

黄土高原沙棘建造植被的生态功能及效益试验研究

李代琼¹, 梁一民¹, 侯喜禄¹, 黄 瑾¹, 姜 峻¹, 阮成江², 郝登跃³, 齐举一³

(1. 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100; 2 江苏盐城工学院海洋系, 江苏 盐城 224003;
3. 吴旗县林业局, 陕西 吴旗 717600)

摘要: 1975~ 2003 年, 在黄土高原半干旱区开展的沙棘种群与环境关系的研究, 探索利用沙棘建造植被, 改善生态环境条件, 以及发展经济的重要意义。沙棘具适应黄土高原生态环境的生理生态和形态解剖学特性。沙棘耗水较经济, 水分利用效率较高, 其水分利用效率为 $1.21 \sim 1.53 \text{ g} \cdot (\text{m}^{-2} \cdot \text{mm}^{-1})$, 是荒山植被的 3.1~ 5.8 倍。在干旱季节沙棘叶水势降低, 有较高的束缚水含量, 较大的束缚水与自由水比值, 较高的组织含水量, 临界饱和和亏增大, 持水力增强, 蒸腾减少。这些水分生理生态学特性是沙棘在半干旱生态条件下, 通过自身调节体内水分平衡, 使之适应性强, 分布广。沙棘林改善黄土高原生态环境功能明显。通过其茂密的林冠层、林下草被层、枯枝落叶层和发达的根系层形成良好的水分生态环境和森林生态结构, 对林下小气候、土壤水分、养分及生物多样性有良好影响, 其生态、经济效益明显。沙棘是植被建造的先锋树种和伴生树种, 沙棘林形成的灌木、草本群落, 其水土保持, 防风固沙效益明显。沙棘林综合开发利用价值大。在黄土高原大面积人工种植和飞播造林, 为黄土高原迅速建造植被, 改善生态环境条件和水土流失区群众脱贫致富开辟了一条新路。

关键词: 沙棘; 黄土高原; 建造植被; 功能与效益

中图分类号: S793.6.02 文献标识码: A 文章编号: 1003-8809(2003)03-0016-06

西北黄土高原水土流失面积为 45.4 万 km^2 , 占该地区总面积的 70.9%。特别是黄土高原半干旱区, 沟壑密布, 水土流失严重, 水土流失面积为 34 万 km^2 , 占黄土高原水土流失总面积的四分之三。该地区生态环境特别脆弱, 植被稀少、灾害频繁, 农业产量低而不稳, 是我国贫困区之一。怎样迅速治理黄土高原? 怎样尽快使当地群众脱贫致富? 这是当务之急需要解决的大问题。前水电部部长钱正英关于“以开发沙棘资源作为加速黄土高治理的一个突破口”的建议, 对治理黄土高原有战略意义。近几年国家领导把黄土高原植被建设提到非常重要的位置, 给予高度重视。黄土高原沙棘 (*Hippophae rhamnoides*) 造林多年的实践证明, 沙棘是作为黄土高原植被建造的优选先锋树种和伴生树种。我们中国科学院水利部水土保持研究所自 1975 年以来, 在陕西吴旗、安塞、宜川县和宁夏固原、彭阳等县, 在飞机播种和人工种植沙棘试验的基础上, 开展了沙棘种群与环境关系的研究, 以进一步探索利用沙棘改善环境条件, 建立新的生态平衡的规律。研究表明, 迅速

在黄土高原大面积建造高产优质沙棘林, 并使之真正起到综合开发利用, 整治国土的示范作用, 这为加速黄土高原的植被建造和水土流失区群众的脱贫致富开辟了一条新路。

1 黄土高原的生态环境特点

黄土高原位于我国西北黄河上中游地区, 地处北纬 $34^\circ \sim 41^\circ$, 东经 $100^\circ \sim 114^\circ$, 雨量季节变率大, 多集中在 6~ 9 月, 占全年降水量的 60%~ 70%, 且多暴雨, 常引起山洪暴发, 致使水土大量流失, 生态环境日趋恶化, 年平均降水量为 250~ 600 mm (半干旱区为 300~ 500 mm), 蒸发量为降水量的 2~ 4 倍。全年太阳总辐射量为 523~ 586 kJ/cm^2 , 日光充足, 日照时数 2 000~ 3 100 h。年平均气温为 $7^\circ\text{C} \sim 16^\circ\text{C}$, 水热基本同期。无霜期 120~ 180 d, 冬春季节多大风, 冬干春旱较严重。

黄土高原天然植被残留较少, 分布零散。在历史上, 我国西北黄土高原曾是林草丰茂、沃野千里。由于历代年复一年的滥垦、滥伐, 天然植被遭巨大破坏、水土流失、风蚀日趋严重, 生态平衡失调, 昔日沃野成了贫瘠不毛之地。据有关部门统计, 黄土高原每年侵蚀土壤总量为 47 亿 t, 年输入黄河的泥沙达 16 亿 t 之多, 造成下游河床高出地面 3~ 8 m, 最高处

作者简介: 李代琼 (1940-), 女, 汉族, 四川广安人, 硕士生导师, 主要从事林草生态研究工作。

收稿日期: 2003-06-16

竟达 12 m, 成为地上悬河, 严重威胁着黄河两岸的工农业生产和人民生命财产安全。为改变黄土高原的面貌, 多年来做了大量工作, 但难度仍较大。黄土高原是沙棘的主要分布区。全国沙棘多集中分布于黄土高原中部的晋、陕、甘三省的半干旱区。该地区土地资源丰富, 类型多, 有比较充足的光热资源, 适宜沙棘生长。发展沙棘不仅可有效地利用土地资源, 而且还可以把生物措施的水土保持效益和经济效益有机地结合起来, 这对改善生态环境和发挥土地的最大生产潜力有重要意义。

2 沙棘是适应黄土高原生态环境的优良树种

沙棘产于欧、亚两洲温带地区, 为广生态幅植物。中国是世界沙棘主产国, 拥有 133 万 hm^2 沙棘林。沙棘在黄土高原落叶阔叶区, 森林草原和灌丛草原区的林间空地和林缘、河道、山坡、常有成片的单优群落或混生于其它灌乔林中。沙棘在黄土高原荒山、荒沟大面积飞播和人工造林效果良好。中国科学院水利部水土保持研究所沙棘试验组与吴旗县林业局及有关单位协作, 1975 年开始在陕西吴旗县进行人工撒播试验, 从 21 种树、草种对比试验中, 选择出效果较好的沙打旺、沙棘、柠条、白榆等 10 余种树、草种, 于 1977 年~1982 年进行飞机播种试验。在飞播后第三年调查, 沙棘成苗面积率低于沙打旺、柠条, 但经 10 余年后看出, 基保存株数和成苗面积率在逐年增加, 各飞播区有大面积沙棘林保存。多年生牧草沙打旺生长 8~9 年后便趋于衰败, 柠条长势和成林面积亦较沙棘差。通过飞播后 20 余年效果观测看出, 沙棘林在经营管理好的地区尚有保存, 过牧和管理较差地区趋于衰败。柠条林有较好保存。在吴旗飞播沙棘试验成功的基础上, 通过和林业、水利、水保部门进一步推广该项试验成果, 现吴旗县营造沙棘林达 4.7 万 hm^2 , 生态、经济效益明显。中国科学院水利部水土保持研究所在宁夏固原、彭阳县半干旱黄土区进行的沙棘 (*Hippophae rhamnoides*)、刺槐 (*Robinia Pseudoacacia*)、柠条 (*Caragana microphylla*)、山桃 (*Prunus davidiana*)、二色胡枝子 (*Lespedeza bicolor*) 等 10 余种乔、灌木荒山造林对比试验, 经种植后 10 年效果观测, 以沙棘适应性较强, 较其它乔、灌木成林效果较好。近 10 余年在陕西安塞县黄土丘陵区荒山营造灌木林, 亦以沙棘成林效果为优。自 1992 年以来, 笔者通过参加水利部全国沙棘办, 黄委会沙棘办及中国水土保持学会沙棘专

业委员会组织的内蒙古自治区伊克昭盟“利用沙棘治理砒砂岩”项目考察看出, 砒砂岩地区大面积种植沙棘效果良好。该地区过去曾以油松、杨、榆、山杏、柠条等进行生物治理, 但效果均不甚理想。而以沙棘为主的树、草种治理砒砂岩地区后, 与未治理荒山秃岭形成了鲜明的对比。这不可治理区的砒砂岩水土流失区的治理工作出现突破, 为黄河中游粗砂产区的治理探索出了一条有效途径。从这些绿色的希望中看出, 沙棘在黄土高原种植效果良好, 这与其本身具有适应黄土高原生态环境的特性有关。

2.1 种苗特性

沙棘发芽、出苗较快, 在水热条件适宜时, 一般 2~3 d 种子开始吸胀, 4~5 d 开始发芽, 7~12 d 出苗。在适宜的水热条件下, 最适土壤含水量为 15%~20%。飞播沙棘后降雨 50~60 mm, 基本连阴 6~8 d 以上, 即可发芽、出苗。干旱、日灼对萌发的种子及幼苗危害较大。沙棘育苗阶段需作好水、肥等经营管理工作。

2.2 沙棘种群数量调节及其群落特性

植物在适宜的环境中, 为完成其生活周期需要一定数量的资源(能量和营养物质), 因而环境容纳植物的数量是有限的。种群的数量调节实质上是植物适应环境资源分配的机制, 是植物生态适应的一种形式, 对群落的形成及其相对稳定性都有重要作用。沙棘由于生长迅速, 竞争力强, 在黄土高原半干旱区荒山、荒沟种植, 第 3~4 年后即可形成茂密的群落, 并能充分利用生境中的光、热、水、土和营养物质等自然资源, 创造较高额优质的产品。在吴旗 13 个生育期对沙棘的数量性状试验结果表明, 在陕西吴旗县王洼子乡飞播的沙棘林, 第 3 年迅速生长, 地上净初级生产量为 269 g/m^2 。第 3~4 年开始根蘖繁殖, 第 4~5 年, 密度大的(0.5 株/ m^2 以上) 即可郁闭成林, 稀疏的则形成团状灌丛。8 年生沙棘林, 随着对水、肥、光的竞争加剧, 通过自然稀疏, 种群密度逐渐减小, 净初级生产量达第一峰值, 为 600 g/m^2 , 林内杂草增至 125 g/m^2 , 形成林茂草丰, 覆盖度达 80% 以上的灌木、草本群落。13 年生的沙棘林, 净初级生产量为 645 g/m^2 。经营管理好的 16 年生沙棘林净初级生产量增至 681 g/m^2 , 林内杂草生物量达峰值为 248 g/m^2 。沙棘种群数量的增长, 各数量性状的分配均有一定的规律性, 这是沙棘适应生境以维持较合理的群落结构和较高初级生产量的自我调节功能的具体体现。测定 3~8 年生沙棘, 平均地上净初级生产量为 459 $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$, 是荒山植被的 5.6

倍。从茎、叶、果生物量的比例看,果实所占比重较小,所以选育优良品种,提高果实产量是有待进一步研究解决的重要问题。

2.3 需水特性

2.3.1 水分利用效率 在半干旱黄土区,水分是影响植物分布和生产力的主要生态因子。蒸腾是植物水分代谢的反映。植物体内水分和营养物质的流动,就是借助于蒸腾作用,不断进行水分代谢与循环,完成生长发育和繁衍过程。测定吴旗飞播区 4~6 龄沙棘,在生长季中平均蒸腾强度为 0.377~0.628 g/(g·h) (即 1 g 鲜叶在 1 h 内蒸腾的水量),宁夏固原 5~6 龄人工沙棘林平均蒸腾强度为 0.394~0.911 g/(g·h)。沙棘蒸腾强度具日变化和季节变化。从沙棘蒸腾的特点看,日进程和月进程为单峰或双峰曲线,蒸腾强度一般较平稳,但蒸腾强度的年变幅一般较大。可以看出沙棘对干旱环境有一定的适应力。

灌木的水分生产力是研究其产量与水分的定量关系,一般可用水分利用效率来表示。灌木林水分利用效率(WUE)为单位面积的灌木,消耗单位水量生产干物质的量。测定吴旗、固原、安塞沙棘林总耗水量与蒸腾耗水量的年际变化看出,吴旗飞播沙棘林,在 1981~1989 年的 9 年平均总耗水量(指蒸腾耗水量、蒸发量与径流量等水分支出的总和)为 362 mm,其中年平均蒸腾耗水量为 262 mm,占总耗水量的 72.4%,而对照荒山植被 9 年平均年总耗水量为 366 mm,其中蒸腾耗水量仅为 13.9%。沙棘林蒸腾耗水量为荒山植被的 5.1 倍,说明沙棘林生产性耗水比荒山植被高得多。从耗水系数与蒸腾系数看,吴旗、固原、安塞三地区沙棘林生产 1 g 地上干物质总耗水分别为 755, 711, 829 g,其中蒸腾耗水为 511, 597, 645 g,而荒山植被生产 1 g 地上干物质蒸腾耗水分别为 644, 709, 343 g,总耗水量却达 4 500, 4 250, 2 540 g。吴旗、固原、安塞沙棘林的水分利用效率分别为 1.39, 1.53, 1.21 g·(m⁻²·mm⁻¹),是荒山植被的 5.8, 6.4, 3.1 倍。上述分析表明:沙棘耗水较经济、水分利用效率较高。测定宁夏固原沙棘水分利用效率较山桃、柠条、二色胡枝子高。

2.3.2 水分生理生态学与形态解剖学特性

从安塞、吴旗沙棘试验测定看出,沙棘适应于半干旱黄土丘陵区生境的水分生理生态学特性是:在旱季沙棘叶水势降低,有较高的束缚水含量,较大的束缚水与自由水比值,较高的组织含水量,临界饱和亏增

大,持水力增强,蒸腾减弱等,这些生理生态学特性是沙棘在半干旱生境条件下,通过自身调节体内水分平衡,使之适性强,分布广。

(1) 叶水势:在半干旱黄土丘陵区生长的植物,要维持正常的生理过程,必需具有较低的叶水势,以便从土壤中吸收足够的水分。从沙棘叶水势的季节变化规律看出,从生长初期到生长旺季,随着光照增强,气温升高,沙棘生长进入速生期,蒸腾耗水增多,体内水分产生亏缺,叶水势降低。至 8 月上旬叶水势达最低值为 -1.678 MPa;此至随光照减弱,气温降低,沙棘生长缓慢并趋于停止,叶水势回升。沙棘叶水势季节变化均值为 -1.171 MPa,最低值为 -1.678 MPa。测定沙棘水势较柠条、山桃低。

(2) 自由水和束缚水:自由水是植物体内可以移动的水分,维持植物体内营养物质的运输。自由水高时代谢较强,生长较快;束缚水是植物体内被细胞胶粒所吸附不易移动的水分,所以植物体内束缚水含量增多时,抗旱性较强;束缚水含量与自由水含量的比值是判断植物抗旱性的重要指标,其比值越大抗旱性越强。测定沙棘自由水含量季节变幅为 28.51%~59.14%,较高值出现在 6~8 月,最低值出现在 9 月;束缚水含量季节变幅为 10.85%~32.30%,较高值出现在 5、9 月,最大值出现在 10 月;束缚水与自由水比值季节变幅为 0.18~1.03,最大值出现在 10 月,最小值出现在 6 月。以上变化说明在土壤较干旱时(10 月土壤含水量达最低值 6.45%),沙棘束缚水量增加,束缚水与自由水比值增大,其抗旱能力即增强。

(3) 含水量和饱和亏:沙棘叶、小枝、茎的含水量分别在 65.4%~70.24%, 45.12%~58.43%, 41.2%~56.79% 之间,其含水量季节变化不明显,沙棘体内水分较稳定,变幅小,这一特点是沙棘能在半干旱黄土丘陵区生境下生存和较好生长的原因之一。

水分饱和亏是植物组织的实际含水量距离其饱和含水量的差值,以相对于饱和含水量的百分数表示的数值。由于植物的组织含水量可根据生理意义区分为自然含水量和临界含水量(即水分减少到将近发生伤害时的含水量)两个数值,据前者计算出的饱和亏称为自然饱和度,后者称为临界饱和亏。自然饱和亏和临界饱和亏之比可表示植物的需水程度,综合反映出缺水情况。通过测定看出沙棘的自然饱和度亏 8.43%~19.31% 之间,水分亏缺不太严重,在生长旺季水分亏缺相对较严重的是 5 月底到

6月初,是因为土壤水分滞后于降水的关系而较干旱,体内水分亏缺严重,因此在沙棘年生长各阶段可根据其需水程度,加强对沙棘的经营管理,以提高其水分生产力。

(4)沙棘的持水力:持水力反映了植物在干旱情况下对水分的保持能力,可依据其大小判断植物的抗旱性。测定沙棘叶经12, 24, 36 h后失去本身的含水量分别为13.6%~25.8%, 24.3%~43.9%, 37.9%~63.6%,比同期测定的沙打旺多,但比柠条少。沙棘叶达恒重需时为4~10 d,比同期测定的沙打旺叶短(7~11 d),但比柠条叶长(3~6 d),证明沙棘的耐旱能力比柠条强,但比沙打旺弱。

(5)沙棘的形态解剖学特性:沙棘叶具发达的表皮毛、较厚的角质层和发达的栅栏组织细胞,对大气干旱有强的适应性。沙棘根的周皮薄壁组织发达,细胞和细胞间隙较大,持水力强。测定沙棘根、茎、叶含水量分别为:65%~80%, 35%~50%和60%~78%,可以看出沙棘根系持水量较大,它要求一定的水分生态条件,但又具较强的适应性,使沙棘耐旱、抗寒、耐水湿。

2.4 生长发育特性

沙棘一般每667 m²密度150~300株时,4~5年后可郁闭成林。每年新枝生长20~60 cm,平茬后第一年新枝生长1 m左右。吴旗、安塞、固原等地中国沙棘花期为4月,果熟期为8~9月。每667 m²结实20~100 kg,产籽5~20 kg。

2.5 根系特性

沙棘具发达的水平和垂直根系。水平根幅为2~4 m,最大达6~10 m。其主、侧根主要分布近地表10~60 cm土层内;垂直根系长3~5 m,各级侧根主要分布在40~200 cm土层中,在侧根上生有大量的根瘤和根蘖芽。沙棘活性根在地表1 m土层及根系向下延伸新达吸水层分布较多,这样增加了沙棘根的生命力。据李勇测定,沙棘根系对土壤抗冲性有极明显的增强作用,当8~12龄沙棘林的有效根密度为60个/100cm²以上时,对于坡度 $\leq 20^\circ$ 条件下的任何暴雨强度的径流冲刷均有明显的抑制作用,根系提高土壤抗冲的强化值平均大于1.65 s/g,根系土壤相对于无根系土壤的冲刷量减少值为55%~88%;当有效根密度大于或等于118个/100cm²时,根系对任何坡度下的任何暴雨强度的径流冲刷都具有显著的抑制作用,土壤抗冲性的强化值平均大于2.34 s/g,根系土壤冲刷量减少值为57%~88%。根

系固土的有效深度在坡度为15°, 20°, 30°时分别为40, 30和20 cm。

沙棘根蘖性和侧枝萌芽力均强,一般3年生以上的沙棘,每年根可向周围扩展1~2 cm,根蘖苗可达20株以上,沙棘在黄土高原荒沟、荒坡种植,只需有少量成苗即可发展成大片的沙棘林。沙棘生长6~10年平茬后,可从茬桩处发出大量萌条,同时从侧根萌蘖出大量子株。沙棘及时平茬,可以复壮。这样可一次种植,长期利用。

3 黄土高原沙棘改善环境的生态功能

沙棘由于生长迅速、竞争力强,在黄土高原半干旱区荒山、荒沟种植,能充分利用生境中的自然资源,制造产品。与此同时,沙棘群落也改变着生态环境。

3.1 沙棘林对小气候的调节作用

沙棘通过其茂密的林冠层、林下草被层、枯枝落叶层和发达的根系层,形成了良好的水分生态环境和森林生态结构,沙棘林冠可截留降水,并进行水分再分配。通过蒸腾作用改变了林内水热状况,进而改变了林内小气候。宁夏固原测定资料表明,沙棘林内空气湿度比林外高10%~20%左右,变化幅度较林外小,林内上层土壤湿度一般比林外高1%~4%左右。

3.2 沙棘林对土壤环境的调节作用

3.2.1 沙棘林的土壤水分动态 通过吴旗、固原沙棘林与荒山植被水分利用情况,林地水分有效性及供水、耗水能力分析看出,随着沙棘林龄增加,根系向下延伸,使土壤水分亏缺加剧。测定沙棘吸水层深度在3 m。由于根系较强的吸水,使土壤含水率降低。沙棘林内平均含水率为7.6%(凋落湿度为6.1%),较柠条、山桃、刺槐相应土层含水率低。但由于沙棘有良好的水分生态适应性,它以发达的根系,可吸收土层和深层土壤水分,增加其供水量。随着沙棘生长年限增加,土壤物理性质和肥力状况得到改善,其持水力和渗透性能明显提高。据测,安塞沙棘林地入渗性高于荒山植被,初渗率为2.84 mm/min,为荒山(1.56 mm/min)的1.8倍,稳渗率为1.54 mm/min,为荒山植被的1.9倍。沙棘林比柠条林稳渗率高。测定沙棘林上层1~1.5 m土壤水分恢复较好,土壤含水率可超过或接近荒山天然草地。因而只要掌握好营林技术,沙棘林形成的低湿层,因其渗透性和持水力得到改善,这样能接纳更

多的天然降水,一般对生产力不会带来不利影响,还有促进生产力的作用。可以看出,荒山、荒沟营造沙棘林,是建造植被,充分利用水、土资源,提高生产力的有效措施。

3.2.2 沙棘林的土壤养分积累 沙棘净光合速率较强,在生产干物质过程中,还有规律地在进行营养元素的积累和循环。据测定安塞沙棘光合速率具明显的日变化,其平均值为 $11.8424 \mu\text{mol} \cdot (\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$ 。

沙棘在生长发育过程中消耗大量的氮素及其营养元素,它又可通过根瘤固氮补充氮素。与此同时,枯枝落叶的分解,植株的淋溶作用以及根系自身的穿透、挤压、胶结、死根的腐烂等作用,改善了土壤结构,使营养元素返回到土壤中,以维持土壤养分平衡。测定吴旗 2~13 龄沙棘林,年平均地上净初级生产量为 $256.6 \text{ kg}/667\text{m}^2$,年平均氮素积累量为 $6.15 \text{ kg}/667\text{m}^2$,年平均磷积累量为 $0.55 \text{ kg}/667\text{m}^2$ 。13 龄沙棘根系总产量为 $1165 \text{ kg}/667\text{m}^2$,氮、磷积累量为 $13.0 \text{ kg}/667\text{m}^2$ 和 $1.39 \text{ kg}/667\text{m}^2$ 。测定沙棘叶含氮 $2.38\% \sim 3.3\%$ 、含磷 $0.193\% \sim 0.263\%$;茎含氮 $1.08\% \sim 1.36\%$ 、含磷 $0.142\% \sim 0.206\%$;根含氮 $1.03\% \sim 2.0\%$ 、含磷 $0.109\% \sim 0.198\%$ 。5 年生以上的沙棘林地,出现黑色腐殖层,0~60 cm 土层内肥力有较大增加,在这种地上种庄稼或造林效果良好。据调查,6~9 龄沙棘根瘤总量可达 $81.6 \sim 151.7 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 。土壤全氮含量可由农地、草地的 $0.05\% \sim 0.1\%$,提高到 0.2% 。

3.3 沙棘林对生物多样性的影响

沙棘种植 7~8 年以后,即可形成林茂草丰的灌木、草本群落。林内灌木和草种比试验前增加 10~30 余种。环境的重建和恢复,使野生动物不断增加,出现蛇类、鸟类、鼠类、野兔和獾子等,增加了生物多样性、稳定性及和谐性。

4 沙棘的生态、经济效益

4.1 防风固沙、保持水土

沙棘人工种植或飞播 4~5 年后,即可郁闭成林,覆盖度由荒山 $0.3 \sim 0.4$ 增至 $0.8 \sim 0.9$ 。林下杂草繁茂,产鲜草 $150 \sim 200 \text{ kg}/667\text{m}^2$ 。5 龄以上的沙棘林枯枝落叶层为 2~6 cm,持水率可达自身重量的二倍以上。沙棘根系发达,在黄土高原半干旱区崩坡和沟坡生长的沙棘,根系主要密集于 1 m 土层,形成根系网。沙棘林形成茂密的林冠层,林下草被层

和发达的根系层,创造了良好的水分生态环境和森林生态结构,增强了对土壤的保护作用。沙棘林被覆荒山、荒沟,可拦截降雨,保护地表不直接遭雨滴打击,可阻缓暴雨强度,缓和径流流速和拦截泥沙,沙棘林由于改土作用较强,可增强土壤渗透性、抗蚀性和抗冲性。吴钦孝研究结果表明,5~7 年生沙棘林冠层可截留降水 $8.5\% \sim 49\%$,并降低雨滴动能,枯枝落叶重 $5.46 \text{ t}/\text{hm}^2$,其最大持水量可达 $15.31 \text{ t}/\text{hm}^2$,有 1 cm 厚枯枝落叶层覆盖地表,即可基本控制水土流失,与无根系土壤相比,沙棘林可减少土壤冲刷量 $55\% \sim 88\%$ 。据 1988~1994 年雨季径流小区测定,沙棘林在栽植后 4~5 年可充分发挥水土保持作用,与农地相比,可减少地表径流 87.1% ,减少土壤流失量 99% 。侯喜禄在安塞黄土丘陵区测定结果表明:2~4 龄沙棘较天然荒坡减少径流量分别为 66.2% , 65.9% 和 78.2% ;减少土壤侵蚀量为 39% , 37.8% 和 47% 。观测 5 龄以上沙棘林下,一般无侵蚀沟和滑坡发生。测定安塞 2~4 龄沙棘与油松、杨树混交林,与天然荒坡比较,减少径流量与沙棘纯林相同,其保土效益低于荒坡;5 龄以后,随着林地覆盖度增加,其水土流失轻微。内蒙古、山西及陕西北部等地风沙区种植沙棘试验还表明,沙棘林可有效地的控制风灾、沙害、固定流沙,使沙地得到改良,沙棘在改良盐碱地、治理盐碱地沿海盐碱滩涂效果明显。

4.2 良好的饲料、肥料和燃料

沙棘嫩枝叶是优质饲料,含有较丰富的蛋白质、氨基酸、矿物质等多种营养物质。牛、羊等家畜食沙棘叶后一般体肥、毛亮,而且有好的免疫作用,是病弱牲畜的主要祛病扶壮饲料。沙棘叶有良好的食口性。据试验,沙棘、沙打旺带状间播地, $0.07 \sim 0.13 \text{ hm}^2$ 沙棘、沙打旺地可养一只羊,比荒山载畜率提高 10 倍以上。

测定 5~9 龄沙棘林表土含氮分别为荒山植被的 2.8, 1.2 和 3.1 倍,改土效益明显,凡种过沙棘的地种农作物,均可获得显著的增产效果。在山地,沙棘与农作物(谷子、糜子等)带状间作,比对照农地增产效果明显。

沙棘产柴量高,5~6 龄可产干柴 $500 \sim 1000 \text{ kg}/667\text{m}^2$ 。发热量为 $19.4 \text{ kJ}/\text{g}$,为煤发热量的 77% ,是良好的薪柴,每 6~8 年可平茬一次。

沙棘木材坚硬,纹理细致,还可作农具、家具和多种工艺品和建筑用材。

4.3 沙棘是造林的先锋树种和伴生树种

沙棘与乔、灌、草实行混交造林效果良好。现各地比较稳定的混交类型有:沙棘与杨树,小叶杨(*populus simonii*)、青杨(*P. cathayana*)、山杨(*P. davidiana*)、北京杨(*P. nigra var. italica*)等;沙棘与山杏(*prunus armeniaca*)、油松(*pinus tabulaformis*)、侧柏(*platydcados orientalis*)等。沙棘与牧草沙打旺带状混交效果亦好。在半干旱黄土丘陵区的吴旗县、安塞县,沙棘与山杏、小叶杨、油松混交,比纯林长势好,其高生长较纯林增加1~1.5倍。天然沙棘林中的油松、青杨、小叶杨比对照亦有速生优势。在混交林中,病虫害明显减少。甘肃镇原县,在呈“小老树”状的山杏、小叶杨等林分中混植沙棘后,林分长势旺盛,材积较对照增加了10倍多。甘肃西峰,沙棘与山杨混交效果良好。混交的山杨年生产力为对照纯林的2~8倍。山西省右玉苍头河两岸,沙棘与旱柳(*Salix matsudana*)、杨树等乔、灌混交,在控制河水,固定河床,减少泥沙方面发挥了显著的防护效益。陕西永寿沙棘与侧柏混交,效果良好。沙棘混交林充分显示了沙棘这一先锋树种和伴生树种良好的生态效益,比林外同树种有速生优势。

4.4 综合开发利用价值大

沙棘不仅有良好的保持水土、改善生态环境功能,而且有宝贵的经济开发价值,其果、种子、叶和茎等富含抗疲劳、抗衰老、抗动脉硬化、抗辐射和抑瘤、

抗癌等重要药性和保健功能的100余种活性物质。它是食品、医药、化工的重要原料和绿色能源。我国在沙棘种植、加工利用等方面取得良好的效果。20世纪80年代以来,随着沙棘产品投放市场,我国沙棘资源开发利用受到重视。黄土高原和全国一样,在各地出现沙棘加工厂,生产了多种产品(包括:食品、酒类、饮料、果酱、化妆品和药品等)。如“中华沙棘油”、“沙维乐”、“沙维康”、“沙棘甘乳剂”、“沙棘粉”、“沙棘啤酒”等,均获得省、部或国优产品。服用沙棘油能健身,预防、治疗多种疾病。开发沙棘产品,能有效地促进黄土高原贫困地区经济的发展。

近几年中国科学院水利部水土保持研究所执行水利部“948”沙棘引进项目,与国内外有关单位合作,在半干旱黄土丘陵区引种国内不同地理种源优良沙棘类型,以及俄罗斯优良沙棘品种,初步筛选出生态经济型和经济型沙棘良种类型,为建造高产、优质沙棘林,高效、持续发展沙棘产业服务。通过试验研究在迅速绿化荒山荒沟,建造植被,治理黄土高原方面取得良好效果。通过多年飞播或人工种植沙棘看出,第四年后可进行综合利用。通过沙棘林经营管理形成大面积的水土保持林、薪炭林、果用林,能更好地发挥生态、经济效益。在黄土高原大面积人工种植或飞播沙棘,可较迅速建立沙棘商品基地,为加速黄土高原治理和水土流失区群众脱贫致富开辟一条新路。

参 考 文 献:

- [1] 梁一民,从心海,李代琼,曹淑定.吴旗飞机播种建造草灌植被的试验研究.水土保持通报[J].1981,(1):41~50.
- [2] 李代琼,梁一民,从心海等.飞播沙棘林特性及效益的研究[J].林业科技通讯,1986,86(6):1~3.
- [3] 李代琼.半干旱黄土区沙棘的水分生理生态与形态解剖学特性研究[J].水土保持研究,1998,5(1):98~102.
- [4] 梁一民,侯喜禄,李代琼.黄土丘陵区林草植被快速建造的理论和技术,土壤侵蚀与水土保持学报[J].1999,5(3):1~5.
- [5] 于倬德.黄土高原沙棘资源建设和亟待解决的问题[J].沙棘,2002,15(1):1~7.
- [6] 从心海,梁一民,李代琼.黄土高原半干旱区沙棘根系特性与土壤水分动态研究[J].水土保持通报,1990,10(6):98~103.
- [7] 吴钦孝,赵鸿雁.沙棘林的水土保持功能及其在治理和开发黄土高原中的作用[J].沙棘,2002,15(1):27~30.
- [8] 侯喜禄,梁一民,曹清玉.黄土丘陵沟壑区主要水保林类型及草地水保效益的研究[J].中国科学院水利部水土保持研究所集刊,1991,14:97~103.
- [9] 阮成江,李代琼,姜峻,黄瑾.半干旱黄土丘陵区沙棘的水分生理生态及群落特性研究[J].西北植物学报,2000,20(4):621~627.
- [10] 陈云明,刘国彬,侯喜禄.黄土丘陵半干旱区人工沙棘林水土保持和土壤水分生态效益分析[J].应用生态学报,2002,13(11):1389~1393.
- [11] 李勇.沙棘林根系强化土壤抗冲性的研究[J].水土保持学报,1990,(3).
- [12] 李代琼,刘向东,吴钦孝等.宁南五种灌木林蒸腾和水分利用率试验研究,中国科学院水利部水土保持研究所集刊[J].1991,14:28~38.