

五种禾本科植物种子萌发特性研究

孙琦¹, 李成俊¹, 王琴¹, 孙海龙², 龙凤¹

(1. 四川大学 生命科学学院, 四川 成都 610064; 2. 四川大学 河流与水资源开发国家重点实验室, 四川 成都 610065)

摘要:以边坡绿化中常用的老芒麦、早熟禾、无芒雀麦、狗尾草、黑麦草 5 种禾本科植物种子为试材, 在实验室条件下, 研究测定了 5 种植物种子萌发特性。结果表明: 黑麦草和早熟禾发芽率超过 80%, 老芒麦发芽率不足 30%; 黑麦草第 1 天开始发芽并在 5 d 完成萌发过程; 狗尾草、无芒雀麦与老芒麦在 1~3 d 内开始萌发, 早熟禾在第 5 天开始萌发; 将种子萌发率与千粒重相联系, 种子大小与中生植物的发芽率有相关性; 植物种子萌发速率与种源地的气候及植物的生态型有关; 掩埋深度与病菌感染都可能造成无芒雀麦萌发过程中出现的异常现象。该研究结果对边坡绿化的植物种子选择以及萌发管理具有较好的指导意义。

关键词:生态型; 发芽率; 禾草; 千粒重

中图分类号:S 688 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)20-0052-04

禾本科植物覆盖了地球陆地约 20% 的面积, 是种子植物中最有经济价值的大科。许多禾草在人类生活史上发挥了重要的作用。例如, 在公路边坡防护中, 禾本科植物是常被采用的植物。种子萌发是植物繁殖过程中的一个重要环节, 萌发特征影响着幼苗的存活能力和个体适合度^[1], 对不同类群的植物种子萌发进行比较可以进一步解释植被演化进程。种子萌发的特性对于边坡防护来说也相当重要。目前, 国内对于禾本科植物种子萌发的研究主要集中于以下几个方面: 不同环境条件, 如光照、温度等的变化对种子萌发的影响^[2-3]; 某一特定地区的禾本科植物萌发特性, 如荒漠地区、高原地区等^[4-5]; 种子萌发过程中生长调节剂等外源物质对于发芽的调控作用^[6-7]。然而, 对于边坡中常用的禾本科植物种子的萌发特性比较方面的研究较少。现选择了在边坡防护中有着重要利用价值的 5 种植物老芒麦 (*Elymus sibiricus*)、早熟禾 (*Poa annua*)、无芒雀麦 (*Bromus inermis*)、狗尾草 (*Setaria viridis*)、黑麦草 (*Lolium perenne*) 为试材, 以边坡绿化的人工基质为载体, 进行种子萌发试验, 研究 5 种植物种子的萌发特性, 以为边坡防护中的杂草利用提供技术参考。

第一作者简介:孙琦(1991-), 女, 安徽池州人, 硕士研究生, 现主要从事园林植物及景观园艺与边坡防护等工作。E-mail: sun-qil21207@gmail.com.

责任作者:龙凤(1983-), 女, 博士, 讲师, 现主要从事生态护坡等的教学工作。E-mail: phenix111@yahoo.cn.

基金项目:国家“十二五”科技支撑计划资助项目(2011BAK12B04)。

收稿日期:2013-05-14

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试黑麦草(丹麦)、老芒麦(宁夏)、早熟禾(美国)、狗尾草(四川)、无芒雀麦(宁夏)种子均为市售, 在试验前未经任何处理。供试基质由蛭石、河砂、保水剂和土壤消毒剂均匀混合而成。

表 1 基质配方

序号 Number	材料名称 Material	规格型号 Specification	重量 Weight/g
1	蛭石	粒径: 1~2 mm	38.45
2	河砂	中粗砂; 粒径 0.2~0.5 mm	60.45
3	保水剂	粒径: 0.2~0.5 mm	1.00
4	土壤消毒剂	恶霉灵、五氯硝基苯、三唑酮≥40%	0.10

1.2 试验方法

发芽盒在试验之前, 用 3 mm 的钻头进行打孔处理, 打孔方法见图 1。用镊子将消毒后的定性滤纸放入发芽

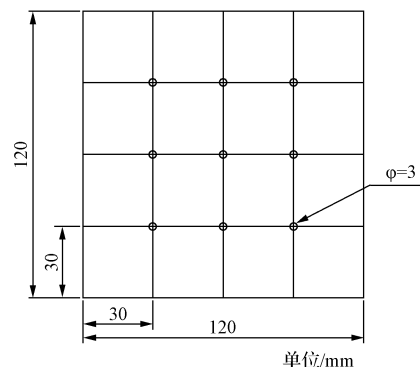


图 1 发芽盒打孔示意图

Fig. 1 Sketch of germination box with drilling hole

盒底部,将消毒后混匀的基质材料均匀填入发芽盒,初始填装高度 3 cm,所有基质培处理填装的重量一致,浇水湿润。将植物种子均匀置入基质上,后撒上一层薄薄的基质,以刚好覆盖种子为宜,5 种植物种子分别设置 3 次重复,并标记后将种子置于气候箱内进行萌发试验。采用人工模拟自然条件的方法,气候箱条件设置见表 2。

表 2 人工气候箱条件设置

Table 2 Settlement of conditions for artificial climate chamber

序号 Number	环境因子 Environmental factors	条件 Condition
1	温度	变温条件,低温 16 h(18℃),高温 8 h(23℃), 09:00~17:00 为高温期,17:01~09:00 为低温期,温度偏差不得超过±1℃
2	光照	光照强度控制在 10 000 lx,高温期给光源,低温不供给光源
3	湿度	气候箱湿度控制在 70%

1.3 项目测定

1.3.1 种子千粒重测定 用电子天平测定纯净种子的重量,种子以铝盒为容器盛装进行称量,实际种子重量=所测得重量-铝盒的重量,并进行标记。5 种植物种子每次随机选取 100 粒进行称量,每种植物重复测定 3 次,计算百粒重平均值,种子千粒重=平均百粒重×10。

1.3.2 种子萌发率测定 将发芽盒消毒后,于底部铺一层定性滤纸,用蒸馏水固定,将混匀的基质材料均匀填入发芽盒,之后布置种子,每粒种子间留有种子直径 5 倍以上的间距,再于种子上撒上薄薄的一层基质,以刚好掩盖住种子为宜。每处理 3 次重复,每次 100 粒种子。试验开始后每天对种子萌发情况进行观察,出现胚根即认定为种子萌发。每天对萌发的个数进行计数并将萌发的种子移除,记录时间为 30 d。若在规定的结束时间之前样品已经充分发芽,且后期连续 3 d 每天发芽粒数不超过重复供试种子粒数的 1%,则该次测定可以提前结束^[8-9]。

1.4 数据分析

种子萌发率=(萌发试验终期全部萌发种子数/供试种子数)×100%,并根据日萌发数计算发芽势及发芽趋势;对不同种子特性进行相关性分析。

2 结果与分析

2.1 种子千粒重比较

千粒重通常是指自然干燥状态下以克为单位所表示的一千粒种子的重量,是体现种子大小与饱满程度的一项指标,与种子饱满、充实、均匀、粒大呈正相关^[10]。经过对千粒重所测得的结果分析可知,无芒雀麦的种子较大,千粒重为 5.2810 g;老芒麦与黑麦草的千粒重较为接近,分别为 2.2607、2.8600 g;狗尾草与早熟禾种子较小,千粒重均在 1.000 g 以下。5 种种子的千粒重以及相关的生活型和生态型特征^[6,11-14]见表 3。

表 3 5 种植物种子形态比较

Table 3 Comparison on seed morphology of five gramineas plant

植物种 Species	生活型 Life form	生态型 Ecotype	千粒重 Thousand kernel weight/g
老芒麦 <i>Elymus sibiricus</i>	多年生	中旱生植物 Xero-mesophyte	2.2607
早熟禾 <i>Poa annua</i>	1 a 生	中生植物 Mesad	0.3513
黑麦草 <i>Lolium perenne</i>	多年生	中生植物 Mesad	2.8600
狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	1 a 生	旱生植物 Siccocolous	0.8120
无芒雀麦 <i>Bromus inermis</i>	多年生	中旱生植物 Xero-mesophyte	5.2810

2.2 种子萌发率及萌发时间

5 种草本植物中,发芽率超过 80% 的仅有黑麦草和早熟禾 2 种,分别为 100% 和 91.33%。萌发率在 50% 左右的有无芒雀麦和狗尾草,而老芒麦的发芽率较低为 20.67%。从图 2 可以看出,第 1~3 天开始萌发的为黑麦草、狗尾草、无芒雀麦、老芒麦,第 4~6 天开始萌发的为早熟禾;黑麦草在置床后第 6 天即完成全部萌发过程,狗尾草的发芽持续期(开始发芽到发芽终止)为 30 d,超过 11 d 基本不发芽的植物为老芒麦,发芽持续期为 10~20 d 的为早熟禾和无芒雀麦。

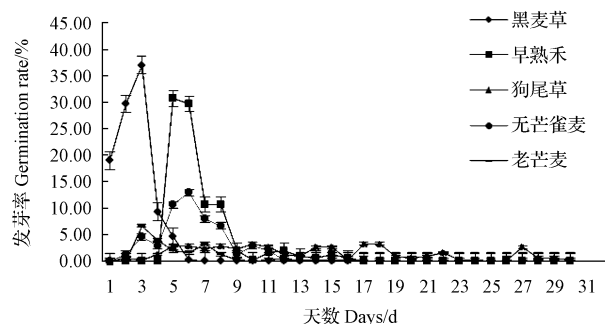


图 2 5 种植物的发芽率

Fig. 2 Germination rate of the five species

2.3 种子萌发进程比较

从图 3 可以看出,黑麦草前 2 d 的发芽数即达到接近种子总数的 50%,到第 4 天的累计萌发率就已经在 90% 以上,并完成全部萌发过程;早熟禾在前 4 d 都未萌发,到第 5 天即开始萌发且当天的萌发数高于整个萌发期中的其它时期,开始萌发 2 d 后萌发率超过 50%,经过连续 4 d 的萌发高峰后,趋于稳定,发芽持续期较长;狗尾草的萌发期长,单日萌发数均较少,萌发率较低,整个萌发过程中发芽都比较稳定;无芒雀麦从第 2 天开始萌发,9 d 内发芽种子超过总数的 50%,持续期较长;老芒麦从第 3 天开始萌发,之后的发芽率一直较低。

3 讨论与结论

3.1 种子萌发特点与千粒重的关系

从种子的日萌发率和萌发持续时间可以看出,黑麦草在置床后第 1 天即开始萌发,并在开始萌发 5 d 之内便几乎完成全部萌发过程,属于爆发型,这种类型的植

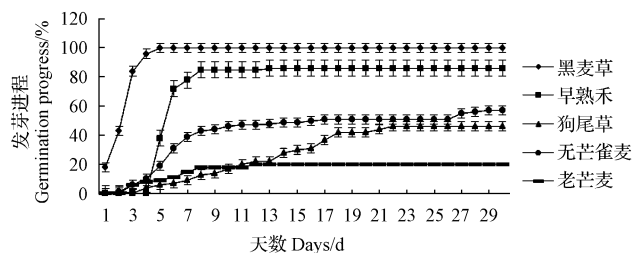


图3 5种植物的发芽进程

Fig. 3 Germination process of the five species

物种对于外界环境的变化有较大反应,发芽情况极易受环境影响;早熟禾的萌发起始时间较早,但相较黑麦草迟,萌发率高,且持续时间较长,属于过渡型。这2种植物都属于中生植物,环境对其萌发的影响都较为显著^[15]。狗尾草与无芒雀麦的萌发率适中,持续时间长,属于缓萌型;老芒麦的萌发率低,属于低萌型^[10]。后三者均属旱生植物^[16-17],该试验中的中生植物的种子均较小,萌发率都很高,黑麦草更是达到了100%。旱生植物的萌发率均较低,这与中生植物及旱生植物的特性有关。

植物的种子大小影响着种子的萌发能力,且种子大小与生境有关。如 Baker^[18]在加利福尼亚的试验中对种子重量与环境条件进行了相关性研究,证明种子大小与干旱的建植条件有关,即旱生植物的种子偏大。在该试验中,无芒雀麦和老芒麦的种子偏大,均为旱生植物。种子大小对植物萌发速率的影响与植物的生境有关,旱生植物因长期生活在干旱环境中,所面临的环境胁迫主要来自于水分,种子萌发与降水有较大相关性,对于少雨等生存逆境主要是通过延迟萌发来克服,因而种子大小对于种子萌发的影响可以忽略;而中生植物则受外界环境影响较大,这是因为小种子由于贮藏物质少,更易受外界环境如温度、氧气等的影响从而有萌发倾向,故种子大小在很大程度上影响着萌发速率^[17]。

3.2 种子萌发进程分析

在该试验中,1 a 生禾草植物,即早熟禾和狗尾草,发芽率分别为 91.33%(>50%)、46.00%(<50%),早熟禾在发芽1~4 d内达到最终发芽种子数的50%,狗尾草在4 d后达到最终发芽种子数的50%;对于多年生禾草植物,发芽率≤50%的只有老芒麦,黑麦草与无芒雀麦的发芽率均>50%,老芒麦与黑麦草在1~4 d内达到最终发芽种子数的50%,无芒雀麦在4 d后达到最终发芽种子数的50%。刘志民等^[19]进行的乌兰傲都地区禾本科植物的萌发试验(包括8种1 a 生禾草,7种多年生禾草)表明,大部分的禾草植物萌发率高。对于多年生禾草的萌发率,2个试验的结果也比较接近,而就发芽持续期的比较而言,刘志民等的试验中,发芽持续期在4 d以上的禾草所占比例较高,该试验中老芒麦与黑麦草的发

芽持续期较短,仅无芒雀麦较长。乌兰傲都地区属于温带大陆性半干旱区,年降水量340 mm,而该试验所采用的种子分别有不同的种源地,就差别较大的多年生植物而言,老芒麦与无芒雀麦采自宁夏,黑麦草采自丹麦。丹麦属海洋性湿润区,年均降水量860 mm;老芒麦采自宁夏南部地区,降水量相对较多,为300~677 mm。对结果进行比较分析认为,种源地气候对种子萌发的快慢以及持续时间有一定影响,是否湿润区比干旱区更有利于种子的萌发是值得进一步探讨的问题。

3.3 萌发异常分析

试验过程中,无芒雀麦的种子在置床后第17天开始出现发霉现象,这在其它供试植物种子中均未出现。无芒雀麦适宜在冷凉干燥的环境下生长,不适宜高温、高湿环境。种子发芽的最低温度为7~8℃,最适温度为20~25℃,最高温度为35℃^[20]。在22~26℃的温度条件下,有5~6 d即发芽出苗。该试验中气候箱的温度设置为低温18℃,高温26℃,故温度不是造成种子发霉的主要原因。试验初期浇水以渗透基质保持湿润为基准,并且试验初期在发芽盒底部进行打孔处理,以保证良好的排水环境。无芒雀麦为旱生植物,在排水良好,土壤水分充足的地方生长最好^[6]。该试验过程的水分环境是适合无芒雀麦种子出苗的,因而水分亦不是导致发霉的主要原因。

无芒雀麦的种子偏大,在置床后覆土时容易出现覆盖度不够、而使种子暴露在基质上面的情况。而沙埋深度会显著影响无芒雀麦的种子萌发和出苗以及休眠率、死亡率^[21]。暴露在沙层表面时,1/3的无芒雀麦种子进入休眠,而1~2 cm深度下的种子没有休眠现象,且暴露在沙层表面的种子死亡率最高。由此可知,该试验中无芒雀麦出现的发霉现象可能与沙埋深度有关。此外,该试验旨在模拟自然环境,在试验前未对基质进行消毒,这亦会导致基质中的一些病原物质侵染到种子而导致无芒雀麦的发霉症状。具体原因仍需进一步探究。

总的来说,该试验所设计的5种植物都具有较强的适应性,也是边坡绿化中常用植物,然而每种植物种子都具有最佳萌发环境,而且在自然环境下会出现一些难以预测的变化,如干旱或气温骤变等,各种因素对种子萌发都有不同意义上的影响。该试验所反映的只是一般情况下这5种禾本科植物的基本发芽趋势,而对于更严格意义上的温度、光照、水分等^[22-23]对于植物萌发的影响,尚需要各种不同变量的发芽试验论证。针对上述研究结果,在边坡防护过程中,应当考虑到不同区域的气候条件特征,针对性的应用植物,例如在温度较高地区适用暖季型草种。也应当针对不同的水分条件选择物种,例如干旱地区应当选择旱生物,湿润地区选择中生物种为佳。通过采取以上措施,才能够保证植物萌发

率到达最佳;此外,也应当考虑到植物种子的形态特征以及种源地对植物萌发的影响,从而提高边坡绿化的成功率,为我国的边坡绿化事业做出贡献。

参考文献

- [1] 张敬丽,吴雅文,吴红芝,等. 云南 4 种常绿杜鹃亚属植物种子萌发特性研究初探[J]. 云南农业大学学报(自然科学版),2012,27(6):875-881.
- [2] 张敏,朱教君,闫巧玲. 光对种子萌发的影响机理研究进展[J]. 植物生态学报,2012,36(8):899-908.
- [3] 朱萍,孔令琪,李高,等. 贮藏温度对不同含水量老芒麦种子生理特性的影响[J]. 草业学报,2011,20(6):101-108.
- [4] 张莹莹,张春辉,张蕾,等. 青藏高原东缘 30 种禾本科植物种子萌发对光的响应及其与生活史的关联[J]. 兰州大学学报(自然科学版),2011,4(8):49-54.
- [5] 张勇,薛林贵,高天鹏,等. 荒漠植物种子萌发研究进展[J]. 中国沙漠,2005,25(1):106-112.
- [6] 房丽,韩建国,王培,等. 氮肥、植物生长调节剂和环境因素对无芒雀麦种子生产的影响[J]. 中国草地,2001,23(4):31-47.
- [7] 叶小齐,吴明,王琦,等. 杭州湾 4 种植物盐胁迫下种子萌发能力与分布的关系[J]. 浙江农林大学学报 ISTIC,2012,29(5):739-743.
- [8] 张秀华,邓元德,桃金娘的种子特性和发芽率的测定[J]. 闽西职业技术学院学报,2008,10(4):104-106.
- [9] 刘若楠,杨志玲,于华会,等. 梔子种子生活力测定及其与发芽率的相关性研究[J]. 安徽农业科学,2010,38(27):14922-14923.
- [10] 卜海燕,任青吉,徐秀丽,等. 青藏高原东部高寒草甸 54 种禾本科植物种子的萌发特性[J]. 植物生态学报,2006,30(4):624-632.
- [11] 李善林,韩烈保. 高温和干旱条件下狗尾草对三种草坪草生长的影

响[J]. 北京林业大学学报,2000,22(2):34-37.

- [12] 龙明秀,高景慧,李波,等. 黑麦草杂交 F₂ 代光合及水分利用效率研究[J]. 草地学报,2009,17(2):151-156.
- [13] 牛菊兰. 早熟禾属四品种子萌发期耐盐能力的研究[J]. 甘肃农业大学学报,1994,29(1):32-37.
- [14] 周国栋,李志勇,李鸿雁,等. 老芒麦种质资源的研究进展[J]. 草业科学,2011,28(11):2026-2031.
- [15] 龚吉蕊,赵爱芬,张新时. 多浆荒漠植物与中生植物对干旱胁迫反应的比较研究[J]. 北京师范大学学报(自然科学版),2005,41(2):194-198.
- [16] 李正理. 旱生植物的形态和结构[J]. 生物学通报,1981,4(9):9-12.
- [17] 王桔红,崔现亮,陈学林,等. 中、旱生植物萌发特性及其与种子大小关系的比较[J]. 植物生态学报,2007,31(6):1037-1045.
- [18] Baker H G. Seed weight in relation to environmental conditions in California[J]. Ecology,1972,53(6):997-1010.
- [19] 刘志民,李雪华,李荣平,等. 科尔沁沙地 15 种禾本科植物种子萌发特性比较[J]. 应用生态学报,2003,14(9):1416-1420.
- [20] 李景环. 不同温度下几种禾本科牧草萌发和休眠特性的研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2001.
- [21] 曹志平,董鸣,叶永忠,等. 沙埋对无芒雀麦种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 应用生态学报,2007,18(11):2438-2443.
- [22] Thompson K, Grime J. A comparative study of germination responses to diurnally-fluctuating temperatures[J]. Journal of Applied Ecology, 1983, 20(1):141-156.
- [23] 黄振英. 鄂尔多斯高原固沙草沙鞭种子休眠和萌发与环境的关系[J]. 西北植物学报,2003,23(7):1128-1133.

Study on Seed Germination Characteristics of Five Gramineae Plants

SUN Qi¹, LI Cheng-jun¹, WANG Qin¹, SUN Hai-long², LONG Feng¹

(1. College of Life Sciences, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610064; 2. State Key Laboratory of Hydraulics and Mountain River Engineering, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610065)

Abstract: Taking *Elymus sibiricus*, *Poa annua*, *Bromus inermis*, *Setaria viridis*, *Lolium perenne* grass seeds which were frequently used in slope greening as materials, the germination characteristics of five gramineae plants were studied. The results showed that the germination rate of *Lolium perenne* and *Poa annua* exceeded 80%, while the figure of *Elymus sibiricus* was less than 30%. The seed which began to germinate at the first day was *Lolium perenne*. Moreover, it had completed its all germination process within 5 days. During the first three days, *Setaria viridis*, *Bromus inermis* and *Elymus sibiricus* began to germinate. *Poa annua* began to germinate at the 5th day. It was indicated that the germination rate was correlated with thousand kernel weight; the seed size had a correlation with the germinate rate of mesads. The germination rates relate to provenance climate as well as the ecotypes of different plants. As for the abnormal phenomena appeared in the germination process of *Bromus inermis*, sand burial and the invasion of germs were likely to impact respectively. This research had a guide significance to plant selection on slope greening and management of seed germination.

Key words: ecotype; germination rate; gramineae plants; thousand kernel weight