

观赏蕨类引种栽培及其物候期的观察

曾汉元, 邱 昆, 张清政, 肖 红

(怀化学院 生物工程系, 湖南 怀化 418008)

摘 要: 对中华水韭、福建观音座莲、华南紫萁、西南凤尾蕨、剑叶铁角蕨、翅轴蹄盖蕨、东方荚果蕨、同形鳞毛蕨、圆顶耳蕨等 30 种蕨类进行了引种栽培和物候期观察。结果表明: (1) 引种成活率高; (2) 管理粗放; (3) 多数种类四季常青, 形态优美, 具有较高的观赏价值, 能够在怀化市安全越冬, 值得在亚热带地区开发利用; (4) 华南紫萁、小黑桫椤、光蹄盖蕨、长江蹄盖蕨、翅轴蹄盖蕨、三相蕨、同形鳞毛蕨、圆顶耳蕨、镰羽贯众等 9 种蕨类在展叶时, 同时长出孢子囊; (5) 多数蕨类的孢子囊在长出后 1 个月左右发育成熟; (6) 在叶开始萌动时引种栽培的蕨类, 当年的营养叶萌发期和展叶期都推迟半个月左右, 但孢子囊群的出现期和成熟期不受影响; (7) 不同蕨类的孢子囊群形成期具有差异性, 同种蕨类的孢子囊群形成期具有相对稳定性, 因此, 可以作为鉴别物种的依据之一。建议在编写、修订《中国植物志》和地方植物志时增加蕨类孢子囊群形成期的描述。

关键词: 蕨类植物; 观赏植物; 引种; 栽培; 物候期

中图分类号: S682.35, Q945.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2008)01-0086-05

Phenophase observation and introduction and cultivation of ornamental ferns

ZENG Han-Yuan, QIU Kun, ZHANG Qing-Zheng, XIAO Hong

(Department of Biological Engineering, Huaihua College, Huaihua 418008, China)

Abstract: The introduction and culture of 30 ferns are researched. They are *Isoetes sinensis*, *Angiopteris fokiensis*, *Osmunda vachellii*, *Pteris wallichiana*, *Asplenium ensiforme*, *Athyrium caudiforme*, *Matteuccia orientalis*, *Dryopteris uniiformis*, *Polystichum dielsii*, etc. The results showed: (a) the introduced ornamental ferns have very high survival rate; (b) they can be supervise easily; (c) most of them are evergreen and graceful, and have higher ornamental value. They can overwinter safely in Huaihua city so long as the temperature below zero in winter which never last 1 week or more. Hence, these ferns are worth exploiting in subtropical zone; (d) nine ferns (*Osmunda vachellii*, *Alphophila metteniana*, *Athyrium otophorum*, *Athyrium iseanum*, *Athyrium caudiforme*, *Ctenitopsis sinii*, *Dryopteris uniiformis*, *Polystichum dielsii*, *Cyrtomium balansae*) yield sporangium as soon as they expand leaf; (e) the sporangium of most of the ferns becomes ripe after 30-40 days' development; (f) the periods of foliage leaf germination and expansion will be postponed half a month also if they are introduced and cultivated after germinating. But the appearance time and ripeness time of sorus remains changeless; (g) the sorus periods of different species are different. Nevertheless, they are relative stable in the same species and therefore can be used as one of the evidences of differentiation. We propose that the ferns sorus periods should be put in the revisal Flora Reipublicae Popularis Sinicae and local floras.

Key words: ferns; ornamental plant; introduction; cultivation; phenophase

我国蕨类植物资源十分丰富, 有 2 600 多种, 占全世界 12 000 种的 1/5 强, 其中许多种类形态十分

优美, 具有较高的观赏价值。蕨类之美在于: 高雅飘逸的体态、碧绿青翠的叶色、美丽的羽片图案、精巧

收稿日期: 2006-03-07 修回日期: 2006-12-02

基金项目: 怀化学院重点科研项目(03A005); 湖南省普通高校青年骨干教师培养基金(2005)[Supported by Key Item of Scientific Research foundation of Huaihua College(03A005); Personnel Training Foundation for Distinguished Young Teachers in High Schools of Hunan Province(2005)]

作者简介: 曾汉元(1966-), 男, 湖南绥宁人, 硕士, 副教授, 从事植物学教学和科研工作, (E-mail) zenghanyuan@163.com.

别致的脉序、变化多样的孢子囊群。蕨类植物保持了大自然的健康美, 虽婀娜多姿却毫无矫揉造作的病态美或人工美(吴兆洪, 1995)。蕨类既适宜盆栽作室内观叶植物, 又可作庭园景观栽植, 还可制作鲜、干切叶配置插花等。随着人们生活水平的提高, 各类千姿百态的蕨类植物, 以其耐荫的生长习性和清新的格调终将博得众人的喜爱。我们在蕨类植物资源调查中, 对形态优美的种类进行引种栽培, 观察

和记录它们的物候期, 旨在为观赏蕨类资源的开发利用以及蕨类植物志的编写和修订积累资料。

1 材料与方法

1.1 引种方法

蕨类植物引种主要有引种活植株和采集孢子两种方法。在活植株引种时要注意保湿并带些母土,

表 1 怀化学院生物园引种栽培蕨类的成活率

Table 1 Survival rate of the ferns introduced and cultivated in the garden of Huaihua College

种名 Species	引种时间 Introduction time	引种地点 Collecting locality	生境 Habitat	引种数量 Introduction amounts	成活数量 Survival amounts	成活率 Survival rate
中华水韭 <i>Isoetes sinensis</i>	2003.7	通道县	浅塘中、沼泽地	6	6	100
福建观音座莲 <i>Angiopteris fokiensis</i>	2003.3	通道县	溪边常绿阔叶林下	20	20	100
华南紫萁 <i>Osmunda vachellii</i>	2003.3	通道县	溪边常绿阔叶林下	12	12	100
金毛狗 <i>Cibotium barometz</i>	2003.3	通道县	山麓沟边	35	30	85.7
小黑桫椤 <i>Alsophila metteniana</i>	2003.3	通道县	溪边林下铜矿土上	15	6	40.0
凤尾蕨 <i>Pteris cretica</i>	2003.10	怀化市郊	石灰岩缝或林下	10	8	80
西南凤尾蕨 <i>P. wallichiana</i>	2003.3	通道县	溪沟边、乱石堆中	10	10	100
蜈蚣草 <i>P. vittata</i>	2003.10	怀化市郊	废旧墙壁上	20	20	100
溪边凤尾蕨 <i>P. excelsa</i>	2003.10	怀化市郊	溪沟边疏林下	10	10	100
铁线蕨 <i>Adiantum capillus-veneris</i>	2004.1	石门县	水沟边的岩石旁	80	61	76.3
剑叶铁角蕨 <i>Asplenium ensiforme</i>	2003.11	通道县	林下石壁上苔藓丛中	30	27	90
铁角蕨 <i>A. trichomanes</i>	2003.12	通道县	林下阴湿岩石上	30	26	86.7
光蹄盖蕨 <i>Athyrium otophorum</i>	2004.3	溆浦县	溪边湿地	20	20	100
长江蹄盖蕨 <i>A. iseanum</i>	2004.3	洪江市	溪边	26	26	100
翅轴蹄盖蕨 <i>A. caudiforme</i>	2004.2	洪江市	小溪边	30	29	96.7
普通假毛蕨 <i>Pseudocyclosorus subochthodes</i>	2004.1	石门县	水沟边	10	10	100
东方荚果蕨 <i>Matteuccia orientalis</i>	2004.1	洪江市	高山疏林下	10	10	100
乌毛蕨 <i>Blechnum orientale</i>	2003.3	怀化市郊	灌丛中或溪边	20	20	100
荚蕨 <i>Struthiopteris eburnea</i>	2003.12	石门县	石灰岩	20	20	100
薄叶双盖蕨 <i>Diplazium pinfaense</i>	2003.12	石门县	常绿阔叶林下	20	20	100
三相蕨 <i>Ctenitopsis sinii</i>	2003.3	通道县	常绿阔叶林下	20	20	100
肾蕨 <i>Nephrolepis auriculata</i>	2003.3	怀化市郊	路边石缝	40	40	100
短肠蕨 <i>Allantodia metteniana</i>	2004.1	石门县	常绿阔叶林下	20	16	80
同形鳞毛蕨 <i>Dryopteris uniiformis</i>	2004.1	洪江市	阴湿灌丛中	17	17	100
圆顶耳蕨 <i>Polystichum dielsii</i>	2004.3	镇远县	林下石缝中	40	32	80
对马耳蕨 <i>P. mayebarae</i>	2003.12	通道县	林下沟边或石缝	20	20	100
镰羽贯众 <i>Cyrtomium balansae</i>	2003.10	怀化市郊	石灰岩缝, 墙缝	20	20	100
胄叶线蕨 <i>Colysis hemitoma</i>	2003.12	通道县	常绿阔叶林下	20	20	100
矩圆线蕨 <i>C. henryi</i>	2003.12	通道县	常绿阔叶林下	20	20	100
水龙骨科 <i>Polypodiodes niponica</i>	2003.12	通道县	附生于溪边石上	30	5	16.7

孢子采集则用信封分装。具体引种方法参阅有关专著(曾宋君等, 2002; 石雷, 2002; 邵莉楣, 1994)。本试验采用活植株引种法。所引种的 30 种蕨类都种植在怀化学院生物园大棚内。根据引种蕨类生境的土生、石生或水生等特点, 选用不同的栽培基质。

1.2 物候期观察方法

引种蕨类的物候期观察每周进行 1 次, 记录的内容有: 营养叶萌发、展叶、孢子囊群出现、孢子囊群

成熟、越冬情况等。检验孢子囊群是否成熟采用肉眼观察结合镜检进行。

2 结果与分析

2.1 引种栽培蕨类的成活情况

引种栽培的 30 种蕨类的中名、学名、引种时间、地点、生境、引种数量和成活率等见表 1。结果表

明:(1)除水龙骨、小黑桫欏的引种成活率较低外,其它种类的成活率都很高。(2)一年四季均可引种。

2.2 引种栽培蕨类在怀化市的物候期

引种栽培蕨类在怀化市的物候期如表 2。结果表明:(1)中华水韭、东方荚果蕨、蜈蚣草、光蹄盖蕨、长江蹄盖蕨、翅轴蹄盖蕨等 6 种蕨类在冬季时地上部分枯萎,其它种类均为常绿植物。(2)在蕨类的叶开始萌动时再引种栽培(如 3 月份引种),会使当年的营养叶萌发期和展叶期都推迟半个月左右,但孢子囊群的出现期和成熟期不受影响。(3)孢子囊群形成期具有相对稳定性。(4)多数蕨类的孢子囊在

长出后 1 个月左右发育成熟。但金毛狗和溪边凤尾蕨的孢子囊出现后要经过 3 个月左右的发育才成熟。(5)华南紫萁的孢子囊发生期最长,它在 4 月中下旬展叶时开始出现孢子叶,以后陆续有新的孢子叶形成,一直持续到 10 月下旬。(6)三相蕨、华南紫萁、小黑桫欏、光蹄盖蕨、长江蹄盖蕨、翅轴蹄盖蕨、同形鳞毛蕨、圆顶耳蕨、镰羽贯众等 9 种蕨类在展叶时,同时长出了孢子囊群。(7)对马耳蕨、短肠蕨和肾蕨在引种后的两年内均未长出孢子囊群。金毛狗在两年内未出现孢子囊群,直到第三年才有少数植株长出了孢子囊群。

表 2 引种栽培蕨类在怀化市的物候期

Table 2 Phenophase of the introduced and cultivated ferns in Huaihua City

种名 Species	栽培日期 Cultivate time	营养叶萌发 Germination of foliage leaf	展叶 Leaf expansion	孢子囊群出现 Appearance time of sorus	孢子囊群成熟 Ripeness time of sorus	越冬情况 Overwinter status
<i>Isoetes sinensis</i>	2003. 7. 12	3 月上旬	3 月下旬	5 月上旬陆续出现 直至 8 月上旬	长出后 1 个月左右	夏绿
<i>Angiopteris fokiensis</i>	2003. 3. 6	3 月上旬	3 月下旬	同上	长出后 1 个月左右	常绿
		4. 1~4. 28	5. 1~5. 12	7 月上旬	8 月中旬	
		3. 20~4. 10 *	4. 22~5. 7	7 月上旬	8 月中旬	
<i>Osmunda vachellii</i>	2003. 3. 6	3. 20~4. 8	4. 20~5. 6	7 月上旬	8 月中旬	常绿
		3 月中、下旬	4 月中旬	4. 20~10. 20	新孢子囊群 1 个月 左右即成熟	
		3 月下旬	4 月下旬	4. 18~10. 20		
<i>Cibotium barometz</i>	2003. 3. 6	3 月下旬	4 月下旬	4. 25~10. 20		常绿
		4. 10~5. 10	5. 1~5. 25	未见	未见	
		3. 12~3. 22	4 月下旬	未见	未见	
<i>Alsophila metteniana</i>	2003. 3. 6	3 月中旬	4 月下旬	少数植株 7 月上 旬出现孢子囊群	10 月上旬	常绿
		5 月上旬	5 月下旬	5 月下旬	6 月中旬	
		4 月下旬	5 月中旬	5 月下旬	6 月上旬	
<i>Pteris cretica</i>	2003. 10. 20	4 月下旬	5 月中旬	5 月下旬	6 月上旬	常绿
		4 月上旬	5 月中旬	6 月上旬	7 月上旬	
<i>P. wallichiana</i>	2003. 3. 6	4 月上旬	5 月中旬	6 月上旬	7 月上旬	常绿
		3. 28~4. 16	5 月上旬	5 月中旬	6 月中旬	
		4 月上旬	5 月上旬	5 月中旬	6 月中旬	
<i>P. vittata</i>	2003. 10. 20	4 月上旬	5 月上旬	5 月中旬	6 月中旬	夏绿
		3 月上旬	4 月上旬	5 月上旬	5 月下旬	
<i>P. excelsa</i>	2003. 10. 20	3 月上旬	4 月上旬	7 月中旬	10 月上旬	常绿
<i>Adiantum capillus-veneris</i>	2004. 1. 2	3 月上旬	3 月下旬	4 月下旬	5 月下旬	常绿
		3 月上旬	3 月下旬	4 月下旬	5 月下旬	
<i>Asplenium ensiforme</i>	2003. 11. 20	3 月上旬	3 月下旬	5 月中旬	7 月上旬	常绿
		3 月上旬	3 月下旬	5 月中旬	7 月上旬	
<i>A. trichomanes</i>	2003. 12. 20	3 月上旬	3 月下旬	5 月中旬	7 月上旬	常绿
		3 月上旬	3 月下旬	5 月中旬	7 月上旬	
<i>Athyrium otophorum</i>	2004. 3. 20	3 月上旬	3 月下旬	5 月中旬	7 月上旬	夏绿
		3 月下旬	4 月下旬	4 月下旬	6 月上旬	
<i>A. iseianum</i>	2004. 3. 20	3 月中旬	4 月下旬	4 月下旬	6 月上旬	夏绿
		3 月下旬	4 月下旬	4 月下旬	6 月上旬	
<i>A. caudiforme</i>	2004. 2. 11	3 月中旬	4 月下旬	4 月下旬	6 月上旬	夏绿
		3 月下旬	4 月下旬	4 月下旬	6 月上旬	

续表 2

种名 Species	栽培日期 Cultivate time	营养叶萌发 Germination of foliage leaf	展叶 Leaf expansion	孢子囊群出现 Appearance time of sorus	孢子囊群成熟 Ripeness time of sorus	越冬情况 Overwinter status
<i>Pseudocyclosorus subochthodes</i>	2004. 1. 2	3 月中旬	4 月下旬	7 月上旬	8 月下旬	常绿
<i>Matteuccia orientalis</i>	2004. 1. 15	3 月中旬	4 月下旬	7 月上旬	8 月下旬	夏绿
		3 月下旬	4 月下旬	6 月上旬	8 月上旬	
<i>Blechnum orientale</i>	2003. 3. 6	4. 10~5. 8	4. 25~5. 16	7 月上旬	7 月下旬	常绿
		3. 20~3. 30	4. 16~4. 26	7 月上旬	7 月下旬	
<i>Struthiopteris eburnea</i>	2003. 12. 20	3 月下旬	4 月下旬	7 月上旬	7 月下旬	常绿
		3 月中下旬	4 月中下旬	7 月上旬	8 月下旬	
<i>Diplazium pinfaense</i>	2003. 12. 20	3 月中旬	4 月中下旬	7 月上旬	8 月下旬	常绿
		3. 28~4. 10	4. 15~4. 26	5 月下旬	6 月下旬	
<i>Ctenitopsis sinii</i>	2003. 3. 6	4 月上旬	4 月中旬	5 月下旬	6 月下旬	常绿
		3. 30~4. 6	4. 20~5. 1	4. 9~4. 15	6 月上旬	
<i>Nephrolepis auriculata</i>	2003. 3. 6	3. 15~3. 20	4. 15~4. 25	3. 26~4. 5	6 月上旬	常绿
		3 月中旬	4 月中旬	3 月下旬	6 月上旬	
<i>Allantodia metteniana</i>	2004. 1. 2	4 月上旬	4 月下旬	未见	未见	常绿
		3. 10~3. 30	3. 28~4. 10	未见	未见	
<i>Dryopteris uniiformis</i>	2004. 1. 15	3 月中旬	4 月上旬	未见	未见	常绿
		4 月下旬	5 月中旬	未见	未见	
<i>Polystichum dielsii</i>	2004. 1. 15	3. 16~3. 20	4. 15~4. 20	4. 20~5. 16	6 月上旬	常绿
		3 月中旬	4 月中旬	4 月下旬	6 月上旬	
<i>P. mayebarae</i>	2004. 3. 20	3 月下旬	4 月下旬	4 月下旬	6 月上旬	常绿
		3 月中旬	4 月下旬	4 月下旬	6 月上旬	
<i>Cyrtomium balansae</i>	2003. 12. 6	3 月下旬	4 月中下旬	7 月上旬	9 月上旬	常绿
		3 月中旬	4 月中下旬	7 月上旬	9 月上旬	
<i>Colysis hemitoma</i>	2003. 10. 6	3 月上旬	4 月下旬	4 月下旬	5 月中、下旬	常绿
		3 月上旬	4 月下旬	4 月下旬	5 月中、下旬	
<i>C. henryi</i>	2003. 12. 20	5 月上旬	6 月上旬	未见	未见	常绿
		5 月上旬	6 月上旬	未见	未见	
<i>Polypodiodes niponica</i>	2003. 12. 20	4 月下旬	5 月中旬	6 月下旬	7 月下旬	常绿
		4 月下旬	5 月中旬	6 月下旬	7 月下旬	
	2003. 12. 20	4 月上旬	5 月上旬	8 月上旬	9 月上旬	常绿
		4 月上旬	5 月上旬	8 月上旬	9 月上旬	

* 注: 仅有 2 个数据的, 为 2004~2005 年的观察结果, 有 3 个数据的, 则为 2003~2005 年的观察结果。

3 讨论

(1) 多数蕨类的引种成活率高, 但小黑桫椤和水龙骨科的引种成活率较低, 可能原因是: 小黑桫椤生长在铜矿土上, 水龙骨科附生于岩石上, 在采集过程中很易受伤; 加之栽培基质不合适、空气湿度不够, 从而影响了成活率。其它种类的成活率都很高, 主要原因可能是它们是土生种类并且具有较粗的根状茎或其它贮藏器官。(2) 从蕨类植物的引种时间来看, 一年四季均可引种, 只要引种后遮荫和经常喷水保湿就能成活。有粗壮根状茎的蕨类很容易成活。但引种时间还是以秋冬季和早春的蕨类生长“停滞期”为佳, 因为此时引种可以不作保湿处理, 并且许多种子植物已经落叶或者枯萎, 易于发现蕨类植物。(3) 在

蕨类植物的引种栽培和管理方面, 有以下几点值得注意: (a) 引种栽培时要带些母土。因为: 拟蕨类和厚囊蕨类几乎全部具有 VA 菌根, 薄囊蕨类约 25% 的种类具有 VA 菌根。VA 菌根对于蕨类植物的营养和适应性具有十分重要的意义(赵之伟, 1997, 1998a, b)。因此, 引种时带些母土可提高成活率和促进生长发育。(b) 要尽可能地给引种蕨类创造与自然生境相似的栽培条件。从蕨类植物的生态类型来看, 有土生、石生、湿生、附生、旱生和水生; 从生境的酸碱度来看, 多数蕨类适宜生长在弱酸性和酸性的土壤中, 也有部分蕨类需要弱碱性环境, 还有的适宜生长在钙质土中; 从所需要的光照强度来看, 多数蕨类耐阴, 但也有喜阳。在蕨类引种栽培时, 所有这些条件尽可能地满足。(c) 蕨类生长的适宜温度为 15~24 °C(曾汉元等, 2004), 相对湿度为 60%~

90% (贺军辉等, 1996), 因此, 在炎热的夏季要注意遮荫, 空气干燥时要喷水保湿。(4) 在所引种的 30 种蕨类植物中, 以福建观音座莲、华南紫萁、金毛狗、西南凤尾蕨、蜈蚣草、溪边凤尾蕨、铁线蕨、剑叶铁角蕨、光蹄盖蕨、长江蹄盖蕨、翅轴蹄盖蕨、铁角蕨、东方荚果蕨、荚囊蕨、肾蕨、同形鳞毛蕨、圆顶耳蕨和对马耳蕨等 18 种蕨类的观赏价值尤高, 又能在怀化市安全越冬, 值得在亚热带地区推广应用。(5) 在种子植物引种理论方面, 有多种假说, 如: 达尔文的“遗传变异学说”、米丘林的“风土驯化学说”、迈依尔的“气候相似论”、库里基阿索夫的“生态历史分析法”、鲁萨诺夫的“专属引种法与优势种法”、贺善安的“生境因子分析法”、谢寿福的“协调统一原则”等等 (谢孝福, 1994)。在这些理论中, 我们认为“气候相似论”和“协调统一原则”更适用于指导蕨类植物的引种栽培工作。(6) 目前, 我国出版的《中国植物志》及《地方植物志》中, 有种子植物开花期和结实期的描述, 却没有蕨类植物孢子囊形成期的描述。本研究表明, 每种蕨类植物的孢子囊群形成期与种子植物的开花结实期一样, 具有相对稳定性, 可以作为鉴别物种的依据之一。因此, 在编写和修订《中国植物志》

和地方植物志时, 应增加孢子囊群形成期的描述。

参考文献:

- 石雷. 2002. 观赏蕨类[M]. 北京: 中国林业出版社
- 邵莉楣. 1994. 观赏蕨类的栽培与用途[M]. 北京: 金盾出版社
- 吴兆洪. 1995. 续谈我国观赏蕨类的发展[J]. 广西植物, 15(1): 96-97
- 谢孝福. 1994. 植物引种学[M]. 北京: 科学出版社
- 曾宋君, 邢福武. 2002. 观赏蕨类[M]. 北京: 中国林业出版社
- He JF (贺军辉), Lin F (林峰). 1996. Wild ornamental ferns and their utilization in Hunan Province (湖南野生观赏蕨类资源及其栽培利用初探)[J]. *Acta Hort Sin* (园艺学报), 23(4): 379-383
- Zeng HY (曾汉元), Ding BY (丁炳扬). 2004. Observations on the spore germination and prothallium development of ferns (蕨类植物孢子萌发与原叶体发育观察)[J]. *J Wuhan Bot Res* (武汉植物学研究), 22(4): 368-372
- Zhao ZW (赵之伟), Du G (杜刚). 1997. Study on the VA mycorrhiza of Eusporangiate plants (厚囊蕨类植物 VA 菌根的初步研究)[J]. *Acta Bot Yunnan* (云南植物研究), 19(4): 387-390
- Zhao ZW (赵之伟). 1998. Vesicular arbuscular mycorrhizae of Pteridophytes (蕨类植物的 VA 菌根)[J]. *J Yunnan Univ (Nat Sci)* (云南大学学报·自然科学版), 20(2): 97-100
- Zhao ZW (赵之伟). 1998. VA mycorrhizal fungi in the rhizosphere soil of tropical and subtropical Pteridophytes in Yunnan (云南热带亚热带蕨类植物根际土壤中的 VA 菌根真菌)[J]. *Acta Bot Yunnan* (云南植物研究), 20(2): 183-192
- [J]. *Acta Bot Yunnan* (云南植物研究), 1(1): 90-105
- Kitao M, Lei TT, Koike T, et al. 2000. Susceptibility to photoinhibition of three deciduous broad-leaf tree species with different successional traits raised under various light regimes[J]. *Plant, Cell and Environ*, 23: 81-89
- Le Duc M G, Havill D C. 1998. Competition between *Quercus petraea* and *Carpinus betulus* in an ancient wood in England: seedling survivorship[J]. *J Veg Sci*, 9: 873-880
- Li Q K, Ma K P. 2003. Factors affecting establishment of *Quercus liaotungensis* Koidz. Under mature mixed oak forest overstory and in shrubland[J]. *For Ecol Manage*, 176: 133-146
- Lorimer C G, Chapman J W, Lambert W D. 1994. Tall understorey vegetation as a factor in the poor development of oak seedlings beneath mature stands[J]. *J Ecol*, 82: 227-237
- McGee C E. 1975. Change in forest canopy affects phenology and development of northern red and scarlet oak seedlings[J]. *For Sci*, 21: 175-179
- Su WH (苏文华), Zhang GF (张光飞), Zhang C (张诚). 2001. Biological and ecological studies on seed germination of *Cyclobalanopsis glaucoides* (滇青冈种子萌发的生态生物学研究)[J]. *Seed* (种子), 5: 29-31
- Su WH (苏文华), Zhang GF (张光飞). 2002. Dynamics of the seed bank of *Cyclobalanopsis glaucoides* in *Cyclobalanopsis glaucoides* forest on Xishan (昆明西山滇青冈林内滇青冈种子库动态的研究)[J]. *Acta Bot Yunnan* (云南植物研究), 24(3): 289-294
- Su WH (苏文华), Zhang GF (张光飞), Pang HX (庞慧仙), et al. 2003. Effect of light on germination of seed and seedling growth of *Alnus nepalensis* (光照条件对旱冬瓜种子萌发和幼苗生长的影响)[J]. *Yunnan Fore Sci Tech* (云南林业科技), 2: 8-10
- Thadami R, Ashton P M S. 1995. Regeneration of banj oak (*Quercus leucotrichophora* A. Camus) in the central Himalaya[J]. *For Ecol Manage*, 78: 217-224
- Wang BY (王博轶), Feng YL (冯玉龙). 2005. Effects of growth light intensities on photosynthesis in seedlings of two tropical rain forest species (生长环境光强对两种热带雨林树种幼苗光合作用的影响)[J]. *Acta Ecol Sin* (生态学报), 25(1): 23-30
- Warren C R, Adams M A. 2001. Distribution of N, Rubisco and photosynthesis in *Pinus pinaster* and acclimation to light[J]. *Plant, Cell and Environ*, 24: 597-609
- Watt A S. 1919. On the causes of failure of natural regeneration in British oakwoods. [J]. *J Ecol*, 173-203
- Wen DZ (温达志), Kong GH (孔国辉), Lin ZF (林植芳), et al. 1999. A comparative study on the growth responses to light intensity in seedlings of four subtropical tree species (光强对四种亚热带树苗生长特征影响的比较)[J]. *J Trop Subtrop Bot* (热带亚热带植物学报), 7(2): 125-132

(上接第 129 页 Continue from page 129)