

凤眼莲有性繁殖的研究

1. 人工制种与种子萌发*

唐佩华 孙金洲 刘一鸣

(中国科学院 植物研究所)

黄国振

(中国科学院 武汉植物研究所)

提 要

武汉和北京地区栽培的凤眼莲的结实器官发育良好,经人工授粉可获得种子。将种子经破皮处理,在适当的光照下,萌发率高达95%左右,实验证明凤眼莲种子是需光种子。本工作提出了人工制种和提高种子萌发率的简易方法,对推广凤眼莲的种子繁殖具有实用价值。

凤眼莲、又名凤眼兰、水葫芦、水浮莲、洋雨久花。学名为*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms Lamb^[1, 2]。是雨久花科凤眼兰属植物。这种多年生漂浮性水草原产南美洲的热带、亚热带地区。一般用来作猪饲料。由于它生长快,适应性好,采收容易,对重金属及营养元素的净化能力又强,近年来被世界各国公认为污水净化的“理想水生植物”^[3, 4, 5, 6]资源。60年代以来,北京和东北地区先后引种成功。常用的越冬办法是收集营养体保温贮藏^[1, 3],待来年春暖后再放养。由于凤眼莲的营养体较大,含水份多,太柔嫩而不宜堆放贮存。如何经济有效地保种越冬,一直是凤眼莲在北方大规模养殖中的难题。据报道^[8]凤眼莲的种子比芝麻还小,生命力强,可贮藏10~20年。如能获得种子,则贮运都经济方便。但在自然条件下,凤眼莲开花多,结果少。作者曾分别在武汉和北京对凤眼莲进行了多年的观察,均未收集到自然成熟的种子。至于凤眼莲种子的萌发特性,迄今尚未见有专题报道。致使许多人误认为它只开花,不结实^[8]。本工作在解剖观察凤眼莲结实器官和研究其生殖生物学的基础上,制定合理的人工授粉方案并获得了一定数量的种子。

本文报道人工制种和种子萌发特性的研究结果。

材 料 与 方 法

实验材料 取自中国科学院武汉植物研究所实验水池和北京红领巾公园。

方 法 根据需要采用水面放养,露地观察,室内试验,实体显微镜下器官解剖,

*工作过程中得到王伏雄教授、郑光华研究员的指教,朱培君同志协助放大照片,特此致谢。

扫描电子显微镜观察照相及组织培养等多种途径进行。择要说明如下:

1. 组织培养条件

组织培养的材料用10%安替福尼水溶液表面灭菌5分钟,再用无菌水冲洗4次。培养基为MS培养基^[9]。离体胚培养的温度和光照条件与种子萌发的条件相同。均为28~32℃,3,000~3,200Lux,18小时/天。

2. 扫描电子显微镜技术

凤眼莲的种子,离体胚或萌发后的幼苗,经碘化钾组织导电液浸泡24小时以上,用导电胶固着在样品台上,自然干燥后,镀或不镀金膜,于30千伏电压下观察并照相。扫描电镜型号为日产S450。

为便于比较,本工作的全部试验的样品数均为每个处理100粒种子。如有3份平行样品,简写为3×100,如有两次重复,简写为2×100。

结果与分析

1. 凤眼莲的结实器官

凤眼莲的花序为穗状,有3~12朵两性花。每朵花中有6个雄蕊,3长(图版Ⅱ图3AL),3短(图版Ⅱ图3AS)。花药成熟后自然裂开,其成熟花粉用醋酸洋红染色检查为两细胞型花粉。每朵花中有1个雌蕊,花柱单一,线形(图版Ⅱ图3黑箭头所指);子房卵圆形,无柄三室,内有多个胚珠。情况与有关专著^[1,2,7]的描述一致。显然,作者在北京等地区所观察到的凤眼莲的结实器官结构正常,发育良好。经过人工授粉的花朵,1~2天内即凋谢,其花葶弯入水中(图版Ⅰ图1,白箭头,图2),子房在水中发育成熟,产生大量种子。

2. 人工制种

(1)开花习性 凤眼莲的花期因气候而异。在武汉为7月初~9月底,在北京为7月底~10月中。花朵一般在清晨6~7时开放,中午12~1点左右关闭。开花顺序,在同一花序上自下而上开放(图版Ⅱ图3),整个花序在两天内开毕。花裂片完全张开后数小时,花药接着开裂,花粉要过午后才开始自然散落。

(2)人工授粉 人工授粉一般在9~11时进行。在露水已干,花粉尚未散落时收集不同花序上的花粉,混匀后用毛笔尖轻抹在当天刚开放花朵的柱头上,或直接用镊子小心取下裂开的花药(图版Ⅱ图3AS、AL),将花粉涂抹在异序或同序异朵花的新鲜柱头(图版Ⅱ图3白箭头)上。据观察,两种授粉方法均可获得较好的效果。

(3)种子的发育 作者于1983年8月和1984年9月,在武汉和北京分别对水塘中栽培的凤眼莲植株进行了人工授粉。授粉后的第二天,花葶即弯入水中(图版Ⅰ图2A);几天后,肉眼可察觉到水中的子房开始膨大(图版Ⅰ图2B);40~50天后,蒴果呈卵形,颜色变黄褐。这时蒴果内的种子已成熟。采收晾干,果皮裂开散出种子,即可收藏备用。每个蒴果有种子100粒左右,多的可达150粒以上。种子呈枣核形,褐色或黄褐色,表面有棱纹(图版Ⅱ图4),千粒重为0.365克。

若将盛花期的凤眼莲植株从池塘中捞回,人工授粉后养在小容器内,只要保证足够

的营养和光照, 50~60天后也能获得成熟的种子。

对500粒种子进行解剖的结果表明, 用人工授粉法获得的种子94%发育正常(表1)。

3. 种子萌发试验

凤眼莲种子经破皮处理后, 在适当的光照下可达到95%左右的萌发率, 表明胚发育正常的种子100%能萌发。萌发中的种子和成熟胚的扫描电镜照片见图版Ⅱ图6、7与图5。各种处理的情况分述如下:

(1) 破皮处理 为查明种皮对萌发的影响, 曾用不同方式破皮。表2列出打破种皮对种子的机械束缚后的萌发情况。针挑、刀刻都是在解剖镜下把吸水膨胀后的种子的种皮划一破口, 再用镊子顺破口撕去部分种皮; 砂纸擦是用细砂纸磨掉部分种皮, 浓硫酸处理8~10分钟可完全去掉种皮。

表1 人工授粉所结种子的发育状况

发育状况	种子数 (粒)	占百分比 (%)	备注
胚和胚乳均正常	470	94	发育正常, 可萌发
胚分化不完全, 有胚乳	17	3.4	胚停留在球形或心形期, 不萌发
无胚, 只有胚乳	13	2.6	败育

表2 光、暗培养下破皮种子的萌发率

处理方式	暗培养14天的萌发率(%)	光培养14天的萌发率(%)
完整种子	0	76
针挑破皮	0	94
刀刻破皮	0	92
砂纸擦破皮	0	86
浓硫酸泡10分钟破皮	0	92

从表2可以看出, 种皮的机械束缚力对种子的萌发率有一定影响。完整种子4天时的萌发率仅为破皮各组平均值的80%左右。砂纸擦破皮处理组的萌发率较低, 可能是操作损伤造成的。从光、暗两大组萌发率的显著差异看, 光对凤眼莲种子的萌发有决定性作用。

表3 浓硫酸处理时间对种子萌发率的影响(光培养)

处理时间 (分)	种皮状况	5天时的萌发率(%)	10天时的萌发率(%)	14天时的萌发率(%)
0	完好无损	2	27	77
3	去除外层棱纹	6	38	90
5	少数种子露白	13	59	94
8	多数种子露白	17	65	96
10	种皮基本去尽	35	83	92

表4 光、暗培养下种子和离体胚的萌发率

萌发率 样品	处理	暗培养14天的萌发率(%)	光培养14天的萌发率(%)
	完整种子	0	75.5
去皮种子	0	93	
离体胚	0	89.5	

表3结果说明, 种皮的破损程度(即机械束缚力的大小)对种子萌发的速度起作用, 完整无损的种皮会使14天内的萌发率下降约20%。由于破皮方式的不同(表2)和浓硫酸处理时间的不同(表3), 使残留在种子上种皮的量大不相同, 但各处理组间光培养14天内的萌发率却基本相同; 因此, 可认为种皮中不存在对萌发有决定性影响的抑制物质。

(2) 组织培养 为检验自然散出的种子中的胚是否已达到生理成熟和胚乳中是否有抑制萌发的物质存在, 在光、暗条件下对离体胚进行了诱导萌发试验。表4所列数据为 2×100 的平均值。

表5 不同光照时间对种子萌发率的影响

光照时数hour/day	24	18	12	8	4	0
开始萌发天数	4	5	5	9	12	/
14天内萌发率(%)	96	94	72	23	2	0

组织培养的结果是去皮种子组萌发率最高,表明凤眼莲种子的胚乳中无抑制萌发的物质存在。离体胚的萌发率大于完整种子,说明胚已达到生理成熟,故能顺利地利用外源营养物。离体胚在14天内的萌发率低于去皮种子可能是因剥离时造成损伤或营养上的原因引起。

或营养上的原因引起。

(3)光照试验 试验表明光照量对经破皮处理种子萌发率的影响很大,证明凤眼莲种子确是需光种子。

在北京5月底天然光照条件下,凤眼莲种子在室外120×300×50厘米的水池中,距水面5厘米处,14天的萌发率为48%,24天的萌发率为93%(3×100的平均值)。

讨 论

1. 凤眼莲在北京和武汉不结实的原因

凤眼莲在原产地能够结实^[3]。但在北京和武汉的自然条件下就只能开花,不能结实。凤眼莲花形美丽,色泽鲜艳,具虫媒花特点;其柱头大大高于花药,雌、雄异熟,是异花传粉植物。据解剖观察,北京和武汉地区栽培的凤眼莲,花的雌雄生殖器官都发育良好,结构正常;所以不能结实,可能是由于缺乏传粉的媒介(昆虫)而造成的。

2. 凤眼莲种子具需光种子的特性

从本工作的一系列实验结果不难看出:破皮处理虽有助于加速种子萌发,但适当的光照才是提高种子萌发的关键,因此,凤眼莲种子具有需光种子的最主要特性。此外,众所周知,赤霉素浸种有助于打破休眠,促进种子萌发。据植物生理学教科书介绍,一般种子为打破休眠所需的赤霉素的浓度为1~10ppm,而莴苣等典型的需光种子,在暗中萌发时,需要500ppm以上的高浓度才能起动。我们所进行的赤霉素暗培养的诱导萌发试验表明,凤眼莲种子在100ppm以下的浓度中不萌发;当浓度提高到1,000ppm时,培养14天后,萌发率高达82%。结果又一次显示了其为需光种子的性质。

3. 凤眼莲种子繁殖的意义与前景

凤眼莲的无性繁殖力极强^[6],在一般养殖条件下其群体主要靠无性繁殖来发展,但长期的无性繁殖会引起退化。有性繁殖则可起到复壮作用。其次,凤眼莲的品质(如蛋白质、脂肪、维生素和氮、磷等营养物质的含量)因品种和生长环境有着很大差异^[5],有性杂交可使后代兼获父母本的优点,利于新品种的培育。再者,凤眼莲种子的体积小,寿命长,易于贮运,便于保种越冬。

凤眼莲种子繁殖的成败关键有三:①能否获得大量的种子。②种子是否有高的萌发率。③幼苗可否快速生长成为高大植株。

从我们的工作看,前两个问题已基本解决。较困难的是如何让幼苗快速生长。因为凤眼莲的种子小,从母体中带来的养分有限,故其实生苗生长缓慢。由2片叶长到4片叶需要2周时间。但文献记载^[3,5,7]和我们的试验均表明,凤眼莲的个体发育速度与环境条件(主要是温度和氮、磷等营养元素的含量)密切相关,我们正在进行加速苗期

生长的试验。鉴于凤眼莲对净化污水的明显经济效益〔5、10、11〕和综合利用的成功〔4、5〕以及对凤眼莲个体发育和群体增殖问题的研究〔3、5、12〕日益深入, 我们相信通过种子繁殖发展凤眼莲养殖的前景是大有可为的。

参 考 文 献

- 〔1〕 颜素珠, 1983, 中国水生高等植物图说, 科学出版社, 309。
 〔2〕 中国武汉植物研究所编著, 1983, 中国水生维管束植物图谱, 湖北人民出版社, 298。
 〔3〕 周泽江等, 1984, 生态学杂志, 5: 36~40。
 〔4〕 丁树荣, 1984, 中国环境科学, 4(2): 10~14。
 〔5〕 唐佩华等, 1985, 环境保护, 2: 4~7。
 〔6〕 Boyd, C. E., 1976, *Economic Bot.*, 30: 51~56。
 〔7〕 Davis, G. L., 1966, *Systematic Embryology of the Angiosperms*, John Wiley and Sons Inc. New York, London, Sydney.
 〔8〕 Leopold, A. C. et al., 1975, *Plant Growth and Development*, 2nd Ed., McGraw-Hill.
 〔9〕 Murashige, T. et al., 1963, *Physiol. Plant*, 15: 473~497。
 〔10〕 Wapilista, M. P. et al., 1978, *Biological Nutrient Removal*, 143~180, *Ann. Arbor Science*.
 〔11〕 Wolverton, B. C. et al., 1977, *Proceedings of the 1977 National Conference on Treatment and Disposal of Industrial Wastewater and Residues*, April 26~28。
 〔12〕 Wolverton, B. C. et al., 1982, *Aquatic Bot.*, 13: 57~68。

STUDIES ON SEXUAL REPRODUCTION OF EICHHORNIA

CRASSIPES

1. GETTING SEEDS BY POLLINATION AND SEED GERMINATION.

Tang Peihua Sun Jinzhou Liu Yimin

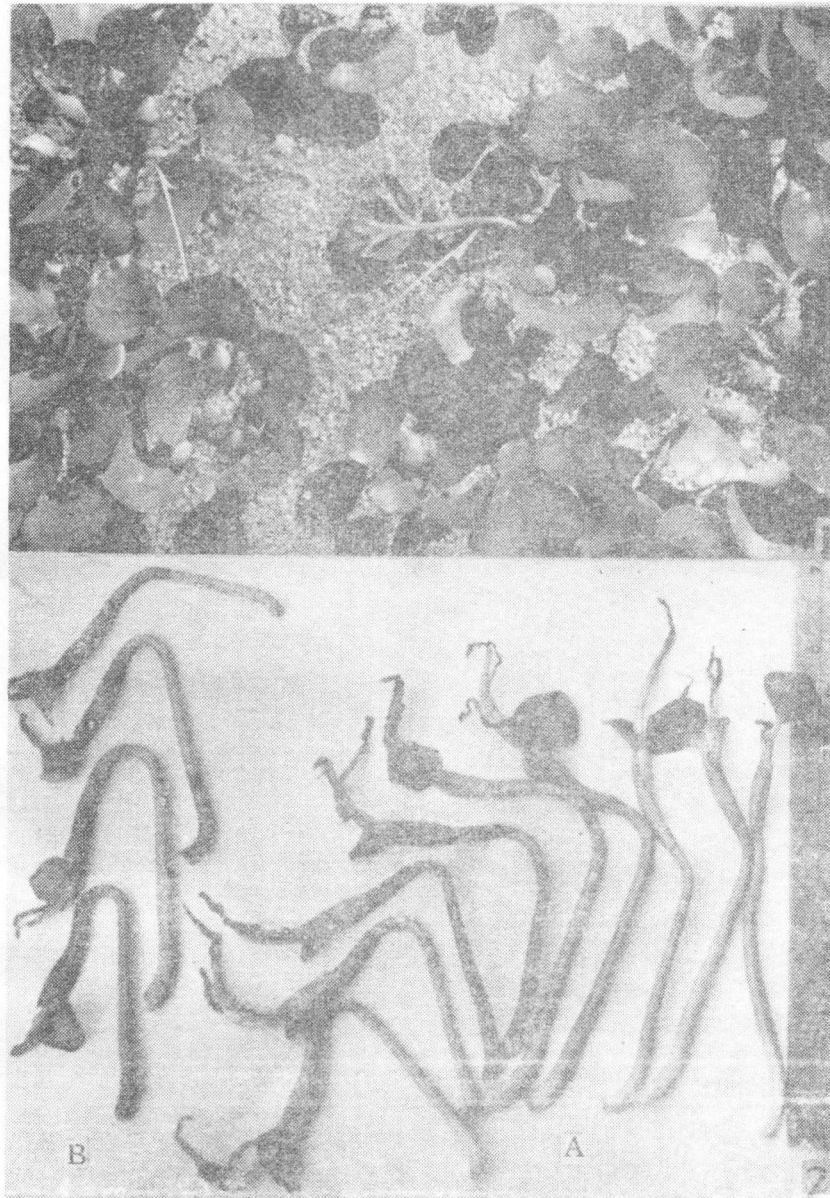
(*Institute of Botany, Academia Sinica*)

Huang Guozhen

(*Wuhan Institute of Botany, Academia Sinica*)

ABSTRACT

Based on anatomy the propagative organs of *Eichhornia crassipes* show full development in Wuhan and Beijing areas. The lack of pollinating agent makes it seedless in nature in above regions. After pollination the authors get seeds. We have proved that seed of *E. crassipes* is light seed and have developed a simple method for getting seeds and making their germinating rate as high as 95%. This will benefit to solve the difficult of *E. crassipes* to overwinter in the cold winter regions.

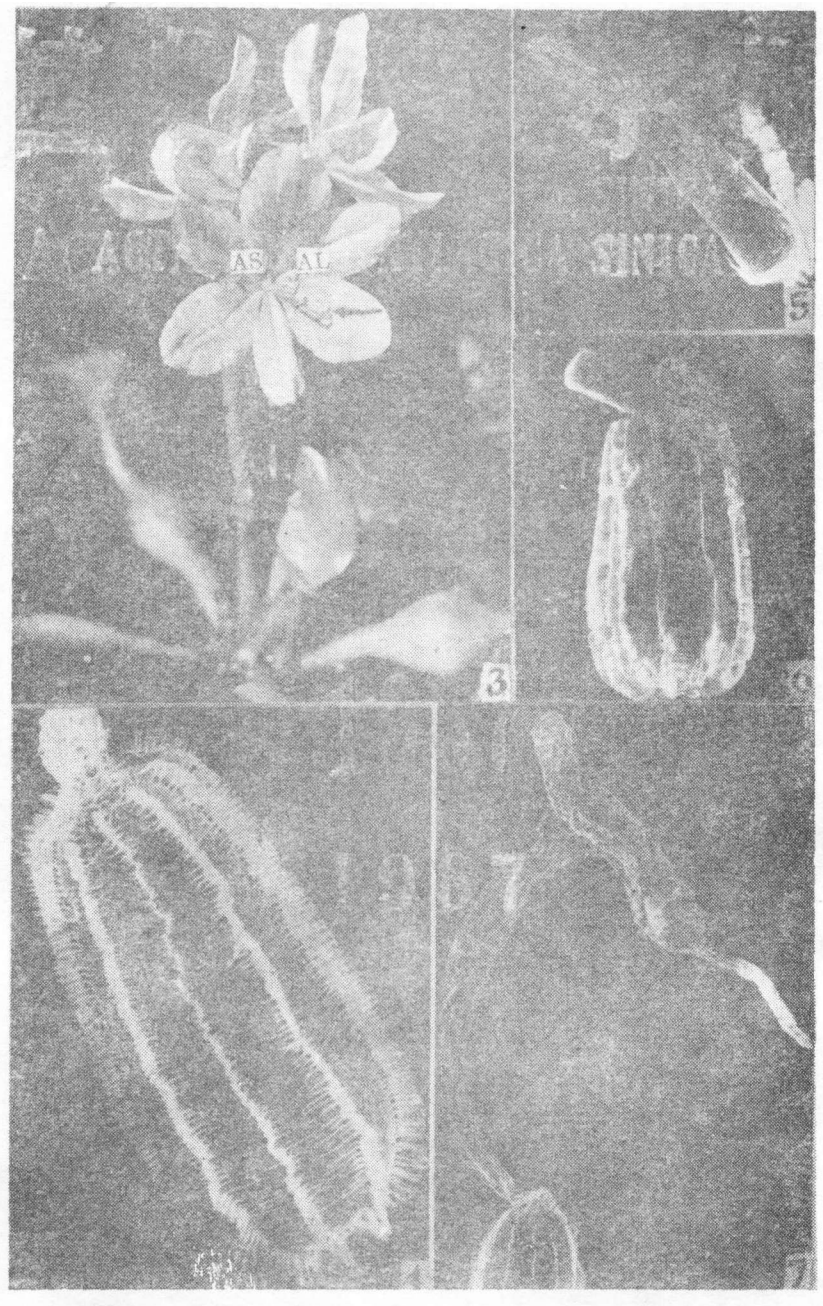


图版 I

图 1 凤眼莲开花后第二天正弯入水中的花葶（白箭头）：

图 2 A 开花后 2~3 天的不同程度弯曲的花葶

B 开花后 4~5 天，已浸在水中具不同程度膨大子房的花葶



图版 II

(图 4~7 为扫描电镜照片)

图 3 盛开的花朵，黑箭头示雌蕊，白箭头示柱头；AL 示带长花丝的花药，AS 示紧贴着花蕊的短花丝的花药

图 4 成熟种子， $\times 128$ 图 5 成熟胚， $\times 96$ 图 6 萌发中的种子， $\times 64$ 图 7 已萌发的种子， $\times 32$