

DOI:10.19948/j.12-1471/P.2023.04.07

利用固废改良贫瘠黄土的地球化学工程盆栽试验

靳职斌, 闫彤彤, 张双奎, 康云鹏, 谢国梁
(山西省地球物理化学勘查院有限公司, 运城 山西 044000)

摘 要:黄土高原以马兰组为主体的风积黄土矿物组分单一, 以石英和长石为主, 缺乏蓄水性矿物和释放养分的暗色矿物, 使土壤失去了肥力基础。这种先天性的缺陷是造成黄土地贫瘠的地质根源, 也是自然状态的黄土地貌区不能支撑高密度植被和高大乔木类植物生长, 最终造成黄土高原水土流失严重的根本原因。本文利用建筑垃圾、煤矸石、铝矿渣、铜尾矿等固废富含Cu、Zn、Fe、Mn、Mo、B、Mg、S等元素的地球化学特征及含有丰富云母、角闪石、辉石、蛭石等矿物的特点, 制作成固废粉与风积黄土配比成人工土壤进行了盆栽试验, 分析了固废粉在提高黄土养分和保水抗旱功能方面的能力。按照[原黄土]/[固废粉]=0/10; 1/9; 3/7; 5/5; 8/2; 10/0的六组不同比例分别对小麦和白菜进行盆栽试验, 结果表明黄土中加入固废粉后对提高植物生长能力、抗旱能力有明显作用, [原黄土]/[固废粉]=8/2为最优比例。

关键词: 固废; 贫瘠黄土; 地球化学工程; 盆栽试验

中图分类号: P595; S153.6

文献标识码: A

文章编号: 2097-0188(2023)04-0055-06

当前, 大量工业矿渣、建筑垃圾、城市垃圾等固废堆放造成很大环境压力^[1-2], 这些固废既含一些有毒有害成分, 也不乏含有各种营养矿物质成分^[3]。国内外有很多利用固废制作人造土壤的尝试^[4-6], 但是这种人造土的土壤属性较差, 土壤熟化周期较长, 制约了推广利用^[7]。

黄土高原大面积分布风积黄土^[8], 这类黄土成因特殊, 受长途风选作用, 导致矿物成分十分单一, 最终以耐风化的石英颗粒为主, 其它矿物成分严重缺乏, 直接导致各种营养成分含量较低, 且保水性差, 成为天然贫瘠土壤^[9]。具体表现为土壤中不耐风化的保水性矿物如高岭石、伊利石、蒙脱石、蛭石、角闪石、黑云母等在风积黄土-马兰黄土中大量消失。同时造成与这些矿物密切相关的营养元素如硫、铜、锌、铁、锰、硼、钼等的系统性缺乏, 因此从根本上限制了植物生长, 是导致水土流失的根本原因之一^[10-11]。

如果将固废矿物组分及化学元素与贫瘠黄土结合在一起, 利用固废中的某些保水矿物和营养元素, 弥补黄土先天性营养不足, 同时利用黄土的土壤属性, 缩短固废熟化过程, 二者优势互补, 共同提高植

物生长能力, 既消化了固废、减轻了环境危害, 又提高了风积黄土的土壤肥力, 提高植被生长能力, 为治理黄土高原水土流失探寻新的途径。

虽然工矿业固废中含有大保水矿物和营养元素, 但有些矿物质元素是具有危害性的重金属元素等, 这就需要利用地球化学工程方法合理调配, 既能利用固废中有用的组分提高土壤肥力, 又不造成对土壤的重金属污染, 从而最终实现既改良土壤, 又不污染环境的目的。

“地球化学工程”由上世纪80年代Schuiling^[12]教授提出, 这一概念在我国使用的还不多。本次试验属于环境治理工程, 同时基于地球化学的理论依据和基本方法, 因此引用了地球化学工程概念^[13-14]开展本次地球化学工程盆栽试验, 试验具体目标: (1) 验证利用固废所含矿物质养分可提高贫瘠黄土的肥力和保水性; (2) 确定工业矿渣、建筑垃圾、贫瘠黄土三者的合理配制比例。

1 研究方法

本次试验选取铜矿尾矿、煤矸石、建筑垃圾等固

收稿日期: 2022-04-29

资助项目: 山西省地质勘查局2020科技创新项目“利用工业及生活固废开发人工土壤的地球化学工程试验”(晋地矿发[2020]25号)

作者简介: 靳职斌(1964-), 男, 正高级工程师, 本科, 毕业于中国地质大学, 现主要从事地球化学研究工作, E-mail: 1178613883@qq.com。

废混合粉末,按照一定配比混入风积黄土中,以增加黄土中保水矿物和营养元素,制成改造型人工土壤。

配制原则:根据固废及黄土的地球化学特征,控制人工土壤的毒性元素不超标,营养元素基本达标。基于此原则,对[黄土]/[固废粉]分别按照0/10;1/9;3/7;5/5;8/2;10/0等6个级次配比配制,并统一加入等量有机肥。

盆栽试验方法:在6组人工土壤中种植小麦和白菜,通过测量小麦苗和白菜苗的出苗率、生长高度、枯叶率、植物干重等指标进行对比。

1.1 人工土壤配制方法

1.1.1 固废粉制作

固废试验样品采自运城地区夏县—平陆一带八处有代表性的建筑垃圾场、铝土矿采掘场、煤矿、铜矿尾矿库。建筑垃圾取61件、煤矸石取23件、铝土矿渣取17件、铜尾矿取10件,共计111件。每件样品30 kg,在各场地均匀采集组成。

建筑垃圾主要成分为:砖块50%~60%;水泥块15%~30%;各种残渣粉末5%~10%;主要矿物成分为石英、长石、白云母、方解石、高岭石。

煤矸石主要成分为:灰黑色泥灰页岩夹砂岩,碳质15%~20%;泥砂类60%~70%;其它矿物质5%~10%。主要矿物成分为泥质方解石、伊利石、高岭石、长石、石英。

铝土矿渣主要成分:泥页岩40%~50%;铝土岩10%~15%,砂岩类20%~30%;其它5%~10%。主要矿物成分为高岭石、伊利石、白云母、方解石及少量石英。

铜尾矿主要成分:放大镜下可观察到长石、石英、白云母类50%~60%;辉石、角闪石、黑云母等暗色矿物20%~30%;其它矿物质10%~20%。

从各固废样品中均匀分取5 kg,先用大铁锤敲碎至小块,后送至山西省地球物理化学勘查院实验室车间细碎,统一过20目样品筛至土壤粒级后装袋作为备用原料。

1.1.2 黄土采集与加工

风积黄土取自夏县尚家坪村东部一带原生厚层马兰黄土(Q^{2col}),为一套浅黄色亚砂土(图1)。根据山西省夏县1/5万地球化学土地质量评估调查成果^①,这一带土壤中有关营养元素如Cu、Zn、B、Fe、Mn、Mo等为低含量,有明显贫瘠特征。在此区采集

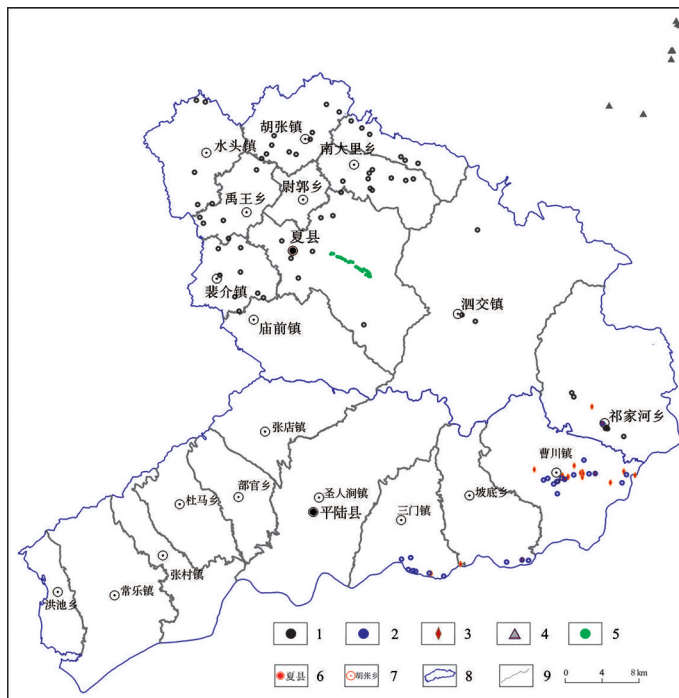


图1 采样点位图

Fig.1 The map of sampling points

1. 建筑垃圾;2. 煤矸石;3. 铝矿渣;4. 铜尾矿;
5. 贫瘠黄土;6. 县;7. 乡镇;8. 县界;9. 乡界

风成黄土样品30件,每件样品为40 kg,晾干后过20目筛,装袋作为备用原料。

1.1.3 人工土壤配制

为准确配比人工土壤,对以上风积黄土、建筑垃圾粉、煤矸石粉、铝土矿渣粉、铜尾矿粉中有关元素含量作检测,从加工过筛后样品中各取100 g样品送至山西省地球物理化学勘查院实验室检测,分析项目为:N、P、K₂O、CaO、MgO、S、TFe(全铁)、Mn、Cu、Zn、Mo、B、Cr、Cd、Pb、As、Hg等,分析结果见表1、表2。

根据全国第二次土壤普查养分等级划分标准^[5],土壤养分N、P、K、Ca、Mg、S、Fe、Mn、Cu、Zn、Mo、B等含量共分为缺乏、较缺乏、中等、较丰富、丰富五个等级。本次以中等等级的下限值作为标准来衡量各原料养分缺乏与否的分界线(表3)。各原料养分含量与下限值相比结果见表3。

由表3可知,黄土中除钙以外,其它大多数养分含量临近或低于下限值,其中氮、硫、铁为明显缺乏态。固废中养分元素变化很大,如氮、硫、钼在煤矸石中较富;磷、硫、钼、铜在铝土矿渣中偏高;钾、镁、硫、铁、锰、铜、硼、钼在铜矿中含量很高;建筑垃圾中除氮、铁外,其它元素含量均高于黄土。由此可见,通过在黄土中加入固废粉,可提高黄土养分元素含量。

表1 各原料中营养元素含量平均值
Table 1 The average of nutrient elements in the raw materials

原料种类	样品数	$\omega(B)/(\%)$						$\omega(B)/(\times 10^{-6})$					
		N	P	K ₂ O	CaO	MgO	S	TFe	Mn	Cu	Zn	B	Mo
建筑垃圾	61个	0.05	0.060 9	1.72	7.82	1.8	0.04	3.5	656.19	26.63	96.15	72.73	1.56
铝矿渣	17个	0.09	0.072 5	1.28	1.56	0.37	1.54	3.89	226.97	31.61	33.14	70.52	2.12
煤矸石	23个	0.2	0.035 1	1.1	2.55	0.6	1.64	3.01	195.33	31.21	47.18	72.55	3.35
铜尾矿	10个	0.03	0.022 6	2.52	2.93	2.63	0.11	5.63	1 105.33	1 595.34	49.39	106.75	16.03
黄土	30个	0.07	0.058 2	1.99	7.4	1.3	0.01	3.25	595.06	24.87	67.73	64.26	0.7

表2 各原料中重金属元素含量平均值 (单位: $\times 10^{-6}$)
Table 2 The average of heavy metal elements in the raw materials

原料种类	样品数/个	Cr	Cd	As	Hg	Pb
建筑垃圾	61	87.84	0.15	7.24	0.026 0	23.34
铝矿渣	17	138.76	0.29	6.33	0.029 6	51.77
煤矸石	23	128.08	0.23	8.96	0.039 5	47.73
铜尾矿	10	94.78	0.14	5.14	0.024 5	12.81
黄土	30	68.03	0.13	11.22	0.037 8	20.36

表3 各原料与土壤养分中等下限值比值
Table 3 The ratio of the raw materials to the low limit of soil nutrients

	N	P	K ₂ O	CaO	MgO	S	TFe	Mn	Cu	Zn	B	Mo
中等级下限值	0.1	0.060	1.5	1.16	1.20	0.0219	4.15	500	21	62	45	0.55
建筑垃圾/下限值	0.50	1.01	1.15	6.74	1.50	1.83	0.84	1.31	1.27	1.55	1.62	2.84
铝矿渣/下限值	0.90	1.21	0.85	1.34	0.31	70.32	0.94	0.45	1.51	0.53	1.57	3.85
煤矸石/下限值	2.00	0.59	0.73	2.20	0.50	74.89	0.73	0.39	1.49	0.76	1.61	6.09
铜尾矿/下限值	0.30	0.38	1.68	2.53	2.19	5.02	1.36	2.21	75.97	0.80	2.37	29.15
黄土/下限值	0.70	0.97	1.33	6.38	1.08	0.46	0.78	1.19	1.18	1.09	1.43	1.27
下限值/下限值	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

注:N、P、K、CaO、MgO、S、TFe单位为 $\times 10^{-2}$, Mn、Cu、Zn、B、Mo为 $\times 10^{-6}$ 。

根据我国农用地土壤污染风险管控标准(GB 1568-2018)^②,重金属元素含量分为安全、轻度污染、污染三等。以轻度污染的临界值衡量各类原料的安全性,可见各重金属元素含量均未超标(表4)。

根据以上检测结果,为抑制固废粉中某些元素含量过高,按照以下比例配制混合固废粉:

[固废粉]中建筑垃圾/煤矸石/铝矿渣/铜尾矿=5/2/2/1。进一步将其与黄土按照[黄土]/[固废粉]=0/10;

表4 原料与土壤污染临界值比值
Table 4 The ratio of the raw materials to the critical-value of contaminated soil

	Cr	Cd	As	Hg	Pb
重金属元素临界值(10^{-6})	150	0.3	20	0.3	250
建筑垃圾/临界值	0.59	0.50	0.36	0.09	0.09
铝矿渣/临界值	0.93	0.97	0.32	0.10	0.21
煤矸石/临界值	0.85	0.77	0.45	0.13	0.19
铜尾矿/临界值	0.63	0.47	0.26	0.08	0.05
黄土/临界值	0.45	0.43	0.56	0.13	0.08
临界值/临界值	1	1	1	1	1

1/9;3/7;5/5;8/2;10/0的比例配制成6组人工土,每组重复10盆,每盆[固废粉]+[黄土]总重量为15 kg,另外每盆统一加入秸秆沤肥0.5 kg(表5)。

据此计算出各组人工土中养分含量Tm,并与养分中等下限值相比(表6)。可看出人工土壤中养分含量已临近或高于中等养分下限值,从理论上可供植物正常生长。

$$Tm=(0.5J_i+0.2M_i+0.2L_i+0.1T_i)(1-n)+(H_i)n$$

表5 人工土配制比例与分组
Table 5 The mix proportion and grouping of artificial soil

试验分组	配制比例		实际重量/kg		
	黄土/固废粉	原黄土	固废粉	有机质	盆土总量
第一组	0/10	0	15	0.5	15.5
第二组	1/9	1.5	13.25	0.5	15.5
第三组	3/7	4.5	10.5	0.5	15.5
第四组	5/5	7.5	7.5	0.5	15.5
第五组	8/2	12	3	0.5	15.5
第六组	10/0	15	0	0.5	15.5

①靳职斌,山西省平陆县、夏县1/5万地球化学土地质量评估,山西省地球物理化学勘查院,2021。

②土壤环境质量 农用地污染风险管控标准(试行)(GB 15618-2018代替GB15618-1995)。

表6 各组人工土与土壤养分中等下限值比值
Table 6 The ratio of these artificial soil to the low limit of soil nutrients

各组/下限	N	P	K ₂ O	CaO	MgO	S	TFe	Mn	Cu	Zn	B	Mo
第一组/下限	0.88	0.90	1.06	4.33	1.13	30.43	0.89	1.05	8.83	1.11	1.68	6.32
第二组/下限	0.86	0.91	1.08	4.54	1.13	27.43	0.88	1.06	8.06	1.11	1.66	5.82
第三组/下限	0.82	0.92	1.14	4.95	1.12	21.45	0.86	1.09	6.54	1.11	1.61	4.81
第四组/下限	0.85	0.91	1.10	4.64	1.13	25.94	0.87	1.07	7.68	1.11	1.64	5.56
第五组/下限	0.73	0.96	1.27	5.97	1.10	6.49	0.81	1.16	2.71	1.10	1.48	2.28
第六组/下限	0.69	0.97	1.32	6.38	1.09	0.50	0.78	1.19	1.18	1.09	1.43	1.28
下限/下限	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

式中, H_i 、 J_i 、 M_i 、 L_i 、 T_i 分别代表原黄土、建筑垃圾、煤矸石、铝矿渣、铜尾矿中某种元素(i)的平均含量,0.5、0.2、0.2、0.1为其混合比例。 n 为原黄土与固废粉分组混合配比系数,分别取值0、0.1、0.3、0.5、0.8、1。

1.2 盆栽实验

盆栽试验场地位于夏县大侯乡朱吕村封闭恒温蔬菜大棚内,四季温度保持在20℃以上。盆栽用具为口径12 cm、高度13 cm的树脂加仑盆,内装人工土壤15.5 kg,统一浇水熟化两个月,期间测得各盆土壤pH值在7.0~7.5之间,没有明显变化。于2021年3月播入小麦和白菜种子。每组前5盆中每盆均距布种30粒小麦,后5盆中每盆均匀撒入20粒白菜种。此后每隔7天—15天观察、浇水、记录一次,共9次。通过测量株苗的生长力、耐旱力、生长量、吸收量等指标评估各盆组人工土壤的配制效果。

2 试验结果与讨论

小麦和白菜在生长力、耐旱力、生长量、吸收量等指标结果基本一致,下面以小麦苗生长情况为例说明。

2.1 小麦苗试验结果

2.1.1 小麦苗生长力

生长力通过监测出苗率、苗最低、苗最高、苗均高等数据来评估,其中,出苗率=该组五盆出苗总数/五盆种子总粒数(150粒)。以第8次观测结果为代表,出苗率、苗最高均值、最低均值、总平均值从第一组到第六组总体为升高趋势。在第五组苗高的各项指标都出现了顶峰拐点,说明当原黄土/固废粉为8/2时,小麦苗生长力最强(表7、图2)。

2.1.2 小麦苗耐旱力

耐旱力以枯叶率作为评价指标,在第4次观测和浇水后,延长浇水周期,促使部分苗叶发生枯萎,观测记录各组麦苗的总叶数与枯叶数,计算枯叶率。

枯叶率=各盆麦苗总枯叶数/各盆麦苗总叶数

表7 小麦出苗率与株高均值统计表

Table 7 The statistical table of the rate of wheat emergence and the average of plant height

监测指标	第一组	第二组	第三组	第四组	第五组	第六组
出苗率/%	51	75	75	77	73	82
最低均值/cm	25.86	22.26	29.14	28.26	37.98	35.08
最高均值/cm	47.46	49.14	52.06	52.56	56.10	54.34
苗高均值/cm	38.20	39.50	44.62	45.06	48.74	47.42

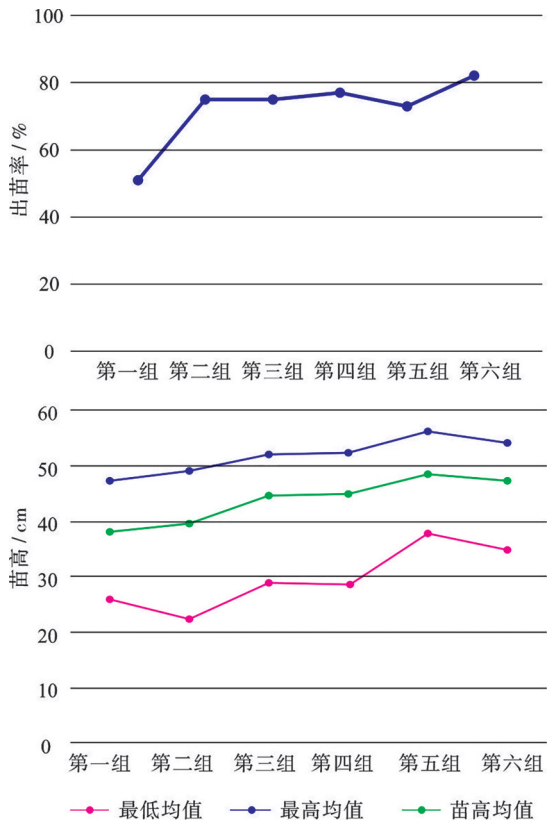


图2 小麦出苗率与株高均值图

Fig.2 The figure of the rate of wheat emergence and the average of plant height

由表8可知,第一组到第四组的枯叶率呈降低,第五组、第六组枯叶率显著升高,且六组黄土最高。说明第一组到第四组的耐旱能力较强;第五、六组较弱,纯黄土抗旱能力最差。由此说明固废粉具有明显的保水功能,对提高黄土抗旱力有重要作用。在

表8 小麦苗枯叶率表

Table 8 The dead leaves rates of wheat seedlings

平均值	第一组	第二组	第三组	第四组	第五组	第六组
总叶数/片	109.6	192.2	250	246	245.6	264.8
枯叶数/片	29.2	51.2	61.4	59.2	107.2	138.2
枯叶率/%	26.6	26.6	24.6	24.1	43.6	52.2

原黄土与固废粉比例为5/5时(第四组),耐旱能力达到最强。

2.1.3 小麦苗生长量

生长量为各组麦苗晾干后的重量。在麦苗生长至自然成熟并全部枯萎后,将根茎叶穗全株取出后洗净晾干,称重各组麦苗干重,统计结果见表9,可看出,麦苗干重总体趋势与苗高变化一致,从第一组到第六组总体升高,第五组出现顶峰拐点,即原黄土/固废粉=8/2时的生长量最大。

2.1.4 小麦苗吸收量

表9 盆栽试验小麦生长量(干重)表

Table 9 The wheat growth (dry weight) in Pot Experiment

分 组	第一组	第二组	第三组	第四组	第五组	第六组
麦苗干重/g	66.92	70.18	105.09	103.79	115.36	99.78

在生长期后,通过检测干麦苗和各盆土壤中有营养元素含量,来比较小麦苗吸收营养量与根系土肥力水平的关系,考察小麦苗对这些元素吸收情况,以铜和硼为例(图3)。

从图3中可以看出:Cu、B在小麦苗和其根系土中变化趋势相似,说明小麦苗中元素含量随根系土中元素含量的变化而变化。

3 结论

通过本次盆栽试验,根据小麦与白菜的出苗率、生长高度、枯叶率、植物干重、植物及根系土元素含量关系等指标,考察不同配比下人工土壤对植物生长力,耐旱力,生长量,对元素的吸收等情况得出:

当原[黄土]/[固废粉]为8/2时,小麦和白菜的生长力均表现为最佳,超过了原始黄土,说明固废粉提高了原始贫瘠黄土的肥力;当原[黄土]/[固废粉]为5/5到3/7时,小麦和白菜的耐旱能力均达到最强,总体呈固废粉占比越大,耐旱力越强的趋势,说明固废粉显著提高高原黄土的保水性。同时,固废粉具有

提高黄土中营养成分的作用,在植物吸收中得到体现,如小麦苗中Cu、B和白菜叶中N、Cu、Ca随根系土中的含量变化而变化。

总之,本次盆栽试验证明,在贫瘠黄土中加入适量工业固废粉,可以系统性弥补风积黄土中的养分和蓄水性矿物,提高黄土基础肥力和保水抗旱能力,有利于植物生长。为寻求更有效治理黄土高原水土流失和无害消化工业固废的方法途径提供参考依据。

问题讨论:风积黄土系统性缺乏保水性矿物及矿质营养元素,并导致植物生长受限是一个基本事实。通过本次试验,初步证明了通过适当加入固废,可提高风积黄土的保水抗旱性和矿物质养分,从而提高植物生长能力。但另一方面,在实际生产中,固废的来源和种类繁多,矿物组分和化学成分也十分复杂,因此如何选择固废与风积黄土匹配,成为利用这项技术的很关键问题,而对固废进行地球化学特征系统性调查和研究成为必不可少的前期基础工作,同时应兼顾调查结果的准确性及实用成本的合理性。因此,如何行之有效地使用地球化学调查技术与方法,也是需要探讨和研究的另一个重要问题。

致谢:本论文依托项目"利用工业及生活固废开发人工土壤的地球化学工程试验",在项目实施中得到了中国地质大学(武汉)地球科学学院向武教授的指导,在此表示衷心感谢。

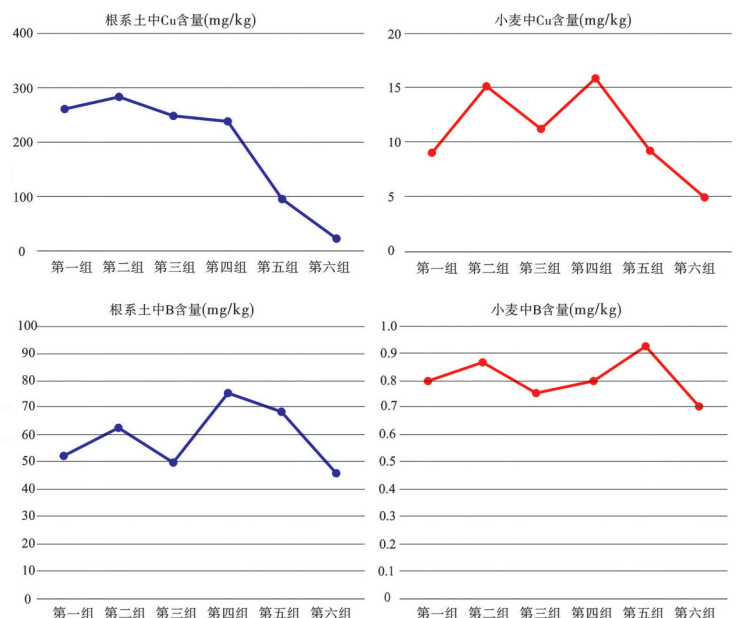


图3 小麦苗元素含量与根系土元素含量折线图

Fig.3 The line chart of element content in wheat seedling and root soil

参考文献:

- [1] 俞静. 城市固体废弃物利用与处置[J]. 中国资源综合利用, 2020, 38(9): 123-125.
- [2] 杨子江. 建筑垃圾对城市环境的影响及解决途径[J]. 2003 (04): 60-63.
- [3] 郝栋. 利用污泥、粉煤灰和铁尾矿配制人工土壤的实验研究[D]. 沈阳市: 东北大学 资源与土木工程学院, 2018.
- [4] ARNOLD W SCHUMANN, MALCOLME SUMNER. Formulation of environmentally sound waste mixtures for land application[J]. Water, Air, and Soil Pollution 2004, 152: 195-217.
- [5] 康惊涛. 粉煤灰与酒糟、污泥对土地复垦的可行性研究[D]. 泰安市: 山东农业大学资源与环境学院, 2004.
- [6] 周学武, 孙岱生, 房建国, 等. 利用矿山固体废弃物(粉煤灰、淤泥及污泥)改良矿山退化土地及种植实验[J]. 资源矿产, 2005, 7(3): 61-64.
- [7] 樊霞. 电厂CFB脱硫灰在砭石山绿化中的应用[J]. 矿业天地, 2008(23): 975.
- [8] 田积莹, 黄义端, 雍绍萍. 黄土地区土壤物理性质及与黄土成因的关系[J]. 水土保持研究, 1987, (01): 1-12.
- [9] 张小曳. 有关中国黄土高原黄土物质的源区及其输送方式的再评述[J]. 第四纪研究, 2007, 27(2): 181-186.
- [10] 胡亚伟, 孙若修, 申明爽, 等. 晋西黄土区土地利用方式对土壤C:N:P化学计量特征及土壤理化性质的影响[J]. 干旱区研究, 2021, 38(4): 990-999.
- [11] 周杨, 杨永刚. 不同重构方式下古交典型矿区土壤持水性差异研究[J/OL]. 山西大学学报(自然科学版), 2021 (2021.07.01). <https://kns.cnki.net/kcms/details/14.1105.N.20210701.0918.003.html>.
- [12] SCHUILLING R D. Geochemical engineering: some thoughts on a new research field[J]. Applied Geochemistry, 1990, 5: 251-262.
- [13] 吴传壁. 地球化学工程学-21世纪的环保产业[J]. 物探与化探, 2002, 26(6): 411-414.
- [14] 王焱, 王玉关. 地球化学工程与环境保护[J]. 地质地球化学, 2002, 30(3): 82-87.
- [15] 杨忠芳, 余涛, 李敏, 等. DZ T 0295-2016 土地质量地球化学评价规范[S]. 北京: 地质出版社, 2016.

Pot experiment of geochemical engineering for improving barren loess with solid waste

JIN Zhibin, YAN Tongtong, ZHANG Shuangkui, KANG Yunpeng, XIE Guoliang

(Shanxi Geophysical and Geochemical Exploration Institute Co.Ltd., Yuncheng Shanxi 044000, China)

Abstract: Aeolian loess on the Loess Plateau in China are dominated by the Malan formation, with single components as quartz and feldspar mainly, and lack of water storage minerals and dark minerals that release and supply nutrients, which makes the soil lose the foundation of fertility. This is the congenital defect of the geological root cause of the barren loess, and also the fundamental reason that the natural loess landform area can't support the growth of high-dense vegetation and tall trees, and make the resulting of serious soil erosion. The pot experiment based on the geochemical characteristics of Cu, Zn, Fe, Mn, Mo, B, Mg, S which are riched in construction wastes, coal gangue, aluminum slag, copper tailings and other solid wastes and the characteristics of riching in mica, amphibole, pyroxene, vermiculite and other minerals. The pot experiment made these solid wastes into powder and mixed with aeolian loess to make artificial soil, and analyzed the ability of solid wastes powder to improve the loess nutrient and water retention and drought resistance of loess. Six groups were set up in the pot experiment with the ratio of [original loess]/[solid wastes powder]= 0/10, 1/9, 3/7, 5/5, 8/2, 10/0. And cabbage and wheat were selected as the test subjects. It showed that the solid wastes powder added to barren loess could obviously improve the growth ability and drought resistance of plants, and the best ratio was [original loess]/[solid wastes powder]=8/2.

Key words: solid wastes; barren loess; geochemical engineering; pot experiment