

# 河西走廊荒漠化土壤资源及 麻黄草改土培肥效应

陈叶, 秦嘉海

(河西学院 农业资源与环境系, 甘肃 张掖 734000)

**摘要:** 论述了河西走廊荒漠化土壤的地理分布、成土条件、理化性质和主要亚类。在灰棕漠土上进行了麻黄草对荒漠化土壤改土培肥效应的研究。结果表明, 种植 3 a 麻黄草鲜草产量 12.17 t/hm<sup>2</sup>, 折干草 4.87 t/hm<sup>2</sup>, 与 CK 比较 0—20 cm 土层中自然含水量增加 64.29 g/kg, > 0.25 mm 团粒结构增加 14.31%, 总孔隙度增加 11.32%, 容重降低 0.30 g/cm<sup>3</sup>, pH 由 8.32 降到 7.99, 全盐含量降低 1.72 g/kg, 脱盐率达到 49.85%, 有机质、速效 N, P, K 亦随之增加。

**关键词:** 麻黄草; 河西走廊; 荒漠化土壤;

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2005)03-0069-03

中图分类号: S567; S156.5

## Desertified Soil Resource and Effect of Soil Improvement and Fertilization by Planting *Ephedra Intermedia* in Hexi Corridor

CHEN Ye, QIN Jiā-hai

(Dept. of Agriculture Resources and Environment, Hexi College of Gansu Province, Zhangye 734000, Gansu Province, China)

**Abstract:** The geographic distribution, soil forming conditions, physico-chemical properties and main subgroups of desertified soil in Hexi Corridor are discussed. Effect of the desertified soil and fertilization in the gray-brown desert soil is also studied. After three years cultivation of *Ephedra intermedia* whose fresh grass yield is 12.17 t/hm<sup>2</sup>. Compared to CK in 0—20 cm soil layer, the soil water content, granular structure(> 0.25 mm) and the total porosity are increased by 64.2 g/kg, 14.31% and 11.32% separately. The apparent density is decreased by 0.30 g/cm<sup>3</sup>, soil pH from 8.32 to 7.99 and total salt by 1.72 g/kg. The rate of desalination reaches to 49.85%. At the same time, the content of soil organic matter, rapidly available N, rapidly available P and rapidly available K increase too.

**Keywords:** *Ephedra intermedia*; Hexi Corridor; desertified soil

河西走廊位于甘肃省内的黄河以西, 东经 93° 23′—104° 12′, 北纬 37° 11′—40° 09′, 东西长约 1 000 km。土地总面积 2.75 × 10<sup>5</sup> km<sup>2</sup>, 耕地面积 6.34 × 10<sup>5</sup> hm<sup>2</sup>。海拔 1 200~ 2 400 m。降水量 29~ 490 mm/a, 蒸发量 1 800~ 3 000 mm/a。日照时数 3 000~ 3 400 h/a, 无霜期 160 d, 干旱、霜冻、大风、干热风、扬沙浮尘、沙尘暴等灾害性天气频繁发生。三大内陆河流即石羊河、黑河、疏勒河径流量 7.34 × 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>/a, 灌溉着走廊内 5.93 × 10<sup>5</sup> hm<sup>2</sup> 的农田。武威、张掖和酒泉分布着 1.78 × 10<sup>6</sup> hm<sup>2</sup> 的荒漠化土壤, 它是在荒漠境生物气候条件下发育的地带性土壤。地表生长着稀疏的旱生、超旱生植被, 植被覆盖度 < 15%, 生物成土作用微弱, 土壤干燥、板结、盐化、沙化、瘠薄, 肥力水平很低, 是河西走廊的低产土壤<sup>[1]</sup>。在这些土壤

上虽不能种植农作物, 但已具备了麻黄草生长发育的土壤、光照、水分、热量等环境条件, 非常适应于耐干旱、耐寒冷、耐盐碱、喜光的麻黄草生长发育<sup>[2]</sup>。由于全国麻黄草购销额成倍增长, 对野生麻黄草资源的产业化利用强度逐年加大, 自然分布状态下的麻黄草资源逐年减少, 甚至有些地区处于灭绝的边缘<sup>[3-4]</sup>。为了开发利用荒漠化土壤资源, 笔者于 2000—2002 年, 进行了河西走廊荒漠化土壤资源及麻黄草改土培肥效应的研究工作, 现将研究结果分述如下。

### 1 荒漠化土壤资源

#### 1.1 地理分布及成土条件

荒漠化土壤是在温暖地带极端干旱气候条件下发育的地带性土壤。主要分布在祁连山北麓、龙首

山、合黎山和马鬃山等山前洪积—冲积扇下缘细土平原和低山剥蚀丘陵以及砾质戈壁滩,海拔高度为 1350~2200 m。成土条件是气候极端干旱,夏季干热,冬季寒冷,昼夜温差大,年平均气温 7.5℃,年平均降水量 112 mm,年平均蒸发量 2400 mm。植被以深根、多刺、多毛的耐旱小半灌木和灌木为主,代表植物是梭梭(*Haloxylon ammodendron*)、黑柴(*Sympegma regelii*)、紫莞木(*Asterothamnus centraliasiaticus*)、琵琶柴(*Reaumuria soongorica*)、木本猪毛菜(*Salsola arbuscula*)、泡泡刺(*Nitraria phaeocarpa*)、刺叶柄棘豆(*Oxytropis aciphylla*)、唐古拉白刺(*Nitraria tangutorum*)、骆驼蓬(*Peganum harmala*)、骆驼刺(*Alhagi sparsifolia*)、合头草(*Sympegma chinensis*)、怪柳(*Tamarix chinensis*)、胡杨(*Populus euphratica*),植被覆盖度 10%~15%。成土母质是低山剥蚀残丘的残积、坡积、和砾质洪积—冲积母质。

## 1.2 理化性质及主要土类

荒漠化土壤耕层 0—20 cm 土壤有机质含量 7.4~7.80 g/kg, 碱解 N 20.40~36.40 mg/kg, 速效 P 3.50~4.51 mg/kg, 速效 K 126.02~148.32 mg/kg, CaCO<sub>3</sub> 158.40~164.00 g/kg, CaSO<sub>4</sub> 18.25~21.36 g/kg, pH 8.36~8.52, 全盐 4.03~10.45 g/kg, CEC 3.47~6.14 cmol/kg。土壤容重 1.32~1.45 g/cm<sup>3</sup>, 总孔隙度 45.28%~50.18%, 轻壤质土, 碎块状结构, 土层厚度 86.21~125.30 cm。3 个土类, 9 个亚类, 即灰漠土, 亚类是灰漠土亚类、盐化灰漠土亚类、灌溉灰漠土亚类; 灰棕漠土, 亚类是灰棕漠土亚类、石膏灰棕漠土; 棕漠土, 亚类是棕漠土亚类、石膏棕漠土亚类、盐化棕漠土亚类、石膏盐盘棕漠土亚类。

## 2 改土培肥效应

### 2.1 材料与方法

2.1.1 材料 参试植物为中麻黄(*Ephedra intermedia*), 千粒重 5.28 g, 种子纯度 91%, 发芽率 85%。供试土壤类型: 灰棕漠土, 耕层 0—20 cm 土层中有机质含量 7.20 g/kg, 全 N 0.25 g/kg, 全 P 0.42 g/kg, 碱解 N 24.34 mg/kg, 速效 P 2.46 mg/kg, 速效 K 130.54 mg/kg, 全盐 3.45 g/kg, pH 8.32, CaCO<sub>3</sub> 116.28 g/kg, CaSO<sub>4</sub> 14.32 g/kg, CEC 5.36 cmol/kg, 土壤容重 1.52 g/cm<sup>3</sup>, 总孔隙度 42.64%, 质地为轻壤质土, 土层厚度 145.30 cm。成土母质是砾质洪积物。植被覆盖度 15%, 植被种类: 珍珠猪毛菜、木本猪毛菜、泡泡刺、刺叶柄棘豆、唐古拉白刺、黑柴、梭梭、膜果麻黄(*Ephedra przewalskii*)、骆驼刺、红沙、柴菟木、沙生针茅(*Stipa glareosa*)、苦豆子(*Sophora*

*alopecuroides*)、芨芨草(*Achnatherum splendens*)。试验地点: 张掖市沙井镇(河西学院农场附近), 海拔高度 1550 m, 年均温 6.8℃, >10℃积温 3050℃, 年均降水量 150.5 mm, 蒸发量 2200 mm, 无霜期 160 d。

2.1.2 方法 试验设灰棕漠土荒滩为对照(CK)和种植麻黄草 1~3 a 共 4 个处理。3 次重复, 随机区组排列, 小区面积 60 m<sup>2</sup>(10 m×6 m), 种植方式为育苗移栽, 定植时间分别是 2002 年, 2001 年, 2000 年 4 月 25 日, 株距 20 cm, 行距 30 cm, 定植前施用厩肥 45 t/hm<sup>2</sup>, NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0.23 t/hm<sup>2</sup>, 全部作基肥施入耕作层。分别在定植后和分枝旺盛期灌水 1 次, 4 个处理灌水量均相等, 每次灌水量 7500 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。在第 2 a 早春结合灌水追施 NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0.30 t/hm<sup>2</sup>。取土时间 10 月 8 日, 取土深度 0—20 cm 范围。测定项目及方法<sup>[5-6]</sup>: 土壤容重(环刀法)、总孔隙度(计算法)、自然含水量(烘干法)、>0.25 mm 团粒结构(约尔得法)、全盐(电导法)、pH(酸度计法)、土壤有机质(重铬酸钾法)、碱解 N(扩散法)、速效 P(碳酸氢钠浸提—钼锑抗比色法)、速效 K(火焰光度计法)。

### 2.2 结果与分析

2.2.1 对土壤物理性质的影响 在荒漠化土壤上人工栽培麻黄草后, 土壤容重略有下降, 总孔隙度有所增加。与 CK 比较, 2 a 和 3 a 生麻黄草耕层土壤总孔隙度各增加 4.15% 和 11.32%, 容重各降低 0.11 和 0.30 g/cm<sup>3</sup>。土壤容重下降, 总孔隙度增大, 有效的改善土壤通透性能, 为麻黄草根系生长发育创造了良好的土壤环境条件。随着麻黄草种植年限的延长, 地上部分覆盖度不断增大, 有效地降低土壤水分蒸发, 土层中水分含量有所增加。2003 年 10 月 6 日 4 个处理灌水后第 5 d 测定表明, 2 a 生和 3 a 生处理与 CK 比较, 耕层自然含水量各增加 31.15 g/kg 和 64.29 g/kg, 土壤贮水量各增加 55.06 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 和 58.41 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。麻黄草根状茎发达, 根系纵横交错, 密布成网, 根系在生长过程中对土壤产生挤压、分割作用, 使土粒团聚。加之种植麻黄草时施入了有机肥料, 这些有机物质在分解过程中形成了新鲜腐殖质, 是团粒结构良好的胶结物质, 对土壤团粒结构形成具有重要的意义。与 CK 比较, 种植麻黄草 2~3 a 后, 0—20 cm 土层中 >0.25 mm 团粒结构分别增加了 6.77% 和 14.31%。不同处理间的差异经 LSR 检验达到显著和极显著水平(表 1)。

2.2.2 对土壤化学性质的影响 在荒漠化土壤上种植麻黄草 3 a 后, 地表覆盖度达到 95% 以上, 有效地降低了土壤水分蒸发, 抑制了土壤返盐。各处理较试前土壤全盐、pH 值都有所降低。与 CK 比较, 3 a 生

麻黄草 0—20 cm 土层中全盐降低 1.72 g/kg, 脱盐率达到 49.85%, pH 由 8.32 降到 7.99。而 1 a 生和 2 a 生麻黄草脱盐率仅为 1.15%~16.23%, 说明土壤可溶性盐降低是一个长期的过程, 种植麻黄草使土壤脱盐一般都在 3 a 以上(表 2)。

2.2.3 对土壤有机质、速效养分的影响 荒漠化土壤由于植被覆盖度小, 肥力水平低, 是一种低产土壤。种植麻黄草后, 由于人工除去的杂草和麻黄草地上部分枯枝落叶进入土壤, 加之种植麻黄草前施用有机肥

料, 每年开春结合灌水施用肥料, 增加了有机和无机化合物, 对荒漠化土壤培肥有重要的意义。随着麻黄草种植年限延长, 土壤有机质、速效 N、P、K 含量在逐渐增加。据表 2 分析, 1~3 a 生麻黄草与 CK 比较, 0—20 cm 土层中有机质含量各增加 1.64, 2.40, 3.34 g/kg; 碱解 N 分别增加 1.29, 8.97, 18.96 mg/kg; 速效 P 各增加 1.12, 2.23, 3.56 mg/kg; 速效 K 各增加 1.32, 6.14, 11.91 mg/kg。各处理间差异经 LSR 检验达到显著和极显著水平(表 2)。

表 1 麻黄草对土壤物理性状的影响

种植年限/a	自然含水量/(g·kg <sup>-1</sup> )	贮水量/(m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup> )	容重/(g·cm <sup>-3</sup> )	总孔度/%	> 0.25 mm 团粒 结构/%
3	213.45 a A	512.08 a A	1.22 a A	53.96 a A	50.21 a A
2	180.31 b B	508.73 b B	1.41 b AB	46.79 bc BC	42.67 b B
1	152.29 cd C	454.05 cd C	1.49 c BC	43.77 cd CD	36.26 c C
CK	149.16 d C	453.67 d C	1.52 c C	42.64 d D	35.90 c C

注: 英语大写字母为 LSR0.01, 小写字母为 LSR0.05 显著差异水平(表 2, 3 同)

表 2 麻黄草对土壤化学性质的影响

种植年/a	全盐/(g·kg <sup>-1</sup> )	脱盐率/%	pH	有机质/(g·kg <sup>-1</sup> )	碱解 N/(mg·kg <sup>-1</sup> )	速效 P/(mg·kg <sup>-1</sup> )	速效 K/(mg·kg <sup>-1</sup> )
3	1.73 a A	49.85	7.99 a A	10.54 a A	43.30 a A	6.02 a A	142.45 a A
2	2.89 b B	16.23	8.11 ab A	9.60 ab A	33.31 b B	4.69 bc BC	136.68 bc BC
1	3.41 c C	1.15	8.15 bc A	8.84 bc A	25.63 cd C	3.58 bc C	131.86 cd CD
CK	3.45 c C	—	8.32 c A	7.20 c A	24.34 d C	2.46 c C	130.54 d D

#### 2.2.4 产量及经济效益

3 a 生麻黄草分枝旺盛期平均株高达 36.72 cm, 单株鲜重 50.70 g, 单株干重 20.28 g, 鲜草产量为 12.17 t/hm<sup>2</sup>, 折干草 4.87 t/hm<sup>2</sup>, 干草价格按 3000 元/t 计算, 折产值为 1.46 × 10<sup>4</sup> 元/hm<sup>2</sup>(表 3)。目前野生麻黄草

资源在减少, 而药用量逐渐增加, 仅张掖麻黄厂每年需要麻黄草 200 t, 全国麻黄草销量为 1.2 × 10<sup>4</sup> t<sup>[2]</sup> 左右, 因此, 在荒漠化土壤上人工栽培麻黄草为药用植物资源的可持续利用找到了一条有效途径, 对水土保持和恢复荒漠化植被具有重要的生态效益。

表 3 麻黄草经济性状及产草量

种植年/a	株高/cm	鲜重(g/株)	干重(g/株)	鲜草重/(t·hm <sup>-2</sup> )	干草产量/(t·hm <sup>-2</sup> )	产值/(10 <sup>4</sup> 元·hm <sup>-2</sup> )
3	36.52 a A	50.70 a A	20.28 a A	12.17 a A	4.87 a A	1.46 a A
2	18.43 b B	22.81 b B	9.12 b B	5.47 b B	2.19 b B	0.66 b B
1	8.32 c C	10.76 c C	4.30 c C	2.58 c C	1.03 c C	0.41 c C

在荒漠化土壤上人工栽培麻黄草 3 a 后, 地表覆盖度达 90%~95%, 土壤水分蒸发量降低, 含水量、贮水量增加, 并初步形成了水稳性团粒结构, 使土壤疏松, 耕层土壤容重降低, 总孔隙度增大, 有效地抑制了土壤返盐, 土壤有机质、速效 N、P、K 亦随之增加。对改良培肥荒漠化土壤, 保护农业生态环境具有十分重要的社会、经济、生态效益。

#### [ 参 考 文 献 ]

[1] 秦嘉海, 等. 河西土壤与合理施肥[M]. 兰州: 兰州大学

出版社, 2001. 3, 68—70.

- [2] 陆善旦, 黄辉, 等. 野生中药材栽培技术[M]. 上海: 上海科学普及出版社, 2000. 513—514.
- [3] 郭巧生. 常用中药材栽培技术[M]. 北京: 中国农业出版社 2002. 1, 101—105.
- [4] 尹林克, 等. 新疆荒漠地区几种重要野生药用植物资源及其人工栽培[J]. 干旱区研究. 2002, 19(4): 28—30.
- [5] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海科学技术出版社, 1978. 110—218.
- [6] 中国土壤学会农业化学专业委员会, 土壤农业化学常规分析法[M], 北京: 科学出版社, 1983. 106—208.