

青海湖地区围栏封育 芨芨草种子形态及其萌发特性

周国英^{1,2}, 李生兰³, 徐文华¹, 马海¹, 李锦萍¹, 陈桂琛¹

(1. 中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810001; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049; 3. 青海师范大学, 青海 西宁 810001)

摘要:以青海湖地区三角城种羊场的芨芨草 (*Achnatherum splendens*) 为观测对象, 研究围栏内外芨芨草的种子外观特征差异, 及其在 5, 10, 15, 20, 25, 30 时的萌发特性, 以期评价围栏封育对种子形态和萌发特性的影响。结果表明, 围栏内芨芨草种子无论是颗粒大小, 还是饱满程度均好于围栏外; 在温度低于 5 时, 芨芨草种子将不萌发, 随着温度的升高, 发芽率不断上升, 高于 25 发芽率有下降的趋势。低温或高温均不利于种子萌发, 即低于 20 或超过 25 萌发均受到不同程度抑制, 芨芨草种子萌发适宜温度为 20~25。围栏内芨芨草种子的萌发状况好于围栏外。

关键词: 青海湖地区; 芨芨草; 种子; 萌发特性

中图分类号: S311 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2007)03-0190-06

芨芨草 (*Achnatherum splendens*) 属禾本科 (*Gramineae*) 芨芨草属 (*Achnatherum*) 植物, 为多年生密丛性, 须根粗壮坚韧, 外具沙套, 秆直立, 坚硬, 平滑^[1]。具有耐寒、耐旱、耐盐、适应性广的特性。其经济价值较高, 不仅是优良饲用植物、纤维植物, 而且是水土保持植物^[3]。在我国主要分布在青海、西藏、四川、新疆、甘肃、内蒙古、宁夏、山西等地^[2]。芨芨草原在青海省以青海湖盆地、共和盆地及柴达木盆地东部的广大地区较为集中^[4]。芨芨草原是青海湖地区重要的草地类型, 也是青海湖地区草业和畜牧业的优良草场和重要基地。芨芨草原也是青海湖地区温性草原的代表类型, 不仅为草地畜牧业的发展提供不可缺少的原料和立足之地, 而且在抗风固沙、保持水土等维护自然环境的稳定性方面也起着重要作用, 同时也是鸟类的重要栖息地^[5]。然而, 由于地质历史演变、气候环境变化等自然原因, 加之近几十年来大规模的生产开发以及人类经济活动的干扰和影响, 尤其是人为开垦, 过渡放牧等不合理利用, 使原本脆弱的生态环境更加脆弱, 芨芨草原遭到严重破坏, 面积急剧减少, 草地生态环境恶化, 导致土地生产力下降, 物种多样性大量丧失。围栏封育由于投资少, 见效快^[6,7], 已成为当前青海湖地区退化草场恢复的重要措施之一。围栏封育就是将退化草地用网围栏等围起来, 消除或

减轻牲畜压力, 从而使退化草地得以自然恢复。它是人类有意识调节草原生态系统中草食动物与植物的关系以及管理草原的一种手段^[8]。长期以来多注重围栏建设, 但缺乏对围栏封育效果的效益评价。针对围栏封育对青海湖地区芨芨草原的影响, 我们先后进行了围栏封育对群落特征影响的评价^[10]和对土壤种子库影响的评价^[11]等研究。芨芨草种子及其萌发特性围栏后状况如何? 本研究选择了青海湖地区围栏内封育和围栏外自由放牧的芨芨草原为研究对象, 从围栏封育对围栏内外芨芨草种子的影响特点, 及其围栏封育对芨芨草种子萌发特征的影响等方面, 评价其在放牧管理及退化草地恢复中的地位, 以期对芨芨草草地资源持续合理利用, 科学经营管理, 以及退化芨芨草草地的植被恢复等提供一些科学依据。

1 研究区自然概况

青海湖地区的自然概况见文献^[12], 不再赘述。本研究的样地设在青海湖北岸青海省三角城种羊场地区为典型的芨芨草原。

2 材料与研究方法

2.1 材料采集及实验过程

芨芨草种子采集于 2003 年 9 月, 在围栏内外的

收稿日期: 2006-12-11

基金项目: 国家中西部专项“江河源主要生态区生态恢复研究与示范”(K99-05-11); 青海省重点科技攻关项目“青海湖地区典型退化草地生态系统恢复研究与示范”(2006-N-151)

作者简介: 周国英(1974—), 男, 汉族, 青海乐都人, 在读博士, 助理研究员, 主要从事草地生态学和恢复生态学方面的研究。E-mail: zhouguy @nwipb.ac.cn.

调查样地选择植物生长均匀、微地形差异较小、集中连片分布的群落,围栏内外分别采集。

种子千粒重及形态特征的测定:在围栏内外采集的种子中挑选健康、颗粒饱满的种子各1 000粒,共5个重复,用1/10 000的电子天平分别称重,求平均值。从上述种子中随机挑选20粒种子,测量种子长度和直径,并观察其形态特征。

种子萌发:将围栏内外种子用6个温度处理,分别为5,10,15,20,25,30。每个温度梯度做4次重复,每个重复100粒种子。种子用(1/100)的万福金安消毒1 h,用蒸馏水冲洗干净放入铺垫干净滤纸经过酒精消毒的培养皿中,滴蒸馏水至浸湿滤纸,盖上培养皿盖,分别置于5,10,15,20,25,30的HPS-250生化培养箱中,定期浇水,每天统计种子发芽粒数,直至连续5 d无种子萌发为止。

2.2 数据处理

发芽率(%) = (发芽终止期时全部正常发芽的种子数/供试种子数) × 100%^[9]

发芽势(%) = (达发芽高峰时的发芽粒数/供试种子粒数) × 100%^[9]

3 结果与分析

3.1 芨芨草种子形态特征及千粒重

芨芨草小穗灰绿色或带紫色,或变成草黄色;颖膜质,顶端尖或锐尖,第一颖具1脉,长4~5 mm,第二颖具3脉,长6~7 mm;外稃背部密生柔毛,顶端具2微齿,具5脉,长4~5 mm,基盘钝圆,具柔毛,芒自齿间伸出,直立或微弯,不扭转,长5~12 mm;内稃短于外稃,具2脉,脉间被柔毛;花药顶端具柔毛^[1]。

芨芨草属典型的禾本科植物,种子为颖果。围栏内芨芨草种子平均长度为0.225 ± 0.03 mm,平均直径为0.102 ± 0.02 mm;而围栏外芨芨草种子的平均长度为0.205 ± 0.04 mm,平均直径为0.087 ± 0.01 mm(见表1)。无论是种子长度,还是种子直径均是围栏内大于围栏外。

表1 芨芨草种子的形态特征

Table 1 Configuration characteristics of *Achnatherum splendens* seeds

项目 Item	种子长度 Length of seed (mm)	种子直径 Diameter of seed (mm)	千粒重 Weight of thousand grain(g)
围栏外 Out fenced plot	0.205 ± 0.04	0.087 ± 0.01	0.771 ± 0.05
围栏内 In fenced plot	0.225 ± 0.03	0.102 ± 0.02	0.797 ± 0.03

种子千粒重是指气干状态下1000粒纯净种子的重量,用以说明种子的饱满程度^[9]。围栏外芨芨草种子的千粒重为0.771 ± 0.054 g,围栏内为0.797 ± 0.029 g。围栏内芨芨草种子的千粒重也大于围栏外。围栏内属于封育地段,且为冬季产羔草场,放牧是有节制、有计划的,所受的干扰有限;而围栏外则是自由放牧地,长年受到放牧干扰,属于过牧草原,由于牛羊啃食和践踏,导致低矮植株的生殖枝全部被牲畜所采食,只有一些植株很高的生殖枝得以保留,从而造成围栏内的种子外形和千粒重均大于围栏外,可见围栏封育对于芨芨草种子具有一定的保护作用。

3.2 芨芨草种子萌发特征

不同温度梯度下围栏内封育区和围栏外自由放牧区芨芨草种子的萌发状况有所差异。温度为5时,在长达40 d的时间里围栏内和围栏外的芨芨草种子均无萌发,可见5℃低温下,不利于芨芨草种子的萌发。温度为10,15,20,25,30的不同梯度下围栏内和围栏外芨芨草种子的累计萌发特征如图1,图2所示。从图1可以看出围栏外的芨芨草种子在温度为10℃时,开始萌发的时间为第14 d;温度为15℃时,种子在第9 d开始萌发;温度20℃时,种子在第4 d开始萌发;温度25℃时,种子在第5 d开始萌发;温度30℃时,种子在第3 d开始萌发。从图2可以看出围栏内的芨芨草种子在温度为10℃时,开始萌发的时间为第13 d;温度为15℃时,种子在第9 d开始萌发;温度20℃时,种子在第3 d开始萌发;温度25℃时,种子在第4 d开始萌发;温度30℃时,种子在第3 d开始萌发。围栏内外芨芨草种子在不同温度梯度下,开始萌发的时间都十分相似,这与芨芨草本身的生物学特性有关系。从上面的分析可知温度低于15℃,围栏内外的芨芨草种子萌发均受到抑制,随着温度降低起始萌发时间延后,萌发进程缓慢,种子萌发持续时间延长,累计萌发数也明显降低。随着温度的升高,种子开始萌发的时间明显缩短,在20,25,30℃时,种子在3 d左右就开始萌发了,萌发数上升迅速,在前10 d内几乎直线上升,而且萌发种子数量明显多于15℃的萌发数。

围栏外20℃的累计萌发数最多,在第20 d累计萌发数达到最高为45粒,萌发速度明显高于其它几个温度的处理。10,15,25,30℃的累计萌发数分别是10粒,16粒,32粒和37粒,5℃的累计萌发数最低为0粒,10℃的温度在第39 d萌发数达到最多,种子萌发持续的时间长,累计萌发数也低。

围栏内25℃的累计萌发数最高,在第19 d累计

萌发数达到最高的 57 粒,而且萌发数上升迅速;25、30 的累计萌发数分别是 51 粒、43 粒,萌发数上升也迅速;15 累计萌发数是 25 粒;10 的累计萌发数极低为 8 粒,而且在第 38 d 达到最高,15 和 10 两者萌发明显推迟,发芽速度也慢,种子萌发时间长;5 的累计萌发数最低为 0 粒,从图 1、图 2 可

以得出 15 是明显的分界线,低于 15 的温度不利于芨芨草种子的萌发。适宜芨芨草种子萌发的温度介于 20~30 之间。另外,不同温度梯度下围栏内的种子累计萌发数均高于围栏外,这与围栏内种子质量好于围栏外有关,同样也说明了围栏封育对芨芨草种子的萌发具有一定保护作用。

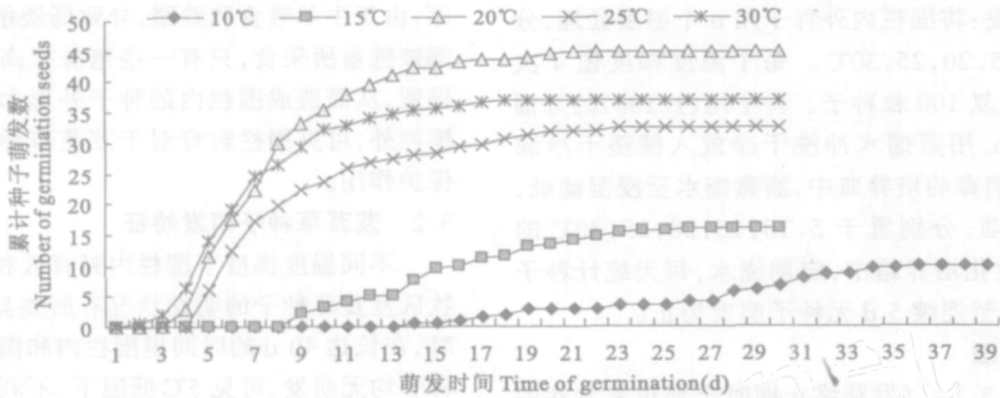


图 1 围栏外不同温度芨芨草种子萌发特征

Fig. 1 Germination of out fenced plot *Achnatherum splendens* at different temperature

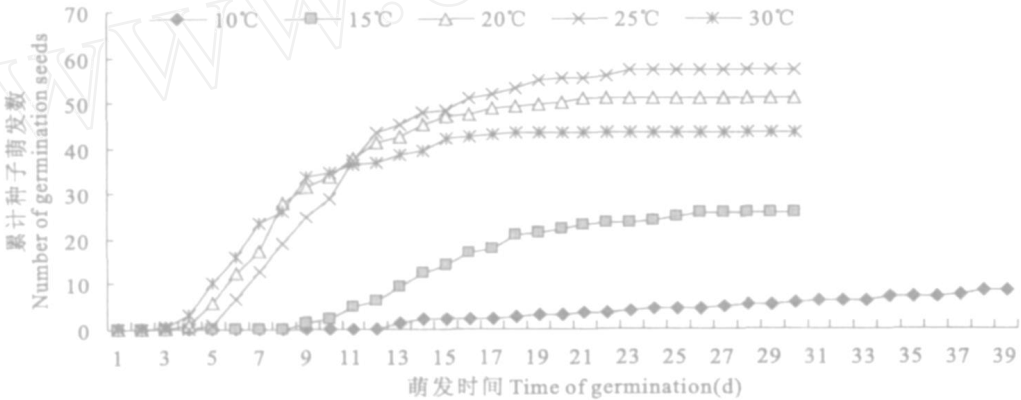


图 2 围栏内不同温度芨芨草种子萌发特征

Fig. 2 Germination of in fenced plot *Achnatherum splendens* at different temperature

3.3 芨芨草种子的发芽率

围栏内外芨芨草种子在不同温度下逐日萌发状况如图 3~图 7 所示。

由图 3~图 7 可知,10,15 时芨芨草种子萌发延迟,萌发持续时间长,且萌发零乱,每天的萌发数量忽高忽低,不集中,无明显的规律性。20,25,30 时萌发时间提前,萌发具有一定的规律性,有低——高——低的趋势,并且萌发大致集中在第 4~12 d 之间。由图也可看出围栏内的芨芨草种子萌发状况好于围栏外,所以最后围栏内种子的发芽数相对高于围栏外。

通过种子逐日萌发状况,统计其种子的发芽率。

发芽率指测试种子发芽数占测试种子总数的百分比。种子发芽率是检测种子质量的重要指标之一,生产中常常依此来计算用种量。芨芨草种子的发芽率如表 2 所示,围栏内外的芨芨草种子在温度 5 时,均无萌发;围栏外的芨芨草种子,在温度 20 时,其发芽率(%)最高为 44.44 ± 6.95,温度为 10、15 时,发芽率(%)较低分别是 10.75 ± 6.19,16 ± 4.55。温度为 25、30 时,发芽率(%)分别是 37 ± 3.27,32.5 ± 3.87,种子萌发率相对 10、15 时高一点。在温度低于 15 时,随温度降低发芽率有下降的趋势;温度达 30 时发芽率也有下降的趋势。

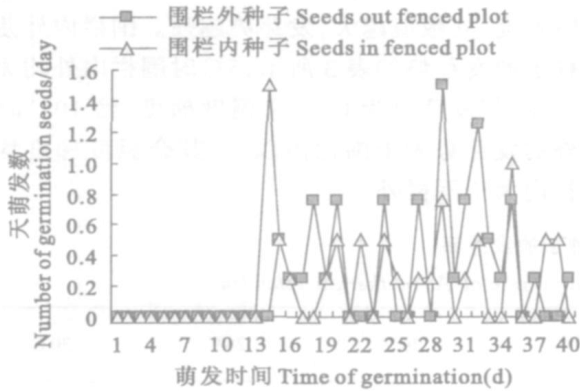


图 3 10 下种子萌发特征

Fig.3 Characteristics of germinated *Achnatherum splendens* seed at 10

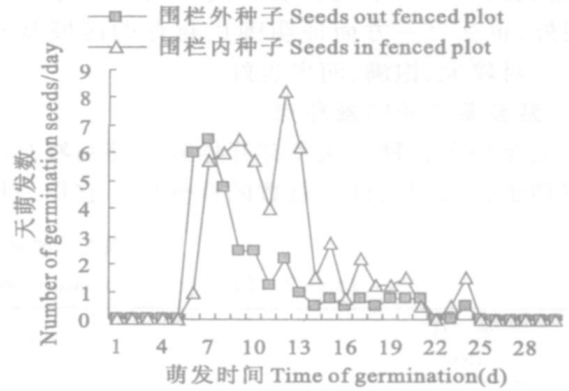


图 6 25 下种子萌发特征

Fig.6 Characteristics of germinated *Achnatherum splendens* seed at 25

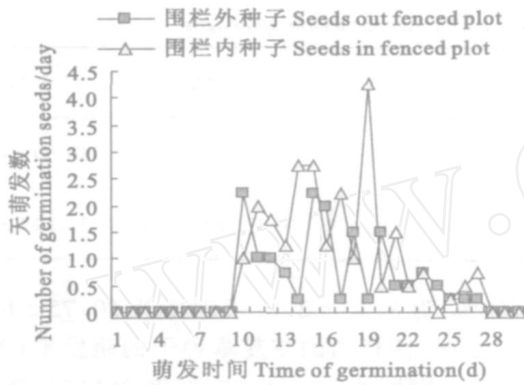


图 4 15 下种子萌发特征

Fig.4 Characteristics of germinated *Achnatherum splendens* seed at 15

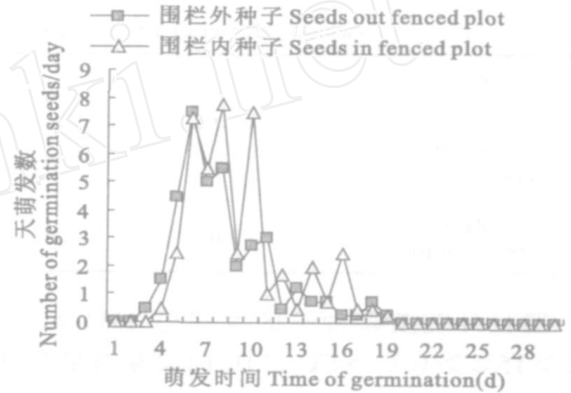


图 7 30 下种子萌发特征

Fig.7 Characteristics of germinated *Achnatherum splendens* seed at 30

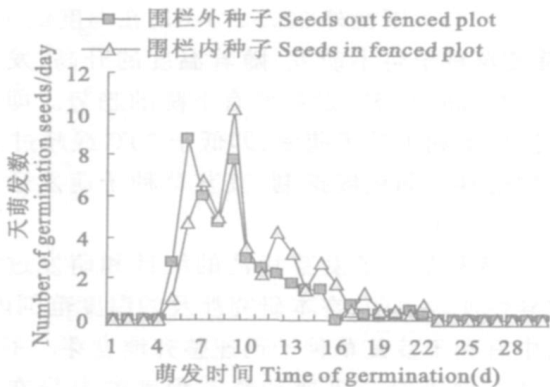


图 5 20 下种子萌发特征

Fig.5 Characteristics of germinated *Achnatherum splendens* seed at 20

围栏内芨芨草种子,在温度为 10 时,发芽率 (%) 很低仅为 8.25 ± 2.22 ,温度为 15,20,25,30 时,发芽率 (%) 分别是 25 ± 5.42 , 50.75 ± 7.04 , 57.25 ± 10.99 , 43.25 ± 9.43 。温度 25 时种子发芽率是 10 时的 7 倍。温度达 30 时发芽率也有下降的趋势。由此可见,低温或高温均不利于种子萌发,萌发适宜温度为 20~30。

温度 5 时,芨芨草种子的发芽率为 0。10,15 时种子的发芽率介于 5%~25%,20 以上发芽率可达 40% 以上。可见低温下如 5 时,种子萌发受到抑制,种子发芽率极低,随着温度的升高,萌发率增加,这说明温度对芨芨草种子萌发非常重要,同时也说明芨芨草是一个喜温植物。总体而言,围栏内外芨芨草种子的发芽率均较低,可能与青海湖地区寒冷、干旱的自然环境有关,导致种子成熟度较

差,造成部分种子不能萌发。围栏内的发芽率高于围栏外,也从另一方面证明围栏封育的区域芨芨草种子相对较大、饱满,萌发也好。

3.4 芨芨草种子的发芽势

发芽势是指种子从发芽开始到发芽高峰时段内发芽种子数占测试种子总数的百分比。它作为检测

种子质量的重要指标之一,反映了种子的发芽速度和整齐度,其数值越大,发芽势越强。围栏内外芨芨草种子的发芽势如表 3 所示,5 时围栏内外均无种子发芽,其发芽势为 0,其它温度梯度,除 10 时围栏外的发芽势大于围栏内以外,其余温度梯度均为围栏内大于围栏外。

表 2 围栏内外芨芨草种子的发芽率

Table 2 Effect of temperature on seed germination rate of *Achnatherum splendens*

项 目 Item	5	10	15	20	25	30
围栏外 Out fenced plot	0	10.75 ±6.19	16 ±4.55	44.44 ±6.95	37.00 ±3.27	32.50 ±3.87
围栏内 In fenced plot	0	8.25 ±2.22	25 ±5.42	50.75 ±7.04	57.25 ±10.99	43.25 ±9.43

表 3 围栏内外芨芨草种子的发芽势

Table 3 Effect of temperature on seed germination vigor of *Achnatherum splendens*

项 目 Item	5	10	15	20	25	30
围栏外 Out fenced plot	0	1.75 ±1.50	2.25 ±2.63	11.50 ±4.20	12.5 ±3.11	14.00 ±4.24
围栏内 In fenced plot	0	1.50 ±1.00	8.75 ±2.63	27.75 ±4.99	37.25 ±11.00	23.50 ±3.42

围栏外芨芨草种子的发芽势 30 > 25 > 20 > 15 > 10 > 5, 30 的发芽势最高;围栏内芨芨草的种子的发芽势则是 25 > 20 > 30 > 15 > 10 > 5, 25 的发芽势最高;围栏内芨芨草种子发芽势的最高值是围栏外对应温度的 2.98 倍。可见围栏内芨芨草种子发芽率高,发芽势强,预示着围栏内的种子出苗快而整齐,苗壮;围栏外的芨芨草种子则发芽率低,发芽势弱,预示着出苗不齐,弱苗多。

总体分析,围栏内 25 发芽势最佳,而围栏外则是 30 的发芽势最强。

4 结 论

1) 芨芨草种子平均长度围栏内(0.225 ±0.03 mm) > 围栏外(0.205 ±0.04 mm),平均直径围栏内(0.102 ±0.02 mm) > 围栏外(0.087 ±0.01 mm),千粒重围栏内(0.797 ±0.029 g) > 围栏外(0.771 ±0.054 g)。可见围栏内种子的颗粒较大,饱满程度好。

2) 不同温度条件对围栏内外芨芨草种子的萌发影响均较大。温度 5 时,围栏内外的芨芨草种子均无萌发;温度 10 时,围栏内的芨芨草种子的

萌发率(%)为 8.25 ±2.22 < 围栏外 10.75 ±6.19;温度 15 时,围栏内的芨芨草种子的萌发率(%)为 25 ±5.42 > 围栏外 16 ±4.55;温度 20 时,围栏内的芨芨草种子的萌发率(%)为 50.75 ±7.04 > 围栏外 44.44 ±6.95;温度 25 时,围栏内的芨芨草种子的萌发率(%)为 57.25 ±10.99 > 围栏外 37 ±3.27;温度 30 时,围栏内的芨芨草种子的萌发率(%)为 43.25 ±9.43 > 围栏外 32.5 ±3.87;在温度低于 5 时,芨芨草种子将不萌发,随着温度的升高,发芽率不断上升,高于 25 发芽率有下降的趋势。即低温或高温均不利于种子萌发,即低于 20 或超过 25 萌发均受到不同程度抑制,芨芨草种子萌发适宜温度为 20~25。

3) 芨芨草种子发芽特性的统计和萌发过程中的差异性比较表明,在本研究涉及的温度范围内,温度适中有利于芨芨草种子迅速整齐地发芽。不同温度条件下种子发芽迅速和整齐程度的差异在发芽势、平均发芽日数和发芽率等指标的比较中一目了然。综合以上各指标,20~30 条件下无论是种子的发芽势、平均发芽日数还是种子的发芽率均表现为最佳,在该温度范围内,种子发芽整齐和迅速程度最佳,种子萌发最早,发芽速度最快,发芽整齐度高,

发芽集中,在三周的时间内发芽结束,为6个处理中的最适温度。

4) 围栏内的种子萌发状况相对较好,说明围栏内的植物由于受到围栏的保护,放牧强度小,受到的干扰较轻,种子成熟度高和成熟种子的数量大,所以萌发状况也较好。围栏外属于自由放牧区,长年受到人为的干扰、牲畜的采食、践踏等影响,大部分种子尚未成熟就为牲畜采食,损失种子多,所以萌发状况较差。鉴于青海湖地区的地理位置及气候环境条件,以及芨芨草草原对生态环境建设和畜牧业发展的重要性,适度的围栏封育可避免大量的牲畜及人类的干扰,同时也有利于芨芨草种群的自然更新。

致谢:感谢王晓红、张浩静两位女士在实验中提供的巨大帮助。

参考文献:

- [1] 刘尚武. 青海植物志(第3卷)[M]. 西宁:青海人民出版社, 1999. 156—157.
- [2] 吴珍兰,卢生莲. 论世界芨芨草属(禾本科)的地理分布[J]. 植物分类学报, 1996, 34(2): 152—161.
- [3] 卫东,王彦荣. 芨芨草种子发芽检验方法的研究[J]. 草业科学, 1998, 15(4): 29—32.
- [4] 陈桂琛,彭敏. 青海省芨芨草草原的群落特征及其分布规律[J]. 西北植物学报, 1993, 13(2): 154—162.
- [5] 李迪强,蒋志刚,王祖望. 青海湖地区生物多样性的空间特征与GAP分析[J]. 自然资源学报, 1999, 14(1): 47—53.
- [6] 周兴民,张松林. 矮蒿草草甸在封育条件下群落结构和生物量变化的初步观察[J]. 高原生物学集刊, 1986, (5): 1—6.
- [7] 王启基,周兴民,沈振西,等. 不同调控策略下退化草地恢复与重建的效益分析[A]. 高寒草甸生态系统(第4集)[C]. 北京: 科学出版社, 1995. 343—352.
- [8] 周华坤,周立,刘伟,等. 封育措施对退化与未退化矮蒿草草甸的影响[J]. 中国草地, 2003, 25(5): 15—22.
- [9] 苏印泉. 森林种苗实验指导书[M]. 1996. 12—18.
- [10] 周国英,陈桂琛,韩友吉,等. 围栏封育对青海湖地区芨芨草草原群落特征影响的研究[J]. 中国草地学报, 2007, 29(1).
- [11] 周国英,陈桂琛,王顺忠,等. 青海湖地区芨芨草草原土壤种子库的初步研究[J]. 生态学杂志, 2005, 24(7): 724—728.
- [12] 周国英,陈桂琛,赵以莲,等. 青海湖地区芨芨草群落特征及其物种多样性研究[J]. 西北植物学报, 2003, 23(11): 1956—1962.

Germination characteristics of *achnatherum splendens* seeds and its response to enclosure in the Qinghai Lake area

ZHOU Guo-ying^{1,2}, LI Sheng-lan³, XU Wei-hua¹, MA Hai¹, LI Jin-ping¹, CHEN Gui-chen¹

(1. Northwest Institute of Plateau Biology, CAS, Xi'ning, Qinghai 810008, China;

2. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China;

3. QingHai Normal University, Xining, Qinghai 810001, China)

Abstract: The study was conducted in the Sheep Breeding Pasture-land of City Sanjiao of Qinghai Province, which located in north bank of the Qinghai Lake. The *achnatherum splendens* seed was studied as the object, and the germination characteristics in the different temperature with 5, 10, 15, 20, 25, and 30 °C were compared. The result is as follows: *achnatherum splendens* seed can't germinate under 5 °C. Seed germination rate is ascending with temperature raised from 10 to 25 °C and descending when temperature exceeds 25 °C. Therefore, neither low temperature nor high temperature does make for seed germination. The optimal temperature of *achnatherum splendens* seed's germination is between 20 ~ 25 °C. The germinant status of *achnatherum splendens* seed enclosure is better than that out of the fence.

Keywords: the Qinghai Lake area; *achnatherum splendens*; seed; germination characteristics