

浸种时间对马尾松种子发芽的影响*

陈振生 罗义汉 陆素君 赵安然 甘凤丽

(广西国有博白林场, 广西 博白 537617)

摘要 为了解不同浸种时间下马尾松 (*Pinus massoniana*) 种子发芽的差异, 对马尾松种子采用 21℃ 清水分别浸泡 12、24、48、72、96、120 和 144 h 处理后培养, 结果表明: 浸泡 24、48、72、96 和 120 h 的马尾松种子发芽率较高, 此 5 个处理间发芽率差异不显著, 而浸泡 12 和 144 h 的马尾松种子发芽率较低, 此 2 个处理分别与其他处理差异显著 ($P < 0.05$)。综合 7 个处理的发芽势和发芽指数可知, 室温 22℃, 水温 21℃ 时, 浸泡 48 h 的马尾松种子发芽效果最好。采用 10 种曲线拟合, 3 个发芽指标均为三次曲线拟合度最高。

关键词 马尾松; 浸种时间; 发芽

中图分类号: S723.1+31.1 文献标识码: A 文章编号: 2096-2053 (2017) 06-0076-04

Effects of Soaking Time on Germination of *Pinus massoniana* Seeds

CHEN Zhensheng LUO Yihan LU Sujun ZHAO Anran GAN Fengli

(Guangxi State-owned Bobai Forest Farm, Bobai, Guangxi 537617, China)

Abstract In order to study the different effects of germination of *Pinus massoniana* seeds under different soaking time, the seeds of Masson pine were immersed in water at 21℃ for 12, 24, 48, 72, 96, 120 and 144 h, respectively, then plated in culture dishes. The results showed that: The germination percentage of seeds soaked for 24, 48, 72, 96 and 120 h were higher, but the difference was not significant among the above five soaking treatments. After soaking for 12 h or 144 h, the germination rate was relatively low. Both 12-hour soaking time and 144-hour soaking time were significant different from other five kinds of seed soaking time ($P < 0.05$). Based on germination energy and germination index of *P. massoniana* seeds immersed in seven different soaking periods, it can be included that 48 h is the most appropriate soaking period. The fitting degree of the cubic of three germination indexes is the target by comparing with 10 curves fitting.

Key words *Pinus massoniana*; seed soaking time; germination

马尾松 (*Pinus massoniana*) 是我国南方松类树种中自然分布最广、数量最多的一种松属树种, 广泛分布于我国南方 15 个省区。马尾松对土壤要求不严, 耐干旱贫瘠, 在粘土、砂土、石砾土、山脊及岩石裸露的石缝里都能生长, 在土层深厚的土壤生长较快, 适应性强^[1-2], 是我国南方主要的产脂、造纸和用材树种^[3]。目前马尾松普遍采

用种子繁殖方式培育苗木, 提高种子发芽能力是培育苗木的关键技术之一。在苗木培育过程中, 水分是限制种子萌发的主要因素, 只有在足够的水分条件下, 种子才会萌发。种子萌发从吸水开始, 种子吸胀过程中, 干种子迅速吸收氧气, 进行氧化磷酸化反应, 为种子萌发提供物质和能量, 种胚从静止状态改为生理代谢旺盛的生长发育阶

* 第一作者: 陈振生 (1969—), 男, 工程师, 主要从事林业调查规划设计和森林培育工作, E-mail:497585057@qq.com。

段（植物细胞发生分裂、伸长，幼苗结构分化及成熟，物种特征形成和发展）^[4-5]。

据前人研究结果表明，不同浸种时间对思茅松 (*P. kesiya* var. *langhianensis*)^[6]、油松 (*P. tabulaeformis*)^[7]、山桐子 (*Idesia polycarpa*)^[8] 种子发芽影响显著，但不同浸种时间对马尾松种子发芽的影响仅见马常耕等^[9]进行了初步研究，但没有明确的研究结果。本研究采取不同浸种时间下马尾松种子的发芽对比试验，研究最佳浸种时长，为深入研究马尾松种子繁殖、提高种子发芽率和发芽整齐程度、苗木培育等方面提供基础资料和可靠依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验所用马尾松种子采自广西壮族自治区崇左市宁明县，该地位于广西壮族自治区西南部沿海，北回归线以南，受海洋季风影响，终年气温较高，雨量较多。种子采收时间为2016年11月，千粒重为12.0865 g，选种方式为风选和筛选。

1.2 试验方法

浸种时间为2017年2月15—20日，2月20日浸种2个处理，其余每天浸种1个处理，2月21日置培养皿培养观察，至连续3 d没有种子发萌发为止，历时19 d。用21℃清水浸种，浸种时间设12、24、48、72、96、120、144 h共5个处理，浸种后用0.3%高锰酸钾消毒15 min，然后用清水清洗干净，置于培养皿中培养，每个培养皿放置200粒马尾松种子，每个处理设置3个重复，培养基质为滤纸，培养温度为22℃。

1.3 测定项目与方法

以胚根突破种皮、胚芽达种长1/2作为萌发标准^[11]，每隔1 d观察记录1次发芽粒数。参照颜启传^[12]、林立和刘德良^[13]、李娟等^[14]的方法，计算种子的发芽率和发芽指数，以种子发芽数达到高峰时计算其发芽势，计算公式^[10]：

$$\text{发芽率} = n/N \times 100\%$$

$$\text{发芽指数} = \sum (Gt/Dt)$$

$$\text{发芽势} = Gpt/N \times 100\%$$

式中， n 为正常发芽粒数， N 为供测种子总数， Gt 为不同时间 t 的发芽粒数， Dt 为发芽试验天数， Gpt 为达到高峰日时的发芽粒总数。

1.4 数据分析

数据采用Microsoft excel 2003软件进行统计分析，采用SPSS 16.0进行方差分析和Duncan多重比较，并采用SPSS对3个发芽指标建立数学模型，采用二次曲线、复合曲线、生长曲线、对数曲线、三次曲线、S曲线、指数曲线、逆函数、幂函数和逻辑函数等10种曲线进行比较。

2 结果与分析

2.1 7个浸种时间处理差异性评价

对7个处理发芽率、发芽势和发芽指数进行组间和组内的单因素方差分析，结果表明，浸种24、48、72和96 h共4个处理发芽率较高，其中浸种48 h发芽率最高，4个处理间发芽率差异不显著，与其他3个处理发芽率差异显著 ($P < 0.05$)；浸种12和144 h处理发芽率较低，分别与其他处理差异显著 ($P < 0.05$)。浸种48、72、96和120 h等4个处理发芽势较高，4个处理间发芽势差异不显著 ($P < 0.05$)；浸种12 h处理发芽势较低，与其他处理差异显著 ($P < 0.05$)；浸种48 h发芽势最高，与处理12、24和144 h 3个处理差异显著 ($P < 0.05$)。浸种48、72和96 h处理发芽指数较高，其中浸种48 h发芽指数最高，此3个处理间发芽指数差异不显著 ($P < 0.05$)，浸种12和144 h处理发芽指数较低，分别与其他处理差异显著 ($P < 0.05$)。综合发芽率、发芽势和发芽指数3个指标，马尾松浸种时间为48 h的发芽最好 (表1)。

2.2 3个发芽指标建模分析

3个发芽指标均为三次曲线拟合度最高，因此，采用三次曲线建立发芽率、发芽势和发芽指数模型。

2.2.1 发芽率数学模型和曲线图 采用三次曲线建立的发芽率数学模型如下：

$$Y_1 = 72.272 + 0.301x - 0.003x^2 + (5.432E-6)x^3$$

$$R^2 = 0.823$$

式中， x = 浸种时间， Y_1 = 发芽率。

根据拟合的发芽率数学模型，绘制浸种时间—发芽率曲线 (图1)。结果表明随着浸种时间延长，发芽率呈由低到高再到低的趋势，在浸种水温21℃下最佳浸种时间为48 h。马尾松浸种48 h的发芽率比传统浸种24 h的高出1.26个百分点。

表 1 不同浸种时间对马尾松种子发芽能力的影响

Table 1 Effect of soaking time on seeds germination ability of *P. massoniana*

浸种时间 Soaking time/h	发芽率 Germination percentage/%	发芽势 Germination energy/%	发芽指数 Germination index
12	74.33 ± 2.36 b	57.33 ± 6.66 a	36.19 ± 1.88 a
24	79.67 ± 0.76 d	66.00 ± 2.78 b	43.07 ± 2.00 c
48	80.67 ± 1.04 d	73.33 ± 1.89 c	48.58 ± 1.66 d
72	79.83 ± 1.04 d	70.33 ± 2.31 bc	46.50 ± 1.64 d
96	79.17 ± 0.29 cd	69.50 ± 0.87 bc	46.40 ± 0.87 d
120	77.17 ± 0.76 c	67.83 ± 0.76 bc	42.11 ± 0.44 bc
144	71.33 ± 0.76 a	65.00 ± 0.50 b	40.15 ± 0.16 b
<i>F</i>	24.678	8.758	27.581
<i>Sig</i>	0.000	0.000	0.000

注：表中数据用“平均值 ± 标准差”的形式表示，同列标不同小写字母表示在 $\alpha=0.05$ 水平上差异显著。Note: The data are shown as “average ± standard deviations”, different lowercase letters in each column mean significant difference at $\alpha=0.05$ level.

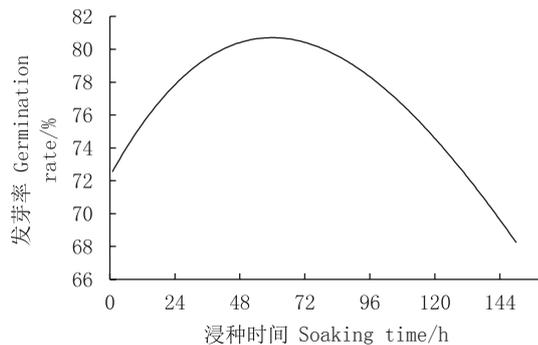


图 1 不同浸种时间下马尾松种子的发芽率

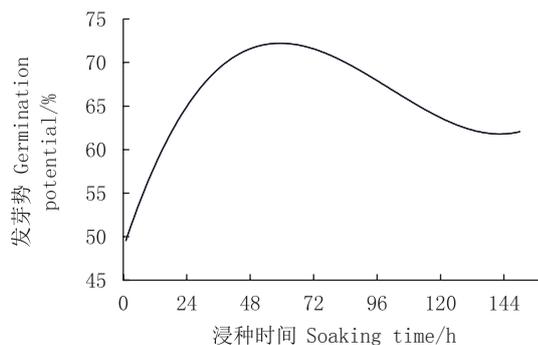
Fig. 1 Germination rate of *P. massoniana* seed at different soaking time

图 2 不同浸种时间下马尾松种子的发芽势

Fig. 2 Germination potential of *P. massoniana* seed at different soaking time

2.2.2 发芽势数学模型和曲线图 采用三次曲线建立的发芽势数学模型如下：

$$Y_2=48.647+0.922x-0.011x^2+(3.633E-5)x^3$$

$$R^2=0.734$$

式中， x = 浸种时间， Y_2 = 发芽势。

根据拟合的发芽势数学模型绘制浸种时间—发芽势曲线（图 2）。结果表明随着浸种时间延长，发芽势呈由低到高再到低趋势，在浸种水温 21℃ 下最佳浸种时间为 48 h。马尾松浸种 48 h 的发芽势比传统浸种 24 h 的高出 11.11 个百分点。

2.2.3 发芽指数数学模型和曲线图 采用三次曲线建立的发芽指数数学模型如下：

$$Y_3=28.973+0.750x-0.009x^2+(2.842E-5)x^3$$

$$R^2=0.879$$

式中， x = 浸种时间， Y_3 = 发芽指数。

根据拟合的发芽指数数学模型，绘制浸种时间—发芽指数曲线（图 3）。结果表明随着浸种时间延长，发芽指数呈由低到高再到低趋势，在浸种水温 21℃ 下最佳浸种时间为 48 h。马尾松浸种 48 h 的发芽指数比传统浸种 24 h 的高出 12.79 个百分点。

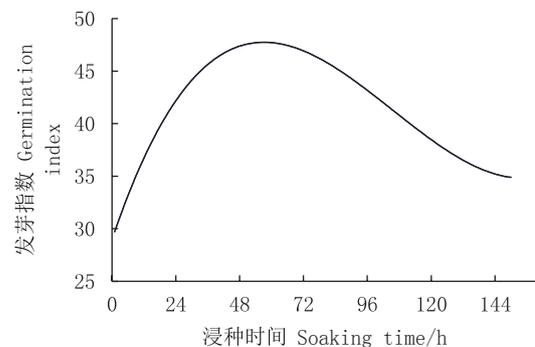


图 3 不同浸种时间下马尾松种子的发芽指数

Fig. 3 Germination index of *P. massoniana* seed at different soaking time

3 结论与讨论

3.1 任雅君等^[15]人对蓝花楹 (*Jacaranda acutifolia*) 在 2 种水温浸种下的发芽试验中发现, 种子萌发过程中所进行的一系列生理生化过程, 均是在一系列酶的催化下完成, 而酶催化反应与温度密切相关, 不同水温浸种对蓝花楹种子的萌发有明显影响。陈国彪等^[16]人对西南桦 (*Betula alnoides*) 在 4 种培育温度下的发芽试验中发现, 培育温度对西南桦种子的发芽率并无显著影响, 但对其发芽速度、芽苗生长速度影响显著。本试验为浸种清水温度 21 ℃、室温 22 ℃ 下的试验结果, 但不同浸种水温和室温下的马尾松发芽情况可能不同。

3.2 对于浸种时间对种子活力的影响观点不一, 一般以种子完成物理吸水过程为好。范镇贞等^[17]对嘉氏羊蹄甲 (*Bauhinia galpinii*) 种子及李淑娴等^[8]对山桐子的浸种试验表明, 吸水不充分会降低种子发芽率, 浸种时间过长会造成种子腐烂, 试验结果与本试验相似。

3.3 通过采用 10 种曲线拟合, 3 个发芽指标均为三次曲线拟合度最高。在 12~144 h 时间内, 曲线反映 3 个发芽指标由低到高、再到低的过程, 与试验结果相吻合。

3.4 在 7 个浸种时间中, 3 个发芽指标均呈现由低到高再到低的趋势, 在浸种水温 21 ℃ 下最佳浸种时间为 48 h。目前马尾松浸种时间普遍为 24 h, 根据本试验结果, 马尾松浸种 48 h 的发芽率、发芽势和发芽指数分别比浸种 24 h 的高出 1.26、11.11 和 12.79 个百分点。

参考文献

[1] 北京林学院. 树木学[M]. 中国林业出版社, 1980: 42-43.
[2] 广西壮族自治区林业科学研究院. 广西主要乡土树

种[M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 2011: 9-10.
[3] 连辉明, 曾令海, 何波祥, 等. 马尾松木材基本密度、管胞长度遗传变异规律及其与生长量、产脂力的相关性研究[J]. 广东林业科技, 2006, 22(1): 5-8; 13.
[4] MATARUGA M, HAASE D L, ISAJEV V. Dynamics of seed imbibition and germination of Austrian pine (*Pinus nigra* Arnold) from extreme habitat conditions within five Balkan provenances[J]. New Forests, 2010, 40(2): 229-242.
[5] 张圆, 王普昶, 王慧慧, 等. 刺槐种子萌发过程中的水分和抗氧化酶活性变化[J]. 种子, 2014, 33(9): 15-19.
[6] 孟梦, 周云, 刘永刚, 等. 不同浸种时间及药剂处理对思茅松种子发芽的影响[J]. 西部林业科学, 2011, 40(1): 52-56.
[7] 张金香, 林艳, 武亚敬, 等. 油松浸种处理水温与浸种时间研究[J]. 中国农学通报, 2012, 28(34): 31-35.
[8] 李淑娴, 兰思仁, 吴沙沙, 等. 浸种时间及植物生长调节剂对山桐子种子萌发的影响[J]. 种子, 2015, 34(4): 8-12.
[9] 马常耕, 刘德英. 十四个造林树种种子播前浸种试验[J]. 林业科技通讯, 1986(12): 10-13.
[10] 国家林业局. 林木种子检验规程: GB 2772-1999[S]. 北京: 中国标准出版社, 1999.
[11] 梁红. 植物遗传与育种[M]. 广州: 广东高等教育出版社, 2002: 306-307.
[12] 颜启传. 种子检验的原理和技术[M]. 北京: 农业出版社, 1992: 204-209.
[13] 林立, 刘德良. 红花榿木种子特性及萌发影响因素的研究[J]. 林业与环境科学, 2016, 32(3): 35-40.
[14] 李娟, 谭文婧, 刘艺玮, 等. 不同药剂处理对闽楠种子萌发的影响[J]. 林业与环境科学, 2017, 33(1): 54-58.
[15] 任雅君, 梅洛银, 丁敢丽, 等. 2种水温浸种对蓝花楹种子发芽指标的影响[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(14): 7720-7721; 7723.
[16] 陈国彪, 曾杰, 翁启杰, 等. 温度对西南桦种子萌发的影响研究初报[J]. 广东林业科技, 2005, 21(1): 19-21.
[17] 范镇贞, 肖泽鑫, 柳泽鑫. 嘉氏羊蹄甲浸种催芽处理研究[J]. 林业与环境科学, 2016, 32(4): 60-62.