

不同尾矿库沙棘生长状况研究

魏风华¹, 安广义^{2*}, 王桂霞², 安洁琳², 闫海霞² (1. 中国矿业大学, 北京 010000; 2. 河北农业大学, 河北保定 071000)

摘要 通过对承德铜矿、铁矿、银矿3种尾矿库栽植的沙棘生长状况进行研究, 发现沙棘对土壤的要求不严格, 不覆土成活率可达到60%, 覆土可以达到95%以上。3种尾矿砂都严重缺氮, 沙棘本身具有固氮作用, 能增加尾矿砂中氮的含量。种植在覆土铜矿、铁矿、银矿尾矿砂上的沙棘, 株高年均增长量、地径年均增长量以及根长年均增长量铁矿最大, 铜矿次之, 银矿最小。因此, 沙棘是尾矿库绿化的优良先锋树种。

关键词 尾矿库; 沙棘; 生长状况

中图分类号 S685.99 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)28-13839-03

Study on the Growth Status of Buckthorn in Different Tailings Dams

WEI Feng-hua et al (China University of Mining and Technology, Beijing 010000)

Abstract Through studying on the growth status of Buckthorn in copper, iron and silver tailings dam in Chende. It showed that the Buckthorn did not require high on soil. The Buckthorn's survival rate up to 60% without soil and over 95% with soil. Three kinds of tailings sand were lack of nitrogen seriously, the nitrogen fixation of Buckthorn can improve the nitrogen content of tailings sand. The Buckthorn planted on the three kinds of tailings sand with soil, the iron tailings dam had the biggest annual average increment of plant height, ground diameter and root length. The copper tailings dam took the second place, and the silver tailings dam was the minimum. In hence, the Buckthorn can be used as the excellent pioneer species in greening tailings dam.

Key words Tailings dam; Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.); Growth status

我国具有丰富的矿藏资源, 在矿产资源的开采中, 人们取得经济效益的同时, 也破坏了矿区的生态环境。矿区的最大污染源是尾矿库, 尾矿的堆积导致大量的土地被占用, 也造成了空气、水、土壤质量下降以及水土流失、环境污染等一系列的生态问题。针对以上问题应当采取超前、主动、协调、高效的土地复垦与生态重建工程, 保证工矿区社会经济的可持续发展^[1]。

为了最大程度地减少对矿区生态环境的破坏, 笔者选择抗逆性很强的沙棘为先锋树种。沙棘适应性强、分布广, 且喜光, 抗严寒、风沙, 具耐大气干旱和高温, 生长快, 根系发达等特性。适合于沙地造林。生长快, 4~5年即可形成良好的灌木-草本群落^[2-3]。沙棘林可做防护林、薪炭林和经济林^[4]。在几种不同矿种的尾矿库种植试验, 研究沙棘在该尾矿的生长状况和生长适宜性, 以及土壤成分变化, 为今后矿区治理工作提供理论依据。

1 研究地点概况

1.1 寿王坟铜矿(承德铜兴矿业有限责任公司) 寿王坟铜矿尾矿库位于河北省承德市兴隆县城东北30 km。铜尾矿是矿石经机械磨碎和精选的粒径在35 μm的细粉砂粒, 缺乏黏粒物质, 尾矿矿物颗粒多呈分散状态, 难以形成一定的结构。由于质地砂性, 持水保肥能力差, 导致尾矿热性差, 温度变幅大, 风蚀和水蚀现象严重。尾矿的不良理化特性和不稳定性导致植物的种子难以萌发, 幼苗不易定植。

尾矿库种植植物为沙棘(图1), 覆壤土, 点坑式中层覆土, 上层为矿砂20 cm, 中层覆土厚30 cm, 以下全为矿砂, 每坑50 cm。种植时间为2005年4月, 成活率为覆土沙棘99%, 尾矿库自然恢复植物为碱蓬。

1.2 黑山铁矿承钢矿业集团 位于承德市北部30 km, 矿区



图1 寿王坟铜矿覆土沙棘

Fig. 1 Buckthorn with soil in Shouwangfen copper tailings dam-Pic.

周围无村庄, 采矿区位于山顶之上, 由于露天坑采, 目前矿区已经成为一个深80 m的矿坑, 矿坑四周陡峭, 北部岩石破碎, 坑壁崩塌时有发生, 是矿山地质灾害隐患区域。选矿厂的尾矿库位于选矿厂东面的山谷中, 矿石为浮选和磁选方法, 尾矿库产生重金属污染。



图2 黑山铁矿覆土沙棘

Fig. 2 Buckthorn with soil in Heishan iron tailings dam

尾矿库种植植物为沙棘(图2), 覆壤土, 点坑式覆土, 厚40~50 cm; 种植时间为2005年4月, 成活率为95%, 尾矿库

基金项目 河北省国土资源厅项目; 承德市国土资源局项目。

作者简介 魏风华(1968-), 男, 河北沧州人, 博士后, 高级工程师, 从事矿山环境的研究和管理工。* 通讯作者。

收稿日期 2009-06-15

自然恢复植物为碱蓬。

1.3 承德启星矿业周台子 周台子村是燕山深出的一个小山村,位于滦平到承德市之间,距承德市 50 km、滦平县城 15 km。尾矿库种植植物为沙棘,未覆土。种植时间为 2005 年 4 月,成活率为 60%,尾矿库自然恢复植物为碱蓬。

1.4 承德丰宁银矿沙棘 河北丰宁银矿位于河北省丰宁满族自治县四岔口乡牛圈子村的黑井沟。尾矿库种植植物为沙棘(图 3),种植时间为 2005 年 4 月,覆壤土,点坑式中层覆土深度 50 cm,上层为矿砂 20 cm,以下全为矿砂,自然恢复植物杠柳、黄花蒿。



图 3 丰宁银矿覆土沙棘

Fig.3 Buckthorn with soil in Fengning silver tailings dam

2 研究方法

2.1 调查及测定方法 2007 年 10 月,分别在每块样地选取 3 个小区(10 m × 10 m),测量植物高度和地径,求平均数。每个小区挖取一株植物测量根深、根长,求平均数;同时,每株按上(距地表 20 cm)、中(距地表 40 cm)、下(距地表 60 cm)3 层取尾矿土样待测。根据种植年限求年均增长量。

土壤养分的测定方法有:土壤有机质采用铬酸氧化还原滴定稀释热法;碱解氮用碱解扩散法;速效磷用碳酸氢钠浸提钼锑抗比色法;速效钾用 1 mol/L 醋酸铵浸提火焰光度计

表 2 寿王坟铜矿沙棘生长情况

Table 2 The plant growth status of Shouwangfen copper tailings dam

项目 Item	苗高 cm Seedling height	苗地径 cm Seedling diameter	苗根 长//cm Root length	成活 率//% Survival Rate	株距 cm Plant spacing	行距 cm Row spacing	冠幅 cm Crown width	株高 cm Pplant height	地径 cm Ground diameter	根深 cm Root depth	根长 cm Root length	株高年均 增长量//cm Annual average of plant height	地径年均 增长量//cm Annual average of ground diameter	根长年均 增长量//cm Annual average of root length
覆土沙棘 Buckthorn with soil	20.00	0.35	20.00	99.00	80.00	250.00	131.00	150.00	2.50	40.00	150.00	50.00	0.83	50.00
未覆土沙棘 Buckthorn without soil	20.00	0.35	20.00	60.00	80.00	250.00	81.00	60.00	1.60	30.00	300.00	20.00	0.53	100.00

注:表中数据为平均值。表 4 同。

Note: Data in the table are average values. The same as table 4.

3.1.2 根系分布。覆土沙棘的根系分布集中在距地表 20 ~ 40 cm 的中层土壤,上层和下层土壤根系分布较少。未覆土沙棘的根系主要分布在距地表 10 ~ 30 cm。

3.1.3 土壤特性。从表 3 可以看出,覆土沙棘、未覆土沙棘的碱解氮、速效磷、速效钾、有机质的含量都是中层高。覆土沙棘的速效磷下层次之,上层最低;未覆土沙棘上层次之,下层最低。未覆土沙棘土壤碱解氮含量大于尾矿沙;覆土沙棘的碱解氮含量大于山皮土。说明沙棘有固氮作用,可以起到

法测定;土壤 pH 值用氯化钙浸提酸度计测定。

2.2 样品编号 共采集 23 个样品,具体编号及情况见表 1。

表 1 样品编号

Table 1 Samples code

编号 Code	样品 Samples	编号 Code	样品 Samples
HSH1A	黑山铁矿覆土沙棘 表层土	SWF1C	寿王坟铜矿覆土沙棘底 层土
HSH1B	黑山铁矿覆土沙棘 中层土	SWF2A	寿王坟铜矿未覆土沙棘 表层土
HSH1C	黑山铁矿覆土沙棘 底层土	SWF2B	寿王坟铜矿未覆土沙棘 中层土
HSH2	黑山铁矿覆土沙棘 山皮土	SWF2C	寿王坟铜矿未覆土沙棘 底层土
HSH3	黑山铁矿覆土沙棘 尾矿沙	SWF3	寿王坟铜矿沙棘山皮土
ZTZ1A	周台子 3 年生沙棘 表层土	SWF4	寿王坟铜矿沙棘尾矿沙
ZTZ1B	周台子 3 年生沙棘 中层土	FN1A	丰宁银矿沙棘表层土
ZTZ1C	周台子 3 年生沙棘 底层土	FN1B	丰宁银矿沙棘中层土
ZTZ2	周台子沙棘尾矿沙	FN1C	丰宁银矿沙棘底层土
ZTZ3	周台子沙棘山皮土	FN2	丰宁银矿沙棘尾矿沙
SWF1A	寿王坟铜矿覆土沙 棘表层土	FN3	丰宁银矿沙棘山皮土
SWF1B	寿王坟铜矿覆土沙 棘中层土		

3 结果与分析

3.1 寿王坟铜矿沙棘

3.1.1 沙棘生长情况。从表 2 可以看出,覆土沙棘的株高、地径、根冠、冠幅、根深、株高年均增长量、地径年均增长量等都明显高于未覆土沙棘,且其生长状况良好,成活率高。根长年均增长量未覆土沙棘高于覆土沙棘。说明沙棘适应性强。

改良土壤的作用,适宜在贫瘠的尾矿沙上种植。

铜矿尾矿沙(SWF4)碱解氮为零,该成分严重缺乏。当地山皮土(SWF3)碱解氮含量也较低,速效钾含量较高,说明该土壤是缺氮、富钾的土壤。

3.2 铁矿、银矿栽植沙棘

3.2.1 沙棘生长情况。从表 4 可以看出,黑山覆土沙棘比周台子未覆土沙棘的株高年均增长量、地径年均增长量、根长年均增长量均大,成活率高。

表 3 寿王坟铜矿尾矿库不同部位土壤理化特性

Table 3 The physical and chemical characteristics of the soil in different places of Shouwangfen copper tailings dam

样号 Samples No.	碱解氮 mg/kg Available nitrogen	速效磷 mg/kg A available	速效钾 mg/kg P Available K	有机质 g/kg Organic	pH 值 pH value	质地 Texture
SWF1A	0.8	0.4	32	4.7	7.96	砂土
SWF1B	25.5	7.6	95	15.9	7.61	砂土
SWF1C	0	1.0	20	5.3	8.00	砂土
SWF2A	0	0.9	15	2.9	8.15	砂土
SWF2B	1.7	1.0	25	5.8	7.84	砂土
SWF2C	0	0.7	15	3.2	8.35	砂土
SWF3	3.4	6.7	100	28.3	7.84	砂壤
SWF4	0	2.8	60	5.5	7.63	砂土

3.2.2 铁矿土壤特性。从表 5 可以看出,黑山铁矿碱解氮、速效磷、速效钾、有机质的含量都是上层高,中层和底层依次降低,底层的含量最少。底层的速效磷含量与尾矿沙的含量相同,碱解氮和速效钾的含量却低于尾矿沙,有机质的含量高于尾矿沙,可能是由于在铁矿中沙棘根系的下层分布较少的原因。该尾矿库的尾矿沙(HSH3)中速效磷含量为 1.00 mg/kg,严重缺乏,氮钾的含量相对较高,山皮土(HSH2)中速

效磷的含量也低,而钾的含量高,说明该土壤是缺磷富钾的土壤。

从表 5 中还可以看出,周台子尾矿库 3 年生沙棘土壤中碱解氮含量都明显高于尾矿沙,且中层土壤最高。速效磷、速效钾、有机质的含量也都高于尾矿沙,中层土壤的含量最高。

3.2.3 铁矿根系分布。黑山铁矿覆土沙棘的根系分布在 20~60 cm 的范围内,而且根系多分布在上层,下层 20 cm 的范围内多为尾矿沙,无根系分布。周台子 3 年生未覆土沙棘的根系分布在 10~70 cm 的范围内,由于其上部 10 cm 的范围内为尾矿沙,无根系分布。

3.2.4 银矿土壤特性。从表 6 可以看出,丰宁银矿尾矿沙中氮的含量最低。其上层土壤中碱解氮、速效磷、速效钾、有机质的含量都高于中层和底层土壤,尾矿沙(FN2)中氮的含量低而钾的含量相对较高,是缺氮富钾的土壤。

3.2.5 银矿根系分布。丰宁银矿的沙棘根系分布在 80 cm 的范围内,且其主根直径与地径相当,而且根系的分布较均匀,主根上基本上都有根系的分布。

表 4 黑山铁矿、周台子铁矿、丰宁银矿沙棘生长状况

Table 4 The Buckthorn growth status of copper, iron and silver tailings dam

项目 Item	苗高 cm Seedling height	苗地径 cm Seedling diameter	苗根 长//cm Root length	成活 率//% Survival Rate	株距 cm Plant spacing	行距 cm Row spacing	冠幅 cm Crown width	株高 cm Pplant height	地径 cm Ground diameter	根深 cm Root depth	根长 cm Root length	株高年均 增长量//cm Annual average of plant height	地径年均 增长量//cm Annual average of ground diameter	根长年均 增长量//cm Annual average of root length
黑山覆土沙棘 Buckthorn with soil in Heishan iron tailings dam	20.00	0.32	35.00	95.00	100.00	120.00	150.00	210.00	5.00	45.00	500.00	70.00	1.67	166.67
周台子未覆土沙棘 Buckthorn with soil in Zhoutaizi iron tailings dam	40.00	0.30	100.00	60.00	90.00	90.00	85.00	86.70	2.70	70.00	450.00	28.90	0.90	150.00
丰宁银矿覆土沙棘 Buckthorn with soil in Fengning silver tailings dam	25.00	0.40	40.00	95.00	40.00	100.00	150.00	65.00	2.30	80.00	120.00	21.67	0.77	40.00

表 5 黑山、周台子铁矿尾矿库不同部位土壤理化性质

Table 5 The physical and chemical characteristics of the soil in Heshan and Zhoutaizi iron tailings dam

样号 Samples No	碱解氮//mg/kg Available nitrogen	速效磷//mg/kg Available P	速效钾//mg/kg Available K	有机质//g/kg Organic	pH 值 pH value	质地 Texture
HSH1A	45.07	7.00	201.41	1.023	7.08	沙土
HSH1B	38.43	6.00	123.16	0.779	7.00	沙土
HSH1C	20.98	1.00	23.28	0.566	6.92	沙土
HSH2	41.19	5.50	130.12	1.039	7.03	沙土
HSH3	26.26	1.00	24.46	0.480	6.98	沙土
ZTZ1A	28.35	1.17	88.54	0.402	6.91	沙土
ZTZ1B	29.91	1.50	98.53	0.429	6.83	沙土
ZTZ1C	21.12	1.30	103.31	0.355	6.75	沙土
ZTZ2	14.19	1.30	52.54	0.318	6.90	沙土
ZTZ3	88.93	3.50	232.22	1.107	6.89	沙土

冲刷量 0.677 t/km^2 相比较,2003 年减少冲刷量 98.35%,2004 年减少冲刷量 98.85%,重点治理区一般降水已难以形成径流,基本实现了洪水不下山、淤泥不出沟,水土流失得到了有效控制。

4.2 生态环境明显改善 实施退耕还林工作以来,吴起县的林草覆盖率由 1997 年的 19.2% 提高到 2004 年的 62.9%^[3];昔日的荒山秃岭披上了“绿装”,生态环境开始向良性转变,在最新的 EOS 卫星遥感图片上,可以清晰地看到吴起县的“绿色”行政区划图;全县干旱、暴雨、冰雹、霜冻、大风等自然灾害明显减少;生物链得到初步恢复,野鸡、野兔、猫头鹰等多年少见的飞禽走兽重新出现^[4]。

4.3 农村主导产业快速发展 农、林、牧三业用地比例由 1997 年的 60:34:6 调整为 9:66:25,传统的畜牧业和林果业由副业变为主业;2004 年,吴起县舍饲羊子饲养量突破 40 万只,养羊户由过去的 18% 提高到 72%,占从事第一产业生产农户的 89%;全县累计种植人工牧草 8.47 万 hm^2 ,保留面积 6.4 万 hm^2 ;发展山杏、山桃 6.67 万 hm^2 ,成林 2.33 万 hm^2 ,柠条种植面积 3.73 万 hm^2 ,成林 2.40 万 hm^2 ;种植沙棘 8.33 万 hm^2 ,成林 6.40 万 hm^2 。

4.4 农户收入稳定增长、生活方式日益文明 退耕后,吴起县农民的人均纯收入以平均 143 元/a 的速度保持稳步增长。2007 年,农民人均纯收入达到 2 658 元(其中不包括退耕还林的政府补贴),与 1997 年相比,农民人均纯收入净增 1 771

元;增长了 19.7%,年均增长近 20 个百分点。退耕还林前,全县 90% 以上的农户做饭时以羊粪、驴粪等做燃料,现在已由烧柴(粪)为主向综合利用沼气、煤、液化气等转变,农民的生产、生活方式正朝着文明的方向迈进。

5 吴起县生态农业发展模式的启示

吴起县政府推动型农业技术创新链循环模式取得的成效表明:发展农村经济要因因地制宜、科学决策、从长计远。具体来说:一是以人与自然的和谐发展作为重要前提;二要借助适当的模式,推动农业技术创新链循环,发挥农业技术的第一生产力作用;三是以培育主导产业、走产业化发展之路为重点;四要稳固基础,循序渐进;五要统筹兼顾,不能顾此失彼。

参考文献

- [1] 申强,姜志德,王继军. 吴起县不同退耕阶段农地资源生态服务价值评估分析[J]. 陕西师范大学学报:自然科学版,2009(1):98-102.
- [2] 卢东宁. 农业技术创新链循环研究[M]. 北京:中国社会科学出版社,2008.
- [3] 师合林. 吴旗县再造山川秀美工程的经验与启示[J]. 西北大学学报:哲学社会科学版,2005(2):48-50.
- [4] 王开怀,陈洪. 对吴旗县经济发展的几点思考[J]. 西安金融,2006(3):40-41.
- [5] HAN SQ. Differences of county economic development in Hebei Province based on realistic competitiveness[J]. Asian Agricultural Research,2009,10(1):1-5.
- [6] 雷清,苏维词. 西南山区农村循环经济发展模式初探[J]. 乡镇经济,2008,24(2):66-69.

(上接第 13841 页)

表 6 丰宁银矿尾矿库不同部位的理化性质

Table 6 The physical and chemical characteristics of the soil in different places of Fengning silver tailings dam

样号 Samples No	碱解氮 mg/kg Available nitrogen	速效磷 mg/kg Available P	速效钾 mg/kg Available K	有机质 g/kg Organic	pH 值 pHvalue	质地 Texture
FN1A	23.8	2.1	25	4.7	7.75	砂壤
FN1B	0	0.9	14	1.2	7.83	砂壤
FN1C	0	1.2	22	2.8	7.81	砂壤
FN2	0	2.8	70	0.8	7.83	砂壤
FN3	3.4	1.6	70	10.7	7.56	砂壤

3.2.6 沙棘生长量的比较。从表 7 中可以看出,覆土沙棘在铜矿,铁矿,银矿尾矿沙上的种植效果株高年均增长量、地径年均增长量、根长年均增长量铁矿最大、铜矿次之,银矿最小。其可能与其尾矿沙的理化特性有关。

4 结论

以上研究结果表明,铜矿,铁矿和银矿尾矿库中都是缺氮富钾的土壤,通过用栽植沙棘可以使其得到一定的调解,沙棘的固氮作用可以使土壤中的氮量得到一定的提升。覆土沙棘在铜矿,铁矿和银矿尾矿库中种植成活率高,生长良好。在铁矿尾矿库的生长好于铜矿和银矿尾矿库,未覆土沙棘在铁矿尾矿库虽然成活率低,但也能达到 60%,成活后生长良好。是比较经济的种植方式。沙棘是尾矿库绿化的优选树种。

表 7 覆土沙棘在铜矿,铁矿,银矿中生长量的比较

Table 7 Comparison of Buckthorn growth increment in copper, iron and silver tailings dam of covered soil

项目 Item	株高年 均增长量 Annual average of plant height//cm	地径年 均增长量 Annual average of ground diameter//cm	根长年 均增长量 Annual average of root length//cm
寿王坟铜矿 覆土沙棘 Buckthorn with soil in Shouwangfen copper tailings dam	50.00	0.83	50.00
黑山铁矿 覆土沙棘 Buckthorn with soil in Heishan iron tailings dam	70.00	1.67	166.67
丰宁银矿 覆土沙棘 Buckthorn with soil in Fengning silver tailings dam	21.67	0.77	40.00

参考文献

- [1] 白中科,赵景逵,段永红,等. 工矿区土地复垦与生态重建[M]. 北京:中国农业出版社,2000:1-275.
- [2] 李代琼,梁一民,侯喜禄,等. 沙棘改善环境的生态功能及效益试验研究[J]. 国际沙棘研究与开发,2004,(2):6-11.
- [3] 王宏艳. 沙地造林的先锋树种——沙棘[J]. 内蒙古林业科技,2004(4):53-54.
- [4] 杨茂生,高国雄. 沙棘造林技术 32 问[J]. 沙棘,2004,17(3):42-46.