

# 青檀种子休眠机理及发芽条件的探讨

洪香香, 方升佐, 杜 艳

(南京林业大学, 江苏 南京 210037)

**摘要:** 对青檀(*Pteroceltis tatarinowii* Maxim.)种子的休眠机理和发芽条件进行了探讨。共设定5个处理:剪破种皮、热水处理(40、50、60和70℃)、剪破种皮并变温层积(0~4℃ 16 h与10~15℃ 8 h)、低温层积(0~4℃)和变温层积(0~4℃ 16 h与10~15℃ 8 h)。结果表明,剪破种皮、剪破种皮并变温层积和热水处理与对照的发芽率均无显著差异,说明青檀种子的休眠不是种皮限制所引起的。低温层积和变温层积处理均能打破种子的休眠,因而认为青檀种子休眠属于生理休眠。低温层积以70 d为最好,发芽率和发芽势分别达67%和55%;变温层积以40 d处理效果最好,发芽率和发芽势分别达77%和57%。同时还讨论了2种层积处理的优缺点。

**关键词:** 青檀;休眠;低温层积;变温层积

中图分类号: Q945.35 文献标识码: A 文章编号: 1004-0978(2002)01-0009-05

## A study on mechanism of dormancy and germination condition of *Pteroceltis tatarinowii* Maxim. seeds

FU Xiang-xiang, FANG Sheng-zuo, DU Yan (Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2002, 11(1): 9-13

**Abstract:** The mechanism of dormancy and germination condition of *Pteroceltis tatarinowii* Maxim. seeds were studied. There were five treatments: sacrifice seed coat; treatment with 40, 50, 60 and 70℃ hot water respectively; sacrifice seed coat combining with temperature-accelerated stratification (0-4℃ 16 h and 10-15℃ 8 h); cold stratification (0-4℃) and temperature-accelerated stratification (0-4℃ 16 h and 10-15℃ 8 h). The results indicated that: there are no significant difference in percentage germination between hot water treatments and control. It meant *P. tatarinowii* seed is not hard seed. Because both cold stratification and temperature-accelerated stratification treatments can overcome the seed dormancy, we deduced that the dormancy of seed of *P. tatarinowii* was caused by physiological factors. The optimal treatment of cold stratification was 70 days with percentage germination and germination power of 67% and 55%, respectively, while temperature-accelerated stratification for 40 days with percentage germination and germination power of 77% and 57%, respectively. The advantages and disadvantages of two stratification treatments are also discussed.

**Key words:** *Pteroceltis tatarinowii* Maxim.; dormancy; cold stratification; temperature-accelerated stratification

青檀(*Pteroceltis tatarinowii* Maxim.),别名檀皮树、掉皮榆、翼朴,为落叶乔木,是我国特有的纤维树种,也是我国三级重点保护植物。青檀多生于石灰岩山地,是钙质土壤的指示植物和石灰岩山地造林的优良先锋树种。在我国,石灰岩山地占有相当大的比例(如广西、贵州、云南省有大面积的石灰岩山地丘陵,其他省份如江苏、安徽和江西均有一定面积的石灰岩山地)<sup>[1]</sup>,为了丰富石灰岩山地造林树种,提高造林成活率,获得量大质优的宣纸原料,许多学者对青檀种子活力<sup>[2]</sup>、经营措施及立地条件对青檀人工林生物量及檀皮产量的影响等方面<sup>[3,4]</sup>做了大量的研究,而对种子休眠研究甚少。

青檀可以无性繁殖,也可以种子繁殖,但种子具有深休眠特性<sup>[5]</sup>,且休眠原因尚不清楚。为缩短出苗时间,提高幼苗的整齐度,对青檀种子的休眠机理和发芽条件进行了探讨。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

青檀种子于2000年采自安徽省青阳县,土壤均

收稿日期: 2001-08-20

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(项目编号: 39970608)

作者简介: 洪香香(1969-),女,江苏高淳人,硕士,工程师,主要从事种苗学及林木遗传育种方面的研究。

为钙质土,母树年龄为 9 年生(9 年生桩,3 年生萌条)。

## 1.2 试验方法

### 1.2.1 种子处理

1.2.1.1 剪破种皮 在种子一侧剪破种皮,以不伤害胚为度,放入自来水中,室温下浸泡 24 h。

1.2.1.2 热水处理 设置 4 个温度,将种子分别放入 40、50、60 和 70℃热水中,置于 25℃的培养箱中浸泡 24 h。

1.2.1.3 剪破种皮并变温层积 剪破种皮后将种子与湿沙混合放置,用变温层积法,即高温(10~15℃ 8 h)与低温(0~4℃ 16 h)进行层积催芽。

1.2.1.4 低温层积 将种子与湿沙混合放置在 0~4℃的低温环境中催芽。层积时间分别为 15、20、25、30、35、40、45、50、55、60、65 和 70 d,共 12 个时间段。

1.2.1.5 变温层积 将种子与湿沙混合放置,用高温(10~15℃ 8 h)与低温(0~4℃ 16 h)交替进行层积催芽。

1.2.1.6 对照 不经任何预处理直接置床。

1.2.2 种子发芽率和发芽势测定 将种子与湿沙混和置于发芽盒内。每处理设 4 个重复,每个重复 100 粒种子。各处理种子自层积后 15 d 开始置床,以后每隔 5 d 置床 1 次,在层积过程中如有种子发芽就结束处理。剪破种皮并变温层积、低温层积和变温层积处理的最长时间分别为层积 30、70 和 40 d。发芽在 20~30℃光照发芽箱内进行,按照国家标准 2772-1999《林木种子检验规程》的规定<sup>[6]</sup>,以出现子叶的正常幼苗为标准每天记录发芽粒数,初定发芽持续时间为 30 d。发芽率:正常发芽的种子数与供试种子总数的百分比;发芽势:种子发芽数达到高峰时的正常发芽种子的总数与供测种子总数的百分比;发芽持续时间:根据国标《林木种子检验规程》<sup>[6]</sup>的规定,以连续 3 d 每天的发芽粒数不超过重复供试种子粒数的 1%为结束发芽。

## 2 实验结果

### 2.1 青檀种子休眠类型的探讨

本实验设置了 5 个处理,以剪破种皮和热水处理确定青檀种子是否为机械障碍引起的休眠;以低温层积和变温层积确定是否为生理休眠;用剪破种

皮并变温层积验证是否为混合性休眠<sup>[7]</sup>。从试验结果来看,各处理结果差异很大。对照平均发芽率为 11%;剪破种皮、剪破种皮并变温层积处理的发芽率很低,发芽率最高的仅达 5%左右,且未发芽种子大多腐烂;40、50、60 和 70℃热水处理的发芽率分别为 17%、12%、13%和 14%。方差分析表明,热水处理与对照处理测试  $F$  值为 1.15( $P > 0.05$ ),因而差异不显著。由此可初步确定青檀种子不属于硬实性种子,即其休眠不是由于种皮限制所引起的,也不属于混合性休眠。而随着处理时间的不同,低温层积和变温层积不同程度地打破了种子休眠,因而可以初步确定,青檀种子的休眠属于生理休眠,层积处理是打破休眠的最佳途径。

### 2.2 层积处理对青檀种子发芽的影响

2.2.1 低温层积处理对种子发芽的影响 低温层积处理对青檀种子发芽率和发芽势的影响及发芽过程见图 1 和图 2。

2.2.1.1 层积时间对发芽率的影响 不同低温层积时间对发芽率和发芽势的影响见图 1。

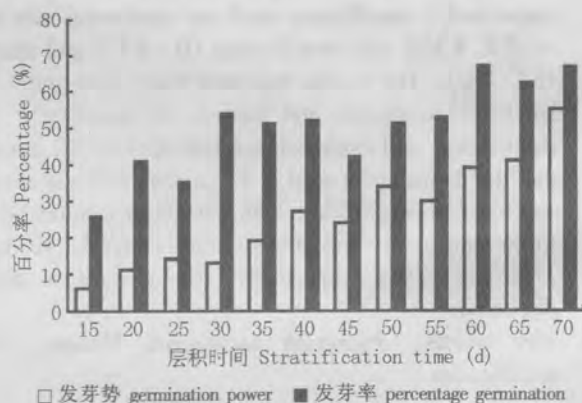


图 1 不同低温层积时间的青檀种子发芽率和发芽势  
Fig. 1 Percentage germination and germination power of *Pteroceltis tatarinowii* Maxim. seeds in different time of cold stratification treatment

从图 1 中可以看出,随着低温层积时间的延长,青檀种子发芽率有逐渐增大的趋势,其中层积效果最好的层积时间为 60、65 和 70 d,其发芽率分别达到 67%、63%和 67%。

方差分析表明,不同层积处理时间的发芽率存在极显著差异,其  $F$  值为 11.25( $P < 0.001$ );多重比较分析(LSD)<sup>[8]</sup>说明,层积 60、65 和 70 d 的发芽率明显高于其他的处理,但这 3 个处理之间没有明显的差异。

2.2.1.2 层积时间对发芽势的影响 层积 20、30、

40、50、60 和 70 d 的青檀种子的发芽势见图 2。从图 2 中可以看出,随着层积时间的延长,发芽势明显增加,分别是 11%、13%、27%、34%、39% 和 55%。而且随着层积时间的延长,初次发芽计数的时间也越来越早,分别为第 7 天、第 7 天、第 6 天、第 5 天和第 4 天;并且发芽势出现的时间也逐步提早,从置床后的第 10 天提前至第 8 天;发芽持续的时间也随着层积时间的延长而缩短,其持续时间分别为

30、27、25、19、16 和 13 d。

方差分析表明,各处理测验的  $F$  值为 22.93 ( $P < 0.001$ ),即不同处理的发芽势存在显著差异。多重比较分析(LSD)说明,尽管处理 60 d 和 70 d 之间的发芽率没有明显差异,但其发芽势之间的差异却非常显著。结合发芽率和发芽势的结果,可以得出低温层积处理以 70 d 效果为最好,发芽持续时间为 13 d。

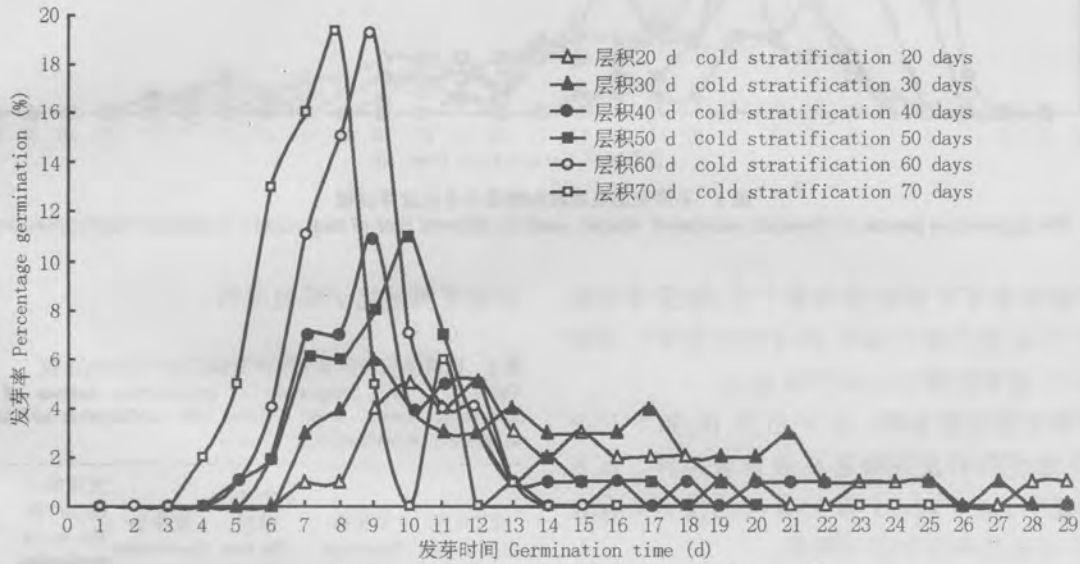


图 2 不同低温层积时间青檀种子的发芽过程  
Fig. 2 The germination process of *Pteroceltis tatarinowii* Maxim. seeds in different time of cold stratification treatment

2.2.2 变温层积处理对种子发芽的影响 变温层积处理对青檀种子发芽率和发芽势及发芽过程的影响见图 3 和图 4。

2.2.2.1 层积时间对发芽率的影响 从图 3 中可看出,变温处理 15、20、25、30、35 和 40 d 的发芽率分别为 58%、61%、63%、72%、69% 和 77%。发芽率变化趋势非常明显,即随着变温层积时间的延长,发芽率呈越来越高的趋势。

方差分析处理测验的  $F$  值为 7.88 ( $P = 0.0004$ ),表明不同层积时间的青檀种子的发芽率差异达极显著水平;经多重比较分析可知,处理效果最好的是变温层积 40 d,其发芽率为 77%,显著高于变温层积处理 15、20 和 25 d 的青檀种子的发芽率,但与层积 30 和 35 d 的青檀种子发芽率差异不显著。

2.2.2.2 层积时间对发芽势的影响 变温层积时间的延长不但对青檀种子的发芽率有明显的促进作用,而且对发芽势也存在着明显的影响。从图 3 和

图 4 中可以看出,发芽势随着层积时间的延长出现非常明显的增加趋势,且发芽势出现的时间也越来越早,从最初的第 9 天提前到第 6 天。初次发芽计数的时间随着层积时间的延长而提前,层积 40 d 的

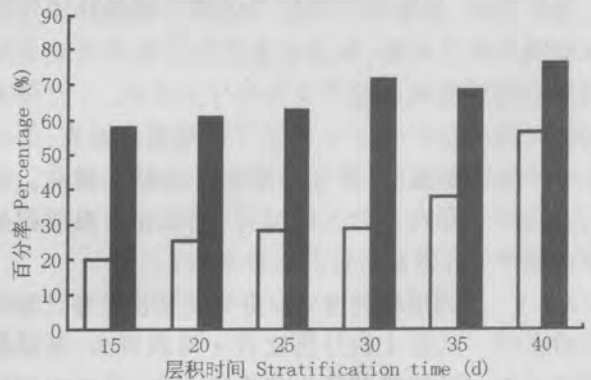


图 3 不同变温层积时间青檀种子的发芽率和发芽势  
Fig. 3 Percentage germination and germination power of *Pteroceltis tatarinowii* Maxim. seeds in different time of temperature-accelerated stratification treatment

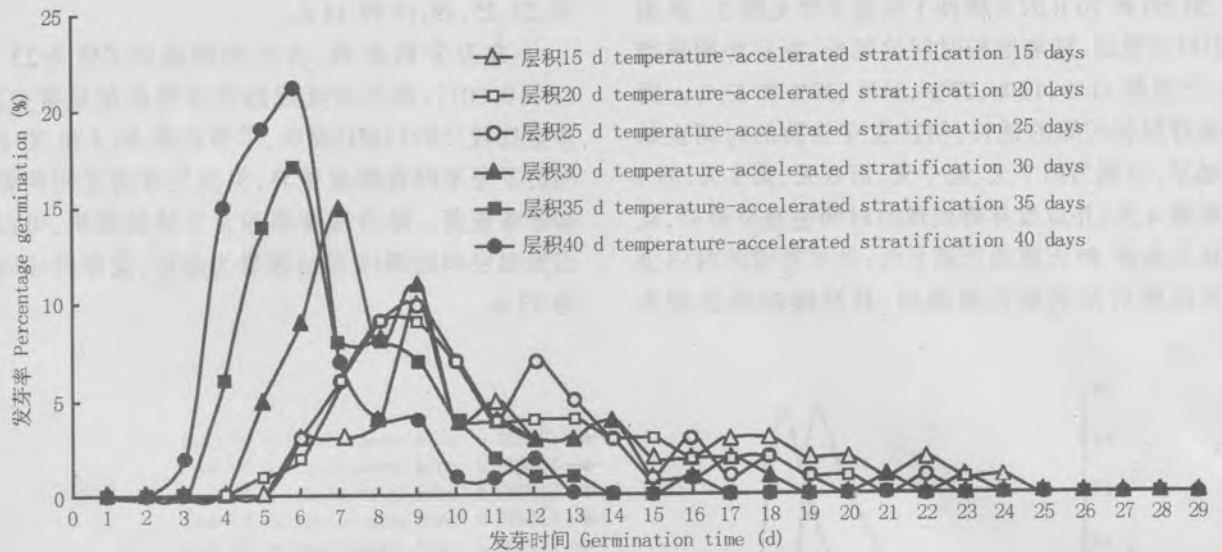


图 4 不同变温层积时间青檀种子的发芽过程

Fig. 4 The germination process of *Pteroceltis tatarinowii* Maxim. seeds in different time of temperature-accelerated stratification treatment

青檀种子初次发芽计数时间为第 3 天,而发芽持续时间仅为 12 d;与之相比层积 15 d 初次发芽计数时间为第 6 天,发芽持续时间却长达 24 d。

发芽势方差分析表明:其  $F$  值为 18.30 ( $P < 0.001$ ),各处理间的发芽势存在极显著差异。多重比较分析说明,处理 40、35 和 30 d 间的发芽势存在显著差异,其他处理间差异不明显。

从以上分析可以知:尽管变温层积处理 40、35 和 30 d 间的发芽率差异不明显,但发芽势之间却存在明显差异,也就是说,发芽的整齐度随着层积时间的延长得到了提高。因此可以确定青檀种子的最佳变温发芽时间为 40 d,发芽持续时间为 12 d。

2.2.3 低温层积和变温层积处理的比较 根据以上分析可知,低温和变温层积处理的青檀种子发芽率均明显高于对照,即无论是低温层积还是变温层积都不同程度地解除了青檀种子的休眠,并且随着层积时间的延长发芽率和发芽势都逐步提高;初次发芽时间不断提前;发芽的整齐度也越来越高。但二者之间还存在着较大的差异,低温和变温层积处理青檀种子各发芽指标的比较见表 1。

2.2.3.1 不同层积处理对发芽率及初次发芽计数时间的影响 从表 1 的分析比较中可以看出,低温层积处理 70 d 的青檀种子发芽率为 67%,而变温层积 30 d 时的发芽率就已达 72%;处理时间相同时,低温层积的初次发芽计数时间明显迟于变温层积。因而从发芽率水平和初次发芽计数时间来说,变温层积

的效果明显优于低温层积。

表 1 低温层积和变温层积青檀种子发芽指标的比较

Table 1 The comparison of germination indexes of *Pteroceltis tatarinowii* Maxim. seeds between cold stratification and temperature-accelerated stratification treatments

层积时间 Stratification time (d)	发芽率 Percentage germination (%)	初次计数 时间 The first day of counting (d)	发芽势 Germination power (%)	发芽势出 现的时间 The day of germination power emergence (d)	发芽持续 时间 Duration (d)
低温层积 Cold stratification					
20	41	7	11	10	30
30	54	7	13	9	27
40	52	6	27	9	25
50	51	5	34	10	19
60	67	5	39	8	16
70	67	4	55	8	13
变温层积 Temperature-accelerated stratification					
15	58	6	20	9	24
20	61	5	25	9	23
25	63	6	28	9	22
30	72	5	29	7	21
35	69	4	37	6	16
40	77	3	57	6	12
对照 Control	11	23			30

2.2.3.2 不同层积处理对发芽势、发芽势出现的天数及发芽持续时间的影响 众所周知,发芽率是衡量发芽处理效果的指标,发芽势则是衡量发芽整齐度的指标。从本实验的结果可以看出,尽管低温层

积与变温层积二者之间的发芽率差异比较显著,但发芽势差异不大,低温层积 70 d(发芽率为 67%)的发芽势和变温层积 40 d(发芽率为 77%)的发芽势基本一致,分别为 55%和 57%。从发芽势出现的时间上来看,变温层积效果仍优于低温层积的效果;但在基本解除种子的休眠作用后,发芽持续时间基本一致,为 12~13 d。

2.2.3.2 不同层积处理的优缺点比较 从总体效果上来说,变温层积只需层积 30~40 d,发芽率就达 70%左右;而要达到同样的发芽率,低温层积却需 60~70 d 的时间。因而认为解除青檀种子休眠的最佳方法是变温层积 30~40 d。在生产中,由于所需种子量大,变温层积处理可能有一定的困难,低温层积仍不失为一种较好的途径。一般认为,低温层积处理 60~70 d 即可达到生产上的要求。

### 3 结论与讨论

#### 3.1 青檀种子休眠原因

从实验结果看,热水处理和对照的发芽率无显著差异;而机械擦伤(剪破种皮)及其结合变温层积处理的发芽率比对照低且有腐烂现象,腐烂可能是由于剪破种皮伤及胚或其他原因所引起的。实验结果说明青檀种子的休眠并非由种皮的限制所引起,也不属于混和休眠,这和詹森梁等的结果不一致<sup>[9]</sup>。而低温层积和变温层积大大提高了青檀种子的发芽率,因而,作者认为青檀种子的休眠为生理休眠。

#### 3.2 不同层积处理条件的确定

低温层积和变温层积都可以解除青檀种子的休眠。低温层积的最佳处理条件是层积 70 d,其发芽率和发芽势分别可达 67%和 55%;变温层积处理 40 d,其发芽率和发芽势可达 77%和 57%。尽管 2 种层积处理都能解除青檀种子的休眠,但其优势各不相同。低温层积处理所需时间长,其发芽率较低,但层积温度较易控制,在生产上适合于大量种子的处理。变温层积时间短,但效果好,可以缩短出苗时间,延长苗木生长期,有效地提高一年生苗木的生长

量<sup>[10]</sup>。

#### 3.3 需进一步解决的问题

尽管本文已初步阐明青檀种子休眠的机理,并且也提出了切实可行的解除休眠的方法,但在发芽结束时,发现仍有一部分种子为新鲜粒(约有 20%),说明青檀种子本身的活力很高,由于在处理过程中以出现发芽粒而终止处理,使得一部分种子的休眠仍未解除,说明种子个体的休眠深度差异较大,如何探索更好的方法尚需进一步研究;其次,层积处理能解除休眠,但其生理原因未加以研究,这也是林木种子研究中普遍存在的问题,许多种子的休眠期特别长,需层积处理 6~12 个月,如槭树科(Aceraceae)<sup>[11]</sup>的许多树种,这显然不利于生产,因而这方面的研究亟待加强。

#### 参考文献:

- [1] 东北林学院. 土壤学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1981.
- [2] 方升佐, 朱梅, 唐罗忠, 等. 不同种源青檀种子的营养成分及种子活力的差异[J]. 植物资源与环境, 1998, 7(2): 16-21.
- [3] 方升佐, 李光友, 李同顺, 等. 经营措施对青檀人工林生物量及檀皮产量的影响[J]. 植物资源与环境学报, 2001, 10(1): 21-24.
- [4] 李光友, 方升佐, 吕家驹, 等. 立地条件对青檀人工林生物生产力及檀皮产量的影响[J]. 南京林业大学学报, 2001, 25(4): 49-53.
- [5] 段凤芝, 惠超, 汪红卫. 青檀营林技术[J]. 经济林研究, 1996, 14(3): 77-78.
- [6] 国标 GB-2772-1999, 林木种子检验规程[S]. 北京: 中国标准出版社, 2000.
- [7] 比尤利 J D, 布莱克 M. 种子萌发的生理生化 第二卷 生活力、休眠与环境控制[M]. 何泽瑛, 袁以苇, 金传嘉, 等译. 南京: 东南大学出版社, 1990.
- [8] 惠大丰, 姜长鉴. 统计分析系统 SAS 软件实用教程[M]. 北京: 航空航天出版社, 1996.
- [9] 詹森梁, 戴爱君, 郑文达. 青檀育苗造林技术初步研究[J]. 浙江林业科技, 1994, 14(1): 29-31.
- [10] 洪香香, 方升佐, 汪红卫, 等. 青檀一年生播种苗年生长规律的研究[J]. 南京林业大学学报, 2001, 25(6): 11-15.
- [11] 美国农业部林务局. 美国木本植物种子手册[M]. 李霆, 陈幼生, 颜启传, 等译. 北京: 中国林业出版社, 1984.

(责任编辑: 惠红)