

# 沙埋对红砂幼苗出土和生长的影响

李秋艳<sup>1</sup>, 方海燕<sup>2</sup>

(1. 中国科学院烟台海岸带可持续发展研究所, 山东烟台 264003;  
2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

**摘要:** 研究了沙埋深度对荒漠植物红砂幼苗出土和生长的影响。进行了 0, 1, 2, 3 和 5 cm 共 5 个深度处理, 每个处理 5 个重复。结果表明, 出苗率与沙埋深度呈显著负相关, 且集中在 0—2 cm 的沙埋深度, 3 cm 沙埋深度只有 1 苗出土, 5 cm 沙埋深度没有出苗; 随着沙埋深度增加, 第一次出苗所需天数增加; 幼苗生长高度受沙埋深度和生长时间的影响显著, 相对高度生长率随沙埋深度增大而增大, 幼苗高度随沙埋深度增加而降低, 但生长一定阶段后, 随着沙埋深度的增大, 幼苗高度也增大; 生物量并不随沙埋深度变化而变化, 但生物量分配却随沙埋深度增大而更多地分配给地下部分, 这种变化可将有限的种子能量传给地下茎, 进而促进出苗。红砂幼苗出土和生长的最佳沙埋深度约为 1 cm。

**关键词:** 沙埋; 出苗; 生长高度; 生物量分配; 红砂

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2008) 01—0030—04

中图分类号: S723.1<sup>+</sup>.32.5

## Effects of Sand Burial Depth on Seedling Emergence and Growth of *Reaumuria Soongorica*

LI Qiu-yan<sup>1</sup>, FANG Hai-yan<sup>2</sup>

(1. Yantai Institute of Coastal Zone Research for Sustainable Development, Chinese Academy of Sciences, Yantai, Shandong 264003, China; 2. Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

**Abstract:** The controlled experiment was conducted to test the effects of sand burial depth on seedling emergence and growth of *Reaumuria Soongorica*, investigate the optimal range of burial depth to maximize the seedling emergence and subsequent seedling growth, and assess seedling biomass allocation at different sand burial depths. In the burial experiment, emergence percentage had a significantly negative correlation with the sand burial depth and high seedling emergence concentrated in 0–2 cm layer. The number of days from sowing seeds to seedling emergence was significantly affected by sand burial depth, which increased with increasing depth. Seedlings height was significantly affected by both sand burial depth and growth time and the relative height growth rate increased with increasing depth. Therefore, seedling height decreased with increasing sand burial depth at the prophase and it increased with increasing sand burial depth at the anaphase. Seedling biomass was not significantly affected by sand burial depth, and however, more biomass was allocated to underground with increasing sand burial depth. Such morphological changes would amortize the limited seed reserve to facilitate emergence. The optimal burial depth for *Reaumuria Soongorica* was in the range of a shallow burial depth of 0–2 cm, approximately 1 cm.

**Keywords:** sand burial; seedling emergence; seedling growth; biomass allocation; *Reaumuria Soongorica*

沙埋和风蚀是干旱区植物分布的 2 个重要的选择压力, 是影响种子萌发、幼苗出土和存活的关键因子<sup>[1]</sup>。种子、幼苗甚至成苗通常存在于不同深度的沙

埋中。种子被埋深度直接影响到幼苗的出土。一般来说, 浅层的沙埋可以提高种子萌发、幼苗出土及存活的能力。合适的沙埋深度可以使种子处于合适的

收稿日期: 2007-07-27

修回日期: 2007-10-25

资助项目: 中国科学院烟台海岸带可持续发展研究所前沿领域项目(065007); 中国科学院地理科学与资源研究所创新三期领域前沿课题(066U0104SZ)

作者简介: 李秋艳(1978—), 女(汉族), 山东省金乡县, 博士, 助理研究员, 主要从事植物生态学和生态修复研究。E-mail: qyli@yic.ac.cn.

环境中,防止了干旱、寒冷或其它因素的干扰。但是,若沙埋深度过大,因为缺乏氧气、光和适宜的温度,又会阻碍出苗和生长。所以对每种沙生植物来说,出苗和生长需要一个最佳沙埋深度。

沙埋深度下的幼苗出土和生长能力可能受到它们的形态和生物量分配的控制<sup>[2]</sup>。对沙地草本植物的研究发现,幼苗对沙埋的适应性归功于第一个节的长度。而对于荒漠灌木或半灌木,沙埋深度下的种子如何把储存的能量分配给植物的各部分还不清楚。

红砂是我国荒漠地区分布最广的旱生植被类型之一<sup>[3-4]</sup>,具有较强的集沙能力。植株低矮,分布稀疏,生境为山地丘陵、剥蚀残丘、山麓淤积平原、山前砂砾质和砾质洪积扇等。目前,人们对红砂的萌发<sup>[5]</sup>、种群繁殖特性<sup>[6]</sup>、种群遗传结构<sup>[7]</sup>、生态位<sup>[8]</sup>、生境等方面已有大量研究<sup>[9]</sup>,但有关沙埋对红砂幼苗出土和生长的影响研究还较少。

本文研究了沙埋深度对红砂幼苗出土和生长的影响,探讨了红砂出苗和生长的最佳沙埋深度,以及沙埋深度下的生物量分配情况。

## 1 研究区概况与研究方法

### 1.1 研究区概况

实验在中国生态系统研究网络甘肃省临泽县陆河流域研究站进行,地理坐标为 100°07' E, 39°21' N,地处黑河流域中游,巴丹吉林沙漠边缘。研究区属温带大陆性荒漠气候,气候干燥,降水少而集中,年平均降水量 119.1 mm;蒸发量大,年蒸发量 2 337.6 mm。光照充足,热量丰富,日照长,辐射强,昼夜温差大。全年日照时间 3 053.9 h,年总辐射量 146.2 × 4.16 kJ/cm<sup>2</sup>;年平均气温 7.7℃,≥0℃活动积温 3 544.6℃,≥10℃活动积温 3 092.4℃,无霜期 152 d。风大沙多,风沙活动强烈,年平均风速 3.2 m/s,大风日数(≥17 m/s 的日数) 15 d。土壤以灰棕漠土和风沙土为主,其中灰棕漠土为地带性土壤。天然植被主要有红砂(*Reaumuria soongorica*)、泡泡刺(*Nitraria sphaerocarpa*)、花棒(*Hedysarum scoparium*)、白刺(*Sophora viciifolia*)和沙拐枣(*Calligonum junceum*)等灌木、半灌木和碱蓬(*Suaeda glauca*)、沙米(*Agriophyllum squarrosum*)、雾冰黎(*Bassia dasphylla*)、白茎盐生草(*Halogeton arachnoides*)等一年生草本植物。

### 1.2 研究方法

在 25℃ 恒温清水中对红砂种子浸泡 5 h。花盆内装有在 105℃ 条件下烘干 24 h 的沙土。用尼龙网铺在带有排水孔的花盆底部,既可通气又可阻止沙土

漏出。将种子均匀撒在花盆中(距边缘 1 cm 处不撒种子),设 0, 1, 2, 3, 5 cm 这 5 个处理,每个处理 5 个重复,每个花盆内种植 25 粒种子。将沙子填入花盆中,并记录一标记,并湿润表面。然后将种子放在沙子表面,继续填入沙子直到较高的标记。在种植 0 cm 表层的种子时,尽量使重心之下部分位于沙土中,重心之上部分露出沙子表面。每天用自来水浇水。幼苗出土前,尽量使土壤表面潮湿,观测萌发、出苗。出苗后,根据当地多年平均降水量情况,尽量使得浇水期间土壤表面保持干燥。温室内白天温度保持在 25℃ 以上,夜间温度保持在 15℃ 左右。

每天记录幼苗数量,共 45 d;每 5 d 记录一次幼苗高度,共 11 次。实验终止时,测量了所有幼苗的高度,并沿表面剪下地上部分。小心收集尽量多的根,并用水冲洗干净。每部分在 60℃ 烘干 48 h,测量干重。

## 2 实验结果

### 2.1 幼苗出土情况

2.1.1 出苗率 随着沙埋深度的增加,出苗率显著下降,且只出现在 0—3 cm 的沙埋深度,最高出苗率出现在 0 cm 的表层;但实验中发现 3 cm 深度只有 1 株红砂幼苗出土,且只生长了 4 d,就死亡了。这说明红砂种子只能浅埋,3 cm 沙埋深度已是出苗、存活的极限(图 1)。

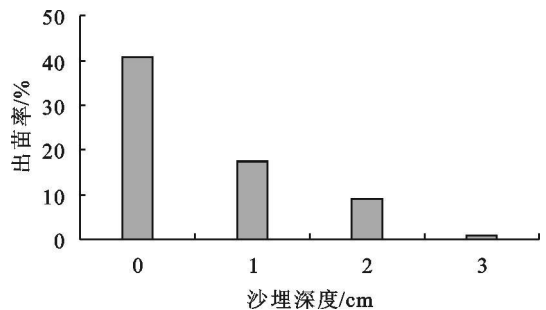


图 1 不同沙埋深度下红砂出苗百分率

平均出苗率( $y$ )与沙埋深度( $x$ )存在显著的负相关,回归方程为  $y = -12.88x + 36.32$  ( $r^2 = 0.925$ ,  $F = 24.757$ ,  $P = 0.038$ )。

2.1.2 第一次出苗所需天数 第一次出苗所需天数反映了种子出苗的速度。因为 3 cm 深度只有一苗,且死亡,所以没有考虑 3 cm 沙埋深度的出苗。第一次出苗所需天数受沙埋深度显著影响( $F = 25.56$ ,  $P = 0.007$ ), 0 cm 表层的幼苗出土最早(图 2)。

### 2.2 幼苗生长情况

2.2.1 平均高度 除 0 cm 表层外,幼苗平均高度受沙埋深度的显著影响( $F = 19.28$ ,  $d_f = 1$ ,  $P = 0.048$ )。但实验中发现幼苗最大高度出现在 2 cm 深度,最小高度

出现在 1 cm 深度。这可能与不同沙埋深度下红砂幼苗的生长特点和观测的时间长短有关(图 3)。

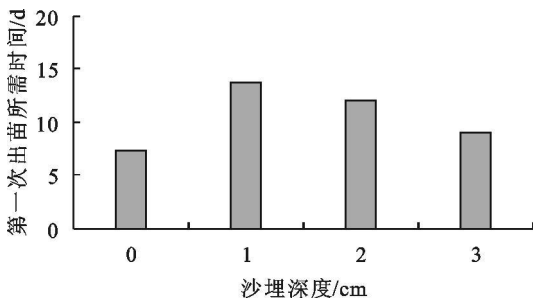


图 2 不同沙埋深度下红砂第一次出苗所需天数

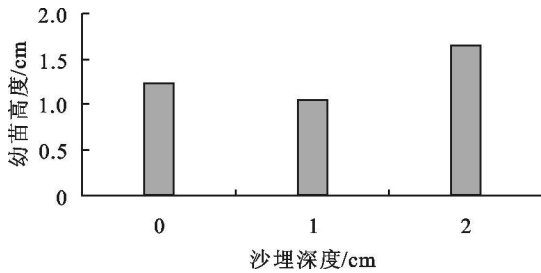


图 3 不同沙埋深度下红砂幼苗高度

2.2.2 高度变化 幼苗生长高度受沙埋深度和生长时间的影响显著 ( $F = 4.75, d_f = 2, P = 0.02$ ;  $F = 7.58, d_f = 10, P = 0.001$ )。在 29 d 前,随着沙埋深度的增加,幼苗的高度却降低,2 cm 深度的高度最小;但 29 d 后,2 cm 沙埋深度的幼苗快速生长,并且超过 0 cm 和 1 cm 的幼苗高度(图 4)。

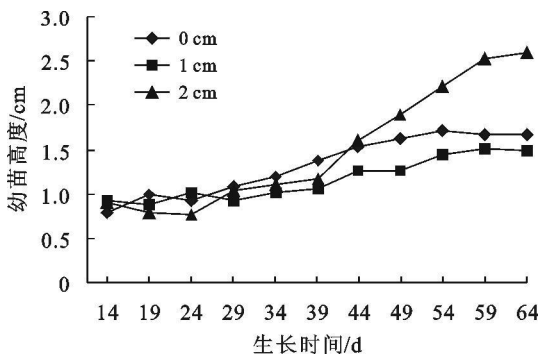


图 4 不同沙埋深度下红砂幼苗高度随时间的变化

2.2.3 最大相对高度生长率 最大相对高度是依据从种植后 29 d 开始到实验结束之间的生长变化计算的。

在幼苗生长的阶段,相对生长率更加重要。2 cm 的相对高度生长率明显高于 0 cm 和 1 cm 的相对高度生长率。1 cm 的相对高度生长率稍高于 0 cm 的相对高度生长率。相对高度生长率( $y$ )随沙埋深度( $x$ )的增加而增大,回归方程为  $y = 13.722x - 1.711$  ( $r^2 = 0.808, P = 0.05$ )(图 5)。

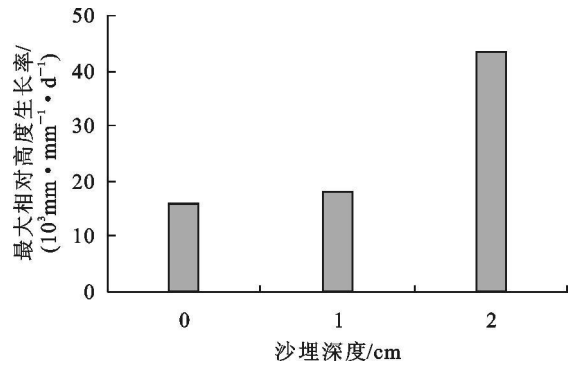


图 5 不同沙埋深度下红砂幼苗最大相对高度生长率

2.2.4 生物量 生物量受沙埋深度的影响不显著 ( $F = 0.09, d_f = 2, P = 0.917$ )。一旦出苗,生长,幼苗的生物量并不随沙埋深度而变化(图 6)。

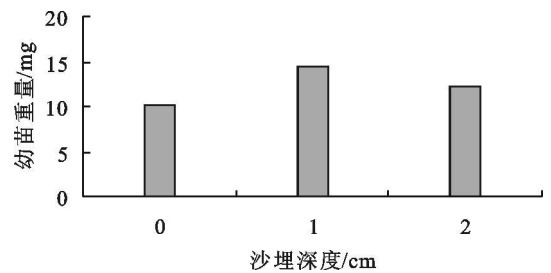


图 6 不同沙埋深度下红砂幼苗重量

### 2.3 生物量分配

地上生物量与地下生物量比值随沙埋深度的增加而减小。随着沙埋深度的增加,地上生物量比值减小,而地下生物量比值增大,但 1 cm 和 2 cm 沙埋深度的地上、地下生物量比值无显著差异(图 7)。随着沙埋深度的增加,红砂幼苗把生物量更多地分配给了地下部分。

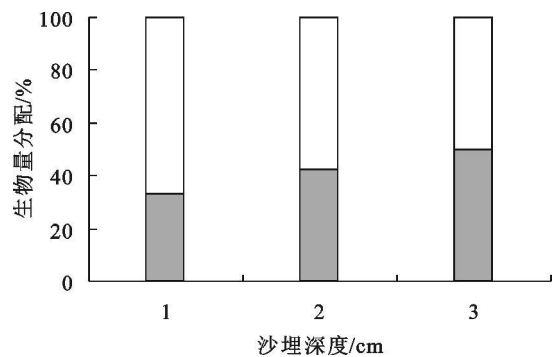


图 7 不同沙埋深度下红砂幼苗生物量分配

## 3 讨论

(1) 沙埋下出苗及生长特征。红砂沙埋实验表明,出苗率随沙埋深度增加而降低,第一次出苗天数随沙埋深度增加而增加。沙埋延迟并降低了大部分幼苗出土率。在实验前期,幼苗最大高度随沙埋深度增加而降低,但幼苗最大高度生长率却随沙埋深度增

加而增大,所以生长一段时间后,幼苗最大高度随沙埋深度的增加而增大,2 cm 沙埋深度的幼苗高度最大。前期现象可能有两个原因造成。其中一个原因是幼苗出土过程中要耗费种子内储存的能量,所以从深层出土的幼苗开始阶段长的较小。另一个原因是,从深层出土的幼苗通常比浅层幼苗的出土时间晚,所以所对应的生长期将会较短,生长高度就会相对较低。后期现象的原因可能在于沙埋减少了幼苗暴露于空气的机会,幼苗上面的沙土成为覆盖物,维持了较高的土壤湿度,使植物快速生长。而且,沙埋可以保护种子和幼苗不被反常的低温或高温和地表的动物损坏。

(2) 沙埋深度下的生长变化。随着沙埋深度的增加,红砂幼苗把生物量更多地分配给了地下部分。在沙埋较深的地点,幼苗通常有一个较长的节。所以幼苗可能把更多的能量给了地下的茎部分,而不是根。这种形态可塑反应表明了幼苗把更多的碳物质传给了地下茎,以便促进出苗。在沙丘的草本植物中也发现了类似现象<sup>[2]</sup>。这是沙生植物幼苗对沙埋的适应。

(3) 最佳沙埋深度。大部分种子至少要被一点沙土掩埋。沙埋深度和出苗率之间的关系是定量化研究沙埋影响的有力量度<sup>[10]</sup>。沙埋对幼苗出土既有促进作用,也有抑制作用。沙埋的抑制作用在于因为缺氧、光和适宜温度,深度沙埋阻碍了种子萌发;即使萌发了,即将出土的幼苗还要有能力忍耐黑暗和越过阻力<sup>[11]</sup>。沙埋的促进作用在于沙埋减少了幼苗暴露于空气的机会。幼苗上面的沙土成为覆盖物,维持了较高的土壤湿度,使植物快速生长。而且,沙埋可以保护种子和幼苗不被反常的低温或高温和地表的动物损坏。一定的沙埋深度可以提高种子萌发、幼苗出土和存活能力,而躲避了被掠夺现象。所以幼苗出土和生长需要一定的沙埋深度,即存在最佳沙埋深度。如果出苗、生长和存活能力最强而未被损坏的深度认为是最佳沙埋深度<sup>[12]</sup>,那么本实验中红砂的最佳沙埋深度应为浅层深度,即0—2 cm。虽然0 cm 表层,出苗率最高,但相对高度生长率却最小,而且由于实验中保证了水分供应,但野外生境并达不到。2 cm

深度的相对生长率最高,但出苗率却很低。幼苗的平均生物量并不受沙埋深度显著影响。所以,1 cm 深度应为最佳沙埋深度。

致谢:本研究得到中国生态系统研究网络临泽内陆河流域研究站的大力支持,在此感谢。

#### [参 考 文 献]

- [1] Maun M A. Population biology of *Ammophila* on Lake Huron sand dunes. I. Habitat, growth form, reproduction and establishment [J]. *Canad. J. Bot.* 1985, 63: 113—114.
- [2] Maun M A, Riach S. Morphology of caryopses, seedlings and seedling emergence of the grass *Calamovilfa longifolia* from various depths in sand [J]. *Oecologia*, 1981, 49: 142—167.
- [3] 刘家琼, 邱明新, 蒲锦春, 等. 我国荒漠典型超旱生植物: 红砂 [J]. *植物学报*, 1982, 24(5): 485—488.
- [4] 中国植被编辑委员会. 中国植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1980: 583—584, 597—598.
- [5] 曾彦军, 王彦荣, 张宝林, 等. 红砂和猫头刺种子萌发生态适应性的研究 [J]. *草业学报*, 2000, 9(3): 36—42.
- [6] 曾彦军, 王彦荣, 张宝林, 等. 红砂种群繁殖特性的研究 [J]. *草业学报*, 2002, 11(2): 66—71.
- [7] 徐莉, 王祎玲, 王戌梅, 等. 新疆阜康荒漠红砂种群遗传结构及其与生态因子的耦合关系 [J]. *植物学报*, 2003, 45(7): 787—794.
- [8] 张林静, 岳明, 张远东, 等. 新疆阜康绿洲荒漠过渡带主要植物种的生态位分析 [J]. *生态学报*, 2002, 22(6): 769—772.
- [9] 黄培祐, 聂湘萍, 周建民, 等. 准噶尔盆地中部琵琶柴 (*Reaumuria soongorica*) 群落的生境研究 [J]. *新疆大学学报*, 1988, 5(3): 66—71.
- [10] Campbell D R, Rochefort L. Germination and seedling growth of bog plants in relation to the recolonization of milled peatlands [J]. *Plant Ecology*, 2003, 169: 71—84.
- [11] Sykes M T, Wilson J B. Dark tolerance in plants of dunes [J]. *Functional Ecology*, 1990, 4: 799—805.
- [12] Vander Wall S B. A model of caching depth: implications for scatter hoarders plant dispersal [J]. *Am. Nat.*, 1993, 141: 217—232.