

环境因子对小紫珠种子萌发特性的影响

高会荣 (唐山园林科学研究所, 河北唐山 063000)

摘要 以小紫珠为试材, 测定其种子萌发特性及其对环境因子的响应。结果表明, 小紫珠种子的最适萌发温度为 25 ℃, 40 ℃ 浸种 24 h 发芽率可达 88.99%。在 25 ℃, 黑暗环境有利于种子萌发, GA₃ 和 6-BA 溶液浸种对种子发芽影响较小; 小紫珠种子对盐分反应敏感, 发芽率随 NaCl 浓度的升高明显下降, NaCl 浓度为 300 mmol/L 时种子不能萌发。

关键词 小紫珠; 浸种; 光照; 温度; 激素; 盐分

中图分类号 S 718.45 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)13-0117-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.13.028



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Environmental Factors on Germination Characteristics of *Callicarpa dichotoma* Seeds

GAO Hui-rong (Tangshan Institute of Landscape Architecture, Tangshan, Hebei 063000)

Abstract Taking *Callicarpa dichotoma* as test materials, the seed germination characteristics of *Callicarpa dichotoma* and its response to environmental factors were determined. The results showed that the seed germination of the most suitable temperature was 25 ℃ and the germination rate of the seeds soaked at 40 ℃ for 24 h was 88.99%. The dark environment was conducive to seed germination at 25 ℃, GA₃ and 6-BA solution had little effect on seed germination. The seeds of *Callicarpa dichotoma* were sensitive to salinity and the germination rate decreased with the increase of NaCl concentration. The seeds could not germinate when the concentration of NaCl was 300 mmol/L.

Key words *Callicarpa dichotoma*; Pre-soaking treatment; Light; Temperature; Hormone; Salinity

小紫珠(*Callicarpa dichotoma* K. Koch)又名白堂子树, 是马鞭草科(Verbenaceae)紫珠属(*Callicarpa*)落叶灌木, 原产于我国华北中部至华南地区, 多生长于海拔 200~600 m 低矮山区溪边和山坡灌丛中, 日本、朝鲜等地也有分布^[1-2]。株高 1~2 m, 聚伞花序, 花小, 淡紫色, 花期 5—6 月; 核果球形, 蓝紫色, 颜色鲜艳有光泽, 果期 9—11 月。小紫珠果实色美有光泽, 经冬不落, 秋季紫果累累, 布满树冠, 且植株较耐干旱和寒冷, 是北方地区优良美丽的观果植物, 可作为林下灌木应用, 还可作为盆景观赏, 果枝也是美丽的切花花材。目前, 对于小紫珠的研究较少, 主要集中于耐旱性研究和扦插繁殖等方面, 种子繁殖可以获得大量生长健壮、抗逆性强的苗木, 前人研究表明, 自然播种条件下小紫珠种子出种率低^[2]。笔者研究了不同浸种、光照、温度、盐分和植物激素处理对小紫珠种子萌发的影响, 探讨适合小紫珠种子萌发的环境条件, 以期作为播种育苗及大量繁殖提供理论依据。

1 材料与与方法

1.1 试验材料 供试种子于 2019 年 11 月中旬采自唐山植物园, 经清水搓洗、去除杂质、自然风干后, 于 4 ℃ 干燥保存。

1.2 测定项目与方法 用卡片随机数出 5 组试样, 以每 1 000 粒种子为单位进行称重(g), 5 次重复, 取平均值, 得到千粒重。采用烘干法, 随机抽取 500 粒种子进行称量, 105 ℃ 烘干 12 h 后称重, 得含水量, 重复 3 次。随机选取 500 粒种子, 称重后 25 ℃ 恒温水浴, 前 12 h 每隔 2 h 取出, 用纱布吸干其表面水分后称重, 后每 12 h 称重 1 次, 至种子质量不再变化, 计算其吸水率, 重复 3 次。

含水量 = (种子重量 - 烘干后种子重量) / 种子重量

吸水率 = (种子吸收水后重量 - 干种子重量) / 干种子重量^[3]

1.3 萌发试验 萌发试验于 2019 年 12 月至 2020 年 3 月在 GXM-168A 光照培养箱(宁波江南仪器厂生产)内进行。试验前用水选法选取颗粒饱满的种子, 在 0.5% KMnO₄ 中浸泡消毒 30 min 后, 用蒸馏水清洗, 晾干后备用。

研究浸种、光照、温度、盐分和植物激素 5 个环境因子对小紫珠种子萌发和幼苗生长的影响, 不同处理均选取 30 粒饱满、大小均匀的种子进行试验, 将种子均匀地置于培养皿中, 下铺纱布保持湿润, 重复 3 次。除浸种处理的种子以外, 其他处理的种子均在试验前经过 8 h、40 ℃ 温水浸种处理。各试验处理设置如下:

(1) 浸种处理: 于 25、40 ℃ 浸种处理 24 h, 在 25 ℃ 和 12 h/d, 2 000 lx 光照环境下进行萌发试验。

(2) 光照: 在 25 ℃ 下设置 2 个处理, 分别为持续黑暗和周期性光照(12 h/d 光照, 强度 2 000 lx; 12 h/d 黑暗)。

(3) 温度: 在 25 ℃ 和 12 h/d 2 000 lx 的条件下, 设置 5 个温度水平处理, 分别为 15、20、25、30 和 35 ℃。

(4) 盐分: 在 25 ℃ 和 12 h/d 2 000 lx 的条件下, 采用 NaCl 溶液浸泡种子进行盐胁迫。NaCl 溶液质量浓度设置 0 (蒸馏水)、25、50、100、200、300、400 mmol/L 处理。

(5) 植物激素: 在 25 ℃ 和 12 h/d 2 000 lx 的条件下, 设 7 个处理, 即 GA₃ 浓度分别为 100、200、500 和 1 000 mg/L, 6-BA 浓度分别为 100、200 和 300 mg/L。小紫珠种子在 GA₃ 和 6-BA 水溶液中浸种 48 h, 以蒸馏水浸泡作为 CK, 冲洗后置于培养皿内进行萌发试验。

1.4 数据统计与处理 以萌发率、萌发指数和活力指数作为观测指标, 每隔 24 h 记录种子的发芽情况, 种子萌发以胚根突破种皮 2 mm 为标准, 逐日统计发芽数, 计算萌发率、萌发指数和活力指数。

基金项目 河北省建设科技研究计划项目(2019-2003)。

作者简介 高会荣(1972—), 女, 河北唐山人, 高级工程师, 从事园林管理与园林植物引种应用研究。

收稿日期 2020-11-16; **修回日期** 2021-03-16

萌发率=萌发的种子数/供试种子数×100%

萌发指数 $GI = \sum (G_t/D_t)$, 式中, G_t 为第 t 天种子的萌发数, D_t 是总发芽天数。

活力指数 $VI = GI \times S$, 式中, S 为萌发第 15 天的幼苗鲜重^[4]。

采用 SPSS 20.0 和 Excel 软件对所测数据进行统计分析, 用平均值和标准误差表示测定结果。分别对萌发率、萌发指数和活力指数在不同处理间进行单因素方差分析, 用 LSD 法和 Duncan 法对数据进行多重比较和显著性分析。

2 结果与分析

2.1 种子形态特征 经称量, 种子的千粒重为 (0.826 1 ± 0.008 1) g; 经测定计算, 种子含水率为 (4.71 ± 0.04)%, 进行 25 °C 恒温水浴吸胀试验, 3 d 后测定种子的吸水率为 33.18%。小紫珠种子属于小粒种子, 种皮坚硬, 含水率低, 该特征使得小紫珠的种子易保存, 对不良环境有较强的耐受力。

2.2 浸种对种子萌发的影响 由表 1 可知, 40 °C 浸种处理 24 h 种子的各项指标均明显高于 25 °C, 其中萌发率增加了 13.33 个百分点。可见, 40 °C 浸种有效提高了种子发芽率, 因此在后续试验中均使用 40 °C 浸种 24 h 打破休眠再进行试验。

表 1 浸种对小紫珠种子萌发的影响

Table 1 Effect of seed soaking on seed germination of *Callicarpa dichotoma*

浸种温度 Soaking temperature/°C	萌发率 Germination rate/%	萌发指数 Germination index	活力指数 Vitality index
25	75.56±5.09	3.78±0.34	10.32±1.60
40	88.89±6.94	5.29±0.60	18.18±2.79

2.3 光照对种子萌发的影响 由表 2 可知, 2 种不同光环境处理的萌发率相同, 但是全黑暗环境条件下的萌发指数明显高于周期性光照处理, 更有利于种子的早期萌发, 而活力指数周期性光照处理高于全黑暗处理, 且全黑暗处理的幼苗较为细弱黄化。

表 2 光照对小紫珠种子萌发的影响

Table 2 Effect of light on seed germination of *Callicarpa dichotoma*

处理 Treatment	萌发率 Germination rate/%	萌发指数 Germination index	活力指数 Vitality index
周期性光照 Periodic illumination	88.89±6.94	5.29±0.60	18.18±2.79
全黑暗 Total darkness	88.89±1.92	5.70±0.44	17.15±1.92

2.4 温度对种子萌发的影响 随着温度的升高, 小紫珠种子萌发率先升高后下降。温度低, 种子的起始萌发时间长, 各发芽指标均低, 15 °C 时种子不能萌发; 20、25、30、35 °C 时起始萌发时间均为第 3 天, 在 20 和 25 °C 时, 起始萌发时间最短, 在试验的 7 d 内, 萌发率均达到 60%, 而且 25 °C 幼苗最为粗壮, 更有利于幼苗的生长。当温度高于 30 °C 时, 整体萌发率和活力指数低于 20、25 30 °C 处理, 幼苗也较为细弱, 或出

现幼苗根部变黑、变软的现象, 不利于其生长。因此, 较低温度和较高温度均不利于小紫珠种子萌发和幼苗生长, 最适的萌发温度为 25 °C (表 3)。

表 3 温度对小紫珠种子萌发的影响

Table 3 Effect of temperature on seed germination of *Callicarpa dichotoma*

温度 Temperature °C	萌发率 Germination rate/%	萌发指数 Germination index	活力指数 Vitality index
15	0	0	0
20	83.34±5.77 Aab	4.72±0.62 ABa	10.03±0.97 Bb
25	88.89±6.94 Aa	5.29±0.60 Aa	18.18±2.79 Aa
30	73.33±8.82 Ab	3.22±0.67 ABb	3.21±0.67 Cc
35	43.33±6.67 Bc	2.85±0.95 Bb	2.63±0.64 Cc

注: 同列不同大、小写字母分别表示在 0.01、0.05 水平差异显著

Note: Different capital and lowercase letters in the same column showed significant differences at the level of 0.01 and 0.05, respectively

2.5 植物激素对种子萌发的影响

2.5.1 GA₃ 对种子萌发的影响。 GA₃ 作为一种高效的植物激素, 是植物生长发育过程中的重要调节物质, 能够代替低温层积打破种子休眠^[5]。使用 GA₃ 溶液浸种能提高长果绿绒蒿种子^[6]、小酸模^[7]、胭脂花^[8]等植物种子的发芽率、发芽势、发芽指数, 缩短平均发芽时间, 加快种子发芽速度, 提高种子的发芽能力。由表 4 可知, 经过不同浓度 GA₃ 溶液浸泡 48 h 的小紫珠种子的萌发率相差不大, 在 100~1 000 mg/L, 随着 GA₃ 溶液浓度的增高, 种子的萌发率先增大后降低, 其中以 500 mg/L GA₃ 处理的萌发率、萌发指数和活力指数较好, 其中萌发率高达 92.22%, 但是各处理间差异不显著。并且随着 GA₃ 浓度的升高, 小紫珠幼苗变得细长, 说明 GA₃ 浓度过高反而不利于其生长。

表 4 不同浓度 GA₃ 对小紫珠种子萌发的影响

Table 4 Effect of different concentrations of GA₃ on seed germination of *Callicarpa dichotoma*

GA ₃ 浓度 GA ₃ concentration mg/L	萌发率 Germination rate/%	萌发指数 Germination index	活力指数 Vitality index
0 (CK)	88.89±6.94 Aab	5.29±0.60 Aa	18.18±2.79 Aa
100	88.89±1.92 Aab	5.09±0.60 Aa	18.73±0.78 ABa
200	90.00±3.33 Aab	5.11±0.33 Aa	19.03±0.55 Aa
500	92.22±3.85 Aa	5.06±0.24 Aa	18.57±0.67 ABa
1 000	84.45±3.85 Ab	4.73±0.50 Aa	16.67±0.87 Bb

注: 同列不同大、小写字母分别表示在 0.01、0.05 水平差异显著

Note: Different capital and lowercase letters in the same column showed significant differences at the level of 0.01 and 0.05, respectively

2.5.2 6-BA 对种子萌发的影响。 6-BA 细胞分裂素可以诱导休眠芽生长, 促进细胞分裂, 促进种子发芽^[9]。由表 5 可知, 经过不同浓度 6-BA 溶液浸泡 48 h 的小紫珠种子的萌发率变化不大, 随着 6-BA 溶液浓度的升高, 种子的发芽率呈降低趋势, 其中以 100 mg/L 6-BA 处理的萌发率、萌发指数和活力指数最高, 萌发率高达 90.00%, 但是各处理间差异不显著, 由此可见, 小紫珠种子对 6-BA 溶液不敏感, 对其萌发影响不大。

表 5 不同浓度 6-BA 对小紫珠种子萌发的影响

Table 5 Effect of different concentrations of 6-BA on germination characteristics of *Callicarpa dichotoma* seeds

6-BA 浓度 6-BA concentration mg/L	萌发率 Germination rate/%	萌发指数 Germination index	活力指数 Vitality index
0 (CK)	88.89±6.94 Aa	5.29±0.60 Aa	18.18±2.79 Aa
100	90.00±3.33 Aa	5.37±0.52 Aa	18.47±2.00 Aa
200	86.67±3.35 Aa	4.99±0.33 Aa	16.71±1.06 Aa
300	88.33±4.38 Aa	5.18±0.43 Aa	17.44±1.19 Aa

注:同列不同大、小写字母分别表示在 0.01、0.05 水平差异显著
Note: Different capital and lowercase letters in the same column showed significant differences at the level of 0.01 and 0.05, respectively

2.6 盐分对种子萌发的影响 由表 6 可知,随着 NaCl 浓度的升高,种子的萌发率、萌发指数和活力指数逐渐降低。当 NaCl 溶液浓度达到 200 mmol/L 时,50%以上的种子不能萌发;当 NaCl 浓度达到 300 mmol/L 时,种子不再萌发。随着 NaCl 溶液浓度的升高,幼苗长势变弱,萌发和生长缓慢,根尖变黑。由此可知,小紫珠的种子对盐分反应敏感,盐分过高的环境不利于其幼苗生长。

表 6 不同浓度 NaCl 溶液对小紫珠种子萌发的影响

Table 6 Effect of different concentrations of NaCl on germination characteristics of *Callicarpa dichotoma* seeds

NaCl 浓度 NaCl concentration mmol/L	萌发率 Germination rate/%	萌发指数 Germination index	活力指数 Vitality index
0 (CK)	88.89±6.94 Aa	5.29±0.60 Aa	18.18±2.79 Aa
25	76.67±3.34 ABb	4.73±0.41 Aa	10.58±0.89 Ab
50	66.67±5.77 Bc	4.64±0.33 Aa	8.19±0.51 ABb
100	64.44±5.09 Bc	3.07±0.76 Bb	4.77±0.38 BCc
200	47.78±3.85 Cd	1.88±0.73 Bc	2.32±1.24 Cc

注:同列不同大、小写字母分别表示在 0.01、0.05 水平差异显著
Note: Different capital and lowercase letters in the same column showed significant differences at the level of 0.01 and 0.05, respectively

3 讨论

种子萌发需要适宜的水、氧气、温度或光照等环境因子,不同种子萌发所需环境条件不同。小紫珠的种子是小粒种子,种皮坚硬,内贮藏物质含量很少,种苗细弱,对环境因子的反应较为敏感。该研究对影响小紫珠种子萌发的环境因素进行单因素分析,结果表明,热水浸种处理是提高小紫珠种子萌发率的有效方法,可以提高萌发率 13.33 个百分点。热水浸种能够有效地打破某些种子机械休眠,提高种子的发芽率,也是操作简单、经济环保、效果显著的催芽方法,在大量育种中有显著优势^[10],目前已在金合欢、银合欢、台湾相思、任豆等植物中的发芽试验中得到证实^[11]。温度是影响小紫珠种子萌发的重要因素,在 15~35 ℃,随着温度的升高发芽率先升高后降低,这与蒙古莠^[12]、沙芥^[13]等植物的发芽规律相同,当温度为 25 ℃时,种子发芽率最高,种苗也较为健壮。当温度为 15 ℃时,种子不再萌发,高于 30 ℃时,萌发率下降,且种苗生长缓慢。光照是影响小紫珠种子萌发的另一重要因素,黑暗环境对小紫珠种子萌发率的影响小,但可以缩短种子完全萌发的时间,有利于种子早期的萌发,考虑到小

紫珠的种子细小,在播种生产时可以适当覆盖细砂,以提高萌发率和萌发的整齐性。

GA₃ 和 6-BA 作为一种高效的植物激素,能够打破种子休眠,提高种子的发芽率,不同植物对 GA₃ 和 6-BA 的反应不同,GA₃ 对蓝花棘豆^[14]、巨伞钟报春^[15]、苍术^[16] 的种子的影响均表现出苗率随着 GA₃ 浓度的增高呈先上升后下降的趋势;6-BA 能够促进马蔺^[9] 种子的萌发,对绿绒蒿^[17] 种子的萌发却有抑制作用。该研究中,小紫珠对于植物生长激素 GA₃ 和 6-BA 的反应不敏感,不同浓度浸泡 48 h 后对种子的萌发率影响不大,其中 200 mg/L GA₃ 和 100 mg/L 6-BA 浸泡可以提高种子的萌发率,但是影响不明显。小紫珠对于盐分反应敏感,随着盐分浓度的增大,种子的萌发率、萌发指数和活力指数快速降低,种子出苗时间延长,这与关于花花柴^[18]、高粱^[19] 和芸豆^[20] 的研究报道一致。当 NaCl 溶液的浓度达到 300 mmol/L 时,种子不再萌发。当小紫珠在盐碱地播种时,应重视土壤中盐分对其影响或者播种时期加强灌溉,降低土壤盐度,从而促进种子发芽。

该研究探索了小紫珠种子的萌发特性,对种子萌发条件进行了研究,有关于热水浴的时间和温度、植物激素、水分等因素对小紫珠种子萌发特征的影响还需进行进一步研究,这对小紫珠植株的生产和应用推广有着重要意义。

参考文献

- [1] 张天麟. 园林树木 1600 种[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2010:438.
- [2] 桂炳中,陈东青,邓艳娟. 华北地区小紫珠栽培养护[J]. 中国花卉园艺,2015(4):42.
- [3] 郑艳玲,马焕成,SCHELLER ROBERT,等. 环境因子对木棉种子萌发的影响[J]. 生态学报,2013,33(2):382-388.
- [4] 刘娜. 美国薄荷种子萌发对不同环境因子的响应[J]. 湖北农业科学,2020,59(5):101-105.
- [5] 崔红. 经济林栽培[M]. 哈尔滨:东北林业大学出版社,2009:241.
- [6] 赵琬玥,刘伟,韩杜鹃,等. 不同浓度赤霉素对长果绿绒蒿种子萌发特性的影响[J]. 种子,2018,37(3):23-27.
- [7] 翁贵英,匡其羽,谢斐,等. 赤霉素及 Pb、Zn、Cu 对小酸模种子萌发的影响[J]. 种子,2019,38(6):100-104.
- [8] 薄伟,杨晓盆. 胭脂花种子发芽生物学特性研究[J]. 山西农业大学学报(自然科学版),2009,29(5):415-418.
- [9] 卢明艳,毕晓颖. 不同药剂处理对 3 种野生鸢尾种子萌发的影响[J]. 种子,2019,38(1):106-109.
- [10] 杨春霞,赵志平,陈永川,等. 不同热水处理方式对橡胶园覆盖绿肥种子萌发的影响[J]. 中国土壤与肥料,2017(4):161-166.
- [11] 苏晓敏,李绍才,孙海龙,等. 不同热水处理方式对 14 种硬实种子萌发的影响[J]. 种子,2019,38(1):76-79,85.
- [12] 贺一鸣,李青丰,贺晓,等. 环境因子对蒙古莠种子萌发及幼苗建成的影响[J]. 生态学报,2018,38(13):4724-4732.
- [13] 宋兆伟,郝丽珍,黄振英,等. 光照和温度对沙芥和斧翅沙芥植物种子萌发的影响[J]. 生态学报,2010,30(10):2562-2568.
- [14] 田琳琳,宋奇,李彦慧. 赤霉素对蓝花棘豆种子萌发的影响[J]. 种子,2018,37(11):87-89,92.
- [15] 刘林,张良英,杜欢,等. 温度、光照与 GA₃ 对西藏 3 种报春花种子萌发的影响[J]. 种子,2018,37(11):8-10,15.
- [16] 刘笛,王悦,崔弘,等. 吡啶丁酸对关苍术种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 种子,2018,37(7):84-86.
- [17] 屈燕,区智,夏樱,等. 不同前处理对总状绿绒蒿种子萌发特性的影响[J]. 种子,2018,37(2):5-9,13.
- [18] 王志才,牙库甫江·阿西木,王艳,等. 水盐胁迫对花花柴种子萌发的影响[J]. 中国沙漠,2012,32(3):750-755.
- [19] 杨小环,马金虎,郭数进,等. 种子引发对盐胁迫下高粱种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 中国生态农业学报,2011,19(1):103-109.
- [20] 郑丽娜,梁海芸,于崧,等. 盐碱胁迫对芸豆种子萌发特性的影响[J]. 种子,2018,37(11):73-78.