



不同处理对两种栎属植物种子出苗状况的影响

李楠,郭凤民,闫志军,孙桂琴,王升

(郑州市城市园林科学研究所,河南 郑州 450051)

摘要:为促进栎属植物引种驯化和开发利用,以北美红栎和沼生红栎种子为试验材料,采用赤霉素、浓硫酸、热水、聚乙二醇、氢氧化钠、低温沙藏、物理去壳、去壳后赤霉素处理等 18 种处理方法,研究不同处理对两种栎属植物种子出苗状况的影响。结果表明:北美红栎 $1\ 000\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 赤霉素浸种 2、4、6 h,浓硫酸 10、20 min,30% 聚乙二醇浸种 2、4、6 h,物理去壳和去壳后赤霉素处理均能显著增加北美红栎出苗率。 $1\ 000\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 赤霉素浸种 6 h、浓硫酸 20 min、低温沙藏、物理去壳、去壳后赤霉素处理分别能使北美红栎平均出苗时间提前 14.79、11.52、10.42、14.75、15.82 d。沼生红栎种子 $1\ 000\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 赤霉素处理(2、4、6 h)、物理去壳、去壳后赤霉素处理均能显著提高沼生红栎种子出苗率。 $1\ 000\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 赤霉素浸种 6 h、低温沙藏、物理去壳、去壳后赤霉素处理分别能使沼生红栎种子平均出苗时间提前 16.09、13.98、18.85、21.45 d。赤霉素、物理去壳处理方法对北美红栎和沼生红栎种子出苗率提高、出苗平均时间缩短具有明显效果。

关键词:北美红栎;沼生红栎;出苗率;出苗平均时间

栎属(*Quercus* L.)作为壳斗科中分布最广、种类最多的属,是温带和亚热带森林的重要组成部分。栎属树种在全国各省区内均有分布,被广泛应用于用材林、防护林建设,是我国重要造林树种之一。对栎属树种进行引种驯化可以迅速有效地充实植物种质资源,丰富林木优良品种种类,实现经济和生态的双重价值。栎属树种在全世界共有 300 多种,我国约有 50 种^[1]。我国乡土栎属树种种类尚多、分布较广,但多用于山区丘陵地带的开荒造林,景观观赏效果不佳,在城市园林绿化中应用较少^[2]。国外栎属树种树体高大、树形优美、秋季叶色斑驳,在景观营造中独具特色,常被用于行道树及风景林营造^[3]。

北美红栎(*Quercus rubra* L.)原产于美国东部,耐旱、耐寒,对不同酸碱度的土壤适应能力强。沼生红栎(*Quercus shumardii*)又名舒玛栎,系高大落叶乔木,原产于大西洋沿海平原和密西西比河谷地区,耐酸碱、耐瘠薄,在干旱地区也能较好生长。北美红栎和沼生红栎以其优良抗性、秋季良好变色表现在国内迅速推广,广泛应用于城市园林绿化中。栎属植物种子不需要处理即可发芽,但发芽时间较长,出苗整齐度较差^[4]。传统采用低温层积的方法对栎属种子进行处理,但仍需

较长时间。因此,试验通过对沼生红栎和北美红栎这 2 种栎属种子进行不同方法处理,筛选出能够减少发芽所需时间、提高种子发芽率和出苗整齐度的适宜方法,以期对栎属植物引种驯化和开发利用提供更为有效的理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试北美红栎、沼生红栎种子购于中国林木种子有限公司,种源地为美国东部宾夕法尼亚州,于 2017 年采集。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 将 2 种栎属植物种子用 0.5% 高锰酸钾溶液浸泡 30 min,再用蒸馏水清洗 3 次。促进种子萌发常用方法可以分为物理、化学和激素 3 类^[5-6]。本试验分别采用赤霉素、浓硫酸、热水、聚乙二醇、氢氧化钠、低温沙藏、去壳、去壳后赤霉素、对照组共 9 组处理,其中对照组种子不做任何处理,直接用于播种(表 1)。每个处理设置 3 个重复,每个重复 30 粒种子。播种基质为泥炭土:大沙(1:3),播种容器为 15 孔育苗穴盘。播种试验于 2018 年 3-5 月在郑州市城市园林科学研究所阳光房内进行。播种前将基质和容器采用 0.5% 高锰酸钾溶液进行全面消毒。穴盘位置根据完全随机区组设计。播种时种子横放,覆土 2~3 cm。播种后每日多次喷水,保持土壤湿润。

1.2.2 观察与统计 持续进行观察,待种子首次出苗后,每天记录其出苗数量,若连续 10 d 未有

收稿日期:2018-09-30

第一作者简介:李楠(1990-),男,硕士,助理工程师,从事园林植物及城市园林生态研究。E-mail:ln900219@163.com。

通讯作者:闫志军(1969-),男,学士,高级工程师,从事园林植物设计及施工研究。E-mail:yanzi7545235@126.com。

出苗,则终止计数。

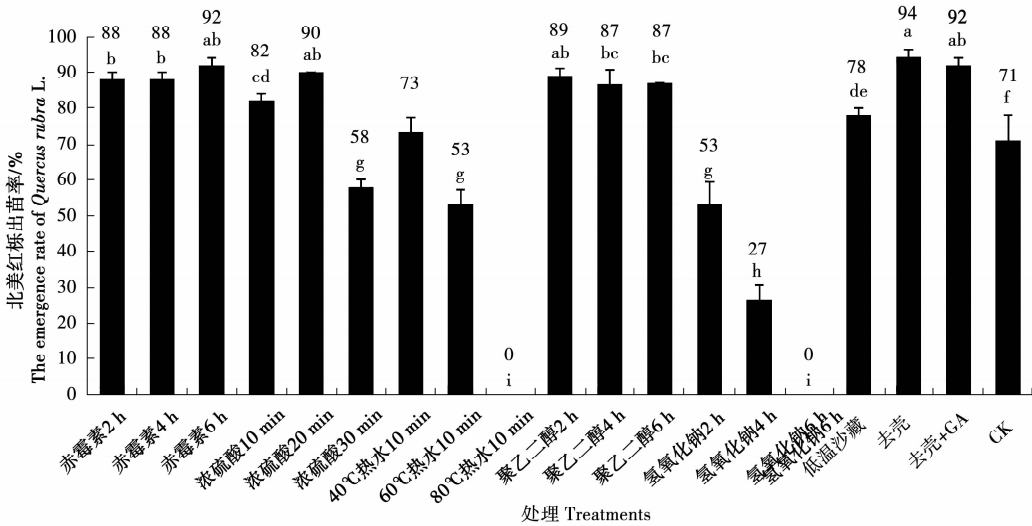
表 1 处理方法
Table 1 Treatment methods

| 序号 No. | 处理方法 Treatment methods |
|-----------|--|
| 1 | 1 000 mg·L ⁻¹ 赤霉素(GA ₃)溶液浸种 2、4、6 h |
| 2 | 浓硫酸浸种 10、20、30 min |
| 3 | 40、60、80 ℃ 热水浸种 10 min |
| 4 | 30% 聚乙二醇(PEG-6000)溶液浸种 2、4、6 h |
| 5 | 20% 氢氧化钠溶液浸种 2、4、6 h |
| 6 | 低温沙藏 30 d(0~5 ℃) |
| 7 | 去壳 |
| 8 | 去壳后 1 000 mg·L ⁻¹ 赤霉素(GA ₃)溶液浸种 6 h |
| 9 | 无处理(CK) |

出苗率(%) = $n/N \times 100$

式中: n 为种子破土出苗数, N 为种子供试总数。

平均出苗速度 = $\sum (D \times n) / \sum n$



不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著($P < 0.05$),下同。
Different lowercase letters mean significant difference at 0.05 level,the same below.

图 1 不同方法处理对北美红栎出苗率的影响

Fig.1 Effects of different treatments on seed germination of *Quercus rubra* L.

由图 2 可知,对沼生红栎种子采用浓硫酸 10 min、热水 40 ℃10 min、聚乙二醇 2 h 处理,均不能对出苗率产生明显影响。浓硫酸 30 min、热水 60 ℃10 min、热水 80 ℃10 min、聚乙二醇 4 h、聚乙二醇 6 h、氢氧化钠这些处理对沼生红栎种子出苗率有显著抑制作用,其中热水 80 ℃10 min、氢氧化钠 6 h 对种子具有显著致死作用,

式中: D 为从种子播种起算的出苗所需天数, n 为相应各天的出苗数量。

1.2.3 数据分析 采用 Excel 2010 对数据进行整理、作图。采用 SPSS 23.0 对数据进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对 2 种栎属植物种子出苗率的影响

由图 1 可知,北美红栎种子使用 40 ℃热水处理 10 min,并不能对出苗率产生显著影响。浓硫酸处理 30 min、60、80 ℃热水处理 10 min、氢氧化钠处理会显著降低北美红栎种子出苗率。热水温度过高(80 ℃)、氢氧化钠处理时间过长(6 h),会对北美红栎种子产生严重致死危害。赤霉素、浓硫酸 10 min、浓硫酸 20 min、聚乙二醇、去壳、去壳后赤霉素处理均能显著增加北美红栎的出苗率,其中物理去壳后北美红栎种子出苗率最高。

导致出苗率为 0。赤霉素、去壳、去壳后赤霉素处理能显著提高沼生红栎种子出苗率。

2.2 不同处理对 2 种栎属植物种子出苗平均时间的影响

在 18 种不同处理组中选取能够显著提高北美红栎和沼生红栎种子出苗率的处理组,对其平均出苗时间进行统计分析。由表 2 可知,北美红

栎赤霉素 6 h、浓硫酸 20 min、聚乙二醇 2 h、低温沙藏、去壳、去壳+GA 这 6 组处理相对于对照组出苗平均时间均有明显提前,提前天数分别为 14.79、11.52、5.10、10.42、14.75 和 15.82 d。沼

生红栎赤霉素 6 h、低温沙藏、去壳、去壳+GA 这 4 组处理相对于对照组出苗平均时间均有明显提前,提前天数分别为 16.09、13.98、18.85、21.45 d。

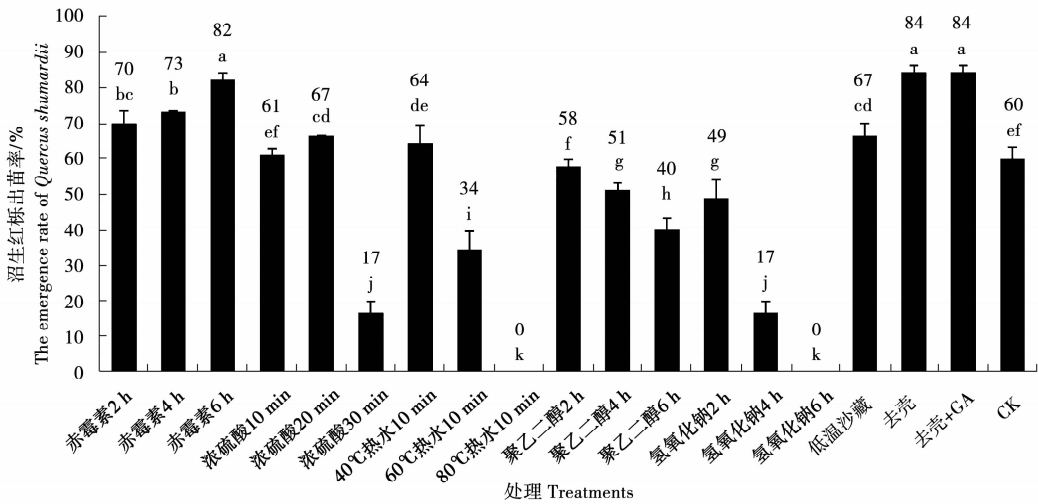


图 2 不同方法处理对沼生红栎出苗率的影响
Fig. 2 Effects of different treatments on seed germination of *Quercus shumardii*

表 2 不同方法处理对北美红栎和沼生红栎平均出苗时间的影响

| 北美红栎 <i>Quercus rubra</i> L. | | | 沼生红栎 <i>Quercus shumardii</i> | | |
|------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| 处理 Treatments | 平均出苗时间/d Average seedling time | 出苗提前天数 Early emergence days | 处理 Treatments | 平均出苗时间/d Average seedling time | 出苗提前天数 Early emergence days |
| 赤霉素 6 h | 13.63 | 14.79 | 赤霉素 6 h | 20.20 | 16.09 |
| 浓硫酸 20 min | 16.90 | 11.52 | - | - | - |
| 聚乙二醇 2 h | 23.32 | 5.10 | - | - | - |
| 低温沙藏 | 18.00 | 10.42 | 低温沙藏 | 22.32 | 13.98 |
| 去壳 | 13.67 | 14.75 | 去壳 | 17.44 | 18.85 |
| 去壳+GA | 12.60 | 15.82 | 去壳+GA | 14.84 | 21.45 |
| 无处理(CK) | 28.42 | - | 无处理(CK) | 36.29 | - |

3 结论与讨论

3.1 结论

种子萌发对植物生长发育具有重要意义。种子萌发状况不仅受环境因素影响,还跟种子大小、成熟程度、自身结构、植物物候等因素相关^[7]。栎属植物种子属于强迫休眠种子,外部环境一旦适合即可萌发。不同种类栎属植物,萌发时间也有区别。在试验中发现,正常情况下北美红栎出苗时间早于沼生红栎,但周期均较长,分别约为 28 和 35 d。出苗所需时间过长,在生产中会导致一

系列问题出现,比如出苗率低、出苗整齐度差、运营时间生产成本增加。因此,为加快栎属植物研究,促进其开发和利用,通过人为方法处理栎属植物种子来缩短出苗时间,提高出苗率就有着重要意义。

对北美红栎种子采用赤霉素、浓硫酸 10 min、浓硫酸 20 min、聚乙二醇、去壳、去壳后赤霉素处理均能显著增加种子出苗率,其中物理去壳处理出苗率最高,为 94%。赤霉素 6 h、浓硫酸 20 min、聚乙二醇 2 h、低温沙藏、去壳、去壳后赤霉素处理能显著减少北美红栎出苗所需时间,其中去壳

后赤霉素处理提前天数最多,为15.82 d。对沼生红栎种子采用赤霉素、去壳、去壳后赤霉素处理均能显著增加种子出苗率,其中物理去壳、去壳后赤霉素处理出苗率最高。赤霉素6 h、低温沙藏、去壳、去壳后赤霉素处理能显著减少沼生红栎出苗所需时间,其中去壳和去壳后赤霉素处理提前效果最为显著,分别为18.85和21.45 d。

3.2 讨论

3.2.1 物理去壳、赤霉素处理对北美红栎和沼生红栎种子出苗的影响 物理去壳、赤霉素处理是这两种栎属植物种子提高出苗率和提前出苗时间最为有效的方法。对于物理去壳,贾娟等^[8]的研究表明,种子的硬实现象是阻碍种子萌发的主要因素之一,种皮的透性和机械束缚作用是抑制种子萌发的主要原因。通过试验结果可以看出,这两种栎属植物的坚硬种壳是阻碍种子萌发的主要因素之一,物理去壳后北美红栎和沼生红栎出苗率显著增加,出苗所需时间显著缩短。赤霉素作为植物种子萌发的主要促进激素,能够有效提升种子贮存物质运输效率和刺激胚的扩张,并通过增强软化屏障组织水解酶的表达,降低胚根尖的机械阻力,有利于胚根突破种皮^[9]。吴声敢等^[10]用赤霉素处理稗草种子,其发芽率提高73.72%。曹丽用赤霉素处理露蕊乌头种子,光照条件下萌发率达到91.67%^[11]。通过试验可以发现,外源赤霉素处理对北美红栎和沼生红栎种子萌发也具有同其他科属植物种子相同的促进作用。

3.2.2 酸、碱、PEG处理对北美红栎和沼生红栎种子出苗的影响 浓硫酸处理是打破植物种皮束缚最常见方法之一^[12],该方法能够腐蚀种皮,改变种皮通透性,促进种子萌发^[13]。北美红栎经浓硫酸处理10 min、20 min,出苗率和出苗时间均有显著优化。但酸处理对沼生红栎的出苗率和出苗时间较对照组无显著差异。对于这两种栎类植物种子来说,酸处理时间过长,会导致种子死亡,出苗率显著降低。所以对于不同的栎类植物种子,需要控制好酸液浓度及处理时间,找到适合方法,在一定程度上可以促进栎类种子萌发^[14]。氢氧化钠处理作用同酸处理类似,能够分解种皮,增加种皮透性。郑金辉等^[15]曾用20%氢氧化钠处理紫椴种子1.5 h,发芽率可提升至66%。但试验过程中发现,北美红栎和沼生红栎种子经氢氧化钠处理后,种壳出现明显形变,出苗率显著降低。

推测种子经氢氧化钠处理后出现损伤,处理时间越长,致死率越高。由此可见,20%氢氧化钠处理超过2 h,不利于这两种栎类种子萌发。建议以后处理栎属植物种子,应注意避免使用碱处理方法。聚乙二醇处理植物种子可以提高发芽率,缩短发芽时间,提高种子活力和抗性,这点在蔬菜黄瓜、辣椒上已经得到证实^[16-17]。试验中发现北美红栎经PEG处理后,出苗率显著增加,但出苗所需时间增加幅度较少;沼生红栎经PEG处理后,不同处理时间的表现不同,其中处理2 h对出苗率影响不显著,处理4、6 h出苗率显著降低,处理时间越长,降低程度越大。由此可见,对不同栎属植物种子,PEG对种子萌发影响具有明显区别。栎属植物种子PEG处理的合适浓度和时间需要进一步分别进行探究。

3.2.3 热水处理、低温沙藏对北美红栎和沼生红栎种子出苗的影响 相对于化学方法来说,对植物种子进行热水处理和低温沙藏是2种更为经济、简单的种子处理手段^[18]。40℃热水处理北美红栎和沼生红栎种子10 min,对其出苗率未有明显影响。但热水温度对这两种栎属植物种子影响极大,60℃热水处理10 min,其出苗率均显著降低。80℃热水处理10 min,导致这两种栎属植物种子出苗率为0。可以看出这两种栎属植物种子对温度极为敏感,随着温度升高,种子致死率增加。低温沙藏是生产实践中栎属植物种子处理最为常见的方法,该方法可以提高这两种栎属植物种子出苗率,缩短出苗所需时间。在生产条件有限,种子数量较多时,低温沙藏不失为处理栎属植物种子的一种简便方法。

促进种子萌发的常用处理方法有激素、化学、物理方法。通过对北美红栎和沼生红栎种子进行不同方法处理,赤霉素、去壳、低温层积这3种处理的出苗状况均显著改善。其中赤霉素、去壳处理对出苗率、出苗所需时间的改善程度较低温层积具有更加明显优势。考虑到生产实践中对成本的经济性要求,去壳处理是以上不同方法中最为适合北美红栎和沼生红栎种子处理方法。该方法操作简单,经济性强,能极大程度上减少种子损失和缩短育苗周期。北美红栎、沼生红栎作为国外引种栎树中极具代表性的两个栎类品种,对其种子进行不同方法处理,从中找到促进种子萌发的关键因素,这对于整个栎类植物引种驯化和产业发展具有重要意义。

参考文献:

- [1] 彭焱松,陈丽,李建强. 中国栎属植物的数量分类研究[J]. 武汉植物学研究,2007,25(2):1-6.
- [2] 江泽平,王豁然,吴中伦. 论北美洲木本植物资源与中国林木引种的关系[J]. 地理学报,1997,2(8):75-82.
- [3] 潘志刚,游应天. 中国主要外来树种引种栽培[M]. 北京:北京科学技术出版社,2001:1994.
- [4] 汪企明,李晓储,黄利斌,等. 美国栎属种源引种、变异研究:种子及苗期生长变异[J]. 江苏林业科技,1999,26(1):1-6.
- [5] 唐安军,龙春林,刀志灵. 种子休眠机理研究概述[J]. 云南植物研究,2004,26(3):241-251.
- [6] 汤前,邵娇,周倩,等. 不同方法处理对4种野生草种发芽率的影响[J]. 草原与草坪,2015,35(5):37-42.
- [7] Mohammad M,Smith D L. Plant hormones and seed germination[J]. Environmental and Experimental Botany,2014,99:110-121.
- [8] 贾娟,刘芳,苏红田,等. 不同处理方法对5种豆科牧草种子萌发特性的影响[J]. 草地学报,2012,20(2):342-347.
- [9] Henderson J T,Li H C,Rider S D,et al. PICKLE acts throughout the plant to repress expression of embryonic traits and may play a role in gibberellin-dependent responses[J]. Plant Physiology,2004,134:995-1005.
- [10] 吴声敢,王强,赵学平,等. 稗草休眠特性及其解除[J]. 浙江农业学报,2007,19(3):225-228.
- [11] 曹丽. 露蕊乌头的种子破眠机理及其化感作用研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2013.
- [12] Yang Q H,Yin X J,Ye W H. Dormancy mechanism and breaking methods for hard seeds[J]. Chinese Bulletin of Botany,2006,23(1):108-118.
- [13] 赵丽丽,王照兰,杜建材,等. 硫酸处理打破扁蓿豆不同品系种子硬实的效果研究[J]. 中国草地学报,2007(3):73-77.
- [14] 韩建国. 实用牧草种子学[M]. 北京:中国农业大学出版社,1997.
- [15] 郑金辉,林士杰,张艳敏,等. NaOH处理对紫椴种子休眠解除及生理生化特性的影响[J]. 中国农学通报,2014,30(16):35-40.
- [16] 舒英杰. 聚乙二醇对低温胁迫下黄瓜种子萌发及幼苗生理特性的影响[J]. 作物杂志,2007,9(1):37-39.
- [17] 张百俊,杨东平,侯小坤,等. 聚乙二醇对西葫芦抗冷生理的影响[J]. 吉林农业科学,2008,33(5):12-13.
- [18] 古瑜,孙俊,孙德岭,等. 破除菜豆种子硬实方法初探[J]. 中国农学通报,2014,30(1):221-225.

Effects of Different Treatments on Seed Emergence of Two *Quercus* L. Species

LI Nan, GUO Feng-min, YAN Zhi-jun, SUN Gui-qin, WANG Sheng

(Zhengzhou Institute of Urban Landscape Science, Zhengzhou 450051, China)

Abstract: In order to promote the introduction, domestication and development of *Quercus* L., the trials used 18 kinds of treatments including gibberellin, concentrated sulfuric acid, hot water, polyethylene glycol, sodium hydroxide, low-temperature sand reservoir, physical shelling, and post-shell gibberellic acid to study the effects of different treatments on seed emergence status of two species of *Quercus* L. The treatments were used for the seeds of *Quercus rubra* L. and *Quercus shumardii*. The results showed that 1 000 mg·L⁻¹ gibberellin 2, 4 and 6 h, concentrated sulfuric acid 10 min, 20 min, 30% polyethylene glycol soaking 2, 4 and 6 h, the physical shelling and post-shell gibberellic acid treatments could significantly increase the emergence rate of *Quercus rubra* L.. 1 000 mg·L⁻¹ gibberellin soaking for 6 h, concentrated sulfuric acid for 20 min, low-temperature sand reservoir, physical shelling, and gibberellin treatment after shelling could advance the average emergence time of *Quercus rubra* L. by 14. 79, 11. 52, 10. 42, 14. 75 and 15. 82 days. The seedling germination rate of *Quercus shumardii* could be significantly improved by 1 000 mg·L⁻¹ gibberellin (2, 4 and 6 h), physical shelling, and gibberellin treatment after shelling. 1 000 mg·L⁻¹ gibberellin for 6 h, low-temperature sand reservoir, physical shelling, and gibberellin treatment after shelling, respectively, could advance the average seedling emergence time of *Quercus shumardii* by 16. 09, 13. 98, 18. 85 and 21. 45 days. Gibberellin and physical shelling methods showed obvious effects on the increase of seedling emergence rate and the shorten of average emergence time for the *Quercus rubra* L. and *Quercus shumardii*.

Keywords: *Quercus rubra* L.; *Quercus shumardii*; seedling emergence rate; average seedling emergence time