

浙江高姥山金缕梅群落特征及种群结构的研究

陈江芳¹, 周钰鸿², 徐晓峰¹, 王 盼², 张苏炯¹, 康华靖³

(1. 磐安县林业局, 浙江 磐安 322300; 2. 浙江大盘山国家级自然保护区管理局, 浙江 磐安 322300;
3. 温州市农业科学研究院, 浙江 温州 325006)

摘要: 在全面踏查的基础上, 于2016年7月对浙江高姥山金缕梅 *Hamamelis mollis* 群落结构特征以及金缕梅种群结构进行调查。研究表明, 群落中以金缕梅和四照花 *Dendrobenthamia japonica* var. *chinensis* 为主要优势种, 其重要值分别为20.126%和17.737%, 两者的重要值比例为37.863%; 乔木层的物种丰富度指数最高, 灌木层的物种均匀度指数最高, 而乔木层、灌木层和草本层的优势度指数均较高且极为接近, 说明该群落为相对不成熟群落; 群落的乔木层高度主要集中在5~6 m。群落中金缕梅的高度虽然并不占优势, 但通过根出条萌枝扩大冠幅, 从而争夺群落资源; 由于萌枝作为其主要更新方式, 金缕梅种群整体呈聚集分布。金缕梅种群的大小结构以III级小树和IV级中树为主, 由此认为该种群目前尚处于稳定阶段。

关键词: 金缕梅; 群落特征; 种群结构; 多样性;

中图分类号: S718.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3776(2018)06-0008-06

Community Characteristics and Population Structure of *Hamamelis mollis* Communities in Gaomu Mountain

CHEN Jiang-fang¹, ZHOU Yu-hong², XU Xiao-feng¹, WANG Pan², ZHANG Su-jiong¹, Kang Hua-jing³

(1. Pan'an Forestry Bureau of Zhejiang, Pan'an 322300, China; 2. Dapanshan National Nature Reserve Administration of Zhejiang, Pan'an 322300, China; 3. Wenzhou Academy of Agricultural Sciences of Zhejiang, Wenzhou 325006, China)

Abstract: Sample plots were established in July 2016 in 4 *Hamamelis mollis* communities in Gaomu Mountain of Pan'an country, Zhejiang province. Community characteristics and population structure was studied. The results showed that the dominant species in the communities were *H. mollis* and *Dendrobenthamia japonica* var. *chinensis*, with importance value of 20.126% and 17.737% respectively. Species richness index was the highest at arbor layer and evenness index at shrub layer, and dominance index of each layer was similar. Distribution of arbor layer height in the communities was concentrated in 5-6 m. Investigation demonstrated that *H. mollis* was not dominant in height in the community, but it had larger canopy by root sprouts. Population of *H. mollis* was aggregated distribution in the communities. Population structure was dominant in small- and medium-sized *H. mollis*, indicating stable population.

Key words: *Hamamelis mollis*; community character; population structure; diversity

收稿日期: 2018-07-11; 修回日期: 2018-10-28

基金项目: 金华市科技计划农业重点项目(2017-2-009); 温州市科技计划项目(S20130003); 温州市重点科技创新团队项目(C20150008)资助

作者简介: 陈江芳, 工程师, 从事林业技术推广与湿地资源保护; E-mail: sfcjf@126.com。通信作者: 康华靖, 副教授, 从事植物光合生理生态研究; E-mail: kanghuajing@126.com。

金缕梅 *Hamamelis mollis* 为金缕梅科 Hamamelidaceae 金缕梅属 *Hamamelis* 落叶灌木或小乔木, 主要分布于长江流域的四川、安徽、浙江、江西、湖南等省区。金缕梅花形奇特, 具有芳香, 早春先叶开放, 缀满枝头, 十分惹人喜爱。树型虬髯苍劲, 也是制作树桩盆景的良好素材。国内外园林常有栽植, 是良好的观赏花木之一。适合在庭园角隅、池边、溪畔、山石间及树丛外缘种植, 具有较高的景观价值。同时, 其花枝也是优良的切花材料。此外, 据《新华本草纲要》记载, 金缕梅的根具有补中益气的功效, 主治脾气虚弱等症。植株内含单宁质多种, 具有舒缓皮肤、收敛控油、抗菌抗衰老的效果, 在国际美容护肤品市场上具有广泛的应用。因此, 该物种还具有较高的药用开发价值。

关于金缕梅科的研究目前主要集中在植物系统发育^[1-3]、叶片及种子形态^[4-5]、木材解剖^[6]、无性繁殖^[7-8]以及有效成分提取与利用^[9]等方面, 而对其种群生态学及开发利用的研究均极为欠缺。2016 年 3 月在浙江省磐安县境内发现大规模野生种群, 面积达 7.5 hm², 种群数量近千株(丛), 是迄今为止华东地区发现的最大面积的野生金缕梅群落, 国内也较为罕见。这为金缕梅的种群生态学、繁育生物学等科学研究以及景观的开发利用均提供了良好平台。因此, 对浙江高姥山金缕梅群落及种群结构特征开展研究, 不仅可为金缕梅群落生态学的研究提供理论依据, 而且对金缕梅种群的合理保护具有较高的参考价值。

1 研究地概况与调查方法

1.1 研究地概况

浙江高姥山位于磐安县盘峰乡境内, 主峰 28°54'27.40" N, 120°32'36.64" E, 主体由大盘山脉第二高峰高姥山及周围高山湖泊群组成, 最高海拔 1 220.3 m。该区属亚热带季风气候, 四季分明, 光照较多, 雨量丰沛, 空气湿润, 雨热季节变化同步。年平均气温 16.1°C, 无霜期 236 d, 年均降水量 1 573 mm。由于山势高峻, 地形复杂, 河谷深切, 形成了多样性的小气候环境, 为植物生长提供了优越的条件^[10]。研究地海拔 900~970 m, 属于天然落叶阔叶林, 地带性土壤为黄壤, 腐殖土及土层较厚, 平均在 25 cm 以上, 微酸性, pH 约 6.3。

1.2 样地设置与数据收集

在全面踏查的基础上, 于 2016 年 7 月 5-10 日选择 4 个金缕梅分布比较集中的群落, 每个群落设置面积为 20 m×30 m 的样地 1 个, 共计面积 2 400 m²。每个样地内采用相邻格子法设置 24 个 5 m×5 m 的小样方。同期开展群落调查, 测定、记录该样方中所有乔木的胸径、树高、相对位置。胸径采用胸径尺进行测量, 树高进行目测, 相对位置用卷尺进行测量。同时在样地中按照对角线位置随机选取 3 个 5 m×5 m 的小样方对灌木层和草本层植被进行调查, 测量并记录灌木样方内所有灌木和草本的种类、株数或丛数、高度及盖度。

1.3 数据处理分析

本次共调查金缕梅 151 株, 其中 82 株均有不同数量的根部萌枝, 占 54.30%, 其中一丛中萌枝数量最多达 9 枝。萌枝中胸径(DBH)最高达 19 cm。为此, 本文测量该丛所有萌枝的胸径, 将其之和作为本母株树种胸径; 三树高则根据整丛中最高的枝条判断, 其中高度大于 3 m 划定为乔木, 高度小于 3 m 的木本树种均定义为灌木。其他树种也参考该方法。金缕梅种群大小级别划分标准如下: I 级, 高度(H) \leq 0.33 m; II 级, $DBH < 2.5$ cm; III 级, $2.5 \text{ cm} \leq DBH < 7.5 \text{ cm}$; IV 级, $7.5 \text{ cm} \leq DBH < 22.5 \text{ cm}$; V 级, $DBH \geq 22.5 \text{ cm}$ 。

乔木树种的重要值=(相对密度+ 相对优势度+ 相对频度)/3。

灌木和草本的重要值=(相对盖度%+ 相对频度%)/2。

相对密度=某个种的密度/所有种的密度和 \times 100%

相对优势度=某个种所有个体的胸径/所有种个体的胸径 \times 100%

相对频度=某个种的频度/全部种的总频度 \times 100%

Margalef 丰富度指数, Gini 优势度指数及 Heip 均匀度指数等见参考康华靖等^[11]文献。应用相邻格子法记录样地内的数据资料, 用以种群空间分布格局的拟合, 金缕梅种群的分布格局分析均基于 5 m×5 m 的小样方。离散分布理论拟合采用方差/均值的 t 检验等方法; 聚集强度指标采用负二项式分布(K)、Lloyd 平均拥挤度指

数 (m^*)^[12-15]。另外, 由于所调查的群落中, 藤本植物均较小, 主要处于草本层, 因此藤本植物合并草本层中。

2 结果与分析

2.1 金缕梅群落树种组成与多样性

2.1.1 金缕梅群落组成 金缕梅群落中的乔木树种组成见表 1, 灌木层的树种组成见表 2, 草本组成见表 3。

由表 1 可知, 在 4 个代表性群落中, 乔木树种共 43 种。其中, 金缕梅和四照花的重要值分别为 20.126%和 17.737%, 远高于其他树种; 两者的重要值比例为 37.863%, 说明金缕梅和四照花在群落中占据绝对优势。重要伴生种有芬芳安息香、尖萼紫茎、尖连蕊茶、天台鹅耳枥和华千金榆等, 其中尖萼紫茎和尖连蕊茶的数量较多。

表 1 金缕梅群落的乔木树种组成
Table 1 Species composition of arbor layer in *H. mollis* communities

序号	树种	相对密度/%	相对优势度/%	相对频度/%	重要值/%
1	金缕梅 <i>Hamamelis mollis</i>	25.083	30.534	4.762	20.126
2	四照花 <i>Dendrobenthamia japonica</i> var. <i>chinensis</i>	24.086	24.363	4.762	17.737
3	芬芳安息香 <i>Styrax odoratissimus</i>	4.153	4.569	4.762	4.495
4	尖萼紫茎 <i>Stewartia sinensis</i> var. <i>acutisepala</i>	4.651	4.965	3.571	4.396
5	尖连蕊茶 <i>Camellia cuspidata</i>	4.485	2.667	4.762	3.971
6	天台鹅耳枥 <i>Carpinus tientaiensis</i>	4.153	3.294	3.571	3.673
7	华千金榆 <i>C. cordata</i> var. <i>chinensis</i>	3.655	4.861	2.381	3.632
8	云锦杜鹃 <i>Rhododendron fortunei</i>	3.156	2.986	3.571	3.238
9	小叶白辛树 <i>Pterostyrax corymbosus</i>	1.827	3.830	3.571	3.076
10	马鞍树 <i>Maackia hupehensis</i>	2.160	1.741	4.762	2.888
11	化香树 <i>Platycarya strobilacea</i>	3.156	2.255	2.381	2.597
12	红果山胡椒 <i>Lindera erythrocarpa</i>	1.661	1.676	3.571	2.303
13	红柴枝 <i>Meliosma oldhamii</i>	1.661	1.136	3.571	2.123
14	山樱花 <i>Cerasus serrulata</i>	1.495	1.182	3.571	2.083
15	半边月 <i>Weigela japonica</i> var. <i>sinica</i>	2.492	1.048	2.381	1.974
16	白檀 <i>Symplocos paniculata</i>	1.495	0.687	3.571	1.918
17	黄山木兰 <i>Magnolia cylindrica</i>	0.665	0.814	3.571	1.683
18	毛脉槭 <i>Acer pubinerve</i>	0.498	0.689	3.571	1.586
19	满山红 <i>Rhododendron mariesii</i>	1.993	1.513	1.191	1.566
20	短尾柯 <i>Lithocarpus brevicaudatus</i>	0.498	0.838	2.381	1.239
21	山槐 <i>Albizia kalkora</i>	1.329	0.674	1.191	1.064
22	豆梨 <i>Pyrus calleryana</i>	0.332	0.477	2.381	1.063
23	毛果珍珠花 <i>Lyonia ovalifolia</i> var. <i>hebecarpa</i>	1.163	0.522	1.191	0.958
24	川榛 <i>Corylus heterophylla</i> var. <i>sutchuanensis</i>	0.166	0.224	2.381	0.924
25	榿木 <i>Padus buergeriana</i>	0.332	0.224	1.191	0.582
26	迎春樱桃 <i>Cerasus discoidea</i>	0.332	0.209	1.191	0.577
27	丁香杜鹃 <i>Rhododendron farrerae</i>	0.332	0.149	1.191	0.557
28	茅栗 <i>Castanea seguinii</i>	0.332	0.131	1.191	0.551
29	红脉钓樟 <i>Lindera rubronervia</i>	0.166	0.258	1.191	0.538
30	山矾 <i>Symplocos sumuntia</i>	0.332	0.075	1.191	0.532
31	灯台树 <i>Cornus controversa</i>	0.166	0.224	1.191	0.527
32	臭辣吴茱萸 <i>Evodia fargesii</i>	0.166	0.154	1.191	0.503
33	豹皮樟 <i>Litsea coreana</i> var. <i>sinensis</i>	0.166	0.134	1.191	0.497
34	南京椴 <i>Tilia miqueliana</i>	0.166	0.104	1.191	0.487
35	锥栗 <i>Castanea henryi</i>	0.166	0.107	1.191	0.488
36	枫香树 <i>Liquidambar formosana</i>	0.166	0.104	1.191	0.487
37	大柄冬青 <i>Ilex macropoda</i>	0.166	0.097	1.191	0.485
38	小叶青冈 <i>Cyclobalanopsis myrsinifolia</i>	0.166	0.092	1.191	0.483
39	盐肤木 <i>Rhus chinensis</i>	0.166	0.089	1.191	0.482
40	青冈 <i>Cyclobalanopsis glauca</i>	0.166	0.082	1.191	0.480
41	白栎 <i>Quercus fabri</i>	0.166	0.075	1.191	0.477
42	细叶青冈 <i>Cyclobalanopsis gracilis</i>	0.166	0.075	1.191	0.477
43	野鸦椿 <i>Euscaphis japonica</i>	0.166	0.075	1.191	0.477
合计					100

由表 2 可知, 金缕梅群落内灌木层的树种相对较少, 共计 17 种。重要值较高的有尖连蕊茶、中国绣球、山榿、半边月及满山红。上述 5 树种的重要值比例占 62.468%。其余树种分布稀少。这与乔木层树种较多、郁闭度高等原因限制了林下树种生长有关。

表 2 金缕梅群落的灌木层的树种组成
Table 2 Species composition of shrub layer in *H. mollis* communities

序号	物种	相对盖度/%	相对频度/%	重要值/%
1	尖连蕊茶	18.088	14.706	16.397
2	中国绣球 <i>Hydrangea chinensis</i>	12.920	14.706	13.813
3	山榿 <i>Lindera reflexa</i>	14.212	11.765	12.988
4	半边月	16.796	5.882	11.339
5	满山红	12.920	2.941	7.931
6	杜鹃 <i>Rhododendron simsii</i>	3.876	5.882	4.879
7	马鞍树	3.359	5.882	4.621
8	水竹 <i>Phyllostachys heteroclada</i>	2.584	5.882	4.233
9	槲木	3.876	2.941	3.409
10	红果山胡椒	1.809	5.882	3.846
11	四照花	1.809	5.882	3.846
12	菝葜 <i>Smilax china</i>	1.292	2.941	2.117
13	白檀	1.292	2.941	2.117
14	华空木 <i>Stephanandra chinensis</i>	1.292	2.941	2.117
15	茅栗	1.292	2.941	2.117
16	毛脉槭 <i>Acer pubinerve</i>	1.292	2.941	2.117
17	山矾	1.292	2.941	2.117
合计				100

由表 3 可知, 金缕梅群落内藤本和草本植物也较少, 共计 27 种。调查发现, 草本植物大多生长在林窗。分布最广、数量最多的为青绿薹草, 其重要值 18.170%; 其次是牯岭藜芦、牛蒡和紫花前胡, 其重要值分别为 7.627%, 7.584% 和 6.126%, 三者重要值比例共占 21.337%。

表 3 金缕梅群落的草本层组成
Table 3 Species composition of herb layer in *H. mollis* communities

序号	物种	相对盖度/%	相对频度/%	重要值/%
1	青绿薹草 <i>Carex breviculmis</i>	29.197	7.143	18.170
2	牯岭藜芦 <i>Veratrum schindleri</i>	6.326	8.929	7.627
3	牛蒡 <i>Arctium lappa</i>	13.382	1.786	7.584
4	紫花前胡 <i>Angelica decursiva</i>	5.109	7.143	6.126
5	菝葜	4.623	5.357	4.990
6	长梗黄精 <i>Polygonatum filipes</i>	2.676	7.143	4.910
7	辽宁堇菜 <i>Viola rossii</i>	4.136	5.357	4.747
8	大芽南蛇藤 <i>Celastrus gemmatus</i>	2.920	5.357	4.138
9	紫萁 <i>Osmunda japonica</i>	3.650	3.571	3.611
10	山麦冬 <i>Liriope spicata</i>	2.920	3.571	3.246
11	阔叶山麦冬 <i>Liriope platyphylla</i>	2.433	3.571	3.002
12	蓝果蛇葡萄 <i>Ampelopsis bodinieri</i>	2.433	3.571	3.002
13	云和假糙苏 <i>Paraphlomis lancidentata</i>	3.650	1.786	2.718
14	荩草 <i>Arthraxon hispidus</i>	3.650	1.786	2.718
15	大叶唐松草 <i>Thalictrum faberi</i>	1.703	3.571	2.637
16	东南茜草 <i>Rubia argyi</i>	1.703	3.571	2.637
17	牯岭野豌豆 <i>Vicia kulingiana</i>	1.703	3.571	2.637
18	南山堇菜 <i>Viola chaerophylloides</i>	0.973	3.571	2.272
19	日本薯蓣 <i>Dioscorea japonica</i>	0.973	3.571	2.272
20	油点草 <i>Tricyrtis macropoda</i>	0.973	3.571	2.272
21	钩腺大戟 <i>Euphorbia sieboldiana</i>	1.217	1.786	1.501
22	三角形冷水花 <i>Pilea swinglei</i>	1.217	1.786	1.501
23	草绣球 <i>Cardiandra moellendorffii</i>	0.487	1.786	1.136
24	大血藤 <i>Sargentodoxa cuneata</i>	0.487	1.786	1.136
25	双蝴蝶 <i>Tripterospermum chinense</i>	0.487	1.786	1.136
26	鸡矢藤 <i>Paederia scandens</i>	0.487	1.786	1.136
27	三叶木通 <i>Akebia trifoliata</i>	0.487	1.786	1.136
合计				100

2.1.2 物种多样性 按群落的垂直结构（乔木层、灌木层和草本层）分别计算了各层次的物种多样性指数（见表4）。

由表4可以看出，物种丰富度指数乔木层>灌木层>草本层。均匀度指数则是灌木层>草本层>乔木层。整体来看，金缕梅群落乔木层、灌木层、草本层的优势度指数极为相近。这与金缕梅群落乔木层树种相对较多、个体数量大等特点相一致。

表4 金缕梅群落的物种多样性指数			
Table 4 Species diversity index of <i>H. mollis</i> community			
多样性指数	乔木层	灌木层	草本层
Margalef 丰富度指数	6.562	5.538	5.080
Gini 优势度指数	0.912	0.905	0.932
Heip 均匀度指数	0.184	0.298	0.287

2.2 金缕梅群落垂直结构和水平结构

2.2.1 垂直结构 金缕梅群落的垂直分层比较典型，可明显分为乔木层、灌木层和草本层，层间植物较为缺乏。乔木层中的金缕梅、四照花、尖萼紫茎等树种虽然胸径差异较大，但高度差异极小，主要集中在5~6 m。灌木层高度则集中在0.5~1.5 m，主要种类有尖连蕊茶、中国绣球、山榿和半边月等。草本层植物种类虽略高于灌木层，但整体数量较少，分布较为零星。

2.2.2 水平结构 研究表明^[16]，当个体平均密度极低或极高时，*t*检验的可靠性有所下降，而*K*值检验则不受样方内个体密度的影响，故本文主要依据*K*值进行分布格局的判定，结果见表5。由表5可以看出，除第4个样方为随机分布外，其余样地金缕梅均为聚集分布。从平均拥挤度指数（*m*^{*}）值看，第2和第3样方的平均拥挤度明显高于另外2个样地，这与样方内金缕梅的数量较多有关，其数量分别为57和45株，而第1和第4样方中的金缕梅数量分别为30和19株。整体来看，金缕梅种群分布呈聚集分布。

表5 金缕梅在群落中的分布格局							
Table 5 Distribution pattern of <i>H. mollis</i> in the communities							
样方	均值	方差	方差/均值	<i>t</i> 值	<i>K</i> 值	<i>m</i> [*] 值	分布格局
1	7.226	9.513	1.316	0.283	1.736	3.014	C
2	8.173	9.869	1.208	0.209	1.925	7.652	C
3	7.564	9.048	1.196	0.164	2.397	7.358	C
4	3.191	2.858	0.896	-0.051	-10.217	2.563	P

注：P，C 分别表示随机和集群分布。

2.3 金缕梅种群大小结构

从表6可以看出，金缕梅种群的大小结构以Ⅲ级小树和Ⅳ级中树的数量为多，分别为63株和60株，占了全部数量（151株）的81.457%，可以看出金缕梅群落目前处于稳定阶段。然而整个样地缺乏幼苗和幼树。调查中共只发现了2株幼树，未见幼苗。

表6 金缕梅径级分布					
Table 6 DBH distribution of <i>H. mollis</i>					
样方	DBH				
	I	II	III	IV	V
1	0	0	16	7	7
2	0	0	21	29	7
3	0	2	19	19	5
4	0	0	7	5	7
小计	0	2	63	60	26

3 结论与讨论

从样地林相来看，金缕梅群落属于落叶阔叶林群落。群落中，以金缕梅和四照花为主要优势种，主要伴生种有芬芳安息香、尖萼紫茎、尖连蕊茶、天台鹅耳枥和华千金榆等。从群落层次多样性格局来看，乔木层的物种丰富度指数最高，灌木层的物种均匀度指数最高，而乔木层、灌木层和草本层的优势度指数均较高且极为接近。与浙江地区相关研究^[11,14]比较来看，研究区群落中物种丰富度指数偏低，而Gini优势度较高。

调查发现，金缕梅群落的乔木层高度极为接近，主要集中在5~6 m。群落中金缕梅的高度虽然并不占优势，但金缕梅具根部萌枝特征，萌枝之间呈散生生长，导致其单株冠幅相对较大，再加上金缕梅叶片较大，在争夺光资源上占据优势。调查表明，金缕梅群落的郁闭度在85%以上。由于光照等因素的限制，林下的灌木层和草

本层植物种类较少,数量零星,尤其是草本植物主要分布在林窗位置。

水平结构的调查结果显示,金缕梅种群整体呈聚集分布。聚集分布能更好地改变微气候和小生境(如根系分泌物的影响,或利于其生长发育的小气候),种群对不良环境比单独个体有较大的抗性^[17],尤其是对幼苗的生长是有利的。然而,群落中的金缕梅个体主要以Ⅲ级小树和Ⅳ级中树为主。根据闫恩荣^[18-19]对萌枝形态的划分,金缕梅的萌枝方式属于根出条萌枝。萌枝是许多植物维持种群生存的一种机制,如贺金生^[20-21]等研究表明,米心水青冈 *Fagus engleriana* 自然状态下结实率极低,但它可以通过萌枝形成较为稳定的幼苗库。同样,日本水青冈 *F. japonica*^[22],七子花 *Heptacodium miconioides*^[23]等植物也有类似特性。根据观察,研究区群落内金缕梅结实率较高。张启香^[8]等研究表明,金缕梅种子的发芽率可达 90%左右。然而,群落内极少有实生苗(仅发现 2 株)。调查表明,该群落样地内土壤湿度较大、土层厚,有机质含量较高,且群落未受人为干扰,其实生苗极少的原因有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 张志耘,路安民.金缕梅科:地理分布、化石历史和起源[J].植物分类学报,1995(4):313-339.
- [2] 章群,施苏华,黄椰林,等.金缕梅亚科 ITS 序列分析及其系统学意义[J].武汉植物学研究,2001(6):445-448.
- [3] 李睿琦,陈之端,洪亚平,等.据叶绿体 trnL-F 序列分析“高等”金缕梅类植物的系统发育关系[J].植物学报,2002(12):1462-1468.
- [4] 张志耘,温洁.金缕梅科的种子形态学及其系统学评价[J].植物分类学报,1996(5):538-546,566-568.
- [5] 方炎明.我国金缕梅科叶部微形态的研究——气孔器的表面微形态[J].南京林业大学学报:自然科学版,1990(4):30-35.
- [6] 黄桂玲.中国产金缕梅科木材的比较解剖[J].中山大学学报:自然科学版,1986(1):22-28.
- [7] 易国文,董敦义,黄绍辉,等.ABT 生根粉在金缕梅扦插繁殖中的应用[J].林业科技开发,2005(2):67.
- [8] 张启香,方炎明,胡恒康,等.金缕梅的组织培养[J].植物生理学通讯,2005(5):88.
- [9] 焦胜敏.超声波辅助提取金缕梅紫云英苷及其体外抗氧化研究[J].食品工业,2014,35(5):51-53.
- [10] 徐晓峰,王盼,张苏炯,等.金缕梅种内及其与常见伴生种之间的竞争关系[J].热带亚热带植物学报,2018,26(03):272-277.
- [11] 陈子林,康华靖,刘鹏,等.大盘山自然保护区香果树群落结构特征[J].云南植物研究,2007,29(4):462-466.
- [12] 刘建泉.祁连山保护区青海云杉种群分布格局的研究[J].西北林学院学报,2004,19(2):152-155.
- [13] KERSHAW K A, LOONEY J H. Quantitative and dynamic plant ecology (Third edition)[M]. London: Edward Arnold, 1985: 50-127.
- [14] 曾岳明,黄玉洁,周文春.大山峰沼泽地植物群落特征及物种多样性研究[J].浙江林业科技,2015,35(4):29-34.
- [15] 彭少麟.南亚热带森林群落动态学[M].北京:科学出版社:1996:84-93.
- [16] GREIG-SMITH P. The use of random and contiguous quadrats in the study of the structure of plant communities[J]. Ann Bot, 1952(16):293-316.
- [17] 宋萍,洪伟,吴承祯,等.珍稀濒危植物桫欏种群结构与动态研究[J].应用生态学报,2005,16(3):413-418.
- [18] 闫恩荣,王希华,施家月,等.木本植物萌枝生态学研究进展[J].应用生态学报,2005,16(12):2459-2464.
- [19] TREDICI P D. Sprouting in temperate trees: A morphological and ecological review[J]. Bot Rev, 2001, 67(2):121-140.
- [20] 贺金生,刘峰,陈伟烈.神农架地区米心水青冈萌枝过程的研究[J].植物生态学报,1998,22(5):385-391.
- [21] 贺金生,刘峰,陈伟烈,等.神农架地区米心水青冈林和锐齿槲栎林群落干扰历史及更新策略[J].植物学报,1999,41(8):87-89.
- [22] OHKUBO T. Structure and dynamics of Japanese beech (*Fagus japonica* Maxim.) stools and sprouts in the regeneration of the natural forests[J]. Vegetation, 1992(10):65-80.
- [23] 陈子林,潘德月,俞叶飞,等.浙江大盘山七子花萌枝特性及其对种群更新的影响[J].林业科技开发,2015,29(2):102-105.