

珍稀濒危植物单性木兰传粉生态学研究

赖家业^{1,2}, 潘春柳², 覃文更³, 韦国富³

(1. 四川大学 生命科学学院, 成都 610064; 2. 广西大学 国家林业局中南速生材繁育重点实验室, 南宁 530004; 3. 木论国家级自然保护区管理局, 广西 环江 547100)

摘要: 野外定位观测了单性木兰的花期物候、访花昆虫种类、访花频率、访花行为和同花期植物种类, 并对其花粉散播距离和繁育系统进行了检测, 旨在探讨制约单性木兰传粉过程的某些因素, 为单性木兰的保护生物学提供科学依据。结果表明, 单性木兰雄株和雌株在花期物候上存在差异, 雌株在结实上存在明显的大小年现象。单性木兰以虫媒传粉为主, 雄株访花昆虫 30 种, 雌株访花昆虫仅 14 种, 雌株和雄株共有的访花昆虫仅 6 种。单性木兰同花期植物共 17 种, 其访花昆虫种类大部分与单性木兰的访花昆虫种类相同。蜂类和蝶类均非单性木兰的传粉者, 其结实率低的原因不仅与访花昆虫种类少和访花频率少有关, 更与其缺乏有效的传粉昆虫有关。

关键词: 单性木兰; 访花昆虫; 雄株; 雌株

中图分类号: Q944.5; 948.12 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2007)05-0736-05

Pollination ecology of rare and endangered species *Kmeria septentrionalis*

LAI Jia-Ye^{1,2}, PAN Chun-Liu², QIN Wen-Geng³, WEI Guo-Fu³

(1. College of Life Sciences, Sichuan University, Chengdu 610064, China; 2. Key Lab of Fast-Growing Tree Breeding and Cultivation in Central South China of Ministry of National Forestry, Guangxi University, Nanning 530004, China; 3. Mulun National Nature Reserve Administration Bureau, Huanjiang 547100, China)

Abstract: The flowering phenology, species of visiting insects, visitation rate of pollinators and their foraging behavior, and plant species at the same flowering time of *Kmeria septentrionalis* were investigated in Mulun National Nature Reserve in Guangxi, and the breeding system and spreading distance of pollens of it were determined. The results were as follows: there was difference in flowering phenology for male plants and female plants, and unstable yielding phenomenon in fruiting characteristics was existed for female plants. Insects pollination was the main pollination media of *K. septentrionalis*, the number of foraging insect species for male plants is 30, the number for female plants is only 14, the common foraging insect species is only 6. There are 17 plant species at the same flowering time, and most of foraging insect species of them are the same as that of *K. septentrionalis*. Bees and butterfly species are not pollinators. The reasons for low fruit set are not only related to small number of foraging insect species and low visitation rate of pollinators, but also related to the lack of effective pollinators.

Key words: *Kmeria septentrionalis*; foraging insect; male plants; female plants

单性木兰(*Kmeria septentrionalis*)隶属于木兰科(Magnoliaceae)木兰族(Magnolieae)单性木兰属(*Kmeria*),常绿乔木。单性木兰属植物仅 2 种,一种产于柬埔寨、泰国,我国仅有本种分布于广西西北部的罗城和环江两县和贵州的荔波县,多数呈零散

分布,成片分布仅见于环江境内的广西木论国家级自然保护区,面积约 3 hm²,现存成林树 200 株(赵天林,1994)。单性木兰为我国特有的珍稀濒危植物,有关单性木兰的研究国外尚未见有报道,国内仅见席以珍等(2000)和徐凤霞(1998)对其花粉壁进

收稿日期: 2006-07-03 修回日期: 2006-12-13

基金项目: 广西教育厅科研项目[Sopported by Guangxi Education Department]

作者简介: 赖家业(1964-),男,广西南宁人,硕士研究生,副教授,主要从事植物保护和遗传育种的教学和科研。

行研究,覃文更等(2004)对其采种及育种进行研究,杨成华和孔志红(2003)对其进行场圃发芽率实验,以及刘玉壶等(1997)对其进行迁地保护研究,而有关其传粉生态学的研究尚未见有报道。本文对单性木兰的花期物候,访花者种类、访花频率、访花行为和同花期植物种类进行调查,初步探讨了制约单性木兰传粉过程的某些因素,为单性木兰的保护生物学提供科学依据。

1 研究地自然概况

研究所在地位于广西木论国家级自然保护区木论村板南屯后山,该后山单性木兰呈成片分布。木论自然保护区地处广西环江毛南族自治县西北部,107°54'01"~108°05'51" E,25°07'01"~25°12'22" N,总面积 89.69 hm²,属典型的亚热带岩溶常绿落叶阔叶混交林。林区岩石裸露,面积达 80%~90%以上,土被面积不足 20%。土壤主要为白云岩,石灰岩风化形成的石灰土,局部出现由燧石石灰岩风化形成的硅质土。林区年平均气温 19.3 °C,≥10 °C 年积温 6 260 °C,无霜期 310 d,年降雨量 1 529 mm,年均相对湿度 79%,气候条件优越,适宜植物及其他生物的繁衍(梁其彪等,1998)。

2 研究方法

2.1 花期物候及气象因子观测

在林区内设置 3 个样地,2005~2006 年连续两年于样地内选择单性木兰雄株和雌株各 16 株进行花期物候观测,所选择样树胸径大小基本一致。按照 Dafni(1992)的标准记录开花进程并记录开始的时间,当个别植株开始开花时为始花期,50%以上的植株开花时为盛花期,少于 10%的植株仍在开花为末花期。在样地内设置气象站进行气象因子观测,记下林分的降雨量、干球和湿球的温度、地面最高和最低温度。

2.2 繁育系统的测定

于雌株开花前,采用套袋方法对单性木兰雌株进行以下三种处理:①选择 3 株雌株,于树冠中部不同方向进行套硫酸纸袋实验,检测单性木兰有无融合结籽现象;②另选择 3 株雌株,于树冠中部不同方向进行套尼龙袋实验,检测单性木兰有无风媒传粉;③另选择 3 株雌株,进行不套袋的对比实验,

检测单性木兰自然条件下的结实情况。每雌株所选花数均为 40 朵,传粉效果用结实率表示。该实验由于无法统计每朵花的雌蕊数,所以先在室内统计 50 朵雌花的平均雌蕊数,结实率为种子数目除以被处理雌花的预计胚珠数目。

2.3 花粉散布距离检测

选 3 株雄株(两两相距 10 m 以上),以树干基部为中心,分东西南北向,每方向距树干基部 2、4、6、8、10 m 处放置涂有凡士林的玻片,于天气晴朗的早上进行,下午收集玻片,显微镜下检测花粉数量。

2.4 访花者种类、访花频率和行为观察

连续 2 年观察并记录单性木兰雄株和雌株上的访花者种类和访花行为,利用望远镜进行昆虫访花频率的观察。

2.5 同花期植物种类及访花昆虫的调查

调查单性木兰同花期植物种类,并记录同花期植物的访花昆虫种类。

3 结果与分析

3.1 单性木兰花部形态特征

单性木兰花单性,顶生或腋生,雌雄异株。雄花和雌花具佛焰状苞片,苞片由变态叶形成,有些苞片顶端还保留未退化的变态叶。开花时,雄花和雌花苞片沿一侧开裂并脱落。雄花开花当天不散粉,开花第 2 天才散粉。雄花和雌花花被片均为白色,花大而芬芳,花冠顶端呈半合拢状。雄花与雌花花被片同形,雌花内有线状披针形退化雄蕊,雌蕊 6~9 枚,大部合生(林祁等,2005)。雌花和雄花的单花开放时间均为 3~4 d,凋谢时雄花雄蕊群先掉落,雌花的花被片和退化雄蕊同时掉落。

3.2 单性木兰花期物候

由表 1 知,单性木兰雄株和雌株在花期物候上存在差异。在调查的雌株和雄株样树中,单性木兰雌株和雄株始花期均为 5 月底,末花期均为 6 月中旬,但雄株比雌株提早开花,且提前进入盛花期。另外,调查中发现,2006 年开花的雄株和雌株均比 2005 年减少,调查的 16 株雄株有 14 株即 88% 开花,而雌株仅有半数开花。此外,不仅开花株数减少,而且单株花量特别是雌株的花量也明显减少,这表明了单性木兰在不同年份的结实数量差异大,在结实上存在明显的大小年现象。单株开花顺序为树冠上层先开,然后到中层,再到下层,阳面先开。不

同年份单性木兰雄株和雌株的花期物候有所区别,2006年雄株的始花期比2005年提前4d,盛花期提前5d,雌株的始花期比2005年提前5d,盛花期提前1d。从花期气象因子观测结果上看,2006年花期气温比2005年有所降低,且降雨量明显增加,但单性木兰雌株和雄株却比2005年提早开花和提前

进入盛花期,这可能与其特定的开花生理特性有关,有关其开花的生理特性还需进一步研究。

3.3 花粉散布距离和传粉媒介

用重力载玻片法收集花粉,显微镜下检查花粉量,结果表明单性木兰花粉散布多局限于距树冠2~3m范围以内(表2),此范围以外仅观察到极少

表1 单性木兰花期物候和气象因子观测结果(日/月)
Table 1 Flowering phenology and weather factors of *Kmeria septentrionalis*

年份 Year	植株 Plant	始花期 Initial flower	盛花期 Profuse flower	末花期 Final flower	月份 Month	日均温 Daily mean temp. (°C)	最高气温 Maximal temp. (°C)	最低气温 Minimal temp. (°C)	相对湿度 Relative moisture(%)	降雨量 Rainfall capacity(mm)	降雨频率 Rainfall frequency(%)
2005	雄株	28/5	31/5	13/6	5	24.3	32.5	18.5	87.3	102.2	38.7
	雌株	30/5	2/6	16/6	6	24.7	30.5	21.0	93.0	530.0	56.7
2006	雄株	24/5	26/5	11/6	5	22.7	28.5	18.0	83.1	247.8	48.4
	雌株	25/5	1/6	15/6	6	23.1	28.0	19.0	93.3	567.1	60.0

表2 不同距离收集到的花粉量(粒)
Table 2 Collected pollen quantities from
different distances (Grain)

雌株号 No.	冠幅(东西× 南北)Crown size (east-west× north-south)	与树干基部的距离 Distance to tree trunk(m)					
		2	4	6	8	10	12
1	5.6 m×6.0 m	95	26	5	3	1	0
2	5.4 m×5.7 m	34	45	7	1	0	0
3	4.8 m×5.1 m	30	15	8	1	0	0

表3 不同处理下单性木兰的结实率
Table 3 Fruit setting rate under different treatments

处理方法 Treatments	自然传粉 Natural pollination	套硫酸纸袋 Bagging with parchment bags	套尼龙袋 Bagging with nylon bags
结实率 Setting rate (%)	57.0	0	12.9

量花粉,说明风力对花粉传播的距离非常有限。

由于繁育系统是植物内部遗传机制和外部环境条件之间相互作用的一种表现形式,所以在决定植物的进化路线和决定表征变异式样上,它们都起着重要的作用(王立龙等,2005)。实验结果表明(表3),单性木兰无无融合生殖现象,套尼龙袋实验条件下,单性木兰结实率为12.9%,比自然传粉条件下的结实率降低44个百分点,说明单性木兰以虫媒传粉为主,只有在雌株和雄株距离相近的情况下,才能进行风媒传粉。

3.4 访花昆虫种类、访花行为和访花频率

3.4.1 访花昆虫种类 连续两年对单性木兰进行访花昆虫种类调查,记录到雄株访花昆虫30种,隶属

8目25科,雌株访花昆虫种类少,仅14种,隶属7目13科,雄株和雌株均以鞘翅目(Coleoptera)、鳞翅目(Lepidoptera)和双翅目(Diptera)昆虫为主。雄株的主要访花昆虫有缨翅目(Thysanoptera)的花蓟马(*Frankliniella intonsa* Trybom),鞘翅目(Coleoptera)的蓝跳甲(*Haltica cyanea* Weber)、黑叩甲(*Elaterus* sp.)、虎天牛(*Clytus* sp.),膜翅目(Hymenoptera)的中华蜜蜂(*Apis cerana* Fabricius)和鳞翅目的鹿蛾(*Amata* sp.);雌株的主要访花昆虫有花蓟马、蓝跳甲和红瘿蚊(*Cecidomyiinae* sp.)。雌株和雄株共有的访花昆虫仅6种,分别为白翅叶蝉(*Thaia rubiginosa* Kuoh)、花啮虫(*Psocus* sp.)、花蓟马、蓝跳甲、小灰蝶(*Spmdasis* sp.)和红瘿蚊。这6种共有的访花昆虫中,白翅叶蝉以花瓣为食,属危害花瓣的害虫;红瘿蚊为钻蛀性昆虫,危害雄花和雌花,其成虫可于花蕾期就开始为害,从苞片上钻孔产卵,受害雄花雄蕊的花药硬结成块,受害雌花雌蕊群畸形变小。从外部上看,受红瘿蚊危害的雄花和雌花的花被片、雄花的雄蕊群和雌花的雌蕊群上均有虫眼,虫眼内有红色幼虫。

3.4.2 昆虫的访花频率和访花行为 根据对各30朵雄花和雌花的观察,花蓟马出现的频率分别为80.0%和53.3%,以雄花上的种群数量最多,可达200~300只,雌花上的花蓟马数量一般2~10只。花蓟马是喜花昆虫,具有适用于取食花粉的不对称口器(郭柏寿等,2001),主要在花瓣内侧或雄蕊群内活动。雄花花药散粉后,花蓟马在雄蕊群的花药间钻来钻去,不时停下来取食花粉,在花内停留的时间

很长,有时甚至超过观察时间。将花蓟马带回实验室进行显微镜观察,发现雄花和雌花上的花蓟马均携带单性木兰花粉,雄花上花蓟马携粉量最多可达 130 粒,因此,花蓟马为单性木兰的主要传粉昆虫。

连续 3 d 对雄花和雌花各 10 朵花进行观察,结果发现雄花访花频率较高的有中华蜜蜂、蓝跳甲和黑叩甲,一个小时内中华蜜蜂访花次数最高可达 20 次(表 4)。中华蜜蜂一般从花瓣侧面的间隙钻入采集花粉,在花上停留 30~60 s。受花期早上天气多为阴雨天气的影响,其访花高峰期 13:00~15:00,此时太阳出现,气温回升。蓝跳甲和黑叩甲在雄蕊群上沿着花药开裂方向爬上爬下取食花粉,花药松动时钻入雄蕊群,在花上停留的时间可达 30~60 min,访花高峰期均为 13:00~14:00,访花次数分别为 8 次和 9 次。此外,访花频率较高的还有虎天牛,有时一朵花上 2~3 只同时访花。雌花访花频率最高的为蓝跳甲,访花高峰期为 13:00~14:00,访花

次数为 9 次。雌花上的蓝跳甲多在花瓣上停留,并未发现其爬上柱头。于室内对雌花上的 5 只蓝跳甲进行显微镜观察,并未发现其携带单性木兰的花粉,其传粉效果还需进一步研究。

3.5 单性木兰同花期植物

单性木兰同花期植物共 17 种,主要有大叶女贞(*Ligustrum lucidum*)、西南八角枫(*Alangium faberi*)、野牡丹(*Melastoma candidum*)、玉叶金花(*Mussaenda pubescens*)和 华 山 姜 (*Curcuma alsinatifolia*),这些主要同花期植物的访花昆虫种类大部分与单性木兰的访花者种类相同。野牡丹的花大且鲜艳,易吸引昆虫,花蓟马、蓝跳甲、小黄蚁(*Acanthomyops claviger*)、豆象(*Callosobruchus chinensis*)和象甲(*Dermatoxenus caesicollis*)等均发现访花,大叶女贞和西南八角枫的花构成较大的花序,开花数量多,发现有中华蜜蜂访花,而 华 山 姜 发 现 有 熊 蜂 (*Bombus ningpoensis*)访花。由此可以

表 4 主要访花昆虫的访花频率

Table 4 Visitation rate of main pollinators

样树 Plant	访花昆虫 Foraging insect	访花频率(次/h/10 朵花) Visiting rate(No. of visiting of 10 flowers per hour)									
		8:00~ 9:00	9:00~ 10:00	10:00~ 11:00	11:00~ 12:00	12:00~ 13:00	13:00~ 14:00	14:00~ 15:00	15:00~ 16:00	16:00~ 17:00	17:00~ 18:00
雄株 Male	中华蜜蜂 <i>Apis cerana</i> Fabricius	1	2	2	5	9	20	17	13	12	7
	蓝跳甲 <i>Haltica cyanea</i> Weber	3	3	4	3	4	8	4	4	6	1
	黑叩甲 <i>Elaterus</i> sp.	1	3	5	3	2	9	3	2	3	1
	虎天牛 <i>Clytus</i> sp.	0	2	1	2	3	5	6	3	2	2
雌株 Female	蓝跳甲 <i>Haltica cyanea</i> Weber	1	3	2	4	6	9	3	1	2	1
	红瘦蚊 <i>Cecidomyiinae</i> sp.	0	1	0	2	3	0	1	0	1	0

推测只有在生境昆虫数量丰富的情况下才不存在对访花者的竞争,甚至同一地块内同花期植物越丰富,越能吸引更多的访花者,而在生境昆虫数量有限的情况下,生境同花期植物越多,则相互竞争传粉者越激烈(王立龙等,2005)。

4 讨论

(1)植物的花粉和花蜜富含营养,能够补偿传粉昆虫访花付出的能量消耗(姜华等,2003)。从单性木兰雄株的访花昆虫种类较多和访花频率较高来看,雄花具有的大量花粉为昆虫提供了访花报酬,对昆虫具有较大的吸引力。蜂类和蝶类通常对传粉有较大的帮助(刘林德等,2004),而蜜蜂类的传粉作用最突出(郭柏寿等,2001)。中华蜜蜂在单性木兰雄

株上的访花频率高,但在雌株上并未发现其访花,而蝶类在雌花和雄花上的停留时间仅 1~2 s,传粉几率不高。因此,蜂类和蝶类均非单性木兰的传粉者,其结实率低的原因不仅与访花昆虫种类少和访花频率少有关,更与其缺乏有效的传粉昆虫有关。

(2)植物花的综合特征包括两个方面:花部构成和花的开放样式,花部构成主要包括花的结构、颜色、气味、分泌物类型及其产量等单个花的所有特征(肖宜安等,2004)。花部结构及特征对访问者行为和花粉传递机制的影响,反过来又作用于植物作为雌性(花粉受体)和雄性(花粉供体)亲本的繁殖成功率(黄双全等,1999)。单性木兰雄花和雌花开花当天花瓣顶端闭合,开花第 2 天至花凋谢期间花瓣顶端均未完全打开,仅露出少许空隙,访花昆虫多从花侧面的花瓣间隙进入。在中华蜜蜂访花行为的观

察中,其从花侧面进入花内的频率达 90%,极少数从花顶端钻入。由此可见,单性木兰这种花瓣顶端半合拢状的结构特征影响着昆虫的访花行为。单性木兰雄花和雌花均有芳香气味,但雌花的访花昆虫种类和访花频率比雄花少,且雌花和雄花共有的访花者仅 6 种,被证实传粉昆虫只有花蓟马,说明雌花授粉的机会少,这可能是其结实率较低的主要原因。

(3)许多因素如光照、大风、温度、阴雨天气等都可以影响访花者的数量、行为和频率并进而影响植物的传粉和座果(Wyatt,1983)。由于历年气象资料的缺乏,参照临近地区的历年气象记录推算出木论国家级自然保护区 4~8 月为雨季,降雨量占全年的 73.7%(郑颖吾,1999)。从连续两年的气象因子观测并参照历年气象记录,单性木兰花期正值雨季,这就有可能影响其访花种类、数量和传粉效率,从而影响其结实率。同时,同花期植物种类和数量也会对单性木兰的访花者种类和数量、访花频率产生影响。因此,对传粉不利的花期天气、传粉昆虫种类少及存在同花期植物的竞争和外界不良环境是单性木兰濒危的一个重要原因。

参考文献:

- 杨成华,孔志红. 2003. 9 种木兰科种子的场圃发芽率试验[J]. 贵州林业科技,31(3):19-43
- 郑颖吾. 1999. 木论喀斯特林区概论[M]. 北京:科学出版社:2-3
- 赵天林. 1994. 广西环江县首次发现大面积珍稀濒危植物——单性木兰林[J]. 广西植物,(2):121
- 覃文更,韦国富,谭卫宁,等. 2004. 单性木兰采种、育种方法[J]. 广西林业,(2):25
- Dafni D. 1992. Pollination Ecology: A Practical Approach[M]. Oxford:Oxford University Press,45-98
- Guo BS(郭柏寿),Yang JM(杨继民),Xu YB(许育彬). 2001. Problems and research advance of the pollination insects(传粉昆虫的研究现状及存在的问题)[J]. Southwest China J Agric Sci(西南农业学报),14(4):102-108
- Huang SQ(黄双全),Guo YH(郭友好),Pan MQ(潘明清),et al. 1999. Floral syndrome and insect pollination of *Liriodendron chinense*(鹅掌楸的花部综合特征与虫媒传粉)[J]. Acta Bot Sin(植物学报),41(3):241-248
- Jiang H(姜华),Bi YF(毕玉芬),He CG(何承刚),et al. 2003. A study on alfalfa pollinating mechanism and relationship of pollinating insects(苜蓿授粉机理及其与传粉昆虫的关系)[J]. Prat Sci(草业科学),20(1):1-6
- Liang QB(梁其彪),Li RT(李瑞棠),Tang RQ(唐润琴),et al. 1998. Preliminary analysis on the element background values of rares and endangered plants in Mulun Forest Area(木论林区稀有濒危植物元素背景值初步分析)[J]. Guihaia(广西植物),18(3):237-246
- Lin Q(林祁),Duan LD(段林东),Yuan Q(袁琼). 2005. Taxonomic notes on the genus *Kmeria*(Pierre)Dandy(Magnoliaceae)(单性木兰属(木兰科)植物的分类学订证)[J]. J Wuhan Bot Res(武汉植物学研究),23(3):236-238
- Liu YH(刘玉壶),Zhou RZ(周仁章),Zeng QW(曾庆文). 1997. Ex situ conservation of Magnoliaceae including its rare and endangered species(木兰科植物及其珍稀濒危种类的迁地保护)[J]. J Trop Subtrop Bot(热带亚热带植物学报),5(2):1-12
- Liu LD(刘林德),Chen L(陈磊),Zhang L(张丽),et al. 2004. Flowering characteristics and pollination ecology of *Scabiosa tschiliensis*(华北蓝盆花的开花特性及传粉生态学研究)[J]. Acta Ecol Sin(生态学报),24(4):718-723
- Wang LL(王立龙),Wang GL(王广林),Liu DY(刘登义). 2005. Pollination biology of endangered *Magnolia sieboldii*(珍稀濒危植物小花木兰传粉生物学研究)[J]. Chin J Ecol(生态学杂志),24(8):853-857
- Wu YQ(吴彦琼),Li XD(黎向东),Hu YJ(胡玉佳). 2004. Reproductive biology of *Malania oei fera*(蒜头果生殖生物学特性研究)[J]. Acta Sci Nat Univ Sunyatseni(中山大学学报),43(2):81-83
- Wyatt R. 1983. Plant-Pollinator interactions and the evolution of breeding systems[C]//Real L ed. Pollination Biology. Florida: Academic Press:51-95
- Xi YZ(席以珍),Zhang YL(张玉龙),Lin Q(林祁),et al. 2000. A study of pollen wall ultrastructure of *Kmeria septentrionalis*(单性木兰花粉壁超微结构的研究)[J]. Bull Bot Res(木本植物研究),(4):385-389
- Xiao YA(肖宜安),He P(何平),Li XH(李晓红). 2004. Floral syndrome and breeding system of the endangered plant *Disanthus cercidiifolius* Maxim. var. *longipes*(濒危植物长柄双花木的花部综合特征与繁育系统)[J]. Acta Phytoecol Sin(植物生态学报),28(3):333-340
- Xu FX(徐凤霞). 1998. Study on pollen morphology of *Kmeria*(单性木兰属花粉形态观察)[J]. Guihaia(广西植物),(1):29-32
- Yang QJ(杨起简),Zhou H(周禾),Sun Y(孙彦),et al. 2003. Compare on technique of making chromosome in Garden Pea(豌豆染色体制片技术的比较研究)[J]. J Beijing Agric Coll(北京农学院学报),18(7):172-174
- Zhang BH(张宝红),Feng R(丰嵘),Zhang WS(张文胜),et al. 1996. Study of the method for smearing of cotton callus and the steady of chromosome in cotton tissue culture(棉花组织培养染色体制片方法的探讨及其染色体稳定性研究)[J]. J Agric Biotech(农业生物技术学报),3:224-229
- Zhang GL(张国莉),Gong X(龚洵). 2002. The karyotype analysis of *Anemoclema glaucifolium* and *Heteroplexis microcephala* both endemic to China(中国特有罂粟莲花和小花异裂菊的核型分析)[J]. Acta Bot Yunan(云南植物研究),24(6):765-768

(上接第 675 页 Continue from page 675)