

施用腐植酸改良大庆苏打盐碱土的效应

顾鑫*, 任翠梅, 王丽娜, 杨丽, 张宏宇, 刘冰, 孙兴荣, 徐慧春, 赵践韬

(黑龙江省农业科学院大庆分院, 黑龙江 大庆 163316)

摘要: 为了研究施用煤炭腐植酸对大庆苏打盐碱土的改良效应, 将腐植酸施用于土壤中, 开展玉米田间小区种植试验, 分别设置空白对照 (CK)、单施化肥 (T1)、低量腐植酸 (T2)、中量腐植酸 (T3)、高量腐植酸 (T4)、低化肥与低量腐植酸配施 (T5) 6 个处理。结果表明, 土壤 pH 和碱化度均随着腐植酸施用量的增多而减少, T4 处理达到最低, 相比于 CK 分别降低了 20.9% 和 41%; 土壤有机质和阳离子交换量均随着腐植酸施用量的增多而增多, T4 处理达到最高, 相比于 CK 分别升高 100% 和 28%; 土壤碱解氮、有效磷和速效钾均随着腐植酸施用量的增多而增多, 相比于 CK, T4 处理有效磷、碱解氮和速效钾含量分别提高了 93.4%、19.3% 和 18.7%; T5 处理碱解氮、有效磷和速效钾含量达到最高, 相比于 CK 分别提高了 23.8%、2 倍和 42.1%; 交换性钙、镁均随着腐植酸施用量的增多而增多, T4 处理达到最高, 相比于 CK 分别升高了 10.1% 和 49.6%。综合可见, 煤炭腐植酸能够降低土壤的盐碱特性, 同时提高土壤肥力, 腐植酸与化肥配合施用的改良效果表现更加明显。

关键词: 腐植酸; 盐碱土; 土壤改良; 肥力效应

土壤盐碱化是造成土地退化、农作物低产的重要因素之一。大庆市属于黑龙江省西部盐碱干旱区, 是我国土壤盐碱化比较严重的地区之一^[1]。盐碱化土壤碱性高、肥效贫瘠, 对农作物的生长十分不利, 严重制约当地农业经济的发展。盐碱化土壤的治理一直是个难以解决的问题, 人们探索物理改良、化学改良和生物改良等多种措施综合治理, 其中腐植酸类物质作为改良剂应用引起学者们的广泛关注^[2-3]。

腐植酸是动植物遗骸经过土壤微生物的分解、转化以及地球化学的一系列过程形成并积累起来的一类高分子芳香羧酸族群有机物质, 大部分地表上都有腐植酸的踪迹。已有研究指出来源于低阶煤 (泥炭、褐煤、风化煤) 的腐植酸^[4]——煤炭腐植酸因其化学稳定性及与土壤腐植酸组成结构高度的一致性, 成为最具潜力的优质肥原料^[5]。在我国, 煤矿中的煤炭腐植酸资源十分丰富^[6], 用于土壤改良具有十分显著的功效^[7]。Ijaz 等^[8]研究指

出煤炭腐植酸能够通过影响土壤总有机碳、饱和吸水率、团聚体稳定性、体积质量和土壤含水率等指标来改善土壤的物理性状, 显著促进小麦作物的生长。周丽平等^[9]研究指出风化煤腐植酸有利于增加玉米根冠比, 提高根系活力和干物质量。罗奇祥等^[10]研究指出煤炭腐植酸能够显著提高土壤水溶性钾元素的含量。前人这些关于腐植酸的研究报道了其作为土壤改良剂是土壤有机源的有效补充^[11-12], 而煤炭腐植酸与化肥配施对大庆地区盐碱化土壤特征及肥力效应的影响研究仍不足。为此, 本文在前人研究的基础上, 以玉米为指示作物, 定性定量研究了不同用量煤炭腐植酸以及化肥配施对土壤 pH、碱化度、有机质、阳离子交换量、碱解氮、有效磷、速效钾和交换性钙、镁的影响, 以期探索该地区盐碱化土壤改良提供一定的科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试腐植酸原料来源于黑龙江省萝北县新河口褐煤露天矿风化煤; 化肥为氮磷钾复合型专用肥 (N-P₂O₅-K₂O: 28-12-10); 作物为玉米。供试土壤为苏打盐碱土, 有机质含量少、碱化度高、土壤质地粘重。供试土壤和腐植酸的基本性质具体如表 1 所示。

收稿日期: 2020-04-24; 录用日期: 2020-07-17

基金项目: 大庆市指导性科技计划基金项目 (zd-2017-81); 黑龙江省农业科学院“农业科技创新跨越工程”专项 (HNK2019CX1306)。

作者简介: 顾鑫 (1988-), 男, 黑龙江讷河人, 助理研究员, 硕士, 主要从事土壤改良与土壤生态方向研究。E-mail: guxin88@yeah.net。第一作者同为通讯作者。

表 1 供试土壤和腐植酸的基本性质

供试材料	容重 (g/cm ³)	饱和持水率 (%)	电导率 (μS/cm)	pH	全氮 (%)	全磷 (%)	全钾 (%)	有机碳 (g/kg)	碱化度 (%)
土壤	1.28	37.5	102.9	8.74	0.084	0.069	2.09	16.7	31.7
腐植酸	0.43	79.1	85.0	5.03	0.938	0.070	0.44	339.8	—

1.2 试验设计

试验为田间小区试验,选取黑龙江省农业科学院大庆分院试验基地(始建于2007年)作为本试验场地(北纬46°40′、东经125°14′)。该基地坐落于嫩江平原中部,地形为碟形凹地,属中温带大陆性季风气候,春季干旱多大风,夏季高温多雨水,秋季凉爽且短促,冬季严寒而漫长;多年平均气温3.3℃,最低气温出现在1月,为-37.2℃,最高气温出现在7月,为38.3℃;多年平均年降水量为426 mm,多年平均年水面蒸发量为972 mm,最大冻土深度为2.14 m。

共设置6个处理,分别为:①对照(CK),不施肥也不施腐植酸;②单施化肥500 kg/hm²(T1);③低量腐植酸(T2),施量25000 kg/hm²;④中量腐植酸(T3),施量50000 kg/hm²;⑤高量腐植酸(T4),施量100000 kg/hm²;⑥低量化肥和低量腐植酸配施(T5),施量分别为250、25000 kg/hm²。播种玉米前将腐植酸和化肥均匀撒施于试验小区中,单行平行种植,种植行株距为65 cm×25 cm,每个小区种植5垄,各个处理采用一致的田间常规灌溉、除草防虫等管理措施。每个小区种植面积为17.5 m²(5 m×3.5 m),各处理均重复3次。

1.3 测定方法

待作物完熟期时对各处理多点采集土壤、混匀,土壤深度为0~25 cm,四分法留取土壤样本,挑出里面植物残体后置于阴凉通风且无阳光直射的地方平铺在塑料布上自然风干,研磨过2 mm筛,装入广口瓶以待测定分析。

土壤性质的测定依据《土壤农化分析》^[13]:土壤pH采用水土比为1:2.5,实验室酸度计测定;土壤有机质采用重铬酸钾-硫酸外加热法;土壤阳离子交换量采用乙酸钠-火焰光度法;土壤碱化度为交换性钠离子占阳离子交换量的百分比,交换性钠离子采用乙酸铵-氯化铵交换-火焰光度法;土壤碱解氮采用碱解扩散法;土壤有效磷采用碳酸氢钠-分光光度法;土壤速效钾采用乙酸铵浸提-火焰光度法;土壤交换性钙、镁采用乙酸铵浸提-原

子吸收分光光度法。

1.4 统计方法

试验数据均采用Excel 2016和OriginPro 2017软件进行整理与制图,采用SPSS 25.0软件进行方差分析,运用Duncan's新复极差法进行多重比较(0.05水平)。

2 结果与分析

2.1 不同处理对土壤pH和碱化度的影响

各处理土壤pH和碱化度的测定结果如表2所示,T4处理土壤pH最低,平均为6.91,显著低于其他处理($P<0.05$),与CK处理相比,降低了20.9%;T3和T5处理土壤pH分别平均为8.06和7.91,显著低于CK、T1和T2处理($P<0.05$),与CK相比,分别降低了7.8%和9.5%;T1和T2处理土壤pH分别平均为8.29和8.28,与CK相比,分别降低了5.1%和5.3%。T4处理土壤碱化度最低,平均为18.7%,显著低于其他处理($P<0.05$),与CK处理相比,降低了41%;T2、T3和T5处理土壤碱化度分别平均为27.3%、23.6%和26.1%,它们之间差异显著($P<0.05$),与CK处理相比,分别降低了13.9%、25.1%和17.7%。可见,施用煤炭腐植酸显著降低了土壤pH和土壤碱化度,下降幅度为随着腐植酸含量的增加而增大。

表 2 不同处理下土壤碱化特征

处理	土壤 pH	土壤碱化度 (%)
CK	8.74 ± 0.05a	31.7 ± 0.4a
T1	8.29 ± 0.02b	31.0 ± 0.2a
T2	8.28 ± 0.06b	27.3 ± 0.4b
T3	8.06 ± 0.07c	23.6 ± 0.3d
T4	6.91 ± 0.07d	18.7 ± 0.7e
T5	7.91 ± 0.11c	26.1 ± 0.2c

注:不同小写字母表示处理间达到显著性差异($P<0.05$)。下同。

2.2 不同处理对土壤有机质和阳离子交换量的影响

各处理土壤有机质和阳离子交换量的测定结果如图1所示,T4处理土壤有机质含量最高,平

均为 34.9 g/kg, 显著高于其他处理 ($P<0.05$), 与 CK 处理相比, 升高了 100%; T3 处理土壤有机质含量平均为 28.4 g/kg, 显著高于 CK、T1 和 T5 处理 ($P<0.05$), 与 CK 处理相比, 升高了 70%; T2 和 T5 处理土壤有机质含量分别平均为 24.3 和 22.3 g/kg, 显著高于 CK 和 T1 处理 ($P<0.05$), 与 CK 相比, 分别升高近 45.5% 和 32.7%。T4 处理土壤阳离子交换量最高, 平均为 36.7 cmol/kg, 显著高于其他处理 ($P<0.05$), 与 CK 处理相比, 升高了 28%; 其他处理阳离子交换量为 26.3 ~ 28.3 cmol/kg, 变化幅度较小。可见, 施用煤炭腐植酸能够对土壤有机质和阳离子交换量起到一定的提高作用, 并且随着腐植酸含量的增加而增加, 而施用化肥并不能提高土壤有机质和阳离子交换量。

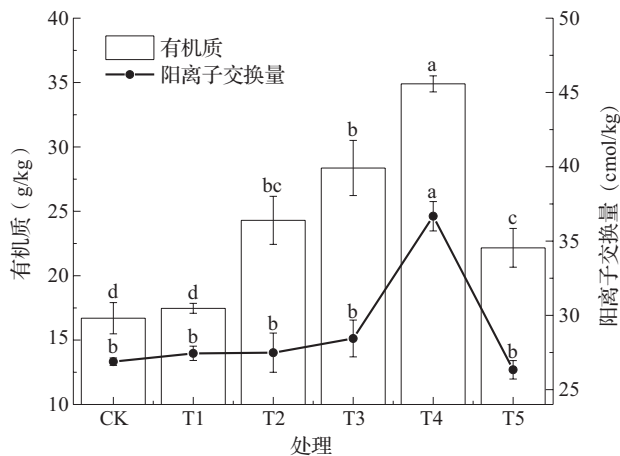


图1 不同处理下土壤有机质含量和阳离子交换量

注: 不同小写字母表示处理间达到显著性差异 ($P<0.05$)。下同。

2.3 不同处理对土壤碱解氮、有效磷和速效钾的影响

各处理土壤碱解氮、有效磷和速效钾的测定结果如表3所示, T5处理土壤碱解氮含量最高, 平均为 183.50 mg/kg, 显著高于其他处理 ($P<0.05$), 与 CK 处理相比, 升高了 23.8%; T4 处理土壤碱解氮含量次之, 平均为 176.77 mg/kg, 显著高于 CK、T1、T2 和 T3 处理 ($P<0.05$), 与 CK 处理相比, 升高了 19.3%; T1 和 T3 处理土壤碱解氮含量分别平均为 157.67 和 156.93 mg/kg, 显著高于 CK 和 T2 处理 ($P<0.05$), 与 CK 处理相比, 分别升高近 6.4% 和 5.9%。T5 处理土壤有效磷含量最高, 平均为 14.4 mg/kg, 显著高于其他处理 ($P<0.05$), 与 CK 处理相比, 升高了 2 倍; T1 处理土壤有效磷含量次之, 平均为 11.67 mg/kg, 显著高于 CK、T2、T3 和 T4 处理 ($P<0.05$), 与 CK 处理相比, 升高了 1.5 倍; T4 处理土壤有效磷含量平均为 8.83 mg/kg, 显著高于 CK、T2 和 T3 处理 ($P<0.05$), 与 CK 处理相比, 升高了 93.4%; T2 和 T3 处理土壤有效磷含量分别平均为 6.47 和 6.10 mg/kg, 显著高于 CK 处理 ($P<0.05$), 分别提高 41.6% 和 33.6%。T5 处理土壤速效钾含量最高, 平均为 144.00 mg/kg, 显著高于其他处理 ($P<0.05$), 与 CK 处理相比, 升高了 42.1%; T1、T2、T3 和 T4 处理之间土壤速效钾含量为 112.33 ~ 120.33 mg/kg, 变化幅度较小, 却均显著高于 CK 处理 ($P<0.05$), 提高了 10.8% ~ 18.7%。可见, 施用煤炭腐植酸和化肥均能够对土壤碱解氮、有效磷和速效钾起到一定的提高作用, 而腐植酸与化肥配合的效果表现更加明显。

表3 不同处理下土壤碱解氮、有效磷和速效钾含量

(mg/kg)

处理	碱解氮	有效磷	速效钾
CK	148.17 ± 2.09d	4.57 ± 0.29e	101.33 ± 0.67c
T1	157.67 ± 1.23c	11.67 ± 0.42b	114.33 ± 2.08b
T2	148.93 ± 0.49d	6.47 ± 0.23d	113.67 ± 2.40b
T3	156.93 ± 1.55c	6.10 ± 0.42d	112.33 ± 3.93b
T4	176.77 ± 1.95b	8.83 ± 0.58c	120.33 ± 1.45b
T5	183.50 ± 2.10a	14.4 ± 0.12a	144.00 ± 5.57a

2.4 不同处理对土壤交换性钙、镁的影响

各处理的土壤交换性钙、镁的测定结果如图2所示, T4处理土壤交换性钙含量最高, 平

均为 2406 mg/kg, 显著高于 CK、T1 和 T2 处理 ($P<0.05$), 与 CK 处理相比, 升高了 10.1%; T3 和 T5 处理土壤交换性钙含量分别平均为 2347 和

2350 mg/kg, 与 CK 处理相比, 分别升高近 7.4% 和 7.6%; CK、T1 和 T2 处理土壤交换性钙含量为 2185 ~ 2281 mg/kg, 变化幅度较小, 大小顺序为 T2>T1>CK。T4 处理土壤交换性镁含量最高, 平均为 180 mg/kg, 显著高于 CK、T1、T2 和 T3 处理 ($P<0.05$), 与 CK 处理相比, 升高了 49.6%; T5 处理土壤交换性镁含量次之, 平均为 162 mg/kg, 显著高于 CK、T1 和 T2 处理 ($P<0.05$), 与 CK 处理相比, 升高了 34.3%; T3 处理土壤交换性镁含量平均为 152 mg/kg, 显著高于 CK 和 T1 处理 ($P<0.05$), 与 CK 处理相比, 升高了 14.4%; CK、T1 和 T2 处理土壤交换性镁含量在 121 ~ 137 mg/kg 范围内略微变化, 大小顺序为 T2>T1>CK。可见, 施用煤炭腐植酸均能够对土壤交换性钙、镁起到一定的提高作用。

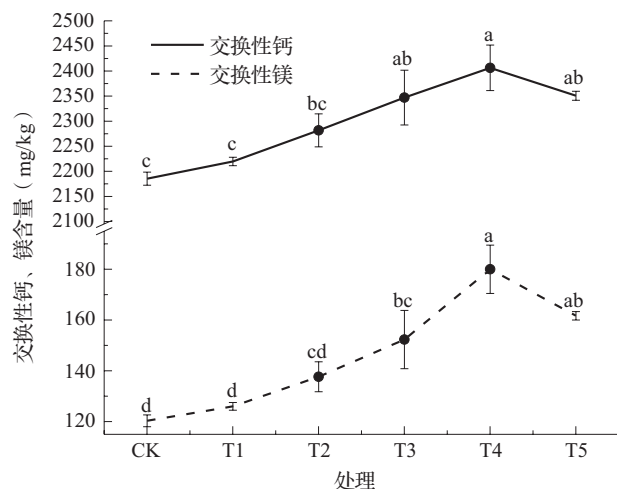


图2 不同处理下土壤交换性钙、镁含量

3 讨论

苏打盐碱土显著的特点是含有大量碳酸钠和碳酸氢钠, 致使土壤 pH、交换性钠离子、碱化度偏高, 土壤长期处于强碱性环境, 严重危害作物的生长。腐植酸本身是一种大分子的酸性有机物质, 具有较强的络合能力^[14], 加入土壤中与碱性物质发生中和反应从而降低了盐碱土的 pH, 同时通过交换作用减少土壤交换性钠离子, 进而降低了土壤碱化度。本研究中, 施入腐植酸显著降低了土壤 pH 和碱化度 (表 2), T4 处理对土壤 pH 和碱化度的降低作用最大。土壤有机质和阳离子交换量是反映土壤肥力的重要指标, 有机质是土壤肥力的基础物质之一^[15], 阳离子交换量是土

壤缓冲性能的主要来源之一, 二者含量的高低是评价改良土壤和合理施肥的重要标志^[16]。本研究中, 施用腐植酸显著提高了土壤有机质和阳离子交换量的含量 (图 1), 这与前人的研究结果几乎一致^[17], 而在各个处理中土壤有机质和阳离子交换量均随着腐植酸的增加而增加, 说明腐植酸对于提高土壤有机质和阳离子交换量的作用十分显著, T4 处理二者提高均最显著, 分别平均提高 100% 和 28%。相关研究表明^[18], 盐碱土自身有机质较贫瘠, 增加土壤有机质是改良盐碱土的一条重要途径, 土壤有机质与阳离子交换量呈正相关关系, 对促进土壤脱盐、抑制返盐具有十分良好的效果, 煤炭腐植酸因具有较高的碳含量而成为土壤较稳定的有机肥源。

在作物生长季节内, 土壤速效养分含量的高低起到关键作用^[19]。本研究表明, 施用腐植酸和化肥均能够对土壤碱解氮、有效磷和速效钾起到一定的提高作用 (表 3), 均随着腐植酸的增加而增加。土壤微生物是土壤环境的重要组成部分, 直接参与土壤中养分的循环转化^[20-21]。一方面酸性的腐植酸降低了盐碱化土壤的碱性, 为微生物群落提供了适宜生长的 pH^[22], 以利于提高土壤酶的活性; 另一方面腐植酸为微生物提供了丰富的碳源, 刺激了微生物的生长, 提高了微生物活性, 改变了土壤微生物区系, 改善土壤团聚结构, 增加土壤通透性, 能够活化土壤速效养分的转化与循环^[23]。由于腐植酸含有羧基、酚羟基等多种官能团^[24], 有较强的离子交换和吸附能力, 与铵离子结合形成腐植酸铵, 减少铵态氮的损失, 通过在三价铁离子、铝离子表面形成掩护膜, 使这类阳离子与磷酸根离子隔离开, 抑制土壤水溶性磷的固定, 增加磷素有效性, 通过与钾离子络合, 形成腐植酸钾, 增加土壤钾素利用率。与 CK 处理相比, T4 处理土壤有效磷含量提高了 93.4%, 而碱解氮和速效钾含量分别提高了 19.3% 和 18.7%, 说明腐植酸对土壤有效磷的影响比对碱解氮和速效钾的影响更大。T5 处理下土壤碱解氮、有效磷和速效钾增幅最大, 说明腐植酸与化肥配合施用的效果表现更加明显。土壤交换性钙、镁是评价土壤供钙、镁能力的一个重要指标, 影响作物的生长发育^[25]。本研究表明, 单纯施用氮磷钾化肥并未对土壤交换性钙、镁含量起到改善作用, 而腐植酸有利于提高土壤交换性钙、镁含量 (图 2), T4 处理对土壤交换性钙、镁含量的

增加最为显著。前人研究表明单一化肥易导致土壤质量退化退变^[26-27],而腐植酸可以作为良好的土壤改良剂。本文通过研究发现,煤炭腐植酸有利于改善土壤盐碱性特性,提高土壤肥效的作用,在一定程度上能够促进作物的生长发育,然而,在本研究中加入的腐植酸是如何影响土壤空间骨架结构等问题还将有待进一步探究。

4 结论

施用煤炭腐植酸能够改善大庆地区盐碱化土壤的性质,显著提高土壤的肥力效应。本试验研究中,土壤 pH 和碱化度均随着腐植酸用量的增加而降低;而土壤有机质、阳离子交换量、碱解氮、有效磷、速效钾和交换性钙、镁均随着腐植酸用量的增加而增加,且腐植酸与化肥配合施用的改良效果表现更加明显。

参考文献:

- [1] 王金满,白中科,叶驰驱,等. 脱硫石膏与微生物菌剂联合施用对盐碱化土壤特性的影响[J]. 应用基础与工程科学学报, 2015 (6): 1080-1087.
- [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] 谷端银,王秀峰,魏珉,等. 腐植酸类物质与植物抗逆性研究进展[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2016, 47 (3): 321-326.
- [4] 李美兰,李文娟,时伟杰. 风化煤中提取腐殖酸研究[J]. 山东化工, 2015, 44 (2): 7-9.
- [5] 武丽萍,曾宪成. 煤炭腐植酸与土壤腐殖酸性能对比研究[J]. 腐植酸, 2012 (3): 1-10, 21.
- [6] 罗培培,傅雪海. 我国褐煤共生资源分析及利用方向[J]. 煤炭科学技术, 2012, 40 (12): 118-121.
- [7] 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 (9): 57-61.
- [8] Ijaz A, Safdar A, Khalid S K, 等著. 何一通,孙志梅,译. 煤炭腐植酸作为土壤改良剂对土壤物理性质和小麦产量的影响[J]. 腐植酸, 2016 (3): 26-32.
- [9] 周丽平,袁亮,赵秉强,等. 不同用量风化煤腐殖酸对玉米根系的影响[J]. 中国农业科学, 2019, 52 (2): 101-108.
- [10] 罗奇祥,涂枕梅. 煤炭腐殖酸对土壤钾素有效性的影响[C]. 全国腐殖酸化学学术讨论会论文集. 北京: 中国化学会, 2007.
- [11] 巩冠群,张英杰,郑红磊,等. 矿源煤基黄腐酸的制备影响因素研究[J]. 中国煤炭, 2015, 41 (2): 88-91.
- [12] 郭凌,卜玉山,张曼,等. 煤基腐植酸对外源胁迫下玉米生长及生理性状的影响[J]. 环境工程学报, 2014, 8 (2): 758-766.
- [13] 鲍士旦. 土壤农化分析(第3版)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [14] 闫淑霞,刘春花,梁岩. 腐殖酸的结构特性与应用研究进展[J]. 天然产物研究与开发, 2017, 29 (3): 511-516.
- [15] 陈文婷,付岩梅,隋跃宇,等. 长期施肥对不同有机质含量农田黑土土壤酶活性及土壤肥力的影响[J]. 中国农学通报, 2013 (15): 78-83.
- [16] 黄尚书,叶川,钟义军,等. 不同土地利用方式对红壤坡地土壤阳离子交换量及交换性盐基离子的影响[J]. 土壤与作物, 2016 (2): 72-77.
- [17] 刘继培,刘唯一,周婕,等. 施用腐植酸和生物肥对草莓品质、产量及土壤农化性状的影响[J]. 农业资源与环境学报, 2015 (1): 54-59.
- [18] 王训,闫飞,王永敏,等. 秸秆改良剂对砂质土有机质和阳离子交换量的影响[J]. 中国农学通报, 2010 (23): 224-228.
- [19] 齐玉吉,彭福田,张守仕,等. 袋控缓释肥施用量对土壤有效养分含量和桃树生长结果的影响[J]. 山东农业科学, 2014 (12): 57-62.
- [20] 赵军,李勇,冉炜,等. 有机肥替代部分化肥对稻麦轮作系统产量及土壤微生物区系的影响[J]. 南京农业大学学报, 2016, 39 (4): 594-602.
- [21] 李亮亮,吴正超,陈彬,等. 生物炭对添加自毒物质土壤酶活性、微生物区系结构的影响[J]. 华北农学报, 2015, 30 (4): 219-225.
- [22] 张小明,孙宇轩,胡兴安,等. 环境材料对高速公路绿化带土壤盐碱化的改良效应[J]. 公路, 2013 (8): 292-295.
- [23] 张宏媛,卢闯,逢焕成,等. 亚表层培肥结合覆膜提高干旱区盐碱地土壤肥力及优势菌群丰度的机理[J]. 植物营养与肥料学报, 2019, 25 (9): 1461-1472.
- [24] 周爽,其力莫格,谭钧,等. 腐植酸提高土壤氮磷钾养分利用效率的机制[J]. 腐植酸, 2015 (2): 1-8.
- [25] 王亮,李双异,汪景宽,等. 长期施肥与地膜覆盖对棕壤交换性钙、镁的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2013, 19 (5): 1200-1206.
- [26] 朱同彬,孟天竹,张金波,等. 强还原方法对退化设施蔬菜地土壤的修复[J]. 应用生态学报, 2013, 24 (9): 2619-2624.
- [27] 马桂秀,林治安,李志杰,等. 有机物料与化肥配施改良盐碱耕地的效果研究[J]. 中国土壤与肥料, 2019 (3): 69-75.

Effects of humic acid application on soda saline-alkali soil in Daqing

GU Xin^{*}, REN Cui-mei, WANG Li-na, YANG Li, ZHANG Hong-yu, LIU Bing, SUN Xing-rong, XU Hui-chun, ZHAO Jian-tao (Daqing Branches of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Daqing Heilongjiang 163316)

Abstract: Field experiment was carried out to study the improvement effect of coal humic acid on soda saline-alkali soil with maize planting in Daqing. Six treatments were set up, including control (CK), single application of chemical fertilizer (T1), low amount of humic acid (T2), medium amount of humic acid (T3), high amount of humic acid (T4), low chemical fertilizer and low level of humic acid (T5). The results showed that soil pH and alkalinity decreased with the increase of humic acid application. The lowest soil pH and exchange sodium percentage were obtained in T4 treatment, which was 20.9% and 41% lower than those of CK. Soil organic matter and cation exchange capacity increased with the increase of humic acid application. The highest contents of soil organic matter and cation exchange capacity were obtained in T4 treatment, which was 100% and 28% higher than those of CK. Soil alkali hydrolyzable nitrogen, available phosphorus and available potassium increased with the increase of humic acid application. Compared with CK, the available phosphorus, alkali hydrolyzable nitrogen and available potassium content of T4 were increased by 93.4%, 19.3% and 18.7%, respectively. Soil alkali hydrolyzable nitrogen, available phosphorus and available potassium content of T5 were the highest, which were respectively increased by 23.8%, 2 times and 42.1% compared with CK. Soil exchangeable calcium and magnesium increased with the increase of humic acid application. Soil exchangeable calcium and magnesium of T4 had the highest content, which were 10.1% and 49.6% higher than those of CK. It can be seen that application of coal humic acid can reduce saline-alkali soil characteristics and improve soil fertility. The effect of humic acid combined with chemical fertilizer is more obvious.

Key words: humic acid; saline-alkali soil; soil improvement; fertility effect