

文章编号: 1000-5692(1999)03-0228-06

秤锤树种子休眠与萌发的初步研究^{*}

史晓华¹, 黎念林¹, 金玲¹, 朱秋桂¹, 徐本美²

(1. 杭州植物园, 浙江杭州 310013; 2. 中国科学院植物研究所植物园, 北京 100093)

摘要: 对秤锤树种子基本性状作了测定, 并对种子进行酸蚀、药剂处理和低温层积等实验处理。结果表明, 种皮占种子风干质量的 88%~94%, 透水性良好; 种子经浓硫酸处理 2 d, 再用 $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 赤霉酸(GA₃)处理后, 在室外低温层积一冬, 发芽率可达 40.06%, 对照种子则未萌发。秤锤树种子的休眠, 除了种皮机械束缚和透气性差的原因外, 种胚还需要一段低温的生理后熟过程, 属于综合休眠类型。图 2 表 3 参 9

关键词: 秤锤树; 种子; 休眠; 萌发

中图分类号: Q945.65; S718.3 **文献标识码:** A

秤锤树(*Sinojackia xylocarpa*)隶属野茉莉科秤锤树属, 为我国北亚热带东部特有树种, 属国家重点保护的二级濒危植物^[1]。该树种不仅在研究野茉莉科的系统发育上具有科学意义^[2], 而且其花雪白, 果实形似秤锤, 果序下垂, 随风摆动, 颇为美观, 有着很高的观赏价值。但种子具有休眠特性, 需隔年甚至 2 a 后才能萌发, 从而影响了该种的迁地保护和开发利用。为此, 研究秤锤树种子的休眠和萌发, 不仅可为濒危植物的保护, 特别是迁地保护过程中的播种繁殖和种子种质的长期保存提供科学依据, 而且可为植物园开展生物多样性保护提供实例。现将初步研究结果报道如下。

1 材料和方法

1.1 材料

供试秤锤树种子(植物学上称为核果), 于 1995 年秋采自杭州植物园。

1.2 方法

1.2.1 种子吸水量测定 将风干种子和酸蚀种子置于 30℃恒温箱中吸胀, 并定时测定种子吸水量。每组 10 粒, 2 次重复。

收稿日期: 1998-09-07; 修回日期: 1998-12-25

基金项目: 浙江省杭州市园林文物局资助项目

作者简介: 史晓华(1938-), 女, 浙江宁波人, 教授级高级工程师, 从事植物引种驯化和种子生理学研究。

1.2.2 酸蚀处理 混合种子经浓硫酸(体积质量 $1.84 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$)浸泡处理后,在流水中冲洗 16~20 h,冲毕后晾干供试。只经浓硫酸处理的种子为酸-ck,作为对照。

1.2.3 种皮裂口处理 将酸蚀过的种子进行夜浸日晒,日晒 2 次,分别为 2 h 和 1 h,以种皮出现裂缝为度。注意不能晒干种仁,以防丧失生活力。

1.2.4 药剂处理 经酸蚀和裂口处理的种子,在 $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下分别用 $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 赤霉素(GA_3)、 0.2% 硝酸钾(KNO_3)以及 $250 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{GA}_3 + 0.2\% \text{KNO}_3$ 混合液浸泡 24 h,并用清水处理作对照。

1.2.5 低温层积处理 将处理后的种子与湿沙相拌后,放入瓦盆中,盆口用塑料布扎紧,并作以下 2 种低温处理:①室外低温层积。于冬季置于室外约 20 cm 深土坑中。②冰箱低温层积。置于冰箱中($1 \sim 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$)。处理时间均从 1995 年 12 月 23 日至 1996 年 3 月 9 日,历时 2.5 个月。

1.2.6 空粒和发芽率测定 因种子数量有限,试验前未作空粒率测定,待各试验组室内发芽试验结束后,再将未发芽种子逐个剪开,统计空粒占整个试验种子粒数的百分比。

空粒率($\%$) = (空粒数/总粒数) $\times 100\%$;

发芽率以发芽的种子数占有胚种子数的百分比表示:发芽率($\%$) = [已发芽种子数/(总粒数 - 空粒数)] $\times 100\%$ 。萌发试验 50~100 粒一组,2 次重复。

1.2.7 苗高和苗径的测定 在每一种处理的当年生幼苗中,选择生长最好的 10 株,测量苗高和地径,并计算其平均值。

2 试验结果

2.1 种子基本特性

供试的秤锤树种子为核果(图 1),卵圆形,在上部约 $2/3$ 处留有环状萼檐的残迹,顶端有钝或尖的圆锤形喙,连喙长 1.5~2.5 cm。外果皮薄,中果皮木栓质,内果皮木质而坚硬,种皮薄,种胚发育完全。

从图 1 显示,真正的种子是被包藏在核果内,而核果干时不开裂,作为播种材料使用。一般生产上所称的“种”是指一切播种材料而言(包括种子、果实等)^[3],这与植物学上所说“种子”系指成熟的胚珠是有所区别的。本文所论述的种子,实为果实(核果),而种皮却为果皮。

秤锤树种子大小差异明显。将新采集的 2 647.5 g 种子,通过筛子可分为大、中、小 3 个等级。大粒留在 15 mm 孔径筛子上,千粒质量为 1 462 g;中粒是处于 10~15 mm 孔径间,千粒质量为 845 g;小粒为 10 mm 以下,千粒质量为 504 g;平均千粒质量一般为 984 g。根据上述供试种子测定,大、中、小粒按质量比为 47:41:12;按粒数比为 32:45:23,可见中粒种子较多。

秤锤树种子具有厚实的木质层,种皮占种子风干质量:大粒 94.05%,中粒 91.92%,小粒为 88.05%。坚厚种皮的机械束缚,无疑阻碍了种子的萌发。种子发育差,空粒占 80.02% $\pm 6\%$,有种仁率仅占 20.02% $\pm 6\%$ 。

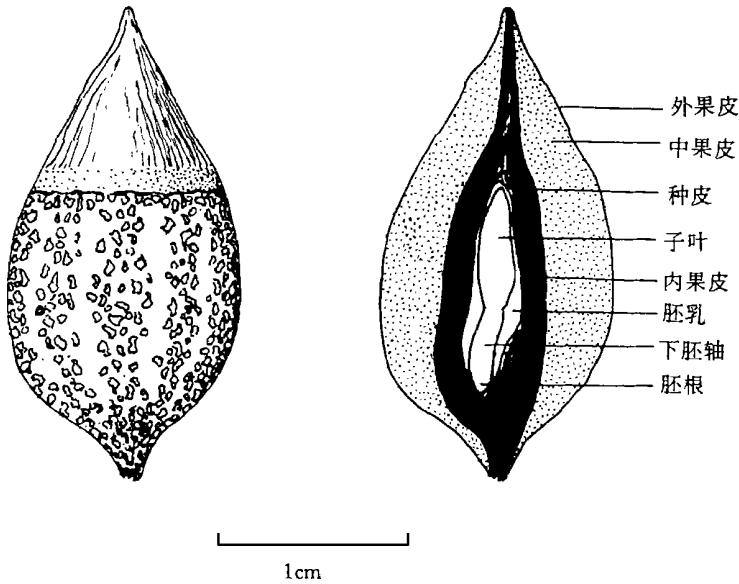


图1 秤锤树种子(核果)图

Figure 1 The seed (drupe) vertical section

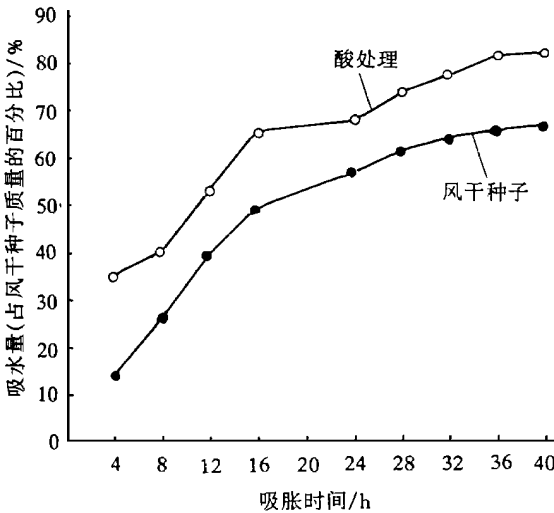


图2 种子的吸水曲线

Figure 2 Curve of seed imbibition

2.2 种子的吸水性

实验结果表明(图2),秤锤树风干种子在吸胀16h前,吸水量呈直线上升,达49.57%,以后吸水速度减慢,至36h基本饱和,吸水量为66.10%。此时切开种子剖面观察,种仁因吸水而由蜡白色变成乳白色,显示该种子虽有坚厚的种皮,却具有良好的透水性。而酸蚀种子在吸胀16h的吸水量达66.14%,与风干种子36h的吸水量相等。至36h吸水量高达81.58%,趋向饱和。酸处理种子的吸水速度明显大于风干种

表1 酸蚀和裂口处理对种子萌发的影响

Table 1 Effect of acid erosion and cracking treatments on the seed germination

浓硫酸处理/d	其他处理	发芽率/%
0	清水	0
2	—	13.79 (3.90)
3	—	6.28 (1.33)
	500 mg·L ⁻¹ GA ₃	20.17 (5.33)
	裂口+500 mg·L ⁻¹ GA ₃	33.51 (13.33)
4	—	6.23 (1.28)

说明: 括号内数据为室外低温层积过程中发芽率(下同)

子。该种子能够吸水,却不能发芽,可见它的休眠原因是其他因子所致。

2.3 酸蚀和裂口处理对种子萌发的影响

秤锤树种子在酸蚀过程中,种皮受到腐蚀,体积变小,质量减轻。大粒种子经4d腐蚀后,下降质量占原种子风干质量的61.10%。

表 1 结果说明, 风干种子经室外低温层积一冬, 颗粒未发。而酸蚀 2~4 d 的种子, 却有 6.23%~13.79% 萌发, 且尤以酸蚀 2 d 为好, 其发芽率比酸蚀 3 d 和 4 d 的高 1.2 倍。这是由于过长时间酸处理使种胚受损, 影响萌发。此结果也说明掌握酸蚀时间的重要性。

酸蚀 3 d 的种子, 均经 $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{GA}_3$ 处理, 其中裂口种子的发芽率比未裂口的高 66.00%, 层积过程中种子的发芽率也有明显提高。因为种子经酸蚀后, 种皮变薄, 减轻了种皮的机械束缚力, 若再行裂口处理, 使种皮产生裂缝, 增强种子的透气性, 有利萌发。

2.4 不同低温层积对破除种子休眠的影响

根据实验, 秤锤树种子只经酸蚀和裂口处理, 而不经低温层积处理, 则春播当年也不能萌发。这说明秤锤树种子的休眠, 不仅与厚实的种皮和透气性有关, 也受低温的影响。但是在不同低温条件下层积, 其萌发效果也有较大差异(表 2)。

表 2 不同低温层积处理对种子萌发的影响

Table 2 Effect of varied low temperature stratification treatment on the seed germination

层积处理	药剂处理	开始萌发日期 /月-日	发芽率 /%
室外低温层积	$500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{GA}_3$	04-08	33.51 (13.33)
	$250 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{GA}_3 + 0.2\% \text{KNO}_3$	04-16	16.56 (6.67)
冰箱低温层积	$500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{GA}_3$	—	0
	$250 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{GA}_3 + 0.2\% \text{KNO}_3$	05-18	9.89

表 2 显示, 酸蚀 3 d 的裂口种子, 均经 $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{GA}_3$ 处理, 在室外低温层积过程中已有 13.33% 的种子萌发, 播种发芽率为 33.51%; 而同样预处理的种子, 在冰箱低温层积条件下则未萌发。用 $250 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{GA}_3 + 0.2\% \text{KNO}_3$ 混合液处理的, 不仅室外低温层积的发芽率高于冰箱

低温层积, 而且开始萌发时间也提前 30 d。此结果与多数种子在冷变温条件下的出苗率高于冷恒温下的发芽率情况相符。这是由于冰箱低温处理较为缓和, 未能充分满足种子对低温的要求, 种子萌发率低; 而室外强烈的冷变温能满足种子对低温的要求, 有利于加速种子生理后熟的进程, 促进萌发。

2.5 药剂对破除种子休眠的作用

秤锤树种子经浓硫酸处理和室外低温层积一冬后, 虽有利于种子萌发, 但发芽率最高也只有 13.79%, 说明酸蚀和冷湿处理仍不能很好地解除该种子休眠。若种子酸蚀后再用 GA_3 或 KNO_3 进行浸种, 则对萌发有着明显的促进作用(表 3)。

表 3 结果表明, 酸蚀 2~4 d 的种子, 经药剂处理后, 并经室外低温层积一冬, 发芽率比酸-ck 提高 1.2~2.4 倍。其中尤以酸蚀 2 d, $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{GA}_3$ 处理的效果为好, 发芽率 40.06%, 比酸-ck 高 1.9 倍, 比 $250 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{GA}_3$ 高 32.00%。苗高和地径分别比酸-ck 增加

表 3 GA_3 及 KNO_3 对种子萌发和苗木生长的影响

Table 3 Effect of GA_3 and KNO_3 on the seed germination and the seedling growth

浓硫酸 处理/d	药剂处理	发芽率 /%	苗高 /cm	地径 /mm
2	酸-ck	13.79	8.80	1.80
	$500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{GA}_3$	40.06	23.75	2.70
	$250 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{GA}_3 + 0.2\% \text{KNO}_3$	30.42	16.97	2.90
3	酸-ck	6.28	15.20	2.20
	$500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{GA}_3$	20.17	10.18	1.70
	$0.2\% \text{KNO}_3$	13.89	10.55	2.40
	$250 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{GA}_3 + 0.2\% \text{KNO}_3$	21.51	17.43	2.70
4	酸-ck	6.23	11.80	2.50
	$500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{GA}_3$	15.21	12.80	1.80
	$250 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{GA}_3 + 0.2\% \text{KNO}_3$	19.97	17.60	2.20

170.00%和50.00%。与酸蚀3d及4d的药剂处理相比,发芽率高86.00%~188.00%,苗高增加34.00~133.00%。上述结果说明,秤锤树种子不仅因种皮的机械束缚和透气性差而引起休眠,而且还存在着生理休眠,外源药剂能促进种子生理休眠的解除。

但是随着酸蚀时间的延长,药剂处理的效果也随之下降。同样用 $500\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{GA}_3$ 和 $250\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{GA}_3+0.2\%\text{KNO}_3$ 处理,酸蚀3d及4d的发芽率分别比酸蚀2d的低99.00%,41.00%,163.00%和52.00%。该结果说明,酸蚀不当,种胚受损,从而影响药剂处理的效果,且药剂质量浓度越高,不良影响越显著。

表3还表明,酸蚀3d的种子,用单一的 $0.2\%\text{KNO}_3$ 处理,也有促进种子萌发的作用,但效果不如 $500\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{GA}_3$ 及 $250\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{GA}_3+0.2\%\text{KNO}_3$ 混合液好。从苗木生长情况显示,在相同酸处理时间,而用不同药剂浸泡组合中,凡用 $0.2\%\text{KNO}_3$ 参与处理的种子,播种后当年生苗木的径径,均比 GA_3 处理的粗。说明 KNO_3 能促进秤锤树苗木的径生长。

3 讨论

3.1 有人认为,秤锤树种子休眠原因可能是机械障碍和生理后熟^[4]。本实验结果表明,秤锤树种子坚实的种皮是萌发的机械障碍,但种皮透气性差也是该种子强迫休眠的原因之一,这与蔷薇(*Rosa chinensis*)和大叶冬青(*Ilex latifolia*)等种子相近似^[5,6,7]。种子酸蚀后增强了透气性,再经室外一冬低温层积,就有13.79%的种子萌发。酸蚀种子经 GA_3 外源激素处理和室外低温层积,能加速种胚生理后熟的进程,使发芽率增至40.06%。所以作者初步研究认为,秤锤树种子的休眠,除了种皮的强迫休眠外,种胚还需要一段生理后熟过程,属于综合休眠类型。至于种子在后熟过程中的一系列生理生化变化,特别是促进物质增长和抑制物质消失等问题,尚待进一步探索。

3.2 很早就知道硝酸盐能刺激种子萌发和打破种子休眠^[8],尤其是 KNO_3 ,作为发芽促进物质而广泛应用于种子检验中^[9]。本实验结果表明, KNO_3 也能促进秤锤树种子发芽,而效果不如 GA_3 和 GA_3+KNO_3 混合液好。但 KNO_3 处理种子对促进苗木的径生长却比 GA_3 显著,其原因尚待进一步实验和研究。

3.3 秤锤树属国家保护的濒危植物。我们从种子角度分析其濒危原因,是由于种子发育不良和特殊结构影响了种的繁衍。首先秤锤树种子发育差,空粒率高($80.02\%\pm 6\%$),如此众多的空粒影响了它的繁殖数量。其次种皮坚厚,种胚需要较长时间的生理后熟。秤锤树种子种皮质量占种子总质量的88%~94%。根据实验,浓硫酸腐蚀2~4d(大粒种子)才能达到种皮变薄,增强透气性的目的。有人试验,秤锤树种子成熟后,湿沙层积至第2个春天只有个别种子萌发,多数要到第3个春天才能萌发,而且发芽率不高^[4]。在人工条件下如此,在自然状态下即使具备湿润的条件,也需1~2a后才能萌发。期间通过1~2个高温高湿的夏天,使种皮腐烂,2~3个冬季低温促进种胚生理后熟,最后种胚依靠自身的力量,突破种皮而萌发。在这漫长进程中,不利的自然条件经常影响着种子的寿命。据作者观察,秤锤树种子因种粒大,成熟后常落在母树周围,如下方土壤裸露,土质坚实,则难以萌发。在杭州植物园2株母树下,有的年份果实累累,但由于夏季高温干燥,土壤板结,不具备打破种子休眠所需要的湿润环境,所以未见小苗。而相反,只有那些生长在山沟边的母树,或母树下有腐叶等能保持水分的疏松基质条件下,使种皮得以腐烂,透气性得到改善,冬季的低温又

能促进种胚生理后熟, 种子才能萌发, 偶见小苗。所以作者认为, 秤锤树的濒危, 可能与种子发育差和特殊的种子结构以及缺乏种子萌发所需要的适宜环境条件有关, 从而影响了它的繁衍和传播, 使它陷入濒危的境地。

参考文献:

- 1 国家环境保护局, 中国科学院植物研究所. 中国珍稀濒危保护植物名录(第 1 册)[M]. 北京: 科学出版社, 1987. 6.
- 2 中国科学院植物研究所. 中国珍稀濒危植物[M]. 上海: 上海教育出版社, 1989. 323.
- 3 中国科学院植物研究所北京植物园种子组. 种子工作手册[M]. 北京: 科学出版社, 1960. vii.
- 4 万才淦. 三种珍稀濒危植物种子的休眠习性[J]. 种子, 1990, (5): 65.
- 5 徐本美, 张治明, 张会金. 蔷薇种子的萌发与休眠的研究[J]. 种子, 1993, (1): 5~9.
- 6 徐本美, 史晓华, 黎念林. 大叶冬青种子的休眠与萌发初探[A]. 见: 中国植物学会植物学分会. 植物引种驯化集刊(第 11 集)[C]. 北京: 科学出版社, 1997. 150~155.
- 7 史晓华, 俞仲铭, 史忠礼, 等. 深山含笑种子休眠生理的初步研究[J]. 植物生理学通讯, 1986, (3): 17~19.
- 8 徐是雄, 唐锡华, 傅家瑞, 等. 种子生理的研究进展[M]. 广州: 中山大学出版社, 1987. 211.
- 9 ISTA. 国际种子检验规程(1976)[S]. 颜启传, 等译. 北京: 技术标准出版社, 1980. 145~162.

Seed dormancy and germination of *Sinojackia xylocarpa*

SHI Xiao-hua¹, LI Nian-lin¹, JIN Ling¹, ZHU Qiugui¹, XU Ben-mei²

(1. Hangzhou Botanical Garden, Hangzhou 310013, Zhejiang China; 2. Beijing Botanical Garden, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China)

Abstract: Basic properties of *Sinojackia xylocarpa* seed were determined and experiments with acid erosion, chemical treatment and low temperature were carried out in order to search out dormancy and germination nature of the seed. The results showed that weight of the seed coat, which has a good water permeability, occupied 88% to 94% of the total seed. The germination rate could reach at 40.06% after the seeds had been treated with sulphuric acid for two days, and with 500 mg ° L⁻¹ GA₃, then stratified outdoor at low temperature for a winter, but the control seeds could not germinate. Seed dormancy of *Sinojackia xylocarpa* is due to not only the poor air permeability and the mechanical restraint of the seed coat but the process that its embryo needs a period of time for post ripening as well. So, it belongs to a type of comprehensive dormancy.

Key words: *Sinojackia xylocarpa*; seeds; dormancy; germination