

Study on Germination Characteristics of *Caryopteris mongolica* Bunge Seed

Chunyan Guo¹, Xiao He^{2*}, Guohou Liu², Jianping Gao³, Xinyong Shen⁴

¹College of Public Administration, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing

²College of Eco-Environment Science, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot

³Management Bureau of Daqing Mountain National Nature Reserve, Baotou Sub-Bureau, Inner Mongolia, Baotou

⁴College of Atmospheric Science, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing

Email: Hexiao123@21cn.com

Received: Jan. 16th, 2014; revised: Feb. 12th, 2014; accepted: Feb. 25th, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

As one of the endemic plants in Mongolian plateau, the reproductive characteristics of *Caryopteris mongolica* Bunge deserve more concern. In this paper, effects of temperature, light, soil moisture and burial depth on the germination characteristics of *C. mongolica* Bunge seed were studied to reveal the adaptation strategy of survival and reproduction of *C. mongolica* population in arid areas from the perspective of seed biology. The results showed that the optimum temperature for seed germination was 20°C - 25°C; low temperature and high temperature inhibited the seeds germination significantly, while light illumination promoted the germination. The optimum soil water content was 7% - 20% and the emergence rate of seedlings came up to 86% when soil moisture was 15%. A layer of 2 - 5 mm covering soil led to the best of seed germination.

Keywords

Caryopteris mongolica Bunge; Seed; Germination

蒙古莠种子萌发特性研究

郭春燕¹, 贺晓^{2*}, 刘果厚², 高建平³, 沈新勇⁴

¹南京信息工程大学公共管理学院, 南京

*通讯作者。

²内蒙古农业大学生态环境学院, 呼和浩特

³内蒙古大青山国家级自然保护区管理局包头分局, 包头

⁴南京信息工程大学大气科学学院, 南京

Email: Hexiao123@21cn.com

收稿日期: 2014年1月16日; 修回日期: 2014年2月12日; 录用日期: 2014年2月25日

摘要

作为蒙古高原的特有植物, 蒙古莜的繁殖特征值得探究。本文研究了温度、光照、土壤含水量和埋藏深度对蒙古莜种子萌发的影响, 以期从种子生物学角度揭示蒙古莜种群在干旱地区胁迫环境中生存和繁衍的适应性策略。研究表明: 蒙古莜种子萌发的最适温度为20℃~25℃, 低温和高温对种子萌发均具有明显的抑制作用; 而光照对种子萌发具有一定的促进作用; 蒙古莜种子在含水量为7%~20%的土壤中具有较高的出苗率, 其中以15%最为合适; 在5 mm左右覆土厚度下出苗率最高。

关键词

蒙古莜; 种子; 萌发

1. 引言

植物生活史中以种子形态出现的阶段, 被称为植物的潜在种群[1]。种子阶段是有性繁殖的植物个体一生中唯一有移动力的阶段[1][2], 种子的产生与萌发, 不但可以提高植物在逆境中的繁殖成功率, 而且还能通过与之有关的多种种群过程(如定居、扩散、遗传变异)而影响到植物进化、植被发生、植物群落的形成和维持等多种生态现象[3], 甚至可以说在陆地植被的各种生态现象中都包含种子和幼苗问题[4]。因此, 植物种子萌发行为作为植物生活史对策研究的重要方面已经倍受关注[5]。

蒙古莜(*Caryopteris mongolica* Bunge)隶属马鞭草科(Verbenaceae)莜属(*Caryopteris*), 是一种旱生灌木, 其植物区系地理成分为黄土高原(北部)—蒙古高原分布种, 被认为是蒙古高原的特有植物, 且多为山地或丘陵石质草原或荒漠植物群落的伴生种[6]。它具有很高的生态应用[7]、药用和观赏价值, 开发、利用前景极为广阔。虽然蒙古莜的分布区较广, 但受自然和人为因素影响, 蒙古莜的分布范围逐渐减小, 个体也逐渐减少, 已经被收录到中国稀有濒危保护植物名录(II)中, 亟待保护[8]。本试验研究了温度、光照、土壤水分和埋藏深度对蒙古莜种子萌发特性的影响, 以期揭示蒙古莜种群在干旱地区胁迫环境中生存和繁衍的适应性策略, 并为蒙古莜种群的分布动态研究奠定基础。

2. 材料与方法

蒙古莜成熟种子于2007年10月采自内蒙古呼和浩特市西南郊, 随后进行各项实验。

2.1. 温度对种子萌发的影响

将蒙古莜种子分别置于15℃、20℃、25℃、30℃、35℃恒温箱中, 在不同温度下做纸上发芽实验。置种后第3 d测定发芽势, 3 d内无新种子萌发时结束实验, 统计发芽率。

2.2. 光照对种子萌发的影响

萌发条件设为全光照、全黑暗、8 h光照和16 h黑暗, 将蒙古莜种子置于25℃恒温箱中进行纸上发

芽实验。置种后第 3 d 测定发芽势，第 8 d 结束实验，统计发芽率。

2.3. 土壤含水量对种子萌发的影响

取蒙古莜生境土壤，在 80℃ 干燥箱中烘至恒重后装入一次性纸杯，加入相应重量的水分，设定不同土壤含水量梯度，分别为 3%、5%、7%、10%、15%、20%、25%、30%，将蒙古莜种子置于各梯度下进行出苗率测定。每天称重并补充所蒸发的水分，使土壤含水量保持恒定。置种后第 7 d 测定发芽势，第 15 d 结束实验，测定出苗率。

2.4. 埋藏深度对种子萌发的影响

埋藏深度设为 0、2 mm、5 mm、10 mm、15 mm、20 mm、25 mm、30 mm、35 mm，共 9 个处理。先在一次性纸杯中装入 6 cm 高土壤，将蒙古莜种子放入后，再分别装入相应处理厚度的土壤，测定不同覆土厚度的出苗率，实验中土壤含水量保持在 20%。置种后第 7 d 测定发芽势，第 15 d 结束实验，测定出苗率。

2.5. 种子发芽指标的测定

以上实验处理均重复 3 次，每重复 50 粒种子，种子发芽以胚根长度达到种子长度的 1/2 为标准，实验过程中逐日统计发芽种子数，实验结束后统计发芽率。

各发芽指标计算公式如下[9]：

其中：

发芽势(%) = 规定天数内种子发芽数/供试种子总数 × 100

发芽率(%) = 发芽终期正常发芽种子数/供试种子总数 × 100

平均发芽率 = 总发芽率/发芽结束时的天数

用 SPSS11.5 和 Excel 软件对数据进行分析、处理，并绘制图表。

3. 结果与分析

3.1. 不同温度下种子的萌发

在 10℃~35℃ 范围内，蒙古莜种子的发芽率随着温度的升高逐渐降低(图 1)。10℃ 时，种子最终发芽率可达 97.33% ± 1.16%，当温度上升到 35℃ 时，发芽率最终下降为 27.43% ± 7.16%。发芽势的变化表明：低温会使蒙古莜种子发芽延迟，10℃ 时，种子在置种后第 7 d 才开始萌发，发芽周期也由 25℃ 时的 7~8 d 延长至 12~14 d。随着温度的升高，发芽势明显上升，在 30℃ 达到最大值，随后开始下降，35℃ 时发芽势下降为 7.53% ± 5.08%。不同温度下种子每日平均发芽率表明：总体上，蒙古莜在 20℃~25℃ 时发芽最快，最整齐，发芽情况最好。

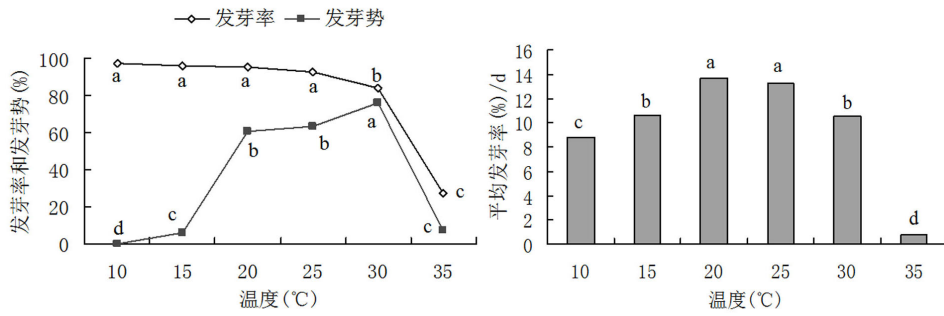
单因素方差分析结果表明：不同温度对种子发芽率($F = 112.232, p < 0.001$)、发芽势($F = 4136.681, p < 0.001$)和平均发芽率($F = 258.237, p < 0.001$)都具有极显著性影响。

3.2. 不同光照下种子的萌发

表 1 表明：不同光照处理下蒙古莜种子的发芽率无显著性差异，均可达 90% 以上。发芽势存在显著性差异，暗处理发芽势显著小于光照和光暗交替处理。

3.3. 不同土壤含水量下的出苗率

研究结果显示：土壤含水量为 3% 和 30% 的处理始终没有种子发芽。



注：表中不同字母表示处理间差异显著($\alpha = 0.05$)，相同字母表示处理间差异不显著，下同

Figure 1. Changes of germination indexes at various temperatures

图 1. 不同温度下种子各发芽指标的变化

Table 1. Significance of germination capacity and germination vigor in different illumination conditions

表 1. 不同光照处理下蒙古莜种子的发芽率、发芽势显著性检验

	光照	黑暗	光照/黑暗	F	Sig
发芽率	92.67% ± 4.16% a	91.15% ± 1.19% a	92.78% ± 2.55% a	0.293	0.756
发芽势	63.33% ± 4.16% a	53.13% ± 5.17% b	70.83% ± 2.89% a	13.569**	0.006

注：**表示在 $\alpha = 0.01$ 水平差异显著。

如图 2 所示：在土壤含水量为 5%~25%之间，随着土壤含水量的升高，蒙古莜种子的出苗率和发芽势均呈现出先增长后降低的趋势，当土壤含水量为 15%时，种子的出苗率最高，可达 $86.0\% \pm 2.83\%$ 。实验中，20%土壤含水量处理在播种后第 3 d 出苗，15%和 25%含水量处理在第 4 d 开始出苗，10%含水量处理在第 5 d 开始出苗，而 5%和 7%土壤含水量中的种子则在第 6 d 开始出苗。当土壤含水量高于 20%时，发芽势急剧下降。单因素方差分析结果表明：不同土壤含水量条件下种子的出苗率($F = 70.505, p < 0.001$)和发芽势均存在极显著性差异($F = 128.654, p < 0.001$)。

图 3 表明：当土壤较湿润时(含水量为 20%)，即使不覆土，蒙古莜种子也可以萌发，但是由于根系裸露在外，不能有效的吸收水分以供给幼苗生长所需，使得 0 覆土厚度处理最终仅有 $11.33\% \pm 2.31\%$ 的幼苗存活。在 2~35 mm 覆土厚度处理之间，5 mm 覆土厚度下种子出苗率达到最大值，为 $84.0\% \pm 4.0\%$ ，覆土厚度为 35 mm 时出苗率最小，为 $27.33\% \pm 2.31\%$ 。

发芽势分析表明：随着覆土厚度的增加，种子的发芽速度减缓。其中 0、2 mm、5 mm、10 mm 覆土厚度 4 个处理在播种后第 3 d 开始出苗，当种子覆土厚度为 15 mm 时，播种后第 4 d 出苗，20 mm、25 mm、30 mm 处理均在第 6 d 开始出苗，而 35 mm 覆土厚度下在第 7 d 才开始出苗。单因素方差分析表明：不同覆土厚度条件下种子的出苗率($F = 68.795, p < 0.001$)和发芽势($F = 59.734, p < 0.001$)均存在极显著性差异。

4. 讨论

4.1. 温度和光照对蒙古莜种子萌发的影响

种子萌发对温度的要求与植物的生育习性及其长期所处生态环境有关[3]，同时，温度强烈影响种子的萌发率和萌发速率，适宜的温度促进种子的萌发和幼苗的生长，但是植物种不同，种子的最适萌发温度也不同。研究表明：当温度高于 15℃时，蒙古莜种子的萌发速度开始加快，30℃时种子发芽势达到最大值。日平均发芽率变化表明：蒙古莜种子萌发的最适温度为 20℃~25℃。低于 20℃，种子的平均萌发速率和发芽势均显著降低，在 10℃尤为明显；当温度为 30℃~35℃时，蒙古莜种子的发芽率显著下降，因此，低温和高温均会使种子萌发受到一定程度的抑制。蒙古莜种子的这种萌发机制确保了大部分种子

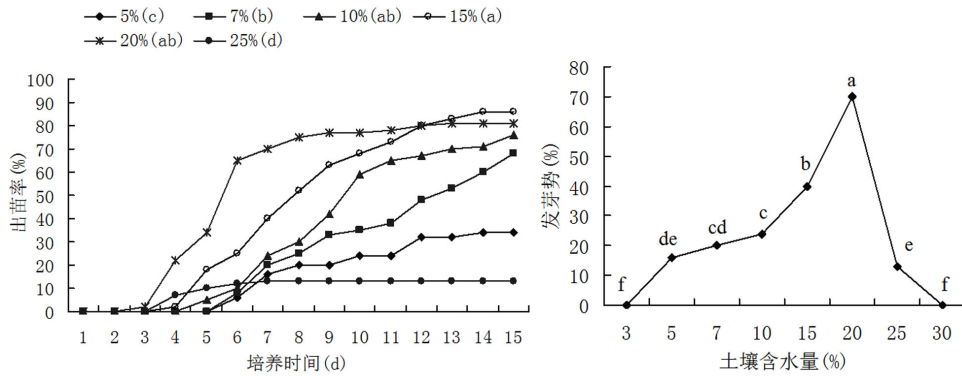


Figure 2. Changes of emergence rates and germination vigor in different soil moisture conditions
图 2. 不同土壤含水量条件下的出苗率和发芽势变化

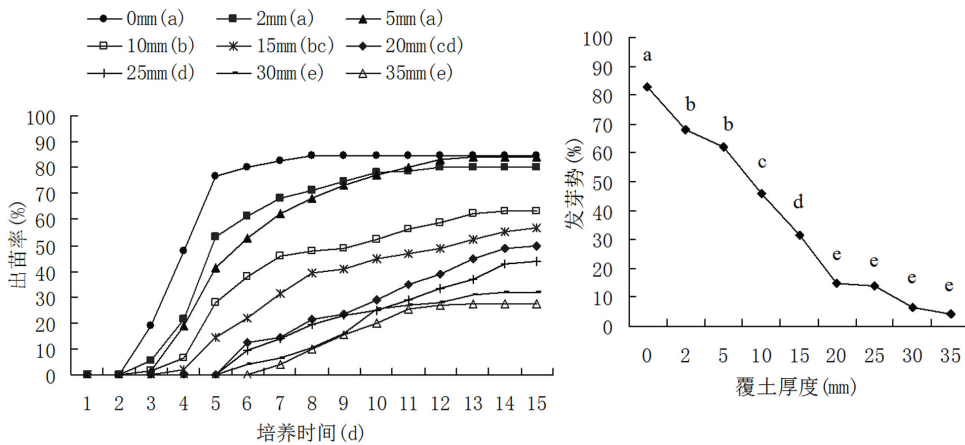


Figure 3. Changes of emergence rates and germination vigor in different thickness of covering soil conditions
图 3. 种子在不同覆土厚度条件下的出苗率和发芽势变化

在合适的季节萌发，因而增大了幼苗存活的机会。

光照、黑暗及光暗交替处理下蒙古莜种子的发芽率无显著性差异，但黑暗条件下发芽势明显低于其余两个处理，所以，在种子的萌发过程中，光照具有一定的促进作用。

4.2. 土壤含水量及埋藏深度对蒙古莜种子萌发的影响

在干旱地区，水分是影响植物种子萌发的主要限制性因素，但是干旱区土壤水分条件相对较差，适宜的水分环境不会持续很长时间，种子萌发越快，幼苗就会有更多时间适应环境，从而增加成活的几率；而种子集中萌发，就会有更多的幼苗接受严酷生境的考验，从而在一定程度上提高成活率[10]。因此，土壤含水量是调节种子萌发的重要因素之一。而土壤湿度的高低，也调节着种子的萌发速率。

蒙古莜种子在 20% 含水量土壤中具有最高的发芽势，萌发速度快。在含水量为 7%~20% 的土壤中出苗率相对较高。其中，15% 含水量土壤中种子出苗率最大，可达 86.0% 左右。当土壤含水量低于 5% 或高于 25% 时，种子则不能够萌发。蒙古莜种子萌发的这种对水分的需求机制可以使更多的幼苗集中成活，这对整个种群的延续与拓展生存是极其重要的。

埋藏深度对种子的萌发和出苗产生了深刻的影响。埋藏可以改变种子萌发和幼苗出土的生物和非生物条件如光照、湿度、温度、土壤通透性、土壤有机质、病原菌的活动，因此，埋藏能够有效地改变植

物的生理和形态并影响到植物的生长和存活[11]。只有在一定埋藏深度范围之内，种子萌发和幼苗出土才会达到最大[12]。过大的埋藏深度不利于种子的萌发及出苗，这是因为：首先，种子萌发后，幼苗能否出土取决于种子的胚乳或子叶中所含的能量以及埋藏的深度。所以，一般情况下，千粒重大的种子较千粒重小的种子，能够从更深的埋藏深度中顺利出苗[13]。其次，土壤因埋深而变得紧实，根际周围的土壤总孔隙度降低，土壤容重增加。这增加了植物顶端分生组织的生长阻力，阻碍茎向上生长，使幼苗出土延迟，或导致不能出苗[13]。

研究表明：在土壤水分较好的条件下，蒙古莜种子在土壤表面也具有较高的发芽率，但是由于根部裸露在外面，吸水能力差，使得新生幼苗大批量死亡，只有极少数存活。在覆土厚度 2~20 mm 之间，种子的出苗率均大于 50%，其中以 5 mm 厚度下出苗率最高，达 84% 左右。总体上，随着覆土厚度的增加，种子的出苗速度逐渐降低。当覆土厚度为 35 mm 时，出苗率下降为 $27.33\% \pm 2.31\%$ ，且出苗极显著延迟。

5. 结论

作为蒙古高原的特有植物，蒙古莜种子的萌发特性如下：1) 萌发的最适温度为 $20^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$ ，低温和高温均会使种子萌发受到一定程度的抑制；2) 当土壤含水量为 7%~20% 时，蒙古莜种子出苗率较高，其中以 15% 最为突出，可达 86.0% 左右；3) 埋藏在土壤较浅表层的蒙古莜种子更容易萌发和出苗，覆土厚度以 5 mm 左右为宜。

基金项目

由国家科技支撑计划项目(2012BAC10B03-4)：大型能源基地生态恢复技术与示范；内蒙古自然科学基金(2011MS0515)：蒙古高原特有植物——蒙古莜的繁殖生物学研究资助。

参考文献 (References)

- [1] 谢宗强, 陈伟烈, 胡东, 朱日光 (1998) 濒危植物银杉的结实特性及动物对果实的危害性. *植物生态学报*, **4**, 319-326.
- [2] Steven, D.D. (1991) Experiments on Mechanisms of Tree Establishment in Old-Field Succession: Seedling Emergence. *Ecology*, **72**, 1066-1075.
- [3] 徐秀丽 (2007) 冷藏和温度对高寒草甸两类常见植物种子萌发特性的影响. 硕士论文, 兰州大学, 兰州.
- [4] 卜海燕 (2007) 青藏高原东部高寒草甸植物种子的萌发与休眠研究. 硕士论文, 兰州大学, 兰州.
- [5] 刘志民, 蒋德明, 高红瑛, 常学礼 (2003) 植物生活史繁殖对策与干扰关系的研究. *应用生态学报*, **3**, 418-422.
- [6] 赵一之 (1995) 蒙古莜的植物区系地理分布研究. *内蒙古大学学报(自然科学版)*, **2**, 195-197.
- [7] 张源润, 董仁才, 麦硕, 梅曙光 (1999) 耐旱灌木蒙古莜花的资源及保护利用. *干旱区资源与环境*, **1**, 91-94.
- [8] 许再富 (1998) 稀有濒危植物迁地保护的原理与方法. 云南科技出版社, 昆明.
- [9] 颜启传 (2001) 种子学. 中国农业出版社, 北京.
- [10] 崔秀萍 (2007) 浑善达克沙地黄柳生理生态适应性研究. 博士论文, 内蒙古农业大学, 呼和浩特.
- [11] 苏延桂, 李新荣, 贾荣亮, 冯丽 (2007) 沙埋对六种沙生植物种子萌发和幼苗生长的影响. *中国沙漠*, **6**, 968-971.
- [12] 黄振英, Gutterman, Y. (2000) 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. *植物学报*, **1**, 71-80.
- [13] 郑明清, 郑元润, 姜联合 (2006) 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. *生态学报*, **8**, 2474-2483.