

文章编号:1003-8701(2013)02-0057-04

煤矸石山坡面土壤营养元素状况分析

张静雯¹, 张洪江^{1*}, 张成梁², 赵廷宁¹, 宋楠¹

(1. 北京林业大学水土保持学院, 北京 100083; 2. 轻工业环境保护研究所 北京 100089)

摘要:煤矸石山进行覆土是植被修复的关键一步,而覆土又会对其基质中的营养元素产生一定的影响,同时,由于煤矸石山不同坡面上水分、温度等环境因子不同造成土壤营养元素含量也不同,影响了植物的生长。本文研究不同的覆土比例对煤矸石基质中各营养元素含量的影响,并选取了山西省阳泉市 280 煤矸石山阳坡、半阳坡、阴坡、半阴坡和平台共 5 种坡面,研究其下土壤中营养元素的差异。研究表明:黄土的加入降低了煤矸石渣土中有机质、全氮、全磷、全钾的含量,且二者呈线性相关,在 5 种坡面中,全氮含量与有机质含量的大小顺序为:半阳坡 > 阴坡 > 阳坡 > 半阴坡 > 平台,有效磷和速效钾的含量大小顺序为半阳坡 > 平台 > 阴坡 > 阳坡 > 半阴坡,为进一步的植被恢复提供了基础。

关键词:煤矸石山;营养元素;不同坡面

中图分类号: S156

文献标识码: A

Analysis of Nutrient Element of Surface Soil on Coal Gangue Slope

ZHANG Jing-wen¹, ZHANG Hong-jiang¹,

ZHANG Cheng-liang², ZHAO Ting-ning¹, SONG Nan¹

(1. College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083;

2. Environmental Protection Research Institute of Light Industry, Beijing 100089, China)

Abstract: Covering soil is crucial procedure for the coal gangue mountain repairing, which influences the soil nutrition element of gangue mountain. Besides, the environmental factors such as moisture content and temperature vary from different slope of gangue mountain, which lead the difference of nutrient element content and influences plant growing. In this paper, the effect of different proportion of covering soil on nutrient elements in coal gangue was studied. 5 slopes surface of sunny, semi-sunny, shady, semi-shady and platforms on 280 gangue mountains in the Yangquan City of Shanxi Province were selected the nutrient elements in different soil condition studied. Results showed that the content of organic matter, total nitrogen, total phosphorus and total potash were reduced by adding of loess, and there was a linear correlation. In addition, among the five kinds of slop, total nitrogen content and organic matter content were for this order: semi-sunny > shady > sunny > semi-shady > platforms, and the content of rapidly-available phosphorus and available potash were for this order: semi-sunny > platforms > shady > sunny > semi-shady. The research lays a theoretical base for the future vegetation restoration.

Keywords: Coal gangue mountain; Nutrient element; Different slope

收稿日期:2012-11-22

基金项目:国家林业公益性行业科研专项项目(200904030)

作者简介:张静雯(1987-),女,在读硕士,主要研究方向:水土保持与矿区植被恢复。

通讯作者:张洪江,男,教授,博士生导师,

E-mail: zhanghj@bjfu.edu.cn

煤矸石作为在煤炭采掘和洗选过程中产生的主要固体污染物之一,平均约占开采量的 20%。在国外矿区复垦利用的研究开展很早^[1-3],利用较高,但在我国煤矸石的综合利用率只有 30%~40%^[4-5]。煤矸石多数就近堆放,形成大小不一、占

压土地、破坏景观的煤矸石山,因此煤矸石山作为一种矿区最难利用、危害最严重的类型,它的修复一直受到特别关注^[6]。对煤矸石山进行修复的根本途径就是在煤矸石山上进行植被恢复、建立稳定的人工植物群落^[7],而煤矸石土壤内的营养元素的多少直接影响了植被的生长状况,关系到了治理煤矸石山的效果。

基于此,本文研究了对煤矸石山覆土后,黄土对煤矸石基质中主要营养元素含量的影响,进一步对不同坡面选取适宜的覆土比例,同时研究了煤矸石山阳坡、阴坡、半阳坡、半阴坡以及平台等5种不同的坡面,测量了其下土壤中有有机质、全氮、速效磷、速效钾等主要营养元素的含量并进行了比较和分析,为煤矸石山的植被恢复提供技术支撑。

1 研究区域概况

研究的阳泉 280 煤矸石山位于山西省阳泉市,地理坐标为东经 $112^{\circ}54' \sim 114^{\circ}04'$,北纬 $37^{\circ}4' \sim 38^{\circ}31'$,地处黄土高原东缘,属暖温带大陆性季风气候区,四季分明,多年平均气温 11.3°C ,全年日照时数为 $2\,696.3 \sim 2\,886.3\text{ h}$ 。年均风速 2 m/s ,全年以西、北偏西风为主。阳泉区年平均降水量为 576 mm ,主要集中在 7、8 月份。

280 煤矸石山由三矿开采时产生的煤矸石堆积而成,为小型煤矸石山,总面积 3.8 hm^2 ,其中平台面积 0.84 hm^2 ,斜坡面积 2.96 hm^2 。280 煤矸石山长期堆放,经过自燃、风化等作用具有较高的酸性和盐性,且土壤中缺乏养分,尤其缺少植物生长所必需的 N、P、K 等营养元素,经过调查,在对 280 煤矸石山进行植被恢复的过程中主要选择具有较强耐高温、耐盐碱、耐旱性能好的植物,包括:紫穗槐、高羊茅、沙打旺、狗尾草、刺槐、柠条等。

2 研究内容及方法

2.1 取样

黄土对煤矸石渣土营养元素营养试验:随机选取 5 个点,取表层渣土($0 \sim 300\text{ cm}$)均匀混合,取周边农田内黄土,与煤矸石渣土混合,配比比例分别为:煤矸石/总土质量比为 100% 、 90% 、 80% 、 70% 、 60% 、 50% 、 40% 、 30% 、 20% 、 10% 、 0% ,每种比例取 1 kg 左右带回室内,测量其营养元素含量。

以山西阳泉矿区二矿、三矿 280 煤矸石山的土壤为研究对象,对于煤矸石山 5 种不同坡面:按

照“S”形布点取样,每 667 m^2 7 个点,在每个点剥离表层杂物,取表层 0 cm 到地下 30 cm 处的土样进行混合,最后将 7 个点的土样混合均匀,取 1 kg 左右带回室内,测量其营养元素含量。

2.2 室内测定

室内测定指标主要为土壤的有机质含量、全氮含量、速效磷含量和速效钾含量。其中:有机质含量测定采用油浴-重铬酸钾容量法,全氮测定采用凯氏定氮法,速效磷测定采用碳酸氢钠法,速效钾含量采用火焰光度计法。每种指标测量 3 组,计算其平均值。

2.3 数据处理

运用 excel、sigmaplot 软件对实验数据加以制图分析。

3 结果与分析

3.1 黄土对煤矸石渣土营养元素影响结果比较

从图 1 中可以看出,将煤矸石渣土与黄土按照不同比例混合后,混合土壤的有机质含量、全钾、全氮以及全磷含量都随着煤矸石加入量的增加而增大,呈显著的正相关关系。

煤矸石是煤炭开采和加工过程中的主要固体废弃物,因此在煤矸石中含有大量的含碳、钾以及氮元素的矿物成分,在煤矸石长期堆积的过程中,经过长期的氧化,降雨的洗刷以及植物、微生物对各种矿物的分解和溶解作用,使难溶于水的矿物质变为了较易被植物吸收的有机质、全钾、氮、磷等营养元素,增加了其在煤矸石渣土中的含量,而周边黄土中有机质、全钾、全氮、全磷含量较少,因此将黄土与煤矸石混合后,混入黄土量越多,混合土壤中有有机质、全氮、全钾、全磷的含量越小,用多项式方程进行拟合,二者呈显著的线性相关关系。

试验可知,对于混合土壤的全钾含量来说,当煤矸石含量达到 80% (黄土含量 20%)时,混合土壤的全钾含量与纯煤矸石中的全钾含量基本相同,当煤矸石含量达到 30% (黄土含量 70%)时,混合土壤的全钾含量与纯黄土中的全钾含量基本相同;对于混合土壤的有机质含量:当煤矸石含量达到 80% (黄土含量 20%)时,混合土壤的有机质含量与纯煤矸石中的有机质含量基本相同,当煤矸石含量达到 40% (黄土含量 60%)时,混合土壤的有机质含量与纯黄土中的有机质含量基本相同;对于混合土壤的全氮含量而言,加入 10% 黄土后,混合土壤的全氮含量减少较快,当煤矸石含量达到 10% (黄土含量 90%)时,混合土壤的全氮含

量与纯黄土中的全氮含量基本相同。对于混合土壤的全磷含量,当煤矸石含量达到 90%(黄土含量 10%)时,混合土壤的全磷含量与纯煤矸石中的全

磷含量基本相同,当煤矸石含量达到 10%(黄土含量 90%)时,混合土壤的全磷含量与纯黄土中的全磷含量基本相同。

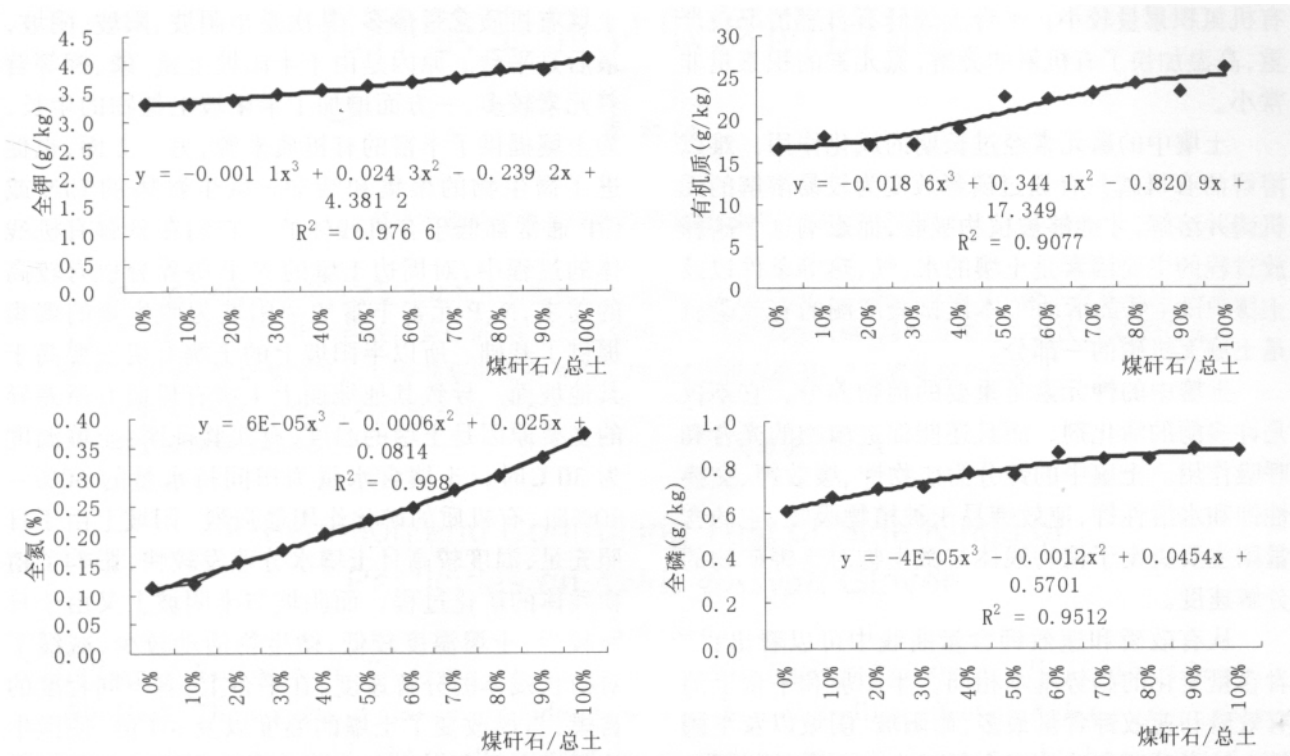


图 1 黄土加入量与煤矸石渣土各营养元素含量的关系

3.2 不同坡面土壤营养元素的比较

从图 2 中可以看出,随着 280 煤矸石山植被

恢复的进行,土壤内各种营养元素随坡面变化较为显著。

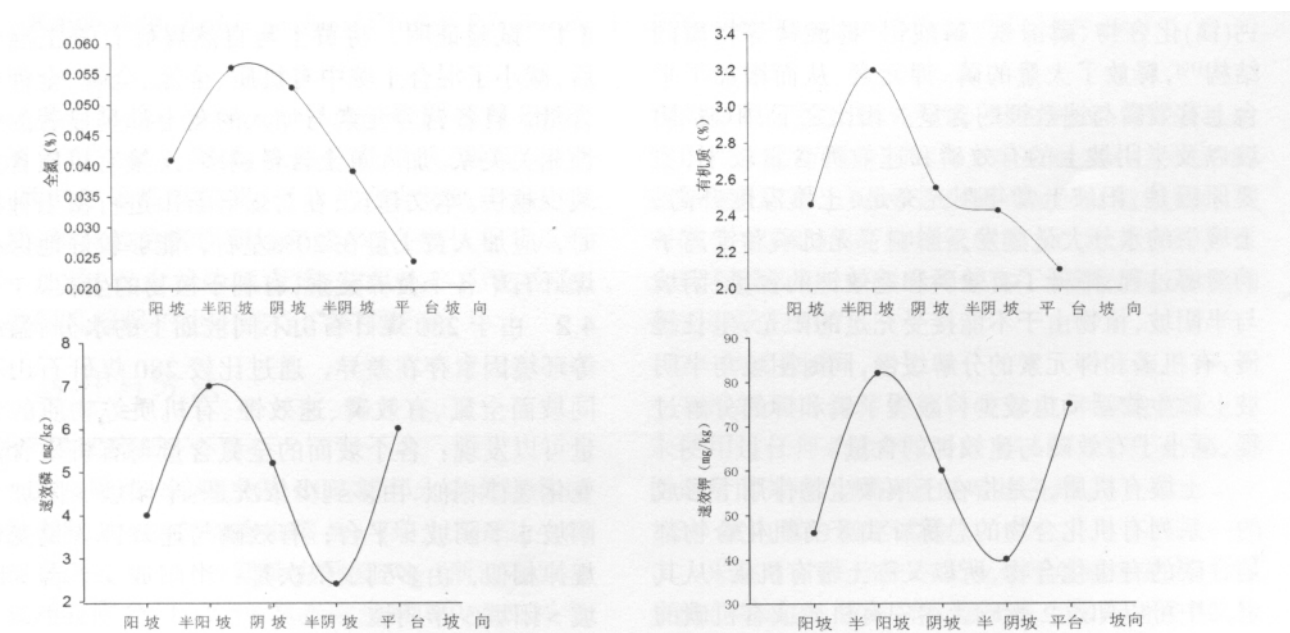


图 2 280 煤矸石山不同坡面营养元素对比

土壤中的有机氮主要来源于成土过程以及生物的积累。已有研究表明气候和植物是影响土壤有机氮积累和分解的重要因素^[8]。280 煤矸石山上,半阳

坡的土壤全氮含量最大,其次是阴坡、阳坡、半阴坡,平台全氮含量最少。在阳光相对充足的阳坡和半阳坡,植物生长迅速,积累的氮素含量较多,但

是高温加快植物生长的同时也加速了氮元素的分解过程,因此,阳坡上的氮元素含量小于半阳坡。在半阴坡上的植物很少接受阳光,植物较难生长,有机氮积累量较小;平台上煤矸石自燃情况较严重,高温加快了有机氮的分解,氮元素的积累量非常小。

土壤中的磷元素经过长期的风化作用,难以溶解的有机磷只有通过磷释放变为较易溶解的无机磷并溶解,才能够被植物吸收,而影响这个磷释放过程的主要因素是土壤的水、气、热等条件以及土壤中微生物的活动^[9],本次试验所测的有效磷就是土壤无机磷的一部分。

土壤中的钾元素是重要的植物养分,它不仅是许多酶的活化剂,而且还能促进植物的光合和呼吸作用。土壤中的钾分为矿物钾、缓效钾、交换性钾和水溶性钾,速效钾易于被植物吸收,它的含量则主要决定于植物残体与微生物对含钾矿物的分解速度。

从有效磷和速效钾含量曲线中可以看出:二者含量变化的趋势基本相同,半阳坡和平台上的有效磷和速效钾含量最多,而阳坡、阴坡以及半阴坡上的有效磷和速效钾含量较小。主要的原因是:由于在半阳坡上阳光充足,植物生长迅速,微生物活动较为频繁,增加了有机磷酸盐和矿物钾的分解;而在平台上,由于自燃,破坏了煤矸石中磷酸钙(镁)化合物、磷酸铁、磷酸铝、硅酸盐等物质的结构^[10],释放了大量的磷、钾元素,从而增加了平台有效磷与速效钾的含量。相比之下,阳坡、阴坡以及半阴坡上的有效磷和速效钾含量较小,主要原因是:阳坡上常年阳光充足,土壤温度升高,土壤中的水分大量蒸发,影响了无机磷和钾离子的溶解过程,降低了有效磷和速效钾的含量;阴坡与半阴坡,植物由于不能接受充足的阳光,生长缓慢,有机磷和钾元素的分解缓慢,同时阴坡与半阴坡上微生物活动也较少,减缓了磷和钾的分解过程,减小了有效磷与速效钾的含量。

土壤有机质,是指在土壤微生物作用下形成的一系列有机化合物的总称,由于有机化合物都是含碳的有机化合物,所以又称土壤有机碳。从其定义中可以知道,影响土壤中有机质或有机碳的主要决定因素是进入土壤的含碳有机物质的多少与土壤微生物对土壤作用力的大小,因此所有能够影响植被生长和微生物活动的因子诸如:水分、温度、母质、地形等都可以影响土壤有机质的含量。而且,在降雨量大、植物生长量大、温度低、且

低洼排水不良等条件下,土壤有机质易于积累、含量较高。

从图2中可以看出,280煤矸石山半阳坡上土壤有机质含量最多,其次是半阴坡、阳坡、阴坡,最后是平台。原因是由于半阳坡上氮、磷、钾等营养元素较多,一方面增加了半阳坡上植物的生长,为土壤提供了丰富的有机质来源,另一方面,也促进了微生物的聚集和活动—微生物体的C/N或C/P通常都低于有机残体的,它们在分解有机残体的过程中,对周边土壤的N、P等养分也有较高的需求,N、P元素丰富的半阳坡为微生物的聚集提供了基础。所以半阳坡上的土壤有机质要高于其他坡面。导致其他坡面上土壤有机质有所差异的主要原因是土壤的温度,有实验证明:土壤温度为30℃时,土壤含水量为田间持水量的60%~80%时,有机质的矿化作用最强烈。阳坡上由于日照充足,温度较高且土壤水分蒸发较快,影响了植物残体的矿化过程,而阴坡与半阴坡上又由于日照较少,土壤温度较低,微生物活动较少,减缓了对植物残体的分解速度。在平台上,有不同程度的自燃,自燃改变了土壤的温度以及pH值,使微生物很难在平台上生存,因此平台土壤的有机质含量最低。

4 结 论

4.1 试验证明,将黄土与自然煤矸石渣土混合后,减小了混合土壤中有机质、全氮、全磷、全钾的含量,且各营养元素与加入的黄土都呈显著的线性相关关系。加入黄土含量越多,土壤有机质含量减少越快。本文建议,在对煤矸石山进行覆土种植时,应加入黄土量在20%左右,能够较好地保存煤矸石中各个营养元素,有利于植物的生长。

4.2 由于280煤矸石山不同坡面上的水分、温度等环境因素存在差异,通过比较280煤矸石山不同坡面全氮、有效磷、速效钾、有机质等物质的含量可以发现:各个坡面的全氮含量与有机质含量变化规律相似,由多到少依次是:半阳坡>阴坡>阳坡>半阴坡>平台;有效磷与速效钾含量变化规律相似,由多到少依次是:半阳坡>平台>阴坡>阳坡>半阴坡。

参考文献:

- [1] 张光灿.煤矸石山生态重建模式及其效益研究[D].中国矿业大学,2002.
- [2] 青方.国外煤矸石处理及其经济效益[J].河北煤炭,1990(4):53-55.

落叶 ,集中烧毁或深埋。

4.5.2 刮除病斑

3 月中下旬 ,结合苹果腐烂病的防治 ,对主干和大主枝进行刮皮处理 ,刮除主干主枝上的皮和病瘤 ,刮后涂药 ,病皮集中烧毁。

4.5.3 药剂治疗

(1)喷药时期 :果树各个生长时期都要进行喷药保护 ,预防发病。需特别强调的是即使全套袋果园 ,果实套袋后也不能放松对轮纹病的防治 ,以减少菌源积累 ,压低菌源基数。萌芽前全树喷波美 5 度石硫合剂 ,套袋前喷 70%甲基托布津可湿性粉剂 800 倍液 ,套袋后以喷耐雨水冲刷的波尔多液为好。因降雨对轮纹病孢子释放有重要影响 ,因此 ,特别注意 6~8 月份生长季节的雨前喷药保护 ,减少轮纹病孢子的释放。下雨后应及时补喷药剂 ,做到雨大多喷 ,雨小少喷 ,雨后必喷。

(2)选择合适的铲除剂 :枝干轮纹病病斑组织坚硬 ,一般杀菌剂很难有效 ,选择合适的药剂是化学防治的关键。目前生产中防治苹果枝干轮纹病应用较多的药剂是石硫合剂、948 康复剂等 ,但效果不尽理想。近年来辽宁果树所开展了防治枝干轮纹病药剂筛选研究^[11] ,结果表明 ,5 波美度石硫合剂:硅石粉剂 = 100:4 或 100:5 于每年 3 月下旬

和 10 下旬在苹果枝干患病处喷施或涂施效果显著 ,目前已在辽宁、河北、河南、山东等苹果主产省累计示范推广 1.5 万 hm² ,对发展绿色果品生产起到了积极作用 ,取得了显著的经济生态和社会效益 ,适合在更大范围推广应用。

参考文献 :

[1] 曹克强 ,王春珠 ,耿 硕 . 我国苹果主要病虫害及其防治策略[J] . 河北农业科学 ,2010 ,14(8) :72-74 ,81 .
[2] 冯明祥 . 苹果病虫害防治[M] . 北京 :金盾出版社 ,1998 .
[3] 阎振立 ,张全军 ,张顺妮 ,等 . 苹果品种对轮纹病抗性的鉴定[J] . 果树学报 ,2005 ,22(6) :654-657 .
[4] 国立耘 ,李金云 ,李保华 ,等 . 中国苹果枝干轮纹病发生和防治情况[J] . 植物保护 ,2009 ,35(4) :120-123 .
[5] 王 晔 ,胡同乐 ,曹克强 . 生长季苹果枝干轮纹病病菌分生孢子释放的决定性因素[J] . 安徽农业科学 ,2010 ,38(27) :15002-15004 .
[6] 高艳敏 ,沈永波 ,张恩尧 ,等 . 苹果轮纹病发生规律及条件的研究[J] . 安徽农业科学 ,2007 ,35(3) :751-754 .
[7] 梁魁景 ,王树桐 ,胡同乐 ,等 . 河北省苹果主要病虫害发生现状调查[J] . 植物保护 ,2010 ,36(5) :123-127 .
[8] 武雅娟 ,周宝琴 ,叶春祥 . 富士苹果枝干轮纹病发生原因分析与综合防治[J] . 中国果树 ,2008(3) :64-66 .
[9] 张新志 . 红富士苹果轮纹病发生趋重的原因及对策[J] . 山西果树 ,2009(1) :35 .
[10] 宋来庆 ,赵玲玲 ,于 青 ,等 . 高抗苹果轮纹病苗木繁育技术[J] . 烟台果树 ,2010(2) :37-38 .
[11] 高艳敏 ,李广旭 ,沈永波 ,等 . 苹果轮纹病药剂筛选与药剂配方[J] . 果树学报 ,2006 ,23(3) :401-405 .

(上接第 56 页)

参考文献 :

[1] 王 成 ,刘忠义 ,陈于陇 ,等 . 生物柴油制备技术研究进展[J] . 广东农业科学 ,2012(1) :107-112 .
[2] 刘 伟 ,冷廷瑞 ,张云万 ,等 . 蓖麻枯萎病药剂防治的初步研究[J] . 吉林农业科学 ,2012 ,37(3) :25-27 .

[3] 杨恒山 ,谷永丽 ,张瑞富 ,等 . 不同磷肥用量对绿芦笋产量及营养品质的影响[J] . 土壤通报 ,2011 ,42(2) :426-430 .
[4] 周丽娟 ,牟金明 ,郑永照 ,等 . 磷肥对蓖麻不同生育期光合特性的影响[J] . 中国油料作物学报 ,2010 ,32(3) :408-412 .
[5] 田福东 ,李金芹 ,张春华 ,等 . 密度和肥料对蓖麻光合性能及产量的影响[J] . 吉林农业科学 ,2000 ,25(1) :29-31 .

(上接第 60 页)

[3] 胡振琪 ,李鹏波 ,张光灿 . 煤矸石山复垦[M] . 北京 :煤炭工业出版社 ,2006 .
[4] 高荣久 ,胡振琪 . 煤矿区固体废弃物 - 煤矸石的最佳利用途径[J] . 辽宁工程技术大学学报 ,2002 ,21(6) :824-826 .
[5] 李鹏波 . 煤矸石山景观重建及景观评价研究 [D] . 中国矿业大学 ,2006 .
[6] 彭红云 ,杨肖娥 . 矿产与粮食符合主产区土壤污染的生物修

复与生态重建对策[J] . 科技导报 ,2006 ,213(24) :25-28 .
[7] 张振文 ,宋 志 ,李阿红 . 煤矿矸石山自然机理及影响因素分析[J] . 黑龙江科技学院学报 ,2001 ,11(2) :12-14 .
[8] 于天仁 ,王振权 . 土壤分析化学 [M] . 北京 :科学出版社 ,1988 .
[9] 刘克峰 . 土壤、植物营养与施肥 [M] . 北京 :气象出版社 ,2006 .
[10] 吕贻忠 ,李保国 . 土壤学[M] . 北京 :中国农业出版社 ,2006 .