

罗欢,刘可丹,黄永豪,等. 广西宾阳县野生种子植物区系研究[J]. 江苏农业科学,2020,48(7):273-281.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.07.053

广西宾阳县野生种子植物区系研究

罗欢,刘可丹,黄永豪,和太平

(广西大学林学院,广西南宁 530004)

摘要:通过实地调查并结合相关资料,对广西宾阳县野生种子植物区系进行统计与分析。结果表明:(1)迄今已知宾阳县有野生种子植物 1 081 种,隶属于 162 科 607 属,其中裸子植物 4 科 5 属 6 种,被子植物 158 科 603 属 1 075 种,体现植物区系种类繁多和物种多样性丰富。(2)区系中植物生活型齐全多样,其中木本植物种类(589 种)多于草本植物种类(492 种);木本植物中以灌木种类占优势,乔木次之,木质藤本植物也有一定数量;常绿树种(472 种)明显多于落叶树种(112 种)。(3)区系中科、属热带成分与温带成分的比值(R/T 值)分别为 3.71、3.41,体现较强的热带性质,但温带性质也有所分布,过渡性质较突出。(4)区系起源古老,分布有一些古老孑遗物种。(5)区系有中国特有属 6 属,有一定的中国特有种和广西特有种,体现较强的特有现象。(6)珍稀濒危物种和重点保护野生植物较丰富,有国家重点野生保护植物 4 种,隶属于 4 科 4 属,其中Ⅰ级重点保护野生植物 1 种和国家Ⅱ级重点保护野生植物 3 种(隶属于 3 科 3 属);有广西壮族自治区重点保护野生植物 15 种,隶属于 5 科 13 属;此外还分布其他一些稀有植物。(7)与乳源县、通道县、紫金县、木论自然保护区、下雷自然保护区等邻近地区种子植物区系相比,宾阳县区系综合指数大于下雷自然保护区而小于其他地区,表明其植物丰富度较低,种系分化度也最低;其属的热带属数/温带属数(R/T 值)3.38 大于紫金县(3.00)、木论自然保护区(2.16)、乳源县(1.53)和通道县(1.24)而小于下雷自然保护区(4.75),表明其热带性质仅次于下雷自然保护区而强于其他 4 个地区;聚类分析结果,宾阳县区系与紫金县关系密切,而与乳源县、通道县关系则较疏远。

关键词:宾阳县;种子植物;野生植物;区系;综合系数;种系分化度;科级;属级;生活型

中图分类号:Q948.15⁺3 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2020)07-0273-08

通过对广西宾阳县野生种子植物区系的调查、统计与分析,查清其野生种子植物物种资源本底及科属种组成、生活型、地理成分,并按吴征镒的方案^[1]统计与分析其科属的分布区类型、与邻近地区植物区系的关系,旨在补充该县乃至广西野生种子植物物种多样性资源及植物区系的基础资料,并为该县植物资源的保护与利用提供科学依据和实践参考。

1 研究区自然环境概况

南宁市宾阳县地处桂中南,北回归线穿越县境北部,地理坐标介于 108°32′~109°15′E、22°54′~23°26′N 之间,东邻广西贵港市覃塘区,南连南宁市

青秀区和横县,西接南宁市兴宁区、武鸣区及上林县,北壤广西来宾市兴宾区,总面积约 2 314 km²。县域地势南高北低,自西南向东北倾斜。北部和中部为广西第三大冲积平原——宾阳平原(海拔 100~120 m),西北部邹圩一带分布峰林谷地;东南部镇龙山是广西弧形山系弧顶,主峰镇龙海拔 1 170 m,为县境最高峰;西部为大明山余脉,南部是低山丘陵。属亚热带季风气候,气候温和,雨量充沛,雨热同季,年均气温 21.2℃,年均降水量 1 589.2 mm 且年份相差较大。河流主要有清水河,土壤有赤红壤、水稻土、石灰土等^[2],县域地形地貌复杂,生态系统独特多样,自然环境条件优越,孕育了丰富的植物物种资源和生物多样性。

2 研究方法

笔者所在研究团队自 1986 年开始先后对大明山区、镇龙山区、宾阳八仙岩国家石漠公园等重要生态敏感区域植物物种资源进行调查,2014—2018 年在县域范围内开展了全面补充调查,并参考《广西植物名录》^[3]等有关文献,按照哈钦松分类系统,

收稿日期:2019-11-04

基金项目:国家自然科学基金(编号:31971664);广西壮族自治区南宁市科学研究与技术开发计划(编号:20163147)。

作者简介:罗欢(1993—),女,山东菏泽人,硕士研究生,主要从事园林植物资源与应用研究。E-mail:gxu_luohuan@163.com。

通信作者:和太平,硕士,教授,主要从事植物资源学研究。E-mail:h-taiping@163.com。

整理并编制宾阳县野生种子植物名录,记载其科名、属名、种名、分布、生活型、地理分布型等。通过热带属数/温带属数(R/T)研究其区系成分,并通过 SPSS 24.0 软件对宾阳县和邻近地区种子植物多样性模糊进行聚类分析^[4-7]。

植物区系综合系数计算公式如下:

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

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 个分类单位数值; \bar{x}_{ij} 表示 k 个地区中第 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公式如下:

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

式中: n_1 、 n_2 、 n_3 分别表示 1 个植物区系中的科、属、

种的数量; SD 表示该植物区系的种系分化度。

3 宾阳县种子植物区系的统计与分析

3.1 种子植物区系的基本组成

通过对宾阳县的实地调查与资料收集,统计其种子植物科、属、种的数量。由表 1 可知,迄今已知宾阳县有野生种子植物 1 081 种,隶属 162 科 607 属。其中,裸子植物 4 科 5 属 6 种,即黄枝油杉(*Keteleeria davidiana* var. *calcareae*)、马尾松(*Pinus massoniana*)、水松(*Glyptostrobus pensilis*)、短叶罗汉松(*Podocarpus macrophyllus* var. *maki*)、买麻藤(*Gnetum montanum*)、小叶买麻藤(*G. parvifolium*);被子植物 158 科 602 属 1 075 种,其中双子叶植物 131 科 481 属 860 种,单子叶植物 27 科 121 属 215 种。可见,区系裸子植物贫乏,而被子植物尤其双子叶植物数量占优势。

表 1 宾阳县种子植物类群的统计结果

分类群	科		属		种	
	数量	比例(%)	数量	比例(%)	数量	比例(%)
裸子植物	4	2.47	5	0.82	6	0.56
被子植物	158	97.53	602	99.18	1 075	99.44
双子叶植物	131	80.86	481	79.24	860	79.56
单子叶植物	27	16.67	121	19.93	215	19.89
合计	162	100.00	607	100.00	1 081	100.00

3.2 科的组成统计与分析

对某一地区植物区系的研究,科的基本组成、优势科等数量与功能等意义重大^[9]。笔者按科内所含种数,将宾阳县野生种子植物的科分为 7 个等级(简称之“科级”),并对科级进行比较分析^[10-11]。由表 2 并结合调查统计结果可知,宾阳县野生种子植物科数最多的是含 2~4 种的科级,达 53 科,包括十字花科(Cruciferae)(4,表示该科含 4 种,下同)、紫葳科(Bignoniaceae)(4)、水鳖科(Hydrocharitaceae)(4)、酢浆草科(Oxalidaceae)(4)、石竹科(Caryophyllaceae)(3)、桔梗科(Campanulaceae)(3)、浮萍科(Lemnaceae)(3)、小二仙草科(Haloragidaceae)(3)、松科(Pinaceae)(2)、三白草科(Saururaceae)(2)、堇菜科(Violaceae)(2)、景天科(Crassulaceae)(2)等,但其所含属、种的数量并非最多;科数次之是含 1 种的科级,有 47 科,常见的如杉科(Taxodiaceae)、罗汉松科(Podocarpaceae)、木兰科(Magnoliaceae)、五味子科

(Schisandraceae)、金鱼藻科(Ceratophyllaceae)等,而其所含属和种的总数量却较小,表明其在区系作用有限;科数居第三的是含 5~9 种的科级,有 31 科,如夹竹桃科(Apocynaceae)(9)、萝藦科(Asclepiadaceae)(9)、楝科(Meliaceae)(9)、梧桐科(Sterculiaceae)(9)、含羞草科(Mimosaceae)(9)、苋科(Amaranthaceae)(8)、桃金娘科(Myrtaceae)(8)、壳斗科(Fagaceae)(8)、杜鹃花科(Ericaceae)(8)、忍冬科(Caprifoliaceae)(8)、山矾科(Symplocaceae)(8)、葫芦科(Cucurbitaceae)(7)、旋花科(Convolvulaceae)(7)、五加科(Araliaceae)(7)、胡椒科(Piperaceae)(7)、柿科(Ebenaceae)(7)、薯蓣科(Dioscoreaceae)(7)、荨麻科(Urticaceae)(6)、无患子科(Sapindaceae)(6)、大风子科(Flacourtiaceae)(6)、远志科(Polygalaceae)(6)、木犀科(Oleaceae)(6)、苦苣苔科(Gesneriaceae)(5)、番荔枝科(Annonaceae)(5)、马钱科(Loganiaceae)(5)等,它们含较大的属数和种数;科数排第四的是含 10~19

种的科级,有 20 科,如紫金牛科(*Mysinaceae*) (18)、樟科(*Lauraceae*) (15)、爵床科(*Acanthaceae*) (13)、兰科(*Orchidaceae*) (13)、玄参科(*Scrophulariaceae*) (13)、天南星科(*Araceae*) (13)、苏木科(*Caesalpiniaceae*) (13)、鼠李科(*Rhamnaceae*) (12)、姜科(*Zingiberaceae*) (12)、防己科(*Menispermaceae*) (11)、锦葵科(*Malvaceae*) (11)、桑寄生科(*Loranthaceae*) (11)、百合科(*Liliaceae*) (11)、葡萄科(*Vitaceae*) (11)、野牡丹科(*Melastomaceae*) (10)、伞形花科(*Umbelliferae*) (10)、菝葜科(*Smilacaceae*) (10)等,其所含种的数量最大。综合来看,区系种数主要集中于含 2~4、5~9、10~19 种 3 个科级。

表 2 宾阳县野生种子植物科级数量统计

科级 (种)	科		属		种	
	数量	比例(%)	数量	比例(%)	数量	比例(%)
>50	2	1.23	88	14.50	161	14.89
30~49	3	1.85	51	8.40	124	11.47
20~29	6	3.70	62	10.21	131	12.12
10~19	20	12.35	128	21.09	240	22.20
5~9	31	19.14	133	21.91	230	21.28
2~4	53	32.72	98	16.14	148	13.69
1	47	29.01	47	7.74	47	4.35
合计	162	100.00	607	100.00	1 081	100.00

为了解宾阳县野生种子植物区系在南宁市区系的地位,笔者将该县种数 ≥ 10 种的科与南宁区系进行比较,结果见表 3。由表 3 并结合调查统计结果可知,宾阳县野生种子植物科内种数 ≥ 10 种的有 31 科,占科数的 19.14%。其中,所含种数占南宁区系种数比例 $\geq 50\%$ 的有 5 科,即锦葵科(55.00%)、防己科(55.00%)、禾本科(*Gramineae*) (54.79%)、菊科(*Compositae*) (52.60%) 和唇形科(*Labiatae*) (50.00%),它们在南宁区系占据一定的地位;而所含属数占南宁区系属数比例 $\geq 50\%$ 的有 22 科,即锦葵科(100%)、菝葜科(100%)、葡萄科(85.71%)、紫金牛科(80.00%)、茄科(*Solanaceae*) (80.00%)、菊科(79.25%)、鼠李科(77.87%)、桑寄生科(77.78%)、天南星科(71.43%)、防己科(70%)、唇形科(66.67%)、马鞭草科(*Verbenaceae*) (66.67%)、禾本科(64.79%)、苏木科(60%)、桑科(*Moraceae*) (58.33%)、大戟科(*Euphorbiaceae*) (58.06%)、莎草科(*Cyperaceae*) (55.56%)、蝶形花科(*Papilionaceae*) (54.17%)、樟科(53.85%)、蔷薇科(*Rosaceae*) (52.94%)、爵床科(50%)及蓼科

(*Polygonaceae*) (50%),这些科在南宁区系也占有一定地位。

3.3 属的组成统计与分析

系统分类学认为,同一属内的种通常起源与进化相似,属比科更能反映植物的相似性与发展变异趋势,能更具体、更有说服力地反映某一地区区系组成及生态学特征^[12]。笔者统计宾阳县野生种子植物区系属内种数(简称之“属级”),详见表 4。根据表 4 并结合调查统计结果可知,宾阳县野生种子植物属内种数 ≥ 10 种的仅有 1 属,即榕属(*Ficus*) (24,表示该属有 24 种,下同);含 6~9 种的有 23 属,如蓼属(*Polygonum*) (9)、冬青属(*Ilex*) (9)、蒿属(*Artemisia*) (9)、臭牡丹属(*Clerodendrum*) (9)、藁草属(*Carex*) (9)、悬钩子属(*Rubus*) (8)、山矾属(*Symplocos*) (8)、山姜属(*Alpinia*) (8)、铁线莲属(*Clematis*) (7)、芡属(*Euryale*) (7)、花椒属(*Zanthoxylum*) (7)、柿属(*Diospyros*) (7)、紫金牛属(*Ardisia*) (7)、胡椒属(*Piper*) (6)、算盘子属(*Glochidion*) (6)、野桐属(*Mallotus*) (6)等;含 3~5 种的有 69 属,如木姜子属(*Litsea*) (5)、泽兰属(*Eupatorium*) (5)、半边莲属(*Lobelia*) (5)、远志属(*Polygala*) (4)、秋海棠属(*Begonia*) (4)、蒲桃属(*Syzygium*) (4)、瓜馥木属(*Fissistigma*) (3)、柞木属(*Xylosma*) (3)、猕猴桃属(*Actinidia*) (3)等;含 2 种的有 134 属,如买麻藤属(*Gnetum*)、山胡椒属(*Lindera*)、润楠属(*Machilus*)、青藤属(*Illigera*)、毛茛属(*Ranunculus*)等;仅含 1 种的(即单种属)有 380 属,如油杉属(*Keteleeria*)、松属(*Pinus*)、水松属(*Glyptostrobus*)、罗汉松属(*Podocarpus*)、观光木属(*Tsoongiodendron*)等,可见宾阳县野生种子植物单种属较多。

3.4 植物生活型的统计与分析

生活型是植物为适应生境而在外形特征上表现的植物植株性状,或是说植物对生境所表现的外在形式^[13]。本研究将宾阳县野生种子植物分为乔木、灌木、藤本、草本、竹类等五大生活型,每大类又细分若干类型,并统计各生活型植物种数及其占比(表 5)。由表 5 可知,宾阳县野生种子植物区系中,木本植物(含乔木、灌木、木质藤本植物、竹类)种类最多,达 589 种,占区系种数的 54.49%;草本植物(含草质藤本)种类次之,有 492 种,占 45.51%。木本植物中有灌木 272 种,占木本植物种数的 46.18%;乔木 209 种,占 35.48%;木质藤本植物

表 3 宾阳县野生种子植物种数≥10 的科及其占南宁市区系的比例

序号	科名	宾阳区系 (属:种)	南宁区系 (属:种)	宾阳占南宁区系的比例(%) (属:种)
1	菊科	42:81	53:154	79.25:52.60
2	禾本科	46:80	71:146	64.79:54.79
3	蝶形花科	26:47	48:153	54.17:30.72
4	大戟科	18:44	31:105	58.06:41.90
5	桑科	7:33	12:71	58.33:46.48
6	茜草科	17:25	39:124	43.59:20.16
7	莎草科	10:24	18:63	55.56:38.10
8	芸香科	6:21	15:50	40.00:42.00
9	马鞭草科	6:21	9:52	66.67:40.38
10	唇形科	14:20	21:40	66.67:50.00
11	蔷薇科	9:20	17:72	52.94:27.78
12	紫金牛科	4:18	5:51	80.00:35.29
13	樟科	7:15	13:126	53.85:11.90
14	爵床科	11:13	22:46	50.00:28.26
15	玄参科	10:13	22:43	45.45:30.23
16	天南星科	10:13	14:39	71.43:33.33
17	兰科	11:13	50:124	20.00:10.48
18	苏木科	6:13	10:38	60.00:34.21
19	鼠李科	7:12	9:31	77.87:38.71
20	姜科	3:12	10:43	30.00:27.91
21	桑寄生科	7:11	9:25	77.78:44.00
22	锦葵科	7:11	7:20	100.00:55.00
23	百合科	7:11	19:58	36.84:18.97
24	防己科	7:11	10:20	70.00:55.00
25	葡萄科	6:11	7:42	85.71:26.19
26	蓼科	3:11	6:39	50.00:28.21
27	山茶科	5:11	12:96	41.67:11.46
28	茄科	4:11	5:25	80.00:44.00
29	拔葇科	2:10	2:35	100.00:28.57
30	伞形花科	6:10	13:22	46.15:45.45
31	野牡丹科	6:10	14:39	42.86:25.64

表 4 宾阳县野生种子植物属内种数统计

属级 (种)	属数	占总属数 的比例(%)	所含种数	占总种数 的比例(%)
≥10	1	0.16	24	2.22
6~9	23	3.79	173	16.00
3~5	69	11.37	236	21.83
2	134	22.08	268	24.79
1	380	62.60	380	35.15
合计	607	100.00	1 081	100.00

103 种,占 17.49%。木本植物中有常绿树种 472 种,占木本植物种数的 80.14%;落叶树种有 112 种,占木本植物种数的 19.02%,可见常绿树种占绝

对优势,这与宾阳县地带性植被为常绿阔叶林相适应。

3.5 种子植物区系地理成分统计与分析

3.5.1 科的地理成分统计与分析 根据吴征镒关于植物科分布区类型划分方法^[1],将宾阳县野生种子植物的科按分布区类型进行统计,结果见表 6。由表 6 可知,宾阳县野生种子植物中,属世界广布类型的有 48 科,如山矾科、苏木科、桃金娘科、罗汉松科、石蒜科(Amaryllidaceae)等;东亚(热带、亚热带)及热带南美间断分布类型有 10 科,如马鞭草科、杜英科(Elaeocarpaceae)、安息香科(Styracaceae)、省沽油科(Staphyleaceae)、木通科(Lardizabalaceae)

表 5 宾阳县野生种子植物生活型的统计

生活型		种数	比例(%)
乔木	常绿乔木	142	13.14
	落叶乔木	67	6.20
	小计	209	19.33
灌木	常绿灌木	234	21.65
	落叶灌木	38	3.51
	小计	272	25.16
藤本	常绿木质藤本	96	8.88
	落叶木质藤本	7	0.65
	多年生草质藤本	40	3.70
	一年生草质藤本	3	0.28
	小计	146	13.51
草本	一年生草本	106	9.81
	二年生草本	8	0.74
	多年生草本	335	30.99
	小计	449	41.54
竹类	乔木状,丛生	1	0.09
	乔木状,散生	1	0.09
	灌木状,散生	3	0.28
	小计	5	0.46
合计	1 081	100.00	

表 6 宾阳县种子植物科的分布区类型的统计

分布区类型	科数	比例(%)
1 世界分布	48	29.63
2 泛热带分布	67	41.36
3 东亚及热带南美间断分布	10	6.17
4 旧世界热带分布	5	3.09
5 热带亚洲至热带大洋洲分布	4	2.47
6 热带亚洲及热带非洲分布	1	0.62
7 热带亚洲分布	2	1.23
8 北温带分布	20	12.35
9 东亚及北美间断分布	3	1.85
14 东亚分布	1	0.62
16 南半球热带以外间断或星散分布	1	0.62
合计	162	100.00

等;旧世界热带分布类型的 5 科,如八角枫科(Alangiaceae)、海桐花科(Pittosporaceae)、芭蕉科(Musaceae)、露兜树科(Pandanaceae)等;热带亚洲至热带大洋洲分布类型有 4 科,即姜科、马钱科、虎皮楠科(Daphniphyllaceae)、百部科(Stemonaceae);热带亚洲至热带非洲分布及其变型的 1 科,即杜鹃花科;热带亚洲(即热带东南亚至印度-马来、太平洋诸岛)分布及其变型的 2 科,即五列木科、清风藤科;北温带分布及其变型的 20 科,如百合科、壳斗

科、灯心草科(Juncaceae)、槭树科(Aceraceae)、小檗科(Berberidaceae)等;东亚及北美间断分布类型的 3 科,即三白草科、木兰科、五味子科;东亚分布类型有 1 科,即猕猴桃科(Actinidiaceae);属南半球热带以外间断或星散分布类型的 1 科,即鼠刺科(Iteaceae)。

综上所述,宾阳县野生种子植物区系属世界广布类型的达 48 科,占科数 29.63%,表明该区系与世界区系有密切联系。热带性质的(2~7 型)计 89 科,占非世界广布科数的 78.07%;而温带性质的(8~14 型)有 24 科,占 21.05%;科的热带性质与温带性质之比值(R/T)为 3.71,表明该区系科的热带成分占优势。

3.5.2 属的地理成分统计与分析 属的成分比科更能有效地反映植物区系的特征^[12]。根据吴征镒属分布区类型划分方法^[1],将宾阳县野生种子植物属的分布区类型进行统计,结果详见表 7。由表 7 可知,宾阳县野生种子植物属的分布区类型有 14 个,其中世界分布的有 50 属,如铁线莲属、远志属、毛茛属、蓼属、苋属(Amaranthus)等;泛热带分布及其变型的有 161 属,如苹婆属(Sterculia)、节节菜属(Rotala)、黄麻属(Corchorus)、刺果藤属(Byttneria)、感应草属(Biophytum)等;东亚(热带、亚热带)及热带南美间断分布类型的 20 属,如番石榴属(Psidium)、猴耳环属(Archidendron)、水东哥属(Saurauia)、樟属(Cinnamomum)、木姜子属等;旧世界热带分布的 65 属,如苦瓜属(Momordica)、蒲桃属(Syzygium)、扁担杆属(Grewia)、谷木属(Memecylon)、橄榄属(Canarium)等;热带亚洲至热带大洋洲分布的 57 属,如芭蕉属(Musa)、桃金娘属(Rhodomyrtus)、水翁属(Cleistocalyx)、岗松属(Baeckea)、鱼尾葵属(Caryota)等;热带亚洲至热带非洲分布的 30 属,如木棉属(Bombax)、老虎刺属(Pterolobium)、小舌菊属(Microglossa)、青藤属、木豆属(Cajanus)等;热带亚洲(即热带东南亚至印度-马来、太平洋诸岛)分布及其变型有 93 属,如阳桃属(Averrhoa)、仪花属(Lysidice)、幌伞枫属(Heteropanax)、草珊瑚属(Sarcandra)、青冈属(Cyclobalanopsis)等;北温带分布及其变型有 40 属,如杨梅属(Myrica)、水芹属(Oenanthe)、茴芹属(Pimpinella)、景天属(Sedum)、紫堇属(Corydalis)等;东亚及北美间断分布的 23 属,如山胡椒属(Lindera)、石楠属(Photinia)、鸡眼草属

(*Kummerowia*)、漆树属(*Toxicodendron*)、络石属(*Trachelospermum*)等;旧世界温带分布及其变型有 24 属,如沙参属(*Adenophora*)、女贞属(*Ligustrum*)、锦葵属(*Malva*)、茼蒿属(*Chrysanthemum*)、活血丹属(*Glechoma*)等;温带亚洲分布的 3 属,即枫杨属(*Pterocarya*)、紫菀属(*Aster*)和黄鹌菜属(*Youngia*);地中海区、西亚至中亚分布的 3 属,即沙针属(*Osyris*)、黄连木属(*Pistacia*)及颠茄属(*Atropa*);东亚分布的 32 属,如茛蓂属、梧桐属(*Firmiana*)、石莲属(*Sinocrassula*)、南酸枣属(*Choerospondias*)、南天竹属(*Nandina*)等;中国特有的 6 属,即水松属、观光木属、青檀属(*Pteroceltis*)、栎树属(*Koelreuteria*)、陀螺果属(*Meliiodendron*)及箬竹属(*Indocalamus*)。

综上,宾阳县野生种子植物区系中,热带性质的属(2~7 型)有 426 属,占非世界广布属数的 76.48%,温带性质的(8~14 型)有 125 属,占 22.44%,两者比值 R/T 是 3.41,说明宾阳县种子植物区系的热带性质较明显。

4 与邻近地区植物区系的比较分析

为进一步了解宾阳县野生种子植物区系在广西区系的地位及其与邻近地区区系之间的亲疏关系,笔者选择位于宾阳县西南向之广西下雷自然保护区(简称“下雷”)^[14]、北方之广西木论自然保护区(简称“木论”)^[15]及湖南通道县^[16]以东之广东乳源县^[17]和紫金县^[8]等 5 个邻近地区区系进行比

表 7 宾阳县种子植物属的分布区类型的统计

分布区类型	属数(个)	比例(%)
1 世界分布	50	8.24
2 泛热带分布	161	26.52
3 东亚及热带南美间断分布	20	3.29
4 旧世界热带分布	65	10.71
5 热带亚洲至热带大洋洲分布	57	9.39
6 热带亚洲及热带非洲分布	30	4.94
7 热带亚洲分布	93	15.32
8 北温带分布	40	6.59
9 东亚及北美间断分布	23	3.79
10 旧世界温带	24	3.95
11 温带亚洲	3	0.49
12 地中海区、西亚至中亚	3	0.49
14 东亚	32	5.27
15 中国特有	6	0.99
合计	607	100.00

较分析。

4.1 区系综合指数及种系分化度比较

植物区系综合指数和种系分化度是评判植物区系丰富度最常用的 2 种方法^[8]。笔者测算并对比分析宾阳县、乳源县、通道县、紫金县、木论、下雷种子植物区系综合指数和区系种系分化度(表 8)。植物区系综合指数数值越大,则该地区植物物种越丰富^[8]。由表 8 可知,宾阳县植物区系综合指数大于下雷而小于其他地区,表明其植物丰富度较低,种系分化度也最低。

表 8 宾阳县和邻近地区种子植物区系综合指数与种系分化度

地区	地理坐标	面积(km ²)	科数(个)	属数(个)	种数(个)	综合指数	种系分化度
乳源县	112°52′~113°29′E,24°28′~25°06′N	2 299	171	753	1 910	0.374	6.940
通道县	115°40′~116°8′E,24°23′~24°56′N	2 239	173	715	1 728	0.259	6.550
紫金县	114°40′~115°30′E,23°10′~23°45′N	3 627	180	735	1 564	0.237	6.211
木论	107°54′~108°05′E,25°07′~25°12′N	108	172	616	1 254	-0.208	5.617
下雷	113°03′~114°19′E,21°48′~22°27′N	272	153	593	1 004	-0.656	5.569
宾阳县	105°31′~106°5′E,22°55′~23°32′N	2 314	168	608	1 081	-0.428	5.397

4.2 属分布区类型的比较

根据吴征镒关于属的分布区类型划分方案^[1]及相关文献,统计宾阳县、紫金县、乳源县、下雷、木论、通道县及广西野生种子植物属的区系成分,结果详见表 9。由表 9 可知,宾阳县野生种子植物区系属的 R/T 值(3.38)大于广西区系(3.04),说明该区系属的热带性质明显于广西区系。其他 5 个区系

中,宾阳县的 R/T 值(3.38)大于紫金县(3.00)、木论(2.16)、乳源县(1.53)和通道县(1.24),笔者认为这主要是和地理位置尤其纬度有关,木论、乳源县、通道县均位于北回归线以北,且均比宾阳县高出 1.5 个纬度,植物区系呈热带北缘向亚热带过渡的特点,温带成分渐增,其 R/T 值顺序呈木论>乳源县>通道县;而紫金县与宾阳县均位于北回归线

表 9 宾阳县及其邻近地区与广西野生种子植物区系属的成分统计与比较

地区	属的分布区类型(个)				R/T
	中国特有	世界分布	热带分布	温带分布	
广西	61	88	978	322	3.04
下雷	8	27	461	97	4.75
宾阳县	6	50	426	126	3.38
紫金县	10	57	501	167	3.00
木论	16	43	376	174	2.16
乳源县	26	57	405	265	1.53
通道县	28	55	349	282	1.24

上,北回归线大致从紫金县域中部穿过而从宾阳县北部穿过,纬度有交叉之处,其 R/T 值也较为相近;下雷纬度最低,海拔整体不高,属区系之 R/T 值最大,达 4.75,表明其热带性质最强,温带成分最弱。

为研究宾阳县与上述 5 个地区野生种子植物区系的联系,笔者计算其属分布区类型的百分比(表 10),并采用 SPSS 24.0 软件将 6 个地区属的区系成分百分比进行聚类分析(图 1)。由表 10 可知,6 个地区野生种子植物属的分布区类型谱呈一定的规律性,随着地理纬度降低,区系温带属性成分($N2 \sim N7$)逐渐减少,而热带属性成分($N8 \sim N14$)则逐渐增加。

表 10 宾阳县及其邻近 5 个地区野生种子植物属的分布类型百分比统计

序号	地区	野生种子植物属分布类型百分比(%)														
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
1	宾阳县	8.22	26.48	3.29	10.69	9.38	4.93	15.30	6.74	3.95	3.78	0.49	0.49	0.00	5.26	0.99
2	紫金县	7.76	26.67	1.77	11.29	10.34	3.81	14.29	8.98	4.22	2.72	0.54	0.00	0.00	6.26	1.36
3	通道县	7.70	18.49	2.24	5.74	4.62	3.78	14.01	14.85	7.28	4.34	0.56	0.28	0.00	12.18	3.92
4	乳源县	7.57	19.65	2.79	7.44	5.84	3.72	14.34	12.48	6.37	3.98	0.53	0.66	0.27	10.89	3.45
5	下雷	4.55	24.28	3.71	11.64	7.59	5.56	24.96	6.07	3.37	2.02	0.17	0.34	0.00	4.38	1.35
6	木论	7.06	19.05	3.78	9.85	8.73	3.61	17.08	10.67	5.58	3.61	0.00	0.00	0.00	8.70	2.63

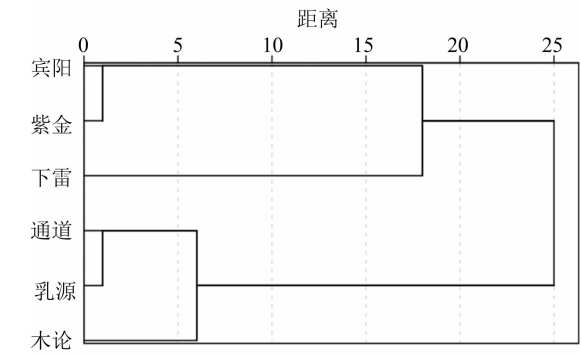


图1 宾阳县及其邻近 5 个地区野生植物区系成分聚类图示

由图 1 可知,当距离为 5 时,可将图中 6 个地区划分为 4 组。第 1 组是木论,其纬度最高,植物区系属红水河亚地区,虽然与乳源县纬度相近,但经度相差较大且地形地貌类型差异大,造成两地气候和土壤等自然环境条件差异较大,故不能聚在一起;第 2 组是乳源县和通道县,两地经纬度相近,且均属中亚热带湿润季风气候区,相对于其他 4 个地区温带区系性质明显,区系属粤北亚地区和川、粤、湘亚地区;第 3 组是下雷,其热带成分达 78%,表现出强烈的热带区系性质,区系属北部湾地区;第 4 组由紫金县和宾阳县组成,均位于北回归线上,热带成分均为 68%,区系分属南邻东段亚地区和北部湾地区。聚类分析结果显示,宾阳县野生种子植物区系

与紫金县关系密切,而与乳源县、通道县关系则较疏远。

5 讨论与结论

5.1 植物区系种类繁多,物种多样性相对较丰富
调查统计结果显示,宾阳县有野生种子植物 1 081 种,隶属于 162 科 607 属,其中裸子植物 4 科 5 属 6 种,被子植物 158 科 602 属 1 075 种(包括双子叶植物 131 科 481 属 860 种,单子叶植物 27 科 121 属 215 种)。笔者利用宾阳县、乳源县、紫金县、通道县等 4 个县野生种子植物种数和国土面积简单测算各县国土单位面积物种密度,结果乳源县、通道县、宾阳县、紫金县分别为 0.83、0.77、0.47、0.43 种/ km^2 ,可见宾阳县略大于紫金县而低于乳源县和通道县。一般情况下,南方地区 1 个县域内野生植物主要分布在山地和丘陵,多野生于林业用地尤其分布于天然林中。宾阳县是一个农业大县,县域北部和中部为广西第三大冲积平原,农业用地占国土面积的 1/2 以上。如果笔者以野生种子植物种数和各县林业用地测算其单位面积物种密度,则各县单位面积物种密度分别为宾阳县(林业用地 955.38 km^2) 1.131 种/ km^2 、紫金县(林业用地 2 825.76 km^2) 0.553 种/ km^2 、通道县(林业用地

1 851.91 km²) 0.933 种/km²、乳源县(林业用地 1 494.05 km²) 1.278 种/km²。可见,宾阳县林业用地单位面积野生种子植物物种密度略小于乳源县而明显大于紫金县和通道县。上述分析表明,相对而言,宾阳县野生种子植物种类繁多,物种多样性较丰富。

5.2 植物生活型齐全多样,但以木本植物种类占优势

宾阳县种子植物区系中,植物生活型齐全多样,有乔木(分常绿和落叶)、灌木(分常绿和落叶且还有为数不少的亚灌木)、木质藤本(分常绿和落叶)、草质藤本(分 1 年生、2 年生及多年生)、草本植物(分 1 年生、2 年生和多年生,包括垂盆草(*Sedum savmentosum*)、石莲(*Sinocrassula indica*)等一些多浆肉质植物)、竹类(分乔木和灌木,另外还可分丛生竹、散生竹)等类型。其中,以木本植物种类(589 种)多于草本植物种类(492 种),前者占 54.49%,后者占 45.51%。木本植物中以灌木种类占优势,乔木次之,木质藤本植物也有一定数量,三者占比分别为 46.18%、35.48%、17.49%;常绿树种(472 种)数量明显多于落叶树种(112 种),分别占 80.14%、19.02%,可见常绿树种占绝对优势,这与宾阳县地带性植被为常绿阔叶林相适应。

5.3 区系呈现温带至热带过渡性质,但以热带性质较明显

宾阳县位于北回归线上,地形地貌复杂,生态系统多样,孕育丰富的植物物种多样性,野生种子植物区系具有较强的热带性质,但温带性质也有所分布。如在科级上,热带成分有 89 科,占该县种子植物科数的 54.94%;在属级方面,热带成分有 426 属,占该县属数的 70.18%。热带成分与温带成分的比值(*R/T* 值)在科级上是 3.71,属级是 3.41,其科、属均表现较明显的热带性质,其中以泛热带成分最明显,这与该县地理位置是相应的。

5.4 区系起源古老,分布有一些古老孑遗物种

宾阳县地质年代久远,地形地貌复杂,自然环境条件优越,尽管该县是一个农业大县,农业用地占国土面积超过 50%,但在有限的林业用地上,仍有一些孑遗植物得以保存和繁衍。裸子植物是种子植物最原始的类型,尽管该县裸子植物种类不多,但却分布有中生代第三纪的水松属、买麻藤属等植物;被子植物起源古老的类群更丰富,有如中生代白垩纪的木兰科、樟科、毛茛科

(*Ranunculaceae*)、桑科、杜鹃花科、芸香科(*Rutaceae*)、壳斗科等,以及新生代第三纪的胡颓子科(*Elaeagnaceae*)、山茶科(*Theaceae*)、猕猴桃科、番荔枝科等,这些科在宾阳区系中都有自己典型的代表,有些科还有较多的属和种。

单型属或少型属常常是古老的孑遗植物,宾阳县分布的单型属有水松属、观光木属、麻楝属(*Chukrasia*)、粽叶芦属(*Thysanolaena*)、青檀属(*Pteroceltis*)等,少型属有如鸡眼草属、油渣果属(*Hodgsonia*)等,其中就有一些孑遗物种,如水松、观光木、青檀等。

5.5 区系特有现象较突出,珍稀濒危物种较丰富

宾阳县种子植物区系中中国特有成分较丰富,中国特有属有 6 属,而特有种如黄枝油杉(*Keteleeria calcarea*)、青檀(*Pteroceltis tatarinowii*)、锯叶竹节树(*Carallia diplopetala*)、粉苹婆(*Sterculia euosma*)、金毛榕(*Ficus fulva*)、鸦头梨(*Meliiodendron xylocarpum*)、樟叶莢蒾(*Viburnum cinnamomifolium*)、广西九里香(*Murraya kwangsiensis*)、芸香竹(*Bonia saxatilis* var. *saxatilis*)等,其中锯叶竹节树(*Carallia diplopetala*)还是广西特有种。

该县种子植物资源宝库中,蕴藏着丰富的珍稀濒危植物,分布有国家重点保护野生植物有 4 种,其中国家Ⅰ级重点保护野生植物 1 种,即杉科水松属的水松;国家Ⅱ级重点保护野生植物 3 种,隶属 3 科 3 属,即樟树(*Cinnamomum camphora*)、任豆(*Zenia insignis*)、普通野生稻(*Oryza rufipogon*)。广西壮族自治区重点保护野生植物有 15 种,隶属 5 科 13 属,即黄枝油杉、观光木(*Tsoongiodendron odorum*)、锯叶竹节树、青檀、白芨(*Bletilla striata*)、云南叉柱兰(*Cheirostylis yunnanensis*)、硬叶兰(*Cymbidium bicolor* ssp. *obtusum*)、石仙桃(*Pholidota chinensis*)、高斑叶兰(*Goodyera procera*)、马鞭石斛(*Dendrobium chrysanthum*)、鸡爪兰(*D. kosepangii*)、金钗石斛(*D. nobile*)、坡参(*Habenaria linguella*)、绶草(*Spiranthes sinensis*)、毛唇芋兰(*Nervilia fordii*),此外还有稀有物种如蝴蝶藤(*Passiflora papilio*)、铜钱树(*Paliurus hemsleyanus*)等。

参考文献:

- [1] 吴征镒.《世界种子植物科的分布区类型系统》的修订[J]. 云南植物研究, 2003, 25(5): 535-538.
- [2] 广西大百科全书编纂委员会编. 广西大百科全书·地理[M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 2008: 846.

李艳华, 罗杰, 胡佳, 等. 赤子爱胜蚓对不同发酵方式平菇菌渣的利用研究[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(7): 281–284.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.07.054

赤子爱胜蚓对不同发酵方式平菇菌渣的利用研究

李艳华^{1,2}, 罗杰^{1,2}, 胡佳^{1,2}, 顾昌华^{1,3}, 邓家保⁴

(1. 铜仁职业技术学院, 贵州铜仁 554300; 2. 铜仁市特种水产养殖发展与提升工程技术研究中心, 贵州铜仁 554300;
3. 铜仁市梵净山食用菌菌种繁育工程技术中心, 贵州铜仁 554300; 4. 铜仁市万山区海天保业食用菌种植专业合作社, 贵州铜仁 554203)

摘要:为探索赤子爱胜蚓对不同方式发酵平菇菌渣的利用情况, 通过物质转化率、蚯蚓的生长与繁殖率、蚓粪肥效 4 个观测指标, 研究自然发酵、需氧发酵、厌氧发酵和不发酵 4 种情况下的平菇菌渣资源化利用效果。结果表明, 对平菇菌渣进行 7 d 的需氧菌发酵处理后饲喂赤子爱胜蚓, 蚯蚓生长最快, 繁殖率最高; 蚓粪中有机质含量达到 70.67%, 总氮水平达到 1.80%。该食用菌菌渣处理方法既有利于蚯蚓生长繁殖, 生产蚯蚓蛋白, 又可有效处理食用菌废菌棒, 生产有机肥, 具有潜在的应用前景与价值。

关键词:食用菌; 蚯蚓; 发酵; 平菇菌渣; 蚓粪; 无害化处理; 资源化利用

中图分类号: X712; S899.8 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)07-0281-04

食用菌已成为我国第五大农作物, 年产量已超过 3 000 万 t^[1], 采摘后的食用菌废菌棒数量巨大, 废菌棒的处理已经成为制约食用菌可持续发展的瓶颈之一。当前, 我国农业废弃物利用率仅为 34%, 大部分暴露搁置于地面上, 传统的处理方式也

只是将其直接作为肥料或燃料, 致使废菌棒中丰富的有机质、蛋白质以及氮、磷、钾等矿物质元素未能被充分利用, 粗放低效的利用方式对环境造成了巨大污染^[2-3]。因此, 如何有效处理好食用菌废菌棒成为食用菌产业可持续发展的关键。蚯蚓以腐殖质为食, 能对废弃菌棒等农业废弃物进行很好的生物降解, 并能在生长过程中将生长基质转化为有机肥等, 而废弃菌棒又能促进蚯蚓的生长, 获得高质量的动物蛋白^[4-5]。目前, 还没有利用不同发酵方式处理食用菌菌渣来养殖蚯蚓的研究, 且关于食用菌菌渣养殖蚯蚓的研究也极少^[6-8]。本研究采用不同发酵方式处理食用菌菌渣, 用于饲喂蚯蚓, 考察

收稿日期: 2019-03-09

基金项目: 贵州省科技支撑农业攻关项目(编号: 黔科合支撑[2016] 2596 号); 铜仁市科技计划工程中心项目(编号: 铜市科研[2017] 81 号); 铜仁职业技术学院科研平台项目(铜仁职院特种水产养殖发展与提升协同创新中心)。

作者简介: 李艳华(1983—), 男, 湖南郴州人, 博士, 副教授, 主要从事农业资源开发利用与保护研究。E-mail: liyanhua1983@163.com。

[3] 覃海宁, 刘演. 广西植物名录[M]. 北京: 科学出版社, 2010: 46–501.

[4] 陈林, 杨国栋, 林国俊, 等. 西藏错那县种子植物区系及资源特征分析[J]. 四川农业大学学报, 2016, 34(4): 431–439.

[5] 季长波, 刘卓. 辽宁老秃顶子保护区种子植物区系及与其他山地的关系[J]. 辽东学院学报(自然科学版), 2016, 23(1): 21–26.

[6] 钱慧蓉, 杨国栋, 陈林. 四川东拉山大峡谷种子植物区系及植物资源研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2018, 42(2): 52–58.

[7] 廖泽志, 陈经同. 基于模糊聚类法分析南岳自然保护区种子植物多样性与邻近地区之间的关系[J]. 中国农学通报, 2009, 25(1): 80–82.

[8] 叶钦良, 董辉, 钟智明, 等. 广东省紫金县野生种子植物区系研究[J]. 安徽农业科学, 2019, 47(12): 127–131.

[9] 刘欢. 陕西米仓山国家级自然保护区种子植物资源研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2017.

[10] 努尔买买提, 张相锋, 张维. 新疆野核桃自然保护区植物区系和地理成分[J]. 生态学杂志, 2015, 34(7): 1838–1846.

[11] 贡建全, 邓双文, 陈红锋. 广东荷包岛维管束植物区系特征分析[J]. 植物科学学报, 2017, 35(1): 30–38.

[12] 赵杏花, 王立群, 蓝登明, 等. 乌拉山种子植物属的地理成分分析[J]. 西北植物学报, 2011, 31(1): 172–179.

[13] 包萨如拉, 赵利清, 朴顺姬, 等. 西鄂尔多斯维管束植物区系特征分析[J]. 中国沙漠, 2012, 32(2): 428–436.

[14] 王磊, 温远光, 和太平, 等. 广西下雷自然保护区种子植物区系研究[J]. 广西植物, 2011, 31(1): 64–69, 133.

[15] 彭日成. 广西木论国家级自然保护区维管束植物区系研究[D]. 桂林: 广西师范大学, 2013.

[16] 黄文新, 陈薇, 丛义艳, 等. 湖南通道侗族自治县种子植物属的区系研究[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2005, 28(3): 90–93.

[17] 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.