

黄土高原防护林在生态环境建设和防灾减灾中的作用

罗伟祥¹, 杨江峰²

(1 西北农林科技大学林学院, 陕西杨陵 712100; 2 西北农林科技大学资源环境学院)

摘 要: 简述了我国黄土高原的范围、地理位置、自然气候特征及防护林建设成就。根据研究资料, 论述了以防护林为主体的森林植被在水源涵养、水土保持、防风增产、改土培肥等诸多方面的功能, 阐明了防护林在黄土高原生态环境建设和防灾减灾中的作用。

关键词: 黄土高原; 防护林; 生态环境建设; 防灾减灾; 作用

中图分类号: S727. 2, X171. 4

文献标识码: B

文章编号: 1005-3409(2001)02-0119-05

The Role of Shelter-forest on Loess Plateau in Eco-environmental Construction and Disaster Prevention

LUO Wei-xiang¹, YANG Jiang-feng²

(1 Forestry College of Northwest Scientific and Technology University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, China;

2 Resources and Environment College of Northwest Scientific and Technology University of Agriculture and Forestry)

Abstract: The scope, geographic location, climatic features of Loess Plateau and its shelter-forest are introduced here. According to the data, the authors elaborate the function of shelter-forest on conserving soil and water, wind prevention, increasing yield, improving soil and the culture of fertilizer, and the role of shelter-forest on eco-environmental construction and disaster prevention.

Key words: Loess Plateau; shelter-forest; eco-environmental construction; disaster prevention; role

1 中国黄土高原概况

1.1 中国黄土高原的范围及地理位置

黄土高原位于中国中部偏北的黄河中游及海河上游地区, 其范围为秦岭山脉以北, 阴山以南, 太行山脉以西, 青藏高原东缘以东, 辖陕西、甘肃、山西、内蒙古(南部)、宁夏区(南部)、河南(西部)、青海(东部)7省(自治区)。其地理位置: 东经 $100^{\circ}34' \sim 114^{\circ}33'$, 北纬 $33^{\circ}43' \sim 41^{\circ}16'$ 之间, 包括毗邻地区在内, 总面积 $62.8 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占中国陆地总面积($960.271 \times 10^4 \text{ km}^2$)的 6.54% 。行政区划上涉及7省(自治区)41个地区(市、盟、州)287个县(旗、市、区)。

1.2 黄土高原的自然气候特点

中国黄土高原属季风气候区, 整个地区夏秋温

暖多雨, 而冬春寒冷干旱。年平均气温变化在 $3.6 \sim 14.3^{\circ}\text{C}$ 之间, 极端低温为 $-13.9 \sim -38.2^{\circ}\text{C}$; 10°C 的积温 $771 \sim 4800^{\circ}\text{C}$, 太阳总辐射能量在 $5.0 \times 10^9 \sim 6.0 \times 10^9 \text{ J/m}^2$ 之间; 年平均降雨量变化在 $184.8 \sim 750 \text{ mm}$ 之间, 大多数地区为 $300 \sim 600 \text{ mm}$, 7、8、9三个月降水之和约占全年降水总量的 60% , 而冬季降水占年降水量的 5% 左右, 温度和雨量呈现出由东南向西北递减的趋势; 全区由东南向西北可依次划分为森林(落叶阔叶林)植被、森林草原植被、典型草原植被、荒漠草原植被、草原化荒漠植被5个植被地带; 主要有褐土、塬土、黑垆土、黄绵土、栗钙土、灰钙土、灰褐土、风沙土、盐碱土等。

总体来说, 中国黄土高原热量资源丰富, 水热资源与植物生长同步, 但气候干旱, 植被稀少, 水土流

* 收稿日期: 2001-01-10

国家“七五”“八五”“九五”科技攻关专题研究部分内容。

作者简介: 罗伟祥, (1936-), 研究员, 主要从事森林培育、防护林等方面的教育和研究。

失严重,黄土丘陵沟壑土壤侵蚀模数达 $1 \sim 3.8 \text{ 万 t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

2 黄土高原防护林体系建设成就

1978 年三北防护林体系工程建设启动以来,黄土高原以防护林为主体的林业建设有长足的发展,取得了举世瞩目的成就。整个黄土高原累计造林面积达 $1\,000 \text{ 万 hm}^2$,保存面积 $250 \sim 300 \text{ 万 hm}^2$,保存面积率 $25\% \sim 30\%$ (含灌木林),局部地区达 80% ,1975~1985 年 10 年间,平均有林地每年增加 $1\% \sim 1.5\%$,相当于 $4 \sim 6 \text{ 万 hm}^2$ 。经过 20 多年的努力,整个黄土高原地区森林覆盖已由新中国建立初期的 2% 提高到 7.8% ,在已完成的水土流失治理面积中,造林种草面积约占 46% ,封山育林面积占 7% ,二者合计占水土流失治理面积的 53% 。山西防护林体系 20 年来共铺开 600 多 hm^2 以上工程 300 多处,截止 1998 年全省黄土高原防护林共完成造林 140 万 hm^2 ,四旁植树 6.6 亿株,林地面积已达到 176.67 万 hm^2 ,森林覆盖率由 1978 年的 8.3% 提高到 25% 。

陕西省 1978~1998 年 20 年间,营造防护林保存面积 259.6 万 hm^2 ,森林覆盖率由建国初期的 4% 和 1977 年的 16% 提高到 35.2% ,分别净增 31.2 和 19.2 个百分点。

陕西省延安市到 1997 年,全市共造林 76.9 万 hm^2 ,种草 37.2 万 hm^2 ,森林覆盖率由建国初期的 14.4% 提高到 42.9% ,以生物措施为主的各种水保措施增加蓄水能力 2.5 亿 t,拦蓄泥沙 9 000 万 t,流入黄河泥沙由 2.58 亿 t 减少至 2.2 亿 t,土壤侵蚀模数明显降低。

3 防护林在生态环境建设和防灾减灾中的作用

3.1 涵养水源功能

黄土高原以防护林为主体的森林植被是陆地生态系统的主体,本区残留的大面积天然森林和人工林,可以从空间、地面和地下立体涵养水源。森林植被通过树冠截留,枯枝落叶层吸收降水,防止雨滴打击、分散股流等作用,削弱径流侵蚀。黄土高原的森林类型,具有单位面积叶量大、小枝聚集成面稠密的树冠、枝叶细密等特点。因此树冠截留作用明显,综合该地区的研究资料表明,林冠截留率一般占大气降水量的 $15\% \sim 35\%$,其中针叶林截留率为 $15.6\% \sim 38.6\%$,阔叶林为 $15.0\% \sim 30.0\%$ 。还由于植被落叶层改善土壤物理性状和根系固结土壤的作用,

提高土壤的入渗能力和滞流能力。据研究,黄龙山森林中的植被落叶层(厚约 $3.0 \sim 9.0 \text{ cm}$),能吸收大量降水,辽东栎林、油松林、人工油松林、山杨林、白桦林每公顷落叶层按饱和含水量计,可分别吸收 137.07 m^3 (阳坡辽东栎林可吸收 111.96 m^3)、 $70.47 \sim 72.68 \text{ m}^3$ 、 86.66 m^3 、 90.45 m^3 、 95.27 m^3 。森林枯枝落叶层还具有调节水分的作用,即它所含的部分水分能逐渐蒸发到周围空气中,以利嗣后吸收降水,并以此调节周围的空气温湿度,一般在夏季要比无林地低 $8 \sim 10^\circ\text{C}$,所以在林内使人们感到舒适宜人。据赵国忠等观测,14 年生刺槐林树冠可截留降水 $28\% \sim 37\%$,每公顷植被落叶物可达 $4\,200 \sim 5\,625 \text{ kg}$ 。每 kg 按低吸水量 0.8 kg 计算,即可吸收 $3\,660 \sim 4\,500 \text{ kg}$ 水。

3.2 水土保持功能

水土流失是黄土高原主要灾害之一。森林植被能防止土壤侵蚀,提高表土的抗冲能力。当山杨枯枝落叶厚 0.5 cm 和 1.0 cm 时,溅蚀量分别减少 76.4% 和 97.5% ,油松枯枝落叶厚度为 1.0 cm 和 1.5 cm 时,溅蚀量分别减少 79.6% 和 94.0% ,当枯枝落叶厚 2 cm 时,则林下均无溅蚀发生。刺槐林地土壤有 1 cm 厚枯枝落叶覆盖时,冲失量较无枯枝落叶层覆盖减少 47.1% ,有 2 cm 和 3 cm 枯枝落叶层覆盖时,分别减少 83.3% 和 94.1% ,超过 3 cm 时则无冲失发生。

在黄土高原的流域治理中,如能按地形地貌的侵蚀特点,依据因害设防的原则,遵循水土流失规律,在地形的交结点上,强化植被建设,从开始产生径流的集水面上就布设生物措施。从上到下层层设防,道道拦蓄,以减少径流流速,防止地表径流汇集冲刷而形成沟壑,特别是在最易产生水土流失的破碎地段和侵蚀活跃的区间强化生物措施,这样会大大增强水土保持作用。

3.2.1 坡面防护林的水土保持功能 在坡面营造防护林,其防蚀效果如表 1。

表 1 坡面不同水保林类型防蚀效果

项 目	年平均径流量 $/(\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2})$	比率 $\%$	年平均侵蚀量 $/(t \cdot \text{km}^{-2})$	比率/ $\%$
牧荒坡(对照)	202.1	100.0	859.80	100
柠条成林	18.0	8.9	3.93	0.4
6~17 年生刺槐林	18.5	9.1	27.84	2.9
1~8 年生刺槐紫穗槐	61.7	30.5	534.79	55.7
2~6 年生沙棘、小叶杨	57.1	28.3	883.21	92.0

从表 1 可以看出,柠条成林,6~17 年生刺槐林较牧荒地可减少径流 90% 以上,减少冲刷 $99.6\% \sim 97.1\%$,林龄较小的 1~8 年生刺槐与紫穗槐混交林

和 2~ 6 年沙棘与小叶杨混交林也能减少径流 69. 5% ~ 71. 5%, 减少冲刷 8. 0% ~ 44. 3%。研究还表明, 当林地总覆盖度达 60% 以上时, 减少水土流失效益均在 90% 以上, 且较稳定。

3 2 2 坡耕地等高灌木林水土保持功能 在缓坡坡耕地上, 沿等高线, 隔 30~ 40 m 设置一条灌木带, 以截短坡长, 并逐步减缓坡面坡度, 其拦泥防淤效果十分明显(表 2)。

表 2 灌木带拦淤作用调查表

调查地点	灌木带情况							单位带长淤积量/ (t · km ⁻²)	淤积年限/a	年平均淤积厚度/m	年减少输沙量/ (t · km ⁻²)		
	造林时间	树种	树高/m	萌条数/个	株行距(m × m)	坡度	带间距/m					整地工程田面宽度/m	带间作物名称
清涧县赵家沟	1991 年	桑树	0.22	4	1 × 1.1	25 °	17	2.5	黄豆	0.03	1	12	2382
榆林市木瓜峁	1989 年秋	紫穗槐	0.6	14	1 × 1	17 °	17	2.0	糜子	0.066	3	14.7	1747
榆林市木瓜峁	1989 年秋	紫穗槐	0.6	13	1 × 1	20~ 22 °	20	2.0	沙打旺	0.039	3	8.1	878
吴旗县杨家湾	1989 年	桤柳	0.8	4	1 × 1.2	13 °	30	1.5	糜子、胡麻	0.14	4	23.3	1575
靖边县高渠	1990 年	紫穗槐	0.9	2	1 × 1	20 °	15	2.0	荞麦	0.055	3	9.2	1650

由表 2 可以看出, 等高灌木带, 年减少输沙量 878~ 2 382 t/km², 靖边水沙峁村种植沙柳灌木带 73 hm² 保护耕地, 每公顷产量由原来 300 kg 提高到 1 275 kg。每年轮流平茬 20 hm², 1 hm² 产薪柴 22 500 kg, 全年可提供薪柴 45 万 kg, 户均 2 600 kg, 同时利用嫩条编织, 年收入 5 万多元, 户均 310 元。

3 2 3 沟底防冲林的缓洪落淤功能 黄土高原沟谷中由于流水落差大, 对沟底冲刷严重, 加之洪流含有大量的泥沙和杂物。含沙量可达 1 000 kg/m³ 以上, 草皮、作物秆、枝杈等杂于其间, 常常堵塞涵洞闸孔。沟底防冲林, 具有过滤泥沙、减少洪水流速、缓洪落淤的作用见表 3。

表 3 沟底防冲林缓洪落淤调查(测量)

地 名	样地数	树种	平均胸径/cm	平均密度 /(株 · hm ⁻²)	比降	部位	淤积厚度/cm	淤积量 /(m ³ · hm ⁻²)	备注
方东沟	1	刺槐	13.0	1305	0.064	下游	68	6800	平均年淤积量
沿渠沟	2	刺槐	6.2	3750	0.042	中游	30	3000	
甘花沟	2	杨	15.0	1500	0.040	下游	30	3000	
枣坪沟	1	柳	12.0	2250	0.050	下游	20	2000	
枣坪沟	1	杞柳	-	32500	0.019	中游	20	2000	1987 年 8 月 11 日一次淤积量
枣坪沟	1	白蜡	-	75000	0.008	中游	40	4000	

由表 3 可知, 沟底防冲林乔木刺槐挂淤平均每株 0.3 m³, 每公顷平均 845.3 m³, 淤积厚度 0.20~ 0.68 m³, 灌木林内 1 次洪水即可淤厚 0.2~ 0.4 m, 相当于每公顷拦泥 2 000~ 4 000 m³。沟底防冲林水土保持作用明显, 与邻近无防冲林地段比较, 一般减少侵蚀量在 73.2% ~ 100.0% 之间。又据 1997 年在安塞高玉沟流域玉家河的调查, 胸径 > 4.5 cm 的柳树, 单株挂淤 17.5 kg。

3 2 4 流域内各种防护林综合防止水土流失功能

陕西省林业科学研究所 1987 年开始在永寿霍村沟流域, 根据不同地形地貌营造梁峁防护林、沟坡防护林、沟边防护林、沟头防护林、沟底防冲林、沟坡台地经济林、塬面农田防护林, 至 1995 全流域森林覆盖率达到 43.1%, 经测定水土流失基本得到控制, 土壤侵蚀模数减少 74%。

国外对森林的各种功能十分重视。日本林野厅高度评价森林的公益功能, 目前对森林的公益性功能进行的评估表明, 日本森林发挥的经济效益可达约 75 亿万日元之巨, 这相当于 1998 年度日本的国

民预算总额。森林的公益性功能是指它“为国民带来广泛利益的功能”, 如涵养水源, 防止水土流失, 防止山石塌方, 保健疗养, 保护野生动物, 保护大气环境免受污染等。其中, 防止水土流失功能发挥的经济效益最大, 森林每年可防止水土流失 51.61 亿 m³, 可折算经济效益大约为 28 万亿日元, 即占总经济效益的 33.8% (张可喜, 科技日报 2000-09-11)。

3 3 防风增产功能

根据国内外大量观测研究, 风害是农业生产的主要障碍因子, 特别是黄土高原一些地区。

“干热风”(气温 30, 相对湿度 30%, 风速 3 m/s), 对农业生产的影响更为严重。我国遭受“干热风”危害的小麦面积达 0.13 亿 hm² 左右, 一般减产 2~ 3 成, 重者达 5 成以上, 而农田防护林可以使风速降低 4.8% ~ 70.0% (表 4), 由于风速的降低, 引起防护林带(网、片)附近的小气候发生一系列有利于作物生长的变化, 蒸发量一般降低 20% ~ 30%, 空气相对湿度增加 1.1% ~ 55%, 生长期延长 10~ 15 d, 从而促进了农作物产量的提高(幅度为

5. 5%~264%)见表5。

据在靖边柳桂湾护田林网的调查,在主林带迎风面相当林带高度5倍距离的地段,风速比空旷区降低19.9%,背风面相当于林带高度3~25倍的范围内风速降低70.1%~21.3%,粮食单产比空旷地区提高25.3%。又据渭南地区泡桐研究所的观测表明,由2行10年生大关杨和2行4年生泡桐组成的林网(面积10~10.6 hm²)保护下,小麦生育期,风速林网内较林网外降低21.18%,温度降低1.83℃,

蒸发降低42.49%,土壤含水量增加6.74%,有效地防止了干热风对小麦的危害,小麦叶片含水量提高26.6%,叶绿素增加12.89%,增强了光合作用强度,有利于小麦灌浆,使林网内小麦灌浆速度比对照区提高5.56%,小麦产量提高了28.8%。大量研究表明,防护林(网)在干旱、半干旱、半湿润地区,使作物产量增加10%~30%。

3.4 改土培肥功能

黄土高原由于水土流失严重,据陕西资料,山原

表4 防护林降低风速观测

地点	防护林类型	降低风速/%	增加空气相对湿度/%	观测时间	备注
山西夏县	5~6行通风结构林网	43.3~46.1	13~15	1976	风速4.2~5.6 m/s
陕西蒲城	2~4行道树组成的防护林	30	-	1976	-
陕西淳化	疏透结构杨树林带	25.7~48.33	11.7	1986	-
陕西合阳	疏透结构泡桐林带	25	1.1~50	1986	-
陕西靖边	杨、柳护田林网	21.3~70.1	-	1977	背风面3~25倍树高范围
陕西渭南	2行泡桐2行杨树组成林带	21.18	6.74(土壤含水率)	1981	林网高9.4 m
陕西榆林	7~14 m宽杨柳组成的稀、疏透林带	18.2~30.9	-	1984	-
辽宁章古台	疏透结构的杨柳林带	17.7~36.5	1.0~4.0	1965	30倍林带高处
山东泰安	宽14 m杨树侧柏林带	30~70	22~55	1972	20倍林带高处
新疆吐鲁番	杨柳组成的网格林带	32.3~52.5	-	1973	25倍林带高处
河北张北二台背	9行宽12 m杨树防护林带	31.0~51.0	14.7 m(降低地面蒸发量)	1972	林带背风面200 m
黑龙江肇州比发乡	2~19行杨榆防护林网	13.8~25.3	-	1974	林带25倍树高处
河北沽源林源乡	农田防护林网	4.8~16.0	3.8~18.9	1974	林带高5~6 m
河南省修武县小文案村	农田林网	40.0~50.0	8	1975	20倍林带树高处
辽宁法库县	5行杨树组成农田防护林带	24.0~36.0	5~10	1979	-
河北深县后屯村	6~8行旱柳组成的防护林网	37.5~52.5	14	1979	南北风-东南风
前苏联萨拉托夫州	宽12~18 m的透风和稀疏结构的农田防护林带	40	2.5	1954	-
美国柯罗拉多州	3~5行柳树松树组成防风林	33~50	-	-	林带高10~20倍

表5 防护林增产效应

地 点	防护林类型	作物种类	增产数/%	测定年代		
陕西渭南关底村	4 行 5 年生树木林带	2 行 10 年生杨树	4 行 4 年生泡桐副林带	小麦	28 0	1982
陕西靖边柳贵湾	杨柳护田林网			小麦	25 3	1978
辽宁阜新章古台	疏透结构杨柳林带			玉米	21. 0~ 51. 3	1973
辽宁阜新章古台	疏透结构杨柳林带			谷子	27. 6	1973
辽宁阜新章古台	疏透结构杨柳林带			高粱	21. 0	1973
山东泰安茅茨村	侧柏、紫穗槐组成的林带			小麦	159~ 264	1974
黑龙江肇州	杨树高 15 m 左右的林带			小麦	4 2~ 32 9	1974
河北尖源黄蒿潮	杨树农田林网			黍子	55. 0	1973
河南修武小文案村	农田林网			小麦	37. 0	1975
山西夏县苗村	农田林网			小麦	22 2	1978
山西河津县小停	农田林网			小麦	31. 6	1978
山西闻喜县东鲁	农田林网			小麦	25 2	1978
河北深县大屯乡	6~ 8 行柳树组成防护林网			小麦	5 5	1979
安徽砀山泡桐试验站	泡桐林网			小麦	7. 0~ 12 3	1989
前苏联戈里巴洛斯基	农田防护林			冬小麦	12 0	1985
前苏联戈里巴洛斯基	农田防护林			春小麦	11. 0	1985
前苏联戈里巴洛斯基	农田防护林			黑麦	16 0	1985
前苏联戈里巴洛斯基	农田防护林			大麦	12 0	1985
前苏联戈里巴洛斯基	农田防护林			玉米	17. 0	1985
原捷克	农田防护林带			冬季作物	18~ 22	1959
土耳其巴拉国营农场	农田防护林带			农作物	24 4	-
南斯拉夫沃日狄地区	农田防护林带			农作物	10~ 20	-
加拿大	农田防护林带			农作物	24~ 43	1950~ 1954
埃及河谷三角洲	农田防护林			棉花	35 6	-
埃及河谷三角洲	农田防护林			小麦	38 0	-
埃及河谷三角洲	农田防护林			玉米	47. 0	-
埃及尼罗河	农田防护林			水稻	10 0	-
美国内布拉斯加	农田防护林			冬小麦	15 0	1990
美国内布拉斯加	农田防护林			蕃茄	16 0	1990
美国内布拉斯加	农田防护林			大豆	12 5	1990
美国内布拉斯加	农田防护林			草莓	30 0	1990

丘陵农田每年流失土壤厚度 0 5~ 2 0 cm, 严重的达 5~ 7 cm。若以 1 cm 厚度计算, 每平方公里流失量为 1. 2 万 t, 每吨土壤中含氮 0 8~ 1. 5 kg、磷 1. 5 kg、钾 20 kg, 这样全省山原耕地每年就白白流失氮、磷、钾 845~ 872 万 t。若让年产 10 万 t 的化肥厂生产, 至少就得 80 多年。由于养分的大量流失, 致使黄土丘陵沟壑地区, 土壤肥力日益降低, 土壤有机质含量在 0 4% 左右, 而防护林的营造使森林植被得以恢复与增加, 改土培肥的效力不断提高见表 6。

表 6 防护林对土壤养分和物理性质的影响

类型	土层深度 /cm	有机质 / (g · kg ⁻¹)	速效氮 / (mg · kg ⁻¹)	速效钾 / (mg · kg ⁻¹)	pH	容重 / (g · cm ⁻³)	坚实度 / (kg · cm ⁻²)
刺槐林	0~ 20	11. 8	46. 9	199. 2	8. 09	1. 21	2. 09
	20~ 40	8. 8	28. 7	88. 4	8. 03	1. 28	56. 90
侧柏林	0~ 20	11. 3	28. 7	142. 8	8. 05	1. 16	1. 07
	20~ 40	8. 5	14. 2	84. 5	7. 97	1. 25	32. 70
对照耕地	0~ 20	8. 5	12. 5	131. 6	8. 18	1. 26	1. 07
	20~ 40	7. 6	10. 6	95. 9	8. 20	1. 22	8. 78

引自常庆端等资料。

由表 6 可知, 0~ 40 cm 土层, 乔木林地与农耕地相比每公顷增加有机质 11 686 kg, 速效氮 126 8 kg, 速效钾 136 8 kg, 灌丛草地每公顷增加有机质 8 914 kg, 速效氮 24 8 kg, 速效钾 22 3 kg, pH 和容重则表现为林、草地小于农耕地, 其中 pH 降低 0 17~ 0 4, 表层容重降低 0 05~ 0 18 g/cm³。土壤坚实度林、草地较农耕地有很大提高, 20~ 40 cm 土层分别增加 37. 45 kg/cm² 和 25. 14 kg/cm², 增幅达 2~ 5 倍。由此说明, 植树种草增加地面覆盖可明显改善土壤的养分状况和肥力条件, 增加营养元素的有效

性和土壤的抗冲、抗蚀性, 提高土地的生产能力, 并且这种培肥改良效果, 造林(林地)明显强于种草(草地)。

表 7 造林后乔、灌木根际土壤微生物数量

人工林类型	深度 /cm	细菌		放线菌		真菌	
		数量 10 ³	Δp %	数量 10 ⁴	Δp %	数量 10 ²	Δp %
乔木	0~ 20	75. 2	23. 4	16. 2	43. 4	122. 4	37. 5
	20~ 40	21. 9	119	12. 2	93. 7	45. 6	30. 3
	平均	48. 6	71. 2	14. 2	61. 4	84	35. 5
灌木	0~ 20	345	465. 6	39. 8	252. 2	157. 0	76. 4
	20~ 40	100	900	10. 1	60. 3	82. 5	145. 7
	平均	222. 5	682. 8	25. 0	184. 1	119. 8	93. 2
对照(裸地)	0~ 20	61	-	11. 3	-	69	-
	20~ 40	10	-	6. 3	-	35	-
	平均	35. 5	-	8. 8	-	62	-

引自薛泉宏等资料。

注: 乔木指油松、侧柏及刺槐、灌木指沙棘与柠条, 表中数值为乔、灌木的平均值; Δp % = (林地土壤微生物数- 对照(裸地)土壤微生物数/对照(裸地)土壤微生物数 × 100%

另一方面, 在黄土丘陵沟壑区营造防护林后, 林木根区土壤微生物微生态系统与相同环境条件下的无林裸地相比, 微生物的数量和类群发生了显著的变化, 见表 7。

由表 7 可知, 灌木林 0~ 20 cm 与 20~ 40 cm 土层的细菌、放线菌和真菌数量较裸地分别提高了 465 6%、252 2% 和 76 4% 及 900%、60 3% 和 35 7%, 乔木林 0~ 20 cm 与 20~ 40 cm 土层的细菌、放线菌和真菌数量分别提高了 23 4%、43 4% 和 37. 5% 及 119 0%、93 7% 和 30 3%, 灌木的增加幅度大于乔木。

参考文献:

[1] 邹年根, 罗伟祥 黄土高原造林学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1997.
[2] 王佑民, 刘秉正 黄土高原防护林生态特征[M]. 北京: 中国林业出版社, 1994 11~ 21.
[3] 吴钦孝, 杨文治 黄土高原植被建设与持续发展[M]. 北京: 科学出版社, 1998 70~ 117.
[4] 邹厚远, 程积民 陕北黄龙山植被保水作用的研究[J]. 林业科学, 1982, 18(1): 21~ 22.
[5] 罗伟祥 黄土高原渭北生态经济型防护林体系建设模式研究[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995.
[6] 渭南县泡桐科学研究所 农田林网对小麦防护效益的初步观测[J]. 陕西林业科技, 1982(4): 63~ 65.
[7] 陕西省水土保持局水保处 实行综合治理加快水土保持防护林建设步伐[J]. 陕西林业科技, 1982(1): 68~ 71.
[8] 王佑民 农田防护林科技现状和发展趋势[J]. 陕西林业科技, 1987(1): 82~ 83.
[9] 赵国忠, 傅经申 刺槐水土保持林效益的研究[J]. 林业科技通讯, 1974(8): 14~ 15.
[10] 侯喜禄, 曹清玉, 等 陕西黄土区不同森林类型水土保持效益研究[J]. 西北林学院学报, 1994, 9(2): 20~ 24.
[11] 王正秋 加快坡耕地治理的技术措施——等高灌木带[J]. 中国水土保持, 1989(8): 31~ 33.