

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3142.2011.03.013

楚雄花椒园半湿润常绿阔叶林的群落生态学特征

施济普¹, 常艳芬¹, 徐成东², 朱 华¹

(1. 中国科学院 西双版纳热带植物园昆明分部, 昆明 650223; 2. 楚雄师范学院, 云南 楚雄 675000)

摘要: 基于 20 个样方(各样方面积为 25 m × 20 m, 总面积 1 hm²) 调查, 研究了楚雄花椒园自然保护区元江栲—米饭花林的群落生态学特征。该群落以壳斗科、越桔科、山茶科、八角科、山矾科植物为乔木层主要成分, 并以壳斗科植物占绝对优势, 群落的物种多样性不高。木本植物以非全缘、革质、常绿、小叶等为其特征, 反映该群落生境偏干, 为典型的半湿润常绿阔叶林。由于该群落分布海拔较高, 林内苔藓类附生植物较多。也存在一些中山湿性常绿阔叶林的常见物种, 有向中山湿性常绿阔叶林过渡的特征, 是半湿润常绿阔叶林中较为特殊的一个群落类型。

关键词: 半湿润常绿阔叶林; 群落生态学; 植物多样性

中图分类号: Q948.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2011)02-0204-05

* Synecological studies on the semi-humid evergreen broad-leaved forest in Huajiaoyuan Nature Reserve, Chuxiong, Yunnan

SHI Ji-Pu¹, CHANG Yan-Fen¹, XU Cheng-Dong¹, ZHU Hua¹

(1. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223, China; 2. Chuxiong Normal University, Chuxiong 675000, China)

Abstract: Based on 20 sample plots (the area of each plot is 25 m × 20 m, total area is 1 hm²) survey, a synecological study was conducted on the *Castanopsis orthacantha-Vaccinium duclouxii* community in Huajiaoyuan Nature in Chuxiong prefecture, Yunnan Province. The forest is mainly composed of Fagaceae, Vacciniaceae, Theaceae, Illiciaceae and Symplocaceae, of which Fagaceae is the most dominant family. The species diversity of the forest is relatively low. The forest is characterized by trees with non-entire, leathery and evergreen microphyllous leaves, and considered to be an evergreen broad-leaved forest. However, some species of middle mountain humid evergreen broad-leaved forests occur and epiphytic mosses are abundant in the forest due to its distribution at a higher elevation. The forest is a particular type of semi-humid evergreen broad-leaved forest with some transitional characteristics to the middle mountain humid evergreen broad-leaved forest.

Key words: semi-humid evergreen broad-leaved forest; synecological; plant diversity

半湿润常绿阔叶林是云南中部高原具有代表性的基本植被类型, 也是我国常绿阔叶林西部中亚热带类型的代表, 它主要分布在海拔 1 700~2 500 m

范围, 与整个高原面的起伏高度基本一致(金振洲, 1979; 吴征镒等, 1987)。半湿润常绿阔叶林的分布海拔范围是滇中地区主要的农业活动区域, 由于长

* 收稿日期: 2010-07-22 修回日期: 2010-11-20

基金项目: 国家自然科学基金(41071040, 30770158); “西部之光”博士计划项目; 中国科学院创新工程项目(KSCX2-YW-N-066) [Supported by the National Natural Science Foundation of China (41071040, 30770158); Doctoral Fund of the CAS “Light in Western China” Program (09XB051k01); the CAS Knowledge Innovation Program (KSCX2-YW-N-066)]

作者简介: 施济普(1974), 男, 云南省宣威市人, 博士, 高级实验师, 现从事植被生态学研究。

期的人为经济活动,特别是砍伐柞木作为薪炭,以及林下放牧等影响,目前原始状态的森林已很少见。主要是在寺庙附近的一些残留林片,一般面积较小,林下均受强烈的影响(吴征镒等,1987)。滇中零星保存的小片半湿润常绿阔叶林,大都为高达10~15 m的萌生林,群落的种类组成也都比较简单。半湿润常绿阔叶林破坏后一般为云南松林所取代(金振洲,1979)。云南松在滇中地区基本上已取代了原有的常绿阔叶林,成为全省最广泛分布的植被类型(黄海魁,2000)。因此,保存较好的半湿润常绿阔叶林不仅保存了一些特有物种,为相关研究、利用提供理想的场所(吴征镒等,1987;彭华等,2001),而且可为此类森林生态系统的恢复提供本底资料。

半湿润常绿阔叶林具有一些偏干的特征,是在“干湿季分明”的季风气候下长期发展的结果(李志敏等,2006)。由于这一植被类型在垂直海拔范围上纵跨了近1 000 m,故在不同海拔,不同地形的水热条件下,在群落组成上仍存在差异(吴征镒等,1987)。楚雄州姚安县花椒园州级自然保护区所保存的半湿润常绿阔叶林海拔分布较高,达2 600 m,是目前滇中高原难得的一片保存较好的半湿润常绿阔叶林。本文对其群落生态学进行了初步研究,旨在为此类森林的保护、恢复重建和利用提供理论依据和参考。

1 研究地概况

花椒园自然保护区位于 $100^{\circ}56'38''\sim 101^{\circ}11'05''$ E, $25^{\circ}57'20''\sim 25^{\circ}42'59''$ 之间,地处云南省楚雄州姚安县西部,整个保护区总面积 $37\,061.2\text{ hm}^2$,其东西距24 km,南北距28 km。保护区地处横断山脉云岭山系,系燕山运动和喜马拉雅造山期形成的褶皱带,具有山字形和S形构造,以剥蚀地形为主,切割深,山形坡度在 $15^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 之间。区内最高峰海拔2 771.9 m,全区地貌以中切割中山地貌和深切切割中山地貌居多,有部分浅切割中山地貌,属于金沙江流域,也是当地农业、工业、生活用水的主要源区。该地区气候上既有北亚热带高原季风气候特征,又有一般山地气候特点。以左门乡(海拔2 480 m)为例,日照时数为年1 126 h,年均温 11.5°C ,极端高温 27°C ,极端低温 7°C ,年积温 $4\,126^{\circ}\text{C}$,年降雨量943 mL,干燥指数0.58。保护区内的主要土壤为棕壤和黄棕壤,森林以天然起源的次生林为主,有少量

的原始林和人工林分布,主要保护对象是具有较强水源涵养功能的半湿润常绿阔叶林及其次生森林生态系统。我们的研究样方设置在海拔2 600 m处保存相对较好的半湿润常绿阔叶林中。

2 研究方法

设置20个面积为 $25\text{ m}\times 20\text{ m}$ 样方,基本上涵盖该地区半湿润常绿阔叶林各种生境地段,样方面积累计 1 hm^2 。采用记名记数样方调查法,乔木层记录样方中出现的每一株胸径1 cm以上的植物种类。在大样方四角和正中设置5个小样方($2.5\text{ m}\times 2\text{ m}$)调查灌、草层,记录小样方内出现的灌木、草本、藤本、乔木幼苗的种类和株数(或丛数)。对于在样方中出现,但未进入大样方和小样方调查范围的其它植物种类则只记录其名称。乔木层重要值计算公式: $IV=RA+RD+RF$,式中:IV重要值;RA相对密度;RD相对优势度;RF相对频度。Simpson指数 $D=1-\sum P_i^2$;Shannon-Wiener指数 $H'=-\sum (P_i\times \ln P_i)$ (董鸣,1996)。叶级谱按以下标准进行划分(复叶按小叶计):细叶,叶面积为 $<25\text{ mm}^2$;微叶,叶面积为 $26\sim 225\text{ mm}^2$;小叶,叶面积为 $226\sim 2\,025\text{ mm}^2$;中叶,叶面积为 $2\,026\sim 18\,225\text{ mm}^2$;大叶,叶面积为 $18\,226\sim 164\,025\text{ mm}^2$;巨叶,叶面积 $>164\,025\text{ mm}^2$ (王伯荪,1987)。群落中物种的生活型根据广泛采用的丹麦植物学家瑙基耶尔(Runkiaer,1934)的划分标准和方法:(1)高位芽植物;(2)地上芽植物;(3)地面芽植物;(4)隐芽植物;(5)一年生植物。对于乔、灌种类进一步区分其常绿或落叶特征(王伯荪,1987),并对高位芽植物进一步区分为大、中、小、矮和藤本高位芽植物。以物种个体数量多少次序为横坐标,种群个体数量在群落中的百分比为纵坐标(纵坐标取对数刻度)绘制群落种序图;累计各样方面积为横坐标,累计样方中的物种数为纵坐标绘制种面积曲线。

3 研究结果

3.1 群落物种组成、垂直结构和外貌

花椒园半湿润常绿阔叶林群落优势种树冠基本连续在一个大的平面之上,可分为明显的三个层次,上层树种以元江栲(*Castanopsis orthacantha*)、滇石栎(*Lithocarpus dealbatus*)、银木荷(*Schima ar-*

gentea) 为优势, 各树种树冠多呈扁球状, 树冠基本连续, 群落高约为 20 m, 盖度在 90% 以上; 第二层主要由米饭花 (*Vaccinium duclouxii*)、西南红山茶 (*Camellia pitardii*)、厚皮香 (*Ternstroemia gymnanthera*) 等小乔木组成, 高度约 3~ 8 m, 但盖度可达 50% 以上。下层主要以乔木幼树及灌木臭英蒾 (*Viburnum foetidum*)、卡瑞香 (*Daphne papyracea*) 和草本植物沿阶草 (*Ophiopogon wallichianus*)、兔儿风 (*Ainsliaea latifolia*) 等组成, 偶有箭竹属植物 (*Fargesia* sp.) 出现, 但个体数量较少。群落下层地表总体上枯落物比较厚, 覆盖广, 植物稀少单调。附生维管束植物种类少, 但有明显的苔藓类植物附生。乔木物种组成以壳斗科 (Fagaceae), 越桔科 (Vacciniaceae), 山茶科 (Theaceae)、八角科 (Illiciaceae)、山矾科 (Symplocaceae) 为主, 其中壳斗科植物在群落中占绝对优势, 其次是山茶科植物。群落中胸径大于 1 cm 的物种共记录有 28 种 (表 1), 以元江栲在群落中最为优势, 其重要值为 100 72。滇石栎、银木荷的重要值基本相当, 但银木荷在群落中个体数量远多于滇石栎, 这主要是银木荷在群落中有较多的幼树存在。群落中针叶树种如华山松 (*Pinus armandi*) 有少量出现, 但未见云南松 (*Pinus yunnanensis*)。因此, 群落可命名为元江栲-米饭花群落 (*Castanopsis orthacantha-Vaccinium duclouxii* community)。

3.2 群落结构

3.2.1 群落植物叶的特征及生活型谱 在样方中出现的 36 种木本植物中, 绝大多数表现为非全缘、革质、常绿、小叶等特征, 反映该群落生境偏干 (表 2)。在群落总的 64 种植物中, 以高位芽为主 (表 3), 但群落中缺乏大高位芽植物, 由于对群落的调查时间正值冬季, 记录有较多的多年生草本植物, 缺乏一年生草本植物, 并有一些藤本及附生植物出现, 群落中总体上缺乏大型木质藤本, 附生植物种类比较单调。

3.2.2 群落径级分布特征 群落中径级 (图 1) 在 1~ 10 cm 之间的幼树有较多个体, 10~ 25 cm 之间的小径级个体较少, 大多数成年个体胸径在 25~ 65 cm 之间, 大于 65 cm 的个体则相对较少, 这种径级分布特征与云南其它地区的一些常绿阔叶林基本相似 (何勇涛等, 2000), 群落总体上更新良好。

3.2.3 群落种序图和种面积曲线 从图 2 来看, 仅有 4 个物种个体比例在 10% 以上, 少数物种个体比例在 1% 以上, 大多数物种在群落中只有数量相对

较少的个体, 但群落中仅具 1~ 2 个体的物种也仅 6 种, 物种个体分布不均匀是导致该群落物种多样性指数及均匀度较低的原因之一。群落乔木层物种丰

表 1 乔木层树种重要值表
Table 1 Important value of tree species

植物名称 Species	株数 No.	相对 多度 RA	相对 频度 RF	相对显 著度 RD	重要 值 IV
元江栲 <i>Castanopsis orthacantha</i>	522	9. 80	16. 88	74. 04	100. 72
米饭花 <i>Vaccinium duclouxii</i>	666	9. 80	21. 53	1. 77	33. 11
滇石栎 <i>Lithocarpus dealbatus</i>	121	9. 31	3. 91	19. 56	32. 78
银木荷 <i>Schima argentea</i>	620	9. 31	20. 05	3. 07	32. 43
山茶 <i>Camellia pitardii</i>	453	9. 31	14. 65	0. 40	24. 36
大花八角 <i>Illicium macranthum</i>	282	4. 90	9. 12	0. 33	14. 35
光叶山矾 <i>Symplocos dryophila</i>	113	7. 84	3. 65	0. 28	11. 78
厚皮香 <i>Ternstroemia gymnanthera</i>	93	6. 86	3. 01	0. 06	9. 93
紫药女贞 <i>Ligustrum delavayanum</i>	22	4. 41	0. 71	0. 01	5. 13
细齿叶桉 <i>Eurya nitida</i>	29	3. 43	0. 94	0. 06	4. 43
淡红英蒾 <i>Viburnum erubescens</i>	19	3. 43	0. 61	0. 02	4. 07
猴子木 <i>Camellia yunnanensis</i>	11	2. 94	0. 36	0. 01	3. 31
大叶黄杨 <i>Buxus megistophylla</i>	34	1. 96	1. 10	0. 13	3. 19
露珠杜鹃 <i>Rhododendron decorum</i>	33	1. 96	1. 07	0. 10	3. 13
云南含笑 <i>Michelia yunnanensis</i>	13	2. 45	0. 42	0. 01	2. 88
华山松 <i>Pinus armandi</i>	12	2. 45	0. 39	0. 01	2. 85
亮 叶 杜 鹃 <i>Rhododendron chionan-</i> <i>thum</i>	7	1. 47	0. 23	0. 02	1. 71
山矾属一种 <i>Symplocos</i> sp.	5	1. 47	0. 16	0. 04	1. 68
润楠属一种 <i>Machilus</i> sp.	3	0. 98	0. 10	0. 01	1. 09
木犀科一种 <i>Oleaceae</i> sp.	3	0. 98	0. 10	0. 00	1. 08
山樱花 <i>Cerasus serrulata</i>	2	0. 98	0. 06	0. 00	1. 05
槭一种 <i>Acer</i> sp.	2	0. 98	0. 06	0. 00	1. 05
南烛 <i>Vaccinium bracteatum</i>	15	0. 49	0. 48	0. 05	1. 02
地檀香 <i>Gaultheria forrestii</i>	9	0. 49	0. 29	0. 00	0. 79
珍珠花 <i>Lyonia ovalifolia</i>	1	0. 49	0. 03	0. 01	0. 53
石楠属一种 <i>Photinia</i> sp.	1	0. 49	0. 03	0. 00	0. 53
鸡骨常山属一种 <i>Alstonia</i> sp.	1	0. 49	0. 03	0. 00	0. 52
马缨花 <i>Rhododendron delavayi</i>	1	0. 49	0. 03	0. 00	0. 52
总计 Total	3 093	100	100	100	300

注: RA- relative abundance; RD- relative dominance; RF- relative frequency; IV- importance value index; 海拔: 2 600 m; 样方数量和大小: 20× (25 m× 20 m); 坡度: 15° ~ 35°; 坡向: 西北; 盖度> 90%; 株数为 3 093 株。

表 2 群落叶缘、叶质、叶尖、叶级谱及落叶习性
Table 2 Spectra of leaf margin, texture, apex and deciduous habit and leaf scale of the community

内容 Content	叶缘 Leaf margin		叶尖 Apex		叶质 Texture		落叶习性 Deciduous or evergreen		叶级 Leaf scale		总计 Total species
	全缘 Entire	非全缘 Non-entire	尾尖 Caud.	非尾尖 Nocaud.	革质 Leath.	纸质 Paper	常绿 Ev.	落叶 Dec.	小叶 Micro.	中叶 Meso.	
种数 No. of species	14	22	36	0	25	11	32	4	22	14	36
%	38.89	61.11	100.00	0	69.44	30.56	88.89	11.11	61.11	38.89	100.00

注：松、蕨类未包括 Conifers and ferns are included

表 3 生活型谱
Table 3 The spectra of life form

植物生活型 Plant life form	高位芽 Phanaerophyte			地上芽	地面芽	隐芽	乔	灌	草	藤本	附生	总计 Total
	中 Meso	小 Micro	矮 Nano	CH	HE	GE	Tree	Shrub	Herb	Liana	Epiphyte	
物种数 No. of species	12	17	12	2	13	8	28	10	17	7	2	64
%	18.75	26.56	18.75	3.13	20.31	12.50	43.75	15.63	26.56	10.94	3.13	100

CH= chamaephyte; HE= hemicryptophyte; GE= geophyte.

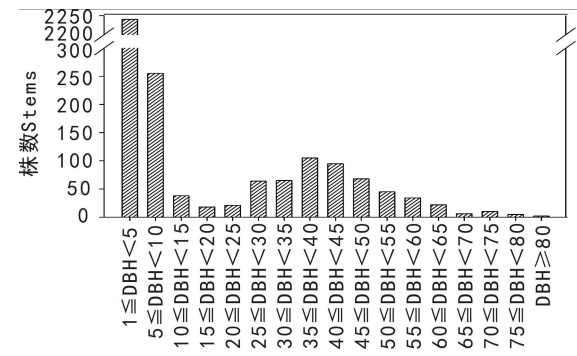


图 1 群落径级分布图

Fig.1 Distributions of tree in DBH (diameter at breast height) classes of the community

富度不高,植物种数随样方面积增大有上升趋势(图3)。如果分别用对数模型和直线模型对其进行模拟,结果显示直线模型相对于对数模型有更好的拟合效果。由于直线模型反映的是物种单调递增这一特殊情形,显然不能真实反映群落种-面积关系。如果以物种数增幅趋于平缓为群落表现面积,直线模型暗示群落的表现面积应在500 m²以下。对数模型反映的种面积关系在理论上则更接近于真实情况。图中当群落的样方面积到4 000 m²后,物种数随样方面积的增加物种增加数很少(图3)。如果把4 000 m²作为该群落的表现面积,这个数值甚至超过了一些热带雨林中所需的最小表现面积(戴小华等,2004),这也与常识相悖,但暗示了楚雄元江桫欏-米饭花群落生境特征的复杂性。

3.3 群落物种多样性特点

群落中乔木层各样方 Simpson 物种多样性指数

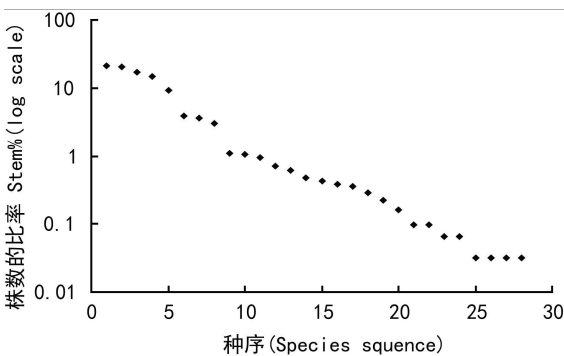


图 2 群落种序图

Fig. 2 Rank/abundance diagram of the community

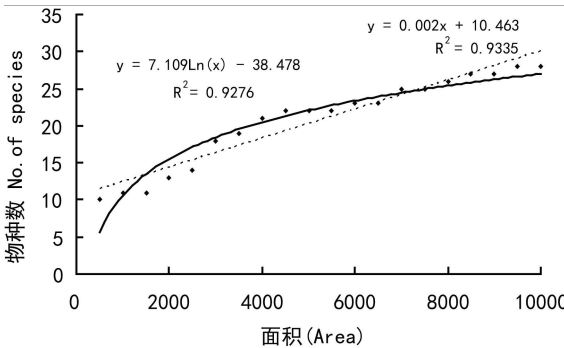


图 3 种面积关系图

Fig. 3 Diagram of species-area relationship

在0.8548~0.2816之间,灌木、草本层则在0.9047~0.7112之间。乔木层 Shannon-Wiener 指数在2.1817~0.5506之间,灌木、草本层则在2.4627~1.0537之间。乔木层均匀度指数平均值为0.6613,而灌

木、草本层为 0.7976。乔木层平均每 500 m² 的样方内有约 10 种植物,灌木草本层则在 5 个 2.5 m × 2 m 面积内有约 16 种植物。总体上群落物种多样性各指数不高,从实际调查的情况来看,在部分接近山脊的样方中,无论是乔木或灌木种类均比较少,而在相对平缓的地方有较高的物种多样性(表 4)。

表 4 各样方植物多样性指数表
Table 4 Plant diversity index in each plots

样方号 No. of plots	乔木层 Tree layer				灌木草本层 Shrub and herb layer			
	<i>D</i>	<i>H'</i>	<i>J_{we}</i>	<i>S</i>	<i>D</i>	<i>H'</i>	<i>J_{we}</i>	<i>S</i>
1	0.8181	1.8165	0.6883	11	0.8143	2.0013	0.7583	14
2	0.7528	1.6292	0.6173	8	0.8758	2.2055	0.8357	12
3	0.6810	1.3476	0.5106	7	0.7112	1.4711	0.5574	11
4	0.7947	1.7576	0.6660	10	0.8713	2.3536	0.8918	16
5	0.8262	2.0129	0.7627	11	0.8284	2.0161	0.7640	12
6	0.7643	1.7934	0.6796	13	0.8180	2.0496	0.7767	16
7	0.8427	2.1371	0.8098	16	0.8290	1.9789	0.7498	12
8	0.8041	1.8202	0.6897	10	0.8928	2.4572	0.9311	16
9	0.7508	1.6012	0.6067	9	0.9047	2.4627	0.9332	14
10	0.7118	1.5868	0.6013	9	0.7883	2.0987	0.7953	21
11	0.7648	1.5659	0.5933	6	0.8668	2.2256	0.8433	14
12	0.8543	2.1817	0.8267	15	0.8287	1.0537	0.3993	19
13	0.8543	2.0693	0.7841	11	0.8576	2.2739	0.8616	15
14	0.8348	1.9956	0.7562	12	0.8421	2.2673	0.8591	21
15	0.7519	1.6326	0.6186	8	0.8108	2.0950	0.7938	17
16	0.6590	1.4415	0.5462	9	0.9162	2.7639	1.0473	27
17	0.8216	1.9479	0.7381	12	0.8436	2.2079	0.8366	18
18	0.8277	1.8880	0.7154	9	0.8631	2.1528	0.8157	12
19	0.8353	2.1263	0.8057	16	0.8271	2.0502	0.7769	14
20	0.2816	0.5506	0.2086	3	0.8040	1.9129	0.7249	12
平均值 Average	0.7616	1.7451	0.6613	10.25	0.8397	2.1049	0.7976	15.65

D= Simpson index; *H'* = Shannon-Wiener index; *J_{we}* = Pielou evenness; *S*= No. of species.

4 讨论

花椒园半湿润常绿阔叶林群落总体上物种多样性不高,从物种组成上看,特别是在优势物种组成上为典型的半湿润常绿阔叶林,例如群落中较多数量的元江栲、滇石栎等,但群落由于所处位置海拔较高,受海拔升高空气湿度增大的影响,群落内可观察到明显的苔藓附生现象。一些在其它半湿润常绿阔叶林中很少见但在中山湿性常绿阔叶林中较为常见的物种开始出现,如群落中的大花八角(*Illicium macranthum*)和光叶山矾(*Symplocos dryophila*),在样方中分别计 282 和 113 株,重要值则分别达 14.35 和 11.78。因此,群落在总体上可归为常绿阔叶植被型中的半湿润常绿阔叶林植被亚型,但具有向中山湿性常绿阔叶林过渡的特征,是半湿润常绿阔叶林中相对较为特殊的一个群落类型。

云南金沙江流域既是森林生态系统最为复杂的

地区之一,又是长江流域生态最为脆弱的地区。但是金沙江流域天然林由于遭到长期过度采伐面积减少,质量下降,致使金沙江流域的森林生态功能不断削弱,严重影响到长江中下游社会经济发展(李贵祥等,2008;和丽萍等,2007)。楚雄花椒园自然保护区正位于这一流域地区。虽然目前因作为当地的重要水源林得到较好地保护,但由于距村寨较近,其受到各种破坏和干扰的可能性仍然较大,一经破坏将较难恢复,这不仅会影响到下中下游社会经济发展,而且将可能永远失去这一特殊的群落类型。

致谢 本文在野外调查中得到楚雄州姚安县林业局主要领导和职工董旺先生、陈洪刚先生、李兴民先生、及左门乡花椒园村魁建华先生一家的大力支持与协助。在此一并感谢!

参考文献:

王伯荪. 1987. 植物群落学[M]. 北京: 高等教育出版社
董鸣. 1996. 陆地生物群落调查观测与分析[M]. 北京: 中国标

(下转第 180 页 Continue on page 180)

四倍体变种之间则是二倍体与同源四倍体的关系, 这在高江云(2008)对姜科植物繁殖生态学的研究中已经被证明。由此可以认为, 在姜花属中, 经历杂交而起源的多倍体即异源多倍体之间可以划分为不同的种, 非杂交起源的同源多倍体之间适宜划分为种下等级。

3.4 减数分裂时期染色体形态和数目观察的意义

在植物的染色体研究中, 常会遇到难于计数的情形, 特别是染色体较小、数目较多细胞质内含物多难于解离干净的类群。由于减数分裂时期细胞和染色体较大, 小孢子母细胞细胞壁薄内含物少易于解离, 同源染色体配对而使数目减半、染色体的形态较为清晰等优点, 通过观察减数分裂终变期染色体的数目和形态可以有效的辅助染色体的计数, 并可通过进一步观察和比较减数分裂时期同源染色体配对的形态研究各种类之间的分类学关系。

参考文献:

- 吴德邻. 1994. 姜科植物地理[J]. 热带亚热带植物学报, 2(2): 1-14
李懋学, 张赞平. 1996. 作物染色体及其研究技术[M]. 北京: 中国农业出版社: 32-37
陈忠毅. 1984. 国产姜科植物的染色体计数[J]. 广西植物, 4(1): 13-18
陈瑞阳. 2009. 中国主要经济植物基因组染色体图谱(第5卷)[M]. 北京: 科学出版社: 749

- 洪德元. 1990. 植物细胞分类学[M]. 北京: 科学出版社: 157-158
胡秀, 闫建勋, 刘念, 等. 2009. 中国姜花属野生花卉资源的调查与引种研究[J]. 园艺学报, 37(4): 643-648
高江云. 2008. 姜科植物繁殖生态学研究 花寿命的适应意义[D]. 中国科学院研究生院博士学位论文. 中国科学院西双版纳植物园
高丽霞. 2008. 姜花属种质创新与分子遗传学研究[D]. 中国科学院研究生院博士学位论文. 中国科学院华南植物园.
Darlington CD. 1956. Chromosome Botany[M]. London: George Allen & Unwin Ltd: 126-133
Ehrendorfer F. 1964. Cytologie, taxonomie and evolution bei Samenpflanzen[J]. *Vistas Bot*, 4: 99-186
Eksomtramage L, Boontum K. 1995. Chromosome counts of Zingiberaceae[J]. *Songklanakarini J Sci Technol*, 17(3): 291-297
Grant V. 1981. Plant Speciation (2nd ed.) [M]. New York: Columbia University Press: 298-306
Sakhanokho HF, Pounders Jr CT. 2005. Ploidy variation in *Hedychium* species and cultivars[J]. *SNA Res Conf*, 50: 665-667
Mukherjee I. 1970. Chromosome studies of some species of *Hedychium*[J]. *Bot Mag Tokyo*, 83: 237-241
Naik VN, Panigrahi G. 1961. Genus *Hedychium* in Eastern India [J]. *Bull Bot Surv Ind*, 3: 67-73
Raghavan TS, Venkatasubban KR. 1943. Cytological studies in the family Zingiberaceae with special reference to chromosome number and cytotaxonomy[J]. *Proceedings of Indian Academy of Sciences Series B*, 17: 118-132
Ramachandran K. 1969. Chromosome numbers in Zingiberaceae [J]. *Cytologia Tokyo*, 34: 213-221
Wu TL, Larsen K. 2000. Zingiberaceae[M]//Wu ZY, Raven PH (eds). *Flora of China*. Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, 24: 370-377

(上接第 208 页 Continue from page 208)

准出版社

- Dai XH(戴小华), Yu SX(余世孝). 2004. Sampling methods of vegetation investigation in a tropical rain forest at Bawangling Nature Reserve(海南霸王岭热带雨林植被取样技术研究)[J]. *J Trop Subtrop Bot*(热带亚热带植物学报), 12(5): 405-410
He LP(和丽萍), Meng GT(孟广涛), Chai Y(柴勇), et al. 2007. Disturbance factors and degraded forest types in the Jinshajiang Watershed of Yunnan Province(云南金沙江流域退化天然林干扰成因及退化类型探讨)[J]. *J Zhejiang Fore Coll*(浙江林学院学报), 24(6): 675-680
He YT(何勇涛), Cao M(曹敏), Tang Y(唐勇), et al. 2000. A comparative study on tree species diversity of evergreen broad-leaved forest, central Yunnan(滇中地区常绿阔叶林树种多样性比较研究)[J]. *J Mountain Sci*(山地学报), 18(4): 222-228
Huang HK(黄海魁). 2000. The conservation and the distribution fracture Yunnan wild fauna(云南野生动植物地理分布特点和退化原因分析)[J]. *Yunnan Geographic Environ Res*(云南地理环境研究), 12(1): 80-87

- Jin ZZ(金振洲). 1997. The types and characteristics of evergreen broad-leaf forests in Yunnan(云南常绿阔叶林的类型和特点)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 1(1): 91-104
Li GX(李贵祥), Meng GT(孟广涛), Fang XJ(方向京), et al. 2008. Distribution of major forest vegetation types of Jinshajiang river basin in Yunnan Province(云南金沙江流域主要森林植被类型分布格局)[J]. *Res Environ Yangtze Basin*(长江流域资源与环境), 19(1): 146-151
Li ZM(李志敏), Sun H(孙航). 1998. The architecture of leaves from the dominant and common species of semi-humid evergreen broad-leaved forest occurring in centre Yunnan(滇中半湿润常绿阔叶林主要优势及常见种叶形态结构特征)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 20(1): 49-57
Peng H(彭华), Wu ZY(吴征镒). 2001. The floristic characteristics and its significance in conservation of semi-humid evergreen broad-leaved forests in Mt Wuliang(无量山半湿润常绿阔叶林的区系特征及保护生物学意义)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 23(3): 278-286