

温度和光照对红柄白鹃梅种子萌发的影响

孙 宜, 石青松 (北京市植物园/北京市花卉园艺工程技术中心/城乡生态环境北京实验室, 北京 100093)

摘要 [目的]探索红柄白鹃梅种子最佳萌发条件。[方法]以红柄白鹃梅种子为试材,研究温度、光照条件对红柄白鹃梅种子萌发及幼苗生长的影响。[结果]15℃为红柄白鹃梅最适萌发温度,种子发芽率100%,发芽势86.66%,发芽指数2.03,均为最高,且萌发启动时间最早,发芽持续时间最短。20℃下,光处理和暗处理下生长初期均以胚根生长为主,中后期光处理下胚根生长占优势,暗处理下胚轴生长占优势。光处理下胚根长度较暗处理长15 mm,胚轴长度比暗处理短38 mm。[结论]温度对红柄白鹃梅种子萌发影响显著,光照不是种子萌发必要条件,光照条件影响幼苗生长。

关键词 红柄白鹃梅;光照;温度;发芽率;发芽势;发芽指数

中图分类号 S723 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)09-0116-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2021.09.029



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Temperature and Light on Seed Germination of *Exochorda giraldii*

SUN Yi, SHI Qing-song (Beijing Botanical Garden/Beijing Floriculture Engineering Technology Research Center/Beijing Laboratory of Urban and Rural Ecological Environment, Beijing 100093)

Abstract [Objective] To explore the best germination conditions of *Exochorda giraldii* seeds. [Method] Taking *Exochorda giraldii* seeds as experimental materials, the effects of light and temperature on seed germination and seedling growth of *Exochorda giraldii* were studied. [Result] The results showed that the optimum germination temperature was 15℃, the germination rate was 100%, the germination potential was 86.66%, and the germination index was 2.03, all of which were the highest. The germination time was the earliest and the germination duration was the shortest. When the temperature was 20℃, the radicle growth was dominant in the early growth stage of *Exochorda giraldii* under light treatment and dark treatment, and the radicle growth was dominant in the middle and late growth stage under light treatment, and the growth of hypocotyl was dominant under dark treatment. The hypocotyl length of light treatment was 15 mm longer than that of dark treatment, and the hypocotyl length of light treatment was 38 mm shorter than that of dark treatment. [Conclusion] Temperature had a significant effect on seed germination of *Exochorda giraldii*. Light was not a necessary condition for seed germination, but affected seedling growth.

Key words *Exochorda giraldii*; Light; Temperature; Germination percentage; Germination energy; Germination index

红柄白鹃梅(*Exochorda giraldii*),蔷薇科白鹃梅属落叶灌木,高可达3~5 m,叶卵状椭圆形,长3~4 cm,全缘,稀中部以上有钝锯齿;叶柄红色,花白色,直径3.0~4.5 cm,花瓣具长爪,分布于华北、华中和西北山区^[1]。红柄白鹃梅不仅具有较高的观赏价值,还有食用价值,其幼叶、嫩茎和花蕾均可食用^[2]。魏学智等^[3]对红柄白鹃梅所含营养成分进行了分析,发现其粗纤维含量丰富,高于黄花菜、刺儿菜等常见野菜,有益于软化血管、降低胆固醇等。张钦弟等^[4]研究表明,红柄白鹃梅根系固土力强,是很好的退耕还林树种。目前对红柄白鹃梅的研究多集中于食用、资源调查及应用前景方面,有关其繁殖方面的研究相对较少。王军涛等^[5]对秦岭野生红柄白鹃梅进行了露地播种试验,结果表明,层积沙藏的种子出苗率为63.5%。许桂芳等^[6]对红柄白鹃梅进行了播种试验,结果表明15℃为最佳发芽温度。红柄白鹃梅长势强健,花形独特、美丽,是优秀的观花灌木。在庭院绿化中,可丛植于草坪、林缘、假山、岩石边^[6]。我国红柄白鹃梅资源丰富,但多处于野生状态^[3],在城市园林中极少应用。笔者从种子形态描述和不同培养温度、光照对红柄白鹃梅的种子萌发及幼苗生长的影响方面进行研究,探索其最佳萌发条件,以期今后育苗工作提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料 2019年10月采集北京市植物园内栽植的红柄

白鹃梅果实,采集后置于阴凉处阴干,干燥后去除果皮,将种子收集于密封袋中,于4℃干藏。

1.2 方法

1.2.1 试验设计。2020年2月4日取出种子进行清洗,室温下用自来水浸泡24 h。播种前清除漂浮于水面的种子,用0.1%高锰酸钾浸泡消毒10 min,无菌水冲洗5遍后播种于铺有2层滤纸的培养皿中,用无菌水浸湿滤纸。每皿播种15粒,于人工气候箱内培养。每处理3次重复。种子萌发测定,以胚根突破种皮长出1 mm为萌发标准^[7],每天观察发芽情况,记录发芽数量。

温度设定:设15、20、25℃3个恒温处理和10~20℃变温处理。

光照设定:设置光处理(每天12 h光照,光强为50 μmol/(m²·s))和持续黑暗处理。每台人工气候箱设置1个萌发温度,放置2组培养皿。一组直接放置,作为光照处理;另一组用2层报纸包裹,作为暗处理。

1.2.2 千粒重计算。随机数100粒种子,3次重复,用万分之一电子天平称重,换算出千粒重。

1.2.3 发芽指标测定。萌发结束后计算不同处理下种子的发芽率、发芽势、发芽指数。

发芽率(G): $G = G_1 / T \times 100\%$,其中, G_1 为发芽数; T 为试验种子总数。**发芽势(GV):** $GV = G_2 / T \times 100\%$,其中, G_2 为种子萌发达到高峰时全部发芽的种子数。**发芽指数(GI):** $GI = \sum(G_i / D_i)$,其中, G_i 为各日净发芽数; D_i 为相应的发芽天数。记录每组萌发启动时间、发芽持续时间^[8]。

基金项目 北京市科委项目(D171100007117002)。
作者简介 孙宜(1972—),女,北京人,高级工程师,从事植物引种、筛选、繁育及推广工作。
收稿日期 2020-11-30

1.2.4 生长指标测定。对播种温度为 20 ℃时光处理和暗处理下红柄白鹃梅幼苗生长情况进行跟踪记录,每隔 2 d 用 20 cm 规格直尺测量胚根长和胚轴长^[9]。

1.2.5 数据统计。数据统计分析使用 EXCEL 2005 及 SPSS 18 软件。

2 结果与分析

2.1 种子千粒重 红柄白鹃梅种子呈深棕色,近半圆形,边缘具窄翅。种子长为 (9.53±0.04) mm,宽为 (5.91±0.05) mm,千粒重为 (12.25±0.03) g。

2.2 不同温度和光照处理对红柄白鹃梅种子发芽率的影响 经观察,不同处理下红柄白鹃梅种子萌发启动时间不同,15、20 ℃处理下种子萌发最早,播种第 6 天开始萌发;10~20 ℃处理下第 13 天开始萌发;25 ℃处理种子萌发启动时间最晚,第 67 天才开始萌发。从图 1 可见,不同处理下种子发芽持续时间不同,暗处理下恒温处理的萌发时长短于光处理,其中,25 ℃暗处理的萌发时长较光处理短 11 d,15、20 ℃下暗处理比光处理分别短 1、3 d,而 10~20 ℃下暗处理较光处理长 2 d;不同温度处理下萌发时长相差明显,以 15 ℃下萌发时长最短,25 ℃下最长;光处理下二者相差 70 d,暗处理下相差 60 d。

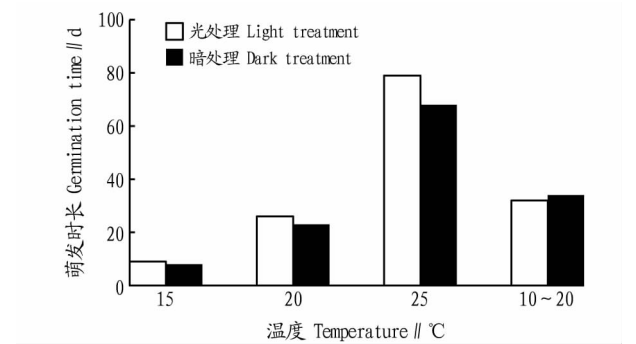


图 1 不同温度处理下红柄白鹃梅种子萌发时长比较
Fig.1 Comparison of seed germination time of *Exochorda giraldii* under different temperature treatments

由表 1 可知,各处理下红柄白鹃梅种子的发芽率均达到

90%以上,25 ℃时,光处理发芽率最低,为 91.11%;15、20 ℃条件下光照处理发芽率均为 100%,25 ℃时发芽率虽然达到 90%以上,但萌发启动时间长达 67 d,萌发时长亦超过 60 d,幼苗污染率明显增加。通过 SPSS 分析表明,温度对红柄白鹃梅种子的发芽率有显著影响 ($P<0.05$),而光照对发芽率影响不显著 ($P>0.05$),光照和温度交互作用对发芽率无显著影响 ($P>0.05$)。

表 1 不同处理下红柄白鹃梅种子发芽率比较
Table 1 Comparison of seed germination rate of *Exochorda giraldii* under different treatments %

温度 Temperature/℃	光处理 Light treatment	暗处理 Dark treatment
15	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
20	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
25	91.11±2.22 b	95.56±4.44 a
10~20	93.33±3.85 ab	95.55±2.22 a

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著
Note:Different lowercase letters in the same column indicated significant difference at 0.05 level

2.3 不同温度和光照处理对红柄白鹃梅种子发芽势的影响 该试验中 15 ℃处理下种子萌发后第 3 天出现发芽高峰,而其他处理均未出现明显发芽高峰,因此该试验的发芽势以每处理开始萌发后第 3 天发芽的种子数量来计算。

由表 2 可知,不同温度处理下红柄白鹃梅种子发芽势差异明显,15 ℃时发芽势最高,达 86.66%,其次是 20、10~20 ℃处理,25 ℃处理的发芽势最低,这表明红柄白鹃梅种子在 15 ℃时出苗最整齐,而在 25 ℃时种子发芽不整齐、生命力弱;不同光照处理下种子发芽势差异不明显,15、25 ℃下光处理的发芽势大于暗处理,10~20 ℃下 2 种光照处理的发芽势无差异,20 ℃下光处理发芽势略低于暗处理。通过 SPSS 分析表明,在控制其中一个变量后,发现温度对红柄白鹃梅发芽势有极显著影响 ($P<0.01$),光照对发芽势影响不显著 ($P>0.05$),不同的温度与光照组合对种子发芽势无附加影响,这说明温度对红柄白鹃梅的发芽势起主导作用。

表 2 不同处理下红柄白鹃梅种子发芽势与发芽指数比较
Table 2 Germination potential and germination index of *Exochorda giraldii* seeds under different treatments

温度 Temperature/℃	光处理 Light treatment		暗处理 Dark treatment	
	发芽势 Germination potential/%	发芽指数 Germination index	发芽势 Germination potential/%	发芽指数 Germination index
15	86.66±6.67 aA	2.03±0.04 aA	73.33±10.18 aA	2.03±0.02 aA
20	13.33±0.00 bB	1.24±0.04 bB	20.00±7.70 bB	1.26±0.05 bB
25	2.22±2.22 bB	0.12±0.01 dD	0.00±0.00 bB	0.12±0.01 dD
10~20	2.22±2.22 bB	0.48±0.01 cC	2.22±2.22 bB	0.50±0.01 cC

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著,不同大写字母表示在 0.01 水平差异显著
Note:Different lowercase letters in the same column indicated significant difference at 0.05 level, different capital letters indicated significant difference at 0.01 level

2.4 不同温度和光照处理对红柄白鹃梅种子发芽指数的影响 由表 2 可知,不同温度处理下红柄白鹃梅发芽指数不同,15 ℃处理下发芽指数最高,为 2.03,其次是 20 和 10~20 ℃,25 ℃处理下最低,仅 0.12,15 ℃处理下的发芽指数是

25 ℃处理下的 16.92 倍。不同温度处理下发芽指数的变化趋势与发芽势相同。通过 SPSS 分析得知,温度对红柄白鹃梅发芽指数具极显著影响 ($P<0.01$),而光照对其影响不显著 ($P>0.05$),温度与光照组合对发芽指数无附加影响。

2.5 不同光照处理对红柄白鹃梅幼苗生长的影响 从图 2、3 可见,不同光处理下胚根和胚轴生长势不同,光处理下胚根生长旺盛,暗处理则促进胚轴的生长。从图 2 可见,光处理下,胚根生长速度快,胚根长大于胚轴长。胚根在初期生长缓慢,第 7 天至第 24 天快速生长,共增长 29.5 mm,后呈缓慢生长趋势;胚轴生长平稳、缓慢,18 d 后几乎不再增长,长度保持在 8.5 mm 左右。试验结束时,胚根长为 (37.5 ± 0.2) mm,是胚轴长的 4.41 倍。

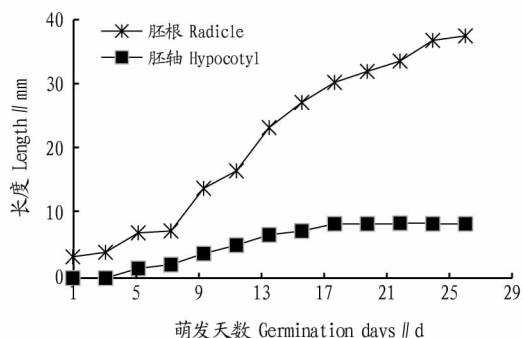


图 2 光处理下红柄白鹃梅胚根长和胚轴长随萌发天数的变化

Fig. 2 Variation of radicle length and hypocotyl length with germination days of *Exochorda giraldii* under light treatment

从图 3 可见,在暗处理下,胚根和胚轴的生长趋势与光处理不同,萌发初期胚根生长量大于胚轴,第 12 天出现拐点,其后胚轴生长加速,生长量明显高于胚根。胚根从萌发开始至第 16 天呈稳定增长趋势,其后趋于平缓,长度保持在 22.5 mm 左右;胚轴生长呈缓慢—快速—缓慢的趋势,即萌发初期生长缓慢,7~18 d 快速生长,18 d 后又趋于平缓。试验结束时,胚轴长为 (46.5 ± 0.1) mm,是胚根长的 2.07 倍。

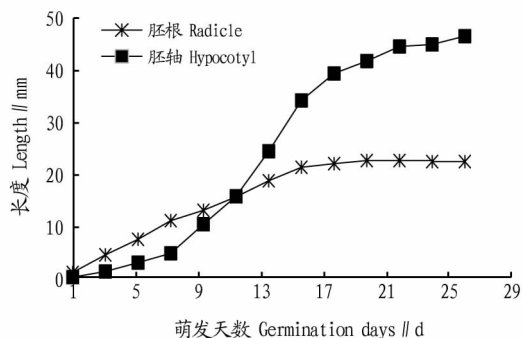


图 3 暗处理下红柄白鹃梅胚根长和胚轴长随萌发天数的变化

Fig. 3 Variation of radicle length and hypocotyl length with germination days of *Exochorda giraldii* under dark treatment

综合分析,红柄白鹃梅幼苗在萌发初期胚根生长占优势,中后期因光照条件不同而呈现不同生长势,即光照培养下胚根长大于胚轴长,黑暗培养下则相反。试验结束时,光处理下胚根长度较暗处理下长 15 mm,胚轴长度则比暗处理下短 38 mm。

3 结论与讨论

(1) 相关研究表明,秦岭野生白鹃梅和河南关山地质公园野生红柄白鹃梅种子千粒重分别为 11.0 和 11.7 g^[5-6],而该试验的红柄白鹃梅种子千粒重为 12.25 g。3 个不同种源

种子千粒重相近,人工栽培下的种子较野生种子略重。

(2) 通过试验研究可知,光照对红柄白鹃梅种子萌发无显著影响,说明光照不是种子萌发的必要条件,这与梭梭^[10]、皱叶醉鱼草^[11]、醉马草^[12]、香薷^[13]种子的情况相同。

(3) 温度是种子萌发的重要条件之一,过高或过低的温度均会影响种子活力,进而造成发芽不齐、出苗不良^[14]。适宜的温度可增强种子内酶活性,利于物质的转化和胚的生长,加速种皮机械变化而促进萌发^[15]。该研究结果表明,温度是影响红柄白鹃梅种子萌发的重要因素,15℃时其萌发启动时间早、发芽持续时间最短,发芽率、发芽势和发芽指数均最高,而高温抑制红柄白鹃梅种子的萌发,表现为发芽率、发芽势和发芽指数较低,萌发启动时间和发芽持续时间过长,幼苗污染率高。由此可以判断,种子最佳播种条件不能只看单一指标,需对各指标进行综合分析。发芽率高、发芽势强,预示田间出苗快、苗壮且整齐;发芽率高、发芽势弱,预示出苗不齐、弱苗多^[16]。15℃为红柄白鹃梅最适发芽温度,这与许桂芳等^[6]的研究结论一致,但与 25℃时种子发芽率为 90%以上的结果不一致。红柄白鹃梅种子在 15℃下萌发启动时间最早,仅需 15 d,20、10~20 和 25℃条件下萌发持续天数分别为 26、36、79 d。在育苗生产中,萌发时间早,持续发芽时间短,可增加幼苗当年的生长量,加强木质化程度,从而缩短出圃时间^[17]。

(4) 该研究结果表明,红柄白鹃梅萌发初期以胚根生长为主,中后期在不同光照条件下胚根和胚轴的生长情况相反。这说明恒温时,光照条件利于胚根优先生长,长度大于胚轴长;黑暗条件下胚轴优先生长,长度大于胚根长,这与孙宜等^[18]和李雪枫等^[19]的研究结果一致。

参考文献

- [1] 中国科学院植物研究所. 中国植物志:第 36 卷[M]. 北京:科学出版社, 1974.
- [2] 赵玉平,魏学智,赵国建. 中国温带野菜加工工艺[M]. 太原:山西科学技术出版社, 2001:1-71.
- [3] 魏学智,刘少华,师学琴,等. 红柄白鹃梅营养成分的分析[J]. 西北植物学报, 2005, 25(8): 1657-1660.
- [4] 张钦弟,毕润成. 山西霍山红柄白鹃梅群落特征的研究[J]. 山西师范大学学报(自然科学版), 2006, 20(4): 80-84.
- [5] 王军涛,高小宁,查振道. 秦岭野生红柄白鹃梅引种栽培[J]. 林业实用技术, 2008(3): 43-44.
- [6] 许桂芳,王鸿升. 红柄白鹃梅资源及应用研究[J]. 种子, 2006, 25(5): 79-80.
- [7] 黄迎,曹哲,罗小燕,等. 光照和温度对猪屎豆属 6 种植物种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 热带农业科学, 2019, 39(11): 26-34.
- [8] 李畅,刘晓青,何丽斯,等. 映山红种子特性观测及萌发试验[J]. 湖南林业科技, 2019, 46(6): 22-28.
- [9] 程彦伟,丁贺,韩建明,等. 天然油菜素内酯对豆类种子发芽和胚根下胚轴伸长的影响[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(9): 140-142.
- [10] 黄振英,张新时, GUTTERMAN Y, 等. 光照、温度和盐分对梭梭种子萌发的影响[J]. 植物生理学报, 2001, 27(3): 275-280.
- [11] 孙卫邦,孔繁才, LAM-WING-HIME M. 光照对皱叶醉鱼草种子萌发的影响[J]. 植物生理学通讯, 2002, 38(6): 557-558.
- [12] 刘雪松. 温度、光照及 PEG 胁迫对不同生态型醉马草种子萌发的影响[J]. 草业科学, 2019, 36(6): 1600-1607.
- [13] 贾民隆,梁峥,宋卓琴,等. 不同培养条件对香薷种子萌发特性的影响[J]. 山西农业科学, 2020, 48(7): 1026-1028, 1032.
- [14] 王俊年,李得禄. 4 种补血草属植物种子发芽对温度的响应[J]. 草业科学, 2012, 29(2): 249-254.

(下转第 129 页)

表2 4种森林植被土壤剖面0~60 cm土壤电导率和盐分含量

Table 2 Soil electrical conductivity and salt content in 0~60 cm soil profile of four forest vegetation

植被类型 Vegetation types	电导率 Electrical conductivity//ms/cm	盐分 Salt content//g/kg
YS	0.228 a	0.602 a
YB	0.187 a	0.481 a
YS-YB	0.213 a	0.558 a
GC	0.260 a	0.678 a

注:同列不同小写字母表示土壤电导率和盐分含量在4种森林植被土壤的差异显著($P<0.05$)

Note: Different small letters in the same column indicated significant differences in soil electrical conductivity and salt content among four forest vegetation soils ($P<0.05$)

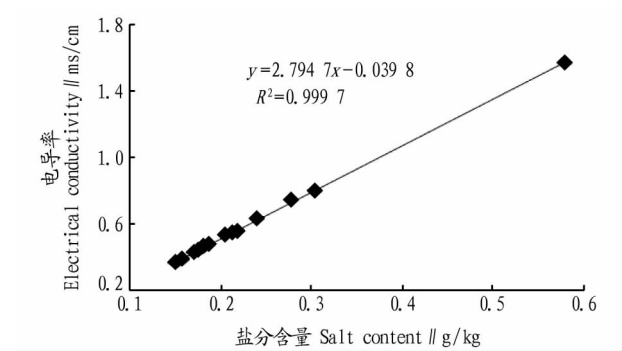


图2 4种森林植被土壤电导率和盐分含量的相关性

Fig. 2 Correlation analysis of soil electrical conductivity and salt content of four forest vegetation

盐分累积现象或者其盐分含量是均质的;青海云杉-祁连圆柏混交林和灌木林土壤剖面40~60 cm土层土壤电导率和盐分含量显著大于其他土层($P<0.05$),这2种森林植被的根系深度为60 cm,表明在垂直方向上盐分向根系底部累积。由此可见,研究区土壤易溶性盐分未发生明显的表层累积现象,即未发生土壤盐渍化,尽管研究区降水稀少、蒸发量大,

但因林地中的植被覆盖特别是地被物的覆被作用阻断了水分强烈的运移,另外研究区的土壤盐分含量低,这与土壤母质及岩石的风化也有很大关系。4种森林植被的土壤盐分含量表明,研究区4种森林植被的土壤盐分不管是不同土层,还是整个剖面深度,其盐分含量均低于 1.0 g/kg ^[9-10],进一步说明研究区土壤未发生盐渍化情况,即盐渍化程度为非盐渍化。该研究还发现,4种森林植被的土壤电导率和盐分含量之间具有明显的线性相关,土壤电导率(y)和盐分含量(x)之间的回归方程为 $y = 2.7947x - 0.0398$ ($R^2 = 0.9997$, $P < 0.01$),该研究结果与多数研究结果一致^[11-12],满足生产实践的要求。

参考文献

[1] 刘广明,杨劲松.土壤含盐量与土壤电导率及水分含量关系的试验研究[J].土壤通报,2001,32(S1):85-87.

[2] 陈皓锐,王少丽,管孝艳,等.基于高光谱数据的土壤电导率估算模型:以河套灌区土壤渠灌域土壤土为例[J].干旱区资源与环境,2014,28(12):172-177.

[3] 姚远,丁建丽,张芳,等.基于高光谱指数和电磁感应技术的区域土壤盐渍化监测模型[J].光谱学与光谱分析,2013,33(6):1658-1664.

[4] JAYAWICKREME D H, SANTONI C S, KIM J H, et al. Changes in hydrology and salinity accompanying a century of agricultural conversion in Argentina[J]. Ecological applications, 2011, 21(7): 2367-2379.

[5] 贡璐,冉启洋,张雪妮,等.塔里木河上游绿洲土壤表层盐分特征及其影响因子分析[J].环境科学研究,2013,26(6):631-636.

[6] 贾文雄.祁连山气候的空间差异与地理位置和地形的关系[J].干旱区研究,2010,27(4):607-615.

[7] 石晓萍,石澎雨,侯玉梅,等.张掖市肃南县祁丰林区森林土壤铁剖面变化特征[J].林业科技通讯,2019(3):29-31.

[8] 张万儒,杨光澄,屠星南.中华人民共和国林业行业标准—森林土壤分析方法[M].北京:中国林业出版社,1999.

[9] 孔晓乐.沿黄灌区温室土壤盐渍化特征及其评价[D].兰州:兰州大学,2014.

[10] 王遵亲,祝寿泉,俞仁培,等.中国盐渍土[M].北京:科学出版社,1993.

[11] 陈闻,吴海平,王晶,等.舟山海岛地区土壤盐分与电导率的关系[J].浙江农业科学,2016,57(9):1555-1557.

[12] 张瑜斌,邓爱英,庄铁诚,等.潮间带土壤盐度与电导率的关系[J].生态环境,2003,12(2):164-165.

[13] 赖江山,李庆梅,谢宗强.濒危植物秦岭冷杉种子萌发特性的研究[J].植物生态学报,2003,27(5):661-666.

[14] 孙宜,孙猛.华北香薷种子萌发试验[J].种子,2018,37(4):74-77.

[15] 李雪枫,周高羽,王坚.温度、光照和水分对飞扬草种子萌发和幼苗生长的影响[J].草业科学,2017,34(7):1452-1458.

(上接第118页)

[15] 贾风勤.不同温度条件对3种车前属植物种子萌发的影响[J].种子,2020,39(3):100-104.

[16] 刘世鹏,叶飞,曹娟云,等.水分胁迫对红小豆和绿豆发芽的影响[J].北方园艺,2011(15):38-41.