

网络出版时间:2012-09-25 10:08

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20120925.1008.025.html>

西藏那曲不同高寒退化草地土壤种子库研究

王宏辉, 孙磊, 赵玉红, 赵改红, 李龙, 魏学红

(西藏农牧学院 动物科学学院, 西藏 林芝 860000)

[摘要] **【目的】**探讨西藏那曲不同高寒退化草地土壤种子库存量、可萌发种子数量和种子萌发的生理生态特征,为西藏高寒退化草地植被恢复、生产力提高及生态保护提供参考。**【方法】**采用典型取样法,在那曲退化草地试验区按照植被盖度高低选取轻度、中度、重度和极重度 4 种不同退化程度的样地,在每个样地内采用样线法选取 4 块样方,于每个月的第 1 天在样方内采取 10 cm×10 cm×10 cm 的土样(包括地上的枯枝落叶),采用土样浸泡、溶解、过筛方法分离种子,对其进行鉴定并计数,通过室内萌发试验测定土壤种子库中可萌发的种子数量;用不同质量分数的 GA_3 (0.10%, 0.05% 和 0.02%), KNO_3 (0.20%), H_2SO_4 (60%, 70%, 80% 和 90%) 处理种子库,分析 3 种溶液对种子萌发的影响。调查各种植物的相对盖度、相对频度、相对密度和相对生物量,计算其重要值,分析不同退化草地植物群落种类的组成特征。**【结果】**那曲高寒中度退化草地种子库中的种子数量最多,为 (530 ± 80.00) 粒/ m^2 ;其次是重度和极重度退化草地,其种子数量均为 (250 ± 44.72) 粒/ m^2 ;轻度退化草地种子库种子存量最少,为 (216 ± 21.34) 粒/ m^2 。种子库中的物种以蔷薇科(Rosaceae)、菊科(Compositae)、禾本科(Gramineae)植物为主。在实验室条件下,轻度退化草地种子库中可萌发种子数量最少,为 (100 ± 0.00) 粒/ m^2 ;其次是重度和极重度退化草地,均为 (140 ± 24.50) 粒/ m^2 ;中度退化草地种子库中可萌发种子数量最多,为 (260 ± 40.00) 粒/ m^2 。采用质量分数 0.05% GA_3 处理土壤种子库中的种子时,能够破除种子的休眠作用,有利于种子的萌发;采用质量分数 0.2% KNO_3 处理土壤种子库中的种子,对种子萌发也有一定的促进作用;不同质量分数 H_2SO_4 处理对土壤种子库中种子的萌发表现出一定的抑制作用。轻度退化草地以西藏嵩草和高山嵩草为优势种,中度退化草地以高山嵩草和黑褐苔草为优势种,重度退化草地以高山嵩草为优势种,极重度退化草地以臭蒿、矮火绒草和轮叶棘豆为优势种。**【结论】**轻度退化草地以西藏嵩草和高山嵩草植物为主,牛羊采食量大,且有鼠害,可能会导致植物结种量减小;中度和重度退化草地由于菊科、蔷薇科属植物较多,所以种子库中留存植物种子最多;极重度退化草地中已经没有莎草科植物,主要为菊科、蔷薇科和十字花科植物,动物不可食植物比例增加,牛羊采食减少,故其种子库中植物数量也较多。

[关键词] 西藏那曲;高寒地区;退化草地;土壤种子库

[中图分类号] Q948.112⁺9;X171.4

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2012)10-0103-08

Study on soil seed bank of different alpine degraded grasslands in Nakchu area of Tibet

WANG Hong-hui, SUN Lei, ZHAO Yu-hong, ZHAO Gai-hong, LI Long, WEI Xue-hong

(College of Animal Science, Tibet Agriculture and Animal Husbandry College, Linzhi, Tibet 860000, China)

Abstract: **【Objective】**In order to provide some background knowledge for vegetation restoration, productivity and ecological protection of degraded grasslands in Nakchu area of Tibet, soil seed bank, the number of fermentable seeds, and the ecological characteristics in different degraded grasslands of Nakchu were systematically investigated. **【Method】**Based on vegetation coverage, plots of four different degradation levels (light degradation, medium degradation, heavy degradation and extremely severe degradation) were select-

[收稿日期] 2012-03-25

[基金项目] 国家自然科学基金项目(30860061);科技部农业科技成果转化项目(2010GB2F400453);国家社科基金项目(XZ1121)

[作者简介] 王宏辉(1968—),男,甘肃静宁人,副教授,主要从事西藏草地畜牧业研究。E-mail: xizangwhh@163.com

[通信作者] 魏学红(1970—),男,甘肃民勤人,教授,硕士生导师,主要从事西藏草原研究。E-mail: wxueh@yahoo.com.cn

ed. In four plots which were selected using line transect method, soils with volume of $10\text{ cm} \times 10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ (including litters) were taken as seed bank sample on the first day of each month. The soil was immersed, dissolved and sifted to separate seeds, and the separated seeds were appraised and counted. Then the amount of germinative seeds of soil seed bank was measured by germination test in the lab. The influence of different mass fractions of GA_3 (0.10%, 0.05% and 0.02%), KNO_3 (0.20%), H_2SO_4 (60%, 70%, 80% and 90%) treatment of seed bank on seed germination was analyzed. The importance value of soil bank was calculated through its relative coverage, relative frequency, relative density and relative biomass. The composition and characteristics of plant community of soil bank was also analyzed. 【Result】 The results showed that the largest number of seeds (530 ± 80.00) grains/ m^2 was obtained in the medium degraded meadow in Nakchu, followed by heavy and extremely severe degradation grasslands (250 ± 44.72) grains/ m^2 , while medium degraded grassland's seed stock was the least (216 ± 21.34) grains/ m^2 . Most species in the seed banks were the Rosaceae, Compositae, Gramineae, and so on. Under laboratory conditions, the number of seeds that could germinate was the least in the seed bank of medium degraded grassland (100 ± 0.00) grains/ m^2 , followed by heavily and extremely severe degraded grasslands, and the largest number of seeds that could germinate was obtained in the medium degraded grassland (260 ± 40.00) grains/ m^2 . GA_3 (mass fraction 0.05%) treatment could break the grassland seed dormancy and promote its germination. KNO_3 (mass fraction 0.2%) treatment also promoted seed germination. However, different mass fractions of H_2SO_4 treatment of soil seed banks inhibited seed germination. *Kobresia tibetica Maxim*, *Kobresia pygmaea* and *O. chiliophylla* Royle were the dominant species in light degradation grassland, *Kobresia pygmaea* and *Carex atrofusca* were the dominant species in medium degradation grassland, *Kobresia pygmaea* was the dominant species in heavy degradation grassland, *Artemisia hedini*, *Leontopodium. nanum* and *O. chiliophylla* Royle were the dominant species in extremely severe degradation grassland. 【Conclusion】 The dominant species in minor degraded meadow in Nakchu were *Kobresia alpine* and Tibetan *Kobresia*, and most of them were fed to cattle and sheep. The rodent damage resulted in a smaller amount of seeds for many plant species. Due to the increase of asteraceae and rosaceae species at medium and heavily degraded meadows, the retained seeds in seed bank were most frequent. There existed no sedge plants, but mainly Asteraceae, Rosaceae and Cruciferous plants in extremely severely degraded grassland. With the increase of the proportion of inedible plants for cattle and sheep, a larger number of seeds thus were obtained in the seed banks.

Key words: Tibet Nakchu; alpine area; degraded grassland; soil seed bank

西藏是中国五大牧区之一,其草场总面积达0.8亿 hm^2 ,占全国天然草场总面积的 1/5 左右。草地畜牧业是藏民族世代经营的传统产业和赖以生存与发展的基础产业,在地方经济中具有不可替代的地位和作用。由于西藏地理位置特殊,自然条件严酷,长期落后的自然经济形态和掠夺式畜牧业生产方式以及对草地的不合理利用,使西藏高寒草地严重退化。据初步调查,全区草地以每年 3%~5% 的速度退化,目前已有 50% 以上的高寒草地发生退化,其中重度退化草地约占已退化草地的 1/2,还有近 1/3 的草地已明显沙化。退化草地在植被数量减少的同时,牧草的质量也普遍下降,多年生优良牧草数量大幅度减少,劣质杂草及毒害草数量增加。草地的退

化严重阻碍了西藏社会经济的和谐发展,威胁着西藏乃至国家的生态安全。

土壤种子库和营养繁殖等研究属于植物繁殖生态学的范畴,是研究退化草地自然恢复的重要内容。土壤种子库对于植物群落演替以及植被恢复具有重大意义^[1],能够为生态环境中的植被更新提供更多的途径^[2]。土壤种子库是植物组成的重要部分,种子库的组成可以反映植物群落的组成。土壤种子库中的有些植物种子是植被恢复演替中的先锋种^[3],因此研究土壤种子库中的种子数量和物种组成是探讨草地植物群落组成、结构和演替的有效方法之一。土壤种子库时期是植物种群生活史的一个重要阶段,有人称之为潜种群阶段,其能部分反映群落的历史

史和现状,对退化草地生态系统的恢复评价有重要作用^[4-6]。退化生态系统的恢复与重建都涉及到种子库的时空格局、种子萌发和幼苗的补充更新^[1]。

在植物种群生态学研究,土壤种子库问题一直受到广泛的关注,国外近 20 年来对土壤种子库的研究一直是植物种群生态学中比较活跃的领域^[5]。但目前国内外的相关报道多集中于森林或湿润半湿润地区,对草地或半干旱区土壤种子库的研究报道较少。为此,本研究对以高寒草地为主的西藏那曲不同退化程度草地土壤种子库的物种组成、种子存量以及可萌发种子数量等特征进行了分析,以期为当地退化草地生态系统的恢复与重建及其恢复能力评价提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究地点及其自然概况

研究地点位于西藏那曲县那曲镇,属典型的高寒草甸类草地,主要植物有高山嵩草(*Kobresia pygmaea*)、西藏嵩草(*Kobresia tibetica* Maxim)、钉柱委陵菜(*Potentilla saundersiana* Royle)、垫状点地梅(*Androsace tapete* Maxim.)、矮火绒草(*Leontopodium nanum*)、高原早熟禾(*Poa alpigena*)、紫羊茅(*Festuca rubra* Linn.)、紫苞风毛菊(*Saussurea purpurascens*)、乳白香青(*Anaphalis lactea*)等。该地海拔 4 567 m,属高原大陆性气候,年平均气温为 1.9℃,7 月份平均温度 8.6℃,1 月份平均温度 -14.8℃,大于 0℃的积温仅 1 035℃,在最热月 7 月也有 0℃以下的低温出现,无绝对无霜期;年降雨量 426.7 mm,多地形雨,频繁少量,且集中于 6—9 月(约占年降雨量的 90%);年蒸发量 1 855 mm,为降水量的 4.3 倍;年相对湿度为 50.3%,年大风(风速≥17 m/s)天数达 130 d 左右。该地土壤以高山草甸土、高山灌丛草甸土为主,多为砾质土或含砾沙壤土,土壤矿质化程度高,腐殖质过程积累弱,淋溶弱;土层厚 30~40 cm,有机质含量 8~20 g/kg。

1.2 研究方法

1.2.1 样地的选取 在西藏那曲县那曲镇项目试验点,采用典型取样法,主要根据盖度的差异设置 4 块退化程度不同的样地,即轻度退化草地(A)、中度退化草地(B)、重度退化草地(C)、极重度退化草地(D),每块样地面积 1 hm²。轻度退化草地位于 N31°31.879'、E92°04.038',物种数 7 种,总盖度 95%,草层高度 6.4 cm;优势植物为西藏嵩草,其他植物为鹅绒委陵菜(*Potentilla anserina*)、矮火绒草、

高山唐松草(*Thalictrum alpinum*)、短穗兔耳草(*Lagotis brachystachya*)、多裂委陵菜(*Potentilla multifida* L.)和毛茛葶(*Draba eriopoda*);鼠洞较少,裸露地较多。中度退化草地位于 N31°31.903',E92°04.046',物种数 9 种,总盖度 70%,草层高度 5.1 cm;优势植物为黑褐苔草(*Carex atrofusca*)、轮叶棘豆(*Oxytropis chiliophylla* Royle)和西藏嵩草,其他植物为鹅绒委陵菜、紫花针茅(*Stipa purpurea*)、钉柱委陵菜、短穗兔耳草、多裂委陵菜和毛茛葶;鼠洞较多,裸露地也较多。重度退化草地位于 N31°31.891',E92°04.109',物种数 10 种,总盖度 57%,草层高度 2.0 cm;优势植物为高山嵩草,其他植物为西藏嵩草、多裂委陵菜、钉柱委陵菜、矮火绒草、美丽风毛菊(*Saussurea pulchra*)、梭罗草(*Roegneria thoroldiana* Keng)、黑褐苔草、高原早熟禾(*Poa alpigena*)和紫花针茅(*Stipa purpurea* Griseb);鼠洞较少,裸露地较多。极重度退化草地位于 N31°31.838',E92°04.016',物种数 8 种,总盖度 40%,草层高度 3.2 cm;优势植物为矮火绒草和臭蒿(*Artemisia hedinii*),其他植物为多裂委陵菜、鹅绒委陵菜、珠芽蓼(*Polygonum viviparum* L.)、狼毒大戟(*Euphorbia fisheniana*)和毛茛葶;无鼠洞,裸露地较多。

1.2.2 退化草地土壤种子库的采集、鉴定及可萌发种子数量的测定 在 A、B、C、D 4 个样地内各设置 1 条样线,在样线上选取 4 个样方,每个样方相距 3 m。从 5 月开始至 10 月止,在每月的第 1 天从各样方采取 10 cm×10 cm×10 cm 的土样(包括地上的枯枝落叶),将土样放至纸袋中包好并编号,带回实验室用容器浸泡,使土样溶解散开,接着冲洗溶解的土样,通过 2 层筛子(上层孔径为 2 mm,下层孔径为 0.5 mm)进行分离,最后将过滤物分别收集在吸水纸上晾干,在 5 倍放大镜下挑出土样中的所有种子,30℃恒温烘干保存。此土壤种子库样品用于种子萌发生理生态特征试验和测定样地土壤种子库中可萌发的种子数量。采用室内萌发法测定样地土壤种子库中可萌发的种子数量,各样地结果以 4 个样方的平均值表示。另外,在样地植物成熟过程中采集各种植物种子标本,并依此对种子库中的种子进行分种鉴定、计数。

1.2.3 种子萌发生理生态特征试验 将土壤种子库用不同溶液浸泡处理后,用铺有 2 层滤纸的培养皿作发芽床,在培养箱(温度 20~25℃)内进行种子萌发试验,每个样地种子库样品重复 4 次。试验过

程中始终保持滤纸湿润,记录萌发种子数,计算发芽率。

1)H₂SO₄ 溶液处理。取 4 个 200 mL 烧杯,分别加纯净水 50 mL,然后依次加 31,36,41 和 46 mL H₂SO₄ 溶液,即可配制得质量分数分别为 60%,70%,80%和 90%的 H₂SO₄ 溶液。按对角线取样法提取不同退化草地土壤种子库的过筛物,依次放入培养皿中,对于同一种退化草地样品,分别加入质量分数 60%,70%,80%和 90%的 H₂SO₄ 溶液,将样品淹没在 H₂SO₄ 溶液中,浸泡 5 min 后冲洗去除 H₂SO₄,然后用滤纸吸干样品并用流水冲洗 5 次直至 H₂SO₄ 被冲洗干净。最后将样品放于培养皿中的滤纸上,在温度为 25 ℃培养箱中进行萌发试验,逐日统计发芽数。不同样地不同处理重复 6 次,并设置对照试验组(CK),用水代替 H₂SO₄ 溶液处理样品。

2)KNO₃ 溶液处理。取 1 个 200 mL 烧杯,加纯净水 100 mL,然后再加入 0.2 g KNO₃,配制成质量分数 0.2%的 KNO₃ 溶液。按对角线取样法提取不同退化草地土壤种子库的过筛物,依次放入培养皿中,分别加入适量质量分数 0.2% KNO₃ 溶液(以湿润土壤种子库过筛物为宜),在 25 ℃培养箱中进行萌发试验,逐日统计发芽数。试验期间,需要每天补充水分至第 1 次加水时的量,以保持 KNO₃ 溶液质量分数不变。不同样地均重复 6 次,并设置对照试验(CK),用水代替 KNO₃ 溶液处理样品。

3)GA₃ 溶液处理。取 3 个 200 mL 烧杯,分别加纯净水 100 mL,然后依次加 0.1,0.05,0.02 g GA₃,配制成质量分数 0.10%,0.05%和 0.02% 的 GA₃ 溶液。按对角线取样法提取不同退化草地土壤种子库的过筛物,依次放入培养皿中。对于同一种退化草地样品,分别加入质量分数 0.10%,0.05%和 0.02% GA₃ 溶液适量(以充分湿润样品为宜),在 25 ℃培养箱中进行萌发试验,逐日统计发芽数。不同样地不同处理重复 6 次,并设置对照试验(CK),用水代替 GA₃ 溶液处理样品。

1.2.4 各样地物种的重要值 按任继周^[7]的野外调查方法获取数据,并计算植物群落的重要值(IV):

$IV=(\text{相对盖度}+\text{相对频度}+\text{相对密度}+\text{相对生物量})/4$ 。

式中:相对盖度=某一物种的盖度/群落中所有种分盖度之和×100%,相对频度=某一物种的频度/全部种的频度之和×100%,相对密度=某一种植物的

个体数/全部植物个体数×100%,相对生物量=某一种植物的生物量/全部植物生物量之和×100%。

1.3 数据分析

按李春喜等^[8]的统计方法对试验数据进行统计与分析,用 Duncan 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 土壤种子库的种子存量及其物种组成特征

由表 1 可知,不同退化程度草地土壤种子库种子存量以中度退化草地最多((530±80.00)粒/m²),其次为重度退化草地和极重度退化草地(均为(250±44.72)粒/m²),轻度退化草地种子存量最少((216±21.34)粒/m²)。轻度、重度和极重度退化草地种子库种子存量差异不显著($P>0.05$);中度退化草地与其他 3 种退化草地种子存量的差异均达极显著水平($P<0.01$)。

表 1 西藏那曲不同退化程度草地
土壤种子库中种子总数的统计

Table 1 Total number of soil seed bank in different degraded meadows in Nakchu area of Tibet 粒/m²

样地 Plot	种子数量 Seed number
A	216±21.34 b
B	530±80.00 a
C	250±44.72 b
D	250±44.72 b

注:同列数据后标相同小写字母表示不同样地间差异不显著($P>0.05$),标不同小写字母表示不同样地间差异极显著($P<0.01$)。表 3 同。

Note:The same letters in the same column indicate the difference among different plots is not significant at $P>0.05$ level,different letters in the same column indicate difference among different plots is extremely remarkable at $P<0.01$ level. The table 3 is the same.

根据对种子库种子形态特征及种子萌发植物形态的鉴定,确定种子库中的大部分物种为蔷薇科(Rosaceae)、菊科(Asteraceae)、禾本科(Poaceae)植物(表 2)。通过与地上植被物种比较发现,那曲 4 种不同退化程度高寒草地的土壤种子库物种组成与地上植被有密切关系,相关性较大的为极重度退化草地,中度和轻度退化草地的相关性较低。4 种退化程度不同的草地土壤种子库均以禾本科植物种子最多,其次为杂草类植物种子,而少有莎草科植物种子,这可能与禾本科和杂草类植物种子易成熟且易萌发,而莎草科植物种子发芽率较低的生物学特征有关。

表 2 西藏那曲 4 种退化程度草地土壤种子库中出现的主要物种

Table 2 The primary species of soil seed bank in 4 different degraded meadows in Nakchu area of Tibet											
植物种类 Species		A	B	C	D	植物种类 Species		A	B	C	D
科别 Family	种名 Species name					科别 Family	种名 Species name				
蔷薇科 Rosaceae	鹅绒委陵菜 <i>Potentilla ansrina</i>	+	+	—	+	豆科 Fabaceae	轮叶棘豆 <i>O. chiliophylla</i> Royle	—	+	—	+
	钉柱委陵菜 <i>P. saundersiana</i> Royle	—	+	+	—		紫花针茅 <i>Stipa purpurea</i>	—	+	+	—
菊科 Asteraceae	矮绒絨草 <i>Leontopodium nanum</i>	—	—	+	+	禾本科 Poaceae	高原早熟禾 <i>Poa alpigena</i>	—	—	+	—
	臭蒿 <i>Artemisia hedinii</i>	—	—	—	+		梭罗草 <i>Roegneria</i> <i>thoroldiana</i> (Oliv.) Keng	—	—	+	—
	毛葶苈 <i>Draba eriopoda</i>	+	+	—	+	蓼科 Polygonaceae	珠芽蓼 <i>P. viviparum</i>	—	—	—	+

注:“+”表示各样地土壤种子库中有该植物,“—”表示无该植物。
Note:“+”shows that this species appears in soil seed bank of the plot,“—”shows that this species does not appear.

2.2 土壤种子库中可萌发种子数量的比较

表 3 显示,在实验室条件下,研究区域 4 种不同退化程度的高寒草地土壤种子库可萌发种子数量均较少,其中轻度退化草地土壤种子库中可萌发种子数量最少,为(100±0.00)粒/m²;其次是重度退化

草地和极重度退化草地,均为(140±24.50)粒/m²;中度退化草地土壤种子库中可萌发种子数量最多,为(260±40.00)粒/m²;除重度与极重度退化草地种子库可萌发种子数量差异不显著($P>0.05$)外,其余均差异极显著($P<0.01$)。

表 3 西藏那曲不同退化程度草地土壤种子库可萌发种子数量的比较

样地 Plot		可萌发种子数量 Total germinative seed number	样地 Plot		可萌发种子数量 Total germinative seed number
A		100±0.00 c	C		140±24.50 b
B		260±40.00 a	D		140±24.50 b

2.3 不同处理土壤种子库种子萌发的生理生态特征

2.3.1 H₂SO₄ 溶液浸泡处理 H₂SO₄ 通常用于外壳硬实种子萌发的前处理^[9]。由表 4 可知,当用质量分数 60%,70%,80%和 90%的 H₂SO₄ 溶液浸泡

处理不同退化程度草地土壤种子库样品时,其种子发芽率均为 0,而空白对照处理有种子发芽。可见,H₂SO₄ 溶液对各种子库中的植物种子萌发无促进作用,反而表现出一定的抑制作用。

表 4 H₂SO₄ 处理对西藏那曲不同退化程度草地土壤种子库种子发芽的影响

样地 Plot			样地 Plot		
H ₂ SO ₄ 质量分数/% H ₂ SO ₄ mass fraction			H ₂ SO ₄ 质量分数/% H ₂ SO ₄ mass fraction		
种子发芽数量/(粒·m ⁻²) Germination number of seeds			种子发芽数量/(粒·m ⁻²) Germination number of seeds		
A	0(CK)		0(CK)		140±24.50
	60		60		0
	70		70		0
	80		80		0
	90		90		0
B	0(CK)		0(CK)		140±24.50
	60		60		0
	70		70		0
	80		80		0
	90		90		0

2.3.2 KNO₃ 溶液浸泡处理 用质量分数 0.2% KNO₃ 溶液浸泡不同退化草地土壤种子库样品后进行萌发试验,表 5 显示,中度退化草地土壤种子库发

芽种子最多,为 528 粒/m²;其次是重度退化草地,为 264 粒/m²;轻度和极重度退化草地可萌发种子最少,均为 188 粒/m²。可见,利用质量分数 0.2%

KNO₃ 溶液浸泡处理土壤种子库后,植物种子发芽数较空白对照有较大提高。

表 5 KNO₃ 处理对西藏那曲不同退化程度草地土壤种子库种子发芽的影响

Table 5 Influence on seed germination treated with different mass fraction of KNO₃ in soil seed banks from different degraded meadow grasslands in Nakchu area of Tibet

样地 Plot	KNO ₃ 质量分数/% KNO ₃ mass fraction	种子发芽数量/(粒·m ⁻²) Germination number of seeds	样地 Plot	KNO ₃ 质量分数/% KNO ₃ mass fraction	种子发芽数量/(粒·m ⁻²) Germination number of seeds
A	0(CK)	100±0.00 B	C	0(CK)	140±24.50 B
	0.2	188±7.00 A		0.2	264±11.50 A
B	0(CK)	260±40.00 B	D	0(CK)	140±24.50 b
	0.2	528±20.50 A		0.2	188±8.50 a

注:同一样地不同处理相比,数据后标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),标不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。表 6 同。
Note:The different small letters in the different disposal indicate significant difference at 0.05 level($P<0.05$),different capital letters in the different disposal indicate extremely remarkable difference at 0.01 level($P<0.01$). Table 6 is the same.

2.3.3 GA₃ 溶液浸泡处理 由表 6 可以看出,用不同质量分数的 GA₃ 溶液浸泡处理那曲不同高寒草地土壤种子库样品后,种子发芽数量随 GA₃ 质量分数的增加而增大,但当 GA₃ 质量分数增大至 0.10%时,各土壤种子库中植物种子发芽数又减少,发芽受到抑制。用质量分数 0.02%的 GA₃ 溶液浸泡处理土壤种子库样品时,A、B、C、D 样地土壤种子

库种子发芽数量分别为 50,528,176 和 67 粒/m²;用质量分数 0.05%的 GA₃ 溶液浸泡处理土壤种子库样品后,A、B、C、D 4 个样地土壤种子库的种子发芽数量分别为 88,352,264 和 176 粒/m²。该结果显示,用质量分数 0.05%GA₃ 处理土壤种子库,对植物种子的萌发有一定的促进作用。

表 6 GA₃ 处理对西藏那曲不同退化程度草地土壤种子库种子发芽的影响

Table 6 Influence on seed germination treated with different mass fraction of GA₃ in soil seed banks from different degraded meadow grasslands in Nakchu area of Tibet

样地 Plot	GA ₃ 质量分数/% GA ₃ concentration	种子发芽数量/(粒·m ⁻²) Germination number of seeds	样地 Plot	GA ₃ 质量分数/% GA ₃ concentration	种子发芽数量/(粒·m ⁻²) Germination number of seeds
A	0(CK)	100±0.00 A	C	0(CK)	140±24.50 A
	0.02	50±6.20 B		0.02	176±10.50 A
	0.05	88±10.00 A		0.05	264±15.00 B
	0.10	33±7.60 B		0.10	176±12.00 A
B	0(CK)	260±40.00 A	D	0(CK)	140±24.50 A
	0.02	528±15.00 B		0.02	67±4.00 B
	0.05	352±13.50 C		0.05	176±8.50 A
	0.10	352±12.20 C		0.10	88±9.50 B

2.4 土壤种子库样地植物群落种类的组成特征

从表 7 可以看出,因高寒草甸草地退化程度的不同,其植物群落组成也不一致,轻度退化草地以西藏嵩草、高山嵩草为优势种;中度退化草地以高山嵩草和黑褐苔草为优势种;重度退化草地以高山嵩草为优势种;极重度退化草地以臭蒿、矮火绒草和轮叶棘豆为优势种。随着退化程度的加剧,莎草科植物种类和数量减少,菊科、禾本科植物增多。在极重度退化草地,莎草科植物没有出现,取而代之的是菊科、蔷薇科、豆科、蓼科、大戟科和十字花科(Brassicaceae)植物,不可食植物臭蒿和狼毒大戟比例增加。

3 讨 论

3.1 不同退化程度高寒草甸草地土壤种子库的特征

土壤种子库中的种子主要来自下落的母株种

子,因此母株的种子产量是影响种子库密度的首要因素,在植株分布密、生长好的地方,种子库密度相对较高^[10-12]。动物对种子的取食也会造成一定数量的种子丢失,轻度退化草地以西藏嵩草和高山嵩草为主,牛羊采食量大,且有鼠害,可能会导致植物结种量减小,所以种子库中几乎没有莎草科植物。中度和重度退化草地植被状况比较接近,在这 2 类草地中,以湿生为主的西藏嵩草数量逐渐减少,高山嵩草和其他科植物数量逐渐增多;同时,这 2 类草地鼠害较轻度退化草地严重,植被盖度下降;在这 2 类草地上,由于其他科属植物增多,所以种子库中留存的植物种子也相应增多。极重度退化草地已经没有莎草科植物,其以菊科、蔷薇科和十字花科植物为主。菊科植物不仅都含有黄酮,并且大多含有挥发油和三萜烯^[13],牛羊很少采食,所以种子库中植物种子

数量以臭蒿为主。

表 7 西藏那曲不同退化程度草地土壤种子库样地植物群落的种类组成及其重要值

Table 7 The compostion of species,important value of plant community of soil seed bank in different degraded meadows in Nakchu area of Tibet

%

科别 Family	植物种类组成 Species	重要值 Important value			
		A	B	C	D
莎草科 Cyperaceae	高山嵩草 <i>K. pygmaea</i>	20.82	25.92	31.31	—
	西藏嵩草 <i>K. tibetica</i> Maxi.	40.18	—	6.68	—
	黑褐苔草 <i>Carex alrofusca</i>	—	—	7.71	—
	黑褐苔草 <i>Carex atrofusca</i>	—	31.18	—	—
蔷薇科 Rosaceae	鹅绒委陵菜 <i>Potentilla ansrina</i>	7.81	5.66	—	8.42
	多裂萎陵 <i>P. multifida</i>	3.44	4.29	5.73	11.04
	钉柱委 <i>P. saundersiana</i> Royle	—	6.74	10.65	—
菊科 Asteraceae	矮火绒草 <i>Leontopodium. nanum</i>	9.29	—	12.86	20.98
	臭蒿 <i>Artemisia hedinii</i>	—	—	—	26.18
	美丽风毛菊 <i>Saussurea pulchra</i>	—	—	4.43	—
毛茛科 Ranunculaceae	高山唐松 <i>Thalictrum alpinum</i>	4.75	—	—	—
玄参科 Scrophulariaceae	短穗兔耳草 <i>Lagotis brachystachya</i>	3.44	3.63	—	—
十字花科 Cruciferae	毛葶苈 <i>Draba eriopoda</i>	4.08	3.74	—	11.28
豆科 Fabaceae	轮叶棘豆 <i>O. chiliophylla</i> Royle	—	10.89	—	19.89
禾本科 Poaceae	紫花针茅 <i>Siipa purpurea</i>	—	5.46	—	—
	梭罗草 <i>Roegneria thoroldiana</i> Keng	—	—	4.07	—
	高原早熟禾 <i>Poa alpigena</i>	—	—	5.89	—
蓼科 Polygonaceae	珠芽蓼 <i>Polygonum viviparum</i> L.	—	—	—	6.84
大戟科 Euphorbiaceae	狼毒大戟 <i>Euphorbia fisheniana</i>	—	—	—	5.99

注：“—”表示各样地土壤种子库中无该植物出现。
Note: “—”shows that this species doesn’t appear in soil seed bank of the plot.

3.2 不同退化程度高寒草甸草地土壤种子库种子数量的差异

本试验结果显示,在实验室条件下,西藏那曲高寒退化草地土壤种子库中的可萌发种子数量介于(100±0.00)~(260±40.00)粒/m²,低于国内其他学者对不同类型草地生态系统土壤种子库的研究结果^[14-16]。本研究表明,在中度退化草地土壤种子库中,种子留存数较多;而轻度、重度和极重度退化草地中留存的种子较少。

3.3 不同退化程度草地土壤种子库种子萌发的生理生态特征

本研究表明,采用质量分数 0.02%和 0.05%的 GA₃ 溶液对各土壤种子库进行浸泡处理,可在一定程度上解除种子的休眠作用,有利于种子的萌发;采用质量分数 0.2% KNO₃ 处理各土壤种子库中种子时,同样也能促进种子的萌发;但用不同质量分数的 H₂SO₄ 溶液处理种子库种子时,不仅不能促进种子萌发,相反表现出一定的抑制作用,这可能是由于 H₂SO₄ 对种子有伤害作用所致^[17]。另外,本试验还显示,对于不同程度的退化草地,由于其土壤种子库中所含植物种子数量的不同,因此在相同处理的试验中发芽种子数量也存在较大的差异。

[参考文献]

[1] 孙书存,陈灵芝. 东灵山地区辽东栎种子库统计 [J]. 植物生态学报,2000,24(2):215-221.
Sun S C,Chen L Z. Seed demography of in quercus liaotungensis Dongling mountain region [J]. Acta Phytoecologica Sinica, 2000,24(2):215-221. (in Chinese)

[2] 安树青,林向阳,洪必恭. 宝华山主要植被类型土壤种子库初探 [J]. 植物生态学报,1996,20(1):41-50.
An S Q,Lin X Y,Hong B G. A preliminary study on the soil seed banks of the dominant vegetation forms on Baohua Mountain [J]. Acta Phytoecologica Sinica, 1996, 20(1):41-50. (in Chinese)

[3] 张志权,束文圣,蓝崇钰,等. 引入土壤种子库对铅锌尾矿废弃地植被恢复的作用 [J]. 植物生态学报,2000,24(5):601-607.
Zhang Z Q,Shu W S,Lan C Y,et al. The revegetation of a Lead/Zinc mine tailings site with an introduced soil seed bank [J]. Acta Phytoecologica Sinica,2000,24(5):601-607. (in Chinese)

[4] 丁顺利,蒋高明. 土壤种子库研究进展及若干研究热点 [J]. 植物生态学报,2003,27(4):552-556.
Ding S L,Jiang G M. The research development of soil seed bank and several hot topics [J]. Acta Phytoecologica Sinica, 2003,27(4):552-556. (in Chinese)

[5] 林文智,郭耀纶,陈永修,等. 台湾南部多纳针阔叶林土壤种子

库与森林更新 [J]. 台湾林业科学, 2004, 19(1): 33-42.

Lin W Z, Guo Y L, Chen Y X, et al. Soil seed bank and forest regeneration in a broadleaf-coniferous forest of dona, southern Taiwan [J]. Taiwan Forestry Research, 2004, 19(1): 33-42. (in Chinese)

[6] 张 玲, 方精云. 太白山南坡土壤种子库的物种组成与优势成分的垂直分布格局 [J]. 生物多样性, 2004, 12(1): 123-130.

Zhang L, Fang J Y. Composition and dominant species of soil seed bank along an altitudinal gradient in Mt. Taibai, Qinling Mountains [J]. Chinese Biodiversity, 2004, 12(1): 123-130. (in Chinese).

[7] 任继周. 草业科学研究方法 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.

Ren J Z. Grassland research methods [M] Beijing: China Agriculture Press, 1998. (in Chinese)

[8] 李春喜, 王志和, 王文林. 生物统计学 [M]. 北京: 科学出版社, 2003.

Li C X, Wang Z H, Wang W L. Biostatistics [M]. Beijing: Science Press, 2003. (in Chinese)

[9] 徐本美, 顾增辉. 硫酸处理硬实种子的效果 [J]. 植物生理学通讯, 1985(2): 37-39.

Xu B M, Gu Z H. Sulfuric acid treatment, the effect of hard seeds [J]. Plant Physiology Communications, 1985(2): 37-39. (in Chinese)

[10] 唐 勇, 曹 敏, 张建侯, 等. 西双版纳白背桐次生林土壤种子库、种子雨研究 [J]. 植物生态学报, 1998, 22(6): 505-512.

Tang Y, Cao M, Zhang J H, et al. Study on the soil seed bank and seed rain of mellotus paniculatus forest in Xishuangbanna [J]. Acta Phytocologica Sinica, 1998, 22(6): 505-512. (in Chinese)

[11] 仲延凯, 包青海, 孙 维, 等. 割草干扰对典型草原土壤种子库种子数量与组成的影响: I. 种子雨的来源及其降落 [J]. 内蒙古大学学报: 自然科学版, 1999, 30(6): 733-738.

Zhong Y K, Bao Q H, Sun W, et al. The influence of mowing on the seed amount and composition in soil seed bank of typical steppe: I. The source of seed rain and its falling [J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Neimongol: Natural Science Edition, 1999, 30(6): 733-738. (in Chinese)

[12] 上官铁梁, 许 念, 贾志力, 等. 汾河太原段河漫滩草地土壤种子库研究 [J]. 草业科学, 2002, 19(3): 30-33.

Shangguan T L, Xu N, Jia Z L, et al. Study on the soil seed bank in flood plain grassland of the Fen River in Taiyuan [J]. Pratacultural Science, 2002, 19(3): 30-33. (in Chinese)

[13] 李玉平, 慕小倩, 冯俊涛, 等. 几种菊科植物杀菌活性的初步研究 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2002, 30(1): 68-72.

Li Y P, Mu X Q, Feng J T, et al. Primary study on the fungicidal activity of compositae plants [J]. Journal of Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry: Natural Science Edition, 2002, 30(1): 68-72. (in Chinese)

[14] 邓自发, 周兴民, 王启基. 青藏高原矮蒿草甸种子库的初步研究 [J]. 生态学杂志, 1997, 16(5): 19-23.

Deng Z F, Zhou X M, Wang Q J. The studies of seed bank of kobresia huilis meadow in Qing-Zang Plateau [J]. Chinese Journal of Ecology, 1997, 16(5): 19-23. (in Chinese)

[15] 包青海, 仲延凯, 孙 维, 等. 割草干扰对典型草原土壤种子库种子数量与组成的影响: II. 具有生命力的种子数量及其垂直分布 [J]. 内蒙古大学学报: 自然科学版, 2000, 31(1): 93-97.

Bao Q H, Zhong Y K, Sun W, et al. The influence of mowing on the seed amount and composition in soil seed bank of typical steppe: II. The amount of seed having vitality and its vertical distribution [J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Neimongol: Natural Science Edition, 2000, 31(1): 93-97. (in Chinese)

[16] 赵丽娅, 李锋瑞, 王先之. 草地沙化过程中地上植被与土壤种子库变化特征 [J]. 生态学报, 2003, 23(9): 1745-1756.

Zhao L Y, Li F R, Wang X Z. Characteristics of soil seed bank and standing vegetation change in sandy grasslands along a desertification gradient [J]. Acta Ecologica Sinica, 2003, 23(9): 1745-1756. (in Chinese)

[17] 魏学红, 格桑卓玛. 不同浸泡处理对破除那曲不同退化草甸草地土壤种子库种子休眠的影响研究 [J]. 安徽农业科学, 2010, 38(31): 17369-17370.

Wei X H, Gesang Z M. Effect of different soak treatments on the breaking of seed dormancy in soil seed bank on different degraded grasslands [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2010, 38(31): 17369-17370. (in Chinese)