

储藏条件和时间对六种多年生湿地植物种子萌发的影响

刘贵华,袁龙义,苏睿丽,李 伟

(中国科学院武汉植物园/武汉植物研究所水生植物生物学实验室,武汉 430074)

摘要:研究了储藏条件和时间对 6 种湿地植物种子萌发的影响,以便为采用种子恢复和重建湿地植被提供指导。将新鲜种子在浸泡-冷、湿-冷、湿/干-冷和干-冷 4 种条件下储藏 3 个月后再进行种子萌发,结果表明,普通野生稻(*Oryza rufipogon*)和野慈姑(*Sagittaria trifolia*)在 3 种水胁迫冷藏条件下的种子萌发率显著高于干-冷储藏时的萌发率;柳叶箬(*Isachne globosa*)和水毛花(*Scirpus triangulatus*)种子发芽率最高的储藏条件分别是浸泡-冷或湿-冷储藏和干/湿-冷藏。小慈姑(*Sagittaria potamogetifolia*)和野荸荠(*Eleocharis plantagineiformis*)在 4 种储藏条件下的发芽率没有显著差异。将种子在干-冷条件下分别储藏 1 个月、6 个月、18 个月和 30 个月后再进行萌发,结果显示储藏时间延长显著提高了普通野生稻、柳叶箬、野荸荠和小慈姑的发芽率。野慈姑的发芽率在前 3 个储藏期随储藏时间延长而提高,但 30 个月 after 发芽率开始下降。水毛花在所有储藏期间的发芽率均小于 2%。结果建议采用种子恢复和重建湿地植被时,将种子水胁迫冷藏利于种子的萌发。同时,结果也表明干-冷储藏 30 个月的种子仍可作为湿地恢复的种质资源。

关键词:恢复;种子萌发;种子储藏;湿地

Effects of storage condition and duration on seed germination of six wetland perennials

LIU Gui-Hua, YUAN Long-Yi, SU Rui-Li, LI Wei (Laboratory of Aquatic Plant Biology, Wuhan Botanical Garden / Wuhan Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430074, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(2): 371~374.

Abstract: The effects of storage condition and duration on the seed germination of six dominant species (*Oryza rufipogon*, *Isachne globosa*, *Scirpus triangulatus*, *Eleocharis plantagineiformis*, *Sagittaria trifolia* and *S. potamogetifolia*) in wetlands of southern China were studied in order to find suitable ways to store and germinate them, and provide information to rebuild and restore wetland vegetation from seed. Fresh mature seeds were stored at 5°C for three months under four conditions (dry, moist/dry, moist, submerged) before germination. *O. rufipogon* and *S. trifolia* showed significant increases in seed germination when stored in all three water stress treatments, while *I. globosa* showed the greatest germination after submerged or moist storage, and in *S. triangulates*, moist/dry storage increased seed germination. Germination of *E. plantagineiformis* and *S. potamogetifolia* were not affected by storage conditions. In another treatment, air-dried seeds were stored at 5 C and germinated after 1 month, 6 months, 14 months and 30 months. The increased storage time caused significantly increased seed germination in *O. rufipogon*, *I. globosa*, *E. plantagineiformis*, and *S. potamogetifolia*. The germination of *Sagittaria trifolia* decreased slightly after 30-month storage, while the germination of *S. triangulates* was lower than 2% in all four durations. It is suggested that storing seeds under water stress and cold condition would be suitable for many wetland plants, and seeds stored under dry-cold condition beyond 30 months can still be used as a restoration resource for the six species.

Key words: restoration; seed germination; seed storage; wetland

基金项目:中国科学院知识创新工程重要方向资助项目(KSCX2-1-10);国家重点基础研究发展规划资助项目(2002CB412300);国家自然科学基金资助项目(39970065);中国科学院武汉植物研究所所长基金资助项目

收稿日期:2003-12-31;修订日期:2004-05-20

作者简介:刘贵华(1968~),男,湖南新化人,博士生,副研究员,从事湿地生态学研究。E-mail: liugh@rose.whiob.ac.cn

Foundation item: the Innovation Key project of CAS (No. KSCX2-1-10); The State Key Basic Research and Development Plan of China (No. 2002CB412300); National Natural Science Foundation of China(No. 39970065) and WBG Director Found

Received date: 2003-12-31; **Accepted date:** 2004-05-20

Biography: Liu Guihua, Ph. D. candidate, Associate professor, mainly engaged in wetland ecology. E-mail: liugh@rose.whiob.ac.cn

文章编号:1000-0933(2005)02-0371-04 中图分类号:Q142,Q143,Q948 文献标识码:A

采用种子恢复湿地植被是简便而经济的手段。然而由于对湿地植物的种子萌发特性方面的研究很少^[1],因而目前还很少有通过种子成功恢复湿地植被的工作。

采用种子恢复湿地植被首先必须解决的难题是种子储藏。湿地植物种子一般在秋、冬季节成熟,这个季节萌发的幼苗往往不能度过寒冷的冬季,不能完成其生活史过程,因此种子必须储藏到来年春天再播种萌发。此外,许多湿地植物的种子具有初始休眠的特征^[2~7],因此种子必须经过一段时间的储藏来打破休眠。一些学者已经研究了温度^[8]、埋藏^[7]、冷湿分层处理^[1, 9, 10]等储存条件对湿地植物种子萌发的影响。研究表明浸泡或湿润条件下冷藏可以提高苔属(*Carex*)种的萌发率^[1, 9, 10]。但对其它湿地物种的相关研究很少。

储藏持续的时间也影响种子活力和发芽力。超过 6 个月储藏的苔草种子不能萌发^[9]。Budelsky 和 Galatowitsch^[1]对 3 个苔草种子萌发的研究也表明长期干燥冷藏的种子,其活力和发芽力下降。但是,不同的湿地种对储藏期限的反应可能有着差异。因为种皮和稃片的不渗透性是大多数湿地种萌发率低的主要原因^[11, 12],部分种子的种皮和稃的渗透性可能随储藏时间的延长而增加,因而在一定期限内提高种子的发芽力。

普通野生稻(*Oryza rufipogon*),柳叶箬(*Isachne globosa*),水毛花(*Scirpus triangulatus*),野荸荠(*Eleocharis plantagineiformis*),野慈姑(*Sagittaria trifolia*)和小慈姑(*S. potamogetifolia*)曾在南方湿地广泛分布,是一些植被中的优势种。因此,它们可以作为湿地植被恢复的首选物种。本文研究储藏条件和储藏时间对它们的种子萌发的影响,目的在于了解这些物种在短期储藏时的最优储藏条件;估计不同储藏时间对 6 个物种种子发芽力的影响。

1 材料和方法

(1)种子来源 2000 年 9 月中旬,从湖南茶陵湖里湿地(26°51'26"N, 113°41'45"E)采集新鲜成熟的种子,每个物种的种子分别采集于 30 个以上的个体,将所选个体的种子全部采集。种子采回实验室后风干一个星期,保存在 5℃黑暗条件下的光照培养箱中备用。

(2)储藏条件处理 2000 年 9 月初,每物种随机取种子 1200 粒,分 4 批(每批 300 粒)在 5℃黑暗条件下的光照培养箱中进行如下处理:①将种子在 500 ml 烧杯中浸泡 90d(浸泡-冷);②种子在 100 mm 培养皿内浸湿的滤纸上分层放置 90d(湿-冷);③种子在 100 mm 培养皿内浸湿的滤纸上分层放置 30d,然后在干燥条件下分层放置 60d(湿/干-冷);④种子在 100 mm 培养皿内干燥的滤纸上分层放置 90d(干-冷)。于 2001 年 3 月初开始种子萌发实验。

(3)储藏时间 种子在 5℃黑暗条件下的光照培养箱中干燥储藏,分别于 1 个月、6 个月、18 个月和 30 个月后进行种子萌发实验。小慈姑因种子数量不够,只进行前两期萌发。

(4)萌发实验和数据分析 萌发实验在 12h 光照(250 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$;12h 黑暗的光照条件和 20℃温度条件的光照培养箱中进行,将种子置于培养皿中浸湿的滤纸上萌发。每个培养皿中放置 40 粒同种植物的种子,每个物种的每个处理重复 5 次。萌发持续 30d,每天加水维持滤纸湿润,统计种子萌发数。

数据分析基于最终萌发率进行。先对萌发率进行反正弦转化以克服数据的方差不齐,采用最小显著差异法(LSD)检验各物种在不同处理条件下的差异显著性。统计检验通过 SPSS 11.0 实现。

2 结果

2.1 储藏条件

除小慈姑外,其它 5 个物种均以干-冷储藏条件下的种子萌发率最小(图 1)。以干-冷储藏作为对照,浸泡-冷藏和湿-冷藏显著提高普通野生稻、柳叶箬和野慈姑的种子萌发率;湿/干-冷藏显著提高了普通野生稻、水毛花和野慈姑的种子萌发率。4 种储藏条件中,普通野生稻和野慈姑在湿-冷藏条件下萌发率最大,柳叶箬和水毛花则分别在浸泡-冷藏和湿/干-冷藏时萌发率最大。储藏条件对野荸荠和小慈姑的种子萌发没有显著影响。水毛花和野慈姑在所有条件下的种子萌发率均小于 4%。

2.2 储藏时间

两个禾本科(Gramineae)物种中,1 个月和 6 个月冷藏的普通野生稻种子萌发率都较低,18 个月后其萌发率显著增加。柳叶箬的休眠时间更短,6 个月冷藏的种子的萌发率显著高于 1 个月的种子,18 个月和 30 个月的种子间的萌发率没有显著差异(图 2)。

莎草科(Cyperaceae)的水毛花和野荸荠经 1 个月和 6 个月冷藏后均不萌发,18 个月和 30 个月后有少量的水毛花种子萌发,但 4 个时期的萌发率没有显著差异。野荸荠的种子在 18 个月和 30 个月后萌发率显著增加(图 2)。

1 个月冷藏后的野慈姑的种子萌发率为 16.7%,6 个月后其种子萌发率显著增加。1 个月的野慈姑种子不萌发,6 个月和 18 个月后萌发率显著增加,30 个月后萌发率有所下降但不显著(图 2)。

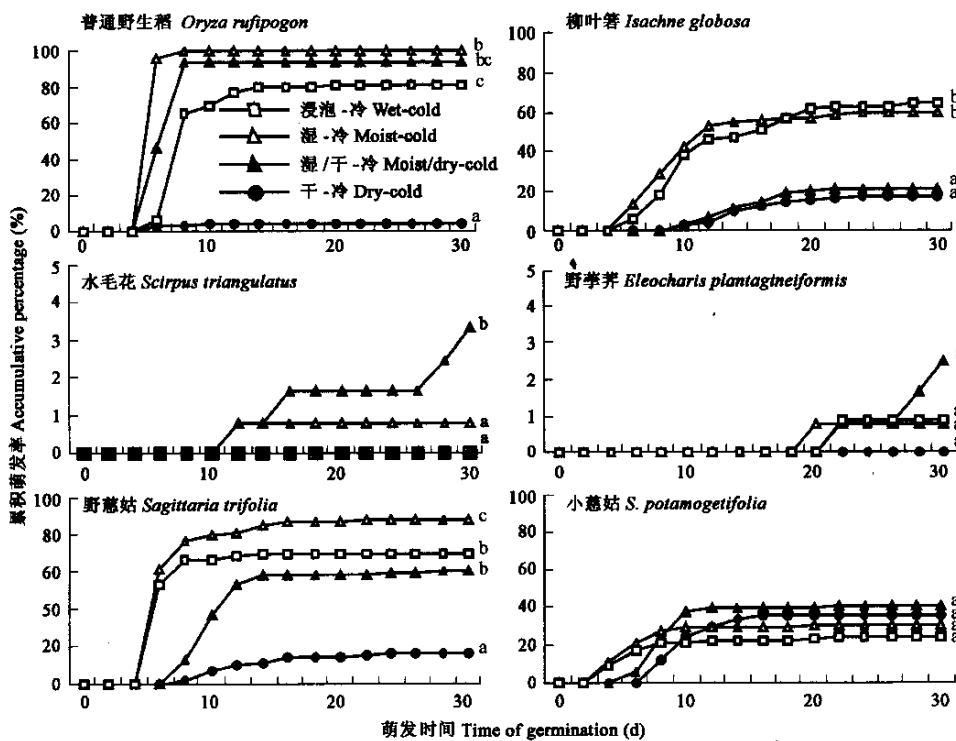


图 1 6 种湿地植物在 4 种储藏条件下的种子累积萌发率

Fig.1 Accumulative germination percentages of six wetland species for four treatments of water stress condition
相同字母标注的线表示差异不显著 ($p<0.05$, LSD) Lines with the same letter are not significantly different ($p<0.05$, LSD test); Percentages were arcsin transformed prior to analysis; 下同 the same below

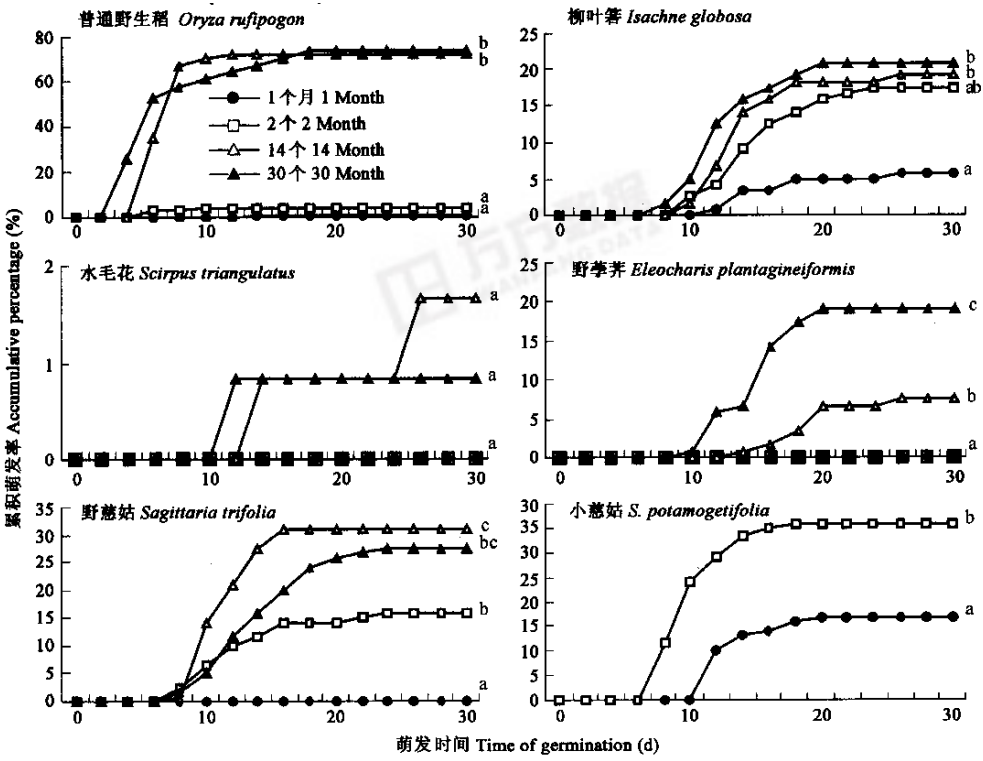


图 2 6 种湿地植物在 4 个储藏期限的种子累积萌发率 ($p<0.05$, LSD)

Fig. 2 Accumulative germination percentages of six wetland species for different storage times. Lines with the same letter are not significantly different ($p<0.05$, LSD test)

3 讨论

大多数湿地植物种子的物理休眠是由于种皮和稃阻碍了水分渗入引起的。一旦种皮和稃渗透性增加后,种子能够在较广的温度范围下萌发^[1, 13, 14]。浸泡和湿润条件显然利于种子对水分的吸收,因而促进种子萌发。Budelsky 和 Galatowitsch^[1]以及 van der Valk 等^[9]分别对莎草科的几个苔属(*Carex*)湿地植物进行了类似的研究,表明水胁迫冷藏显著提高了种子发芽率。因此,虽然物种响应幅度具有较大的差异,不同的湿地物种对水胁迫的储藏条件表现出相同的响应。水胁迫冷藏是打破湿地植物种子休眠的有效储藏方式。但是,研究中发现,除两个莎草种外,其它 4 个种的部分种子在浸泡和湿润处理的储藏过程中即已萌发,因此,对大多数湿地植物而言,水胁迫储藏不适于种子的长期保存。

除小慈姑外,所有 5 个种的萌发率在一定范围内随储藏时间延长而增加,表明储藏能破一些湿地物种的种子休眠,推测这是因为储藏增加了种皮和稃的可渗透性引起的。与 18 个月储藏相比,30 个月储藏不再显著提高普通野生稻、柳叶箬和野慈姑的种子萌发率,相反,野慈姑的萌发率开始下降,但是,它们在 4 个储藏期的最高萌发率均低于水胁迫处理时的最高萌发率,表明长期的储藏可能导致部分种子的活力丧失^[1, 9]。

水毛花在所有处理中的萌发率都很低,其它许多研究也表明大多数 草属(*Scirpus*)物种的种子萌发率较低^[8, 14, 15]。研究表明 *Scirpus acutus* 的种子在水中储藏 8 个月后再干藏 1 个月,其最高萌发率可达 53%^[15];3 个 草属物种的种子萌发率随湿-冷储藏期限的延长而增加,其最长储藏时间可达 80 周^[12]。本研究种子采集地的种子库研究中萌发了大量的水毛花幼苗^[16],表明水毛花种子在一定条件下能够萌发。推测水胁迫保存是水毛花种子萌发的必要条件,目前研究中水毛花种子发芽率低的可能原因是 3 个月的水胁迫储藏的时间太短,尚未能破除种子的休眠。

结果表明,短期储藏的水毛花和野荸荠种子萌发率低,必须对种子做进一步处理才能作为湿地植被恢复的物种资源。其它 4 个物种中,当收集的种子预期用于来年的湿地植被恢复时,水胁迫条件下冷藏可获得最高萌发率。虽然长期的干冷储藏导致部分种子的活力丧失,但超过 30 个月干冷储藏的种子仍可用作湿地植被恢复的种质资源。

References:

- [1] Budelsky R A and S M. Galatowitsch. Effects of Moisture, temperature, and time on seed germination of five wetland *Carices*; implications for restoration. *Restor. Ecol.*, 1999, **7**: 86~97.
- [2] Baskin C C, Baskin J M and Chester E W. Role of temperature, light and date: seeds were exhumed from soil on germination of four wetland perennials. *Aquat. Bot.*, 1989, **35**: 387~394.
- [3] Baskin C C, Baskin J M and Chester E W. Seed germination ecophysiology of four summer annual mudflat species grass of Cyperaceae. *Aquat. Bot.*, 1993, **45**: 41~52.
- [4] Baskin C C, Baskin J M and Chester E W. Germination ecology of *Leptochloa panicoides*, a summer annual grass of seasonally dewatered mudflats. *Acta Oecol.*, 1993, **14**: 693~704.
- [5] Baskin C C, Baskin J M and Chester E W. Annual dormancy cycle and influence of flooding in buried seeds of mudflat populations of the summer annual *Leucospora multifida*. *Ecoscience*, 1994, **1**: 47~53.
- [6] Baskin C C, Baskin J M and Chester E W. Seed germination ecology of the aquatic winter annual. *Hottonia inflata*. *Aquat. Bot.*, 1996, **54**: 51~57.
- [7] Schütz W. Primary dormancy and annual dormancy cycle in seeds of six temperate wetland sedges. *Aquat. Bot.*, 1997, **59**: 75~85.
- [8] Andersen R N. *Germination and Establishment of Weeds For Experimental Purposes*. Weed Science Society of America, Urbana, IL, 1968. 230.
- [9] van der Valk A G, Bremholm T L and Gordon E. The restoration of sedge meadows: seed viability, seed germination requirements, and seedling growth of *Carex species*. *Wetlands*, 1999, **19**: 756~764.
- [10] Schutz W and Rave G. The effect of cold stratification and light on the seed germination of temperate sedges (*Carex*) from various habitats and implications for regenerative strategies. *Plant Ecol.*, 1999, **144**: 215~230.
- [11] Wu L. The seed dormancy of a Taiwan wild rice population and its potential for rice breeding. *Bot. Bull. Acad. Sin.*, 1978, **19**: 1~12.
- [12] Clevering O A. Germination and seedling emergence of *Scirpus lacustris* L. and *Scirpus maritimus* L. with special reference to the restoration of wetlands. *Aquat. Bot.*, 1995, **50**: 63~78.
- [13] Baskin J M and Baskin C S. Environmental conditions required for germination of prickly sida (*Sida spinosa*). *Weed Sci.*, 1984, **32**: 786~791.
- [14] Lacroix C and Mosher C. Early development and viability testing of embryos of *Scirpus autus* Muhl. *Aquat. Bot.*, 1995, **50**: 117~125.
- [15] Harris S W and Marshall W H. Germination and planting experiments on soft-stem and hard-stem bulrush. *J. Wildlife Manage.*, 1960, **24**: 134-149.
- [16] Liu G H, Li W, Wang X L. Relationship of seed banks to standing plant in Southern China wetland. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, **24**: 450~456.

参考文献:

- [16] 刘贵华, 李威, 王翔, 等. 南方湿地种子库与地表植被的关系. 生态学报, 2004, **24**: 450~456.