)、蓼科 Polygonaceae (3 属, 25 种)、紫金牛科 Myrsinaceae (5 属, 26 种)、马鞭草科 Verbenaceae (9 属, 24 种)、荨麻科 Urticaceae (9 属, 20 种)。其中大科有 18 科, 10~19 种的较大科 25 科, 中等科有 29 科, 寡种科有 60 科, 其余为单种科(表 2)。

表 2 紫金县野生种子植物科的级别统计

Table 2 Family statistics of wild seed plants in Zijin County

植物类群 Taxa	种数 Number of species	科 Family		属 Genus		种 Species	
		数量 Number	占总科数比例 Ratio of total families // %	数量 Number	占总属数比例 Ratio of total genera // %	数量 Number	占总种数比例 Ratio of total species // %
大科 Large family	≥20	18	10.00	333	45.31	821	52.49
较大科 Biggish family	10~19	25	13.89	156	21.22	324	20.72
中等科 Medium family	5~9	29	16.11	98	13.33	198	12.66
寡种科 Small family	2~4	60	33.33	100	13.61	173	11.06
单种科 Monotypic family	1	48	26.67	48	6.53	48	3.07
合计 Total		180	100.00	735	100.00	1 564	100.00

2.2.2 科的分布区类型分析。根据吴征镒^[7]世界种子植物科的分布类型将紫金地区野生种子植物区划分为 11 个分布区类型及 6 个变型(表 3)。

紫金地区野生种子植物区系分布以热带分布科(T2~7-3)所占的比例最大, 为 123 科, 占全部非世界分布科的 82.00%; 温带分布的科(T8~8-5)次之, 共 9 科, 占全部非世界分布科的 12.67%。其中泛热带分布(T2~2-2)的植物科数有 103 科, 占非世界分布科的 68.67%; 北温带分布的科有 19 科, 占非世界分布科的 12.67%。该地区优势科(较大科以上)也都为热带属性(T2~T7)分布的科, 表明该地区野生种子植物区系科的分布类型以泛热带成分为主, 热带性质的科占优势, 表现出亚热带植物区系的特点。

2.3 紫金县野生种子植物属的成分分析

2.3.1 属的组成。野生种子植物属可以真实地反映一个地区的区系特征^[10]。紫金地区野生种子植物区系中包括 735 属, 其中裸子植物 7 属、被子植物 728 属。所有属中含种数最多的是蓼属 *Polygonum*, 含 21 种, 其他含 10~20 种的较大属有 15 属, 中等属(5~9 属)有 50 属, 寡种属(2~4 属)有 238 属, 单种属 432 属, 单种属和寡种属共计 670 属 1 036 种, 分别占总属、种数的 91.16%、66.24%, 由此可见该地区以单种属和寡种属占优势(表 4)。

2.3.2 属的分布区类型分析。紫金地区 735 属野生种子植物共划分为 13 个分布区类型和 9 个变型(表 5)。该地区野生种子植物属区系热带属性(2~7 型)共计 501 属, 占全部

表 3 紫金县野生种子植物科的分布区类型

Table 3 Distribution types of families of wild seed plants in Zijin County

分布区类型 Distribution type	科数 Family number	占非世界科的比例 Ratio of non-world family//%
T1.世界广布 Cosmopolitan	30	—
T2.泛热带分布 Pantropic	94	62.67
2-1.热带亚洲、大洋洲和热带美洲 Trop.Asia - Australasia and Trop.Amer.	5	3.33
2-2.热带亚洲-热带非洲-热带美洲 Trop.Asia - Trop.Afr.- Trop.Amer.	4	2.67
T3.热带亚洲和热带美洲间断分布 Trop.& Subtr.E.Asia & (S.) Trop.Amer.Disjunct	4	2.67
T4.旧世界热带分布 Old World Tropics	4	2.67
4-1.热带亚洲、非洲(或东非、马达加斯加) 和大洋洲间断分布 Trop.Asia, Trop.Afr.and Trop.Australasia Disjunct or Diffused	2	1.33
T5.热带亚洲至热带大洋洲分布 Trop.A- sia to Trop.Australasia Oceania	1	0.67
T6.热带亚洲至热带非洲分布 Trop.Asia to Trop.Africa	1	0.67
T7.热带亚洲(印度、马来西亚)分布 Trop. Asia	7	4.67
7-3.缅甸、泰国至华西南 Myanmar and Thailand to SW.China	1	0.67
T8.北温带分布 N.Temp.	16	10.67
8-4.北温带和南温带间断(泛温带)N. Temp.& S.Temp.Disjunct	2	1.33
8-5.欧亚和温带南美洲间断 Eurasia & Temp.S.Amer.Disjunct	1	0.67
T9.东亚和北美间断分布 E.Asia & N.A- mer.Disjunct	5	3.33
T14.东亚分布(东喜马拉雅-日本) E.A- sia	2	1.33
T15.中国特有分布 Chinese Endemic	1	0.67
总计 Total	180	100.00

注:占非世界科的比例不包含世界分布科

Note:Cosmopolitan family is not included in ratio of non-world family

非世界分布属的 73.89%;温带性属(8~14 型)有 167 属,占全部非世界分布属的 24.63%;中国特有分布(15 型)10 属,占全部非世界分布属的 1.47%。

2.3.2.1 世界分布(1 型)。世界分布属是指广布于世界各大洲而没有特殊分布中心的属^[7]。紫金地区野生种子植物区系中世界分布型属有 57 属,主要包括蓼属 *Polygonum*、榕属 *Ficus*、柯属 *Lithocarpus*、冬青属 *Ilex*、苔草属 *Carex* 等,绝大多数属为草本,生境也以林缘、荒坡、田野、湿地、水边等为主。此类型在植物区系分析无代表意义,因此在分析时将其除去。

2.3.2.2 热带分布(2~7 型)。该地区共计 501 属热带属性分布属,占全部非世界分布属的 73.89%,是该区系的重要组成部分。其中以泛热带分布(T2)、旧世界热带分布(T4)和热带亚洲(T3)为主(不包括变型),这 3 种分布区类型共 327 属,占全部非世界分布属的 48.23%。其中泛热带分布属 167 属,占全部非世界分布属的 24.63%,是在属级水平上占比例最大的分布区类型。属下含种数排列前 7 位为榕属 *Ficus*、冬青属 *Ilex*、紫金牛属 *Ardisia*、柃木属 *Eurya*、山矾属 *Symplocos*、耳草属 *Hedyotis*、润楠属 *Machilus*,这些属含的种数都在 10 种及以上,在森林植被各层中是重要的组成成分之一。

热带亚洲(印度、马来西亚)分布属及其变型在紫金地区共计 105 属,占全部非世界分布属的 15.49%,其中常见的属有润楠属 *Machilus*、山茶属 *Camellia*、青冈属 *Cyclobalanopsis*、母草属 *Lindernia*、新木姜子属 *Neolitsea*、斑叶兰属 *Goodyera* 等。

2.3.2.3 温带分布(8~14 型)。通常是指北半球温带地区的属,由于历史和地理的原因,有的沿山脉南移热带山地乃至南半球温带,但其分布中心或原始类型仍在北温带^[4]。该地区共有温带分布属 167 属,占全部非世界分布属的 24.63%,也是该地区野生种子植物区系的重要组成部分。以北温带分布、东亚和北美间断分布和东亚分布类型最多。

表 4 紫金县野生种子植物属的级别统计

Table 4 Genus statistics of wild seed plants in Zijin County

属等级 Genus level	种数 Species number	属 Genus		种 Species	
		数量 Number	占总属数比例 Ratio of total genus//%	数量 Number	占总种数比例 Ratio of total species//%
较大属 Biggish genus	≥10	15	2.04	215	13.75
中等属 Medium genus	5~9	50	6.80	313	20.01
寡种属 Small genus	2~4	238	32.38	604	38.62
单种属 Monotypic genus	1	432	58.78	432	27.62
合计 Total	—	735	100.00	1 564	100.00

表 5 紫金县野生种子植物属的分布区类型

Table 5 Distribution types of wilg genera of seed plants in Zijin County

分布区类型 Distribution type	属数 Genus number	占非世界属的比例 Ratio of non-world genus//%
T1.世界广布 Cosmopolitan	57	—
T2.泛热带分布 Pantropic	167	24.63
2-1.热带亚洲、大洋洲和热带美洲 Trop.Asia-Australasia and Trop.Amer.	8	1.18
2-2.热带亚洲-热带非洲-热带美洲 Trop.Asia-Trop.Afr.-Trop.Amer.	21	3.10

接下表

续表 1

分布区类型 Distribution type	属数 Genus number	占非世界属的比例 Ratio of non- world genus//%
T3.热带亚洲和热带美洲间断分布 Trop.& Subtr.E.Asia & (S.) Trop.Amer.Disjunct	13	1.92
T4.旧世界热带分布 Old World Tropics	77	11.36
4-1.热带亚洲、非洲(或东非、马达加斯加)和大洋洲间断 Trop.Asia,Trop.Afr.and Trop. Australasia Disjunct or Diffused	6	0.88
T5.热带亚洲至热带大洋洲分布 Trop.Asia to Trop.Australasia Oceania	76	11.21
T6.热带亚洲至热带非洲分布 Trop.Asia to Trop.Africa	28	4.13
T7.热带亚洲(印度、马来西亚)分布 Trop.Asia	83	12.24
7-1.爪哇(或苏门答腊)、喜马拉雅至华南、西南间断或星散 Java/Sumatra and the Hima- laya to S.and SW.China	4	0.59
7-2.热带印度至华南(特别滇南) Trop.India to S.China (particularly S.Yunnan)	6	0.88
7-3.缅甸、泰国至华西南 Myanmar and Thailand to SW.China	2	0.29
7-4.越南(或中南半岛)至华南(或西南) Indochinese peninsula to S.or SW.China	10	1.47
T8.北温带分布 N.Temp.	66	9.73
T9.东亚和北美间断分布 E.Asia & N.Amer.Disjunct	31	4.57
T10.旧世界温带分布 Old World Temp.	20	2.95
T11.温带亚洲分布 Temp.Asia	4	0.59
T14.东亚分布(东喜马拉雅-日本) E.Asia	32	4.72
14SH.中国-喜马拉雅 Sino-Himalayan	1	0.15
14SJ.中国-日本 Sino-Japanese	13	1.92
T15.中国特有分布 Chinese endemic	10	1.47
总计 Total	735	100.00

注:占非世界属的比例不包含世界分布属

Note:Cosmopolitan genus is not included in ratio of non-world genus

北温带分布属是指那些广泛分布于欧洲、亚洲、北美洲温带地区的属^[7]。紫金地区有此分布类型 66 属,占全部非世界分布属的 9.73%,是该地区种子植物区系温带成分中最多的分布区类型。杜鹃花属 *Rhododendron* 是该类型中含种数最多的属,有 11 种。

2.3.2.4 中国特有分布(15 型)。该地区有 10 属,占全部非世界分布属的 1.47%,它们分别为穗花杉属 *Amentotaxus*、杉木属 *Cunninghamia*、棱果花属 *Barthea*、异药花属 *Fordiophyton*、半枫荷属 *Semiliquidambar*、舌柱麻属 *Archiboehmeria*、伞花木属 *Eurycorymbus*、喜树属 *Camptotheca*、大节竹属 *Thyrocarpus*、双片苣苔属 *Indosasa*。

2.4 紫金县野生种子植物区系与邻近地区的比较分析

2.4.1 紫金县与邻近地区野生种子植物区系丰富程度的比较分析。参考乐昌^[11]、饶平^[12]、东莞^[13]、平远^[14]、乳源^[15]野生种子植物区系组成,计算其植物区系综合指数及区系种系分化度,并与紫金县进行对比分析(表 6)。

植物区系综合指数及种系分化度是评判植物区系丰富度采用最广的 2 种方法^[16]。植物区系综合指数数值越大,则表明该地区植物越丰富。对 6 个地区植物区系综合系数进行计算,紫金县植物区系综合指数只小于乐昌和东莞,而大于其他地区,紫金地区植物相对丰富,植物区系的种系分化度处于中等位置。

2.4.2 紫金县与邻近地区植物区系结构的比较分析。将紫金、乐昌^[17]、饶平、东莞^[18]、平远、乳源的野生种子植物区系在属一级水平上进行总结划分,参照修晨等^[19]的方法,并进行改进,将所有的分布区类型归为 5 个类型,即世界分布、热带分布(类型 2~7 及其变型)、温带分布(类型 8~13 及其变

型)、东亚分布(类型 14 及其变型)及中国特有分布,并分别将每个地区每种分布类型占有属的比例进行比较(图 1)。

表 6 紫金县与邻近地区野生种子植物区系的比较分析

Table 6 Comparative analysis of wild seed flora in Zijin County and adjacent areas

地区 Area	科 Family	属 Genus	种 Species	综合指数 Synthetical index	种系分化度 Phylogenetic differentiation
紫金 Zijin	180	735	1 564	-0.005	6.211
乐昌 Lechang	202	1 099	3 128	0.965	8.287
饶平 Raoping	150	536	780	-1.608	5.029
东莞 Dongguan	173	739	1 456	-0.104	6.242
平远 Pingyuan	153	538	1 062	-1.022	5.490
乳源 Ruyuan	171	753	1 910	0.171	6.940

总体来看,6 个地区在属级水平上均以热带分布为主,其次是温带分布,并且中国特有分布类型均最低,这表明在相近纬度带区域的植物区系较为相似。紫金县的热带分布占比最高,排在第 3 位,相比于其他相邻的地区,其具有更高的热带属性。

3 结论与讨论

初步调查紫金县野生种子植物 180 科 735 属 1 564 种。其中含 20 种及以上的大科有 18 科,含 10 种及以上的较大属有 15 属。

紫金县种子植物在科级水平共有 11 个分布区类型,在属级水平上有 13 个分布区类型。其主要原因为该地区的单种属和寡种属占绝对优势,分别占总属数的 27.62% 和 38.62%。

紫金县野生种子植物在科、属 2 个层次上均表现出明显的亚热带性质。泛热带分布(含变型)的科 103 科,主要表征科如樟科、山茶科、壳斗科、紫金牛科、芸香科等为优势科,占

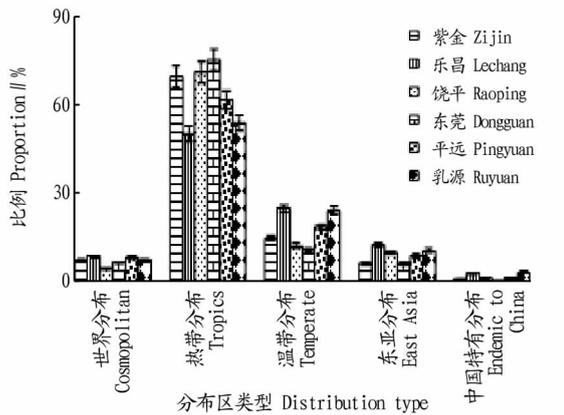


图 1 5 个地区野生种子植物区系对比

Fig.1 Floristic compositions of wild seed plants among five regions

全部非世界分布科的 68.67%;热带分布性分布属占全部非世界分布属的 73.89%,温带成分属所占比例较少。因此,紫金县具有典型的亚热带区系性质。

与邻近地区的对比结果显示,紫金地区野生种子植物区系在广东省内相对较丰富,且具有更高的热带属性。

参考文献

- [1] 吴征镒,王荷生.中国自然地理:植物地理(上册)[M].北京:科学出版社,1983:1-125.
- [2] 王荷生.植物区系地理[M].北京:科学出版社,1992.

(上接第 119 页)

该试验将复性后的重组蛋白与佐剂充分乳化后免疫新西兰大白兔,采用低剂量、长间隔的免疫方法,3 次免疫后间接 ELISA 检测血清效价达到 1:8 192 000,获得了高效价的兔多抗血清,也表明 nsp1 α 重组蛋白具有较好的免疫活性。

利用获得的抗 nsp1 α 多克隆抗体进行 Western blot、间接免疫荧光、免疫组化等一系列试验。试验结果验证了多克隆抗体的特异性和高效价,也显示制备的多克隆抗体能识别真核质粒表达的 nsp1 α 以及 PRRSV BJ4 株。这为进一步研究 nsp1 α 提供了有用的试验材料,并且还能用于检测 PRRSV 的感染情况。

参考文献

- [1] GOYAL S M.Porcine reproductive and respiratory syndrome[J].Journal of veterinary diagnostic investigation,1993,5(4): 656-664.
- [2] WENSVOORT G,TERPSTRA C,POL J M A,et al.Mystery swine disease in the Netherlands: The isolation of Lelystad virus[J].Veterinary quarterly,1991,13(3): 121-130.

- [3] 刘林馨,刘传照,毛子军.丰林自然保护区种子植物区系研究[J].北京林业大学学报,2012,34(4): 126-135.
- [4] 李庆东,林洪双,王小良,等.广东大桐顶省级自然保护区种子植物区系[J].林业与环境科学,2017,33(4):61-66.
- [5] 马旺东,马惠珍,马燕萍,等.紫金年鉴[M].广州:广东人民出版社,2017:93-94.
- [6] 李锡文.中国种子植物区系统计分析[J].云南植物研究,1996,18(4): 363-384.
- [7] 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.
- [8] 左家哺.植物区系的数值分析[J].云南植物研究,1990,12(2): 179-185.
- [9] 张光富.安徽板桥自然保护区植物多样性[M].南京:南京师范大学出版社,2007:1-218.
- [10] 王荷生.中国种子植物特有属的数量分析[J].植物分类学报,1985,23(4):241-258.
- [11] 邹滨,曾繁助,叶育石.乐昌植物[M].武汉:华中科技大学出版社,2013:1-5.
- [12] 汪跃华,吴万春.广东饶平植物区系的研究[J].华南农业大学学报,1997,18(4):64-68.
- [13] 邢福武,陈坚,曾庆文.东莞植物志[M].武汉:华中科技大学出版社,2010:1-15.
- [14] 冯志坚,林欣,肖绵韵,等.广东平远植物区系的研究[J].华南农业大学学报,1994,15(2):44-47.
- [15] 段代祥,赵南先,叶华谷,等.广东省乳源县种子植物区系的研究[J].植物研究,2005,25(4):495-502.
- [16] 吕霖,夏玉叶,侯学良,等.江西婺源森林鸟类自然保护区种子植物区系分析[J].中南林业科技大学学报,2016,36(10):48-53.
- [17] 叶华谷,张桂才,皱滨.广东乐昌县植物区系的初步研究[J].广西植物,1992,12(4):372-380.
- [18] 林瑞芬.东莞市植物物种多样性与植物资源的调查研究[D].广州:中国科学院华南植物研究所,中国科学院华南植物园,2009:35-45.
- [19] 修晨,欧阳志云,郑华.北京永定河-海河干流河岸带植物的区系分析[J].生态学报,2014,34(6):1535-1547.

- [3] 郭宝清,陈章水,刘文兴,等.从疑似 PRRS 流产胎儿分离 PRRSV 的研究[J].中国畜禽传染病,1996(2): 3-7.
- [4] TIAN K H, YU X L, ZHAO T Z, et al. Emergence of fatal PRRSV variants: Unparalleled outbreaks of atypical PRRS in China and molecular dissection of the unique hallmark[J].PLoS One,2007,2(6):e526.
- [5] TONG G Z, ZHOU Y J, HAO X F, et al. Highly pathogenic porcine reproductive and respiratory syndrome, China[J].Emerging infectious diseases, 2007,13(9): 1434-1436.
- [6] ZIEBUHR J, SNIJDER E J, GORBALENYA A E. Virus-encoded proteinases and proteolytic processing in the Nidovirales[J].Journal of general virology,2000,81(4): 853-879.
- [7] SHI X B, ZHANG G P, WANG L, et al. The nonstructural protein 1 papain-like cysteine protease was necessary for porcine reproductive and respiratory syndrome virus nonstructural protein 1 to inhibit interferon- β induction[J].DNA and cell biology,2011,30(6): 355-362.
- [8] 王寅彪.猪繁殖与呼吸综合征病毒 GP5 截短蛋白的表达及其 ELISA 抗体检测方法的初步建立[D].郑州:河南农业大学,2012.
- [9] TERPE K. Overview of bacterial expression systems for heterologous protein production: From molecular and biochemical fundamentals to commercial systems[J].Applied microbiology and biotechnology,2006,72(2): 211-222.
- [10] 董文博,陈洪栋,郝建国,等.用于药用蛋白生产的外源表达系统[J].基因组学与应用生物学,2009,28(4): 793-802.