

天然煤炭腐植酸对盐碱土改良效果的研究

顾鑫¹, 任翠梅¹, 杨丽¹, 成子良², 芮海英¹, 刘洋¹, 王兴柱¹

(1. 黑龙江省农业科学院大庆分院, 黑龙江 大庆 163316; 2. 黑龙江天亿成矿业集团, 哈尔滨 150090)

摘要:为探索天然煤炭腐植酸对盐碱土改良的效果,通过设置不同配比的腐植酸与土壤,进行小白菜的室外盆栽试验。结果表明,在腐植酸与土壤体积比大于1/2的处理中,小白菜均能生长,各处理间差异显著,其中H8(腐植酸与土壤体积比为4:2)处理植株出苗率平均为67.9%,叶长平均为8.6 cm,叶宽平均为2.3 cm,主根深平均为4.8 cm,均显著高于其他处理($P < 0.05$);随着腐植酸添加量的增加,土壤pH值和EC整体上呈降低趋势,而土壤含水率整体呈上升趋势。天然煤炭腐植酸施到盐碱土上起到了改良的作用,使得小白菜能够发芽生长。

关键词:煤炭腐植酸;盐碱土;土壤改良;小白菜

中图分类号: S156.4

文献标志码: A

doi:10.13522/j.cnki.ggps.2017.09.011

顾鑫,任翠梅,杨丽,等.天然煤炭腐植酸对盐碱土改良效果的研究[J].灌溉排水学报,2017,36(9):57-61.

0 引言

盐碱土作为世界上广泛分布的土壤资源,土壤pH值和盐分高、肥力低、结构性差等障碍因子的存在使得地上作物难以正常生长、甚至寸草不生^[1]。多年来,土壤盐碱化严重影响了国家的粮食生产安全,腐植酸是自然界一类芳香稠环聚合程度不同的含杂环有机化合物^[2],常见于泥炭和煤矿中^[3-4],带有由多种官能团构成的高分子有机酸,具有良好的生理活性和吸收、络合、交换等功能,能够中和土壤碱性,增加土壤有机质,提高土壤交换容量和孔隙度,改善土壤的理化性能,是一种优良的盐碱地土壤改良剂^[5],对改良盐碱土具有独特的功效,对作物根系的生长有较好的促进作用^[6]。王洪凤等^[7]研究指出活化的风化煤腐植酸可以较好团聚土壤颗粒,形成团粒结构,改善土壤的通透性。马斌等^[8]研究指出连续多年施用腐植酸能够增强土壤酶的活性,促进土壤有机物质的分解和转化,提高土壤养分的循环,达到培肥土壤与改善土壤质量的目的。当前,煤炭腐植酸作为土壤改良剂应用的研究已有一些定性方面的报道^[9-10],而煤炭腐植酸与东北松嫩平原盐碱土配比生产小白菜的研究明显不足。为此,在前人研究基础之上,以小白菜为种植指示作物,以东北松嫩平原盐碱土为供试土壤,将天然煤炭腐植酸按照不同体积比掺混到土壤中,进行小白菜的室外盆栽试验,探索天然煤炭腐植酸的盐碱土改良效果,以期实现腐植酸资源的可持续利用,同时为东北松嫩平原盐碱土的治理改良提供一定的科学参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试土壤采自东北松嫩平原盐碱土(地表重度碱斑),土壤pH值为11.32,电导率(EC)为1 350 $\mu\text{S}/\text{cm}$;供试天然煤炭腐植酸(Natural Coal Humic Acids, NCHA)来自黑龙江省萝北县新河口腐植酸褐煤露天矿,腐植酸pH值为5.36,EC为85 $\mu\text{S}/\text{cm}$;供试作物为小白菜(叶菜类植物)。

1.2 试验设计

将NCHA与盐碱土按不同体积配比混匀后装入盆中(盆高16.5 cm、内口径18 cm),进行小白菜室外盆栽试验。试验共设置13个处理,每个处理均重复3次,具体设计如表1所示。

表1 试验不同处理设计

处理	CK	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12
NCHA与土壤体积比	0:6	0.5:5.5	1:5	1.5:4.5	2:4	2.5:3.5	3:3	3.5:2.5	4:2	4.5:1.5	5:1	5.5:0.5	6:0

于2016年8月15日在每个盆中均播种25粒小白菜种子,置于室外阳光充沛、通风良好的地方,随机排列,生长期间各处理定期浇灌等量的水并及时除去杂草,在收获前4天停止灌水。

1.3 测定指标

播种后第5天开始测定小白菜的出苗率,以后每隔5 d再次测定出苗率,小白菜收获时测定叶长、叶宽、主根深及鲜质量和干质量,收获后测定土壤pH值、EC土壤含水率。

用水将收获的植株冲洗干净,用吸水纸将水吸干测量叶长、叶宽、主根深及鲜质量,然后分别置于105 °C恒温干燥箱中杀青30 min,之后降至75 °C烘干至恒质量测定干质量。

土壤pH的测定采用电位法(1:2.5土水质量比,IS139实验室pH计);土壤EC的测定采用DDS-307电导率仪(1:2.5土水质量比);土壤含水率的测定采用烘干法。

1.4 数据统计

数据均采用Microsoft Excel 2010软件和OriginPro 8.0软件整理分析,利用IBM SPSS Statistics 20.0软件进行方差分析,运用Duncan新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同处理对小白菜出苗的影响

小白菜播种后每隔5 d对各个处理植株出苗情况进行调查,获得植株平均出苗率(见表2)。播种后CK和H1—H4各处理在整个种植期出苗率均为0,表明该土壤均不能使种子萌发生长;至第5天时H5、H6和H7处理出苗率不足20%,H8、H9和H10处理出苗率均大于30%,而H11处理和H12处理分别为28.4%和22.2%;至第10天各处理出苗率均增长,相比之下H8处理出苗率最大;从第10天以后,除了H8处理,其余各处理植株出苗率均略有增加,但均依然低于H8处理(出苗率67.9%),这表明了H8处理容易促进种子较早萌发,其余处理均对种子萌发有一定抑制作用;种植期结束,只有H8处理和H9处理出苗率超过了60%。

表2 生长期不同处理小白菜出苗情况调查

处理	植株平均出苗率/%				
	第5天	第10天	第15天	第20天	第25天
CK	0	0	0	0	0
H1	0	0	0	0	0
H2	0	0	0	0	0
H3	0	0	0	0	0
H4	0	0	0	0	0
H5	3.7	19.8	25.9	25.9	25.9
H6	7.4	34.6	35.8	35.8	35.8
H7	17.3	37.0	39.5	39.5	39.5
H8	38.3	67.9	67.9	67.9	67.9
H9	32.1	59.3	60.5	60.5	60.5
H10	35.8	39.5	39.5	39.5	44.4
H11	28.4	37.0	39.5	39.5	39.5
H12	22.2	28.4	28.4	28.4	34.6

2.2 不同处理对小白菜叶和根生长的影响

对收获小白菜的叶长、叶宽和主根深进行了测量,以此来反映植株长势情况(见表3)。H5处理小白菜叶长最短(平均5.7 cm),与H6和H12处理差异不显著,却显著低于其他处理($P<0.05$);H9,H10,H11处理小白菜平均叶长在7.4~7.7 cm之间,其差异不显著,却显著低于H7处理($P<0.05$);H7处理小白菜叶长最长(平均9.7 cm),与H8处理差异不显著,却显著高于其他处理($P<0.05$)。各处理小白菜的叶宽平均在1.7~2.3 cm之间,其中H7、H8和H9处理间叶宽差异不显著,均显著高于H12处理,与其他处理差异不显著($P<0.05$)。各处理小白菜的主根深平均在2.4~4.8 cm之间,H5、H6和H12处理主根深不足3 cm,其差异

不显著($P<0.05$);H7、H9、H10和H11处理主根深平均在3.8~4.0 cm之间,其差异不显著,却显著低于H8处理($P<0.05$),H8处理主根最深,平均达到4.8 cm。

表3 不同处理对小白菜叶长、叶宽和主根深的影响

处理	叶长/cm	叶宽/cm	主根深/cm
H5	5.7±0.4 a	2.2±0.1 ab	2.6±0.3 a
H6	6.5±0.4 ab	2.2±0.2 ab	2.4±0.5 a
H7	9.7±0.4 d	2.3±0.3 b	3.9±0.4 bc
H8	8.6±0.7 cd	2.3±0.2 b	4.8±0.6 c
H9	7.7±0.3 bc	2.3±0.1 b	3.9±0.3 bc
H10	7.4±0.4 bc	2.2±0.1 ab	4.0±0.5 bc
H11	7.5±0.4 bc	2.1±0.2 ab	3.8±0.2 bc
H12	6.3±0.7 ab	1.7±0.1 a	2.9±0.1 ab

注 同列不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$ 水平,Duncan法检验)。下同。

2.3 不同处理对小白菜鲜、干质量的影响

不同处理的小白菜单株鲜质量、干质量也不尽相同(见表4)。各处理小白菜植株鲜质量平均在0.304~0.624 g之间,H5处理单株鲜质量最低,与H6和H12处理差异不显著,显著低于其他处理($P<0.05$);H7、H8、H9、H10和H11处理间单株鲜质量基本一致,差异不显著($P<0.05$)。各处理小白菜植株干质量平均在0.024~0.060 g之间,H5处理单株干质量也最低,但与H6、H7、H10、H11和H12处理差异不显著,显著低于H8和H9处理($P<0.05$);H8和H9处理间差异不显著($P<0.05$)。由此可知,H8和H9处理小白菜干物质成分较多、水分较少。

表4 不同处理对小白菜鲜质量和干质量的影响

处理	鲜质量/(g·株 ⁻¹)	干质量/(g·株 ⁻¹)
H5	0.304±0.059 a	0.024±0.004 a
H6	0.546±0.148 ab	0.039±0.011 abc
H7	0.6±0.029 b	0.048±0.005 abc
H8	0.617±0.057 b	0.06±0.003 c
H9	0.624±0.022 b	0.055±0.004 bc
H10	0.582±0.136 b	0.044±0.009 abc
H11	0.579±0.046 b	0.042±0.005 abc
H12	0.411±0.056 ab	0.034±0.005 ab

2.4 不同处理土壤pH值和EC的比较

小白菜收获后测定了各个处理土壤pH值和EC,以此来反映改良后土壤的盐碱情况(见表5)。从CK依次至H12处理,土壤pH值和EC整体上呈现显著降低变化的趋势。CK土壤pH值和EC均最高,分别为10.56和1 220 $\mu\text{S}/\text{cm}$,盐碱性强;H1~H7处理土壤pH值在8.96~10.2之间,土壤EC在645~1 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 之间,盐碱性较强;H8~H10处理土壤pH值在7.07~8.46之间,土壤EC在380~546 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 之间,盐碱性较弱,植株生长良好;H11处理和H12处理土壤pH值均小于6,基本表现为酸性。

表5 不同处理土壤pH值和EC的对比

处理	pH值	EC/($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)
CK	10.56±0.16 k	1220±1.5 m
H1	10.28±0.04 j	1068±2.3 k
H2	9.62±0.11 hi	1100±1.7 l
H3	9.8±0.06 i	1048±1.7 j
H4	9.44±0.06 gh	899±1.2 i
H5	9.3±0.06 g	878±1.7 h
H6	8.96±0.01 f	700±1.2 g
H7	9.0±0.06 f	645±1.2 f
H8	8.56±0.06 e	536±1.7 e
H9	8.05±0.01 d	441±1.2 d
H10	7.07±0.01 c	380±1.2 c
H11	5.95±0.01 b	231±1.2 b
H12	5.03±0.01 a	71±1.7 a

2.5 不同处理土壤含水率的比较

小白菜收获后测定了各个处理土壤含水率,以此来比较添加腐殖酸改良后土壤的湿度状况(见图1)。各处理土壤含水率存在一定的差异,CK—H6处理土壤含水率在29%~40%之间;H7—H10处理土壤含水率在45%~50%之间;H11和H12处理土壤含水率均在60%左右。H7—H10处理土壤湿度状况良好,不早不涝。总体比较看来,随着腐殖酸添加量的增加,土壤含水率整体上呈现出上升趋势,这一现象说明了改良后的土壤持水能力变强,原因在于疏松多孔的腐殖酸提高了土壤的渗透性,使得更多的水能够吸持在土壤的孔隙里,减少蒸发。

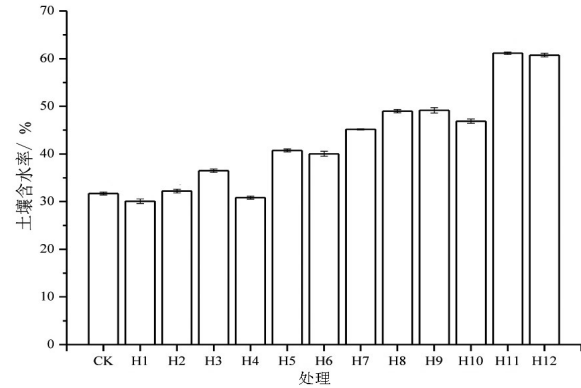


图1 不同处理土壤含水率的对比

3 讨论

东北松嫩平原地表重度碱斑土壤质地黏重,雨季积水,盐害、碱害十分严重,寸草不生,难以利用^[11-12]。腐殖酸膨松多孔、质地较轻、营养成分丰富、显酸性^[13],将天然煤炭腐殖酸作为改良剂施入盐碱土以后,对土壤起到了一定的改善作用,这与前人研究结果基本保持一致^[14-15]。本文采用室外盆栽进行试验,使得小白菜生长环境更加贴近于田间实际情况,更有现实指导意义。通过对各个处理土壤相关性状的对比分析(表5、图1)发现,天然煤炭腐殖酸能够降低土壤盐性、碱性,H8—H10处理中腐殖酸与土壤体积配比比例相对较好,这一配比范围的土壤基本接近中性、土壤电导率大幅度降低,土壤水分充沛,土壤结构松弛。Tahir等^[16]研究表明腐殖酸能够显著缓冲土壤pH值的变化,故加入腐殖酸的盐碱土pH值显著降低,适宜的土壤pH值能为植物提供一个良好的生长环境。盐碱土紧实黏滞,不易贮水涵养,致水分常常积于地表,蒸发散失,腐殖酸的施用改变了土壤的性状,疏松了土壤骨架,改善了土壤的通透性,增加了存水的空间,故加入腐殖酸的土壤含水率相对较高,这一结论与叶协锋等^[17]研究结果基本一致。通过对各个处理小白菜出苗情况的调查(表2)发现,腐殖酸施用过少不能够起到改良土壤的效果,H5处理(NCHA与土壤体积比2.5:3.5)使得小白菜才开始发芽出苗,然而,腐殖酸施用过多又会抑制小白菜发芽出苗,如H11处理(NCHA与土壤体积比为5.5:0.5)和H12处理(NCHA与土壤体积比为6:0),H8处理(NCHA与土壤体积比4:2)出苗情况最好;通过对各个处理小白菜叶长宽、根深及鲜干质量的对比分析(表3、表4)发现,H8~H9处理植株长势相对较好。综上,H8处理为小白菜的生长创造了良好的生长环境,土壤改良效果最佳。

4 结论

天然煤炭腐殖酸应用于东北松嫩平原盐碱土上,能够降低土壤盐碱性,提高土壤保水能力,使得小白菜正常发芽生长。研究设置的试验处理中,腐殖酸与盐碱土按照体积4:2比例配比改良效果最佳。天然煤炭腐殖酸在盐碱土改良上有良好的效果,具有广阔的应用价值。

参考文献:

- [1] 顾鑫,任翠梅,刘冰,等. 盐碱地整治利用研究[J]. 黑龙江农业科学, 2016(4):35-38.
- [2] NASIR S, SARFARAZ T B, VERHEYEN T V, et al. Structural elucidation of humic acids extracted from Pakistani lignite using spectroscopic and thermal degradative techniques[J]. Fuel & Energy Abstracts, 2011, 92(5):983-991.
- [3] 郭书利,邹德乙,张美丽,等. 风化煤、褐煤、泥炭腐植酸原料中提取腐植酸方法的改进[J]. 腐植酸, 2013(3):6-11.
- [4] URAZOVA T S, BYCHKOV A L, LOMOVSKII O I. Mechanochemical modification of the structure of brown coal humic acids for preparing a sorbent for heavy metals[J]. Russian Journal of Applied Chemistry, 2014, 87(5): 51-655.
- [5] 章智明,黄占斌,单瑞娟. 腐植酸对土壤改良作用探讨[J]. 环境与可持续发展, 2013, 38(3): 109-111.
- [6] 王福友,王冲,刘全清,等. 腐植酸、蚯蚓粪及蚯蚓蛋白肥料对滨海盐碱土壤的改良效应[J]. 中国农业大学学报, 2015, 20(5):89-94.
- [7] 王洪风,吴钦泉,谷端银,等. 风化煤腐植酸对土壤理化性状的影响[J]. 腐植酸, 2014(6):8-12.
- [8] 马斌,刘景辉,张兴隆. 褐煤腐植酸对旱作燕麦土壤微生物量碳、氮、磷含量及土壤酶活性的影响[J]. 作物杂志, 2015(5):134-140.
- [9] 刘慧军,刘景辉,于健,等. 土壤改良剂对土壤紧实度及燕麦生长状况的影响[J]. 水土保持通报, 2013, 33(3):130-134.

- [10] 孙蓟锋, 王旭. 土壤调理剂的研究和应用进展[J]. 中国土壤与肥料, 2013(1): 1-7.
- [11] 刘世梁, 董玉红, 安南南, 等. 基于增强型植被指数序列和景观格局分析的松嫩平原盐碱地动态——以大安市为例[J]. 应用生态学报, 2014, 25(11):3 263-3 269.
- [12] 司振江, 张忠学, 李芳花, 等. 松嫩平原盐碱土集成治理技术的研究[J]. 灌溉排水学报, 2010, 29(3):80-84.
- [13] 李艳红, 庄锐, 张政, 等. 褐煤腐植酸的结构、组成及性质的研究进展[J]. 化工进展, 2015, 34(8):3 147-3 157.
- [14] 马献发, 曾祥书. 腐植酸类制剂改良松嫩平原盐渍化草场的研究[J]. 腐植酸, 2007(5):27-30.
- [15] 余佳玲, 谭石勇, 林炜. 腐植酸水溶肥料在小白菜上的应用效果[J]. 湖南农业科学, 2015(9):38-40.
- [16] TAHIR M M, KHURSHID M, KHAN M Z, et al. Lignite-derived humic acid effect on growth of wheat plants in different soils[J]. Pedosphere, 2011,21(1):124-131.
- [17] 叶协锋, 凌爱芬, 张斌, 等. 腐殖酸对烤烟土壤性状及烟叶品质的影响[J]. 华北农学报, 2009, 24(5):170-173.

Humic Acid in Natural Coal Affects Remediation of Saline-alkali Soil

GU Xin¹, REN Cuimei¹, YANG Li¹, CHENG Ziliang², RUI Haiying¹, LIU Yang¹, WANG Xingzhu¹

(1. Daqing Branches of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Daqing 163316, China;

2. Heilongjiang Tianyi Cheng Mining Group, Haerbin 150090, China)

Abstract: Pot experiments grown with pakchoi were conducted in this work to study the efficacy of humic acid within natural coal in remediating saline-alkali soil. Different humic acid-saline-alkali soil ratios were examined. The results showed that when humic acid-soil ratio was more than 1/2, the pakchoi grew but there was significant difference between all treatments. When humic acid-soil ratio was 4:2 (H8), the average seedling emergence rate was 67.9%, leaf length was 8.6 cm, leaf width was 2.3 cm, and the mean root depth was 4.8 cm, all being significantly higher than those under other treatments ($P<0.05$). With an increase in humic acid content, the soil pH and EC decreased, while soil water content increased. The natural coal humic acid played an improved role in pakchoi germination and growth in saline-alkali soil.

Key words: coal humic acid; saline-alkali soil; soil improvement; pakchoi

责任编辑:赵宇龙