

宁南黄土丘陵区灌木林生产力的研究

程 积 民

(中国科学院
水土保持研究所·陕西杨陵·712100)
水 利 部

摘 要 上黄试区位于黄土丘陵区西部,光照充足,气候干燥,土层深厚,常年干旱少雨,水资源不足,土壤肥力差,水土流失严重。直接影响农、林、牧业的持续发展。为此,笔者在承担国家“八五”科技攻关项目的林草治理与研究工作中,针对这一问题选择了适宜该试区生长的优良灌木柠条 (*Caragana korshinskii*)、沙棘 (*Hippophae hamnoicles*)、山桃 (*Prunus davidiana*) 进行了生长与产量变化的试验研究,为该试区灌木林的建设与发展提供依据。

关键词 黄土丘陵区 灌木林 生产力

Study on Productivity of Shrubberies in Loess Hilly Region of South Ningxia

Cheng Jimin

(Institute of Soil and Water Conservation, the Chinese Academy of Sciences
and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract Shanghuang experimental area is situated in the west part of the loess hilly region, which is characterized by sufficient sunlight, arid climate, deep soil thickness, usually little precipitation, lack of water resources and poor soil fertility. These unfavourable factors affect effective development of agriculture, forestry and animal husbandry. In view of this, under the study and harness of forest and grass that the author undertaked about state scientific and technological project during “85”, by choosing tree species *Caragana korshinskii*, *Hippophae hamnoicles* and *Prunus davidiana*, etc., which grew suitably in this area, there was a study and experiment of variation of growth and yield, so that basis was provided for construction and development of shrubberies.

Key words loess hilly area shrubberies productivity

灌木适应性广,在乔木不宜生长的地方,许多灌木均可生长,根系发达,拦截雨水能力强,具有较高的蓄水保土能力。还具有生产生物量大,耐平茬,耐放牧等特点,许多灌木燃烧值高,枝叶营养丰富,是良好的生物能源和饲料、肥料。因此,在宁南黄土丘陵区大力发展灌木林具有十分重要的意义。也是促进农、林、牧业发展,恢复生态平衡的关键性措施。

1 材料与方 法

灌木造林树种除柠条、沙棘、山桃外,还有怪柳 (*Tamarix chinensis*)、二色胡枝子

(*Lesoedexa bicolor*)、沙柳(*Salix psammophila*)等。在灌木林地内草本植物主要以长芒草、铁杆蒿、猪毛蒿、厚穗冰草、星毛委陵菜、百里香等为主,覆盖度较低,平均 25%~35%,每公顷产干草仅 750—1200kg。

选用的材料是适宜试区灌木造林的优良树种柠条、沙棘、山桃。然后在三种灌木林地上选择标准样地重复 3~5 次进行修筑水平阶、鱼鳞坑、施肥平茬处理,定期测定 0~5.0m 土层中水分含量的变化过程。同时相对应的定期测定灌木林的地上部和地下部生长与生物量的形成规律。

2 灌木林生长现状分析

2.1 灌木林地土壤水分的变化

上黄试区累计灌木林面积 166.7hm²,其中“八五”新造灌木林 93.3hm²;5 年生以上的老柠条灌木林 60hm²;沙棘灌木林 6.7hm²;山桃灌木林 3.3hm²;其它灌木林 3.3hm²。由于水分、养分及生态环境等因素的影响,灌木林生长缓慢,生物产量低。尤其是林地土壤水分差异大,是影响灌木林生物产量形成的关键。

在柠条、沙棘、山桃生长初期与生长末期土壤含水量的变化过程可以看出,三种类型的变化趋势基本一致,在 0~1.0m 土层内含水量稍高,1.0~1.3m 土层内含水量最低,3.0~5.0m 土层内含水量逐渐增加,并接近 0~1.0m 土层内的含水量或稍高于。含水量的变化幅度沙棘较大,在生长初期为 5.7%~14.0%,生长末期为 5.3%~13.7%;其次为山桃在生长初期为 4.7%~9.5%,生长末期为 4.9%~7.7%;柠条分别为 3.8%~7.8%,4.2%~9.4%。从土壤水分的含量来看柠条、山桃林地 在生长初期低于生长末期,因为柠条山桃林地主要分布在山坡中部,同时由于长期放牧,破坏了林内的草被和枯枝落叶层,尤其是经过了干旱的冬春季节裸露地面加速了林地土壤水分的蒸发和养分的损失。遇到暴雨水土流失严重。沙棘在生长初期土壤含水量较高于生长末期,主要是沙棘林地内易形成较厚的枯枝落叶层,同时也促进了牧草的生长,在干旱的冬春季草被和枯枝落叶层覆盖了地面,减少了土壤水分的蒸发。遇到暴雨可是水分缓慢入渗,减少流失。再从不同坡位土壤含水量的测定结果来看差异十分显著见表 1。

表 1 灌木林地不同坡位土壤水分含量变化 (cm·%)

深度	柠 条		沙 棘		山 桃	
	坡中部	坡下部	坡中部	坡下部	坡中部	坡下部
0~20	5.5	9.5	10.5	13.5	6.3	10.0
30~50	4.5	9.7	10.0	12.0	6.9	9.6
60~100	4.3	8.3	9.6	12.5	5.1	8.5
110~150	4.2	8.0	8.0	9.5	4.8	8.2
160~200	4.0	8.1	7.6	9.8	6.0	8.6
210~250	3.9	7.9	7.4	8.7	5.9	8.0
260~300	4.0	8.8	7.4	8.8	6.2	9.3
310~350	4.4	9.8	7.0	8.9	6.3	9.5
360~400	5.8	8.5	8.3	10.7	7.4	8.9
410~450	6.3	9.2	8.3	10.9	8.1	10.9
460~500	8.2	12.3	11.2	12.3	9.0	11.9

由表 1 看出土壤水分,不同坡位变化较大,柠条坡下部比坡中部 0~1.5m 土层内含水量高 3.8%~4.2%,1.6~3.0m 高 4.1%~4.8%;3.1~5.0m 高 4.5%~5.4%;沙棘 0~1.5m 高 1.5%~2.0%,1.6~3.0m 高 1.3%~2.2%,3.1~5.0m 高 1.1%~1.9%;山桃 0~1.5m 高 3.7%~4.6%,1.6~3.0m 高 2.1%~2.9%,3.1~5.0m 高 2.9%~3.2%。从水分变化过程来看 0~3.0m 土层内含水量有变化外,下层均无明显的变化,因根系主要分布在中层,故水分变化大,含量较低,并且影响到灌木的生长。

2.2 灌木林地土壤水分利用率

通过对试区范围内的现有灌木林土壤水分利用率的现状分析, 看出不同灌木树种生长立地条件不同对水分的利用率差异较大见表 2。

表 2 灌木林地土壤水分利用率

树种	类型	生物产量	土壤储水量	总耗水量	蒸腾耗水量	水分利用率	水分有效
		(g/m ²)	(mm)	(mm)	(mm)	[g/(m ² ·mm)]	利用系数
柠条	1	831.6	220	482.3	334.0	1.72	0.69
	2	867.2	440	567.5	340.0	1.53	0.60
沙棘	1	932.6	385	501.5	386.7	1.82	0.77
	2	944.0	478	533.8	402.0	1.70	0.75
山桃	1	847.4	247	592.7	388.1	1.43	0.65
	2	858.0	451	529.0	409.2	1.64	0.77

注: 坡中部, 坡下部土壤储水量按 5m 土层计算。1991 年降雨量 259.7mm, 5~10 月为 224.5mm。

由表 2 所示, 土壤水分储量 0~5.0m 坡下部明显高于坡中部, 柠条提高 50%, 沙棘 19.5%, 山桃 45.0%; 水分有效利用系数变化过程同上, 排序为沙棘>山桃>柠条。因为坡下部受地形条件影响较大, 水位浅, 有利于土壤水分的积储和促进灌木的生长。

2.3 灌木林生长现状

长期以来, 该区灌木林种植历史较长, 但经营管理水平低, 群众缺乏造林和经营技术, 表现在林木生长缓慢生物产量低见表 3。

表 3 灌木林地上部分生长变化 (cm, kg)

树种	年龄	株高	地径	分枝	冠幅	杆重	枝重	叶重	总重
柠条	2	25.7	0.18	5	30×30	64.0	27.8	31.3	123.1
	5	62.9	0.53	10	70×70	257	158.4	139	554.4
	10	81.3	0.89	13	90×90	310.1	180.2	155	645.3
沙棘	2	45	0.30	2	30×30	69.5	31.7	42.3	143.5
	6	105	1.83	5	100×100	305	172.5	144.3	621.8
	10	129	2.56	8	130×130	315	212.4	330.0	857.4
山桃	2	24.7	0.20	2	30×30	51.7	30.5	38.2	120.4
	6	98.5	1.7	3	90×90	275	156	134	565.0
	10	111.0	2.3	5	120×120	330	205.7	285	820.7

由表 3 所示, 该试区灌木林生长缓慢, 植株老化现象严重, 分枝少, 5 年生柠条年平均株高生长仅 12.5cm, 地径 0.11cm, 总重量 110.9kg; 6 年生沙棘年平均株高生长 17.5cm, 地径 0.31cm, 总生物量 103.6kg; 6 年生山桃平均株高生长 16.4cm, 地径 0.28cm, 总生物量为 94.2kg。就灌木年平均株高、地径、生物量的生长速度看, 未能发挥出理想的生态效益和经济效益。多处经营管理粗放, 制度不健全, 常被牲畜啃食和人为破坏及水分不足。造成了生长不良, 生产力低下多处形成“小老树”地下生物量的变化见表 4。

表 4 灌木林地下部分生长变化 单位(m·g/株·kg)

树种	年龄	主根深	侧根长	主根重	一级侧根重	二级侧根重	毛根重	总重
柠条	2	1.1	1.5	21.2	18.3	—	12.4	17.1
	5	3.5	3.9	92.1	72.8	70.5	59.0	97.2
	10	4.95	4.65	112.5	93.4	87.2	66.5	118.7
沙棘	2	1.2	1.8	51.7	45.5	18.3	21.0	45.0
	6	3.90	3.0	134	105.5	72.3	56.9	121.7
	10	4.95	3.9	155	140	95.5	86.6	157.4
山桃	2	0.9	1.3	31.2	27.5	12.3	7.4	25.9
	6	4.2	4.9	133.5	142.1	85.6	57.4	138.1
	10	5.1	4.8	146.7	138.5	92.5	71.4	148.1

从表 4 可知地下生物量的变化同地上基本一致, 随着地上的提高地下也有所增加。

3 提高灌木林生物生产力的途径

该试区水土流失严重,三料俱缺,已成为本区农、林、牧业发展的限制因素,再加上灌木林资源贫乏,经营粗放,常常造林不能集中连片,收效不大,为了充分发挥灌木林的多种生态经济效益。笔者在“八五”完成试区综合治理造林任务的同时,还对现有灌木林提高生产力的技术途径,采用整地、平茬、施肥等方法进行了试验研究。

3.1 整地对灌木林地水分的影响

水分是灌木林生长的限制因素之一。因此,选水平阶、鱼鳞坑整地也是恢复土壤水分,提高水分利用率,促进灌木林生长的一种行之有效措施见表 5。

表 5 灌木林地土壤水分含量变化 (cm·%)

深 度	柠 条		沙 棘		山 桃	
	水平阶	鱼鳞坑	水平阶	鱼鳞坑	水平阶	鱼鳞坑
0~20	12.5	10.5	14.5	13.0	11.2	10.1
30~50	10.5	11.2	12.1	13.2	10.9	12.1
60~100	8.7	12.1	13.3	12.0	9.3	11.0
110~150	8.9	9.3	10.5	9.5	8.7	9.5
160~200	9.3	8.4	11.2	10.4	8.5	8.9
210~250	7.9	7.6	9.3	8.7	9.2	9.2
260~300	7.5	5.5	8.4	8.5	5.9	7.3
310~350	7.6	5.9	8.9	8.2	5.5	5.9
360~400	8.3	6.7	9.2	8.3	6.2	5.0
410~450	8.9	9.2	8.9	9.1	8.9	8.5
460~500	9.5	9.9	10.2	9.8	9.1	10.2

含水量为 1993 年测定。
表 5 所示,对现有灌木林采用水平阶、鱼鳞坑整地,土壤水分与对照相比差异较大。水平阶整地土壤水分 0~1.0m 土层内比对照柠条提高 55.5%,沙棘 27.6%,山桃 29.6%;1.1~3.0m 柠条提高 53.2%,沙棘 30.0%,山桃 31.0%;3.1~5.0m 柠条提高 30.0%,沙棘 9%,山桃 5%。鱼鳞坑整地土壤水分 0~1.0m 土层内比对照提高柠条 58.4%,沙棘 20.5%,山桃 32.3%,1.1~3.0m 柠条 48.5%,沙棘 25.6%,山桃 35.6%,3.1~5.0m 柠条 24%,沙棘 10%,山桃 5%。从土壤水分在不同层次的分布规律看 0~3.0m 水分变化幅度较大,此层为根系分布层,水分的积储与消耗较快,3.1~5.0m 土壤水分变幅小,根系分布少,此层为根系分布层,水分的积储与消耗较快,3.1~5.0m 土壤水分变幅小,根系分布少,水分积储和消耗较慢。

3.2 整地对灌木林生长的影响

整地提高了土壤水分,促进了灌木林的生长,生长速度快慢,生物量高低见表 6。

表 6 整地对灌木地上部分生长的影响 (m·cm·kg)

树种	整地方式	株高	地径	分枝	杆 重	枝重	叶重	总 重
柠条	水平阶	24.8	0.25	3	85	41.7	52.3	179.0
	鱼鳞坑	23.5	0.21	3	90	52.0	61.3	203.3
沙棘	水平阶	36.9	0.33	4	101.7	50.5	61.5	213.7
	鱼鳞坑	33.2	0.30	2	108.5	50.0	68.2	226.7
山桃	水平阶	21.3	0.18	3	103.3	40.9	34.2	178.4
	鱼鳞坑	20.0	0.16	2	95.7	40.9	38.2	174.8

注:测定树龄为 5 年,测定年生长量与生物量。
从表 6 所示,水平阶、鱼鳞坑整地株高柠条比对照增加 98%,88%;沙棘 1.10 倍,89%;山桃 30%,37%。生物量提高柠条 38.0%,45.4%;沙棘 51.5%,54.3%;山桃 47.2%,46.1%。从以上分析结果表明,试区灌木林地土壤水分较低,稍加整地措施,一方面增加了土壤水分,另一方面疏松了土壤,促进了灌木的生长,生物产量可成倍提高。整地后地下部生物量的变化见表 7。
表 7 可知,地下生物量的变化各指标鱼鳞坑整地稍高于水平阶整地,因鱼鳞坑整地后流入坑内的降水集中入渗在根的周围使土壤蓄水保墒好有利于根的吸收和促进根的生长,主根系发

达一般深达 3.7~4.3m,水平根 3.5~4.2m。水平阶整地后流入阶内的降水易串流,影响水分的均匀分布。但侧根较发达一般长达 4.3~4.5m,鱼鳞坑 3.8~4.2m。地下生物量的排序为水平阶山桃>沙棘>柠条。

表 7 整地对灌木地下部分生长的影响 (m·g/株·kg)

树 种	整地方式	主根深	侧根长	主根重	一级侧根重	二级侧根重	毛根重	总 重
柠 条	水平阶	4.2	4.3	118	103.4	87.2	73.4	126.1
	鱼鳞坑	4.3	4.0	125	112.7	89.3	74.9	132.6
沙 棘	水平阶	3.9	4.4	127.5	137.2	91.3	77.8	143.2
	鱼鳞坑	4.1	3.8	131.4	141.3	99.6	78.2	148.7
山 桃	水平阶	3.5	4.5	130.9	148.0	90.2	70.3	145.0
	鱼鳞坑	3.7	4.2	138.2	151.2	9.34	72.1	150.1

3.3 平茬对灌木林生长的影响

根据灌木树种的生长特点需及时平茬,方能发挥较理想的生态、经济效益。但该试区群众造林历史悠久,不习惯平茬,任其自然生长,致使分枝少,生长势逐年减弱。针作者对这一问题,进行了平茬试验,结果见表 8。

表 8 平茬对灌木年地上部分生长的影响 (cm·kg)

树种	年龄	株高	地径	分枝	杆 重	枝 重	叶重	总 重
柠条	5	43.5	0.40	18	92.8	35.0	73.0	200.5
	10	48.7	0.55	19	95.1	30.5	82.5	208.1
沙棘	6	37.8	0.37	9	102.0	31.2	70.5	203.7
	10	40.2	0.49	9	109.5	33.0	80.0	222.5
山桃	6	45.7	0.44	9	95.4	32.1	76.0	203.5
	10	48.2	0.51	11	96.8	34.0	77.9	208.7

由表 8 所示,生长不同龄级的灌木平茬后,生长较快,平均株高年生长与对照相比 5 龄柠条提高 2.48 倍,10 龄 4.9 倍;6 龄沙棘 1.16 倍,10 龄 2.12 倍;6 龄山桃提高 1.8 倍,10 龄 3.34 倍。分枝数比对照平均提高柠条 40.0%,沙棘 2.78%,山桃 60.6%。生物量比对照 5 龄、10 龄柠条分别为 44.7%、68.9%;6 龄、10 龄沙棘 49.1%、59.6%;6 龄、10 龄山桃 53.7%、56.9%。从结果看,不同龄级的灌木林平茬后高度、分枝、生物量比对照增加幅度较大,充分说明平茬对促进灌木林的生长,提高灌木林生产力起着重要的作用。另外,平茬后灌木林的枝叶茂密,产量高,可缓解该区在畜牧业发展中冬、春季节饲草不足的现象,还可适当解决群众的燃料和肥料。

平茬后不同生长年限对灌木林生物量的影响,沙棘林随着平茬年限的增加生物量变化较大,平茬一年与四年相比提高 63.1%,其次为山桃提高 57.3%,柠条增加幅度与前二种相比较小,55.6%。从该区灌木林平茬后生物量的形成来看,适时平茬,确定周期是最重要的环节。通过试验分析该区灌木林的平茬周期可根据林种确定一般灌木薪炭林柠条 2~3 年,沙棘 2~3 年,山桃 3~4 年即可平茬一次。这样既促进了根系的生长,又有利于地上部分的形成和生长,也可获得较高的生物产量。

3.4 施肥对灌木林生长的影响

根据以上水平阶、鱼鳞坑、平茬的试验结果分析得出,该区灌木林在不同营林措施下,植株的生长及生物产量的形成均已不同程度的提高,提高幅度灌木种的不同处理差异显著。而施肥对灌木生长及生物量的构成影响见表 9。

施肥结果如表 9 所示,柠条、沙棘、山桃施 N+P 为宜,株高生长分别比对照提高 38.3%,24.6%,18.9%;生物量比对照提高 19.0%,16.0%,15.6%。纯施 P 稍低于 N+P 配合施,施 P 与对照相比株高分别提高 31.1%,17.0%,17.8%;生物量比对照提高 8%,11.5%,12.7%。纯

施 N 肥分别低于以上二种,但无论是高生长还是生物量增长,均有差异,而幅度较小。这可能于施肥后降水有关,因前二种施肥后第二天就开始降雨,连降三天,使肥均匀渗入土层中并在水分的携带下可入渗到根系最适利用层,而 N 施后一月之内未见降雨。说明肥在土壤中作用还未能充分发挥,时间长一些效果可能会明显。因此,还有待继续观察。施肥不但提高了地上部分的生长,而且也促进了根系的发展与形成。见表 10。

表 9 施肥对灌木林地上部分生长的影响 (cm·kg)

树种	处理	株高	地径	分枝	杆重	枝重	叶重	总重
柠条	1	80.5	0.74	15	270.9	180.2	150	601.1
	2	91.3	0.83	15	276.2	183.0	141.6	600.8
	3	102	1.11	17	310.0	204.0	170	684.0
沙棘	1	113.0	1.94	9	331.2	190.1	160.5	681.8
	2	126.5	2.10	8	340.2	198.6	164.0	702.8
	3	139.3	2.00	10	360.5	205.4	174.0	739.9
山桃	1	110.8	1.80	5	292.8	181.0	149.6	623.4
	2	119.7	1.83	5	316.2	175.1	156.0	647.3
	3	121.5	1.96	6	329.7	186.1	154.0	669.8

注:1.施 N,2.施 P,3.施 N+P。柠条 5 年生,沙棘 6 年生,山桃 6 年生。

表 10 施肥对灌木地下部分生长的影响 (m·g/株·kg)

树种	处理	主根深	侧根长	主根重	一级侧根重	二级侧根重	毛根重	总重
柠条	1	4.0	4.2	135.0	110.7	93.4	98.2	144.3
	2	4.2	4.2	138.5	119.2	96.9	98.0	149.4
	3	4.2	4.5	144.2	122.8	105.3	103.0	156.8
沙棘	1	4.1	3.5	149.3	99.2	82.3	99.2	141.9
	2	4.3	3.8	151.2	115.0	88.6	105.3	151.8
	3	4.4	4.4	163.3	119.5	91.4	115.2	161.5
山桃	1	3.5	4.4	145.0	130.0	88.4	93.7	150.8
	2	3.8	4.8	152.0	135.8	89.1	95.1	155.8
	3	4.0	5.1	155.9	140.7	93.4	105.0	163.4

注,施肥后第二年测定。

施肥后根系的变化结果如表 10 所示,根系的生长变化过程与地上部相比基本一致,N+P 配合施用比纯施 N、P 效果显著。主根的生长深度和侧根的分布长度与对照及不同处理相比差异较小。从地下生物量的变化看柠条、沙棘、山桃纯施 N 肥比对照提高 32.6%,14.2%,8.4%;纯施 P 肥比对照提高 34.9%,19.8%,11.4%;N+P 配合施比对照提高 38.0%,24.6%,15.5%。施肥促进了根的生长,提高了地下生物产量,而且发达的根系交织分布,具有保持水土,防止土壤侵蚀等作用。

但施肥对生物量影响的潜力如何取决于施肥量的高低,随着肥量的增加生物量不断提高,为了使肥料发挥最大的生产潜力,试验选择适宜的投肥量,可获得最佳的生物产量。从不同的施肥量取得的结果看,柠条林亩施 N+P 配合肥 15~20kg 为宜,再增加肥量生物产量也可增加,但增长幅度较小;沙棘、山桃 1hm² 施 300kg 为宜。

4 提供三料

该区由于气候干旱,植被稀少,水土流失严重造成三料(燃料、饲料、肥料)俱缺,为了解决这一问题,在营造灌木林时首先以薪炭林和饲料林为主,可作为黄土高原及该区解决农村能源俱缺的突破口及补饲冬、春季饲草的不足。

4.1 燃料

目前我国的广大农村以作物秸秆、杂草、树叶、蓄粪等作为燃料,特别是黄土高原的西部半干旱地区尤为突出。这可说明发展灌木林对解决黄土高原及该区生活用能具有重要的意义。我们在这区建立的灌木林基地对缓解该区燃料俱缺起着重要的作用,通过试验每年可提供一定数量

的燃料见表 11。

表 11 灌木树种能量产量

树 种	类 型	地上部生物量	燃烧值	能量产量
		(kg/hm ² ·a)	(J/kg)	(J/hm ² ·a)
柠 条	1	179.0×15	4638×4.1868	830202.0×4.1868
	2	203.3×15	4638×4.1868	942905.4×4.1868
	3	200.5×15	4638×4.1868	929919.0×4.1868
	4	601.1×15	4638×4.1868	2787901.8×4.1868
	5	600.8×15	4638×4.1868	2786510.4×4.1868
	6	684.0×15	4638×4.6818	3172392.0×4.1868
沙 棘	1	213.7×15	4681×4.1868	1000329.7×4.1868
	2	226.7×15	4681×4.1868	1061182.7×4.1868
	3	203.7×15	4681×4.1868	953519.7×4.1868
	4	681.8×15	4681×4.1868	3191505.8×4.1868
	5	702.8×15	4681×4.1868	3289806.8×4.1868
	6	739.9×15	4681×4.1868	3463471.9×4.1868
山 桃	1	178.4×15	4605×4.1868	821532.0×4.1868
	2	174.8×15	4605×4.1868	804954.0×4.1868
	3	203.5×15	4605×4.1868	937117.5×4.1868
	4	623.4×15	4605×4.1868	2870757.0×4.1868
	5	647.3×15	4605×4.1868	2980816.5×4.1868
	6	669.8×15	4605×4.1868	3084429.0×4.1868

注: 1. 水平沟整地 2. 鱼鳞坑整地 3. 平茬 4. 施 N 肥 5. 施 P 肥 6. 施 M+P 肥。

从表 11 可以看出,不同处理方法建立的灌木林,能量生产力差异显著,能量的生产潜力较大,能量生产力(水平沟整地、鱼鳞坑整地、平茬、施 N、施 P、施 N+P)与对照相比六种处理分别提高柠条 61.4%、83.3%、80.8%、442.0%、441.7%、516.8%;沙棘 106.2%、118.8%、96.6%、558.1%、578.4%、614.2%;山桃 89.4%、85.6%、116.0%、562.0%、587.2%、611.0%。从现有灌木林的生产力计算,能量产量 1hm² 柠条灌木林地可提供 19.38×10⁸;6.67hm² 沙棘灌木林地可提供 2.03×10⁸KJ/a;3.33hm² 山桃灌木林地可提供 9.08×10⁷KJ/a;其它灌木林可提供 1.99×10⁸KJ/a。对现有灌木林如采用整地、平茬、施肥处理,能量产量可成倍增加。

4.2 饲料

该区畜牧业生产是农业生产中不可缺少的一个重要组成部分。尤其在宁南半干旱黄土丘陵区,粮食产量低而不稳的状况下,畜牧业的发展显得更加重要。而如何解决饲草、料的来源,单靠放牧在干旱下是难以维持的,因此,除放牧外,还要结合作物秸秆和乔、灌木枝叶弥补冬、春季饲草的不足。该区灌木林每年可生产叶子见表 12。

表 12 灌木树种叶子年生产量 (kg)

处 理	柠 条	沙 棘	山 桃
水平沟整地	52.3	61.5	34.2
鱼鳞坑整地	61.3	68.2	38.2
平 茬	82.5	80.0	77.9
施 N	150.0	160.5	149.6
施 P	141.6	164.0	156.0
N+P	170.0	174.0	154.0

由表 12 可以看出,不同处理叶子的年生产量变化幅度较大,差异明显。但与对照相比成倍增加。就该区现有灌木林不采取任何处理叶子年生产量分别为柠条 2.5 万 kg;沙棘 0.24 万 kg;山桃 0.11 万 kg;其它 0.2 万 kg。如采用不同处理生产潜力较大,可为该区畜牧业的发展,提高三分之一的饲草,缓解饲草冬、春季节的不平衡。尤其是在大旱的 1993 年和 1995 年,大旱持续 100 天以上,该区的农作物夏田基本缺产秋田大幅度减产,周围社、队的畜牧业由于干旱缺草近 50%~70%因瘦乏死亡,但在该试区内建造的 60hm² 柠条灌木林,由于耐干旱、适应性强,生长较好,

成为该试区 1 000 余只羊只的长期放牧基地,挽救了该试区的畜牧业,并使畜牧业的发展数量不但没有下降,而且劣有回升。这充分说明了立体型半人工植被的作用。

5 结果与讨论

1、本试区地处黄土丘陵西部,常年干旱多风,植被稀疏,光照充足,土壤蒸发力强,地形多变降水流失严重。一般在灌木林地 0~5.0m 土层内的土壤储水量坡中部 220~247mm,坡下部 385~451mm。灌木水分利用率 $1.43\sim 1.82\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{mm}$,水分有效利用系数 0.6~0.77。

2、灌木年平均生长现状高生长柠条 12.5cm,沙棘 17.5cm,山桃 16.4cm,年平均亩生物量柠条 110.9kg,沙棘 103.6kg,山桃 94.2kg。生态经济效益较低。

3、通过整地、平茬、施肥营林措施后,土壤水分大幅度提高,促进了灌木地上部分的生长,提高了生物量,尤其是平茬、施肥效果十分显著,对 5 年生柠条、6 年生沙棘、山桃平茬生物量比对照年平均提高 44.7%,49.1%,53.7%,施肥比对照提高 19.0%,16.0%,15.6%。

4、灌木林地下部分的生长变化,施肥效果明显,但 N+P 配合施,比纯施 N 或 P 效果更加显著。柠条、沙棘、山桃施 N+P 生物量比对照提高 38.0%,24.6%,15.5%。

5、该试区灌木林生长的限制因素不是单一的,而是综合性因子,水分、肥力、立地条件、环境因子等。通过试验首先是水,其次是肥、立地条件等。在水分达到一定值时(含水量 15%以上)肥力跟不上,就成了主要限制因子。在灌木林生长中除满足以上水、肥等因子外,还需根据各树种的生物、生态学特征、合理布局林种和配置树种,为缓解该区“三料俱缺”和草畜平衡,充分发挥其生态经济效益。

参考文献

- 1 EW 腊塞尔,土壤条件与植物生长. 科学出版社,1979
- 2 郭培才,王佑民. 黄土高原沙棘林地土壤抗冲性及其指标的研究. 中国水土保持,1992,(4)
- 3 中国科学院黄土高原考察队. 黄土高原地区植物资源及合理利用. 中国科学出版社,1991