

文章编号: 1007-0435(2005)03-0226-07

柴达木盆地农牧交错区种草养畜的生态经济效益

王启基¹, 牛东玲², 蒋卫平³, 马玉寿³, 李青云³

(1. 中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810001; 2 宁夏大学, 银川 750021; 3 青海畜牧兽医科学院草原所, 西宁 810003)

摘要: 家庭牧场通过人工草地和暖棚等基础建设, 农牧业结构调整, 以及饲草、饲料加工调制和羔羊育肥等综合配套技术的应用, 使试验区生态、经济和社会效益明显改善。结果表明: 草地中优良牧草比例和植被盖度明显增加; 弃耕地种草养畜不仅提高了初级生产力, 减轻荒漠草地载畜压力, 而且降低土壤含盐量; 暖棚养畜改善了家畜的生存环境, 提高了抗病和越冬能力; 通过家庭牧场生产结构的优化和基础设施建设, 经济效益明显提高, 年净收入达 19767 元, 投入产出比为 2.25。

关键词: 柴达木盆地; 农牧交错区; 种草养畜; 生态保护; 效益分析

中图分类号: S812

文献标识码: A

Effect and Benefit of Forage Cultivation and Livestock Raising to the Protection of Ecosystem in the Farming-Pastoral Region of Chaidamu Basin

WANG Qi-ji¹, NIU Dong-ling², JIANG Wei-ping³, MA Yu-shou³, LI Qing-yun³

(1. Institute of Biology of Northwest Plateau, Chinese Academy of Sciences, Xining, Qinghai Province 810001, China;

2 Ningxia University, Yinchuan, Ningxia Autonomous Region 750021, China;

3 Institute of Grassland Science, Qinghai Academy of Animal Science and Veterinary Medicine, Xining, Qinghai Province 810003, China)

Abstract: New techniques, such as cultivating grassland and construction of hothouses, structural adjustment of farming and grazing, forage processing and applying of new breeding techniques have obviously improved the ecological, economic and social benefit of the experiment area. A study conducted in 1997-2000 in Delingha, Qinghai Province, showed that the percentages of quality forages and total vegetation coverage increased obviously. Cultivated grasses on abandoned field to raise livestock had not only enhanced the primary productivity, lessened the pressure for carrying capacity on the native desert grassland, but had also lowered the soil salt content. Hothouse penning had improved the living conditions of the livestock, strengthened their disease resistance, and protected them through the severe winter. All this had enhanced significantly the economic benefit of the family ranches of the Chaidamu Basin. The family annual net income amounted to 19767 yuan, input-output ratio was 2.25 in general.

Key words: Chaidamu basin; Farming-pastoral region; Cultivating forage to raise livestock; Ecological protection; Analysis of beneficial result

柴达木盆地是我国四大盆地之一, 位于青藏高原北缘, 青海省的西北部, 总面积 27.5 万 km², 平均海拔 3000 m。柴达木盆地拥有近 666.7 万 hm² 天然草地和 30 万 hm² 的宜农荒地, 水资源总量约 51.96 亿 m³, 发展生态农牧业具有很大的潜力^[1]。

长期以来, 由于对柴达木盆地草地资源缺乏深入系统的研究和科学管理, 以及掠夺式经营, 过度放牧以及人类活动的干扰, 使荒漠草地严重退化、沙化, 植被覆盖面积减少, 加之水资源短缺和次生盐渍化的影响, 使大面积农田成为寸草不生的弃耕地, 目前全州弃耕

收稿日期: 2004-07-01; 修回日期: 2004-11-02

基金项目: 国家“九五”科技攻关项目(97-924-03)、中国科学院资源与生态环境研究重点项目(210126)资助

作者简介: 王启基(1945-), 男, 青海湟源县人, 研究员, 从事草地生态学和植物生态学研究, 已发表学术论文 100 余篇

地面积已扩大到 4.73 万 hm^2 , 导致生态环境恶化, 对人类的生存环境和区域经济可持续发展提出严峻的挑战。由于柴达木盆地独特的地理位置和气候的影响, 植被类型以荒漠草原为主, 降水稀少, 气候干旱, 太阳辐射强烈。植被稀疏, 覆盖度低, 土壤含盐量较高, 风蚀, 沙化严重, 自然生态系统十分脆弱。随着人类活动干扰的增强, 进一步加速了草地的退化和沙化进程。草畜供求不平衡的矛盾导致“超载过牧-草地退化-生态环境恶化-社会经济滞后”的恶性循环, 直接阻碍着区域社会经济与生态环境的协调发展。因此, 开展荒漠草地与绿洲农业的耦合, 使二者的资源和优势得到互补^[2-4]。因此, 该项研究不仅能提高农牧民的收入和和生活质量, 而且对推动区域经济的发展具有深远的战略意义和重要的科学价值。该项目旨在通过家庭牧场基础设施建设, 农牧业结构的调整, 优化生产结构, 一方面提高人工草地初级生产力 and 载畜量, 减轻天然草地放牧压力^[5]。另一方面通过提高适龄母畜比例, 出栏率和商品率, 提高畜牧业经济效益, 达到生态环境和畜牧业经济协调发展的目标。

1 材料与方法

1.1 试验区自然概况

该项目于 1997 年 7 月- 2000 年 12 月完成。试验区设在海西州德令哈市境内, 位于尕斯农场三大队, 地势呈西北高, 东南低, 海拔 2800 m。年均气温 2.8℃, 年辐射量 6933.33 KJ/cm^2 , 日照时数 3182.8 h; 0℃ 积温 2363.9℃, 累积 216 d; 10℃ 积温 660.0℃, 累积 113 d, 无霜期 90~ 110 d, 年均降水量 181.8 mm, 年蒸发量 2370.0 mm, 干燥度 2.4。土壤为盐化耕灌棕钙土, 多数土壤耕层含盐量大于 10 g/kg , 局部地区高达 50.87 g/kg , 地表常有 2 cm 的盐壳。盐分组成主要为氯化物-硫酸盐, pH 8.28^[6,7]。由于长期大水漫灌, 而又无排水设施, 导致地下水位上升, 地表盐霜的积累而成为弃耕地^[8]。示范区为多年弃耕的撂荒地和低产田, 植被稀疏, 毒杂草丛生, 基本失去利用价值, 植被覆盖度仅 15%。主要为耐盐碱的刺儿菜(*Cirsium setosum*)、宽叶独行菜(*Lepidium latifolium*) 和南方芦苇(*Phragmites australis*) 等^[9]。

1.2 示范区建植人工草地 40 hm^2 , 其中, 单播紫花苜蓿(*Medicago sativa*) 6 hm^2 、微药碱茅(*Puccinellia mirandra*) 4 hm^2 、沙打旺(*Stragalus adsurgens*) 3 hm^2 、燕麦(*Avena sativa*) 2 hm^2 、紫花苜蓿+ 小麦(*Triticum aestivum*) 3 hm^2 、紫花苜蓿+ 燕麦 5 hm^2 、紫花苜蓿+ 老芒麦(*Elymus sibiricus*) + 微药碱茅 3 hm^2 、紫花苜蓿+ 豌豆(*Pisum sativum*) + 油菜(*Brassica campestris*)

6 hm^2 、老芒麦+ 白花草木樨(*Melilotus albus*) 3 hm^2 , 对照区(弃耕地, 不作处理) 2 hm^2 , 半人工草地和封育草地 25 hm^2 , 防护林带 0.8 hm^2 (10 m × 800 m)。

1.3 为了防止土壤盐碱对幼苗的伤害, 当年苜蓿与燕麦、豌豆、小麦、油菜等混播。首先在上年冬灌 1 次, 翌年解冻后(4 月底或 5 月初) 耕翻 1 次(深 30 cm), 用圆盘耙整地, 用条播机播种, 播后镇压。1998 年 4 月单播苜蓿、沙打旺、燕麦, 播种量分别为 22.5、22.5 和 225 kg/hm^2 ; 苜蓿+ 燕麦的播种量分别为 22.5 和 225 kg/hm^2 。播种时以过磷酸钙(300 kg/hm^2) 和二胺(187.5 kg/hm^2) 作底肥与各处理种子均匀混合后条播, 行距 20 cm, 播深 2.5~ 4 cm。1999 年 4 月, 苜蓿+ 小麦播种量分别为 22.5 和 375 kg/hm^2 , 苜蓿+ 老芒麦+ 微药碱茅分别为 22.5、15 和 15 kg/hm^2 , 豌豆+ 油菜+ 苜蓿分别为 37.5、15 和 22.5 kg/hm^2 , 播种技术同 1998 年。苗期(6 月中旬) 施追肥(尿素 150 kg/hm^2) 一次。

1.4 修建半封闭塑料薄膜家畜暖棚 6 间(7 m × 18 m = 126 m^2), 家畜活动场 400 m^2 (20 m × 20 m), 牧民住房 3 间和库房 1 间(3 m × 5 m)。1999 年组建以绵羊为主, 山羊为副的畜群 1 个(表 1)。

表 1 畜群结构

Table 1 The structure of animal group

处理 Treatment	1 岁 1 year	2 岁 2 years	3 岁 3 years	4~ 5 岁 4~ 5 years	合计 Total
绵羊母畜(只) Dam sheep	28	32	14	46	120
山羊母畜(只) Dam goat	0	1	7	54	62
绵羊公畜(只) Male sheep	10	9	5	7	31
山羊公畜(只) Male goat	0	5	1	3	9
合计(只) Total	38	47	27	110	222

1.5 测定项目

1.5.1 生物量 在生长期 5—8 月, 每月 22 日用收获法测定各处理区生物量, 齐地面刈割 5 个样方(0.5 m × 0.5 m)。并按可食和不可食牧草分类^[4], 称取鲜重后, 在室内风干后称重。

1.5.2 群落组成 在生长盛期在各处理区、对照区(弃耕地)及荒漠草场随机选取为 2 个样条(5.0 m × 0.5 m), 将其均分为 10 个小样方(5.0 m × 0.5 m), 重复 2 次, 共计 20 个样方。分别调查植物种类及其分盖度和自然高度(20 株), 同时测定总盖度。

1.5.3 土壤养分分析 与上述同步在各区分层采集 0~ 10、10~ 20、20~ 30 cm 的土样, 将 5 个点上的土样阴干后均匀混合, 再用 4 分法取样待分析。测定土壤有

机质、盐分含量以及全氮、全磷、速效氮、速效磷等含量。土壤溶液采用 1:5 土水比浸提, 有机质含量用重铬酸钾硫酸溶液氧化法, 全盐量用重量法, 全氮、速效氮用凯氏定氮法, 全磷用钼锑抗比色法, 速效磷用碳酸氢钠法。由青海省化工研究所分析室承担。

1.5.4 家畜体重及暖棚温度测定

1.5.4.1 在暖棚和冷棚的 2 个畜群随机选取各年龄组(幼龄(1 龄)、对牙(2 龄)、成年组(3、4、5 龄))绵羊各 10 只, 并标志耳号, 每月中旬称体重 1 次。

1.5.4.2 观察测定羊的产仔率、成活率、繁殖率等畜牧业生产指标。

1.5.4.3 逐年调整畜群结构。

1.5.4.4 从 1 月 1 日~ 5 月 31 日, 每天 8、14、20 h 测定暖棚内外的气温、湿度等指标, 重复 3 次。

1.5.5 数据分析 多样性指数 均匀度指数的计算公式

丰富度指数 $R = S$

优势度 = (相对高度(%) + 相对盖度(%)) / 2

多样性指数的计算采用 Shannon-Wiener 指数:

$$H = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

均匀度指数的计算采用 Pielou 指数:

$$J = \left(\sum_{i=1}^s P_i \ln P_i \right) / \ln nS$$

式中 P_i 为种 i 的相对优势度, S 为物种总数。

2 结果与分析

2.1 生态效益分析

2.1.1 草地群落结构与植被盖度

2.1.1.1 试验区利用弃耕地和低产田种植牧草, 使荒废多年的弃耕地植物群落结构发生明显变化, 据 2000

年调查, 处理区植物群落物种组成为 9~ 16 种, 平均值 13.43(表 1)。其中, 小麦+ 苜蓿混播由 14 种植物组成, 优势种为野豌豆(*Vicia sepium*)和苜蓿, 优势度为 34.81% 和 25.78%, 次优势种为南方芦苇, 优势度 16.42%; 苜蓿+ 老芒麦+ 微药硷茅混播区由 15 种植物组成, 优势种为苜蓿, 优势度 31.33%, 次优势种有苦苣菜(*Sonchus oleraceus*)、微药硷茅、南方芦苇等, 优势度为 11.46%、10.66% 和 10.47%; 豌豆+ 油菜+ 苜蓿混播区由 14 种植物组成, 优势种为南方芦苇, 优势度 35.52%, 次优势种有刺儿菜和苜蓿, 优势度为 16.18% 和 12.79%; 单播苜蓿由 13 种植物组成, 优势种为苜蓿, 优势度 88.64%, 次优势种为微药硷茅, 优势度 3.95%; 燕麦+ 苜蓿混播区由 16 种植物组成, 优势种为白花草木樨和苜蓿, 优势度为 42.25% 和 24.52%, 次优势种为刺儿菜, 优势度 4.88%; 单播沙打旺区由 9 种植物组成, 优势种为沙打旺, 优势度 72.58%, 次优势种为西伯利亚滨藜(*Atriplex sibirica*), 优势度 14.71%; 封育、灌溉微药硷茅区由 13 种植物组成, 优势种为微药硷茅, 优势度 63.34%, 次优势种为刺儿菜、南方芦苇等。对照区由 10 种植物组成, 优势种为宽叶独行菜, 优势度 38.12%, 次优势种有披针叶黄华(*Thymopis lanceolata*)和羊草(*Leymus chinensis*), 优势度为 20.68% 和 20.49%。天然草地由 15 种植物组成, 优势种为唐古特白刺(*Nitraria tangutorum*), 优势度 31.11%, 次优势种有星毛短舌菊(*Baccharanthemum pulvinatum*)和蒙青绢蒿(*Scriphidium mongolorum*)等, 优势度为 22.52% 和 19.70%。

表 2 试验区植物群落组成及其多样性

Table 2 The composition and diversity of communities in different treatment

处理 Treatment	播种时间 Seeding date	物种数 No. of species	多样性指数 Diversity index	均匀度指数 Evenness index
小麦+ 苜蓿 <i>Triticum aestivum</i> + <i>Medicago sativa</i>	1999.4.18	14	1.779	0.674
苜蓿+ 老芒麦+ 微药硷茅 <i>M. sativa</i> + <i>Elymus sibiricus</i> + <i>Puccinellia micrandra</i>	1999.4.19	15	2.068	0.764
豌豆+ 油菜+ 苜蓿 <i>Pisum sativum</i> + <i>B. rassaica campestris</i> + <i>M. sativa</i>	1999.4.19	14	1.980	0.750
苜蓿 <i>M. sativa</i>	1998.4.24	13	0.562	0.220
燕麦+ 苜蓿 <i>Avena sativa</i> + <i>M. sativa</i>	1998.4.25	16	1.793	0.647
沙打旺 <i>Astragalus adsurgens</i>	1998.4.24	9	0.944	0.430
封育、灌溉微药硷茅 <i>P. micrandra</i> by fence and irrigate	1996.5	13	1.386	0.540
平均值 Average	-	13.43	1.502	0.575
对照 Control	1998.4.24	10	1.646	0.624
天然草场 Natural grassland	-	15	1.950	0.720

2.1.1.2 处理区植物群落物种多样性分析结果表明, 混播区物种多样性较单播区高, 在退化弃耕地通过人工种草等改良措施物种多样性指数和物种数有所提高。但是, 单播区由于优势种明显, 而且在植物群落中占绝对优势, 物种数和均匀度指数较低, 物种多样性下

降。从农学的角度分析, 杂草越少, 栽培作物越单纯越好, 藉以提高人工草地质量, 但是作为刈牧兼用的人工草地, 其群落越单纯则种内竞争越激烈, 并且不耐践踏, 将导致群落稳定性下降, 如果管理和生产措施跟不上, 将会造成人工草地快速退化。经物种数、多样性指

数和均匀度指数之间的相关性分析表明, 多样性指数与均匀度指数呈极显著正相关 ($r=0.9914, P<0.01$), 与物种数呈正相关 ($r=0.5544, P<0.05$), 物种数与均匀度指数呈弱正相关 ($r=0.4701, P>0.05$)。

2.1.2 人工草地生产力及其效益

2.1.2.1 据 2000 年 8 月测定, 人工草地产草量较对照区和天然草地增加明显, 试验区鲜草产量 25626

kg/hm², 比对照区 (5336.3 kg/hm²) 提高 3.8 倍, 较天然荒漠草地 (484.5 kg/hm²) 提高 51.9 倍。如以可食牧草计, 人工草地产草量为 19881 kg/hm², 而对照区和天然草地分别为 870 和 36 kg/hm², 即 1 公顷人工草地可食牧草产草量相当于 22.85 公顷退化弃耕地或 552 公顷天然草地 (表 2)。

表 3 试验区植物群落特征

Table 3 The characteristic value of communities in different treatment

	播种时间 Seeding date	生物量 Biomass (kg/hm ² , fresh)	可食牧草 Eatable grass (%)	不可食杂草 Not eatable grass (%)	盖度 Coverage (%)
小麦+ 苜蓿 <i>Triticum aestivum</i> + <i>M. sativa</i>	1999.4.18	15900.8	91.27	8.73	82
苜蓿+ 老芒麦+ 微药硷茅 <i>M. sativa</i> + <i>Elymus sibiricus</i> + <i>Puccinellia micrandra</i>	1999.4.19	15728.8	89.58	10.42	98
豌豆+ 油菜+ 苜蓿 <i>Pisum sativum</i> + <i>B. rassa campestris</i> + <i>M. sativa</i>	1999.4.19	13702.7	83.90	16.10	85
苜蓿 <i>M. sativa</i>	1998.4.24	46758.3	67.94	32.06	99
燕麦+ 苜蓿 <i>Avena sativa</i> + <i>M. sativa</i>	1998.4.25	50588.5	89.40	10.60	84
沙打旺 <i>Astragalus adsurgens</i>	1998.4.24	32407.6	40.00	60.00	72
封育、灌溉微药硷茅 <i>P. micrandra</i> by fence and irrigate	1996.5	4300.2	81.00	19.00	43
平均值 Average		25626.7	77.58	22.42	80.40
对照 Control 宽叶独行菜 (<i>Lepidium latifolium</i>)	1998.4.24	5336.3	16.31	83.69	36
天然草场 Natural grassland		484.5	7.50	92.50	25

2.1.2.2 试验区优良牧草的比例明显增加, 可食牧草的比例达 77.58%, 不可食杂草的比例为 22.42%, 可食牧草较对照区 (16.31%) 提高 3.7 倍, 较天然草地提高 9 倍。试验区不可食杂类草较对照区减少 2.7 倍, 较天然荒漠草地减少 3.1 倍。试验区植被盖度达到 80.40%, 较对照区提高 1.2 倍, 较天然草地提高 2.2 倍。该项技术不仅恢复了弃耕地的植被, 提高了人工草地初级生产力, 而且为放牧家畜提供充足的饲草和优质放牧草场, 并为放牧家畜安全越冬打下了坚实的基础。由于人工草地产草量大幅度提高和利用时间的延长, 并通过补饲和半舍饲的饲养方式, 减少对天然草地的利用时间和放牧强度, 使天然草地有休养生息的时间和空间。结果表明: 在农牧交错区实施绿洲农业和草地畜牧业耦合, 进行种草养畜和农作物秸秆的利用对缓解草畜矛盾, 保护荒漠草地生态环境及促进生态系统的良性循环起到了良好的作用。

2.1.3 弃耕地种草对土壤盐分变化的影响

由于采用深耕、施肥、灌溉和种植耐盐碱牧草及农业技术措施, 使土壤盐分含量明显减少。1999 与 1997 年相比, 试验区土壤含盐量由原来的 1.518% 下降到 0.128%~0.087%, 而对照区盐分含量则有所增加 (图 1)。试验区有机质和全氮含量分别增加 15.27% 和 13.89%, 而对照区分别减少 11.26% 和 8.08%, 同时全磷、速效氮和速效磷亦有所减少 (表 3)。结果表明, 种草可使弃耕地生态环境得到明显改善, 对防止土地

沙化和盐渍化有一定的成效。

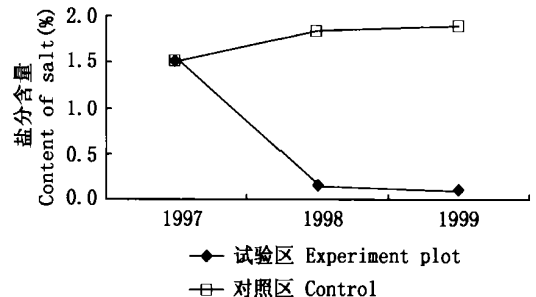


图 1 试验区土壤全盐含量年际动态

Fig. 1 The yearly change of total salt with different treatments

2.1.4 暖棚养畜的生态效益

柴达木盆地家庭牧场使用暖棚养畜, 不仅可提高暖棚内的温度 (图 2), 而且还提高了暖棚内空气的相对湿度。在最冷的 1 月, 暖棚内的日平均温度为 2.7, 而棚外则为 -11.1, 暖棚内外温差达 13.8; 3 月暖棚内的日平均温度已达 12.0, 而棚外仍在 -1.2, 棚内外温差达 13.3; 到 4、5 月棚内分别为 17.5 和 23.3, 棚外分别为 12.6 和 14.5, 棚内外温差分别为 4.9、8.8。

通过 2 个棚顶天窗和 2 个侧墙通风窗的调节, 暖棚内外的平均湿度为 40.71% 和 30.77%, 棚内较棚外的湿度高 32.31%, 有效缓解了冬春季节由于气候干燥引发

羔羊易患的肺炎发生。由此可见,在柴达木盆地干旱、多风的地区开展家庭牧场暖棚等基础设施建设,对提高冬春季羊舍温度、湿度,改善家畜生存环境,减少绵羊体能消耗,减少发病具有重要的意义,尤其对改良绵羊的产羔育幼有明显的效果。因此必将改变改良绵羊由于寒冷和大风天气不能生产冬羔的局面。

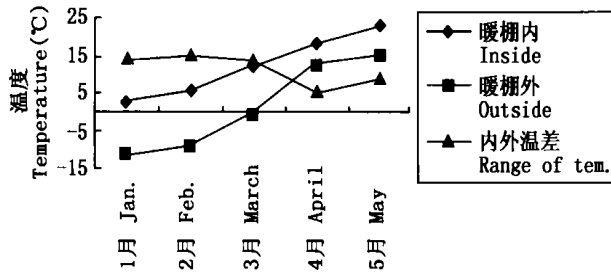


图2 冬春季暖棚内外月平均温度

Fig. 2 The monthly mean temperature of winter and spring inside and outside of hothouse

2.1.5 生物物种丰富度

试验示范区采用荒漠草地-绿洲生态农业的初步耦合,以及林、草、畜相结合的技术方案的实施,使退化土地逐步得到恢复,不仅增加了植物的丰富度,而且使动物的种类有所增加。由于植被的恢复和草食动物的食物资源增加,使有害啮齿类动物及其天敌也相继增加,使很长时间难以见到的害鼠天敌—雕 (*Aquila pss*) 经常在示范区上空盘旋,一年四季均有斑鸡 (*Perdix spp.*) 在草丛中成群活动。

2.2 经济效益分析

草地畜牧业发展的不稳定性 and 低效益,长期困扰着各级决策机构和草地畜牧业经营者,其主要原因就是草地生态系统及草地畜牧业的特点认识不足;同时受传统自给自足的自然经济思想的制约,单纯追求牲畜存栏数,而不愿意出栏,致使放牧家畜“夏饱、秋肥、冬乏、春死亡”的恶性循环时而不间断,给草地畜牧业持续发展和经济效益提高造成了巨大的障碍。为了改变这一不合理的现状,试验示范区利用多年撂荒的弃耕地建立人工草地,开展围栏放牧和季节畜牧业,同时使荒漠草地畜牧业和绿洲农业有机结合起来,逐步实现荒漠-绿洲草地农业的耦合,充分发挥各自的优势,

使荒漠草地畜牧业和绿洲农业的优势互补,从而达到保护荒漠草地生态环境和提高畜牧业经济效益的目标。

2.2.1 人工草地效益分析

试验区通过3年示范研究结果表明,在农牧交错带利用弃耕地建立人工草地,不仅恢复植被,提高了初级生产力,而且使土地生态环境和质量得以改善。尤其是种植多年生豆科牧草-苜蓿,或者在播种当年苜蓿与一年生饲草、多年生禾本科牧草混播的经济效益明显(表4、5)。

在次生盐渍化弃耕地无论是单播还是混播苜蓿均有明显的经济效益,其中单播区投入产出比为2.4,混播区为3.17,3年的纯收入分别为5220.00和9547.00元/hm²,平均每年的纯收入分别为1470.00和3182.00元/hm²。试验结果还表明,在土壤盐分含量较大的弃耕地采用苜蓿和一年生燕麦或与油菜、豌豆等作物混播或豆科和禾本科牧草混播,不仅可提高播种当年牧草的发芽率和保苗率,而且有助于提高牧草幼苗耐干旱和耐盐碱的能力,并能在播种当年取得一定的经济收益。如果按混播苜蓿3年的平均产草量计算(33564 kg/hm²),40公顷人工苜蓿草地每年可收获1342.6 t鲜草,可满足300只绵羊1年的饲草、饲料(每只绵羊日食量按8 kg,牧草利用率按80%计)。该项技术可将传统的以放牧为主的经营方式,逐步向半舍饲和舍饲集约化生产的方向发展(表4、5)。

2.2.2 家庭牧场经济效益分析

通过优化家庭牧场生产结构和基础设施的建设,以及畜群结构的调整,使家畜的年龄结构及其各类家畜的比例更加合理。通过2年的调整,组建了一个绵羊与山羊的比例为3:1,总数200只的畜群。母畜比例达96.50%,其中适龄母畜比例达59.50%,较当地适龄母畜比例提高32.22%。出栏率达55.85%,商品率达52.70%。其中羔羊出栏率达24.32%,占总出栏率的43.55%,而成畜死亡率下降3.15%。优化生产结构不仅提高了家畜的出栏率和商品率,加速畜群周转率,而且提高了畜群的质量,使家庭牧场经济效益明显提高(表6)。结果表明,家庭牧场年净收入达19767元,投入产出比为2.25。

表4 试验区土壤养分含量(0~30 cm)

Table 4 The nutrient content of soil with different treatment (0~30 cm)

处理 Treatment	年份 Year	有机质 Organic matter (%)	全碳 Total C (%)	全氮 Total N (%)	全磷 Total P (mg/kg)	速效氮 Quick-acting N (mg/kg)	速效磷 Quick-acting P (mg/kg)
对照区 Control plot	1997	1.146	0.665	0.072	0.068	30.382	9.859
	1999	1.017	0.590	0.066	0.063	26.873	7.393
	增值 Increment	-0.129	-0.075	-0.006	-0.005	-3.509	-2.466
试验区 Experiment plot	1997	1.146	0.665	0.072	0.068	30.382	9.859
	1999	1.321	0.766	0.082	0.061	13.334	6.329
	增值 Increment	0.175	0.101	0.010	-0.007	-17.048	-3.530

表 5 单播苜蓿投入产出分析(3 年效益)

Table 5 The analysis of input and output in *M. sativa* by oneself seeding (3 years)

项目 Item		金额 Amount of money (yuan/hm ²)
投入 Input	种子(苜蓿, 22.5 kg/hm ²) Seed (<i>M. sativa</i> , 22.5 kg/hm ²)	360
	化肥(二铵 150 kg/hm ² , 尿素 75 kg/hm ² , 3 年) Chemical fertilizer (3 years)	1500
	水费(3 年) Irrigate cost (3 years)	675
	播种费(耕地, 耙地, 播种, 镇压) Seeding cost (Till, harrow, seeding, roll)	600
	收割费(2 年) Harvest cost (2 years)	600
合计 Total		3735
产出 Output	第 1 年 First year	0
	第 2 年(鲜草 18357.5 kg/hm ²) The 2nd years (fresh grasses 18357.5 kg/hm ²)	2385
	第 3 年(鲜草 49200 kg/hm ²) The 3rd years (fresh grasses 49200 kg/hm ²)	6570
	合计 Total	8955

鲜草单价(0.13 元/kg); The unit price of fresh grasses(0.13 yuan/kg)

表 6 混播苜蓿投入产出分析(3 年效益)

Table 6 The analysis of input and output in *M. sativa* by blend seeding (3 years)

项目 Item		金额 Amount of money (yuan/hm ²)
投入 Input	种子(苜蓿 22.5 kg/hm ² , 燕麦 225 kg/hm ²) Seed (<i>M. sativa</i> , 22.5 kg/hm ² ; <i>Avena sativa</i> , 225 kg/hm ²)	720
	化肥(二铵 150 kg/hm ² , 尿素 75 kg/hm ² , 3 年) Chemical fertilizer (3 years)	1500
	水费(3 年) Irrigate cost (3 years)	675
	播种费(耕地, 耙地, 播种, 镇压) Seeding cost (Till, harrow, seeding, roll)	600
	收割费(3 年) Harvest cost (3 years)	900
合计 Total		4395
产出 Output	第 1 年(燕麦种子 532.5 kg/hm ²) First year (seed of <i>Avena sativa</i> , 532.5 kg/hm ²)	825
	第 1 年(鲜草 27000 kg/hm ²) First year (fresh grasses, 27000 kg/hm ²)	3510
	第 2 年(鲜草 46755 kg/hm ²) The 2nd year (fresh grasses, 46755 kg/hm ²)	6078
	第 3 年(鲜草 26940 kg/hm ²) The 3rd year (fresh grasses, 26940 kg/hm ²)	3502
	合计 Total	13915

鲜草单价(0.13 元/kg); The unit price of fresh grasses(0.13 yuan/kg)

2.3 社会效益分析

该项试验示范研究总结了在柴达木盆地干旱缺水的条件下, 利用次生盐渍化的弃耕地和低产田建立人工草地的配套技术, 初步尝试了荒漠草地生态系统的

草地畜牧业与绿洲农业的耦合模式和可行性试验。通过光能资源和风能资源的利用(太阳能发电和风能发电), 为改善和提高广大农牧民生活水平和生活质量, 改善农牧民生存环境做出了示范。特别是在柴达木盆地干旱缺水的自然环境下如何合理、科学地利用水资源解决农业和畜牧业争水的矛盾。同时也为实施西部大开发、退耕还林、还草和草产业化生产, 以及草地农业和生态环境协调发展提供了科学依据和示范样板。

表 7 示范区畜群投入产出分析

Table 7 The analysis of input and output for a herd livestock of example area

项目 Item		数量 Amount	金额 Amount of money (yuan)	
投入 Input	牧工费 Cost of hired herdsman	2 人 2 men	7200	
	补饲干草 Try grasses of replenish	9000 kg	3200	
	育肥料 Feed of fetten	2400 kg	2400	
	暖棚折旧费(20 年) Depreciation charge of hothouse (20 a)	600 元/年 600 Yuan/a	600	
	围栏折旧费(20 年) Depreciation charge of fence (20 a)	1800 元/年 1800 Yuan/a	1800	
	畜疫防治费 Prevention and cure for epidemic disease of livestock	300 只 300 Sheep	300	
	畜牧业税 Tax of animal husbandry	220 只 220 Sheep	242	
	合计 Total			15742
	产出 Output	羊毛 Wool	188 kg	1880
		山羊绒 Cashmere	12.2 kg	4929
出栏绵公羔 Lamb of sell out		35 只 35 lambs	5250	
出栏山公羔 Goat lamb sell out		25 只 25 goat lambs	2500	
出栏羯羊 Wether of sell out		26 只 26 wether	7800	
出栏母绵羊 Dam of sell out		15 只 15 sheep	3750	
出栏山母羊 Goat dam of sell out		15 只 15 goat dams	2700	
出栏山羯羊 Goat wether of sell out		6 只 6 goat wether	1500	
存栏母羊羔 The amount of livestock for dam lamb	29 只 29 dam lamb	3480		
存栏母山羊羔 The amount of livestock for dam lamb of goat	17 只 17 dam lamb of goat	1360		
羊皮 Sheep skin	36 张 36 sheep skins	360		
合计 Total			35509	

3 讨论

柴达木盆地土壤属于氯化物盐土, 土壤中以 Cl⁻ 为主, 属于中重度氯化物盐渍地。盐分以向土表聚集为主, 淋溶作用微弱, 土壤瘠薄, 自我调控能力低下。土壤次生盐渍化的发生, 主要是发展灌溉农业后, 灌溉和排水设施不配套, 多采用大水漫灌等不合理的灌溉制度, 导致地下水位不断上升, 盐分随着毛细管活动不断向上迁移, 加之当地降雨稀少, 蒸发强烈, 从而引发土壤次生盐渍化发生。针对这些实际情况可采用以下治理措施:

3.1 调整农业生产结构, 对于重度盐渍化土地, 以改

良为主, 种植多年生耐盐牧草, 恢复其植被, 并建立草畜系统, 种草养畜, 利用其粪尿培肥地力, 同时推广秸秆还田等技术, 增强土壤自我调控能力。严慧峻等人的研究表明, 通过增施厩肥, 秸秆还田, 建立淡化肥沃层, 可有效地抑制盐分上移, 将盐分调控至作物根系活动层以下^[10, 11]。

3.2 从总体来讲, 制约柴达木盆地生产力发展的主要因素是水, 因此要考虑水资源的有效利用方式, 控制地下水位在临界深度以下, 才能从根本上防治土地次生盐渍化的发生。应用节水农业技术, 建立健全排灌系统, 制定合理的节水防盐灌溉制度及灌溉定额, 提高灌溉水利用系数。

3.3 在柴达木盆地实施绿洲农业和草地畜牧业耦合, 使二者的资源和优势得到互补, 是实现该地区社会经济可持续发展的关键。通过建立家庭牧场基础设施, 人工草地建设, 农牧业结构调整和优化生产模式, 不仅提高了人工草地初级生产力和载畜量, 而且提高了畜群出栏率和商品率, 使畜群存栏数下降, 从而有效地减轻了天然草地放牧压力, 达到生态环境改善和畜牧业经济协调发展的目标。同时对提高了农牧民的收入和生活质量, 使其尽快脱贫致富具有明显促进作用。

3.4 有关群落稳定性与多样性之间的关系, 目前仍有不少争论, 由于示范试验只有3年的时间, 有关人工草地群落搭配、群落稳定性以及生产稳定性等方面的问题尚需进一步研究。

4 结论

4.1 柴达木盆地利用种草改良弃耕地和低产田可使植被得到尽快恢复; 人工种草使物种多样性指数和物种数较弃耕地有所提高; 混播区物种多样性较单播区高; 植物群落中优良牧草比例和植被盖度明显增加。试验区可食牧草的比例达77.58%, 较对照区(16.31%)提高3.7倍, 较天然草地提高9倍。试验区植被盖度达到80.40%, 较对照区提高1.2倍, 较天然草地提高2.2倍, 生态效益明显。

4.2 人工草地初级生产力大幅度提高, 试验区鲜草产量 $25626 \text{ kg}/\text{hm}^2$, 较对照区($5336.3 \text{ kg}/\text{hm}^2$)提高3.8倍, 较天然荒漠草地($484.5 \text{ kg}/\text{hm}^2$)提高51.9倍。如果以可食牧草计算, 人工草地产草量为 $19881 \text{ kg}/\text{hm}^2$, 而对照区和天然草地产草量分别为 $870 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 和 $36 \text{ kg}/\text{hm}^2$, 1公顷人工草地产草量相当于22.85公

顷退化弃耕地或552公顷天然草地的产草量。

4.3 试验区土壤盐分含量明显减少, 由原来的1.518% (1997年)下降到0.128%~0.087% (1999年), 而对照区盐分含量则有所增加。试验区土壤有机质和全氮含量分别增加15.27%和13.89%, 而对照区分别减少11.26%和8.08%; 全磷、速效氮和速效磷有所减少。试验区生态环境得到明显改善, 为防止土地沙化和盐渍化取得了一定的成效。

4.4 在弃耕地种草养畜已取得有明显的经济效益, 单播苜蓿的投入产出比为2.40, 混播苜蓿为3.17, 平均每年的纯收入分别为1470.00元和3182.00元/ hm^2 。基础设施建设、优化畜群结构等措施使家庭牧场年净收入达19767元, 投入产出比为2.25。

4.5 弃耕地建立人工草地和优化生产结构, 不仅提高了产草量和载畜量, 而且使家畜出栏率、商品率和畜群周转率得到提高, 减少了家畜的存栏数, 同时通过人工草地放牧和半舍饲等技术措施, 有效地减轻了天然草地的放牧压力, 为实施西部大开发、退耕还林、还草和草产业化生产, 以及草地农业和生态环境协调发展提供了科学依据和示范样板。

参考文献

- [1] 周立, 胡令浩, 等. 柴达木盆地开发与可持续发展[M]. 西宁, 青海人民出版社, 2004: 78-151
- [2] 任继周. 系统耦合在大农业中的战略意义[J]. 草业科学, 1999, 15(6): 12-14
- [3] 任继周, 贺达汉, 王宁, 等. 荒漠-绿洲草地农业系统的耦合与模型[J]. 草地学报, 1995, 4(2): 11-19
- [4] 李海英, 彭红春, 牛东玲, 王启基. 生物措施对柴达木盆地弃耕地盐碱地效应分析[J]. 草地学报, 2002, 10(1): 63-68
- [5] 彭红春, 牛东玲, 李晓明, 等. 柴达木盆地紫花苜蓿生物量季节动态[J]. 草地学报, 2001, 9(3): 218-222
- [6] 王启基, 王文颖, 王发刚, 李晓明, 杨惠青. 柴达木盆地弃耕地成因及土壤地球化学特征[J]. 土壤学报, 2004, 41(1): 44-49
- [7] 牛东玲, 彭红春, 王启基, 等. 柴达木盆地弃耕地盐渍状态的主成分分析[J]. 2001, 草业学报, 10(2): 39-46
- [8] 牛东玲, 王启基. 柴达木盆地海西州弃耕地盐渍化特征及其治理[J]. 土壤通报, 2002, 1(5): 329-331
- [9] 李晓明, 尕切江, 苍生海, 等. 柴达木盆地退化弃耕地紫花苜蓿地上生物量动态[J]. 中国草地, 2001, 23(3): 29-34
- [10] 严慧峻, 魏由庆, 等. 盐渍土麦秸还田效应研究初探[J]. 土壤肥料, 1993, 5: 15-17
- [11] 严慧峻, 等. 培育“淡化肥沃层”对盐渍土改良效果的影响[J]. 土壤肥料, 1992, 3: 5-8