

利用人工种草改良柴达木盆地弃耕盐碱地

彭红春, 李海英, 沈振西, 王启基

(中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810001)

摘要: 在柴达木盆地因次生盐渍化而形成的弃耕地上建立稳产、高产的人工草地后, 产草量、盖度和可食牧草比例有了明显的提高, 降低了土壤含盐量, 改善了人工草地样地的微气候, 减少了地面的水分蒸发, 抑制盐分上移。

关键词: 人工草地; 生物量; 含盐量; 微气候

中图分类号: S812 8 文献标识码: A 文章编号: 1004-5759(2003)05-0026-05

* 柴达木盆地位于青海省西北部, 面积 $25.6 \times 10^4 \text{ km}^2$, 平均海拔 3 000 m。自然环境恶劣, 气候干旱, 降水稀少, 太阳辐射强烈, 风蚀、沙化严重, 土壤含盐量较高, 自然生态系统十分脆弱。受独特的地理位置和气候的影响, 植被类型以荒漠草原为主。由于人们对自然资源长期的盲目利用, 毫无节制的索取, 掠夺式的经营, 过度的放牧以及其它人类活动的干扰, 使得荒漠草地严重退化、沙化, 植被盖度降低, 生产力水平下降, 生态环境不断恶化, 严重威胁着人类的生存和发展。

长期以来, 我国在耕地的治理上强调水利工程而忽视生物工程, 由于受到水资源不足的限制, 不能发挥种植绿肥牧草改土保墒的作用, 因而不能有效地防止土地退化^[1]。作者通过研究利用生物措施改良盐碱地, 改善生态环境, 为柴达木盆地区域可持续发展提供科学依据。

1 试验地区自然概况

试验样地设在海西州德令哈市尕斯库勒农场境内(属于州草原站用地), 地势呈西北高东南低, 海拔 2 800 m。年辐射量 693.33 kJ/cm^2 , 日照时间 3 182.8 h; 年均温 2.8°C , 0 年积温 $2\,363.9^\circ\text{C}$, 约 216 天, 10 积温 660.0°C , 约 113 天; 无霜期 90~110 天, 干燥度 2.4。年均降水量 181.8 mm, 主要集中在 6~8 月, 占全年降水量的 58.36%, 年蒸发量 $2\,370.0 \text{ mm}$ 。平均风速 3.0 m/s , 年大风日数 44.1 天。土壤类型为盐化耕灌棕钙土, 多数土壤耕层含盐量在 0.54%~4.0% 之间, 盐渍化严重地段有 2 cm 左右的盐壳。盐分主要组成为氯化物-硫酸盐, pH 约 8.28。由于长期大水漫灌, 而无排水设施, 导致地下水位上升, 地表盐霜积累显著。示范地为多年弃耕的撂荒地, 植被稀疏, 主要的植物种为刺儿菜(*Cirsium setosum*)、阔叶独行菜(*Lepidium latifolium*)和芦苇(*Phragmites australis*)等。

2 材料与方法

2.1 供试材料

人工草地种植的植物主要由紫花苜蓿(*Medicago Sativa*)、沙打旺(*Astragalus adsurgens*)、燕麦(*Avena sativa*)、老芒麦(*Elymus sibiricus*)、碱茅(*Puccinellia distans*)、小麦(*Triticum aestivum*)、豌豆(*Pisum sativum*)、油菜(*B. brassica campestris*)。其中紫花苜蓿种子 1997 年从陕西省榆林县引进, 室内测定的发芽率为 88%, 其它材料为青海省当地品种。

2.2 试验设计

2.2.1 人工草地 试验区共有弃耕地 66.7 hm^2 , 1997 年冬灌, 1998 年春耕翻(耕深 30 cm)后, 用圆盘耙耙耱一遍, 机械条播, 最后镇压。播种时种子均与过磷酸钙(300 kg/hm^2)和二胺(187.5 kg/hm^2)混合后条播, 行距 20 cm, 播深 2.5~4.0 cm。苗期(1998 年 6 月中旬)追肥(尿素 150 kg/hm^2)一次。全年灌溉 2~3 次, 在生长期不进行除草。采用网围栏进行保护。

* 收稿日期: 2002-07-16

基金项目: 国家重点研究发展规划项目(G1998040814)、中国科学院知识创新工程项目(KSCX2-1-07)和中国科学院海北站基金项目。
作者简介: 彭红春(1971-), 男, 湖南人, 硕士。

2.2.2 对照 试验开始前,选取 1 hm² 与处理区相似的地段为对照组,不进行耕翻、施肥等措施,保持原有植被,采用网围栏进行封育。

2.3 测定内容

2.3.1 地上生物量 试验区植物 4 月 20 日左右返青,5~9 月每月 22 日左右采用收获法测定地上生物量,选取有代表性的 5 个样方,样方面积 0.5 m × 0.5 m,首先称取鲜重,然后风干至恒重,再称取风干重。文中生物量以风干重计。

2.3.2 盖度 每月在测定植物地上生物量的同时目测植被盖度。

2.3.3 环境因子调查 5~8 月,每月 22 日左右测定人工草地、对对照样地的地面反射、湿度和温度,在植物冠层内分为 3 层测定,即 0, 20 和 50 cm。

2.4 数据处理

数据统计均用 SPSS 统计软件处理。

3 结果与分析

3.1 地上生物量(AGB)

许多生态学家和植物学家对生物量进行了大量的研究^[2~5],因为生物量是生态系统最基本的数量特征,也是认识生态系统结构和功能的基础。

3.1.1 AGB 季节动态 从图 1 可以看出,2000 年人工草地和对对照样地的生长规律为返青初期(4 月 20 日左右)生长缓慢,干物质积累较少,随着生长时间延长和水热条件的好转,生长加快,干物质积累急剧增加,到 8 月底 AGB 达到高峰期(904.9 和 192.0 g/m²),此后在 9 月下旬进入枯黄期,AGB 开始下降(869.4 和 101.2 g/m²),在生长期内遵循 S 型增长规律。可见 7,8 月份是人工草地生物量积累最旺盛的时期,该时期水肥、温度等外部条件的好坏将影响植物 AGB 的积累,从而影响全年的牧草产量。在植物的生长期内(5~9 月),人工草地 7~9 月的 AGB 与对照的 AGB 均呈显著性差异($P < 0.05$)。

3.1.2 AGB 年际动态 从各群落的年际变化来看,主要表现在 AGB 积累量的差异。从图 2 看出,对照区 2000 年的地上现存量 192.0 g/m² 要低于 1999 年的地上现存量 327.6 g/m²,后者

为前者的 1.71 倍,但是两者没有达到显著性差异($P > 0.05$)。出现这种现象的主要原因可能是由于对照区的盐分含量在不断升高,土壤盐渍化逐年加重,越来越不利于植物生长的缘故,影响了植物的产量。

2000 年人工草地的现存量 904.9 g/m² 高于 1999 年的地上现存量 748.7 g/m²,这是因为人工草地中大多数牧草是多年生植物,从生育第一年开始 AGB 随着本身生育年龄的增大而增加。而且随着土壤条件的改善,根系的吸收能力的增强,越来越有利于牧草的生长。

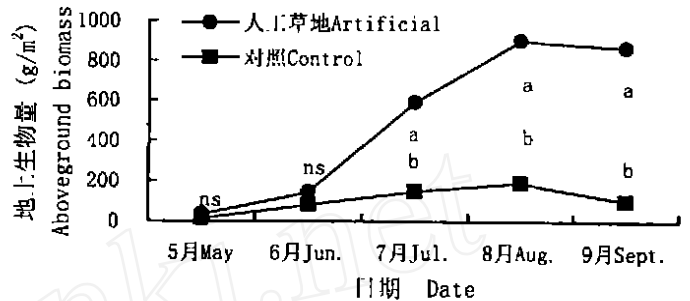


图 1 2000 年地上生物量季节动态

Fig 1 Dynamics of above ground biomass in 2000

图中各值的不同字母表示差异显著($P < 0.05$), ns 表示不显著。The values followed by different letters were significantly different ($P < 0.05$) at each sampling time, ns: not significant

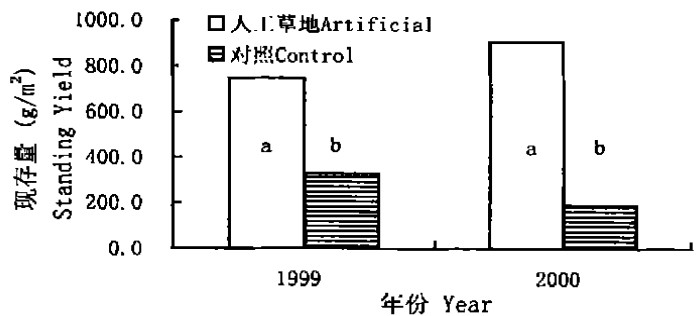


图 2 地上现存量年际动态

Fig 2 Yearly dynamics of standing yield

图中各值的不同字母表示差异显著($P < 0.05$)。The values followed by different letters were significantly different ($P < 0.05$) at each sampling time

通过人工草地产草量与对照样地产草量比较得出, 1999 年人工草地的平均产草量为对照样地的 2.29 倍, 2000 年人工草地的产草量为对照样地的 4.71 倍, 这 2 年中人工草地的产草量与对照样地有显著性差异 ($P < 0.05$)。人工草地 2 年平均产草量 826.8 g/m^2 为对照样地 2 年平均产草量 259.8 g/m^2 的 3.18 倍。可见经过农田耕作措施对弃耕盐碱地进行改良, 种植人工草地处理区的地上现存量有很大的提高, 植被重建效果良好。

3.1.3 可食牧草比例变化 判断一片草地恢复程度的优劣, 不仅要从植物的生物量来评估, 而且还要从植物的组成来考虑。如果从畜群对牧草的选择来分, 可以将群落植物分为可食性牧草和不可食性牧草 2 类。在弃耕地上建立人工草地不仅提高了产草量, 而且使优良牧草比例也有了很大的提高(表 1)。在整个生育期内, 人工草地群落中的可食牧草所占比例 89% 明显高于对照群落 51%。分析表明, 人工草地群落可食牧草比例与对照群落可食牧草比例差异显著 ($P < 0.05$)。

3.2 土壤盐分变化

3.2.1 土壤盐分季节动态 由图 3 可以看出, 人工草地和对照样地在蒸发和降水的双重作用下, 土壤盐分运动呈现明显的季节变化: 春季蒸发积盐, 雨季淋溶脱盐, 秋季蒸发积盐, 冬季相对稳定。人工草地与对照样地比较来看, 在植物生长期(5~9 月), 人工草地含盐量(0~30 cm)明显低于对照样地, 分析表明两者差异极显著 ($P < 0.01$)。

由于当地气候条件的作用, 每年 9 月到翌年的 4 月, 植物处于枯黄期和返青期, 地表植被覆盖很低, 土壤处于近乎裸露状态, 加之在该时期内, 降水量很少, 风力较大, 加速了土壤水分的蒸发, 引起下层土壤盐分上行, 使耕作层盐分聚积。在植物的生长期, 地表植被覆盖的增加, 减少了土壤水分的蒸发, 降水量增加和定期对人工草地进行灌溉使表层的盐分下移, 降低了土壤表层的盐分。

将土壤含盐量的变化趋势与植物的 AGB 的变化规律相比较, 可以发现最适合植物生长的时间(6~8 月), 其 AGB 积累最快, 而此时土壤中的含盐量也处于一年中最低的时期, 说明这个时期的灌溉、施肥以及植被覆盖的增加, 对含盐量的降低起到了积极的作用。

3.2.2 土壤含盐量年际变化 由图 4 可以很明显的看出, 经过人工牧草的种植, 土壤 0~30 cm 的含盐量明显下降。其含盐量由建植前的 1.518% 降低到 0.087% ($P < 0.01$), 土壤脱盐率达 94.3%, 土壤由建植前的重度盐碱土转变

表 1 可食牧草比例

Table 1 Edible proportion of pasture %		
月份 Month	人工草地 Artificial	对照 Control
5月 May	88 ± 2	72 ± 5
6月 June	83 ± 5	18 ± 10
7月 July	92 ± 8	55 ± 16
8月 August	94 ± 7	57 ± 14

数据为平均值 ± 标准误。Data represent mean ± standard error.

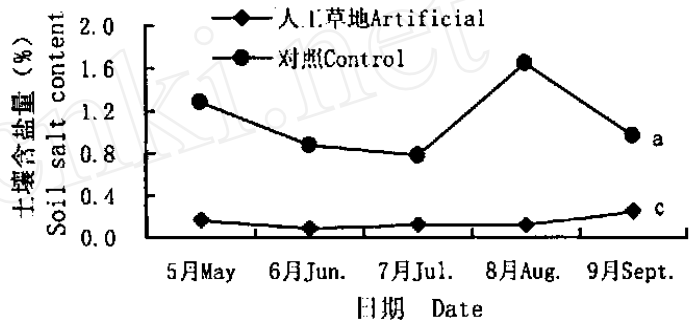


图 3 2000 年 0~30 cm 土壤含盐量

Fig 3 Soil salt content at depth 0~30 cm

图中的字母表示在整个测定时间内差异极显著。The curves followed by different letters were extremely different ($P < 0.01$) for the whole growth season

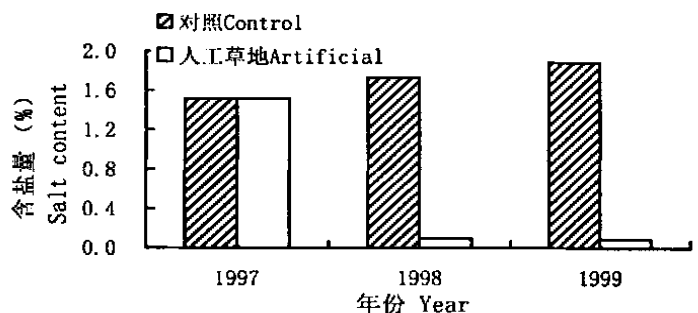


图 4 土壤含盐量年际变化

Fig 4 Yearly change in soil salt content

为微盐碱化土壤; 对照 0~ 30 cm 的含盐量则呈增长趋势, 由建植前的 1. 518% 增加到 1. 886%, 土壤积盐率为 24. 2%^[10]。表明种植人工牧草可以降低土壤含盐量, 而继续撂荒则会加重土壤盐分的积聚程度。

3.3 微环境的变化

退化土地植被恢复可以采用植被盖度作为衡量的一个标准。它可以反映植物种群在地面上的生存空间。在一定程度上是植物利用环境及影响环境的反映^[11~ 13]。

通过 3 年的综合治理, 由于次生盐渍化等原因而退化的弃耕地上建立人工草地, 植被的平均盖度达到 83%, 对对照地仅为 19%。

表 2 2000 年不同处理区植被盖度

Table 2 Vegetation coverage of different plots in 2000

处理 Treatments	5 月 May	6 月 June	7 月 July	8 月 August
人工草地 Artificial	19 ± 1	55 ± 1	76 ± 3a	85 ± 3a
对照 Control	6 ± 1	18 ± 4	24 ± 1b	29 ± 6b

数据为平均值 ± 标准误差, 具有相同字母的处理没有达到显著性差异 ($P > 0.05$)。Data represent mean ± standard error. Treatments with the same letters are not significant ($P > 0.05$).

3.3.1 冠层温湿度的变化 在几乎裸露的地表, 土壤水分容易从地表蒸发, 土壤盐分上升到表层, 引起地表盐分积累。在不同被覆地状态下的土壤温度和湿度是不一样的。被覆地能保持土壤水分, 牧草地对土壤上层的保水力最好^[14]。从表 3 可以看出, 人工草地各层空气湿度均高于对照区, 而且由下至上呈下降趋势; 各层空气温度均低于对照区各层。人工草地与对照区的空气湿度、温度均呈极显著差异 ($P < 0.01$)。因为处理区盖度明显高于对照区的植物盖度, 说明种植人工草地以后, 提高了植被盖度, 改变了处理区的小气候, 提高了空气湿度, 降低了空气温度, 起到减少地面的水分蒸发, 抑制盐分上移的效果。

表 3 不同处理区的田间小气候值 (2000 年 7 月 22~ 24 日)

Table 3 Field micro-climate value for the different treatment plots (July 22 to 24, 2000)

样区 Sample plot	空气湿度 Humidity (%)			空气温度 Temperature ()		
	0 cm	20 cm	50 cm	0 cm	20 cm	50 cm
人工草地 Artificial	53.5 ± 1.0	51.0 ± 3.2	48.7 ± 3.0	21.0 ± 0.2	21.7 ± 0.4	22.5 ± 0.4
对照区 Control	36.0 ± 2.1	38.0 ± 3.0	37.0 ± 3.3	30.0 ± 0.5	26.6 ± 1.0	26.7 ± 0.9

数据为平均值 ± 标准误差。Data represent mean ± standard error.

3.3.2 地表反射率的变化 人工种草后, 植被盖度的提高不仅有利于保持土壤水分, 避免风蚀, 而且可以改变地表的反射率。反射率在一定程度上反映了草地的水热状况和植被现状, 因此它在草地荒漠化的遥感监测与分析中是反映荒漠化程度的重要指标之一。

在同一月份, 植物冠层内由下至上, 反射率呈上升趋势 (表 4), 人工草地群落各月各层的反射率基本上都低于对照群落的相应值, 人工草地群落生育期平均反射率为 0.048~ 0.144, 对照群落生育期平均反射率为 0.087~ 0.203, 两者有极显著性差异 ($P < 0.01$)。

4 小结

1) 通过种植人工草地, 实施以相应的农耕措施, 可以在次生盐碱化的弃耕地上提高牧草的 A GB。其生长期内, 生物量积累的有利时期, 也正是土壤脱盐的最佳时期。

表 4 生育期植被的反射率动态

Table 4 Reflectivity dynamics of vegetation in growing season

高度 Height	人工草地 Artificial pasture				对照 Control			
	5月 May	6月 June	7月 July	8月 August	5月 May	6月 June	7月 July	8月 August
0 cm	0.064	0.012	0.024	0.018	0.150	0.004	0.039	0.028
20 cm	0.174	0.093	0.056	0.067	0.240	0.122	0.130	0.128
50 cm	0.192	0.098	0.063	0.093	0.219	0.136	0.134	0.129
平均 Average	0.144	0.068	0.048	0.059	0.203	0.087	0.100	0.095

2) 经过 3 年人工草地的成功种植, 在弃耕地建立人工草地不仅提高了产草量, 而且使优良牧草比例也有了很大的提高, 提高了草地质量, 也降低了土壤的含盐量, 改善了土壤质量。

3) 通过种植人工牧草, 提高植被盖度, 从而改善了处理区的小气候, 提高了空气湿度, 降低了空气温度和地表反射率, 起到了减少地面的水分蒸发, 抑制盐分上移的效果。

参考文献

- [1] 李毓堂 草业——富国强民的新兴产业[M]. 银川: 宁夏人民出版社, 1994: 67.
- [2] Frank D A, Kuns M, Guido D R. Consumer control of grassland plant production[J]. Ecology, 2002, 83(3): 602-606
- [3] 黄富祥 毛乌素沙地草甸芨芨草—盐爪爪群落地上生物量对气候因子的动态回归分析[J]. 草业学报, 2001, 10(4): 13-20
- [4] Eddy van der Maarel, Argenta Titlyanova. Above-ground and below-ground biomass relations in steppes under different grazing conditions [J]. Oikos, 1989, 56: 364-370
- [5] 沈振西, 周兴民, 陈佐忠, 等. 高寒矮嵩草草甸植物类群对模拟降水和施氮的响应[J]. 植物生态学报, 2002, 26(3): 288-294
- [6] 刘金祥, 屈建军, 张伟民. 西藏“一江两河”流域中部草地沙漠化与防治[J]. 草业科学, 1994, 11(2): 43-47.
- [7] 陈敏. 典型草原地区退化草原的改良及提高生产力途径的研究[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1989, 13(4): 379-386
- [8] 陈灵芝, 王祖望. 人类活动对生态系统多样性的影响[M]. 浙江: 科学技术出版社, 1999: 266-287.
- [9] 沼田真. 草地调查法手册[M]. 北京: 科学出版社, 1986: 173
- [10] 牛东玲, 王启基, 彭红春. 柴达木盆地弃耕地恢复与重建试验[J]. 四川草原, 2001, (3): 16-20
- [11] 王仁忠, 李建东. 放牧对松嫩平原羊草草地影响的研究[J]. 草业科学, 1992, 9(2): 11-14
- [12] 万里强, 李向林, 苏加楷, 等. 不同放牧强度对三峡地区灌丛草地灌木重要值变化的影响[J]. 中国草地, 2001, 23(1): 11-16
- [13] 董世魁, 胡自治, 蒲小朋, 等. 高寒地区多年生禾草混播草地的生理—生态特性研究[J]. 草业学报, 2002, 11(4): 39-45
- [14] 李述刚, 程心俊, 王周琼. 荒漠绿洲农业生态系统[M]. 北京: 气象出版社, 1998: 34-40

Utilizing artificial pasture to improve the abandoned arable land in the Chaidamu Basin

PENG Hong-chun, LI Hai-ying, SHEN Zhen-xi, WANG Qi-ji

(Northwest Plateau Institute of Biology, the Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China)

Abstract: Establishment of artificial pasture on arable land abandoned due to secondary salinification in the Chaidamu Basin resulted in stable and high producing pasture. Pasture yield, vegetation coverage, and the proportion of edible forage showed obvious improvements. Also, the soil salt content reduced, the microclimate of the artificial pasture was improved, evaporation from the soil surface reduced, and the upward movement of salt was inhibited.

Key words: artificial pasture; biomass; salt content; microclimate