林业科学研究 2012,25(5):632～637
Forest Research

文章编号:1001-1498(2012)05-0632-06

天然群落枯枝落叶浸提液与其它处理对伯乐树种子发芽的比较研究

马冬雪[1], 刘仁林[2,3]*

(1. 河北政法职业学院园林系,河北 石家庄 050061; 2. 赣南师范学院生命与环境科学学院 江西赣州 341000;
3. 江西农业大学园林与艺术学院 江西 南昌 330045)

摘要:用天然群落枯枝落叶浸提液浸种与其它处理方法进行伯乐树种子发芽试验,试验分室内和大田萌发试验,室内又进行了不同浸提液、不同激素处理、不同温度处理对伯乐树种子发芽的影响。结果表明:(1)蒸馏水浸种发芽率>伯乐树群落枯枝落叶浸提液浸种发芽率>罗浮栲群落枯枝落叶浸提液浸种发芽率,但差异不大;其中蒸馏水处理的种子发芽率最高(69.2%)。(2)以 200 mg·L^{-1} GA3 浸种 12 h 发芽率最高,达到 80.0%。GA3 浸种的伯乐树种子发芽率>蒸馏水浸种的发芽>IAA 浸种的发芽率。(3)大田试验的发芽率与室内试验发芽率基本接近;其中酒精浸提液处理的种子发芽率较高,达 70.4%。(4)伯乐树发芽最适宜温度是 20～25℃。发芽开始后第 10～26 天为发芽高峰期;发芽可持续 32 天。(5)在 20 ℃条件下第 7—14 天腐烂率较高;随着温度的升高,高腐烂率出现的时间推迟,但发芽率相对降低。

关键词:伯乐树种子;枯枝落叶浸提液处理;不同激素处理;萌发试验

中图分类号:S723.1 **文献标识码**:A

Comparative Study on Germination of *Bretschneidara sinensis* Seeds Treated with Solution Extracted from Forest Litter and Other Methods

MA Dong-xue[1], *LIU Ren-lin*[2,3]

(1. Garden Department, Hebei Professional College of Political Sciences and Law, Shijiazhuang 050061, Hebei, China;
2. Department of Life Science and Environmental Science of Gannan Normal University, Ganzhou 341000, Jiangxi, China;
3. College of Art and Landscape of Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, Jiangxi, China)

Abstract: Experiments of germination of *Bretschneidara sinensis* seeds were conducted by the methods of field and indoor experiments by which the seeds were soaked in different solutions extracted from late-leaves forest litter, or treated with different growth hormones, or treated under different temperatures. The results are as follows: (1) Based on comparison, there were differences in germination rate among different solutions extracted from forest litter, but it was not so obvious. The highest percentage (69.2%) of germination was made by distilled water. The order of germination rate is distilled water > solution extracted from forest litter of *Bretschneidara sinensis* communities > solution extracted from forest litter of *Castanopsis fabri* communities. (2) According to the results of all the experiments, the solution of 200 mg·L^{-1} GA3 made the highest germination rate (80.0%) in which the seeds were soaked for 12 h. (3) The germination rate of nursery was very close to the experiment result made in indoor, but the highest percentage (70.4%) of germination is made by the alcohol solution extracted from forest litter of *Bretschneidara sinensis* communities. (4) Analysis of experiments showed that the optimal temperature for seed germination

收稿日期: 2012-02-20
基金项目: 江西省自然科学基金项目资助 20114BAB204006
作者简介: 马冬雪(1967—),女,河北石家庄人,副教授,硕士,植物学研究,Email: mdxjn@sohu.com
*通讯作者: 刘仁林(1958—),男,江西永新人,植物学博士/教授,主要从事植物进化与分类研究和教学。Email: lrldongh@126.com

was 20℃～25℃ and the highest percentage of seeds germination appeared at the 10th day to 26th day; besides, the seed germinating continued for 32 days. (5) The rate of seed decay was the highest at the time 7th – 14th day during germination, and the seed decay would be postponed with the temperature rising, but the germination rate would be also lower.

Key words: Seed; *Bretschneidara sinensis*; treatments of solutions extracted from forest litter; treatments of growth hormones; experiments of germination of seeds

伯乐树(*Bretschneidara sinensis* Hemsi.)是落叶乔木,高达 20 m,为伯乐树科(Bretschneideraceae)单种科植物,我国特有的、古老的单种科残遗种。它在研究被子植物的系统发育和古地理、古气候等方面都有重要科学价值,由于其野生种已濒临灭绝,被列为国家Ⅰ级重点保护野生植物[1]。通常星散分布于浙江南部、台湾、福建、江西、湖南、广西、广东、云南、贵州、四川南部、湖北西南部等地,海拔 500～2 000 m 的沟谷、溪旁坡地[2]。在野外调查中观察到伯乐树很少形成较大面积的群落,一般伯乐树群落仅有伯乐树优势乔木 5～11 株,因此在野外多见伯乐树零星散生分布。造成这种现象可能的原因是:这个物种的适应性是否不强?二是种子发芽率较低?三是天然群落中是否枯枝落叶中的成分影响到伯乐树种子发芽?或动物取食种子等其它原因。解决这些问题将有利于此种群的扩大,走出濒危境地。

本文首先带着第二、第三个问题进行试验分析,通过天然群落枯枝落叶浸提液浸种与其它处理如不同生长调节剂、低浓度酒精等比较研究,试图揭示影响伯乐树种子发芽的主要因素。这一方面的研究很少,仅见有关伯乐树其它方面的研究报道,如曾懋修等[3]对伯乐树树干进行了解剖学研究,认为伯乐树在系统进化过程中较为原始,把伯乐树从七叶树科中独立出来是比较恰当的。吕静等[4]利用光镜和扫描电镜对伯乐树茎次生木质部的结构进行了研究,表明伯乐树木质部为散孔材等特征。伯乐树播种育苗与种子特性有关,刘燕国[5]通过研究种子萌发的过程发现,随着种子吸水量的增加,种胚的细胞开始增大,胚被活化,由此诱导赤霉素的形成。当诱导的赤霉素进入胚乳的糊粉层后诱发各种水解酶的形成并进行生理活动。尹华军等[6]对种子休眠和萌发的生物学研究表明,休眠和萌发是种子对复杂环境的适应特征,受基因型、成熟环境(母性环境)、贮藏条件及萌发环境的影响;GA3 对种子萌发有重要作用。王娟等[7]对伯乐树生长发育节律与物候特征研究表明,伯乐树的芽为混合芽与叶(枝)芽两种类型;混合芽的开放过程有 2 个连续的阶段,第 1 个阶段是新抽发的枝、叶聚生在花序的基部;第 2 个阶段是发育顶生的花芽并形成顶生的花序,因此花序脱落后便使枝条失去顶芽的优势,不能在第 2 年继续伸长。由于伯乐树展叶与花序生长的时间间隔很短,新叶在形态结构、细胞结构和生理结构的建成上还没有完成,因此出现了营养生长与生殖生长的重叠现象[8]。

基于化学他感理论[9-11],有关文献报道了枯枝落叶浸提液对植物种子发芽影响的研究。宋永昌等[12]用狗脊(*Woodwardia japonica* (L. f.) Sm.)和里白(*Diplopterygium glaucum* (Thunb.) Nakai)全株浸提液对木荷(*Schima superb* Gardn. et Champ.)、石栎(*Lithocarpus glaber* (Thunb.) Nak.)、马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.)等树种的种子发芽进行试验,表明狗脊浸提液对木荷、石栎等种子发芽没有影响,而对马尾松种子发芽有明显抑制作用。贾鲜艳等[13-14]进行了紫花苜蓿(*Medicago sativa* Linn.)浸提液对受体牧草种子发芽的影响研究,结果表明紫花苜蓿根、茎、叶、土壤浸提液对无芒雀麦(*Bromus inermis* Leyss.)种子发芽有促进作用,而对蒙古冰草(*Agropyron mongolicum* Keng)、新麦草(*Psathyrostachys juncea* (Fisch.) Nevski)、红豆草(*Onobrychis viciaefolia* Scop.)、紫花苜蓿种子发芽有抑制作用。陈圆圆等[15]进行了大金发藓(*Polytrichum commune* Hedw.)和小蛇苔(*Conocephalum japonicum* (Thunb.) Grolle.)化学他感作用的生物测定研究,认为这 2 种苔藓植物的水提取液对绿豆(*Phaseolus radiates* Linn.)种子萌发有影响。此外,也有用浸提液对植物生长、细胞分裂方面的研究,如于洪娟等[16]进行了秸秆浸提液漂浮栽培对不结球白菜产量及相关品质特性的影响,时丽冉等[17]进行了火炬树叶浸提液对小麦根尖细胞的遗传毒性研究,靳月华等[18]组织培养在化学生态他感作用研究中的应用等。但是对伯乐树种子发芽率影响的研究文献很少。

1 研究方法

1.1 种子采集与处理

用于试验的伯乐树种子在2009年10月中下旬果实成熟期采集,结实树龄15年生以上。伯乐树果实为蒴果近球形,成熟时棕红色,采回后摊在通风处阴干,待果开裂后剥出种子,再将种子浸在水中洗去外种皮,阴干1～2天后沙藏,用于实验研究。本实验种源采自江西省的井冈山,共计30 kg。

1.2 浸提液制备

1.2.1 枯枝落叶收集 在井冈山分伯乐树林天然群落和罗浮栲林(*Castanopsis fabri* Hence)天然群落各取样收集。在天然伯乐树群落中设置30 m×30 m的样方1个,每个样方的四个角和中心分别取枯枝落叶500 g;另外选择3株位于主林层的伯乐树,分别在其树冠下取枯枝落叶500 g,共8个点,4 000 g;混合均匀。在天然罗浮栲林群落中设置30 m×30 m的样方1个,每个样方的四个角和中心分别取枯枝落叶500 g,混合均匀。伯乐树林天然群落地点在井冈山白银糊杉岗窝,西坡,半山腰,海拔约950 m,伯乐树平均树高13.5 m.,胸径32.1 cm ,冠幅7.0 m 。罗浮栲林天然群落地点在井冈山的游击洞,具体位置为西北坡,半山腰,海拔约950 m,罗浮栲平均树高16.2 m,胸径36.2 cm ,冠幅8.9 m 。

1.2.2 枯枝落叶浸提

(A)蒸馏水浸提:每个样地的枯枝落叶混合后一半用蒸馏水浸提5天,过滤得到浸提液,然后稀释成15%的水溶液用于浸种。设伯乐树天然群落枯枝落叶蒸馏水浸提液为浸提液Ⅰ;罗浮栲天然群落蒸馏水浸提液为浸提液Ⅱ。

(B)酒精浸提:伯乐树群落枯枝落叶的另一半用70%酒精浸提3天,过滤后稀释成1%的水溶液,即浸提液Ⅲ,用于种子浸种。罗浮栲群落枯枝落叶数量较少未做酒精浸提。

1.3 播种及发芽

1.3.1 室内播种发芽

1)群落枯枝落叶浸提液浸种处理

(A)种子处理分组:从沙藏保存的30 kg伯乐树种子中,于2010年4月2日随机抽取2 400粒正常种子,每600粒一组,共3组,将用于浸提液Ⅰ、浸提液Ⅱ和蒸馏水对照3组试验。

(B)浸种处理:分别用伯乐树天然群落枯枝落叶蒸馏水浸提液(浸提液Ⅰ)组、罗浮栲天然群落蒸馏水浸提液(浸提液Ⅱ)组浸种24 h;另外设置一组蒸馏水浸种对照。浸种温度为室内自然气温。用于室内不同浸提液对种子发芽的影响发芽试验。

2)IAA处理

设置IAA处理浓度为100 mg·L^{-1}、200 mg·L^{-1},配制时先用95%的乙醇溶解IAA后,再用蒸馏水定容[19]。两种IAA浓度浸种时间均设置为6 h,12 h和24 h,每个时间处理用600粒种子,浸种温度为室内自然气温。浸种后放至发芽箱内,发芽床采用3层湿润滤纸,滤纸下方放脱脂棉,设温度为25℃恒定,以一盏日光灯24 h不间断光照,并保持湿润每天观察一次,统计发芽率。

3)GA3(赤霉素3)处理:方法与IAA处理相同。

4)不同温度处理

试验在发芽箱内进行,温度分别设置为30 ℃、25 ℃、20 ℃恒温3个处理,一盏日光灯不间断光照。另从2009年10月中下旬在井冈山所采的伯乐树种子中抽取1 800粒,并分成3组,每组600粒,分别将用蒸馏水浸种处理24 h的种子放在洁净发芽盒内(每个温度处理600粒种子),浸种温度为室内自然气温。发芽床采用3层湿润滤纸,滤纸下方放脱脂棉,放入光照培养箱中光照培养。试验过程中保持滤纸湿润,以胚根突破种皮1 mm作为种子发芽的标准,记录种子发芽数。

1.3.2 大田播种发芽

为了掌握伯乐树大田发芽的情况,2010年4月10日在井冈山白银湖苗圃,从2009年10月中下旬在井冈山所采的30 kg伯乐树种子中抽取4 kg,并分成2组,每组2 kg,分别用伯乐树群落枯枝落叶蒸馏水浸提液(浸提液Ⅰ)、1%酒精浸提液(浸提液Ⅲ)浸种24 h,浸种温度为室内自然气温。然后按常规育苗的方法,将这2组浸种处理种子分别播到2块苗床上(同一块苗田,邻近苗床,条件一致),并按常规标准进行管理。播种地气温19.1 ℃,苗床土温22.6 ℃,海拔700 m。

2 结果与分析

2.1 室内试验分析

2.1.1 种子品质 根据GB/T 3543.3—1995(农作物种子检验规程—净度分析)[20],本次试验的伯乐树种子检验结果是:种子千粒质量为830～1 384 g,净度为98%,含水量52.2%,伯乐树种子是无胚乳

种子,子叶留土型幼苗。

2.1.2　不同浸提液对种子发芽的影响　以伯乐树天然群落枯枝落叶蒸馏水浸提液(浸提液Ⅰ)浸种处理和罗浮栲天然群落枯枝落叶蒸馏水浸提液(浸提液Ⅱ)浸种处理的伯乐树种子,浸种时间 24 h;然后放置在 25 ℃温度条件下比较发芽试验,每 600 粒一组,共 4 组,分别进行浸提液Ⅰ、浸提液Ⅱ、浸提液Ⅲ和蒸馏水对照试验;结果见表 1。

表 1　不同浸提液浸种发芽比较

浸种处理	发芽粒数	发芽率/%	腐烂率/%	未发芽粒数	备注
蒸馏水浸种	415	69.2	7.5	140	10～12 d 出现羽状复叶
浸提液Ⅱ	381	63.5	11.8	148	7～8 d 出现羽状复叶
浸提液Ⅰ	400	66.7	15.2	109	4～5 d 出现羽状复叶

从表 1 可以看出,不同浸提液浸种对伯乐树种子发芽的结果是:蒸馏水浸种发芽率 > 伯乐树群落枯枝落叶浸提液浸种发芽率 > 罗浮栲群落枯枝落叶浸提液浸种发芽率,但差异不大;蒸馏水处理的种子发芽率最高。但是,羽状复叶出现的时间蒸馏水浸种晚于群落浸提液浸种。

此外,另取 600 粒正常伯乐树种子,用伯乐树天然群落枯枝落叶蒸馏水浸提液浸种 24 h,然后放置在 25 ℃温度条件下发芽,得到伯乐树种子发芽率累积曲线图 1。由图 1 可知,伯乐树种子发芽表现出明显的时间节律,即:发芽开始后第 1 ～ 3 天为缓慢期,第 5 ～7 天为发芽迅速期,第 9 ～13 天为发芽高峰期。

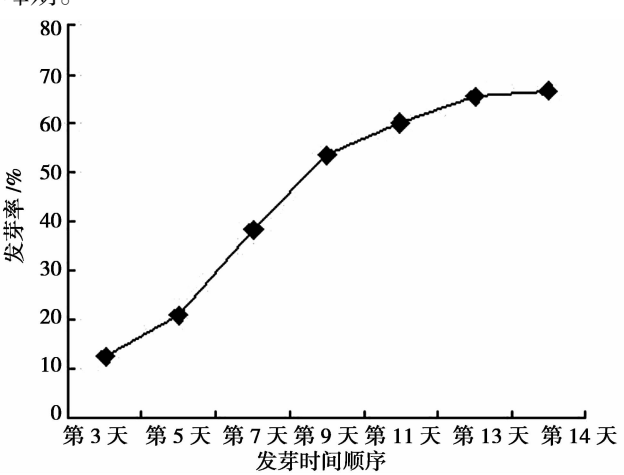

图 1　伯乐树种子发芽时间节律

2.1.3　不同激素处理对伯乐树种子发芽的影响　根据研究,生长调节剂处理可以促进植物种子的发芽[21],如 IAA(生长素)可以显著提高盾叶薯蓣(*Dioscorea zingiberensis* C. H. Wright)发芽率[22];GA3(赤霉素 3)可显著提高落葵(*Basella rubra* L.)[23-24]、银钟花(*Halesia macgregorii* Chun)的发芽率和茄子的萌发速度[25]。

本试验采用 IAA 浸种处理。IAA 处理浓度为 100 mg · L^{-1}、200 mg · L^{-1},浸种时间为 6 h,12 h 和 24 h,每个时间处理用 600 粒种子,浸种温度为室内自然气温。浸种后放至发芽箱内发芽。GA3 浸种处理的方法与 IAA 处理相同。每天进行观测,得表 2。

表 2　IAA、GA3 浸种的伯乐树种子发芽率和腐烂率

药剂	浓度/(mg · L^{-1})	浸种时间及发芽率/%			浸种时间和腐烂率/%		
		6 h	12 h	24 h	6 h	12 h	24 h
IAA	100	45.0	50.0	30.0	2.5	30	2.5
	200	32.5	30.0	20.0	7.5	0	5
GA3	100	62.5	52.5	72.5	2.5	5	7.5
	200	72.5	80.0	77.5	2.5	12.5	15

由表 2 可知,GA3 浸种的伯乐树种子发芽率 > IAA 浸种的发芽率;GA3 浸种的发芽率 > 蒸馏水浸种的发芽率(表 1);200 mg · L^{-1} GA3 浸种发芽率最高,对伯乐树种子发芽有明显的促进作用。

从浸种时间分析,200 mg · L^{-1}GA3 浸种 12 h 发芽率最高,达到 80.0%;因此 200 mg · L^{-1}GA3 浸种 12 h 可以明显提高伯乐树种子发芽率,具有重要的实践应用意义。此外,IAA 处理的种子腐烂率稍高于 GA3 浸种的种子。

2.1.4　不同温度处理对伯乐树种子发芽的影响　将蒸馏水浸种处理的种子放置在发芽箱发芽盒内,温度分别设置为 30℃、25℃、20℃恒温 3 个处理,一盏日光灯不间断光照。每个温度处理 600 粒种子,每个处理重复 4 次,浸种温度为室内自然气温。以胚根突破种皮 1 mm 作为种子发芽的计数标准,将每个处理 4 次重复的平均数列于表 3(表中腐烂率为当日观测统计的百分数,不累计;发芽率为累积百分数)。

表 3　不同温度对伯乐树种子发芽的影响

发芽天数/d	7	13	14	16	18	20	26	32
30℃平均发芽率/%	26.3	26.3	29.6	29.6	44.2	45.3	46.4	49.8
25℃平均发芽率/%	27.6	29.5	31.9	49.5	54.9	59.2	60.1	60.1
20℃平均发芽率/%	34.9	40.8	79.2	79.9	80.1	80.1	80.1	80.1
30℃平均腐烂率/%	0.0	5.2	0.0	11.9	0.0	0.0	16.5	27.2
25℃平均腐烂率/%	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	5.7	0.0	0.0
20℃平腐烂芽率/%	5.7	0.0	12.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

由表 3 可知,不同温度处理发芽率最高的比较

结果是:20 ℃平均发芽率(16～18 天)>25 ℃平均发芽率(20～26 天)>30 ℃平均发芽率(20～32 天),因此伯乐树发芽率最适宜温度是20 ℃,发芽高峰出现时间大约是16～26 天,但发芽可持续到第32 天。30 ℃平均腐烂率高于25 ℃和20 ℃平腐烂率。此外,在20 ℃条件下发芽第7 天、第14 天就出现了腐烂率较高的现象,而25℃条件下出现腐烂率较高的时间是第20 天,30 ℃的高腐烂率出现在第26 天、第32 天,显然随着温度的升高,高腐烂率出现的时间推迟。

2.2 大田播种发芽试验

为了掌握伯乐树大田发芽规律,用伯乐树群落蒸馏水浸提液(浸提液Ⅰ)、1%酒精浸提液(浸提液Ⅲ)各浸种2 kg,浸种温度为室内自然气温。然后按常规育苗的方法,将这2 种浸种处理的种子分别播到2 块苗床上(各20 m 长,苗床宽为1.5 m),并按常规标准进行管理,开始发芽后1～10 天内每隔5 天调查观测1 次;10～40 天内每隔10 天调查观测1 次。

大田播种种子较多,不适应定数、定粒、定位观测,而改为随机抽样观测调查。因此,苗床发芽率调查采用随机样方法取样。样方长为1 m,宽1.5 m(苗床自然宽)。具体方法是:将苗床长度的1 m、2 m、3 m …… 19 m 写在纸签上进行随机抽取;每次调查时随机抽取3 个样方,即每个样方的长度以抽到的数字为中心,两边各50 cm,然后围成长1 m 宽1.5 m 的样方,并对样方内的全部种子粒数和发芽粒数进行统计,结果见表4。

表4 2 种浸提液浸种的伯乐树种子大田发芽率

开始发芽后时间/d	浸提液Ⅰ发芽率/%	浸提液Ⅲ发芽率/%
1	5.1	7.3
5	25.5	37.5
10	49.0	58.9
20	63.4	70.4
30	40.1	63.1
40	5.0	5.0

根据测定,播种地气温19.1 ℃,苗床土温22.6 ℃,海拔700 m。表4 说明了如下特点:①发芽率最高的是1%酒精浸提液(浸提液Ⅲ)处理的种子,发芽率70.4%。②总体上大田试验的发芽率与室内试验发芽率(表1)基本接近,说明发芽试验的稳定性较好。③伯乐树群落蒸馏水浸提液(浸提液Ⅰ)浸种发芽高峰期在开始发芽后的第10～20 天,与图1 相近;大田播种土温在20～25 ℃之间,与表1 和表2 反映的规律相似。但是1%酒精浸提液浸种发芽高峰期在发芽开始后的第10～30 天,高峰持续时间较长。

3 结论与讨论

1)试验表明伯乐树种子千粒质量为830～1 384 g,含水量52.2%,种子为无胚乳种子,子叶留土型幼苗。

2)影响伯乐树发芽的主要因素。通过群落枯枝落叶浸提液浸种试验分析,不同浸提液浸种的伯乐树种子发芽率高低是:蒸馏水浸种发芽率>伯乐树群落枯枝落叶蒸馏水浸提液浸种发芽率>罗浮栲群落枯枝落叶蒸馏水浸提液浸种发芽率,但差异不大;蒸馏水处理的种子发芽率最高(69.2%)。由此可以看出,天然林中伯乐树苗木很少,可能是种子发芽受到枯枝落叶中一些化学物质的抑制作用,这一结论也从天然群落枯枝落叶浸提液浸种处理的种子腐烂率较高得到反映。进一步依据试验结果分析,枯枝落叶中起抑制作用的化学物质是以溶于水的化学物质为主,因为大田试验中酒精浸提液浸种的种子发芽率(70.4%)与室内蒸馏水浸种的发芽率(69.2%)接近。宋永昌等用石油醚和纯乙醚浸提狗脊和里白全株,结果认为这两种浸出液中含亲脂类的化学物质也很少[12]。

3)外源植物激素赤霉素对伯乐树种子发芽具有明显促进作用。试验表明以200 mg·L^{-1} GA3 浸种12 h 发芽率最高,达到80.0%,且GA3 浸种的伯乐树种子发芽率>蒸馏水浸种的发芽率>IAA 浸种的发芽率。一般土壤中植物外源激素如GA3 等是蚯蚓与微生物联合作用下的代谢产物,外源激素的含量与蚯蚓、微生物(尤其是肠道微生物)的类群以及土壤基质条件有密切联系[26],胡锋等[26]研究认为稻麦轮作的潮土中的赤霉素含量很低,加入蚯蚓后赤霉素含量才有较大提高,因此土壤中赤霉素含量较低可能影响伯乐树种子发芽。

4)林内地温低,对伯乐树种子发芽和生长有影响。室内控温发芽试验表明:伯乐树发芽率最适宜温度是20～25℃。种子发芽表现出明显的时间节律,即:发芽开始后第1～7 天为缓慢期,第7～10 天为发芽迅速期,第10～26 天为发芽高峰期;发芽可持续到第32 天。森林内地温较低,不利于伯乐树种子发芽。由此可见,天然林下达到伯乐树种子发

芽的地温需要推迟到 6 月下旬至 7 月,这样即使种子发了芽,发芽后的苗木生长期缩短,导致苗木瘦弱,死亡率较高;其次,4—7 月我国亚热带林区多为雨季,林下种子容易霉烂,这是林下伯乐树幼苗极少、难以形成群落的重要原因之一;另外,森林中地温的空间变化很大,适合伯乐树种子发芽点的空间分布很不均匀,使伯乐树在天然林中呈零星分布。简而言之,天然林内枯枝落叶中一些抑制性化学物质、土壤中赤霉素含量低和林内地温较低是林下伯乐树幼苗很少、难以形成群落的重要原因,也是伯乐树在自然条件下呈零星状分布的重要原因。

5)人工播种发芽率较高,是扩大伯乐树种群的重要途径之一。大田试验的发芽率与室内试验发芽率基本接近,酒精浸提液处理的种子和室内蒸馏水浸种的种子发芽率都很相近,说明伯乐树种子用水浸种播种就能获得较高的发芽率(69.2%),生产实践中常用自然水浸种播种发芽率确实较高(65%以上),因此人工播种繁殖比天然林中自然繁殖更容易,主要原因是:①人工播种的苗田光照条件好,地温较高,有利于种子发芽;同时能保证在 5 月份前发芽出苗,延长苗木生长期,提高苗木质量。②苗田土壤肥沃、疏松,蚯蚓、微生物活动增强,有利于提高土壤中赤霉素的含量,促进种子发芽。③植物和土壤中的次生代谢物质、微生物等形成了复杂的相互影响关系,苗田土壤中蚯蚓、微生物活动的增强,可能在一定程度上降解了土壤中相关的抑制发芽的化学物质,从而表现出用水浸种和用枯枝落叶浸提液浸种发芽率没有明显差异。这些特点是天然林难以具备的。

6)伯乐树羽状复叶出现的时间蒸馏水浸种晚于群落浸提液浸种。这是群落浸提液所含矿质元素等营养物质较丰富,有利于发芽后苗木成长,因此在实践中用自然水(相对含有丰富的矿物质等营养物质)浸种可以促进伯乐树幼苗成长。此外,伯乐树种子发芽表现出明显的时间节律,发芽第 5 ～ 7 天适当补充低浓度营养液将促进种子大量萌发。

参考文献:

[1] 中国科学院植物研究所. 中国珍稀濒危植物[M]. 上海:上海教育出版社,1989

[2] 郑万钧. 中国树木志(第四卷)[M]. 北京:中国林业出版社, 2004

[3] 曾懋修,童宗伦. 伯乐树树干的解剖学研究[J]. 西南农业大学学报,1984(1): 26 – 32

[4] 吕　静,胡玉熹. 伯乐树茎次生木质部结构的研究[J]. 植物学报:英文版,1994, 36(6):76 – 85

[5] 刘燕国. 种子萌发过程中水分与温度的作用[J]. 农机化研究, 2005(3):33 – 37

[6] 尹华军,刘　庆. 种子休眠与萌发的分子生物学的研究进展[J]. 植物学通报,2004,21(2):156 – 163

[7] 王　娟,刘仁林,廖为明. 伯乐树生长发育节律与物候特征研究[J]. 江西科学,2008, 26(4):552 – 634

[8] 姜　凌,白书农. 植物科学进展(第四卷)[M]. 北京:高等教育出版社,2001

[9] Rice E L. Allelopathy.[M]. 2nd edi. Academic Press Inc, 1984

[10] Kershaw K A. Association and covariance analysis of plant communities[J]. J Ecol, 1961,49:634 – 654

[11] Cruz Ortega R. Effects of allelopathic compounds of corn pollen on respiration and cell division of water melon[J]. J Chem Ecol, 1988, 14(1): 71 – 86

[12] 宋永昌,王祥荣. 浙江天童国家森林公园的植被和区系[M]. 上海:上海科学技术文献出版社,1995

[13] 贾鲜艳,张晓峰,海　棠,等. 紫花苜蓿浸提液对受体牧草种子发芽的影响[J]. 中国草地学报, 2011,33(6):107 – 112

[14] 柏明娥,洪利兴,姚　嫔,等. 紫花苜蓿浸提液对美丽胡枝子等 3 种灌木的他感作用研究[J]. 山东林业科技,2009,182(3): 1 – 4

[15] 陈圆圆,郭水良,娄玉霞,等. 大金发藓和小蛇苔化学他感作用的生物测定[J]. 植物研究, 2009, 29 (1) : 108 – 112

[16] 于洪娟,侯喜林,季俊杰,等. 秸秆浸提液漂浮栽培对不结球白菜产量及相关品质特性的影响[J]. 植物资源与环境学报, 2011,20(4): 83 – 87

[17] 时丽冉,白丽荣,李会芬. 火炬树叶浸提液对小麦根尖细胞的遗传毒性[J]. 麦类作物学报, 2012, 32(1):127 – 130

[18] 靳月华,尹忠馥,姚　缓. 组织培养在化学生态他感作用研究中的应用[J]. 生态学杂志, 1986, 5(5):61 – 63

[19] 中国科学院上海植物生理研究所. 现代植物生理学试验指南[M]. 北京:科学出版社,1999

[20] 国家标准委员会. GB/T3543 中华人民共和国国家标准-农作物种子检验规程[M]. 北京:中国标准出版社,1995

[21] 胡　晋. 种子生物学[M]. 北京:高等教育出版社,2006

[22] 彭凤梅, 董文汉,寸湘琴,等. 温度和药剂处理对盾叶薯蓣实生种子萌发的影响[J]. 种子, 2002(1):28 – 29

[23] 司亚平,何伟明,陈殿奎. 赤霉素对茄子种子活力的影响[J]. 中国蔬菜,1996(2):22 – 23,27

[24] 王广印. 落葵种子的发芽特性[J]. 中国蔬菜, 1997(5):13 – 16

[25] 史晓华,徐本美,黎念林,等. 银钟花种子休眠和萌发的初步研究[J]. 种子,2002(4):7 – 9

[26] 胡　锋,韩明辉,李辉信,等. 蚯蚓对基质中赤霉素含量的影响[J]. 中国科技论文在线,2012-03-11, http://www. paper. edu. cn