

Determination of Seed Vigor of *Populus euphratica* Oliv. under Different Water-Stress

Zhenxi Wang^{1,2}, Hong Su^{1,2}

¹College of Forestry and Horticulture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi

²Key Laboratory of Forestry Ecology and Industrial Technology in Arid Region, Education Department of Xinjiang, Urumqi
Email: wangzhenxi2003@163.com

Received: Dec. 8th, 2013; revised: Jan. 2nd, 2014; accepted: Jan. 15th, 2014

Copyright © 2014 Zhenxi Wang, Hong Su. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. In accordance of the Creative Commons Attribution License all Copyrights © 2014 are reserved for Hans and the owner of the intellectual property Zhenxi Wang, Hong Su. All Copyright © 2014 are guarded by law and by Hans as a guardian.

Abstract: Using the ripe *Populus euphratica* Oliv. seed from the lower reaches of Tarim River as plant materials, seed vigor in two different storage conditions and under different water-stress was determined in laboratory conditions. The results showed that the seed of *Populus euphratica* Oliv. was not resistant to storage, and that aging of the seeds could be effectively extended in the storage of sealed under 4°C. Seed germination had certain inhibitive effect in different concentrations of PEG. Seed germination rate and germination potential presented an obvious downward trend with the increase of the water-stress intensity. Because seed germination rate and germination potential remained relatively at a higher level under 26% PEG treat, so the 26% PEG could be as a critical concentration of seed vigor evaluation.

Keywords: Water-Stress; *Populus euphratica* Oliv. Seed; Storage Conditions; Seed Vigor

不同水分胁迫下胡杨种子活力测定分析

王振锡^{1,2}, 苏红^{1,2}

¹新疆农业大学林学与园艺学院, 乌鲁木齐

²新疆教育厅干旱区林业生态与产业技术重点实验室, 乌鲁木齐
Email: wangzhenxi2003@163.com

收稿日期: 2013年12月8日; 修回日期: 2014年1月2日; 录用日期: 2014年1月15日

摘要: 以塔里木河下游采集的成熟胡杨种子为材料, 采用室内实验法分别对不同贮藏条件下胡杨种子活力和不同水分胁迫下的胡杨种子发芽率等进行了研究。结果表明, 胡杨种子不耐贮藏, 4°C密封贮藏能够有效延长种子寿命; 不同浓度的PEG胁迫处理对种子的萌发均有一定的抑制作用, 种子的发芽率、发芽势随胁迫强度的增加呈现明显下降趋势, 26%的PEG胁迫处理时, 胡杨种子的发芽率和发芽势相对保持在较高水平, 可以将其作为评价种子活力状况的关键浓度。

关键词: 水分胁迫; 胡杨种子; 贮藏条件; 活力测定

1. 引言

胡杨(*Populus euphratica* Oliv.)为杨柳科(Salicaceae)杨属(*Populus*)的高大落叶乔木^[1], 是杨属中最古老、最

原始的荒漠河岸林树种, 为我国首批确定的388种珍稀濒危植物中的渐危种^[2]。自然分布于北非、中东及我国西北干旱区的河岸和低湿的盐渍地, 是中国西北荒

漠和半荒漠地区的重要乔木树种,形态和生理上有其独特的抗干旱胁迫机制。目前,仅在我国的荒漠区保存有大面积林地,集中分布于塔里木盆地^[3]。据上世纪90年代的调查结果,塔里木河干流胡杨林面积为29.8万 hm^2 ^[4]。20世纪70年代以来,由于塔里木河流域高强度的水土资源开发利用,致使干流水量逐年减少,下游断流,沿岸地下水位不断下降^[5],土壤干旱加剧,导致塔里木河沿岸以地下水维持生存的天然胡杨林大面积衰败。胡杨是构成塔里木河流域荒漠河岸生态系统的主体,在改善生态环境、遏制沙漠化、保护生物多样性等方面具有重要作用。

种子萌发和早期生长是植物生活史的重要阶段^[6],这一时期植物体较为弱小,抵抗胁迫的能力低,死亡率也较高,因此成为影响植物种群定居和分布最为关键的时期^[7-9]。种群的定居与扩大往往取决于种子萌发和幼苗阶段植物与主要环境因子的关系,进而影响植物天然更新状况和植被恢复的效果。虽然胡杨具有克隆繁殖的能力,但通过种子进行有性繁殖依然是其扩大种群和恢复的重要方式。因此,了解种子寿命及萌发阶段对环境的适应特性具有重要意义。已有的研究表明胡杨新成熟的种子在 $15^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 的萌发率均在96%以上^[10],但是在恶劣的自然条件下胡杨种子成熟后6~40 d丧失活力^[11]。

胡杨的有性繁殖对夏季洪水过后形成的河漫滩具有极强的依赖性^[12]。由于洪水的发生时间和流量的大小具有不确定性,水分胁迫自然成为胡杨幼苗早期成活的决定性限制因子。由此,本文开展了不同贮藏方式和不同水分胁迫下胡杨种子的萌发特征研究,以期对胡杨林的更新恢复提供科学的理论依据。

2. 材料与方法

2.1. 实验材料

2012年8月下旬,在塔里木河下游英苏采集成熟的胡杨种子,此时胡杨蒴果果皮由绿变黄,蒴果开裂、吐絮,且种子呈现出明显的肉红色。胡杨种子采收后,及时进行通风、去蒴果果皮、脱粒和贮藏。

2.2. 研究方法

2.2.1. 胡杨种子在不同贮藏条件下的活力测定

采用两种贮藏方式:1) 4°C 密封。种子置于封口广口瓶中,贮藏于冰箱冷藏室内,温度为 4°C 左右。2) 室温未密封。种子置于布袋中,在 $20^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ 的室内贮藏。

分别取不同贮藏方式下净种子50粒,在培养皿内铺上滤纸,每个处理3个重复,温度控制在 $20^{\circ}\text{C}\sim 22^{\circ}\text{C}$,每天光照约12 h(试验室内散射自然光)。每天定时记录发芽种子数,当连续4 d不再有种子发芽时作为发芽结束期。种子发芽计数以两片子叶形成,子叶变色,胚根 $> 2\text{ mm}$ 为标准。计算正常种子的发芽百分率。间隔10天开展一轮实验。

2.2.2. 胡杨种子在不同水分胁迫下的活力测定

用聚乙二醇6000 (Polyethylene Glycol 6000, PEG-6000)溶液模拟干旱胁迫处理。将PEG-6000配制成浓度分别为0%、10%、20%、22%、24%、26%、28%和30%的溶液模拟干旱处理,将不同浓度的PEG-6000溶液加入培养皿中,温度控制在 $20\sim 22^{\circ}\text{C}$,每天光照约12 h(试验室内散射自然光)。将 4°C 密封贮藏的胡杨种子放入铺有滤纸的培养皿中,每个培养皿随机选取50粒种子,每个胁迫处理3个重复,间隔10天开展一轮实验,共完成3轮实验。每次实验结束时,计算最终的发芽率。种子萌发以两片子叶形成,子叶变色,胚根 $> 2\text{ mm}$ 为标准。每天定时记录发芽种子数,当连续4 d不再有种子发芽时作为发芽结束期。

参照GB/T3547.4-1995农作物种子检验规程进行发芽试验,计算种子发芽势和发芽率^[13]。计算公式如下。

3. 结果分析

3.1. 不同贮藏条件对胡杨种子活力的影响

根据不同贮藏方式下胡杨种子的发芽率实验数据,得到图1。由图1可知,室温和冷藏条件下胡杨

$$\text{发芽势}(\%) = \frac{\text{发芽实验初期(规定日期内)正常发芽种子数量}}{\text{供试种子数量}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{发芽率}(\%) = \frac{\text{发芽实验终期(规定日期内)正常发芽种子数量}}{\text{供试种子数量}} \times 100\% \quad (2)$$

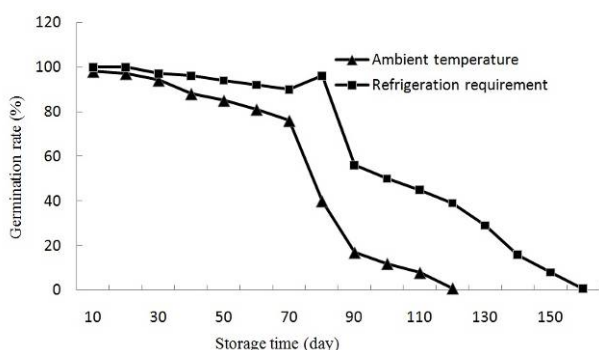


Figure 1. The change of germination rates of *Populus euphratica* Oliv. seed in different storage conditions
图 1. 不同贮藏条件下胡杨种子发芽率变化

种子发芽率随贮藏时间的延长，总体上均表现为逐渐降低的趋势，室温贮藏条件下的种子发芽率始终低于冷藏条件，而且冷藏条件下胡杨种子发芽率随时间延长的下降速度远小于室温贮藏种子。室温贮藏条件下胡杨种子发芽率随时间延长表现为“缓慢下降-迅速下降-缓慢下降”的过程。其中 70 d~90 d 时表现为快速下降，种子发芽率由 76% 迅速下降为 16%，到 120 d 时，种子几乎完全丧失活力。而冷藏条件下，胡杨种子发芽率随时间延长也表现为“缓慢下降-迅速下降-缓慢下降”的过程。在 0~80 d 期间，胡杨种子发芽率始终保持在 90% 以上，在 80~90 d 时段，发芽率快速下降至 56%，直到 160d 时，种子活力完全丧失。由此可见，室温条件下胡杨种子活力最大维持时间为 120 d，而冷藏条件下可达 160 d，120 d 时，室温贮藏胡杨种子活力完全丧失，但冷藏条件下胡杨种子发芽率高达 50%。这充分说明冷藏贮藏有利于保持和延长胡杨种子的活力。

3.2. PEG 模拟水分胁迫对胡杨种子发芽率的影响

不同干旱胁迫下胡杨种子发芽率变化如表 1，图 2 所示，从总体上看，随水分胁迫的加剧，胡杨种子发芽率呈明显的逐渐下降趋势，表明胡杨种子的萌发对水分因子具有很强的依赖性，水分亏缺将直接影响种子的发芽率的高低。当 PEG 浓度为 0% 时，胡杨种子发芽率为 91%，而当 PEG 浓度为 10% 时，胡杨种子的发芽率反而上升为 99%，比对照提高了 9%，由此说明低浓度的干旱胁迫可能对胡杨种子的萌发具有一定的促进作用；当 PEG 浓度为 20% 时，其发芽率

Table 1. The effect of seed vigor of *Populus euphratica* Oliv. in different concentrations of PEG
表 1. 不同浓度 PEG-6000 对胡杨种子活力的影响

聚乙二醇浓度(%)	发芽率(%)	发芽势(%)
0	91	92
10	100	97
20	70	77
22	67	62
24	67	59
26	55	36
28	42	16
30	1	0

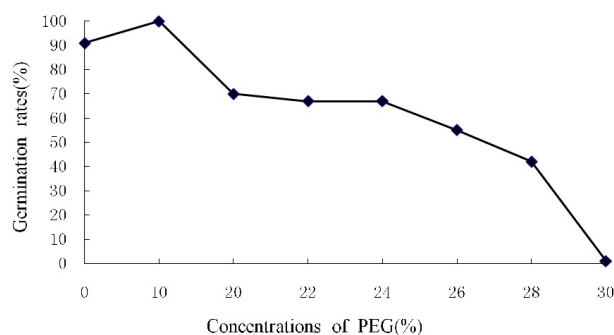


Figure 2. Germination rates of *Populus euphratica* Oliv. seed in different concentrations of PEG
图 2. PEG 模拟水分胁迫对胡杨种子发芽率的影响

下降了 21%；也就是说在这个浓度下，胡杨种子萌发开始受到明显的抑制，发芽率迅速下降；PEG 浓度在 22% 和 24% 时，胡杨种子发芽率的下降幅度减小，发芽率均较对照下降了 26%；而当 PEG 浓度为 26% 和 28% 时，其发芽率分别下降了 36% 和 49%，当 PEG 浓度为 30% 时，发芽率仅为 0.3%，即种子发芽完全被抑制。由此，可以将胡杨种子水分胁迫的临界浓度确定为 28%。

3.3. PEG 模拟水分胁迫对胡杨种子发芽势影响

一般情况下，发芽势高的种子播种后发芽比较整齐，因此发芽势常被作为反应种子品质的重要指标之一。本研究中发芽试验以规定期限的最初 1/3 期间内种子发芽数占供试种子数的百分比来计算胡杨种子的发芽势。根据实验数据可得表 1 和图 3，从表 1 和图 3 可以看出，随着水分胁迫程度的增强，与发芽率类似，胡杨种子发芽势总体也表现为下降趋势。丰水

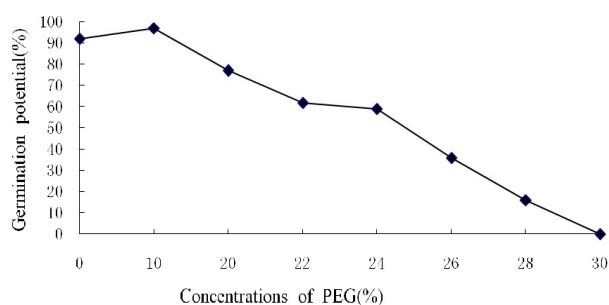


Figure 3. Germination potential of *Populus euphratica* Oliv. seed in different concentrations of PEG

图 3. PEG 模拟水分胁迫对胡杨种子发芽势的影响

条件下, 胡杨种子发芽势为 92%, 当 PEG 为 10% 时, 胡杨种子发芽势略有回升, 达到 97%, 此后随 PEG 浓度的提高, 胡杨种子发芽势一直保持了下降的态势。但当 PEG 浓度达到 26%, 胡杨种子的发芽势为 36%, 而相同胁迫梯度下发芽率为 55%, PEG 浓度继续下降为 28% 时, 胡杨种子发芽势仅为 16%, 发芽率为 42%。基于此, 如果综合考虑不同水分胁迫下胡杨种子的发芽率和发芽势指标, 可以取 PEG 浓度为 26% 作为评价胡杨种子萌发耐旱性能的关键浓度, 此时, 发芽率 (55%) 和发芽势 (36%) 相对保持在较高水平。

4. 结论与讨论

1) 胡杨种子活力保持时间的长短随种子贮存方式的不同而表现出明显的差异性。室温和冷藏条件下, 胡杨种子发芽率均表现为随时间延长而呈递减趋势, 且室温贮藏条件下的种子发芽率始终低于冷藏条件, 而且冷藏条件下胡杨种子发芽率随时间延长的下降速度远小于室温贮藏种子。室温贮藏下胡杨种子活力能够保持 120 d, 明显小于冷藏贮藏的 160 d。而且, 胡杨种子活力随时间延长表现为下降的过程中, 出现活力急剧衰退的时间也表现出显著差异, 室温下在 70 d 出现发芽率变化速率加快, 而冷藏条件下具有明显的延长作用, 发芽率急速下降时间出现在 90 d。张琴等对采自阿拉尔市的胡杨种子开展了室温未密封、室温密封、4℃密封三种方式贮藏下种子活力变化的研究, 表明 4℃冷藏密封条件下种子活力与其它两种方式贮藏存在显著差异^[14]。本研究结果与其具有一致性。从植物生理角度来看, 这主要是因为, 在冷藏条件下, 低温密封将种子的呼吸代谢控制在生命活动的较低水平, 种子活力得到了较好的保持, 从而延长了种子

寿命。

2) 胡杨种子的萌发对水分因子具有很强的依赖性, 水分亏缺将直接影响种子的发芽率的高低。不同浓度的 PEG 胁迫处理对胡杨种子的萌发均有一定的延缓作用, 种子的发芽率和发芽势对水分胁迫的反应具有一致性, 均是随胁迫梯度的增强呈现明显下降趋势。此外, 本研究结果还表明, 在综合考虑发芽率和发芽势指标来评价种子萌发过程中的抗旱性能时, 由于 PEG 浓度为 26% 时, 胡杨种子的发芽率和发芽势相对保持在较高水平, 因此可以将 PEG 浓度为 26% 作为关键浓度。

此外, 本研究中低浓度 PEG 胁迫下对胡杨种子的发芽率和发芽势有一定的促进作用, 产生这一效果的原因尚需进一步开展相关研究加以证实和探究。

项目基金

新疆维吾尔自治区青年自然科学基金项目(2011211B14)、新疆农业大学校前期课题(XJAU2-00906)和中国博士后基金共同资助。

参考文献 (References)

- [1] 王世绩, 陈炳浩, 李护群 (1995) 胡杨林. 中国环境科学出版社, 北京.
- [2] 苏培玺, 张立新, 杜明武等 (2003) 胡杨不同叶形光合特性、水分利用效率及其对加富 CO₂ 的响应. *植物生态学报*, **1**, 34-40.
- [3] 魏庆苕 (1990) 胡杨. 中国林业出版社, 北京, 1-2, 22-36.
- [4] 樊自立, 黄文房, 张发旺 (1998) 塔里木河流域资源环境及可持续发展. 科学出版社, 北京, 74-78, 84-92.
- [5] 陈亚宁, 崔望诚, 李卫红等. (2003) 塔里木河的水资源利用与生态保护. *地理学报*, **58**, 215-222.
- [6] Harper, J.L. (1977) Population biology of plants. Academic Press, London, 83-147.
- [7] 张万儒 (1998) 中国主要造林树种土壤条件. 中国科学技术出版社, 北京.
- [8] 徐金燕, 鲁天平, 刘建国 (1994) 胡杨结实规律及种子特性的研究. *新疆林业科技*, **1**, 13-16.
- [9] 黄培佑 (1986) 塔里木盆地胡杨分布区的消退和林地更新复壮的初步研究. *植物生态学与地植物学学报*, **4**, 302-309.
- [10] 李利, 张希明, 何兴元 (2005) 胡杨种子萌发和胚根生长对环境因子变化的响应. *干旱区研究*, **4**, 520-525.
- [11] 张玉波, 李景文, 张昊等 (2005) 额济纳胡杨有性繁殖失败因素分析. *科学技术与工程*, **8**, 467-472.
- [12] 莫治新, 尹林克, 文启凯 (2004) 塔里木河中下游表层土壤盐分空间变异性研究. *干旱区研究*, **3**, 250-253.
- [13] 国际种子检验协会(ISTA) (1985) 国际种子检验规程. 北京农业大学出版社, 北京.
- [14] 张琴, 马春晖, 吴运来 (2009) 三种不同贮藏方式对胡杨种子活力变化的影响. *塔里木大学学报*, **21**, 55-57.