

不同预处理方法对牛皮杜鹃和小叶杜鹃种子萌发的影响

苏家乐, 李畅^①, 陈璐, 刘晓青, 陈尚平, 何丽斯

(江苏省农业科学院园艺研究所, 江苏 南京 210014)

摘要: 采用3种方法(用100、200、400、600和800 mg·L⁻¹GA₃浸种24 h、用清水浸种6、12和24 h以及用超声波处理10、20和30 min)对牛皮杜鹃(*Rhododendron aureum* Georgi)和小叶杜鹃(*R. parvifolium* Admas.)种子进行预处理,以未经预处理的种子为对照,选择发芽率、发芽势和发芽指数以及萌发时滞、萌发高峰期、发芽持续时间为分析指标,对预处理后种子的萌发状况进行了比较分析。结果表明:采用适宜的预处理方法对牛皮杜鹃和小叶杜鹃种子的萌发有促进作用;总体上看,GA₃浸种的促进作用优于另外2种预处理方法。用不同质量浓度GA₃浸种24 h,2种植物种子的发芽率、发芽势和发芽指数均极显著高于对照,萌发时滞和萌发高峰期均较对照缩短;其中,用400 mg·L⁻¹GA₃浸种的牛皮杜鹃种子和用600 mg·L⁻¹GA₃浸种的小叶杜鹃种子的发芽率最高,分别达到73.50%和81.00%。用清水浸种6 h的牛皮杜鹃种子和用清水浸种24 h的小叶杜鹃种子的发芽率分别显著和极显著高于对照。用功率50 W、频率40 kHz的超声波分别处理10或20 min后,2种植物种子的发芽率均极显著高于对照,其中,用超声波处理20 min的牛皮杜鹃种子和用超声波处理10 min的小叶杜鹃种子的发芽率最高。清水浸种和超声波处理对2种植物种子的萌发时滞、萌发高峰期和发芽持续时间的影响均不明显。研究结果显示:用400 mg·L⁻¹GA₃浸泡24 h和用600 mg·L⁻¹GA₃浸泡24 h分别是牛皮杜鹃和小叶杜鹃种子的最优预处理方法,可极显著提高2种植物种子的发芽率并缩短发芽时间。

关键词: 牛皮杜鹃; 小叶杜鹃; 种子; 预处理; 发芽率

中图分类号: S604+.1; S685.21 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2011)04-0064-06

Effects of different pretreatment methods on seed germination of *Rhododendron aureum* and *R. parvifolium* SU Jia-le, LI Chang^①, CHEN Lu, LIU Xiao-qing, CHEN Shang-ping, HE Li-si (Institute of Horticulture, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2011, 20(4): 64-69

Abstract: Seeds of *Rhododendron aureum* Georgi and *R. parvifolium* Admas. were pretreated by three methods including 100, 200, 400, 600 and 800 mg·L⁻¹ GA₃ soaking for 24 h, water soaking for 6, 12 and 24 h, ultrasonic wave treating for 10, 20 and 30 min. And taking seeds without pretreatment as the control, seed germination status of two species were comparatively analyzed by means of six analysis indexes including germination rate, germination energy, germination index and delay time, peak period and lasting time of germination. The results show that suitable pretreatment methods have an effective promotion role in seed germination of two species. Generally, the promotion role of GA₃ soaking is better than that of the other methods. Germination rate, germination energy and germination index of two species seeds soaked with different concentrations of GA₃ for 24 h are all extremely significant higher and delay time and peak period of germination are shorter than those of the control. In which, germination rates of *R. aureum* seeds soaked with 400 mg·L⁻¹ GA₃ and *R. parvifolium* seeds soaked with 600 mg·L⁻¹ GA₃ are the highest with percentage of 73.50% and 81.00%, respectively. Germination rates of *R. aureum* seeds soaked for 6 h with water and *R. parvifolium* seeds soaked for 24 h with water

收稿日期: 2011-07-05

基金项目: 江苏省农业科技自主创新项目[CX(09)607; CX(10)112]; 江苏省科技支撑计划项目(BE2009321)

作者简介: 苏家乐(1965—),男,江苏江都人,硕士,研究员,主要从事花卉遗传育种与高效栽培的研究。

^①通信作者 E-mail: lichang529@yahoo.com.cn

are significantly and extremely significantly higher than those of the control, respectively. After treated for 10 or 20 min with ultrasonic wave (50 W, 40 kHz), germination rate of two species seeds is obviously significantly higher than that of the control, in which, that of *R. aureum* treated for 20 min and that of *R. parvifolium* treated for 10 min are the highest. But effects of water soaking and ultrasonic wave treatment on delay time, peak period and lasting time of germination are not obvious. It is suggested that the best pretreatment method to *R. aureum* and *R. parvifolium* seeds is soaked for 24 h with $400 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{GA}_3$ and with $600 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{GA}_3$, respectively, which can extremely significantly improve germination rate and shorten germination time.

Key words: *Rhododendron aureum* Georgi; *R. parvifolium* Admas.; seed; pretreatment; germination rate

杜鹃花科 (Ericaceae) 杜鹃花属 (*Rhododendron* L.) 植物, 泛称杜鹃花, 以种类繁多、花色艳丽闻名于世, 是世界三大高山花卉之一^[1-2]。中国杜鹃花野生资源极其丰富, 占全世界种类总数的 59%, 绝大多数分布在长江以南地区^[2-3], 而东北地区仅分布有极少的高山杜鹃种类, 其中, 常绿小灌木牛皮杜鹃 (*R. aureum* Georgi) 和小叶杜鹃 (*R. parvifolium* Admas.) 均具较高的观赏价值和药用价值, 为珍稀的高山常绿花卉^[4-6]。目前, 牛皮杜鹃处于渐危状态, 为国家三级保护植物; 小叶杜鹃也为濒危种, 为吉林省一类重点保护植物, 这 2 个种类的分布范围狭窄, 资源量较少^[6-7]。因此, 在保护现有野生资源的基础上, 如何引种驯化、繁育栽培及扩大野外种群成为保护和发展这 2 个种类面临的首要问题。

杜鹃花属种类的果实均为蒴果, 种子量大, 种子繁殖是野生条件下该属种类最主要的繁殖方式; 通过种子萌发获得幼苗并开始驯化, 使之适应当地气候, 是目前公认的有效引种驯化手段^[8-9]。相关研究表明^[10-13]: 杜鹃花种子细小且发芽率普遍不高; 不同种类的萌发状况有所不同; 采用赤霉素 (GA_3) 浸种等方法可提高一些种类种子发芽率。

为提高牛皮杜鹃和小叶杜鹃种子的发芽率、完善其种子繁殖技术, 为这 2 个种类的引种驯化以及种群生态恢复提供技术参考, 作者比较了质量浓度 100 ~ 800 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{GA}_3$ 浸种、清水浸种 6 ~ 36 h 和超声波处理 10 ~ 30 min 等方法对牛皮杜鹃和小叶杜鹃种子萌发状况的影响, 以期筛选出适宜的种子预处理方法。

1 材料和方法

1.1 材料

供试的牛皮杜鹃和小叶杜鹃种子均采自生长于吉林长白山国家级自然保护区的野生植株, 由长白山

科学院植物研究组鉴定并提供; 均为经过精选的籽粒饱满、贮藏 6 个月的自然结实种子, 于室温下干燥器内保存、备用。

1.2 方法

1.2.1 种子预处理方法 共设置 3 种预处理方法: 分别用质量浓度 100、200、400、600 和 800 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 GA_3 溶液于室温下浸种 24 h; 用清水 (去离子水) 于室温下分别浸种 6、12、24 和 36 h; 用功率 50 W、频率 40 kHz 的超声波分别处理 10、20 和 30 min。对照组种子则不进行任何预处理。每处理 4 次重复, 每重复 100 粒种子。

1.2.2 种子萌发指标测定 采用培养皿滤纸法^[14]进行种子萌发实验。将经过上述预处理的种子用质量体积分数 0.3% KMnO_4 溶液浸种消毒 15 min, 去离子水充分洗净并吸干水分后均匀排布于垫有湿润滤纸的培养皿 (直径 9 cm) 中, 置于光照培养箱中萌发, 并定期喷水保持种子湿润。培养条件为温度 25 $^{\circ}\text{C}$ 、光照度 4 000 lx、光照时间 12 h \cdot d⁻¹。参照《1996 国际种子检验规程》的鉴定标准^[15]统计发芽情况, 以连续 5 d 无种子萌发视为萌发结束; 每隔 24 h 观察记录种子发芽数。

选择以下指标对种子的发芽状况进行分析: 1) 萌发时滞, 即发芽启动时间, 指从发芽实验开始至第 1 粒种子开始萌发所需时间 (天数); 2) 萌发高峰期, 即从实验开始至日发芽种子数达到最大时所需的天数; 3) 发芽持续时间, 即从种子开始萌发到最后 1 粒种子萌发的总天数; 4) 发芽率 = (发芽种子总数 / 每处理供试种子总数) \times 100%; 5) 发芽势 = (日发芽种子数达到最大时的发芽种子总数 / 每处理供试种子总数) \times 100%; 6) 发芽指数 = $\sum (G_t / D_t)$, 其中, G_t 为 t 日内的发芽数, D_t 为相应的发芽天数。

1.3 数据统计

采用 Excel 2003 软件和 DPS 7.05 软件进行数据

分析,采用最小显著差数法(LSD)进行方差分析。

2 结果和分析

2.1 不同质量浓度 GA₃ 浸种对牛皮杜鹃和小叶杜鹃种子萌发的影响

经不同质量浓度 GA₃ 浸种处理后牛皮杜鹃和小叶杜鹃种子的萌发状况见表1。由表1可见:用质量浓度 100~800 mg·L⁻¹ GA₃ 溶液浸种 24 h,能明显促进牛皮杜鹃和小叶杜鹃种子的萌发;种子的萌发时滞和萌发高峰期均有所缩短,发芽率、发芽势和发芽指数均极显著高于对照($P<0.01$)。在质量浓度 100~800 mg·L⁻¹ 范围内,随 GA₃ 质量浓度的提高,牛皮杜鹃和小叶杜鹃种子的发芽率、发芽势和发芽指数均呈

先升后降的趋势,但2个种类最适宜的 GA₃ 质量浓度略有差异。

用质量浓度 400 mg·L⁻¹ GA₃ 浸泡处理 24 h,牛皮杜鹃种子的发芽率(73.50%)和发芽势(49.00%)均为最高,发芽指数(33.88)也较高,分别为对照的 4.03、5.16 和 4.40 倍;发芽率和发芽势 2 个指标均极显著高于其他处理组($P<0.01$);萌发时滞、萌发高峰期和发芽持续时间均较对照缩短了 2 d。

用质量浓度 600 mg·L⁻¹ GA₃ 浸泡处理 24 h,小叶杜鹃种子的发芽率(81.00%)、发芽势(67.50%)和发芽指数(36.69)最高,分别为对照的 5.31、7.50 和 6.14 倍,且发芽率和发芽势 2 个指标均极显著高于其他处理组($P<0.01$);萌发时滞和萌发高峰期均较对照缩短了 1 d,发芽持续时间较对照缩短了 2 d。

表1 不同质量浓度 GA₃ 浸种对牛皮杜鹃和小叶杜鹃种子萌发的影响($\bar{X}\pm SD$)¹⁾

Table 1 Effect of GA₃ soaking with different concentrations on seed germination of *Rhododendron aureum* Georgi and *R. parvifolium* Admas. ($\bar{X}\pm SD$)¹⁾

GA ₃ 质量浓度/mg·L ⁻¹ Conc. of GA ₃	发芽率/% Germination rate	发芽势/% Germination energy	萌发时滞/d Germination delay time	萌发高峰期/d Germination peak period	发芽持续时间/d Germination lasting time	发芽指数 Germination index
牛皮杜鹃 <i>R. aureum</i>						
0(CK)	18.25±1.26eE	9.50±1.00eE	9	10	11	7.69±1.64eD
100	47.25±1.25dD	33.75±1.25dD	8	9	11	22.47±1.87dC
200	63.00±1.41bB	44.50±2.38bB	7	9	10	35.29±1.93aA
400	73.50±1.29aA	49.00±1.83aA	7	8	9	33.88±0.97abA
600	64.75±1.26bB	40.00±0.82cC	8	9	10	31.74±2.93bAB
800	54.25±1.71cC	39.25±1.25cC	8	9	11	27.74±2.72cB
小叶杜鹃 <i>R. parvifolium</i>						
0(CK)	15.25±0.96eE	9.00±1.41eE	8	9	8	5.98±0.43dE
100	38.00±1.83dD	25.75±3.03dD	7	8	8	18.02±1.36cD
200	59.75±1.71cC	47.50±1.29cC	6	8	9	28.49±2.33bC
400	74.50±1.29bB	58.25±1.89bB	6	8	8	34.62±3.15aAB
600	81.00±0.82aA	67.50±1.29aA	7	8	6	36.69±3.09aA
800	76.00±0.82bB	49.50±2.65cC	7	8	7	29.48±4.49bBC

¹⁾ 同列中不同的小写字母和大写字母分别表示在 0.05 和 0.01 水平上差异显著 Different small letters and capitals in the same column indicate the significant differences at 0.05 and 0.01 levels, respectively.

2.2 清水浸种不同时间对牛皮杜鹃和小叶杜鹃种子萌发的影响

用清水浸种不同时间后牛皮杜鹃和小叶杜鹃种子的萌发状况见表2。由表2可以看出:用清水浸种 6 h,对牛皮杜鹃和小叶杜鹃种子的萌发时滞、萌发高峰期和发芽持续时间没有影响。用清水浸种 12 h,牛皮杜鹃种子提前 1 d 萌发,但萌发高峰期和发芽持续时间均与对照没有差异;小叶杜鹃种子的萌发时滞、萌发高峰期和发芽持续时间均与对照没有差异。用

清水浸种 24 h,牛皮杜鹃种子提前 1 d 萌发,发芽持续时间缩短 1 d,但其萌发高峰期没有发生改变;小叶杜鹃种子则提前 1 d 萌发,但萌发高峰期和发芽持续时间均未发生改变。

用清水浸种不同时间对牛皮杜鹃和小叶杜鹃种子的发芽率、发芽势和发芽指数均有一定的影响。用清水浸种 6 h,牛皮杜鹃种子的发芽率、发芽势和发芽指数均最高,且均高于对照,但仅发芽率与对照差异显著($P<0.05$),发芽势和发芽指数与对照差异不显

著;用清水浸种 12 和 24 h,牛皮杜鹃种子的发芽率、发芽势和发芽指数均低于或显著低于对照。用清水浸种 6 和 12 h,小叶杜鹃种子的发芽势及发芽指数均低于对照,而发芽率则低于或略高于对照但差异不显著;用清水浸种 24 h,小叶杜鹃种子的发芽率和发芽指数均高于对照及其他处理组,而发芽势则最低。

2.3 超声波处理不同时间对牛皮杜鹃和小叶杜鹃种子萌发的影响

用超声波处理不同时间后牛皮杜鹃和小叶杜鹃种子的萌发状况见表 3。由表 3 可见:使用超声波(功率 50 W,频率 40 kHz)处理 10 min,牛皮杜鹃种子的发芽率、发芽势和发芽指数均极显著高于对照($P < 0.01$),且发芽势最高,分别为对照的 1.22、1.29 和

1.36 倍;萌发时滞、萌发高峰期和发芽持续时间均与对照相同。超声波处理 20 min,牛皮杜鹃的发芽率和发芽指数均最高且与对照差异极显著($P < 0.01$),分别为对照的 1.33 和 1.47 倍,而发芽势则略低于对照但差异不显著;萌发时滞、萌发高峰期和发芽持续时间均与对照相同。超声波处理 30 min,牛皮杜鹃种子的发芽率和发芽指数均略高于对照但差异不显著,而发芽势则显著低于对照及其他处理组;萌发时滞则较对照及其他处理组延长 1 d,而萌发高峰期和发芽持续时间均与对照相同。

用超声波(功率 50 W,频率 40 kHz)处理 10 min,小叶杜鹃种子的发芽率和发芽指数均极显著高于对照及其他处理组($P < 0.01$),分别为对照的 1.54 和

表 2 清水浸种不同时间对牛皮杜鹃和小叶杜鹃种子萌发的影响($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

Table 2 Effect of water soaking for different times on seed germination of *Rhododendron aureum* Georgi and *R. parvifolium* Admas. ($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

浸种时间/h Soaking time	发芽率/% Germination rate	发芽势/% Germination energy	萌发时滞/d Germination delay time	萌发高峰期/d Germination peak period	发芽持续时间/d Germination lasting time	发芽指数 Germination index
牛皮杜鹃 <i>R. aureum</i>						
0(CK)	18.25±1.26bAB	9.50±1.00aAB	9	10	11	7.69±1.64abA
6	19.50±1.29aA	10.00±0.82aA	9	10	11	8.03±1.09aA
12	16.50±0.58cB	7.75±0.96bB	8	10	11	6.41±0.58bAB
24	13.00±0.82dC	7.75±0.96bB	8	10	10	4.53±0.32cB
小叶杜鹃 <i>R. parvifolium</i>						
0(CK)	15.25±0.96bB	9.00±1.41aA	8	9	8	5.98±0.43aAB
6	14.25±0.96bB	7.50±0.58abAB	8	9	8	4.71±0.88bB
12	15.50±0.58bAB	8.75±0.50aA	8	9	8	5.97±0.58aAB
24	17.50±1.29aA	6.50±1.29bB	7	9	8	6.55±0.38aA

¹⁾ 同列中不同的小写字母和大写字母分别表示在 0.05 和 0.01 水平上差异显著 Different small letters and capitals in the same column indicate the significant differences at 0.05 and 0.01 levels, respectively.

表 3 超声波处理不同时间对牛皮杜鹃和小叶杜鹃种子萌发的影响($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

Table 3 Effect of ultrasonic wave treating for different times on seed germination of *Rhododendron aureum* Georgi and *R. parvifolium* Admas. ($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

处理时间/min Treatment time	发芽率/% Germination rate	发芽势/% Germination energy	萌发时滞/d Germination delay time	萌发高峰期/d Germination peak period	发芽持续时间/d Germination lasting time	发芽指数 Germination index
牛皮杜鹃 <i>R. aureum</i>						
0(CK)	18.25±1.26cB	9.50±1.00bB	9	10	11	7.69±1.64bB
10	22.25±1.71bA	12.25±1.26aA	9	10	11	10.48±1.56aA
20	24.25±0.96aA	9.00±0.82bB	9	10	11	11.32±1.21aA
30	18.75±1.89cB	6.25±1.26cC	10	10	11	8.37±0.72bB
小叶杜鹃 <i>R. parvifolium</i>						
0(CK)	15.25±0.96cC	9.00±1.41aA	8	9	8	5.98±0.43cC
10	23.50±1.29aA	9.50±0.58aA	8	9	8	11.40±1.56aA
20	21.00±0.82bB	8.75±0.50aA	8	9	8	9.32±1.11bB
30	14.25±0.96cC	5.50±1.29bB	10	9	8	5.24±0.60cC

¹⁾ 同列中不同的小写字母和大写字母分别表示在 0.05 和 0.01 水平上差异显著 Different small letters and capitals in the same column indicate the significant differences at 0.05 and 0.01 levels, respectively.

1.91倍,发芽势则略高于对照但差异不显著;萌发时滞、萌发高峰期和发芽持续时间均与对照相同。超声波处理20 min,小叶杜鹃种子的发芽率和发芽指数也均极显著高于对照($P<0.01$),分别为对照的1.38和1.56倍,而发芽势则略低于对照但差异不显著;萌发时滞、萌发高峰期和发芽持续时间均无变化。超声波处理30 min,小叶杜鹃种子的发芽率和发芽指数均略低于对照但差异不显著,而发芽势则极显著低于对照及其他处理组($P<0.01$);萌发时滞则较对照及其他处理组延长1 d,而萌发高峰期和发芽持续时间均与对照相同。

上述分析结果表明:超声波处理10~30 min对牛皮杜鹃和小叶杜鹃种子萌发高峰期和发芽持续时间均没有影响,而对发芽率、发芽势和发芽指数均有一定影响;较之牛皮杜鹃,超声波处理时间的长短对小叶杜鹃种子萌发状况的影响更明显。

3 讨论和结论

不同植物种类种子萌发所需条件存在种间差异,在播种育苗之前,需先进行发芽实验以便摸索出最适宜的发芽预处理条件和方法^[10,14]。牛皮杜鹃和小叶杜鹃种子萌发率极低,常温贮藏6个月的种子发芽率仅分别为18.25%和15.25%,且种子发芽的一致度很低(发芽势分别为9.50%和9.00%),种子发芽率低也可能是牛皮杜鹃和小叶杜鹃濒危的重要原因之一。因此,如何提高种子发芽率,是这2个种类有性繁殖面临的首要问题。对杜鹃属不同种类种子可采用 GA_3 、热水、清水和浓硫酸等方法进行预处理,有效的预处理方法可提高种子的发芽率和发芽势,但不同种类适宜的预处理条件有所不同^[11-13,16-19]。

GA_3 可诱导种子淀粉酶等水解酶的合成,提高种子水解酶的活性,催化种子内贮藏物质的分解,以提供胚生长发育所需的营养,因此, GA_3 浸种能促进种子的萌发^[20]。采用质量浓度100~800 $mg \cdot L^{-1}$ GA_3 浸种24 h,均能极显著提高2种杜鹃种子的发芽率、发芽势和发芽指数,且用质量浓度400 $mg \cdot L^{-1}$ GA_3 浸泡处理的牛皮杜鹃种子和用质量浓度600 $mg \cdot L^{-1}$ GA_3 浸泡处理的小叶杜鹃种子的发芽率均为最高;但 GA_3 质量浓度超过一定范围后(对牛皮杜鹃种子为600 $mg \cdot L^{-1}$,对小叶杜鹃种子为800 $mg \cdot L^{-1}$),相关的发芽指标会降低。可见,用适宜浓度的 GA_3 浸种可

显著提高牛皮杜鹃和小叶杜鹃种子的发芽率和发芽势。高贵龙等^[11]对九龙山杜鹃(*R. jiulongshanense* Xiang Chen et Jiayong Huang)和桃叶杜鹃(*R. annae* Franch.)以及黄承玲等^[12]对大白杜鹃(*R. decorum* Franch.)的相关研究也得出相似的结果。

浸种是加速种子吸水、促进种子萌发的重要措施之一^[17]。适宜的浸种时间可以提高马缨杜鹃(*R. delavayi* Franch.)、露珠杜鹃(*R. irroratum* Franch.)和迷人杜鹃(*R. agastum* Balf. f. et W. W. Smith)等种类的种子发芽率^[13,18]。用清水浸种6 h的牛皮杜鹃种子和用清水浸种24 h的小叶杜鹃种子发芽率均极显著高于对照,但发芽势和发芽指数均与对照差别不大,其原因一方面为这2种植物的种皮吸水性良好,不存在硬实现象,在极短时间内即可吸水膨胀达到饱和;另一方面为这2种植物的种子细小、吸水量不大,催芽过程中的湿润条件即可满足其对水分的需求。相比较而言,小叶杜鹃种子对清水浸泡的耐性强于牛皮杜鹃种子,浸种12 h以上的牛皮杜鹃种子的发芽率、发芽势和发芽指数均明显降低,这可能与种皮本身的吸水性以及这2种植物本身的特性(牛皮杜鹃耐旱,小叶杜鹃耐湿)有关。

超声波的生物学效应十分复杂。播种前采用超声波对植物种子进行处理,可促进种子发芽^[14,21]。用50 W、40 kHz的超声波处理10~20 min可极显著提高牛皮杜鹃和小叶杜鹃种子的发芽率和发芽指数。其原因可能与超声波处理可增加细胞膜透性、提高细胞内的酶活性(即细胞新陈代谢速率)有关^[14]。 GA_3 浸种和超声波处理均可提高牛皮杜鹃和小叶杜鹃种子的发芽率和发芽势,说明种子内或种皮上可能存在抑制物,与“杜鹃花科植物种子休眠的原因是种皮障碍^[22]”的观点相吻合。

综合分析结果表明:用不同质量浓度 GA_3 进行预处理对牛皮杜鹃和小叶杜鹃种子发芽的促进作用高于清水浸种和超声波处理。用质量浓度400 $mg \cdot L^{-1}$ GA_3 浸泡处理24 h、用清水浸种6 h及用功率50 W、频率40 kHz超声波处理20 min均可提高牛皮杜鹃种子发芽率,其中用质量浓度400 $mg \cdot L^{-1}$ GA_3 浸泡处理24 h的作用最佳;用质量浓度600 $mg \cdot L^{-1}$ GA_3 浸泡处理24 h、用清水浸种24 h及用功率50 W、频率40 kHz超声波处理10 min均可提高小叶杜鹃种子发芽率,其中用质量浓度600 $mg \cdot L^{-1}$ GA_3 浸泡处理24 h的作用最佳。

参考文献:

- [1] 黄茂如. 杜鹃花[M]. 上海:上海科学技术出版社,1999:15-25.
- [2] 张长芹. 杜鹃花[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2003:1-8.
- [3] 闵天禄,方瑞征. 杜鹃属(*Rhododendron* L.)的地理分布及其起源问题的探讨[J]. 云南植物研究,1979,1(2):17-28.
- [4] 祝廷成,严仲铠,周守标. 中国长白山植物[M]. 北京:北京科学技术出版社,2003:495-496.
- [5] 张淑梅,王兴国,郑成淑,等. 长白山杜鹃花科植物资源的园林应用[J]. 中国野生植物资源,2001,20(2):34.
- [6] 周 繇. 长白山区杜鹃花科稀有濒危植物的区系特点和保护评价[J]. 湖北大学学报:自然科学版,2006,28(4):393-396.
- [7] 顾地周,张 琪,朱俊义. 小叶杜鹃的离体快繁体系建立及种质试管的保存[J]. 东北林业大学学报,2009,37(10):26-28.
- [8] 张乐华,刘向平,王凯红,等. 不同因子对常绿杜鹃亚属种子萌发及成苗的影响[J]. 武汉植物研究,2007,25(2):178-184.
- [9] 张长芹,冯宝钧,赵革英,等. 杜鹃花的种子繁殖[J]. 云南植物研究,1992,14(1):87-91.
- [10] 耿兴敏. 杜鹃花属植物种子育苗研究进展[J]. 中国野生植物资源,2010,29(2):8-11.
- [11] 高贵龙,龙秀琴,胡小京,等. 赤霉素对两种高山杜鹃种子发芽的影响[J]. 种子,2010,29(5):22-25.
- [12] 黄承玲,周洪英,陈 训,等. GA₃浸种对大白杜鹃种子萌发的影响[J]. 植物生理学通讯,2010,46(8):793-796.
- [13] 程雪梅,何承忠,周 敏,等. 不同浸种方式对马缨杜鹃种子发芽率的影响[J]. 北方园艺,2008(10):106-109.
- [14] 房海灵,李维林,梁呈元. 不同前处理条件对薄荷种子萌发的影响[J]. 植物资源与环境学报,2009,18(4):53-57.
- [15] 国际种子检验协会 ISTA. 1996 国际种子检验规程[M]. 农业部全国农作物种子质量监督检测中心,浙江大学种子科学中心,译. 北京:中国农业出版社,1999:98.
- [16] 张乐华,刘向平,王凯红,等. 杜鹃属植物种子育苗研究[J]. 园艺学报,2006,33(6):1361-1364.
- [17] 李长慧,孙海群,杨元武,等. 陇蜀杜鹃种子发芽率的研究[J]. 青海大学学报:自然科学版,1998,16(3):15-17.
- [18] 王光荀,刘 晶,冯 元. 硫酸和盐酸对杜鹃花种子发芽特性的影响[J]. 贵州林业科技,2009,37(4):30-33.
- [19] 杨元武,孙海群,张志和. 黄毛杜鹃种子发芽率的研究[J]. 青海大学学报:自然科学版,1997,15(4):17-20.
- [20] 王 忠. 植物生理学[M]. 北京:中国农业出版社,2000:275-279.
- [21] 李 刚,王乃亮,罗娘娇,等. 超声波处理对当归种子萌发及活力的影响[J]. 西北师范大学学报:自然科学版,2007,43(3):75-77.
- [22] Khan A A. 种子休眠和萌发的生理生化[M]. 王沙生,译. 北京:农业出版社,1989:217.

(责任编辑:张明霞)

新书推荐:《东亚高等植物分类学文献概览》

《东亚高等植物分类学文献概览》(The Outline of Taxonomic Literature of Eastern Asian Higher Plants),马金双著,高等教育出版社出版发行,ISBN 978-7-04-032948-3,开本 787×1 092 1/16,印张 33,精装本,69 万字,505 页,2011 年 8 月第 1 版,定价 89 元。

本书详细介绍了东亚(中国、日本、朝鲜和韩国)及其周边国家与地区的高等植物分类学文献。全书包括四部分 10 大类 60 项近 1 200 种文献(包括部分网络信息和资料)。其中,第一部分是文献基础知识;第二部分是文献介绍以及相关的评论,包括检索类、辞典类、植物志(包括世界植物志、中国地区植物志以及亚洲不同国家植物志)、植物区系、图册、检索表、名录、采集史、分类系统、命名法规、拉丁文与模式以及参考书;第三部分是中、外期刊介绍与评论;第四部分是有关植物标本馆、植物分类学常用网站等 18 个与分类学有关的附录。另外,书末还有 6 个索引,可方便读者按学者、植物、图书和期刊的中外(拉)文名称进行查找。

中国科学院植物研究所王文采院士,中国植物学会理事长、中国科学院植物研究所洪德元院士,中国科学院上海生命科学研究院院长陈晓亚院士分别为本书作序。

本书为中国科学院上海辰山植物科学研究中心马金双博士所著,本书集著者 20 年的教学和科研总结,为首部东亚高等植物分类学文献专著。本书是从事东亚及其周边地区高等植物分类的必备工具书,同时也是植物地理学、植物区系学、植物生态学、植物资源学、植物化学、植物保护生物学、生物多样性研究以及农业、林业、医药、园林、商业、检疫等专业的科研工作者和大专院校师生的重要工具书,也可作为有关部门管理人员和植物学爱好者的参考书。