

不同温度、光照、贮存时间及 PEG 胁迫 对北丝石竹种子萌发的影响

岳桦¹, 刘周¹, 李玉珠²

(1. 东北林业大学 园林学院 黑龙江 哈尔滨 150040; 2. 大庆市绿化工程有限责任公司 吉林 大庆 163001)

摘要: 以大庆自然植被干旱草原生境采集的北丝石竹种子为试材, 研究其在不同温度、光照、贮存时间、PEG 模拟干旱胁迫与其种子萌发的相关性, 了解其种子对温度、光照、干旱生境等的适应能力, 为建立种子繁殖技术流程提供科学依据。结果表明: 北丝石竹在 15~30℃ 发芽率均达 90% 以上, 种子萌发温度范围具有宽适性, 其中以 25℃ 最适于种子萌发; 北丝石竹种子萌发属于对光不敏感类型, 种子在有无光照条件下都能够萌发; 5%~10% PEG 质量分数处理种子促进其种子萌发, PEG 质量分数 15%~25% 抑制其种子萌发; PEG 质量分数 25% 使种子不能萌发, PEG 质量分数 20%~25% 处理不萌发的种子复水恢复实验, 83%~84% 的种子萌发, 其仍具有恢复能力。北丝石竹种子萌发阶段具有一定抗旱能力。北丝石竹种子采收后常温保存 1 年对其发芽特性影响不明显。

关键词: 北丝石竹; PEG 胁迫; 温度; 光照; 种子萌发; 种子贮存

中图分类号: S681.5; Q949.745.8 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2012)01-0072-05

Effects of Temperature, Light, Storage Time and PEG Stress on the Seed Germination of *Gypsophila davurica*

YUE Hua¹, LIU Zhou¹, LI Yu-zhu²

(1. College of Landscape Architecture, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China; 2. Daqing Greening Engineering Company Co Ltd, Daqing 163001, China)

Abstract: This study uses *G. davurica* seeds collected from arid grassland habitats of natural vegetation of Daqing as test materials to study the correlation of seed germination with different temperature, light, storage time and PEG simulated drought stress. The adaptability of the seeds to temperature, light, drought and other conditions of habitats was studied so as to provide scientific basis for the establishment of seed propagation process. The result shows, the seed germination rate of *G. davurica* was high in the temperature range of 15-30℃, averagely over 90%. And the seed germination had a wide adapt ability to temperature range, and the most suitable temperature for seed germination was 25℃. Seed germination was not sensitive to light and the seeds could germinate without light. The PEG concentration of 5%-10% promoted the seed germination, while 15%-25% inhibited it. The seeds could not germinate at PEG concentration of 25%. 83%-84% of the seeds failed to germinate at PEG concentration of 20%-25% and regerminated through complex water recovery experiments. They still had the ability to recover. The stage germination of *G. davurica* seeds had a certain resistance to drought. Reserve at room temperature for one year after harvest had no obvious effect on the germination characteristics of *G. davurica* seeds.

收稿日期: 2011-09-06 修回日期: 2011-10-19

基金项目: 哈尔滨市科技攻关项目(2008AA6CN090)和东北林业大学校企合作项目(030-43210004)

作者简介: 岳桦(1962-), 女, 教授, 主要从事园林植物资源与应用研究, E-mail: yuehua0123@126.com。

Key words: *Gypsophila davurica*; PEG stress; temperature; light; seed germination; seed storage

北丝石竹(*Gypsophila davurica*) 石竹科丝石竹属,中国主要分布于东北、内蒙古和河北等地,生于草原、丘陵、固定沙丘及石砾质干山坡生境。为多年生宿根草本,其根系可长达1 m以上,体现了干旱生境草本植物根系长度多达到60 cm以上的特征。其高50~80 cm,聚伞花序顶生,花瓣白,群体花期7—9(10)月长达近3个月^[1],具有多年生的低维护性特点,是寒地园林中优良的花境、地被、丛植应用形式且节水型的观赏植物,目前园林中还没有应用。本文对大庆草原自然干旱生境采集的北丝石竹种源进行种子萌发与光、温度、贮存时间及干旱因子相关性的研究,通过研究不同的光、温度、贮存时间、PEG模拟干旱胁迫对北丝石竹种子萌发的影响。以期建立优化的北丝石竹种子繁殖技术流程提供科学依据^[2-5]。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试材料于2010年8月底,采收于大庆草原干旱自然生境的北丝石竹种子。将种子置于常温下自然晾干,并在室温黑暗条件下保存。随机选取大小不同的种子作为试验材料。供试种子用质量分数为0.3%的高锰酸钾溶液,浸泡为20~30 min消毒^[6],滤纸在高温消毒(105℃,2 h)。种子萌发实验于2010年9月15日进行。

1.2 试验方法

1.2.1 种子形态观测和千粒质量,含水量测定 选取饱满种子,利用电子解剖镜对其进行外部形态特征的观测。根据国际种子检验规程^[7],从洗净种子中随机选取100粒用1‰分辨率的电子天平称质量,同时进行8次重复称量,按8次重复的平均数计算千粒质量(保留3位小数)。称量种子,作3次重复,并将已称量种子放入称量过的带盖样品盒,置于105℃的烘箱内烘20 min,再将烘箱调至85℃烘干,每隔4 h取出放到干燥器内冷却称量1次,直至达到恒质量为止。记录最终数值,计算处理前后质量差值。含水量以重量分数表示^[8]。

1.2.2 不同温度和光照处理对北丝石竹种子萌发的影响 实验在黑暗条件下进行,每个处理下每组60粒种子,3次重复。将种子放入12 cm培养皿中,以双层滤纸为发芽床,在15、20、25、30℃4个梯度人工培养箱中进行萌发实验。每天09:00记录种子萌发情况,根据需要适量滴加蒸馏水,保持滤纸湿润。

试验设2个光照梯度:0(覆土)和24 h/d(不覆土,光照培养箱中的光照强度为5 000 lx左右),设置恒温25℃。

根据种子发芽的趋势,选取北丝石竹的发芽高峰期4 d作为北丝石竹种子发芽势的测定。

1.2.3 不同质量分数PEG模拟干旱胁迫处理对北丝石竹种子萌发的影响 采用聚乙二醇(PEG~6 000)模拟干旱胁迫。设0%(CK)、5%、10%、15%、20%、25%5级不同质量分数PEG水平梯度。每个处理60粒,3次重复,以双层滤纸为发芽床,于25℃恒温无光照人工培养箱中进行萌发实验。开始每个培养皿中加入相应3 mL PEG溶液,之后每天向滤纸中加PEG溶液1 mL,以保持种子湿润但又勿使种子浸在溶液中。每3 d换1次滤纸,每6 d换1次培养皿,以尽量减少水势变动。CK用蒸馏水代替PEG。实验结束后称量种子的鲜质量,用万分之一分析天平称量^[9]。

PEG模拟干旱胁迫处理结束后,将未萌发种子用蒸馏水冲洗干净,进行继续在水中处理的恢复实验,将被PEG胁迫抑制了萌发的种子在水中的恢复是否能够继续萌发,进而验证其种子对干旱胁迫的恢复能力,能够继续萌发的种子,种子发芽结束后测定种子的鲜质量。

1.2.4 不同贮存时间对北丝石竹种子萌发的影响 种子自采收后,于室内自然条件下黑暗贮存,每隔4个月测量1次种子的发芽率等相关指标,设置4个时间梯度:2010年9月及翌年的1、5、9月。每个处理60粒,3次重复,以双层滤纸为发芽床,于25℃恒温无光照培养箱中进行萌发实验。

1.3 种子萌发相关数据的测定及分析方法

从种子置床之日起观察,以胚根露出种皮1~2 mm作为萌发标志^[10]。将实验各处理中最早有1粒种子发芽之日作为该处理发芽的开始日期,以后每天09:00记录发芽种子数,萌发末期连续3 d萌发粒

数不足供试种子总数的 1% ,记为萌发结束^[11]。

$$1.3.1 \text{ 种子活力的测定 种子发芽率}(GR) = \text{发芽种子数} / \text{供试种子数} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{发芽势}(GP) = \text{种子发芽数达到高峰时的正常发芽种子总数} / \text{供试种子总数} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{发芽指数}(GI) = \sum(G_i/D_i) \quad (3)$$

$$\text{活力指数}(VI) = \text{发芽指数}(GI) \times S \quad (4)$$

其中 G_i 为 t 日发芽数 D_i 为相应的天数 S 为芽鲜质量。

1.3.2 数据处理 试验数据采用 SPASS 17.0 ,Excel 2003 软件进行数据处理分析。

2 结果与分析

2.1 种子形态特征及干粒质量、含水量的测定

北丝石竹的种子圆肾形 ,长 1.2 ~ 1.8 mm ,厚 0.5 ~ 0.8 mm ,成熟时为黑褐色 ,两侧微扁 ,具密条状微凸起 ,背部具短尖的小疣状凸起。成熟时的干粒质量为 0.635 4 g ,相对含水量为 11.65% 。

2.2 不同温度、光照处理对北丝石竹种子萌发的影响

不同温度和光照处理对北丝石竹的发芽率、发芽势和发芽指数影响见表 1。

在 25 ℃ 恒温条件下 ,有光照种子萌发率为 92% ,发芽势 90% ,发芽指数 53.04; 无光照种子萌发率为 96% ,发芽势 88% ,发芽指数 62.24。说明北丝石竹种子萌发有无光因子都能够萌发 ,且种子萌发率较高。光因子不是北丝石竹种子萌发的必要条件 ,光照会降低北丝石竹种子萌发的发芽率和发芽质量 ,北丝石竹种子萌发对光照为不敏感类型。种子繁殖采取覆土或不覆土均可。以覆土的萌发率相对较高 ,说明覆土更有利于种子萌发 ,但其差异不显著 ($P > 0.05$) 。

在无光照(覆土)条件下 ,北丝石竹在 15 ~ 30 ℃ 均可萌发 ,其萌发率达到 90% ~ 96% 。说明其种子萌发在温度因子方面具有宽适性特点 ,15 ~ 30 ℃ 区域对种子萌发影响不大 ,其不同温度处理下发芽率相差 6% ,各温度处理之间的差异不显著 ($P > 0.05$) 。

种子覆土无光照条件下 ,不同温度种子发芽率变化趋势表现为 ,15 ~ 25 ℃ 其发芽率随着温度的升高而升高 ,其中以 25 ℃ 发芽率最高达到 96%; 30 ℃ 发芽率开始下降为 93% 。不同温度发芽率的排序为 25 ℃ (96%) > 20 ℃ (94%) > 30 ℃ (93%) > 15 ℃ (90%) ;体现了温带植物相对适宜的温区特征 ,但差异不显著。

其发芽指数体现发芽速率 ,其发芽指数越高 ,种子活力越强 ,在自然条件下出苗越快。覆土的无光照处理下其发芽指数随着温度的增高而增高 ,成正相关 ,发芽指数排序为 30 ℃ (67.7) > 20 ℃ (62.31) > 25 ℃ (62.24) > 15 ℃ (52.59) ,但差异不显著 ($P > 0.05$) 。

北丝石竹种子萌发与环境温度的日温差、光照强度单因子相关性及其多因子互作的正交试验还有待于进一步深入研究。

表 1 不同温度、光照处理对北丝石竹种子萌发的影响

Tab.1 Effects of different temperature and light on the seed germination of *Gypsophila davurica*

温度/℃ Temperature	光照/(h · d ⁻¹) Light	发芽率/% Germination rate	发芽势/% Germination energy	发芽指数 Germination index
15	0	0.90 ± 0.01aA	0.86 ± 0.02aA	52.59 ± 5.17aA
20	0	0.94 ± 0.03aA	0.82 ± 0.08aA	62.31 ± 8.65aA
25	0	0.96 ± 0.01aA	0.88 ± 0.03aA	62.24 ± 6.53aA
30	0	0.93 ± 0.02aA	0.85 ± 0.02aA	67.70 ± 7.16aA
25	24	0.92 ± 0.05aA	0.90 ± 0.05aA	53.04 ± 8.56aA

Duncan 法检验;表中数据为平均值 ± 标准误;不同小写字母表示显著差异 ($P < 0.05$) 大写字母表示极显著差异 ($P < 0.01$) 。

Duncan's multiple range test. Data in the table as mean ± standard error. Different lowercase letters indicate significant differences ($P < 0.05$); Capital letters represent significant difference ($P < 0.01$) .

2.3 不同质量分数 PEG 干旱胁迫处理对北丝石竹种子萌发的影响

在 25 ℃ 无光照的恒温培养下 ,不同质量分数 PEG 处理北丝石竹种子 ,其种子萌发率、发芽势、活力指数不同(表 2) 。

表 2 不同质量分数 PEG 干旱胁迫处理对北丝石竹种子萌发的影响

Tab. 2 Effects of different PEG concentration stress on the seed germination of *Gypsophila davurica*

PEG 质量分数 / % Concentration of PEG	发芽率 / % Germination rate	发芽势 / % Germination energy	活力指数 Vigor index
0 CK	0.98 ± 0.01aA	0.93 ± 0.02abA	14.28 ± 0.89aA
5	1.00 ± 0.00aA	0.83 ± 0.09bA	10.67 ± 0.98bB
10	0.99 ± 0.03aA	0.95 ± 0.01aA	4.82 ± 0.98cdC
15	0.84 ± 0.07bB	0.64 ± 0.01cB	1.84 ± 0.35eDE
20	0.07 ± 0.01cC	0.14 ± 0.01dC	0.01 ± 0.00eE
25	0.00 ± 0.00cC	0.00 ± 0.00eD	0.00 ± 0.00eE

Duncan 法检验; 表中数据为平均值 ± 标准误; 不同小写字母表示显著差异 ($P < 0.05$), 大写字母表示极显著差异 ($P < 0.01$)。

Duncan's multiple range test. Data in the table as mean ± standard error. Different lowercase letters indicate significant differences ($P < 0.05$); Capital letters represent significant difference ($P < 0.01$).

表 2 的结果表明: 随 PEG 质量分数的增高, 其种子萌发率降低, 不同质量分数种子萌发率的排序为 (质量分数 / 种子萌发率): 5% (100%)、10% (99%)、0 (对照 CK98%)、15% (84%)、20% (7%)、25% (0)。其中在低质量分数处理 5% ~ 10% 内, 种子发芽率较对照 CK 增高, PEG 对种子萌发具有一定促进作用, 但其差异不显著。PEG 质量分数为 15% 使种子发芽率降低, 体现出 PEG 对种子萌发的抑制作用, 其差异显著。PEG 质量分数 20% 胁迫下种子萌发率仅 7%, 受到抑制作用明显, 差异极显著。PEG 质量分数为 25% 则使种子不能萌发。同时说明北丝石竹种子萌发阶段具有一定的耐干旱胁迫的能力, 质量分数为 5% ~ 10% PEG 促进其种子萌发。

在无光照的培养箱中 25 °C 恒温培养条件下, 不同质量分数 PEG 胁迫处理 4 d 内, 质量分数为 5% ~ 10% PEG 胁迫对北丝石竹种子发芽势提高有促进作用, 其发芽势为 83% ~ 95%, 增加 12%。PEG 质量分数 15% ~ 25% 胁迫下种子发芽势开始逐渐迅速下降, 且差异极显著 (表 2, $P < 0.01$), PEG 质量分数为 25% 发芽势为 0。不同质量分数 PEG 胁迫对北丝石竹种子发芽势与发芽率的影响有相近性, 二者成正相关。

不同质量分数 PEG 胁迫对北丝石竹种子发芽的活力指数呈显著降低的趋势, 其与 PEG 质量分数呈负相关, 且降低幅度存在一定的差异。从活力指数看, 对照与其他处理之间存在极显著差异 ($P < 0.01$), 说明干旱胁迫不利于北丝石竹的萌发生长。PEG 质量分数为 20% 处理与其他处理之间均存在显著差异, PEG 质量分数为 25% 抑制作用使种子不萌发, 质量分数为 20% 的干旱处理种子还有萌发, 近于萌发的极限。

表 3 不同质量分数 PEG ~ 6000 处理后不萌发北丝石竹种子的复水处理与种子萌发的相关性

Tab. 3 Effects of water recovery after PEG ~ 6000 stress on the seed germination of *Gypsophila davurica*

PEG 质量分数 / % Concentration of PEG	发芽率 / % Germination rate	发芽势 / % Germination energy	活力指数 Vigor index
20	0.84 ± 0.02bB	0.84 ± 0.02dA	6.01 ± 0.31cC
25	0.83 ± 0.02bB	0.83 ± 0.02dA	4.03 ± 0.05dCD

Duncan 法检验; 表中数据为平均值 ± 标准误; 不同小写字母表示显著差异 ($P < 0.05$), 大写字母表示极显著差异 ($P < 0.01$)。

Duncan's multiple range test. Data in the table as mean ± standard error. Different lowercase letters indicate significant differences ($P < 0.05$); Capital letters represent significant difference ($P < 0.01$).

不同质量分数 PEG 胁迫后, 对 PEG20% ~ 25% 受到抑制不萌发的种子进行复水处理, 其种子仍能萌发, 体现其具有一定的恢复能力 (表 3)。PEG 质量分数为 20% ~ 25% 北丝石竹种子复水处理后种子萌发率达到 83% ~ 84%, 且复水种子发芽整齐 4 d 内发芽率达到 80% 以上。北丝石竹在发芽前进行

一定的 PEG 处理,有利于提高其种子发芽的整齐性,而相对于对照(CK)达到此发芽率要提前 3~4 d。说明北丝石竹种子萌发阶段具有一定的抗旱能力。

2.4 不同贮存时间对北丝石竹种子萌发的影响

种子采后 1 年内,于室内自然条件下贮存,不同贮存时间对北丝石竹种子的发芽率、发芽势和发芽指数的影响差异不显著(表 4)。

表 4 不同贮存时间对北丝石竹种子萌发的影响

Tab. 4 Effects of different storage time on the seed germination of *Gypsophila davurica*

日期/(年-月) Date	发芽率/% Germination rate	发芽势/% Germination energy	发芽指数 Germination index
2010-09	0.96 ± 0.01aA	0.92 ± 0.03aA	56.57 ± 0.95aA
2011-01	0.95 ± 0.02aA	0.91 ± 0.01aA	48.67 ± 0.42aA
2011-05	0.97 ± 0.01aA	0.93 ± 0.01aA	47.21 ± 0.92aA
2011-09	0.97 ± 0.01aA	0.93 ± 0.02aA	46.71 ± 1.29aA

Duncan 法检验;表中数据为平均值 ± 标准误;不同小写字母表示显著差异($P < 0.05$),大写字母表示极显著差异($P < 0.01$)。

Duncan's multiple range test. Data in the table as mean ± standard error. Different lowercase letters indicate significant differences ($P < 0.05$); Capital letters represent significant difference ($P < 0.01$).

2011 年 1 月、5 月和 9 月,北丝石竹种子的发芽率、发芽势和发芽指数相对于采收阶段(2010 年 9 月)无显著差异($P > 0.05$)。发芽率 95%~97%,发芽势 91%~93%,其变化不大。而发芽指数随贮存时间递增呈下降趋势,从 56.57 下降到 46.71,下降了 9.86。可见,北丝石竹在常温干燥的暗室下保存 1 年不影响其发芽率和发芽势;保存时间越长其种子的发芽指数递减,即发芽能力递减,但 1 年内对其影响尚不明显。种子贮存的年变化动态及贮存时间极限有待于深入研究。

3 结 论

北丝石竹在 15~30 °C 发芽率均达 90% 以上,其中以 25 °C 最适于种子萌发,种子萌发温度范围具有宽适性。北丝石竹种子萌发属于对光不敏感类型,种子在有无光照条件下都能够萌发,覆土黑暗条件促进种子萌发。5%~10% PEG 质量分数处理种子促进其种子萌发;PEG 质量分数 15%~25% 抑制其种子萌发;PEG 质量分数 25% 使种子不能萌发;PEG 质量分数 20%~25% 处理不萌发的种子复水恢复实验 83%~84% 的种子萌发,其仍具有恢复能力。北丝石竹种子萌发阶段具有一定抗旱能力。北丝石竹种子采收后,室内常温黑暗条件下,保存 1 年对其发芽特性影响不明显。

参考文献:

- [1]中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志:第 26 卷[M].北京:科学出版社,1980:437.
- [2]程嘉翎,段建丽,王娜,等.聚乙二醇模拟水分胁迫对桑树种子萌发和生理的影响[J].安徽农业科学,2006,34(24):6420-6422.
- [3]朱教君,李智辉,康宏樟,等.聚乙二醇模拟水分胁迫对沙地樟子松种子萌发影响研究[J].应用生态学报,2005,16(5):801-804.
- [4]任永波,吴中军,段拥军.作物抗旱研究方法 with 抗旱性鉴定指标[J].西昌农业高等专科学校学报,2001,15(1):1-5.
- [5]王海宁.温度和干旱胁迫对 3 种牧草种子萌发的影响[J].草业科学,2009,26(8):87-92.
- [6]岳桦,舒甜甜.猪牙花种子生物学特性相关问题的研究[J].黑龙江农业科学,2010(6):73-77.
- [7]国际种子检验协会.国际种子检验规程[M].北京:中国农业出版社,1999:31-32.
- [8]宋松泉,程红焱.种子生物学研究指南[M].北京:科学出版社,2005.
- [9]李文鹤,何淼,卓丽环.PEG~6000 处理对野菊种子萌发期抗旱性的影响[J].种子,2010(11):51-54.
- [10]杨利平,杨青杰,文惠民.细叶百合的种子萌发[J].东北林业大学学报,2002,30(5):70-72.
- [11]孙时轩.造林学[M].北京:中国林业出版社,1992:48.