

杭州植物园植物种类的调查与分析

高亚红, 吴 玲, 余金良, 卢毅军

(杭州植物园, 浙江 杭州 310013)

摘 要:对杭州植物园现有资源进行系统调查, 分析种类组成及种子植物的科属大小、分布区类型。结果显示, 杭州植物园的植物种类有 187 科 791 属 1 652 种 591 品种; 含 50 种以上的科有 5 个, 分别占属、种总数的 25.57% 和 25.21%, 10 种以下有 112 个, 占总科数的 71.79%; 含 5 种以上的属有 54 个, 其中 20 种以上的属有 4 个; 科的分布区类型以广布(31.4%)、泛热带(31.4%)为最多; 属的分布区以温带成分(53.9%)为最多, 其次为热带成分(41.0%), 中国特有属占 5.0%。

关键词:杭州植物园; 植物种类; 分布区类型; 引种

中图分类号: Q948.5

文献标志码: A

文章编号: 1001-7461(2013)03-0088-05

Investigation and Analysis on Plant Species in Hangzhou Botanical Garden

GAO Ya-hong, WU Ling, YU Jin-liang, LU Yi-jun

(Hangzhou Botanical Garden, Hangzhou, Zhejiang 310013, China)

Abstract: In order to provide reference for the introduction and replenishment of the missing species, comprehensive survey was carried out on the resources in Hangzhou Botanical Garden. Species composition, number of spermatophyte and distribution types were analyzed. There are 591 varieties, 1 652 species, 791 genus, and 187 families. Five families contain more than 50 species, accounting for 25.57% of the total number of genera and 25.21% of the total number of families. One hundred and twelve families contain less than 10 species, accounting for 71.79% of the total number of family. Fifty four genera contain more than 5 species, 4 genera contain more than 20 species. The areal types of families with wide spread (31.4%) and pantropical (31.4%) are the most. The areal type of genus with temperate (53.9%) is the most, followed by tropical (41%). Number of species endemic to China occupies 5%. Plant species characteristics, current problems and solutions were suggested.

Key words: Hangzhou Botanical Garden; plant species; distribution type; introduction

杭州植物园自建园以来, 与国内外同行进行了广泛种子、种苗交换; 从美国、日本、英国、加拿大、法国、德国等 48 个国家 369 个单位引进植物; 与国内 28 个省、市的 40 余家单位建立了种子、种苗交换关系, 至今已引进国内外植物 3 500 余种(含品种)^[1]。先后于 1963 年、1975 年、1984 年、1993 年、2003 年进行了植物普查, 汇编成 5 版植物名录。但对比引种名录, 现实中有相当部分植物种类已消失, 因此 2010 年对园区现有植物再进行系统调查, 以期今后的引种提供参考, 补充因人为原因而缺失的种类,

也为编写新版植物名录提供依据; 同时对种类组成及种子植物的科属大小、分布区类型进行分析, 为今后的引种指明方向。

1 自然概况

杭州植物园建于 1956 年, 是集种质保存、科学研究、科普教育、休闲娱乐为一体的地方性植物园。地处杭州西湖风景名胜区北侧, 30°15'N, 120°16'E, 占地 248.46 hm², 园内地势西北高、东南低, 海拔 10~165 m, 山丘、谷地和开阔阶地相间, 土壤为红壤和黄壤,

pH4.9~6.5,属亚热带季风气候区。自然植被主要是以苦槠(*Castanopsis sclerophylla*)、青冈(*Cyclobalanopsis glauca*)、石栎(*Lithocarpus glaber*)、木荷(*Schima superba*)、香樟(*Cinnamomum camphora*)、冬青(*Ilex chinensis*)为主的常绿阔叶林,以白栎(*Quercus fabri*)、麻栎(*Quercus acutissima*)、枫香(*Liquidambar formosana*)和化香(*Platycarya strobilacea*)、黄檀(*Dalbergia hupeana*)为主的落叶阔叶林,此外还有毛竹(*Phyllostachys heterocycla* var. *Pubescens*)林和含有常绿或落叶阔叶树种的马尾松(*Pinus massoniana*)林^[2]。

2 植物种类组成及统计分析

2.1 种类组成与变化

2.1.1 种类组成 根据调查结果整理统计,共计 187 科 791 属 1 652 种(含种下等级,下同)591 品种(表 1)。其中蕨类植物 31 科 44 属 76 种,裸子植物 9 科 33 属 67 种 17 品种,种类较少;被子植物有 147 科 714 属 1 509 种 574 品种,占 91.3%,具有绝对优势。

表 1 植物种类组成
Table 1 The composition of plant species

项目	科数	属数	种数	品种	(种数)比率/%
蕨类植物	31	44	76	0	4.6
裸子植物	9	33	67	17	4.1
双子叶植物	122	542	1169	512	70.7
单子叶植物	25	172	340	62	20.6
合计	187	791	1652	591	100

2.1.2 品种组成 目前杭州植物园有 591 个品种(表 2),占植物园种数 2 243(含种下等级及品种)的 26.35%,说明植物园的植物品种丰富,相比显示原生种种类并不够多,今后需加大野生种的比例。品种较多的山茶、梅、蜡梅、桂花、杜鹃、石蒜都建有专类园,以便更好的保存。其中杜鹃、石蒜部分品种为植物园自己培育的,保存价值较大。今后可结合专类园的改造提升,加大品种的引进数量,特别是单子叶的萱草、鸢尾、紫萼品种繁多,可建宿根花卉园。植物园属于城市建设系统,应对杭州的园林建设提供指导意义,尤其是仲夏后园内开花植物稀少,而很多宿根花卉正值盛花期,既可提高园区的观赏性,又可增加种类。

表 2 主要栽培品种数量统计
Table 2 The quantity statistics of the main cultivars

种类	数量	比率/%	种类	数量	比率/%
山茶	200	33.8	石蒜	10	1.7
梅	85	14.4	樱花	9	1.5
蜡梅	55	9.3	路易斯安娜鸢尾	8	1.3
茶梅	50	8.5	多倍体萱草	8	1.3
桂花	31	5.2	紫萼	7	1.2
杜鹃	17	2.9	铁线莲	6	1.0
桃	11	1.9	花菖蒲	5	0.8

2.1.3 种类变化 截止 2003 年,杭州植物园栽植植物种类有 223 科 1 209 属 3 458 种(含种下等级及品种,下同)^[3]。但目前保留的和近几年引种成活的,仅 187 科 791 属 2 243 种,包括在编 2003 版《杭州植物园植物名录》时未整理的蜡梅 55 个品种,因此近几年增加的有 3 科 32 属 153 种,种的成活率仅 61.18%,保存状况堪忧(表 3)。究其原因主要有 3 方面:一是一些课题引种的植物随课题结束,无人管理,流失较大;二是是一些国外引进的植物管理不善;三是每种引的数量较少,加之未繁殖,特别是草本植物流失较快。近 2 a 植物园加大了引种力度,投入更多的人力和财力,补充原先缺失的种类,已取得相应进展。

表 3 植物保存状况
Table 3 The plant conservation status

项目	科数	属数	种数(含品种)
引种	223	1 209	3 458
新增	3	32	208
现存	187	791	2 243
缺失	39	450	1 423
成活率/%	82.74	63.74	61.18

2.2 科的分析

2.2.1 科大小的分析 根据吴征镒^[4]、丁炳杨^[5]等资料,在科属分析时剔除了种下分类群,但在杭州植物园无原变种的 33 个种下等级视作种级看待,这样杭州植物园共有种子植物 156 科 747 属 1 543 种,按种数多少统计(表 4)。含 50 种以上的科有 5 科,计 191 属 389 种,分别占属、种总数的 25.57%和 25.21%。与浙江省植物区系的大科禾本科、菊科、豆科、蔷薇科、莎草科、唇形科基本吻合^[6]。含 31~50 种的有 5 科,计 50 属 189 种,占属、种总数的 7.50%和 14.26%。含 21~30 种的共 9 科,计 80 属 231 种,占属、种总数的 10.71%和 14.97%。可见,杭州植物园含 20 种以上的科共 21 科,计 327 属 840 种,虽然只占总科数的 13.46%,但占属、种总数的 43.78%和 54.443%,其种数具有数量上的优势,其中许多是构成本省地带性植被的主要成分,所含的科与浙江植物区系特点基本吻合,其中的壳斗科(Fagaceae)、樟科(Lauraceae)、山茶科(Theaceae)、冬青科(Aquifoliaceae)等的一些种类也是森林植被的优势种或建群种,收集的种类在植物园总数上占优势。今后可增加山矾科(Symplocaceae)、五加科(Araliaceae)、茜草科(Rubiaceae)、马鞭草科(Verbenaceae)、玄参科(Scrophulariaceae)、伞形科(Umbelliferae)的引种。

10 种以下有 112 科,占总科数的 71.79%,但种

数则较少,仅 397 种,占总种数的 25.73%,却集中了本省热带类型的科、属和一切古老孑遗属种。其中单种科有 28 科 28 种,包括银杏科(*Ginkgoaceae*),钟萼木科(*Bretschneideraceae*),连香树科(*Cercidiphyllaceae*),杜仲科(*Eucommiaceae*)等。

表 4 种子植物科的大小顺序排列

Table 4 The arrangement of seed plant families

种数分类	科名	属数/属	种数/种
>50 种(5 科)	1. 禾本科	56	126
	2. 蔷薇科	28	83
	3. 百合科	35	65
	4. 菊科	41	62
	5. 豆科	31	53
31~50 种(6 科)	6. 木兰科	9	50
	7. 山茶科	9	38
	8. 樟科	8	37
	9. 唇形科	21	33
	10. 忍冬科	6	31
21~30 种(10 科)	11. 壳斗科	3	31
	12. 景天科	2	27
	13. 大戟科	13	26
	14. 松科	9	25
	15. 木犀科	7	24
	16. 石蒜科	9	23
	17. 毛茛科	8	22
	18. 虎耳草科	12	21
	19. 冬青科	1	21
	20. 天南星科	11	21
16~20 种(5 科)	21. 蓼科	8	21
	22. 槭树科	1	20
	23. 荨麻科	7	18
	24. 金缕梅科	13	18
	24. 芸香科	10	18
	26. 玄参科	9	16
11~15 种(18 科)		124	231
6~10 种(25 科)		97	178
2~5 种(59 科)		128	191
1 种(28 科)28		28	

2.2.2 科的分布区类型分析 根据吴征镒《世界种子植物科的分布区类型系统》的划分^[7-8],杭州植物园种子植物 156 科中可归属于 15 个分布区类型(表 5)。属热带成分(2~7 项)的有 70 科,占总科数的44.9%,属温带成分(8~17 项)的有 37 科,占总科数的23.7%,以广布、泛热带和北温带分布占绝大部分。热带成分的山茶科(泛热带分布)、樟科(泛热带分布)、大戟科(*Euphorbiaceae*)(泛热带分布)、山矾科(热带亚洲-大洋州和热带美洲分布)和冬青科(东亚及热带南美间断分布),以及温带分布的壳斗科(南北温带间断分布),这些科的一些种类是亚热带森林植被的优势种或建群种。这些科在杭州植物园保存的数量占的比率较大,体现了地域特色。也栽培了一些较严格的热带科如桃金娘科(*Myrtaceae*)、野牡丹科(*Melastomataceae*)、胡椒科(*Piperaceae*)、罗汉松科

(*Podocarpaceae*)、姜科(*Zingiberaceae*)等。

表 5 种子植物科的分布区类型

Table 5 The areal-types of spermatophytic families

分布区类型	科数/科	百分比/%
1. 广布	49	31.4
2. 泛热带	49	31.4
3. 东亚及热带南美间断	12	7.7
4. 旧世界热带	3	1.9
5. 热带亚洲至热带大洋洲	4	2.6
7. 热带亚洲	2	1.3
8. 北温带	22	14.1
9. 东亚及北美洲间断	4	2.6
10. 旧世界温带	2	1.3
11. 温带亚洲	0	0
12. 地中海区、西亚至中亚	1	0.6
13. 中亚	0	0
14. 东亚	4	2.6
15. 中国特有	2	1.3
16. 南半球热带以外间断或星散分布	1	0.6
17. 热带非洲—热带美洲间断	1	0.6
合计	156	100

2.3 属的分析

2.3.1 属大小的分析 杭州植物园种子植物共有 747 属,含 5 种以上的属有 54 个(表 6)。20 种以上的属有 4 属 104 种,11~20 种有 7 属 110 种,5~10 种有 42 属 293 种。以上 54 属 507 种,分别占属、种总数的 7.2%和 32.9%。其中山茶属(*Camellia*)、冬青属(*Ilex*)、槭属(*Acer*)、木兰属(*Magnolia*)、含笑属(*Michelia*)、莢蒾属(*Viburnum*)所含种数较多,与其对应的科也较大。景天属(*Sedum*)由于引进国外的种类数量较多排前面,石蒜属(*Lycoris*)因有课题研究收集的较多。5 种以下的小属有 693 属 1036 种,占属、种总数的 92.8%和 32.86%,从属一级水平上反映了本区植物种类组成较为分散,属、种的多样性较高,这与浙江其它地区有类似之处^[9-11]。其中真正的单型属有银杏属(*Ginkgo*)、金钱松属(*Pseudolarix*)、福建柏属(*Fokienia*)、蕺菜属(*Houttuynia*)、青钱柳属(*Cyclocarya*)、南天竹属(*Nandina*)、防已属(*Sinomenium*)、血水草属(*Eomecon*)、钟萼木属(*Otophora*)、棣棠属(*Kerria*)、臭常山属(*Orixa*)、南酸枣属(*Choerospondias*)、山桐子属(*Idesia*)、香果树属(*Emmenopterys*)等。对比浙江植物区系特点,可增加珍珠菜属(*Lysimachia*)、铁线莲属(*Clematis*)、悬钩子属(*Rubus*)、藁草属(*Carex*)的引种。

2.3.2 属的分布区类型分析 根据吴征镒《种子植物分布区类型及其起源和分化》的划分^[12],杭州植物园种子植物 747 属可划分为 15 个分布区类型,即中国的所有类型在杭州植物园都有其代表(表 7)。

表 6 种子植物含 5 种以上属的大小顺序排列

Table 6 The arrangement of big genera of seed plants
containing more than 5 species

属数分类	属名	种数 /种	分布区 类型
>20 种(4 属)	1. 毛竹属	34	14(15)
	2. 景天属	26	8-4
	3. 山茶属	23	7a(14)
	4. 冬青属	21	2-1(→3)
11~20 种(7 属)	5. 槭属	20	8-4
	6. 含笑属	18	7a
	7. 莢蒾属	17	8(9)
	8. 木兰属	16	9
5~10 种(42 属)	9. 松属	15	8(→4)
	10. 石蒜属	12	14
	11. 蓼属	12	1
	12. 樱属	10	8
	13. 大戟属	10	1(2)
	14. 苦竹属	10	(14SJ)
	15. 悬钩子属	10	1(8-4)
	16. 卫矛属	9	1(8-4)
	17. 鸢尾属	9	8
	18. 山胡椒属	9	9
	19. 栎属	9	8-4
	20. 杜鹃属	9	8-4(14SH, 7d)
	21. 堇菜属	9	1(8-5)
	22. 栲属	8	9(7)
	23. 柿属	8	2
	24. 石楠属	8	9
	25. 蔷薇属	8	8
	26. 榕属	7	2
	27. 白蜡树属	7	8(9)
	28. 珍珠菜属	7	1(←14)
	29. 楝木属	7	8(9)
	30. 鹅耳枥属	6	8
	31. 紫荆属	6	8(9)
	32. 樟属	6	3
	33. 紫堇属	6	8(14→9)
	34. 青冈属	6	7
	35. 润楠属	6	7a-c(14)
	36. 新木姜子属	6	5
	37. 木犀属	6	9(10)
	38. 毛茛属	6	1(8—4)
	39. 狗尾草属	6	2(8-4)
	40. 绣线菊属	6	8
	41. 山矾属	6	2-1(3)
	42. 椴属	6	8
	43. 榆属	6	8(9)
	44. 紫金牛属	5	2(3)
	45. 天门冬属	5	4(10)
	46. 碎米荠属	5	1
	47. 苔草属	5	1
	48. 朴属	5	3
	49. 铁线莲属	5	1(8-4)
	50. 女贞属	5	10-1
	51. 海棠属	5	8
	52. 酢浆草属	5	1
	53. 冷水花属	5	2-2(3)
	54. 圆柏属	5	8-4

分布区类型	属数	百分比/%
1. 广布	58	/
2. 泛热带	83	13. 5
2-1 热带亚洲-大洋洲和热带美洲	7	1. 1
2-2 热带亚洲-热带非洲-热带美洲	7	1. 1
3. 东亚及热带南美间断	23	3. 7
4. 旧世界热带	28	4. 6
4-1 热带亚洲、非洲和大洋洲间断或星散分 布	3	0. 5
5. 热带亚洲至热带大洋洲	32	5. 2
6. 热带亚洲至热带非洲	10	1. 6
6-2 热带亚洲和东非或马达加斯加间断分布	3	0. 5
7. 热带亚洲	34	5. 5
7-1 爪哇,喜马拉雅间断或星散分布到华南、 西南	7	1. 1
7-2 热带印度至华南分布	2	0. 3
7-3 缅甸、泰国至华西南分布	3	0. 5
7-4 菲律宾、海南和台湾间断	10	1. 6
8. 北温带	61	9. 9
8-2 北极-高山分布	2	0. 3
8-4 北温带和南温带间断分布	49	8. 0
8-5 欧亚和南美洲温带间断	6	1. 0
9. 东亚及北美洲间断	58	9. 4
9-1 东亚和墨西哥间断分布	2	0. 3
10. 旧世界温带	29	4. 7
10-1 地中海区,西亚和东亚间断分布	12	2. 0
10-2 地中海区和喜马拉雅间断分布	2	0. 3
10-3 欧亚和南非	7	1. 1
11. 温带亚洲	9	1. 5
12. 地中海区、西亚至中亚	2	0. 3
12-2 地中海区至西亚或中亚和墨西哥或古 巴间断	1	0. 2
12-3 地中海区至温带-热带亚洲,大洋洲和/ 或北美南部至南美洲间断	1	0. 2
13. 中亚 0. 0		
13-2 中亚东部至喜马拉雅和中国西南部	1	0. 2
14. 东亚	38	6. 2
14SH 中国-喜马拉雅	6	1. 0
14SJ 中国-日本	45	7. 3
15. 中国特有	31	5. 0
中国没有分布为引种或逸生	75	/
合计	747	100. 0

广布有 58 属,木本植物有鼠李属(*Rhamnus*)、悬钩子属、铁线莲属和卫矛属(*Euonymus*)4 属,其他皆是草本,如蓼属(*Polygonum*)、碎米荠属(*Cardamine*)、莎草属(*Cyperus*)、珍珠菜属、香蒲属(*Typha*)等。

热带分布(2~7 项)共 252 属,占属总数(不包括广布的属和中国无分布的属,下同)41. 0%。其中以泛热带分布(2 项)为最多有 83 属,常见的木本有柿属(*Diospyros*)、榕属(*Ficus*)、木槿属(*Hibiscus*)、花椒属(*Zanthoxylum*)、紫珠属(*Callicarpa*)等,草本的有苧麻属(*Boehmeria*)、鸭跖草属(*Commeli-*

na)、马鞭草属(*Verbena*)等。其次是热带亚洲分布(7项)有34属,常见的有青冈属、含笑属、山茶属、润楠属(*Machilus*)、楠木属(*Phoebe*)等是浙江常绿阔叶林的重要成分。温带分布(8~14项)共325属,占总属数的53.9%。北温带及其变型共118属,是温带地理成分中最多的。其中北温带分布(8项)的属就有61属,木本植物多为落叶树种,如樱属(*Cerasus*)、鹅耳枥属(*Carpinus*)、海棠属(*Malus*)、荚蒾属(*Viburnum*)、榆属(*Ulmus*)、忍冬属(*Lonicera*)、胡桃属(*Juglans*)等,还有冷杉属(*Abies*)、松属(*Pinus*)、柏属(*Cupressus*)和红豆杉属(*Taxus*)等针叶树种,草本植物常见属有鸢尾属(*Iris*)、夏枯草属(*Prunella*)、剪秋罗属(*Lychnis*)、紫堇属(*Corydalis*)等。北温带和南温带间断分布(8-4项)有49属,常见属有景天属(*Sedum*)、槭属、栎属(*Quercus*)、垂柳属(*Salix*)、婆婆纳属(*Veronica*)、杜鹃花属(*Rhododendron*)等。东亚及北美洲间断分布(9项)的有木兰属(*Magnolia*)、石楠属(*Photinia*)、山核桃属(*Carya*)、鹅掌楸属(*Liriodendron*)、檫木属(*Sassafras*)、紫茎属(*Stewartia*)等58属。东亚分布及其变型共83属,在温带地理成分中排第2。其中全东亚分布(14项)38属,木本的种类如猕猴桃属(*Actinidia*)、南酸枣属(*Choerospondias*)、四照花属(*Dendrobenthamia*)、油桐属(*Vernicia*)、三尖杉属(*Cephalotaxus*)等,草本的有石蒜属(*Lycoris*)、射干属(*Belamcanda*)、地黄属(*Rehmannia*)、沿阶草属(*Ophiopogon*)等。中国-喜马拉雅(14SH项)有八角莲属(*Dysosma*)、八月瓜属(*Holboellia*)、冠盖藤属(*Pileostegia*)、石海椒属(*Reinwardtia*)、鞘柄木属(*Toricellia*)、玉山竹属(*Yushania*)等6属。中国-日本(14SJ项)有45属,如木通属(*Akebia*)、连香树属(*Cercidiphyllum*)、双花木属(*Disanthus*)、荷青花属(*Hylomecon*)、黄檗属(*Phellodendron*)等。

中国特有属(15项)有31个,占总属数的5.0%。有喜树属(*Camptotheca*)、明党参属(*Changium*)、蜡梅属(*Chimonanthus*)、青钱柳属(*Cyclocarya*)、珙桐属(*Davidia*)、银杏属(*Ginkgo*)、拟单性木兰属(*Parakmeria*)、石笔木属(*Tutcheria*)、七子花属(*Heptacodium*)、陀螺果属(*Meliiodendron*)等。

中国无野生分布为引种或逸生75属,主要为园艺化程度较高的种类,部分温室栽培,如夹竹桃属(*Nerium*)、百子莲属(*Agapanthus*)、雪片莲属(*Leucojum*)、虎眼万年青属(*Ornithogalum*)、银桦属(*Grevillea*)、竹节蓼属(*Homalocladium*)、紫露草属(*Tradescantia*)、丝兰属(*Yucca*)等。

3 结论与讨论

杭州植物园的植物种类有187科791属1652种591品种,其中蕨类植物31科44属76种,裸子植物9科33属67种17品种,被子植物有147科714属1509种574品种。

种子植物区系中优势科、属明显。含20种以上的科共21科,计327属840种,虽然只占总科数的13.46%,但占属、种总数的43.78%和54.443%,其种数具有数量上的优势,其中许多是构成本省地带性植被的主要成分,所含的科与浙江植物区系特点基本吻合。5种以下的小属有693属1036种,占属、种总数的92.8%和32.86%,反映了本区植物种类组成较为分散,属、种的多样性较高,这与浙江其它地区有类似之处。今后可对比浙江植物区系特点,加强重要科、属的引种。

科的分布区类型以广布(31.4%)、泛热带成分(31.4%)为最多;属的分布区以温带成分(53.9%)为最多,其次为热带成分(41.0%),中国特有属占5.0%。与浙江省^[14]相比,温带属稍高于全省的48.10%,北温带分布、东亚及北美间断分布、东亚分布更突出,其余则略低或相当;热带属数略低于全省的47.9%,其中泛热带分布和热带亚洲分布比例较高,其余则较低。植物区系地理和植物区系分区与植物的引种驯化关系颇为密切^[14]。因为植物的现代分布是长期历史形成的,是植物与其分布区内的环境条件长期相适应的结果,植物的地理分布往往可以反映出其生态习性和对环境条件的要求^[15]。虽然杭州植物园收集了浙江省野生种类的1/4,但在今后的引种过程中,应当加强浙江野生资源的引进,并对比相近的植物区系,选择地理或气候条件相近的区域,以提高成功率。

参考文献:

- [1] 余金良,卢毅军,高亚红,等.杭州植物园珍稀濒危植物的迁地保护现状调查[J].杭州师范大学学报:自然科学版,2010,9(3):172-177.
YU J L, LU Y J, GAO Y H, et al. Current situation investigation on ex situ conservation for rare and endangered plant in Hangzhou Botanical Garden[J]. Journal of Hangzhou Normal University: Natural Science Edition, 2010, 9(3): 172-177. (in Chinese)
- [2] 裘宝林,朱秋桂.杭州植物园野生维管植物调查[J].浙江林业科技,1999,19(3):75-78.
QIU B L, ZHU Q G. Investigation of wild tracheophytes in Hangzhou Plant Garden[J]. Journal of Zhejiang Forestry Science and Technology, 1999, 19(3): 75-78. (in Chinese)

(下转第107页)

[12]

原牡丹,侯智霞,翟明普,等. IAA 分解代谢相关酶(IAAO、POD)的研究进展[J]. 中国农学通报,2008,24(8):88-92.
YUAN M D,HOU Z X,ZHAI M P,*et al.* The research advances on indole-3-acetic acid(IAA) catabolism related enzymes;IAA oxidase(IAAO), peroxidase(POD)[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2008, 24(8): 88-92. (in Chinese)

[13]

扈红军,曹帮华,尹伟伦,等. 不同处理对欧榛硬枝扦插生根的影响及生根过程中相关氧化酶活性的变化[J]. 林业科学, 2007,43(12):70-75.
HU H J,CAO B H,YIN W L,*et al.* Effects of different treatments on hardwood-cutting rooting and related oxidase activity changes during rooting of *Corylus avellana* [J]. Scientia Silvae Sinicae,2007,43(12):70-75. (in Chinese)

[14]

刘玉民,刘亚敏,马明,等. 马尾松扦插生根过程相关生理生化分析[J]. 林业科学,2010,46(9):28-33.
LIU Y M,LIU Y M,MA M,*et al.* Analysis of relevant physiological and biochemical characteristics of *Pinus massoniana* during cuttings rooting[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2010, 46(9):28-33. (in Chinese)

[15]

宋金耀,何文林,李松波,等. 毛白杨嵌合体扦插生根相关理化特性分析[J]. 林业科学,2001,37(5):64-67.
SONG J Y,HE W L,LI S B,*et al.* Analysis of physiological and biochemical characteristics related to cutting and rooting of chimera in *Populus tomentosa* Carr. [J]. Scientia Silvae Sinicae. 2001,37(5):64-67. (in Chinese)

[16]

BASSUK N L,HUNTER L D,*et al.* The apparent of polyphenol oxidase and phlorizin in the production of apple rooting factors[J]. J. Hort. Sci. ,1981,56(4):3-13.

[17]

黄卓烈,李明,詹福建,等. 不同生长素处理对桉树无性系插条氧化酶活性影响的比较研究[J]. 林业科学,2002,38(4):46-52.
HUANG Z L,LI M,ZHAN F J,*et al.* Study on the comparison of the changes of oxidase activities in *Eucalyptus* cuttings treated with different auxins[J]. Scientia Silvae Sinicae. 2002, 38(4):46-52. (in Chinese)

[18]

马振华,赵忠,张晓鹏,等. 四倍体刺槐扦插生根过程中氧化酶活性的变化[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2007,35(7):85-89.
MA Z H,ZHAO Z,ZHANG X P,*et al.* Studied on the oxidation enzymes activities in the periods of making roots in the green branch of *Robinia pseudoacacia* [J]. Journal of Northwest A&F University;Nat. Sci. Ed. ,2007,35(7):85-89. (in Chinese)

[19]

李明,黄卓烈,谭绍满,等. 难易生根桉树多酚氧化酶、吲哚乙酸氧化酶活性及其同工酶的比较研究[J]. 林业科学研究, 2000,13(5):493-500.
LI M,HUANG Z L,TAN S M,*et al.* Comparison on the activities and isoenzymes of polyphenol oxidase and indoleacetic acid oxidase of different- and easy- to-root *Eucalyptus* species [J]. Forest Research. 2000,13(5):493-500. (in Chinese)

[20]

王小玲. 四倍体刺槐插条不定根发生的生理生化基础研究[D]. 杨陵:西北农林科技大学,2012.

(上接第 92 页)

[3]

胡绍庆. 杭州植物园植物名录[M]. 杭州:浙江大学出版社, 2003.

[4]

吴征镒. 中国被子植物科属综论[M]. 北京:科学出版社,2004.

[5]

丁炳扬,陈根荣,程秋波,等. 浙江凤阳山自然保护区种子植物区系的统计分析[J]. 云南植物研究,2000,22(1):27-37.
DING B Y,CHEN G R,CHENG Q B,*et al.* Atistics and analyses of seed plants of Fengyangshan Nature Reserve in Zhejiang Province[J]. Acta Botanica Yunnanica,2000,22(1):27-37. (in Chinese)

[6]

郑朝宗. 浙江植物区系的特点[J]. 杭州大学学报:自然科学版, 1987,14(3):348-361.
ZHENG C Z. Characteristics of Zhejiang Flora[J]. Journal of Hangzhou University Natural Science Edition, 1987, 14(3): 348-361.

[7]

吴征镒,周浙昆,李德铎,等. 世界种子植物科的分布区类型系统[J]. 云南植物研究,2003,25(3):245-257.
WU Z Y,ZHOU Z K,LI D Z,*et al.* Areal-types of the world families of seed plants[J]. Acta Botanica Yunnanic,2003,25(3):245-257. (in Chinese)

[8]

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.

[9]

金明龙. 新昌县种子植物区系的研究[J]. 浙江大学学报:理学版,2004,31(1):95-102.
JIN M L. Analysis of the floras of seed-plants in Xinchang, Zhejiang Province[J]. Journal of Zhejiang University Science Edition,2004,31(1):98-102. (in Chinese)

[10]

梅笑漫. 丽水白云山种子植物区系的研究[J]. 植物研究, 2004,24(1):27-34.
MEI X M. A study on the flora of seed plants in Baiyun Mountain of Lishui[J]. Bulletin of Botanical Research,2004, 24(1):27-34. (in Chinese)

[11]

金则新,朱文文. 浙江省仙居县种子植物区系研究[J]. 西北林学院学报,2007,22(1):38-42.
JIN Z X,ZHU W W. Floristic study on seed plants of Xianju County in Zhejiang Province[J]. Journal of Northwest Forestry University,2007,22(1):38-42. (in Chinese)

[12]

吴征镒. 种子植物分布区类型及其起源和分化[M]. 昆明:云南科技出版社,2006.

[13]

段俊喜. 秦岭木本植物区系特征及植物引种[C]//中国植物园协会. 植物引种驯化集刊(第八集). 北京:科学出版社, 1993:17-29.

[14]

唐宇力,章银柯,黎念林,等. 浙江省木本植物区系特征及其与引种驯化的关系[J]. 亚热带植物科学,2006,35(1):60-63.
TANG Y L,ZHANG Y K,LI N L,*et al.* The features of Zhejiang ligneous flora and its relations with plant introduction and domestication[J]. Subtropical Plant Science,2006.35(1): 60-63. (in Chinese)

[15]

王景祥,郑朝宗. 浙江植物区系[M]//章绍尧,丁炳扬. 浙江植物志(总论卷). 杭州:浙江科学技术出版社,1993:8-23.