

杉木马尾松等南方 8 个主要 造林树种种子长期贮藏

孙鸿有 蔡克孝 吴祖映 徐卫南 梁建迎

(浙江林学院, 临安 311300) (临安县昌化林业站)

摘 要 对杉木、马尾松、柳杉、黄山松、柏木、金钱松、香椿和木麻黄 8 个树种的种子进行了长达 11~12 a 的贮藏研究。根据结果本文提出了各树种种子长期贮藏的适宜温度、适宜含水量及在不同温度、不同含水量组合条件下种子贮藏效果与贮藏年限。育苗试验表明, 经过长期贮藏的林木种子所培育的苗木生长发育正常, 只是小苗保存率有所下降。

关键词 林木; 种子贮藏; 贮存试验; 温度影响; 湿度影响

中图分类号 S722.17

我国对林木种子贮藏的研究, 大都局限于一二年的短期贮藏试验, 迄今尚缺乏长期有效贮藏的成套科学技术资料和经验。国外有人提出列线图模型, 以此推算出种子可贮藏的年限。但是, 该列线图是以短期贮藏试验数据的回归方程建立的, 在理论上有一定缺陷, 其理论推测值必然与生产实践相差较大, 因而不能直接作为种子贮藏的依据。

为了解决林木种子长期贮藏技术, 我们自 1979 年开始, 连续 3 a 采集杉木、马尾松等南方 8 个主要造林树种种子进行贮藏试验, 在取得短期贮藏成果的基础上^{[1,2]*}, 以 1980 和 1981 年 2 a 贮藏为基础, 进行长期贮藏试验研究。其任务是研究各树种种子长期贮藏的适宜温度和适宜含水量, 在不同温度和不同含水量组合条件下的贮藏效果与贮藏年限, 以及经过长期贮藏的种子在育苗生产上的应用效果等。本文是报道 11~12 a 来的贮藏试验成果。

1 试验方法

1.1 参试树种

参试树种主要有杉木 (*Cunninghamia lanceolata*)、马尾松 (*Pinus massoniana*)、柳杉 (*Cryptomeria fortunei*)、黄山松 (*Pinus taiwanesis*)、柏木 (*Cupressus funebris*)、金钱松 (*Pseudolarix amabilis*)、香椿 (*Toona sinensis*)、木麻黄 (*Casuarina* sp.) 等 8 个树种。

收稿日期: 1994-04-14

*蔡克孝. 杉木柳杉等 8 个树种的种子贮藏试验结果的总结报告. 浙江林学院科研成果学术论文汇编(1983~1984), 1~14

1.2 试验设计

贮藏温度设计, 1980年分常温、0~5℃和-5~-10℃ 3个温度档次, 1981年分常温、10~15℃、0~5℃、-10~-5℃和-18~-15℃ 5个档次。其中, 常温为随四季变化的室温, 其他温度分别用普通冰箱、超低温冰箱和冷库控制。

种子含水量设计, 在贮藏前将种子进行日晒干燥处理, 通过控制日晒时间的长短, 将含水量调制成不同的档次(表1)。含水量测定采用105℃烘干法。

表1 种子含水量设计

Table 1 Design for moisture contents of seeds

| 树 种 | 贮藏日期 | 种子来源 | 种 子 含 水 量/% |
|-------|------|---------|---|
| 杉 木 | 1980 | 临安横畈种子园 | 14.72, 12.59, 8.65, 5.99, 5.30, 4.84, 3.80 |
| | | 临安横畈种子园 | 14.96, 13.42, 11.66, 9.72, 7.13, 6.54, 5.58, 4.41, 3.55 |
| | 1981 | 临安横畈 | 17.03, 13.95, 10.55, 8.46, 6.42, 5.56, 4.64, 3.47 |
| 马 尾 松 | 1980 | 仙 居 | 12.50, 9.85, 6.30, 5.74, 5.40, 4.20, 3.42 |
| | 1981 | 仙 居 | 13.24, 9.39, 7.22, 6.54, 5.99, 4.71, 3.98, 3.34 |
| 柳 杉 | 1980 | 临海优树种子 | 16.62, 14.79, 10.49, 7.73, 7.00, 5.44, 4.68, 3.96 |
| | | 临 海 | 12.31, 10.57, 9.93, 6.79, 5.20, 4.01 |
| | 1981 | 临海优树种子 | 16.55, 13.08, 9.13, 7.30, 6.06, 5.23, 4.64 |
| 黄 山 松 | 1980 | 天 台 | 15.42, 12.40, 6.70, 5.52, 4.84, 3.70 |
| | 1981 | 天 台 | 10.77, 9.21, 7.67, 6.89, 4.95, 4.05, 3.31 |
| 柏 木 | 1980 | 仙 居 | 14.78, 10.63, 7.39, 6.53, 5.68, 4.64 |
| | 1981 | 仙 居 | 13.91, 12.75, 11.02, 9.80, 9.06, 7.62, 6.54, 4.80, 3.84, 3.19 |
| 金 钱 松 | 1980 | 安 吉 | 15.84, 13.07, 12.03, 9.06, 5.97, 5.25, 4.10 |
| | 1981 | 安吉优树种子 | 8.86, 7.61, 6.53, 6.20, 5.85, 5.51 |
| 香 榉 | 1980 | 河南西峡 | 12.28, 10.01, 9.51, 6.24, 6.04, 5.09 |
| 木 麻 黄 | 1980 | 平阳良种 | 13.84, 10.13, 6.47, 5.47, 4.91 |
| | | 平 阳 | 14.52, 10.10, 6.47, 5.47, 4.91 |

将不同含水量的种子用双层塑料袋包装密封后, 置于上述不同温度下贮藏, 并以气干种子散藏于同一温度中(即不包装密封)作对照。

将经过不同年数贮藏后的种子与新鲜种子进行育苗对比试验, 采用成对 t 检验设计, 7个重复。

1.3 调查测定

在种子入库贮藏前, 测定发芽率等项指标。在贮藏后每隔1~3a作同样内容的发芽测定。发芽测定采用400粒法。文中引用的发芽率都是绝对发芽率。

育苗对比试验, 测定种子场圃发芽后的幼苗保存率、苗木高度和根径、苗木生物量等。试验数据经过数理统计分析^[1]。在分析中, 发芽率经过反正弦转换。

2 结果分析

2.1 各树种种子长期贮藏的适宜条件与贮藏年限

试验表明: 参试的 8 个树种种子长期贮藏都是要求低温干燥, 但是对贮藏温度的反应和对含水量的要求及其可贮藏的年限是互不相同的。不同温度之间、不同含水量之间的贮藏效果存在极显著差异^[1]。

2.1.1 杉木(图 1)

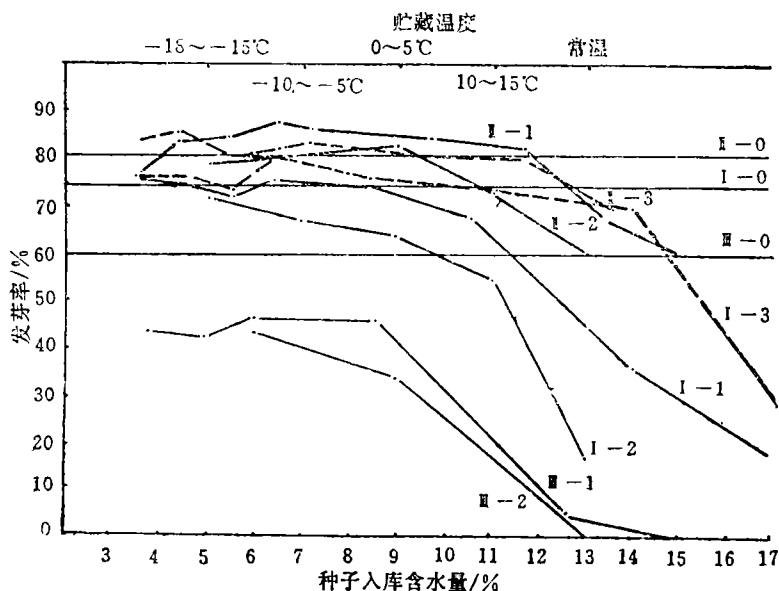


图 1 温度、种子含水量对杉木种子贮藏的影响

Fig. 1 Effect of temperature and moisture contents on storage of *Cunninghamia lanceolata* seed

说明: I 为 1981 年贮藏的横纹普通种子; II 为 1981 年贮藏的横纹种子园种子; III 为 1980 年贮藏的横纹种子园种子。0 为种子贮藏前发芽率; 1 为含水量不同的种子在常温下贮藏 1 a 的结果; 2 为同一含水量种子在不同温度下贮藏 1 a 的结果 (I-2 含水量 17.03%, II-2 为 14.96%, III-2 为 14.72%); 3 为在 -18~-15°C 低温下, 不同含水量种子贮藏 11 a 的结果

2.1.1.1 长期贮藏的适宜条件 杉木种子在试验的 5 种温度内, 以常温贮藏效果最差, 一般只能贮藏 1 a; -18~-15°C 贮藏效果最好, 可贮藏 11 a 以上。种子入库含水量以 10.0% 以下为宜, 而以 7.0% 以下最好, 如含水量大于 12.0%, 贮藏效果显著下降。贮藏效果随着温度和含水量的降低而提高。

2.1.1.2 在不同条件下贮藏的年限与效果 根据种子群体寿命的理论, 我们把种子在贮藏后, 其发芽率保持贮藏前 50% 以上水平的年数, 作为可贮藏年限, 即贮藏寿命。试验表明, 含水量在 10.0% 以下的杉木种子, 在常温下密封贮藏, 一般可贮藏 1 a, 其发芽率基本上保持在贮藏前的水平。在 10~15°C 下, 约可贮藏 3~7 a; 前 2 a, 发芽率可保持原有水平, 第 3 年相当于贮藏前的 80% 以上。在 0~5°C 低温下, 可贮藏 7~11 a; 贮藏 3~5 a, 发芽率没有下降, 6~7 a 约为贮藏前的 80% 以上。在 -10~-5°C 低温下, 可贮藏 7~11 a 以上, 贮藏 7 a 发芽率仍保持贮藏前水平, 贮藏 11 a 发芽率为贮藏前的 80% 以上。在 -18~-15°C 低温中, 贮藏 11 a 以后, 仍保持贮藏前的发芽水平。

含水量在 10.0%~14.0% 的种子, 在 0~5°C 低温下, 可贮藏 5~7 a, 但只有在贮藏的第

1~2年,发芽率可保持在贮藏前的80%以上。

如果不将种子密封包装,直接散藏于库内,在0~5℃低温中,只能贮藏1a,在-18~-15℃低温中,也只能贮藏2a。

2.1.2 马尾松(图2)

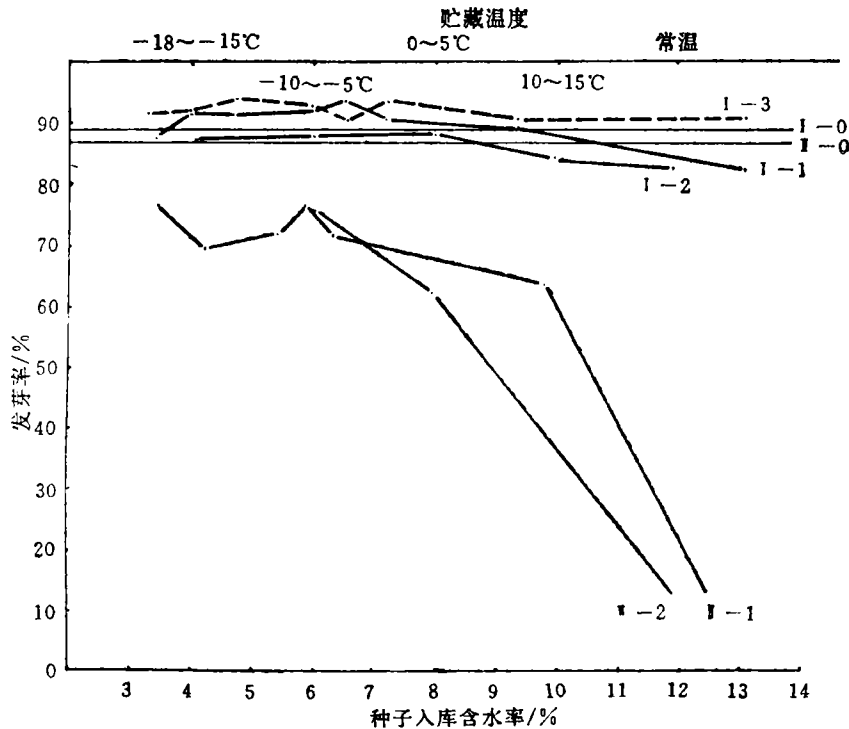


图2 温度、种子含水量对马尾松种子贮藏的影响

Fig. 2 Effect of temperature and moisture contents on storage of *Pinus massoniana* seed

说明: I 为1981年贮藏的仙居种子; II 为1980年贮藏的仙居种子。0 为种子贮藏前发芽率, 1 为在常温下, 不同含水量种子贮藏1a的结果; 2 为同一含水量种子在不同温度下贮藏1a的结果(I-2 含水量为13.42%, II-2 为12.5%); 3 为在-18~-15℃下不同含水量种子贮藏1a的结果

2.1.2.1 长期贮藏的适宜条件 马尾松种子贮藏, 同杉木一样, 以常温贮藏效果最差, -18~-15℃最好。种子入库含水量以10.0%以下为宜, 而以7.0%以下最好。如含水量大于12.0%, 贮藏效果显著下降。贮藏效果也是随着贮藏温度和种子含水量的降低而提高, 这种趋势随着贮藏年数的增加而日益显著。

2.1.2.2 在不同条件下贮藏的年限与效果 含水量在10.0%以下的种子密封贮藏, 在常温下可贮藏2a左右, 其发芽率大都保持在贮藏前80%~100%的水平。在10~15℃下, 可贮藏7a, 发芽率相当于贮藏前60%~100%, 但在贮藏后5~6a, 发芽率仍保持贮藏前的水平。在-10~0℃低温下, 可贮藏11a以上, 其中, 前7a发芽率保持原有水平。在-18~-15℃低温下, 贮藏11a以上, 原有的发芽水平也没有降低。

含水量超过12.0%的种子, 在0~5℃下, 可贮藏7~11a。在-18~-15℃下, 贮藏

11 a, 发芽率仍保持贮藏前水平。

如果种子不包装密封, 散藏于 0~5℃低温中, 可贮藏 3~5 a, 但只有第 1 年发芽率可保持原有水平 80% 以上。

2.1.3 柳杉(图 3)

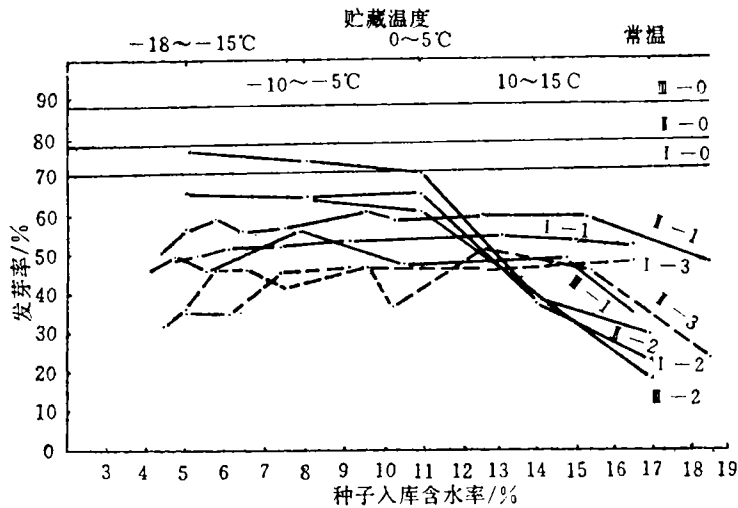


图 3 温度、种子含水量对柳杉种子贮藏的影响

Fig. 3 Effect of temperature and moisture contents on storage of *Cryptomeria fortunei* seed

说明: I 为 1981 年贮藏的临海优树种子, II 为 1981 年贮藏的临海普通种子, III 为 1980 年贮藏的临海优树种子。0 为贮藏前发芽率; 1 为不同含水量的种子贮藏 1 a 结果(平均值); 2 为在不同温度中贮藏 1 a 的结果(平均值); 3 为不同含水量的种子在 -18~-15℃ 中贮藏 7 a 的结果

2.1.3.1 长期贮藏的适宜条件 柳杉种子对温度比较敏感, 而对含水量的适应幅度较大。贮藏温度以常温最差, -15~-18℃ 最好。从 0~5℃ 低温到 10~15℃、常温, 贮藏效果急剧下降。种子在常温下贮藏 1 a, 发芽率只相当于贮藏前的 28%~36%, 最高也只有 50% 左右, 所以柳杉种子不能在常温下贮藏。种子含水量以 5.0%~16.0% 为宜, 而以 6.0%~13.0% 最好, 在此范围内, 不同含水量种子的贮藏效果基本相同。含水量小于 5.0% 的种子, 贮藏效果有所下降, 含水量大于 16.0% 的种子, 贮藏效果下降幅度较大。所以, 柳杉种子在贮藏前只需适当干燥, 使含水量达到 16.0% 以下即可。

2.1.3.2 在不同条件下贮藏的年限与效果 含水量 5.0%~16.0% 的种子, 在常温下贮藏 1 a, 发芽率已不到贮藏前的 50%。在 10~15℃ 下, 最多只能贮藏 1 a, 其发芽率都在贮藏前的 80% 以下。在 0~5℃ 低温下, 也只能贮藏 1~2 a, 贮藏第 1 年, 可保持贮藏前发芽率的 84%~100%。在 -10~-5℃ 低温下, 只能贮藏 3 a, 在贮藏的第 2 年, 发芽率已不到贮藏前的 80%。在 -18~-15℃ 低温下, 约可贮藏 7 a, 发芽率相当于贮藏前的 50%~67%, 在前 3 a 内, 大多可保持贮藏前发芽水平, 第 3~5 年, 可保持原有发芽水平 80%~100%。

含水量大于 16.0% 的种子, 在 0~5℃ 下可贮藏 1~2 a, 第 1 年发芽率约为贮藏前的 80% 以上。散藏的种子, 在 0~5℃ 下, 最多只能贮藏 1 a。

2.1.4 黄山松(图4)

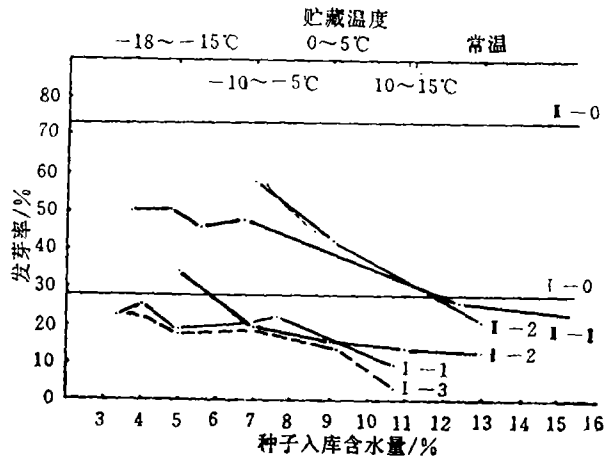


图4 温度、种子含水量对黄山松种子贮藏的影响

Fig. 4 Effect of temperature and moisture contents on storage of *Pinus taiwanensis* seed

说明: I 为1981年贮藏的天台种子, II 为1980年贮藏的天台种子。0 为贮藏前发芽率, 1 为不同含水量种子贮藏结果 (I-1, 贮藏3a后的平均值, II-1 为贮藏1a后的平均值); 2 为不同温度贮藏结果(贮藏1a后的平均值); 3 为在-15~-18°C中, 不同含水量种子贮藏11a的结果

2.1.4.1 长期贮藏的适宜条件 黄山松种子贮藏效果以常温最差, -15~-18°C最好。种子含水量以8.0%以下为宜, 而以3.5%~5.0%最好。如果含水量超过8.0%, 贮藏效果显著下降, 超过10.0%, 效果更差。所以, 黄山松种子长期贮藏, 在入库前应充分干燥。

2.1.4.2 在不同条件下贮藏的年限与效果 含水量在8.0%以下的种子, 在常温下可贮藏2a, 其发芽率相当于贮藏前的70%~100%。在10~15°C和0~5°C下, 可贮藏7a, 其发芽率相当于贮藏前的80%~100%。在-18~-15°C低温下, 可贮藏11a, 此时发芽率相当于贮藏前的60%~80%, 在贮藏后1~7a内, 发芽率保持在贮藏前的水平。

含水量大于8.0%的种子, 在0~5°C低温下, 可贮藏5~7a, 发芽率保持在贮藏前的50%~70%。

散藏的种子, 在0~5°C下, 可贮藏5~7a, 发芽率约为贮藏前的55%。

2.1.5 柏木(图5)

2.1.5.1 长期贮藏的适宜条件 柏木种子长期贮藏, 以常温贮藏效果最差, -18~-15°C最好。种子含水量以9.0%~14.0%为宜, 10.0%~13.0%最好, 含水量低于9.0%的种子贮藏效果反而下降。所以, 柏木种子在贮藏前, 不宜过分干燥。

2.1.5.2 在不同条件下贮藏的年限与效果 含水量9.0%~14.0%的种子, 在常温下可贮藏1~2a, 发芽率相当于贮藏前的50%~81%; 贮藏5a, 发芽率全部丧失。在10~15°C下, 可贮藏3a, 发芽率大都保持在贮藏前的水平; 3a以后, 发芽率都降到贮藏前的50%以下。在0~5°C低温下, 可贮藏2~7a, 第1~3年, 发芽率大多没有降低; 第3~5年发芽率大多相当于贮藏的80%以上。在-18~-15°C低温下, 可贮藏11a, 发芽率约为贮藏前的80%~100%。

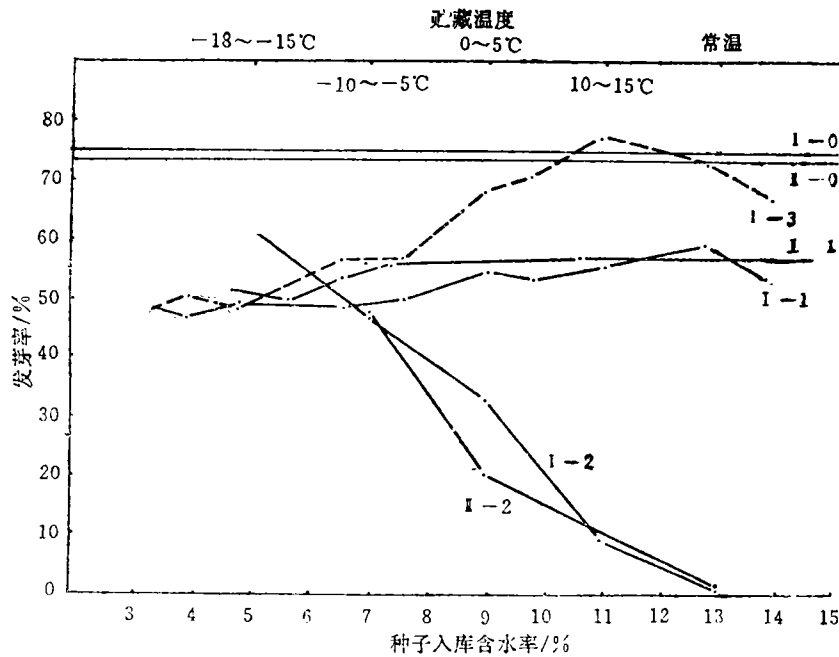


图 5 温度、种子含水量对柏木种子贮藏的影响

Fig. 5 Effect of temperature and moisture contents on storage of *Cupressus funebris* seed

说明: I 为 1981 年贮藏的仙居种子; II 为 1980 年贮藏的仙居种子。0 为贮藏前发芽率, 1 为不同含水量贮藏结果(贮藏 5 a 后的平均值); 2 为不同温度贮藏结果(贮藏 3 a 后的平均值); 3 为在 $-18\sim-15^{\circ}\text{C}$ 下不同含水量种子贮藏 11 a 的结果

2.1.6 金钱松(图 6)

2.1.6.1 长期贮藏的适宜条件 金钱松种子对温度和含水量都比较敏感, 适宜条件的幅度比较小。以温度而言, 种子只能在 $0\sim5^{\circ}\text{C}$ 以下的低温环境中贮藏。如放在常温下贮藏, 不论种子含水量如何, 1 a 后即全部丧失发芽率。种子含水量以 $6.0\%\sim8.0\%$ 为宜, $6.0\%\sim6.5\%$ 最好。含水量高于 8.0% 的种子, 贮藏效果显著下降; 含水量低于 6.0% 的种子, 贮藏效果也呈下降趋势。所以, 金钱松种子在入库前, 干燥必须恰当^[3]。

2.1.6.2 在不同条件下贮藏 含水量 $6.0\%\sim8.0\%$ 的种子, 在常温下贮藏 1 a, 发芽率全部丧失。在 $10\sim15^{\circ}\text{C}$ 下, 贮藏 1 a, 发芽率只有贮藏前的 $4\%\sim43\%$ 。在 $-10\sim0^{\circ}\text{C}$ 低温下, 约可贮藏 2~3 a, 发芽率相当于贮藏前的 $52\%\sim75\%$ 。在 $-18\sim-15^{\circ}\text{C}$ 下, 可贮藏 5 a, 发芽率相当于贮藏前的 $69\%\sim77\%$ 。

含水量 $8.0\%\sim9.0\%$ 的种子, 在 $-10\sim0^{\circ}\text{C}$ 低温下, 贮藏 1 a, 发芽率已不到贮藏前的 50% 。含水量 $5.0\%\sim6.0\%$ 的种子, 在 $0\sim5^{\circ}\text{C}$ 虽可贮藏 2 a, 但发芽率只相当于贮藏前的 $52\%\sim58\%$ 。

所以, 金钱松种子是较难贮藏的, 要想取得好的贮藏效果, 一是一定要在低温下贮藏, 最好是在 $-15\sim-18^{\circ}\text{C}$ 低温以下; 二是种子在入库前, 干燥必须适度, 使含水量达到 $6.0\%\sim8.0\%$ 范围内; 三是种子包装一定要密封。

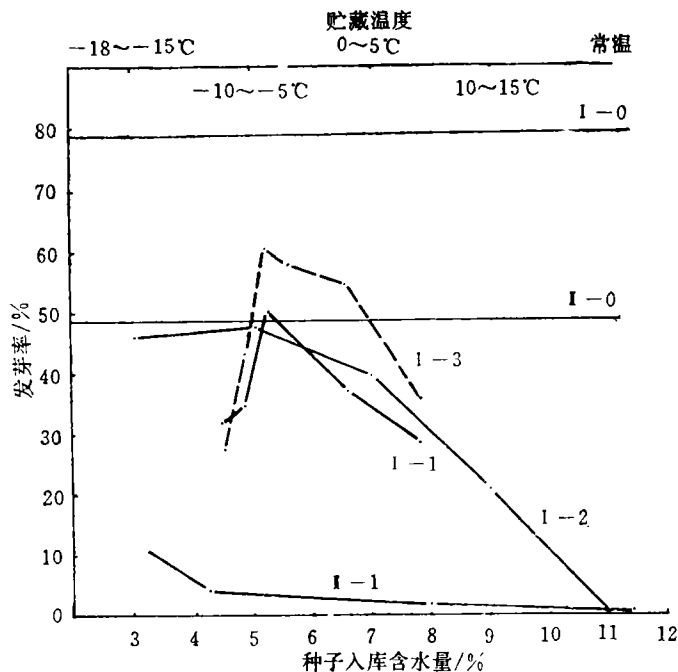


图6 温度、种子含水量对金钱松种子贮藏的影响

Fig. 6 Effect of temperature and moisture contents on storage of *Pseudolarix amabilis* seed

说明：I 为 1981 年贮藏的安吉优树种子；II 为 1980 年贮藏的安吉种子。0 为贮藏前发芽率；1 为不同含水量种子贮藏 1 a 的结果(平均值)；2 为不同温度下贮藏 1 a 的结果(平均值)；3 为在 $-18\sim-15^{\circ}\text{C}$ 下不同含水量种子贮藏 5 a 的结果

2.1.7 香椿(图 7)

2.1.7.1 长期贮藏的适宜条件 香椿种子对温度比较敏感。在试验的 3 种温度中，常温最差， $-10\sim-5^{\circ}\text{C}$ 最好。在常温下贮藏 1 a，不论种子含水量如何，发芽率全部丧失。在 $0\sim5^{\circ}\text{C}$ 和 $-10\sim-5^{\circ}\text{C}$ 下的贮藏效果，在第 1~2 年无明显差异，此后才显露出来。种子含水量以 10.0% 以下为宜，而以 6.0% 以下最好。含水量大于 10.0% 的种子，贮藏效果显著下降。

2.1.7.2 不同条件下贮藏的年限与效果 含水量 6.0% 以下种子，在 $0\sim5^{\circ}\text{C}$ 下可贮藏 3 a，发芽率约为贮藏前的 90% 以上。在 $-10\sim-5^{\circ}\text{C}$ 下，可贮藏 6~7 a，前 5 a 发芽率相当于贮藏前的 80% 以上。

含水量 7.0%~10.0% 的种子，在 $-10\sim0^{\circ}\text{C}$ 低温中，可贮藏 2~3 a，发芽率约为贮藏前的 51%~84%。

含水量大于 12.0% 的种子，在 $-10\sim0^{\circ}\text{C}$ 低温中，只能贮藏 1~2 a，发芽率为贮藏前的 68%~73%。

2.1.8 木麻黄(图 8)

2.1.8.1 长期贮藏的适宜条件 木麻黄种子对温度和含水量反应都不大敏感，适应幅度较广，参试的 8 个树种以木麻黄种子最易贮藏。在试验的 3 种温度中，以常温最差， $0\sim5^{\circ}\text{C}$ 和 $-10\sim-5^{\circ}\text{C}$ 最好。在常温下，可贮藏 3~5 a。在 $0\sim5^{\circ}\text{C}$ 低温下，可贮藏 12 a 以上。温度之间贮藏效果的差异，在前 2 a 表现不显著。

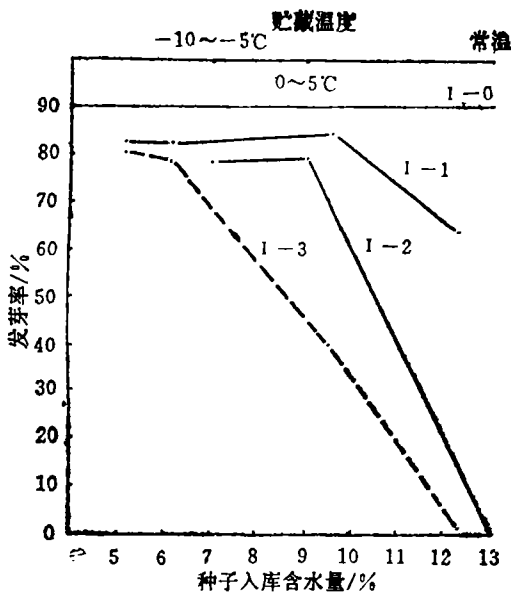


图 7 温度、种子含水量对香椿种子贮藏的影响

Fig. 7 Effect of temperature and moisture contents on storage of *Toona sinensis* seed

说明：I 为 1980 年贮藏的河南省西峡种子。0 为贮藏前发芽率，1 为不同含水量种子贮藏 1 a 的结果（0~5℃、10~5℃的平均值），2 为不同温度下贮藏 1 a 的结果（平均值），3 为在 0~5℃下贮藏 3 a 的结果

当年新鲜种子进行育苗对比试验^[4]，结果如下。

种子含水量以 5.0%~14.0% 为宜，在此范围内，不同含水量之间的贮藏效果差异不显著，也无明显的变化趋势。

2.1.8.2 不同条件下贮藏的年限与效果 含水量 5.0%~14.0% 的种子，在常温下可贮藏 3~5 a，发芽率相当于贮藏前的 55%~100%；在前 3 a，发芽率保持在贮藏前的 80%~100%。在 0~5℃ 低温下，可贮藏 12 a 以上，发芽率约为贮藏前的 75%~100%，而在前 10 a 内，发芽率保持贮藏前水平。

散藏的种子，在 0~5℃ 低温下，可贮藏 8~12 a，发芽率相当于贮藏前的 80%~100%。

所以，木麻黄种子长期贮藏，只需在入库前适当干燥，使含水量达到 14.0% 以下，包装密封，贮藏 0~5℃ 中，就可获得良好贮藏效果。

2.2 长期贮藏的种子育苗效果

为了检验经过长期贮藏的种子能否用于育苗及其对苗木生长的影响，分别于 1983、1989 和 1992 年用杉木、马尾松的贮藏种子与

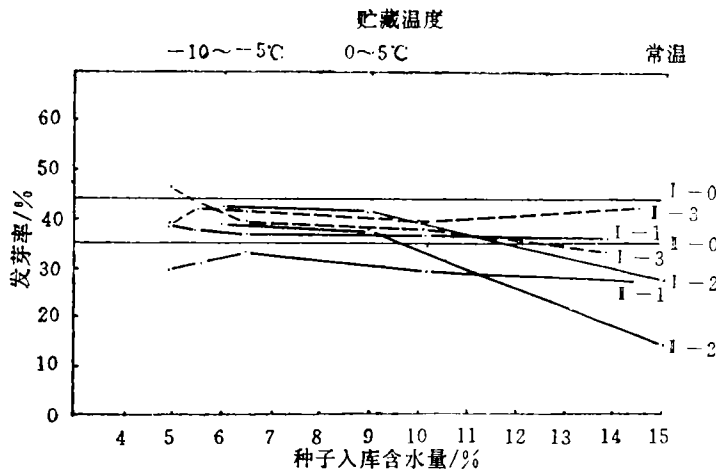


图 8 温度、种子含水量对木麻黄种子贮藏的影响

Fig. 8 Effect of temperature and moisture contents on storage of *Casuarina sp.* seed

说明：I 为 1980 年贮藏的平阳良种种子，II 为 1981 年贮藏的平阳普通种子。0 为贮藏前发芽率，1 为不同含水量种子贮藏结果（第 5 年的平均值），2 为不同温度下贮藏结果（第 5 年平均值），3 为在 0~5℃ 低温下贮藏 12 a 的结果

2.2.1 幼苗场圃保存率有所下降 林木育苗通常在种子发芽出土后,有一部分幼苗由于内外因素的影响,将逐渐死亡淘汰。试验表明:用贮藏3、8和11a的杉木种子育苗,幼苗保存率分别为新鲜种子的95%、83%和86%,贮藏8a的马尾松种子,幼苗保存率为新鲜种子的89%。

幼苗保存率的多少与贮藏后的种子发芽率高低是紧密相关的,相关系数达0.70~0.75。所以,经过长期贮藏的种子,如其发芽率高,则小苗保存率也高,反之,则较低。据对贮藏8a的杉木种子进行育苗试验,发芽率在30%以下的种子,其场圃发芽很差,发了芽的也将逐渐死亡,而发芽率在60%以上的种子,幼苗保存率相当于新鲜种子的57%~93%。

上述结果表明,种子经过长期贮藏后,活力有不同程度下降,抗逆性减弱。所以,用贮藏的种子育苗,播种量应比具有相同发芽率的新鲜种子适当增加。对杉木来说,贮藏的种子如发芽率降到30%以下,就不能用于育苗。

2.2.2 苗木生长发育正常 各次试验结果都表明,在同一立地条件下,长期贮藏的种子培育出的苗木与新鲜种子苗木相比,两者的1年生苗木高度、根径、全苗生物量等基本上没有差异(表2)。这说明,经过长期贮藏的种子,活力虽有所下降,但是,这种降低只影响幼苗保存率,对保存下来的苗木个体生长发育无明显影响。这可能是因为:一是种子之间活力大小有差异,其保存下来的个体本身活力较强,二是保存下来的个体,活力可能受到影响,但是在其生长发育过程中已得到恢复。

表2 长期贮藏的种子育苗试验结果

Table 2 Results of cultivation of sprouts by means of seeds stored for a long time

| 树种 | 育苗试验年份 | 种子贮藏年数 | 场圃发芽数 | 小苗保留株数 | 保存率/% | 相较/% | 苗木高度 | | 苗木地径 | | 全苗干物质重 | |
|-----|--------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|
| | | | | | | | 数值/cm | 相较/% | 数值/cm | 相较/% | 数值/g·株 ⁻¹ | 相较/% |
| 杉木 | 1983 | 2 | 142 | 102 | 71.8 | 100.8 | 17.5 | 102.9 | 0.35 | 109.4 | 2.20 | 108.9 |
| | | 3 | 198 | 134 | 67.6 | 94.9 | 17.2 | 101.2 | 0.35 | 109.4 | 2.22 | 109.5 |
| | | 4 | 148 | 97 | 65.4 | 91.8 | 17.3 | 102.0 | 0.34 | 106.3 | 2.25 | 111.4 |
| | | 对照 | 176 | 125 | 71.2 | — | 17.0 | — | 0.32 | — | 2.02 | — |
| | 1989 | 8 | 116 | 48 | 41.1 | 83.0 | 8.4 | 92.3 | 0.22 | 100 | 0.96 | 91.4 |
| | | 对照 | 109 | 54 | 49.5 | — | 9.1 | — | 0.22 | — | 1.05 | — |
| | 1992 | 11 | 409 | 119 | 29.1 | 86.1 | 20.9 | 99.1 | 0.42 | 107.7 | — | — |
| | | 对照 | 269 | 91 | 33.8 | — | 21.1 | — | 0.39 | — | — | — |
| 马尾松 | 1989 | 8 | 218 | 126 | 57.8 | 88.7 | 6.27 | 103.1 | 0.12 | 100 | 0.21 | 100 |
| | | 对照 | 284 | 185 | 65.1 | — | 6.08 | — | 0.12 | — | 0.21 | — |

注:1.“场圃发芽数”和“小苗保留株数”都是以小区为单位的平均值;2.“相较”是贮藏种子的数值与对照比较,以对照为100

所以,经过长期贮藏的种子,如其发芽率仍达到生产上用种的等级标准*,完全可以用来育苗。在种子来源紧缺的情况下,即使发芽率低一点,也可用于育苗,但是,都要相应地增加播种量。

* 浙江省林业厅、浙江省标准管理局. 主要造林树种种子等级标准. 浙江省地方标准, 浙Q/LY6~85, 1985

3 结论

3.1 参试的 8 个树种的种子贮藏, 都是需要低温干藏, 在试验的 5 个温度中, 以 $-18\sim-15^{\circ}\text{C}$ 贮藏效果最好, 常温最差。但是各树种种子对温度的反应并不相同, 其中柳杉、金钱松和香椿种子都不能在常温和 $10\sim15^{\circ}\text{C}$ 中贮藏。

3.2 各树种的种子长期贮藏, 对种子含水量要求互不相同。杉木、马尾松、香椿种子含水量以 10.0% 以下为宜, 黄山松以 8.0% 以下为宜。它们的贮藏效果随着含水量的降低而提高。柳杉适宜含水量为 $6.0\%\sim13.0\%$, 柏木 $9.0\%\sim14.0\%$, 两者在其适宜含水量范围内, 贮藏效果反以含水量略高一点为好, 并非越低越好。金钱松适宜含水量限于 $6.0\%\sim8.0\%$ 的狭小范围内, 而木麻黄适宜含水量的范围则较广, 从 $4.8\%\sim14.0\%$ 贮藏效果都好, 在此范围内, 不同含水量之间贮藏效果没有明显差异和变化趋势(表 3)。

表 3 种子贮藏的适宜含水量与贮藏年限

Table 3 Suitable moisture contents of stored seeds and their vigor life

| 树 种 | 种子含水量 /% | 不同贮藏效果(以贮藏前发芽率为100)的贮藏年数/a | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-------------|----------------------------|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| | | 常 温 | | | 10~15℃ | | | 0~5℃ | | | -5~-10℃ | | | -15~-18℃ | | |
| | | 100% | 80% 以上 | 50% 以上 | 100% | 80% 以上 | 50% 以上 | 100% | 80% 以上 | 50% 以上 | 100% | 80% 以上 | 50% 以上 | 100% | 80% 以上 | 50% 以上 |
| 杉 木 | 3.5~10.0为宜 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3.5~7.0最好 | 0~2 | 0~2 | 1~2 | 2~5 | 3~6 | 3~7 | 5~7 | 5~7 | 7~11 | 7~11 | 11 | >11 | 11 | >11 | >11 |
| 马尾松 | 3.5~10.0为宜 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3.5~7.0最好 | 0~2 | 0~2 | 1~3 | 5~6 | 6 | 7 | 7~11 | 7~11 | 11 | 11 | 11 | >11 | 11 | >11 | >11 |
| 柳 杉 | 5.0~16.0为宜 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6.0~13.0最好 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0~1 | 0~1 | 0~1 | 1~2 | 0~1 | 1~2 | 2~3 | 1~5 | 3~5 | 7 |
| 黄山松 | 3.5~8.0为宜 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3.5~5.0最好 | 0~2 | 0~2 | 2 | 5~7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | >7 | 7 | 7~11 | 11 |
| 柏 木 | 9.0~14.0为宜 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 10.0~13.0最好 | 0 | 0 | 1~2 | 0~3 | 0~3 | 1~3 | 0~7 | 0~7 | 1~7 | 0~7 | 0~7 | 7 | 7~11 | 11 | 11 |
| 金钱松 | 6.0~8.0为宜 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6.0~6.5最好 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0~1 | 1~3 | 0 | 0~3 | 5 |
| 香 椿 | 5.0~10.0为宜 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5.0~6.0最好 | 0 | 0 | 0 | — | — | — | 0 | 2~3 | 3 | 0~2 | 1~5 | 3~7 | — | — | — |
| 木麻黄 | 5.0~14.0均好 | 2~5 | 2~5 | 3~5 | — | — | — | 10~12 | 10~12 | >12 | — | — | — | — | — | — |

3.3 具有适宜含水量的种子在低温(特别是在 $-18\sim-15^{\circ}\text{C}$ 低温)中贮藏, 可获得较好的贮藏效果与较长的贮藏年限(表 3)。由于种子含水量的指标, 通过普通的日晒干燥就能达到, 而低温的控制则需要一定的设备条件和经济支出, 因此, 从经济、高效出发, 在进行种子贮藏时, 应首先使种子含水量达标, 然后根据需要贮藏时间的长短, 选择合适的温度条件, 而不必一味追求很低的低温。

3.4 为了提高贮藏效果,用于贮藏的应是品质优良、发芽率高的种子。若是品质差、发芽率低的种子,是不可能有的贮藏效果的。

3.5 用长期贮藏的种子育苗,其苗木生长发育正常,与新鲜种子基本相同,但是,种子发芽出土后,幼苗保存率有所下降。

参 考 文 献

- 1 蔡克孝. 杉木等8个树种种子贮藏的研究. 浙江林学院学报, 1985, 2(1): 7~12
- 2 蔡克孝. 部分树种的种子贮藏试验初报. 林业科技通讯, 1982(7): 1~4
- 3 蔡克孝, 孙鸿有. 金钱松种子贮藏的研究. 种子, 1988(5): 13~15
- 4 蔡克孝, 孙鸿有. 杉木种子贮藏4年的效果分析. 林业科技通讯, 1985(7): 7~8

Sun Hongyou (Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, PRC), Cai Kexiao, Wu Zuying, Xu Weinan, and Liang Jianying. Long-term Seed Storage of Eight Main Forest Species (*Cunninghamia lanceolata*, *Pinus massoniana*, etc.) in Southern China. *J Zhejiang For Coll*, 1994, 11(3): 223~234

Abstract: Eleven-twelve-year studies with seed storage from *Cunninghamia lanceolata*, *Pinus massoniana*, *Cryptomeria fortunei*, *Pinus taiwanensis*, *Cupressus funebris*, *Pseudolarix amabilis*, *Toona sinensis* and *Casuarina equisetifolia*, suggests the suitable temperature and the good moisture content for long-term seed storage of all forest species above mentioned, gives the effects and the vigor life under the combinations between different storage temperatures and various moisture contents of seeds. The seedlings cultured with long-term stored seeds were normal in growth and development, however the plant preservation percentage was small down.

Key words: forest trees; seed storage; storage tests; temperature effect; humidity effect