

# 沙埋和水分对砂生槐种子萌发和幼苗生长的影响

魏巍,白玛嘎翁,周娟娟,次仁多布杰,嘎玛顿珠

(省部共建青稞和牦牛种质资源与遗传改良国家重点实验室/西藏自治区农牧科学院草业科学研究所,拉萨 西藏 850000)

**摘要:**沙埋影响沙生植物种子萌发和幼苗定植。以砂生槐为研究对象,通过调控沙埋(0、1、2、3和4 cm)深度,对比分析不同水分处理(2.5%、5%、10%、15%、20%和25%)砂生槐种子的萌发特性和幼苗生长状况。结果显示:沙埋深度和水分处理影响砂生槐种子的萌发率和幼苗生长。未覆沙处理种子萌发率最高,随着沙埋深度增加,种子萌发率下降。沙埋处理增加了幼苗长度、幼苗根长和幼苗存活率。不覆沙、沙埋深度1 cm和沙埋深度2 cm时,10%水分条件种子萌发率达到峰值,分别为100%、88%和73.33%;沙埋深度3 cm和沙埋深度4 cm时,20%水分处理萌发率显著高于其他水分处理,其幼苗长和根长显著高于2.5%和25%水分处理;沙埋深度2 cm和沙埋深度3 cm时,不同水分处理的幼苗存活率均在70%以上。因此,砂生槐种子萌发和幼苗生长受沙埋深度和水分影响较大,在沙埋深度为2~3 cm的浅层、10%~20%的水分条件下萌发特性和根系定植较佳。

**关键词:**砂生槐;沙埋深度;种子萌发;幼苗生长

中图分类号:Q949.751.9

文献标识码:A

## Effects of Sand Burial and Moisture on Seed Germination and Seedling Growth of *Sophora moorcroftiana*

WEI Wei, Baimagaweng, ZHOU Juanjuan, Cirenduobuji, Gamadunzhu

(State Key Laboratory of Highland Barley and Yak Germplasm Resources and Genetic Improvement/Institute of Pratacultural Science, Xizang Academy of Agriculture and Animal Husbandry Science, Lhasa Xizang 850000, China)

**Abstract:** Sand burial affects seed germination and seedling establishment of psammophytes. In this study, the seed germination characteristics and seedling growth of wild *Sophora moorcroftiana* under different moisture conditions (2.5%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% and 30%) were comparatively analyzed by adjusting the sand burial depth (0 cm, 1 cm, 2 cm, 3 cm and 4 cm). The results showed that the seed germination rate and seedling growth were significantly affected by sand burial depth and moisture content. The seed germination rate decreased with the increase of sand burial depth, and the highest seed germination rate was observed in the uncoated sand treatment. Sand buried treatment increased seedling length, root length and seedling survival rate. Under conditions of 0 cm, 1 cm, 2 cm sand burial depth, seed germination rate reached the peak at 10% moisture condition, with 100%, 88% and 73.33%, respectively. At 3 cm and 4 cm burial depth, the germination rate under 20% moisture condition was significantly higher than other water, and seedling length and root length were significantly higher than those of 2.5% and 25% moisture conditions. At 0 cm and 1 cm sand burial depth, the seedlings survival rate of 25% moisture was the lowest, and at 2 cm and 3 cm depth of sand burial, the survival rate of seedlings in all treatments was above 70%. Therefore, the seed germination and seedling growth of *S. alopecuroides* were greatly affected by sand burial depth and soil moisture, sand burial depth of 2 cm and 3 cm was appropriate, and germination characteristics and root establishment of *S. alopecuroides* were better in the 10–20% moisture condition.

**Key words:** *Sophora moorcroftiana*; sand burial depth; seed germination; seedling growth

砂生槐(*Sophora moorcroftiana*)是西藏特有种,又名“西藏狼牙刺”“刺柴”“金雀花”等,藏

语名“吉瓦”,为豆科(Fabaceae)苦参属(*Sophora*)多年生落叶小灌木<sup>[1-2]</sup>,主要分布在西藏海拔

收稿日期:2025-05-12

基金项目:西藏自治区重点研发计划项目(XZ202201ZY0014N)。

作者简介:魏巍(1986—),男,副研究员,主要从事高寒草地资源开发与利用研究,E-mail:weiweicc01@126.com。

通信作者:周娟娟(1987—),女,副研究员,主要从事牧草资源与育种研究,E-mail:zhoujjcaoye@126.com。

2 800~4 400 m 的“一江两河”流域,包括日喀则、山南、林芝等地区,多生长在石质山坡、河漫滩、冲积形成的沙地及流动沙丘等区域。因其有耐旱、耐贫瘠、抗风沙等特性,是重要的防风固沙植物<sup>[3]</sup>,也在药用成分和蛋白饲料等方面具有潜在的应用价值<sup>[4-6]</sup>。砂生槐种群自身更新缓慢,受全球气候变化、人口增长压力以及不合理的樵采利用,导致灌丛面积缩小并呈现出不同程度的退化趋势<sup>[3]</sup>,引发了土壤沙化等一系列生态问题<sup>[7]</sup>。因此,开展砂生槐资源开发利用研究尤为重要。

沙埋对沙地生态系统的植被繁育具有重要作用<sup>[8]</sup>。适宜的沙埋深度范围,通过增加土壤含水量降低土壤温度,进而促进种子萌发和幼苗生长;但沙埋过深又会减少光照,降低土壤透气性,从而抑制种子萌发和幼苗出土<sup>[9]</sup>。此外,沙埋深度还会影响幼苗存活率及植株地上、地下资源分配<sup>[10]</sup>。砂生槐种子虽然可大量结实,但生境内萌发比例却相对较低。当前,关于砂生槐种子萌发的研究多基于种源、破除萌发方法、发芽适宜温度等展开<sup>[11-13]</sup>,但沙埋和水分的协同作用对砂生槐种子萌发的影响研究不足。因此,本文以采集自拉萨市曲水县的种质材料为研究对象,比较分析不同水分和不同沙埋深度条件下砂生槐种子萌发和幼苗生长状况,以期探索砂生槐沙埋情况下较适宜的萌发水分和出土条件,为西藏沙化土地的植被恢复和重建提供种质。

## 1 材料与方 法

### 1.1 种子来源

2023年7—9月在西藏拉萨市曲水县达嘎镇其奴村草业研究所试验基地(29°30'N,90°63'E)附近,选择生长良好,无病虫害的砂生槐植株,采集达到生理成熟的种子带回实验室后风干、脱粒、去除杂质,自然条件下储藏备用。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 种子处理

选取大小一致、均匀饱满的砂生槐种子作为供试材料。用镊子破皮(保证胚完整)后于室温下用1%高锰酸钾消毒2 h,自来水冲洗5次,再用蒸馏水冲洗3次,晾干备用,种籽千粒质量为36.7~40.2 g。

#### 1.2.2 试验设计

采用裂区试验设计,主区为沙埋深度,副区

为水分。试验设置5个沙埋深度,依次为0、1、2、3和4 cm,记为D1、D2、D3、D4和D5。每个沙埋深度设6个水分梯度,分别为2.5%、5%、10%、15%、20%和25%。每个水分梯度准备长20 cm、宽15 cm、深10 cm底部有孔的长方形透明容器,容器底部铺双层滤纸,以防止沙子漏出并保持通气良好。容器底部距其外壁8 cm处画一条线,统一装入高温消毒的细沙至划线处并称取细沙质量。以此线为基准沿外壁向上分别划定5个沙埋深度。每个容器选取25粒种子均匀播于细沙表面,之后覆盖沙子至预先标定的深度并称取细沙质量。每个处理(同一沙埋深度)设4个重复。按照两次称取细沙质量之和计算水分添加量,之后每天观察幼苗动态并称质量补充散失的水分,记录萌发数(以胚芽露出为标准,突出沙面即为萌发<sup>[14]</sup>)。在室温下萌发,30 d后试验结束。

#### 1.2.3 测定项目和方法

发芽高峰期的萌发率为发芽势,发芽结束统计萌发率。从每个容器中随机选取5株幼苗,用滤纸吸干水分后测量其幼苗长和根长,取平均值。计算公式为:

$$GT = PG / TS \times 100\%$$

$$GR = GS / TS \times 100\%$$

GT代表发芽势;PG代表发芽高峰期发芽种子数;TS代表供试种子数,GR代表萌发率;GS代表萌发种子数。

### 1.3 数据处理

试验数据采用SPSS统计软件进行单因素方差分析(One-way ANOVA),并用Duncan法进行多重比较,分析不同处理间的差异。

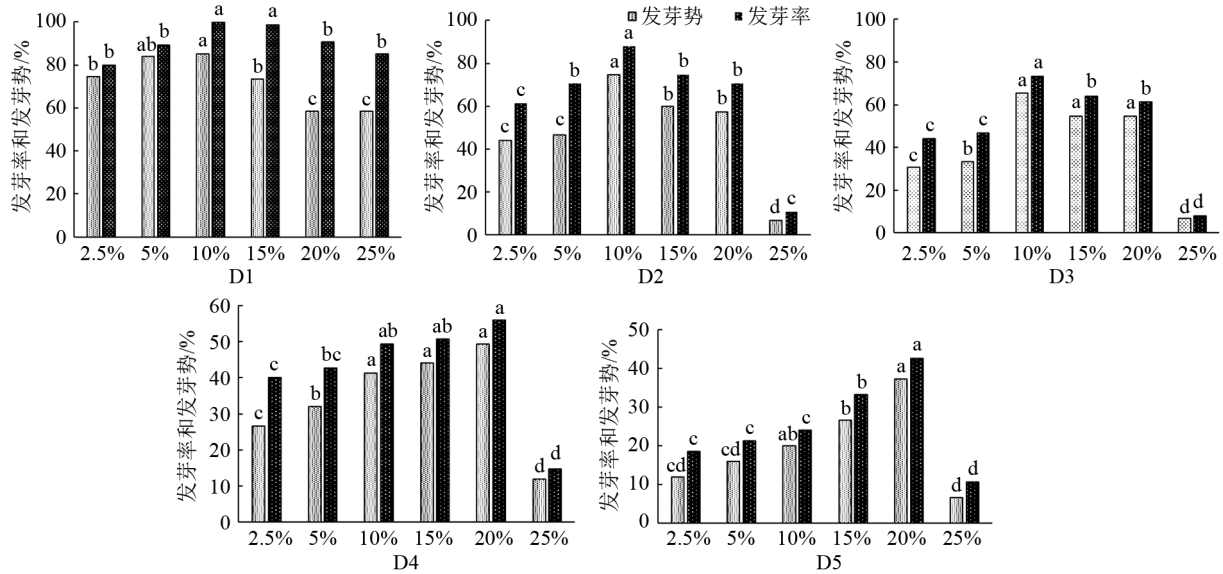
## 2 结果与分析

### 2.1 沙埋深度和水分对砂生槐种子萌发的影响

由图1可知,沙埋深度影响砂生槐种子的萌发。随着沙埋深度增加,砂生槐种子的萌发率呈下降趋势。不覆沙处理种子的萌发率最高,不同水分处理萌发率均在80%以上。沙埋深度4 cm,种子发芽势和萌发率分别降至6.67%~37.33%和10.67%~42.67%。不同水分处理对砂生槐种子萌发的影响不尽相同,随土壤水分含量增加,萌发率和发芽呈现出先增加后降低的趋势。不覆沙、沙埋深度1 cm和沙埋深度2 cm时

砂生槐种子的萌发率均在10%水分条件达到峰值,其值分别为100%、88%和73.33%;沙埋深度1 cm和2 cm时,10%水分处理均显著高于2.5%和5.0%水分处理( $p < 0.05$ )。沙埋深度3 cm和

4 cm时,种子萌发率峰值均在20%的水分处理;在沙埋深度4 cm时,20%水分处理的种子萌发率显著高于其他水分处理( $p < 0.05$ )。发芽势变化趋势与发芽率一致。



不同小写字母表示在  $p < 0.05$  水平差异具有统计学意义。下同。

图1 沙埋深度和水分对砂生槐种子萌发率的影响

## 2.2 沙埋深度和水分对砂生槐幼苗生长的影响

沙埋深度影响砂生槐幼苗的生长(图2)。没有覆沙时,幼苗长度为0.47~2.03 cm;覆沙后,随着沙埋深度增加幼苗长度逐步上升,沙埋3 cm时达到峰值2.87~4.97 cm;沙埋深度4 cm时幼苗度有所下降。同一沙埋深度,不同水分处理砂

生槐的幼苗长度呈现出先增加后降低的变化趋势。不覆沙和覆沙2 cm时,10%的水分处理其幼苗长度最长;覆沙1 cm时,15%的水分处理其幼苗长度最长;覆沙3 cm和4 cm时,20%的水分处理其幼苗长度最长。

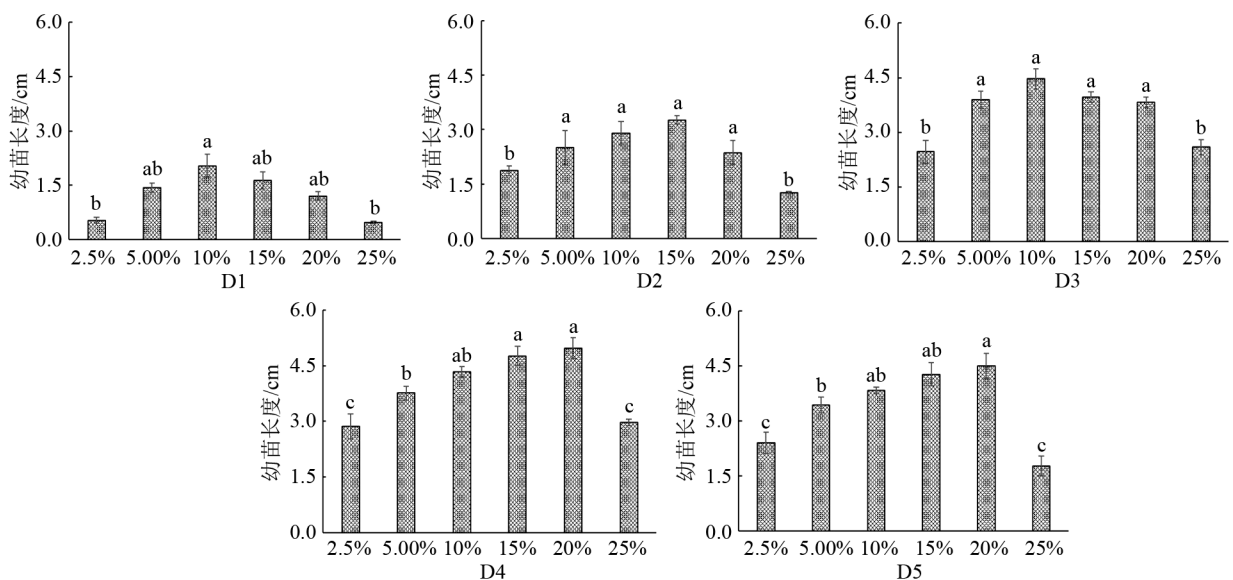


图2 沙埋深度和水分对砂生槐幼苗长度的影响

沙埋深度影响砂生槐幼苗根长(图3)。无覆沙时,幼苗根长为0.97~2.83 cm;覆沙后,随着沙埋深度增加,幼苗根长呈现出先增加后降低的趋势,沙埋3 cm时达到峰值,为5.83~8.13 cm;

沙埋深度4 cm时幼苗根长有所下降。同一沙埋深度,不同水分处理砂生槐幼苗根长不同。不覆沙和沙埋深度1 cm时,10%水分处理的幼苗根长较长,分别为2.83 cm和4.93 cm,显著高于

2.5%、5%和25%水分处理( $p < 0.05$ )。沙埋深度2 cm时,15%水分条件幼苗根长最长,为6.77 cm;沙埋深度3 cm和沙埋深度4 cm时,20%水分处理

幼苗的根长最长,达到8.13和7.07 cm,显著高于2.5%、5%和25%水分处理( $p < 0.05$ )。

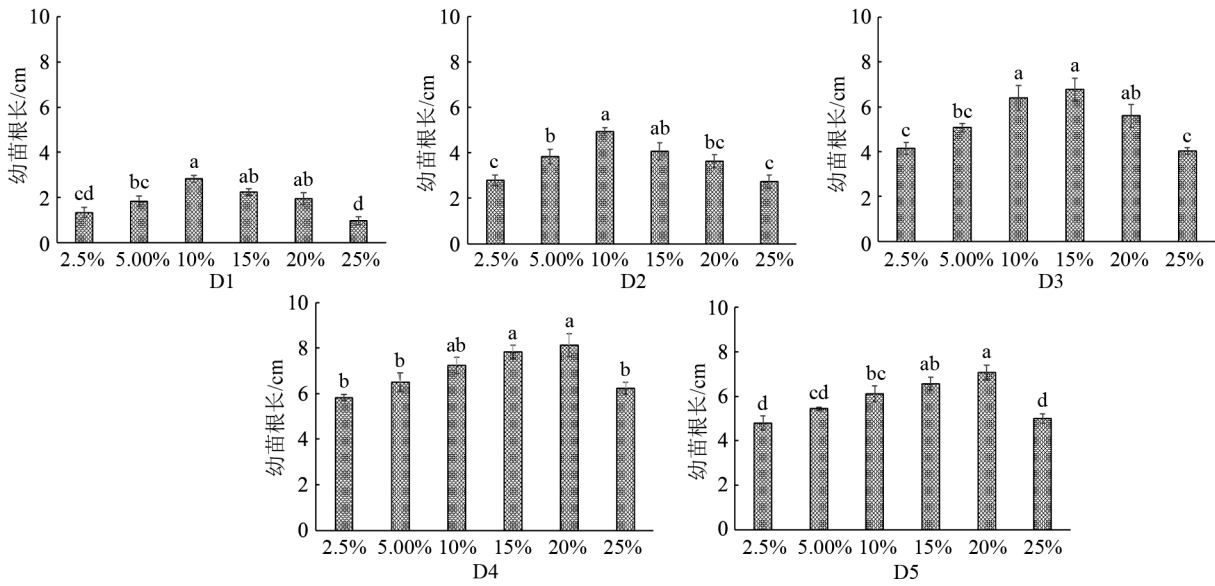


图3 沙埋深度和水分对砂生槐幼苗根长的影响

### 2.3 沙埋深度和水分对砂生槐幼苗成活率的影响

覆沙可提高砂生槐幼苗的成活率(图4)。随着沙埋深度增加,幼苗成活率整体呈逐渐上升趋势;从沙埋深度0 cm的35.96%~74.67%增加至沙埋深度4 cm的65.00%~100.00%。相同沙埋深度不同水分幼苗成活率无明显变化规律。不覆沙和沙埋深度1 cm时,25%水分处理的成活率最低;沙埋深度2 cm和沙埋深度3 cm时,25%水分处理的成活率较高,分别为88.89%和100.00%;沙埋深度4 cm时,除了2.5%水分条件外,其余水分处理成活率均在80%以上。

### 2.4 沙埋深度和水分对砂生槐种子萌发和幼苗生长的交互作用

由表1方差分析可知,沙埋深度(D)和水分(W)显著影响砂生槐种子的萌发率(发芽势、发

芽率)和幼苗生长(幼苗长度、根长和幼苗存活率)( $p < 0.05$ ),对萌发率、幼苗长度和幼苗存活率的影响存在交互作用( $p < 0.05$ )。

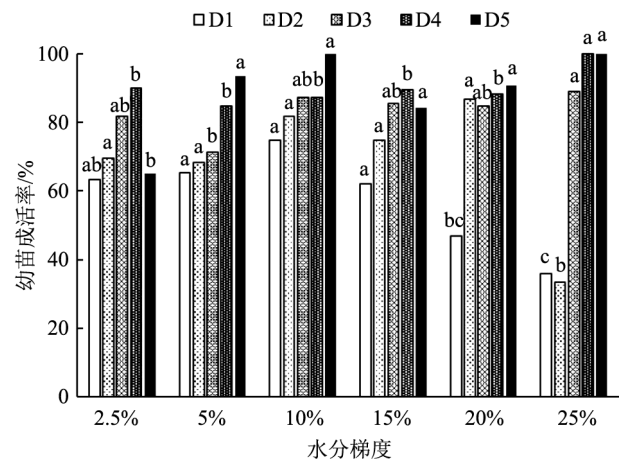


图4 沙埋深度和水分对砂生槐幼苗成活率的影响

表1 沙埋深度和水分及其交互作用

	发芽势	发芽率	幼苗长度	根长	幼苗存活率
沙埋深度 D	206.43*	697.18*	118.34*	216.51*	43.17*
水分 W	97.55*	440.38*	47.03*	28.75*	5.07*
沙埋深度×水分(D×W)	9.65*	545.13*	2.27*	2.11	6.22*

注:\*表示  $p < 0.05$  水平差异具有统计学意义。

## 3 讨论与结论

种子萌发是植物生长的初始阶段,其生长状况可表征植物的抗逆性。砂生槐广泛分布于西藏干旱、半干旱的沙化和荒漠地区,降水稀少且

蒸发量较大、风沙大、水分胁迫、风沙掩埋等均影响植物的生长发育。因此,水分是干旱或半干旱地区限制植物种子萌发及幼苗生长的重要因素<sup>[15]</sup>。水分亏缺会阻碍种子储藏物质水解和受损细胞器修复,减缓种子内的生理代谢活动,难

以形成新细胞,限制种子萌发<sup>[16]</sup>。在本试验中,随着沙埋土壤含水量上升,砂生槐种子的发芽势、萌发率、幼苗长度、幼苗根长先增加,达到适宜水分条件后萌发率又下降,幼苗长度和幼苗根长也受到抑制,与刘成凤等<sup>[17]</sup>的研究结果一致;种子萌发适宜的水分条件为10%~20%,该水分条件能够提高种子内活性氧物质、抗氧化物质和保护酶等的含量,进而保障种子的生理功能,保护其完成萌发和生长<sup>[18]</sup>。

砂生槐多生长于沙地、荒漠土地上。种子成熟后一部分被昆虫、鸟类采食,一部分因外界环境作用落入沙土中,随沙子运动被埋入不同的深度。适当的沙埋深度砂生槐种子吸收水分较多,有利于种子发芽和生长<sup>[19]</sup>。在0~4 cm沙埋深度下,砂生槐种子均能萌发;沙埋深度增加至4 cm后,种子萌发率降低。造成这一结果的原因可能是砂生槐种子自身携带霉菌,当萌发延迟时易被病菌侵染;也可能是深度沙埋环境中光照减弱,沙子的透气性下降,影响幼苗破土<sup>[20]</sup>。在10%~20%水分处理下,沙埋深度1~3 cm时砂生槐幼苗长度、幼苗根长和植株存活率均显著高于不覆沙处理。可见,一定深度的沙埋可以刺激砂生槐幼苗生长。在10%~20%水分条件下,沙埋深度1~3 cm时幼苗长度为2.37~4.97 cm,根长为3.63~8.13 cm,根长大于幼苗长度,说明沙埋影响了幼苗地上和地下部分的分配,促使幼苗根系伸长,以便其能更好地扎根定植。沙埋深度4 cm时,提高了幼苗存活率,但幼苗长度和幼苗根长显著下降,幼苗生长受限。砂生槐生长环境恶劣,风沙击打、磨蚀及沙埋会降低部分植物的发芽率和出苗效果<sup>[21-22]</sup>。本文通过试验研究,得出沙埋深度2~3 cm、土壤含水量10%~20%条件下砂生槐萌发特性和根系定植较佳,可作为砂生槐育苗生长的立地条件。

#### 参考文献:

[1] 韦直.中国植物志(第四十卷)[M].北京:科学出版社,1994.  
 [2] 王国严,方江平,许新勇,等.雅鲁藏布江中游干旱沙地砂生槐种群结构与格局分析[J].中国沙漠,2010,30(5):1092-1098.  
 [3] 宁小斌,张晓晨,史伟.西藏砂生槐种群资源现状调查及发展探讨[J].中南林业调查规划,2022,41(3):50-54.  
 [4] 赵文智,刘志民.西藏特有灌木砂生槐繁殖生长对海拔和沙埋的响应[J].生态学报,2002,22(1):134-138.

[5] 沈渭寿,李海东,林乃峰,等.雅鲁藏布江高寒河谷流动沙地适生植物种筛选和恢复效果[J].生态学报,2012,32(17):5609-5618.  
 [6] 林玲,王军辉,罗建,等.砂生槐天然群体种实性状的表型多样性[J].林业科学,2014,50(4):137-143.  
 [7] 郭其强,方江平,边多,等.不同干扰形式对砂生槐群落结构特征的影响[J].西北植物学报,2009,29(8):1670-1677.  
 [8] 郑明清,郑元润,姜联合.毛乌素沙地4种沙生植物种子萌发及出苗对沙埋及单次供水的响应[J].生态学报,2006,26(8):2474-2484.  
 [9] VLEESEHOUWERS L M. Modeling the Effect of Temperature, Soil Penetration Resistance, Burial Depth and Seed Weight on Pre-Emergence Growth of Weeds[J]. Annals of Botany, 1997, 79(5):553-563.  
 [10] 朱雅娟,董鸣,黄振英.沙埋和种子大小对固沙禾草沙鞭的种子萌发与幼苗出土的影响[J].植物生态学报,2005,29(5):730-739.  
 [11] 林玲,叶彦辉,罗建,等.青藏高原特有种砂生槐不同种源地种子萌发特征研究[J].林业科学研究,2014,27(4):508-513.  
 [12] 赵文智,刘志民.西藏特有灌木砂生槐繁殖生长对海拔和沙埋的响应[J].生态学报,2002,22(1):134-138.  
 [13] 王文娟,贺达汉,唐小琴,等.不同温度和沙埋深度对砂生槐种子萌发及幼苗生长的影响[J].中国沙漠,2011,32(6):1437-1442.  
 [14] 王方琳,柴成武,尉秋实,纪永福等.沙埋和种子大小对沙蒿种子萌发及幼苗生长的影响[J].西北林学院学报,2020,35(6):129-134.  
 [15] 吴海英.水分对藜草种子萌发、幼苗生长的影响[D].南昌:江西师范大学,2018.  
 [16] 史超逸,王丹雨,赵京东,等.沙埋、干旱及盐碱胁迫对苦豆子种子萌发的影响[J].陆地生态系统与保护学报,2023,3(3):68-76.  
 [17] 刘成凤,曾加芹,王梦妍.水分胁迫对锦鸡儿和砂生槐种子萌发及幼苗生长的影响[J].湖北农业科学,2021,60(15):85-89.  
 [18] 龙建廷,王充薇,高国荣,等.干旱胁迫及SA、GA浸种对砂培西藏野生垂穗披碱草种子萌发的影响[J].种子,2023,42(2):108-115.  
 [19] 唐卫东,魏林源,马全林,等.不同因素对沙蓬种子萌发和出苗的影响[J].西北林学院学报,2017,32(3):156-161.  
 [20] 王方琳,柴成武,尉秋实,等.沙埋和种子大小对沙蒿种子萌发及幼苗生长的影响[J].西北林学院学报,2020,35(6):129-134.  
 [21] 刘国军,张希明,李建贵,等.供水量及沙埋厚度对两种梭梭出苗的影响[J].中国沙漠,2010,30(5):1085-1091.  
 [22] ANTEN N P R, ALCALÁ-HERRERA R, SCHIVIEV-ING F, et al. Wind and Mechanical Stimuli Differentially Affect Leaf Traits in Plantago Major[J]. New Phytologist, 2010, 188(2):554-564.