

黄土高原优良能源草的选择 和开发利用的研究

张国荣 王和平 朱海燕

(宁夏农林科学院畜牧兽医研究所·银川市·750002)

摘 要

本文采用综合特征指标的选择方法,筛选出美国无芒雀麦等三个优良能源草种,并提出建立永续性多年生混播草地模式。这对解决黄土高原农村生物质能资源和饲料紧缺问题,是一条有效的措施和重要途径。

关键词 永续性 多年生 混播草地 模式 能源草 茎叶比

能源问题是当代世界经济中最引人注目的问题,围绕着寻找各种途径解决能源危机问题,已成为世界性的重要研究课题。黄土高原农村能源的严重短缺不仅直接影响农业生产和生活用能,而且造成作物秸秆、畜粪不能还田,土壤有机质减少,地力下降,滥砍乱伐、过度樵采加上挖草根做燃料,使森林植被破坏,水土流失加剧,从而给社会、环境、生态带来严重的影响和后果。因此,发展农村生物质能源,对缓解该区农村能源的紧缺状况,保障农牧业生产的发展均具有重要而深远的意义。

1 试验地区自然概况

试验区设在宁南山区西吉县境内,境内黄土丘陵地貌占总面积的83.45%,土壤为侵蚀黑垆土、细黄土、土壤瘠薄、有机质含量低;植被稀疏、水土流失严重;气候属半湿润半干旱的过渡类型,年均气温 $4^{\circ}\text{C}\sim 6^{\circ}\text{C}$,年均降水量 $350\sim 500\text{mm}$,时空分布不均,年际和季节降水变异大,春旱、冬干、夏旱、春夏连旱时常交替发生,年蒸发量 1480mm ,年干燥度 $1.2\sim 2.9$ 之间,无霜期 $100\sim 130$ 天左右,大部地区海拔 2000m 以上。

2 研究内容及方法

2.1 研究内容

- 2.1.1 优良能源草种的筛选;
- 2.1.2 混播与产量之间的关系;
- 2.1.3 不同混播比例与青草产量之间的关系;
- 2.1.4 草种组合与混播草地植被成分演变的关系。

2.2 研究方法

2.2.1 试验小区

按正交设计方案布设。

2.2.2 产量及生长测定

分固定样方和随机抽样两种,样方面积 1m × 2m ,取三次重复。

2.2.3 热值测定

用氧弹式热量计。

2.2.4 以煤换秸

通过选定试验户、加工处理饲草、改进饲养方法和发展人工草地的途径完成。

3 研究结果及分析

3.1 优良能源草的选择

为筛选适宜黄土高原半干旱丘陵地区种植的优良能源草种,共引入 18 个供试草种(见表 1)。

·表1 供 试 植 物 种

1	美国无芒雀麦	<i>Bromus inennis</i> Leyss.
2	老芒麦	<i>Elymus silbricus</i> L.
3	垂穗披碱草	<i>E. nutans</i> Griseb.
4	高大披碱草	<i>E. condensatus</i> Presl.
5	披碱草	<i>E. dahuricus</i> Turcz.
6	长穗偃麦草	<i>E. elongata</i> (Host.) Nevski.
7	蒙古冰草	<i>Agropyron mongolicum</i> Keng.
8	扁穗冰草	<i>A. cristatum</i> (L.) Gaertn.
9	细穗冰草	<i>Agropyron cmithii</i>
10	布顿大麦草	<i>Hordeum bogdanii</i> Willensky.
11	沙打旺	<i>Astragalus adsurgens</i> Pall.
12	紫花苜蓿	<i>Medicago sativa</i> L.
13	红豆草	<i>Onobryhis visaeifolis</i> Scop.
14	草木樨	<i>Melilotus suaveolens</i> Ledeb.
15	小冠花	<i>Corcoiila nara</i> L.
16	小叶锦鸡儿	<i>Caragana microphylla</i> Lam.
17	柠条锦鸡儿	<i>Caragana korshinskii</i> Kom
18	蒙古岩黄芪	<i>Hedysanm mongolicum</i> Turcz

通过热值测定、生长发育表现、适应性和抗逆性、生长速度和再生速度、不同种植密度和种植方法、主要经济性状(产量动态、产量结构、草丛结构、茎叶比、鲜干比)等项目进行试验观察研究,以选出多指标兼优的草种。

3.1.1 热值比较

在西吉县所采集的 34 个样品的总平均热值为 17 648J/g ,经分类比较为:灌木(19 848J/g)为第一,乔木(19 582J/g)次之,以下序列为多年生豆科草(17 970J/g)、农作物秸秆(17 220J/g)、多年生禾本科草(17 161J/g)和畜粪(19 890J/g)。在黄土高原半干 35 天,平均株高 18.66cm (13.5~25.4),平均日增长 0.53cm (0.39~0.73),平均亩产鲜草

旱缺能地区,作为优良薪炭林草的品种首先应选择:柠条(19 985J/g)、沙棘(19 832J/g)、山桃(19 725J/g)、黄蒿(18 870J/g)、二年生白花草木樨(18 809J/g)、沙打旺(17 835J/g)、老芒麦(17 619J/g)、无芒雀麦(17 535J/g)。这些树种和草种不但热值效应高,而且还具有生物产量高、适应性强、耐干旱等特点。

4类34种供试样品的燃烧值如表2所示。

3.1.2 生物产量

产草量是提高生产力量重要的因素之一,对评价能源草具有重要意义。试点村人工种植的能源草,按有效收益面积计算,经多点抽样测试生物产量(3年平均值)已经有原来的86.2kg(26.5~132.4kg)上升到442.5kg(188.3~735.8kg),增长4.13倍。比合同要求的产量指标高26.43%,达到了预想效果。

据试点村半阴坡多点抽样测试,各主要草种的产量结果见表3。

表2 供试树草种燃烧值与农村常见生物热值比较

种 类	热值(J/g)	种 类	热值(J/g)
1.树 种 类	7种	3.畜 粪 类	4种
柠 条	19985	牛 粪	16987
沙 棘	19832	驴 粪	14813
山 桃	19725	马 粪	15338
山 杏	19641	羊 粪	15704
旱 柳	19600	平 均 值	15710
山 杨	19504	4.作物秸秆类	12种
杨 树 叶	17831	玉 米 芯	18616
平 均 值	19446	胡麻秸秆	18444
2.草 类	11种	豌豆秸秆	18153
黄 蒿	18870	糜草秸秆	18148
白花草木樨	18809	小麦秸秆	18146
芨 蒿	18682	莠麦秸秆	18101
蕨 茅	18422	胡 麻 衣	18021
沙打旺	17835	玉米秸秆	16578
紫花苜蓿	17752	荞麦秸秆	16423
老 芒 麦	17535	莠 麦 衣	15894
无芒雀麦	17535	小 麦 衣	15132
红 豆 草	17483	马铃薯蔓	14990
披 碱 草	16328	平 均 值	17220
野 草 根	15088		
平 均 值	17675	总平均值	17648

从表2看出,相同地域类型、相同种植年限、各草种的产量关系:豆科加禾本科草混播>豆科之间混播>豆科单播>禾本科单播>封育后野草>未封育野草,进一步说明了合理混播组合是提高单位面积产量的关键。从单位面积产草量上看(除草木樨外),生长第二年的豆科加禾本科多品种混播草地亩产干草471.3kg,分别比豆科之间混播高7.02%;比单播沙打旺高17.71%;比单播紫花苜蓿高44.35%;比单播禾本科草(213.25)高1.21倍;比荒坡封育的原生植被高4.47倍;比未封育的原生植被高8.4倍。由此可见产草量的高低和品种的优劣及品种间的组合关系很大。

表3 半阴坡干草产量单位面积年均水平

品 种	地块类型	干 草 产 量 (kg/亩)		
		生长当年	第二年	第三年
沙 打 旺	荒 坡	86.4	400.4	495.5
紫花苜蓿	荒 坡	55.4	326.5	451.7
紫花苜蓿	退 耕 地	107.21	288.5	624.1
红 豆 草	荒 坡	138.9	302.9	372.5
红 豆 草	退 耕 地	101.2	317.1	342.2
草 木 樨	荒 坡	197.7	806.8	
草 木 樨	退 耕 地	161.2	688.4	
蒙古岩黄芪	荒 坡		147.5	322.5
美国无芒雀麦	荒 坡	147.1	251.2	357.6
高大披碱草	荒 坡	102.5	220.6	242.9
长穗披碱草	荒 坡	103.4	193.3	222.6
老 芒 麦	荒 坡	80.7	187.9	164.6
豆科混播	荒 坡	82.3	440.4	570.7
豆 + 禾混播	荒 坡	93.1	471.3	662.5
未封育野草	荒坡(生长多年)			50.1
封育后野草	荒坡(生长多年)			86.2

3.1.3 不同种植密度

以生长第二年头茬草为例种植密度间的差异比较,行宽 20cm(平均亩产 446.7 kg)与行宽 40cm(平均亩产 406.54 kg)相比,经 LSR 法测定 $P<0.01$ 差异极显著,品种与密度间互作效应为美国无芒雀麦、高大披碱草、披碱草、扁穗冰草、布顿大麦草行宽 20cm 极显著地高于行宽 40cm;蒙古冰草行宽 20cm 也显著的高于行宽 40cm,其它品种与密度间互作效应不显著(见表 4)。

表4 不同种植密度产草量比较

牧草名称	草种 编号	鲜 草 产 量 (kg/亩)			差异显著性	
		行距20cm	行距40cm	平均产量	5%	1%
美国无芒雀麦	1	635.27	557.17	596.22	a	A
高大披碱草	4	556.69	490.03	523.36	b	B
披 碱 草	5	530.50	474.31	502.41	b	B
长穗偃麦草	6	467.64	488.60	478.12	bc	BC
垂穗披碱草	3	443.83	457.17	450.50	c	C
蒙 古 冰 草	7	445.74	398.12	421.93	c	C
老 芒 麦	2	424.78	398.10	411.44	c	C
细 茎 冰 草	9	352.40	335.25	343.83	d	D
偏 穗 冰 草	8	374.30	287.63	330.97	d	D
布顿大麦草	10	236.20	179.06	207.63	e	E

3.1.4 生长速度和再生速度

生长第二年,头茬草从返青到刈割生长 80天,平均株高为 53.62cm(41.7~74.7),平均日增长为 0.67cm(0.52~0.93),平均亩产鲜草 426.64kg(207.63~596.22),再生草生长

125.88kg(76.80~157.25)。

10种禾本科牧草不同阶段的生长高度与生物产草量之间的相关关系,除美国无芒雀麦外,基本上都是呈日增长高度越高,产草量越高的正相关,其相关系数为:头茬草 $r=0.7468$,再生草 $r=0.9162$,经检验生长速度和产草量之间的相关系数均达到极显著水平($P<0.01$)。

3.1.5 适应性和抗逆性

在阳面荒坡带种植的豆科草种抗旱性与耐瘠薄性沙打旺优于红豆草,而红豆草优于紫花苜蓿,出苗数同为100%时,到入冬前存苗数沙打旺为88.5%,苜蓿仅为63.7%,相差24.8%。沙打旺幼苗越冬率高达93%,紫花苜蓿仅为72%,红豆草61%。抗病力紫花苜蓿优于红豆草,红豆草优于沙打旺,生长2~3年后的沙打旺在不同地带都发生有根腐病、白粉病、叶斑病,是生长密度逐年稀薄,产量下降的主要原因。

禾本科草种生长第一年幼苗分蘖期在干旱情况下,布顿大麦草保苗率41.5%,披碱草和垂穗披碱草为79.5%,细茎冰草88%,其余均为90%以上。扁穗冰草是典型的旱生牧草,虽产草量较低,但有很强的耐旱性能,在干旱情况下,其叶片常卷曲成筒状,处于休眠状态,当旱情缓解后很快恢复正常生长。美国无芒雀麦是抗旱中唯一叶片不卷、叶尖不黄、生长正常的草种。第二年早春返青测其越冬性能,越冬率在95%以上的有老芒麦、扁穗冰草、美国无芒雀麦和蒙古冰草;90%以上的有细茎冰草和三种披碱草;90%以下的为偃麦草和布顿大麦草,10种牧草引种观察三年中,均未发现任何病虫害。

3.1.6 产量结构

草丛结构:从草丛结构看,无芒雀麦属于根茎型上繁草,地上生物量测定结果表明,其结构为“宝塔形”,0~20cm草层内的草量占地上生物量的60%以上,叶量占86.8%,叶长15~25cm,宽0.5~1.0cm,叶片的平均面积皆超过10m²,基部发育大量高的营养枝和丰富的嫩叶,茎叶繁茂,这是其它参试草种难以相比的。高大披碱草属大型疏丛状禾本科草,有粗而短的根茎向四周蔓延,当年可分蘖40多个茎秆,形成丛密的大群,叶子在茎秆上的分布很均匀,20~40cm高的叶量与0~20cm茎部的叶量各占45%以上,叶片粗糙平展,长5~7cm,宽1.5~2cm,优于其它同类疏丛繁草。细茎冰草和布顿大麦草,叶片小而少,质硬,内卷,叶长只有2.5~6cm,宽0.2~0.3cm,在同类参试草种中取劣势。

茎叶比:10种禾草的茎叶比各不相同,生长第二年初花期测定,美国无芒雀麦叶和花序所占比例为71.5%,比老芒麦高15.7%;比三种披碱草平均值高26.23%;比三种冰草平均值高21.77%;比偃麦草高20.2%,比布顿大麦草高30.7%。

鲜干比:鲜干比是衡量牧草实际产量的重要指标,十种禾本科草的鲜干比随生育期的延伸和干物质的逐渐积累而提高。分蘖期刈割鲜干比的平均值为3.15:1,拔节期为2.97:1,孕穗期为2.88:1,抽穗期和开花期为2.72:1,乳熟期为2.61:1,完熟期达2.39:1,说明愈接近成熟,鲜草含水量逐渐减少,干物质积累愈多。在十种禾草中叶量大的含水量稍高一些,茎秆比例大的含水量稍低一些。

采用上述综合特征指标选择能源草种,试验研究结果表明:

紫花苜蓿适应性好、抗病力强,产草量明显高于沙打旺和红豆草,特别是紫花苜蓿产

草高峰期持续时间长,一次种植多年收益,一般可利用 10 年以上,而且营养丰富,干物质含量高,适宜于半干旱山区种植,三草相比,为山区的当家品种。沙打旺耐瘠薄、抗旱、抗寒性能强,产草量高,种植范围广,发热值大也是黄土丘陵半干旱区的优良草种,但引入品种抗病性能差、生育期长、要求温度高,在当年不能结实,限制了沙打旺的发展,目前急需选育生育期较短,抗病能力强的早熟型新品种。

美国无芒雀麦不仅生物产量高,叶量丰富,适口性良好,而且再生速度快,青草期长,比其它草种多利用近半个月,在抗旱、抗寒、抗病性能上和增加地表覆盖度,控制水土流失上都极显著的高于其它草种。除供青饲刈割和放牧外,还可与苜蓿等混播,加入草田轮作。在干旱条件下,虽然没有发挥出其优异的高产性能,但与同类疏丛、根茎形上繁草比,产草量比最高的高大披碱草还多 33.53%,建议今后应扩大区域种植,建立种子繁殖田,做为改良更新黄土丘陵半干旱地区退化草场的主选草种。

3.2 “永续性多年生混播草地模式”的研究

3.2.1 混播与产量之间的关系

3.2.1.1 不同混播方式间的产量差异比较(表 5)

表 5 不同处理间 SSR 多重比较

间行条播各处理间	平均产量 (kg/亩)	差异显著性		混合撒播各处理间	平均产量 (kg/亩)	差异显著性	
		5 %	1 %			5 %	1 %
沙、苜+无	1565.41	a	A	沙、苜+披、无	1291.73	a	A
沙、苜+披、无	1410.74	a	A	沙、苜+无	1193.39	a	AB
沙+苜	1082.72	b	B	沙+无	1050.05	b	B
沙+无	965.38	b	BC	沙+无、老、披	830.04	c	C
沙+无、老、披	772.04	c	CD	沙+苜	823.7	c	C
沙(对照)	725.37	c	D	沙+披、老	703.37	d	CD
沙+披、老	687.37	c	D	沙(对照)	606.70	d	D

两种不同的混播方式下经 SSR 多重比较,沙、苜+披、无和沙、苜+无两个处理(混合撒播中对沙+无 1% 不显著)都极显著的高于其它处理间,沙+披、老组合与对照相比差异不显著,其余组合均显著的高于对照。说明混播产量显著高于单播,复杂混播又高于简单混播,豆、禾间行条播高于豆、禾混合撒播。

3.2.1.2 不同混播组合年际间产量的差异比较

综合 1987 年到 1989 年三年的鲜草产量测定,进行方差分析,得出下面结果(表 6)。

表 6 的结果进一步说明,采用沙、苜+披、无和沙、苜+无的混播组合年际间产草量都比对照有显著差异,在各处理组合中显示了优异的增产性能。

3.2.2 不同混播比例与青草产量之间的关系

在测定混播产量的同时,也测定了几种牧草各自的青草产量,以观察它们不同播量比例间的关系(表 7、表 8)。

从表 7、表 8 分析得知,不同混播处理都比单播对照显著增产,其增产幅度为:美国无芒雀麦比单播高 21.75%(最高 31.5%、最低 11.64%)、高大披碱草比单播高 9.40%,沙打旺、紫花苜蓿分别比单播高 3.99%、1.51%。不同混播比例的增产效应也显著的高于单播对照,增产幅度最大的为豆、禾 1:2 中的沙、苜+和、披组合(17.33%),其次为沙+无

表6 年度间产草量的差异比较

混播组合	鲜 草 产 量 (kg/亩)			平均产量 \bar{x}	差异显著性	
	第 1 年	第 2 年	第 3 年		5%	1%
沙、苜+披、无	395.02	1410.74	2022.15	1275.79	a	
沙、苜+无	428.35	1565.41	1756.51	1250.59	a	
沙+苜	368.35	1082.72	1698.65	1049.91	ab	
沙+无	508.36	965.38	1279.70	917.81	ab	
沙+无、老、披	370.02	772.04	1197.52	779.86	b	
沙(CK)	405.85	725.37	1201.14	777.45	b	
沙+披、老	358.35	687.37	985.25	676.99	b	

表7 不同播量比例下各自的青草产量

组 合	豆、禾 比 混 播 产 量				单 播 对 照	
	2:1	1:1	1:2	1:3	草种	产量
1 { 沙	1.87	1.71	1.66	1.54	沙	1.63
	1.63	1.76	1.92	1.80	无	1.46
2 { 苜	1.91	1.94	1.80	1.74	苜	1.82
	1.01	1.17	1.26	1.33	披	1.09
3 { 沙+苜	1.95	1.87	1.86	1.56		
	1.25	1.52	1.66	1.62		

表8 混播比单播增产统计

(%)

组 合	豆 禾 比 例			
	2:1	1:1	1:2	1:3
沙+无	12.94	12.30	15.86	8.09
苜+披	3.44	6.87	5.15	5.50
沙、苜+无、披	6.67	13.0	17.33	6.01

表9 1987—1989年三年混播试验豆禾比例变化

处理号	混播组合	豆禾配合	生 长 盛 期	(豆 : 禾)	
		设计比例	1987年	1988年	1989年
A2	沙+无	1:1	1:16.5	1:4.7	1:1.1
A3	沙、苜+无	1:1	1:8.6	1:2.4	1:0.7
A4	沙+披、老	1:1	1:6.1	1:1.9	1:0.6
A5	沙、苜+披、老	1:1	1:7.4	1:2.7	1:0.9
A6	沙+无、披、老	1:1	1:17.2	1:3.1	1:0.8
B2	沙+无	1:2	1:28.7	1:6.2	1:1.6
B3	沙、苜+无	1:2	1:11.2	1:4.1	1:1.4
B4	沙+披、老	1:2	1:7.3	1:2.4	1:1.1
B5	沙、苜+披、老	1:2	1:10.1	1:4.2	1:2.1
B6	沙+无、披、老	1:2	1:21.5	1:3.8	1:1.9

组合(15.86%);增产幅度最低的是苜+披组合,在豆、禾2:1中只增产3.44%,豆、禾1:2中也只增产5.15%,属混播组合中的下限。

3.2.3 草种组合与混播草地植被成分演变的关系

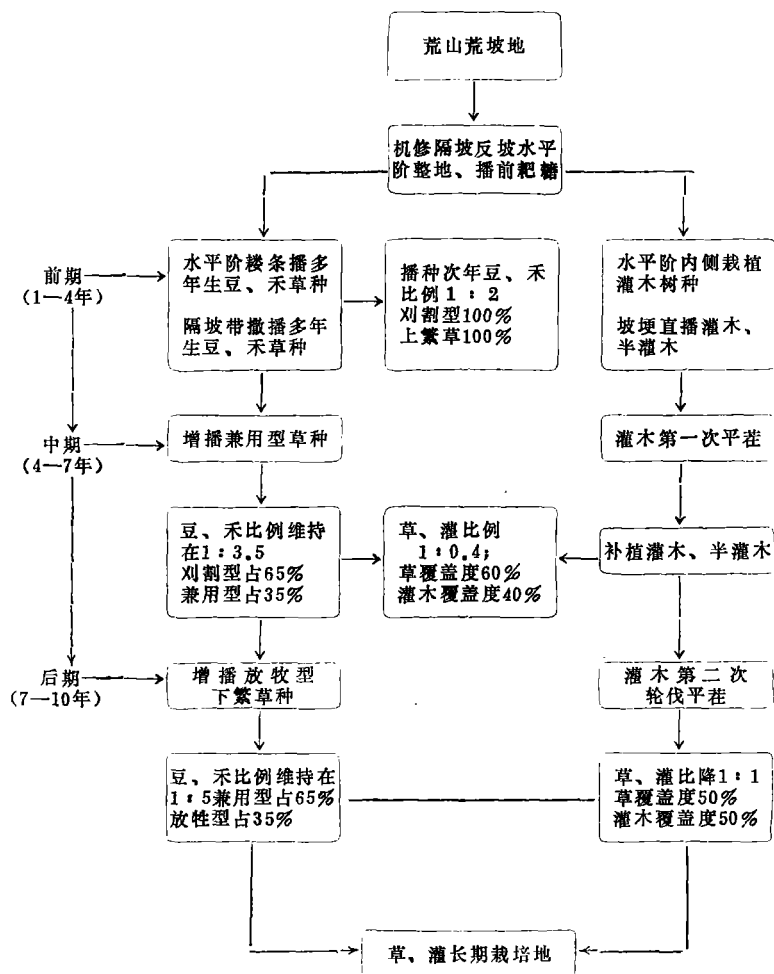
不同草种在混播组合中采用不同的豆禾配合设计比例,经过三年试验观察,植被组成成分的演变如表9。

混播草地建植次年,各组合豆禾比例差异明显,但随着利用年限的增加,这种差异逐渐变小,第一年测定的豆禾比变动范围是1:11.16~1:15.76;第二年变动范围为1:2.96~1:4.14;第三年则缩小到1:0.82~1:1.62。因此,在混播比例中,一定要适当提高禾本科草种的比例,以防止豆科草逐渐排挤禾本科草,甚至使禾本科草从混播草地中消失,初步认为混播草地建成前期豆禾比例以1:2为宜。

根据三年的试验,我们提出了“永续性多年生混播草地模式”。

“永续性多年生混播草地”建设前期,草、灌同步进行,此时豆科草种比例大、上繁草多,灌木树(草)种处于保护性幼期,属刈割型封闭草地,中期增播兼用型草种,灌木第一次平茬利用,既丰富了草种类型,又促进灌木的萌发再生增长,此时豆禾比例从1:1演变

永续性多年生混播草地模式设计图



为1:3.5(刈割型占65%,兼用型占35%);后期灌木覆盖幅度不断增大,土壤面蚀、沟蚀从根本上得到控制,但豆科草种开始衰败,灌木第二次轮伐平茬的同时,又增播了放牧型下繁草种,使草地类型从刈割型过渡到放牧、刈割兼用型,属半开放型草地。这样循序渐进的增补更新草种,使原来的荒山荒坡地变成了草、灌长期栽培地。

综上所述,“永续性多年生混播草地”采用了复杂组合,增加了混播成员,使组合内部的互补性有所增强,同时注意了所选草种的生物学竞争性(如再生性),生态学竞争性(如适应性)以及与豆科草种较好的相容性,使生物产量远远高于单播和简单的混播。多种草在同一土地上合理配置,可以解决因草地上部各空间营养面的要求不同及生理喜阳耐荫性不一,叶片生长角度、方位及叶面积的不同,上繁与下繁的不同等而充分利用太阳热能资源,并且由于豆科草种固氮作用,使禾本科草能有充分的氮素养分供给,生长良好,产草量高。在饲用方面由于牧草种类各异,营养成分的互补作用形成了一个粗放的配合饲料,营养价值更为全面;调制干草或青贮,混播比单播豆科草容易的多,利用率也高。在能源燃料奇缺的地方,由于增加了灌木树(草)种,除可食部分被家畜利用外,硬枝粗秆是极好的薪柴。在地下部分,禾草发达的须根密布耕作层,豆科主根深能利用土壤深层水分和养分,尤其是深根型灌木、半灌木加豆科、禾本科草种混播,对控制水土流失、恢复生态植被、耐受牲畜践踏等方面的效果都比单播和简单的混播好。此外,由于不同类型草种的寿命不同,生长速度也不一样,采用合理的配置,可使各年产草量均衡稳定,当其中一种草衰退时,另一种草可以弥补,使后作具有显著的增产作用。

因此,我们认为在黄土高原半干旱丘陵地区施行多品种混播,建立永续性多年生混播草地,具有极其重要的长远利益和现实意义。

4 效 益

4.1 经济与社会效益

加强能源草的建设是解决黄土高原农村能源紧缺来源的根本措施,它不仅提供了丰富的生物质能源物质基础,在控制水土流失、改善生态环境、兴牧促农中也发挥着重要作用。四年来,种植优良能源草169 140.5亩,其中:试验示范面积24 678亩;推广面积115 755.7亩;更新补种面积28 706.8亩。经测算:年均增加优质干草2.54万t,累计提供生物产量10.16万t,直接经济效益1 520万元,四年共开发能源4.78万t标准煤,年缓解全县能源缺口的13.48%。

据1989年县畜牧部门统计,全县人工草地年产干草量1.5亿kg,能源草种植面积产草量就占16.91%。贮草量的逐年增加,进一步促进了畜牧业的稳定发展。统计表明:家畜饲养量已经由试点前1986年的66.25万个羊单位增加到1989年的86.65万个羊单位,增长30.79%,创历史最高水平;年末家畜存栏量由58.98万个羊单位增加到63.61万个,净增7.85%。特别是草食家畜中的羊和家兔近年来增长幅度最大,羊的饲养量和存栏量分别增长了35.27%和20.16%;家兔分别增长了31.74倍和13.76倍。畜牧业产品产值也有了很大提高,据不完全统计,1989年出栏大家畜1.62万头,比试点前增加11.20%;出栏羊5.1万只,比试点前增加6.25%;出栏家兔25万只,是试点前的8.3倍,牛羊肉商品量63.3万kg,比试点前增加1.09倍,畜牧业产值已由试点前的761.67万元上升到1703.7

万元,增长 1.23 倍,人均牧业年收入已由试点初的 15.94 元上升到 24.61 元。

剖析一个试点村,大坪是西吉县扶贫重点村,人均年收入一直徘徊在百元以下,1986年治理荒山,1987 年开始大面积人工种植能源草,3 年共种草 7 880 亩,有效收益面积 5 367 亩,户均种草 21.4 亩,总计收获干草 155.04 万 kg,总产值 27.44 万元,户均产值 1 097.71 元,人均 176.64 元。由于能源紧缺的缓解,燃料有余,促进畜牧业的发展,3 年来牲畜繁殖增长 1 472 个羊单位,并增加了各种畜产品数量,其中肉类总产量由 2 800kg 增加到 5 950kg 翻了一番,畜牧业增收 36 万多元。从一百户扶贫户摸底调查,全年总收入中有 47.7% 靠种草养畜所得,人均纯收入已由原来的 81 元上升到 156 元,部分农民走上了脱贫致富的路。

4.2 能源效益

试点能源建设的实施,使西吉县农村能源缺口得到部分弥补,紧缺状况得到缓解,对停止破坏改善生态起到重要作用。再剖析一个试点村,以马建乡土窖村为例,试点后户均人工种草增加 20.6 亩,年贮干草量增加 2 520kg,养畜量增加 15.50%,生物质能源短缺户由 30.78% 减少到 10.25%,自给和余草户增加 20.7%,挖草根、铲草皮数量减少 45% 以上,生物质能源开发利用出现了三多两少,即: 余草户、贮草量增多; 养畜量增多; 生活用燃料增多; 购煤用煤量减少,破坏自然植被减少。

4.3 生态效益

原荒山荒坡的植被株丛密度每平方米半阴坡为 28 株丛,半阳坡为 21.5 株丛,阳坡为 6.2 株丛; 经过治理后每平方米株丛密度增加到半阴坡 147 株丛,半阳坡 118 株丛,阳坡 44.5 株丛,植被覆盖率由原来的 34.35% 上升到 78.70%,特别是半阳坡地带基本上无较大的裸露地。豆科草生长第二年主根入土深 115~214cm,根幅达 0.77~1.02m²,最长侧根 176cm。28° 的草木樨坡地比一般农田的迳流量少 47%,冲刷量少 60%; 20° 的苜蓿坡地比 20° 的坡耕地迳流量少 88.4%,冲刷量少 97.4%。将年降雨侵蚀力控制在均值水平上,当流域内林草面积比例分别增加 10%、20% 和 30% 时,年单位面积土壤流失分别减少 32.2%、56.5% 和 74.8%。

在荒坡退化草地种植多年生豆科混播草后,0~40cm 土层中有机质、全 N、水解 N 含量都比原荒坡高 2 倍以上,全 P、全 K 含量也比原荒坡高 59.6% 和 21.1% (见表 10)。

表10 土窝试点村半阳坡种草后土壤养分的变化

地 类	有机质(%)		全 氮(%)		速 氮(%)		全 磷(%)		全 钾(%)	
	比对照 增加 (%)		比对照 增加 (%)		比对照 增加 (%)		比对照 增加 (%)		比对照 增加 (%)	
豆科混播草地	3.0467	299	0.1788	290.4	0.0135	200	0.0838	59.6	2.76	22.2
沙打旺草地	2.5923	240.3	0.1633	256.6	0.0091	102.2	0.0663	26.2	2.40	5.3
禾本科草地	0.6681	-12.3	0.0412	-10.1	0.0042	-6.7	0.0550	4.8	2.44	7.0
原表土(对照)	0.7617	0	0.0458	0	0.0045	0	0.0525	0	2.28	0

5 结语和建议

能源草的选择与开发利用研究在黄土高原西吉县实施了 4 年,取得了明显的经济效益、社会效益和生态效益,为缺能地区三料短缺寻找到一条切实可行的解决途径,逐步完

善了黄土高原地区农村能源的合理结构组成和多种能源的互补体系。

通过上述研究分析,提出以下三点建议:

5.1 我们提出的在黄土丘陵地区建立“永续性多年生混播草地”的优化生态模式,只做了一些前期的研究工作,4年时间不能全部揭示其内在联系和有关规律,能源草的开发利用研究在黄土高原半干旱地区又是一个全新的研究课题,目前不论在生产技术或理论上都存在不少问题,需要继续深入研究解决。为此,建议在“八五”期间继续列题跟踪研究,特别是灌木与草种混交后,中、后期草地植被成分演变的影响;不同豆科、禾本科草种混播后生物学、生态学等方面组合效应的研究;以及能源草开发利用的综合配套技术研究等。

5.2 能源草的建设是一项长期而艰巨的任务,加强林、草管护已成为当前亟待解决的大问题,除加强法规、法制教育外,对需要更新补播的草地一定要持之以恒,搞好长期建设,真正起到基地示范的作用。

5.3 能源草的开发与利用要与农业生产紧密相结合。农业本身即是一个庞大的能源库,又是一个最大的耗能户,从一些主要国家向农业投放能源增长数与粮食增产数统计看,粮食的增产数和在农业方面投放的能量数基本上是1:3的比例关系,随着人口的不断增加,要求粮食必须增加,对农业的投放量(如耕作、除草、施肥、整地、灌水)也必须相应增加。贫困山区在财力有限的情况下,今后发展能源草的出路在于草田轮作,种几年草提高土地地力后再种粮,种粮后土地地力衰竭后再种草,单纯要求大面积人工种草已经越来越不现实。

THE STUDY ON THE SELECTION AND THE UTILIZATION OF FINE ENERGY-HERBS IN THE LOESS PLATEAU

Zhang Guorong Wang Heping Zhu Haiyan

(Institute of Livestock and Veterinary, Ning Xia Agriculture
and Forest Academy·Yinchuan·750002)

Abstract

Selected the way of multiple character index, we selected American *Bromus inermis* and other two fine energy-herbs and advanced the model of constructing enduring, perennial and mixed meadow. Building the mixed meadow will help to solve the problem that organic energy and forage lack in the loess plateau region.

Key words Endurance Ferennial Mixed meadow Model
Energy-herbs rate of Stem and Leaf