

西鄂尔多斯4种荒漠植物种子萌发对水分条件的响应

张颖娟¹, 王玉山^{1,2}

(1. 内蒙古师范大学 生命科学与技术学院, 内蒙古 呼和浩特 010022; 2. 内蒙古海拉尔第一中学, 内蒙古 海拉尔 021000)

摘要: 研究了不同土壤水分处理对霸王、沙冬青、长叶红砂及蒙古扁桃这4种荒漠植物种子萌发和幼苗生长的影响。结果表明, 土壤含水量显著地影响着种子萌发和幼苗生长。霸王种子在6%的土壤含水量下萌发率和萌发指数最高, 活力指数和幼苗生物量也最大, 幼苗生长良好。沙冬青种子在12%的土壤含水量、长叶红砂和蒙古扁桃种子在16%的土壤含水量下萌发和生长良好。种子萌发策略反映了物种对荒漠水分条件不同的适应机制, 并影响种群的更新和扩展。

关键词: 土壤水分; 荒漠植物; 种子萌发; 幼苗生长

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2010)06-0060-04

中图分类号: Q949

Reponses of Seed Germination of Four Desert Species to Soil Moisture in West Ordos

ZHANG Ying-juan¹, WANG Yu-shan^{1,2}

(1. Life Science and Technology College, Inner Mongolia Normal University, Hohhot,

Inner Mongolia 010022, China; 2. No.1 Middle School of Hailaer, Hailaer, Inner Mongolia 021000, China)

Abstract: Responses of seed germination of 4 desert vegetation species (*Zygophyllum xanthoxylum* Bunge., *Ammopiptanthus mongolicus* (Maxim.) Cheng f., *Reaumuria trigyna* Maxim, and *Amygealus mongolica* Maxim) to soil moisture were studied. Results showed that soil moisture had a significant effect on the seed germination and seedling growth. At 6% soil moisture content, germination rate and germination index of *Z. xanthoxylum* seeds reached peak value, vigor index and seedling biomass were the greatest, and seedlings of *Z. xanthoxylum* grew well. Germination and growth of *A. mongolicus* seeds behaved very well at 12% soil moisture content and those of *R. trigyna* and *P. mongolica* seeds behaved also well at 16% soil moisture content. The seed germination strategy of the 4 plants reflects different adaptation mechanisms to desert moisture condition and affects population regeneration and expansion.

Keywords: soil moisture; desert species; seed germination; seedling growth

种子萌发是植物生活史中的关键环节之一, 它影响到幼苗的建植、存活和竞争^[1-3]。种子萌发行为的比较研究对探讨植物进化和未来的发展变化具有重要意义。种子能否萌发并产生幼苗, 受到环境因子如土壤水分、温度、光照、氧气等条件的影响。在干旱半干旱区, 水分尤其是土壤水分是荒漠植物种子萌发和生长的主要制约因子, 种子萌发对土壤含水量的不同要求可能是植物长期适应其生存环境的结果^[4-6]。

西鄂尔多斯地区是内蒙古高原特有属和亚洲中部(中亚东部)植物物种特有属的分布中心。第三纪古老和残遗的植物构成了本地区植物区系的主体, 在荒漠群落中大多为建群种或优势种, 对维持该区域生态系统尤其是荒漠植被的稳定具有重要意义。本研

究以优势植物霸王(*Zygophyllum xanthoxylum*)、沙冬青(*Ammopiptanthus. mongolicus*)、蒙古扁桃(*Amygealus mongolica*)和长叶红砂(*Reaumuria trigyna*)为研究对象, 研究不同土壤含水量对其种子萌发和幼苗生长的影响, 探讨荒漠水分条件下植物的萌发对策和生长机制, 为荒漠植被的恢复与重建提供理论依据。

1 研究地概况

内蒙古西鄂尔多斯地区处于中纬度大陆深处, 属极端大陆性气候, 冬寒夏热, 风大沙多, 土壤贫瘠。光照和热量资源丰富, 水分匮乏, > 10 °C年积温在 3 000 °C~3 400 °C左右, 年降雨量为 80 ~ 150 mm,

收稿日期: 2010-05-24

修回日期: 2010-06-16

资助项目: 内蒙古自治区自然科学基金项目“西部荒漠灌木种子萌发对策及生态适应研究”(2009BS0508); 内蒙古师范大学科研项目(ZR YB08020)

作者简介: 张颖娟(1970—), 女(汉族), 内蒙古自治区呼和浩特市人, 博士, 副教授, 主要从事植物生态学和恢复生态学研究。E-mail: zhyj@imnu.edu.cn.

集中在夏季;干燥度在4以上,气候从干旱过渡到极端干旱,环境条件严酷。自然群落以霸王、沙冬青、四合木(*Tetraena mongolica*)、红砂、白刺(*Nitraria tangutorum*)等为建群种。

2 试验材料与方法

2.1 试验材料

优势种霸王、沙冬青、长叶红砂及蒙古扁桃的种子采集于2007年各物种成熟的7月至9月间。种子在其自然脱落时收集,所采集的种子清理之后,装在信封中备用。

2.2 研究方法

2.2.1 种子特性的测定 各物种种子随机抽取100粒一组,用万分之一天平进行称量,5次重复,求出种子千粒重及标准差, TTC 染色法测定种子生活力。

在试验室条件下,选取成熟饱满的各物种种子50粒,放在铺有2层滤纸的培养皿中,5次重复,将培养皿放置于培养箱内,12 h光照,温度保持在24℃,每天浇水保持滤纸湿润,同时统计萌发数。

2.2.2 种子在不同水分条件下萌发的测定 种子置于直径12 cm的培养皿底部,覆盖150 g洗净的干沙,沙层厚度约1 cm。分别加入1.5, 3.0, 4.5, 6.0, 3.0, 9.0, 12.0, 18.0, 24.0和30.0 g蒸馏水,使土壤含水量分别为1%, 2%, 3%, 4%, 6%, 8%, 12%, 16%和20%。每皿100粒,3次重复。将培养皿置于培养箱内,日夜变换光照和温度[光照14 h, 25℃,光照强度为100 μmol/(m²·s);黑暗10 h, 15℃]。试验样品每天称重,补充因蒸发而丧失的水分,使含水量保持恒定。种子萌发情况每24 h检测1次,持续观测30 d。

2.2.3 幼苗在不同水分中生长的测定 把胚根刚突破种皮的幼苗种植到事先盛入160.0 g沙基质的塑料钵内(30株/钵)。然后再覆盖10.0 g沙。分别加入1.7, 3.4, 5.1, 6.8, 10.2, 13.6, 20.4, 27.2和34 g水,使土壤含水量分别达到1%, 2%, 3%, 4%, 6%, 8%, 12%, 16%和20%。每天对种有试验植物的塑料钵进行称重,补充因蒸发而丧失的水分,使含水量保持恒定。幼苗生长情况每24 h检测1次,30 d后收获幼苗,放在烘箱内(70℃, 24 h)烘干,万分之一天平称重。

2.3 统计分析

主要萌发指标有:萌发率(G)= n/N (n ——种子萌发总数, N ——所测种子总数),萌发指数(G_i)= $\sum G_i/D_i$ (G_i ——在时间 t 日的发芽/出苗数; D_i ——相应的发芽/出苗日数),活力指数(V_i)= $G_i \cdot S$ (S ——幼苗平均高度),幼苗生物量(干重)。试验数据用Excel软件作图,SPSS 12.0软件进行方差分析和Duncan多重比较。

3 结果与分析

3.1 种子一般特性

种子大小在一定程度上影响萌发和幼苗的建植。本研究的4种植物种子大小、千粒重表现为物种之间差异大,物种内差异小(表1)。

蒙古扁桃种子最大,千粒重近179 g,霸王种子千粒重最小重量为20.39 g。但新采集的成熟完整种子其生活力都在90%以上,具有较高的生活力,并且物种间差异不明显。在试验室条件下各物种萌发率均达到85%以上。因此,种子大小并不一定与萌发和生长紧密相关。

表1 4种荒漠植物的种子特性

物种名	科名	生活型	大小/mm	千粒重/g	生活力/%	萌发率/%
霸王	藜科	灌木	9.91×3.34	20.39±0.15	90	92±0.03
沙冬青	豆科	灌木	6.99×6.05	41.83±1.47	91	87±0.05
长叶红砂	柽柳科	小灌木	8.34×5.66	29.39±0.74	95	94±0.04
蒙古扁	蔷薇科	灌木	9.51×6.62	178.97±5.86	93	89±0.02

3.2 种子在不同水分条件下的萌发

在1%和2%土壤含水量处理下,霸王种子萌发3 d后就萎焉;沙冬青种子萌发缓慢,萌发的幼苗很快萎焉;长叶红砂种子在1%的土壤含水量处理时没有萌发。考虑到统计分析对数据正态性分布的要求,以上物种1%和2%土壤含水量处理的数据没有用于统计分析。分析的数据来自试验结束时的统计。

由图1可见,20%土壤含水量处理的霸王种子萌

发率与其它处理的萌发率差异显著,并且表现为萌发率最低(21%)。最高的萌发率(67%)出现在6%和8%土壤含水量处理。因此,在8%土壤含水量处理以下,霸王种子萌发率是随着土壤含水量增加而增加;土壤含水量超过8%以上,萌发率随着土壤含水量增加而降低。萌发指数在4%和20%土壤含水量处理以及6%,8%和12%土壤含水量处理之间没有显著差异。最大的萌发指数(4.75)出现在6%的土

壤含水量处理,最小的(1.51)出现在3%的土壤含水量处理。沙冬青种子在12%,16%和20%土壤含水量处理的种子萌发率最大(53%),3%土壤含水量处理的种子萌发率最低(20%)。萌发指数的结果与萌发率的结果基本相似,12%土壤含水量处理的萌发指数最大(2.47),并与其它土壤含水量处理的萌发指数差异显著。

长叶红砂和蒙古扁桃种子的萌发率基本随着土壤含水量的增加而增加,但在20%的土壤含水量处理下,萌发率又有所降低。长叶红砂种子在16%土

壤含水量处理的萌发率最高,达到91%;2%土壤含水量处理的萌发率最低,为26%。萌发指数的结果与萌发率的结果相似。蒙古扁桃种子在8%以上的不同土壤含水量处理之间,萌发率没有显著差异。16%土壤含水量处理的萌发率最高(89%);1%土壤含水量处理的萌发率最低,仅有20%。萌发指数的结果与萌发率的结果相似。

因此,6%的土壤含水量处理就可使霸王种子的萌发到最大,沙冬青、长叶红砂及蒙古扁桃种子则在12%的土壤含水量下很好地萌发。

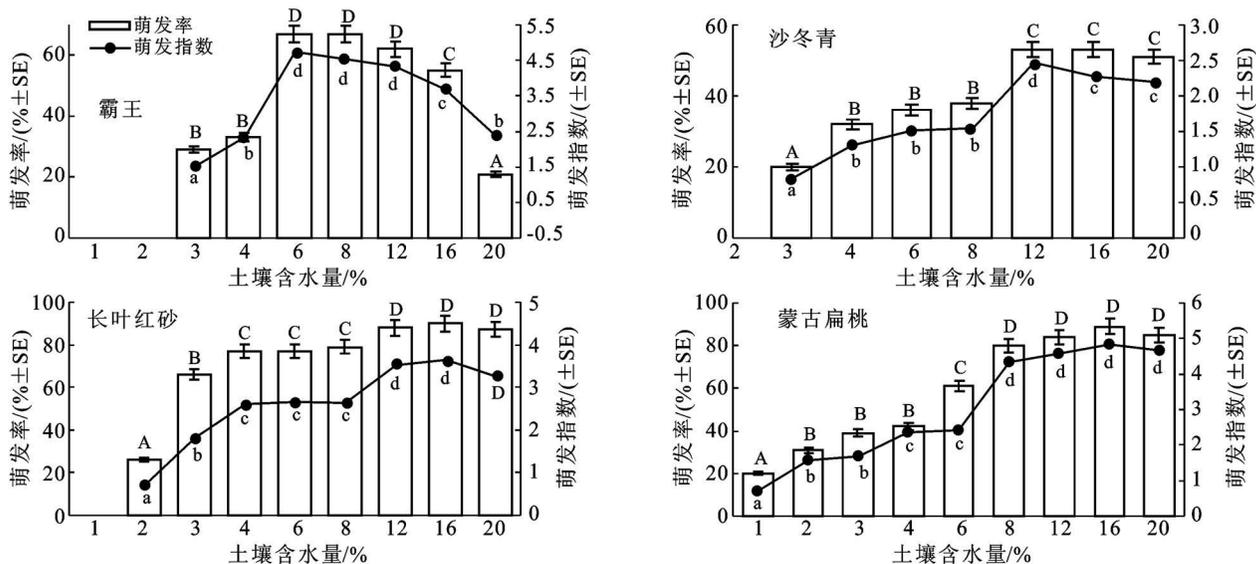


图 1 物种在不同土壤含水量下的萌发率和萌发指数

注: 图中不同大小写字母分别表示萌发率和萌发指数的多重比较结果。

3.3 幼苗在不同水分条件下的生长

不同土壤含水量处理下,根据各物种平均生长高度计算的活力指数如图 2 所示,测定的平均幼苗生物量如图 3 所示。方差分析表明,土壤含水量显著影响幼苗的生长。

霸王种子萌发后在3%土壤含水量处理的活力指数最低(2.33),在6%土壤含水量处理时达到最大(8.68)。4%和20%以及12%和16%的土壤含水量处理之间活力指数也没有显著差异。但它们之间的活力指数差异显著($F=3.13, P<0.05$)。沙冬青种子萌发后的活力指数开始随着土壤含水量的增加而增加,增到12%的土壤含水量后,又随土壤含水量增加而逐渐减少。活力指数在12%的土壤含水量处理达到最高(9.77),但12%,16%和20%的土壤含水量处理之间活力指数没有显著差异($F=2.06, P<0.05$)。

长叶红砂和蒙古扁桃种子萌发后的活力指数先随着土壤含水量的增加而增加,到20%的土壤含水量处理时又下降。长叶红砂的活力指数在4%,6%和8%土

壤含水量处理($F=3.42, P>0.05$)以及12%,16%和20%的土壤含水量处理($F=3.81, P>0.05$)之间没有显著差异。蒙古扁桃的活力指数在4%,6%和8%土壤含水量处理($F=4.01, P>0.05$)以及12%,16%和20%的土壤含水量处理之间也没有显著差异($F=3.27, P>0.05$)。二者最高的活力指数(分别为11.32和12.89)均在16%的土壤含水量处理下。

霸王幼苗生物量在3%到8%的土壤含水量处理,随着土壤含水量升高,幼苗生物量增加(图3)。但从12%到20%,随着土壤含水量升高生物量降低。幼苗生物量的最大值(80 mg)和最小值(51 mg)分别出现在8%和3%的土壤含水量处理。沙冬青幼苗生物量,在3%到12%的土壤含水量处理,随着土壤含水量升高而升高,此后,随着土壤含水量升高生物量降低(图3)。12%土壤含水量处理幼苗生物量最大(110 mg)。但在3%到8%之间($F=3.18, P>0.05$)以及12%,16%和20%的土壤含水量处理之间($F=4.36, P>0.05$),幼苗生物量差异不显著。

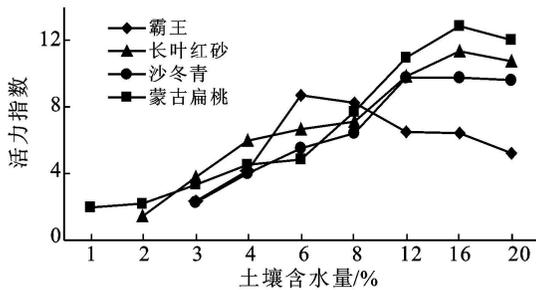


图2 物种在不同土壤含水量下的活力指数

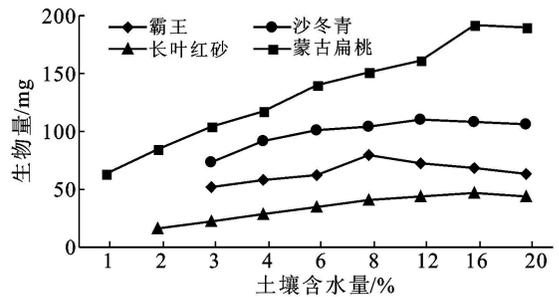


图3 物种在不同土壤含水量下的幼苗生物量

长叶红砂和蒙古扁桃的幼苗生物量,先随着土壤含水量增加而增加,直到20%的土壤含水量处理时生物量开始下降(图3)。在16%的土壤含水量处理,两个物种的生物量均最大(分别为47和192 mg)。但16%和20%土壤含水量处理的幼苗生物量没有显著差异($F=5.43, P>0.05$)。

4 结论

4种植物种子萌发所需的不同土壤含水量要求,反映了植物对各自生境的适应。能够适应土壤含水量较低的霸王在荒漠区广泛分布,与其特有的种子萌发机制有关。沙冬青种子在12%的土壤含水量下也只有50%左右的萌发率,因而在河槽低地、沟谷等水分较高的地段生长良好,但分布受到限制。长叶红砂种子在3%的土壤含水量处理下其萌发率即可达60%以上,蒙古扁桃在40%左右,若一场降雨后,有活力的种子同时萌发,而随后的干旱可能导致其中的大部分个体死亡^[7-8]。长叶红砂和蒙古扁桃这样的萌发策略不利于幼苗应对荒漠环境中水分的变化。由于幼苗不能适应荒漠水分的变化,很难完成定植,野外调查也发现实生苗很少,无法进行种群补员和扩展,因而分布范围局限。而霸王种子则能在不同时间的降雨后分批萌发,减少了大部分幼苗同时受害的危险,较容易实现种群更新和扩展,其种子萌发策略有利于霸王在荒漠地区广泛分布。

[参 考 文 献]

- [1] Baskin C C, Baskin J M. Seeds ecology, biogeogra and evolution of dormaney and genmination[M]. San Diego: Academic Press, 1998.
- [2] Gutterman Y. Long-term seed position influences on seed germinability of the desert annual, *Mesembryanthemum nodiflorum* L [J]. Israel Journal of Plant Sciences, 1994, 42(3): 197-205.
- [3] Huang Z Y, Gutterman Y. *Artemisia monosperma* achene germination in sand: Effects of sand depth, sand water content, cyanobacterial sand crust and temperature [J]. Journal of Arid Environment, 1998, 38: 27-43.
- [4] 曾彦军, 王彦荣, 保平. 几种生态因子对红砂和霸王种子萌发与幼苗生长的影响[J]. 草业学报, 2005, 14(5): 24-31.
- [5] 赵晓英, 任继周, 王彦荣. 三种锦鸡儿种子萌发对温度和水分的影响[J]. 西北植物学报, 2005, 25(2): 211-217.
- [6] 芦站根, 周文杰. 温度、土壤水分和 NaCl 对黄顶菊种子萌发的影响[J]. 植物生理学通讯, 2008, 44(5): 939-942.
- [7] 黄振英, Gutterman Y. 油蒿与中国和以色列沙漠中的两种蒿属植物种子萌发策略的比较[J]. 植物学报, 2000, 42(1): 71-80.
- [8] 聂春雷, 郑元润. 鄂尔多斯高原4种主要沙生植物种子萌发与出苗对水分和沙埋的响应[J]. 植物生态学报, 2005, 29(1): 32-41.