

发酵玉米秸秆对盐碱地土壤肥力指标的影响

韩剑宏¹, 王旭平¹, 张连科¹, 余维佳², 焦丽燕³, 王维大¹

(1. 内蒙古科技大学, 内蒙古 包头 014010; 2. 包头市辐射环境管理处, 内蒙古 包头 014010; 3. 晖泽水务(青州)有限公司, 山东 青州 262500)

摘要:为探索发酵玉米秸秆施加到盐碱土后对土壤肥力指标的影响,将未发酵的玉米秸秆作为对照,采用盆栽试验方法对比分析了不同比例(1:1、2:1、3:1、6:1) 秸秆和污泥混合发酵的玉米秸秆分别以不同用量(1.25、2.50、3.75、5.00 g/kg)施加到盐碱土后土壤肥力指标的变化。结果表明,施加发酵后的玉米秸秆,土壤有机质、速效钾质量分数显著增加,土壤速效氮和速效磷质量分数有所降低。经比较分析,施加2.50 g/kg 发酵比例为2:1的玉米秸秆对土壤肥力指标及土壤酶活性的影响最为显著,其中,土壤微生物量碳、氮分别较原土提高了0.90倍、1.07倍;土壤碱性磷酸酶、脲酶、纤维素酶、过氧化氢酶分别较原土提高54.47%、37.00%、33.82%、59.77%。

关键词:玉米秸秆; 发酵; 盐碱土; 土壤肥力

中图分类号:S156.4; S154.3

文献标志码:A

doi:10.13522/j.cnki.gpps.2017.12.010

韩剑宏,王旭平,张连科,等. 发酵玉米秸秆对盐碱地土壤肥力指标的影响[J]. 灌溉排水学报,2017,36(12):56-61.

0 引言

秸秆作为能量和养分的载体^[1],含有丰富的氮、磷、钾及微量营养元素,但利用指数不高,大部分被焚烧,造成对环境的污染^[2]。秸秆还田是一种直接有效的秸秆利用方式,不但可以解决秸秆的环境污染问题,也可以促进农村养分资源的循环利用和农业可持续发展^[3]。但是由于秸秆主要由纤维素、半纤维素和木质素3大部分组成,自然状态下难以分解,加之C/N较高,使秸秆在土壤中分解缓慢,而将污泥作为接种物与秸秆进行混合厌氧发酵,利用其中的微生物菌群则能够降低C/N,加速作物分解、腐熟过程^[4]。一般而言混合厌氧发酵能起到稀释有毒化合物、提高营养物的平衡、增强微生物的协同效应并进而提高有机质厌氧转化效率的作用^[5]。胡萍等^[6]对蓝藻与污泥混合厌氧发酵产沼气进行了初步研究,结果表明,蓝藻与污泥混合不仅可以有效促进沼气发酵,还可以将沼气发酵后的沼液、沼渣作为肥料;李轶等^[7]利用玉米秸秆与猪粪混合厌氧发酵对产沼气工艺进行优化,结果表明,玉米秸秆与猪粪混合发酵显著提高了沼气产量,为混合原料厌氧发酵制沼气提供了科学依据。目前,秸秆发酵利用形式多样,主要有秸秆发酵产酒精、秸秆发酵作为饲料、秸秆发酵作为基质以及秸秆发酵改良盐碱土等^[8-11]。

据联合国教科文组织和粮农组织不完全统计,世界上盐碱地面积达9.5亿hm²,我国盐碱土总面积约3600万hm²,占全国可利用土地面积的4.88%^[12],在耕地面积日趋减少的今天,盐碱地作为潜在耕地的后备资源,有着巨大的开发潜力。盐碱土物理化学性状恶劣,不仅导致土壤生产力降低,而且还会引发诸多环境问题^[13],因此,对盐碱土的改良显得愈发重要。目前,盐碱地改良方法主要有:物理方法、化学方法和生物方法^[14]。但传统的盐碱治理模式已经无法满足改良的需求,物理方法虽然能有效降低土壤盐分,起效快,但是基础投资大、工程复杂;化学方法利用改良剂,见效快但成本较高;生物方法利用基因工程培育耐盐品种对技术要求高,经济投入大且见效慢,周期长。因此,利用发酵后的秸秆改良盐碱地是一种经济成本低、快速而行之有效的方法。

鉴于此,采用室内培养法研究了玉米秸秆与污泥不同比例发酵后以不同量施加到盐碱土中对土壤肥力指标的影响,通过观察土壤肥力指标的变化,从而筛选出最适合该盐碱地改良的混合发酵比例和施用量。

收稿日期:2016-11-02

基金项目:内蒙古自治区自然科学基金项目(2016MS0405, 2016MS0221);内蒙古科技大学产学研合作培育基金项目(2016CXY03)

作者简介:韩剑宏(1966-),女,教授,博士,主要研究方向为水资源管理与水污染控制技术。E-mail: hjlpm@163.com

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试玉米为中北青贮410,购自山西沃丰农业科技股份有限公司。供试玉米秸秆取自内蒙古西北部农区,将其洗净、自然风干、切碎至2~3 cm后于密封袋中备用。供试土壤取自内蒙古某盐碱地表层土壤(0~20 cm),当地多年平均气温为6~8 °C,多年平均降水量为400 mm,土壤pH值为8.56,有机质质量分数为10.48 g/kg,速效氮、速效磷、速效钾质量分数分别为65.75、23.14、139.3 mg/kg,微生物量碳、氮质量分数分别为69.57、8.25 mg/kg,过氧化氢酶、脲酶、纤维素酶、碱性磷酸酶质量分数分别为0.87 mL/(g·20 min)、1 925.5 μg/(g·d)、12.30 μg/(g·d)、54.31 μg/(g·h),土壤采集后除去石块和植物残体,自然条件下风干过2 mm筛备用。供试污泥取自内蒙古某污水处理厂,污泥pH值为7.26,含水率为5.0%,有机质质量分数为204.43 g/kg,含Ca、Mg量分别为1.16%、0.31%,Pb、Cu、Ni、Zn、Cd质量分数分别为62.60、210.54、56.15、862.22、0.03 mg/kg(污泥中的重金属质量分数均在GB4284-84农用污泥中污染物控制标准之内),将取回的污泥于实验室内自然风干、磨细过2 mm筛后置于密封袋中备用。

1.2 试验处理

采用室内培养法研究玉米秸秆与污泥不同比例发酵后施加到盐碱土中对土壤肥力指标的影响。玉米秸秆发酵时,将切碎后的玉米秸秆和污泥按4个比例混合,即1:1、2:1、3:1、6:1(下文中用SM1、SM2、SM3、SM6代替),分别装入发酵容器内,发酵容器为体积2 L的容量瓶,容量瓶口用橡皮塞塞住,使发酵在密闭的厌氧条件下进行,并将其置于恒温水浴锅内,恒温容器为双列六孔的恒温水浴锅(型号为PK-98-II,天津市泰斯特仪器有限公司)。容器内加入适量的去离子水,使容器内物质的总体积达1 L左右,温度设置为35 °C,每个配比的发酵时间均为40 d;发酵完成后,分别以1.25、2.50、3.75、5.00 g/kg(下文中用SA1、SA2、SA3、SA4代替)施加到盐碱土中,将未发酵的玉米秸秆作为对照(CK),盆栽试验所用的聚乙烯盆的规格为 $r=15$ cm、 $H=20$ cm,上开口下封底,牛羊粪15 g,尿素2.328 g,重过磷酸钙1.780 g与不同处理的盐碱土均匀混合装盆,玉米播种前浇1 500 mL的去离子水,每盆5粒,次日播种,每隔10 d浇1 200 mL的去离子水,约为田间持水率的70%,幼芽成熟后每盆留2株壮苗,约8片叶时收获,盆栽试验于4月26日开始播种至6月16日结束。取种植玉米盆栽土壤进行分析,为保证实验数据的准确性,每组试验做3个平行样。

1.3 指标测定

土壤有机质、速效氮、速效钾、速效磷质量分数采用土壤农化分析常规法测定^[15];土壤微生物量碳(SMBC)和微生物量氮(SMBN)采用氯仿熏蒸培养法测定^[16];土壤碱性磷酸酶采用磷酸苯二钠比色法进行测定,土壤脲酶采用苯酚钠-次氯酸钠比色法进行测定,土壤纤维素酶采用蒽酮比色法进行测定,土壤过氧化氢酶采用高锰酸钾滴定法进行测定^[17]。

1.4 数据分析

试验所获得数据采用Excel 2013进行初步整理、分析和绘制图表,用SPSS19.0进行了单因子差异性分析、双因素方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理的玉米秸秆对盐碱土有机质及速效养分质量分数的影响

由表1可见,秸秆施加量SA3对提高土壤有机质的效果最佳,与其他施加量之间呈显著差异($P<0.05$),且SM2处理>SM1处理>SM3处理>SM6处理>CK;混合发酵比例SM2处理效果最佳,与其他比例之间呈显著差异($P<0.05$)。原因可能是施加未发酵的玉米秸秆到土壤中,其腐解过程需要消耗部分养分^[11]。当施加量为SA3时,配比SM2处理的有机质质量分数达到了最大值,较原土的有机质质量分数提高了6.96%。

另外,不同处理的玉米秸秆对土壤速效养分都有一定的影响,总体趋势为SM2处理>SM1处理>SM3处理>SM6处理>CK,比例SM2处理的效果最佳,与其他比例之间呈显著差异($P<0.05$),不同处理土壤速效氮与速效磷较原土都有一定程度降低。分析其原因是发酵后的玉米秸秆施加到土壤后,微生物利用了秸秆中的氮素作为自身营养物质;秸秆本身含磷量较低,对土壤磷质量分数循环产生的作用不明显。另外,各处理的施加量为SA2处理时速效氮、磷较原土的降低幅度最小,与其他施加量之间呈显著差异($P<0.05$),在SM2处理条件下,施加量为SA2时,速效氮与速效磷分别较原土降低了2.83%、7.04%。不同处理土

壤速效钾质量分数均明显增加,主要是因为发酵后的玉米秸秆施入土壤后通过改善有机质状况,提高了土壤吸附和保持钾素能力,且当施加量为SA3时效果最佳,与其他施加量之间差异性显著($P<0.05$),在比例为SM2条件下,施加量为SA3时,较原土增加了17.80%。

表1 不同处理土壤有机质、速效氮、速效钾、速效磷质量分数

肥力指标	施加量/(g·kg ⁻¹)	发酵比例				
		CK	SM1	SM2	SM3	SM6
有机质量/(g·kg ⁻¹)	SA1	10.51Cd	10.69Bc	10.77Ac	10.65Bc	10.54Cc
	SA2	10.71Dc	10.97Bb	11.12Ab	10.83Cb	10.80Cb
	SA3	10.92Ea	11.15Ba	11.21Aa	11.07Ca	10.99Da
	SA4	10.83Cb	10.95Bb	11.09Ab	10.89Cb	10.86Cb
速效氮量/(mg·kg ⁻¹)	SA1	37.83Eb	58.25Bb	61.43Ab	50.14Cb	48.02Db
	SA2	40.01Da	62.47Aa	63.89Aa	58.31Ba	51.17Ca
	SA3	33.25Ec	54.87Bc	57.26Ac	48.71Cc	44.44Dc
	SA4	29.14Cd	53.69Ad	55.11Ad	45.59Bd	42.29Bd
速效钾量/(mg·kg ⁻¹)	SA1	140.8Eb	146.3Bd	150.4Ad	144.6Cc	142.4Dc
	SA2	145.7Ea	157.6Ba	164.1Aa	150.6Ca	147.4Da
	SA3	141.4Eb	151.4Bc	157.3Ac	147.9Cb	144.8Db
	SA4	142.3Eb	154.9BCb	160.5Ab	148.7b	145.9Db
速效磷量/(mg·kg ⁻¹)	SA1	18.47Ec	19.27Bc	19.46Ab	19.08Cc	18.81Dd
	SA2	19.63Da	20.34Ba	21.51Aa	20.26Ba	19.96Ca
	SA3	18.78Db	19.51Bb	19.66Ab	19.42Bb	19.05Cb
	SA4	18.70Db	19.45Bb	19.56Ab	19.32Bb	18.99Cc

注 不同小写字母表示施加量间在 $P<0.05$ 有显著性差异;不同大写字母表示发酵比例间在 $P<0.05$ 有显著性差异;下同。

2.2 不同处理的玉米秸秆对盐碱土土壤微生物量碳、氮质量分数的影响

土壤微生物量碳反应土壤有效养分状况和生物活性,能很大程度上反应土壤微生物数量,是评价土壤微生物数量和活性及土壤肥力的重要指标^[18]。土壤微生物量氮是土壤氮素的一个重要储备库,土壤微生物本身也是氮素转化的活性库之一^[19],研究土壤微生物量氮的消长有助于揭示进入土壤肥料氮素的生物固持和释放的本质。从图1可以看出,不同处理的玉米秸秆施加到盐碱土中,土壤的微生物量碳、氮均高于原土,且发酵后的玉米秸秆作用效果要高于未发酵的玉米秸秆,表现为CK<SM6处理<SM3处理<SM1处理<SM2处理,SM2处理效果最好,与其他比例差异显著($P<0.05$)。另外,当施加量为SA2时,土壤的微生物量碳、氮要明显高于其他的施加量,与其他的施加量差异性显著($P<0.05$),说明选取合适的秸秆施加量对于提高土壤的微生物量有着很大的作用。因此在试验条件下,当发酵时玉米秸秆与污泥的比例为SM2处理,且发酵后秸秆施加量为SA2时,有利于提高土壤的微生物量碳、氮,分别比原土提高了0.90倍、1.07倍。

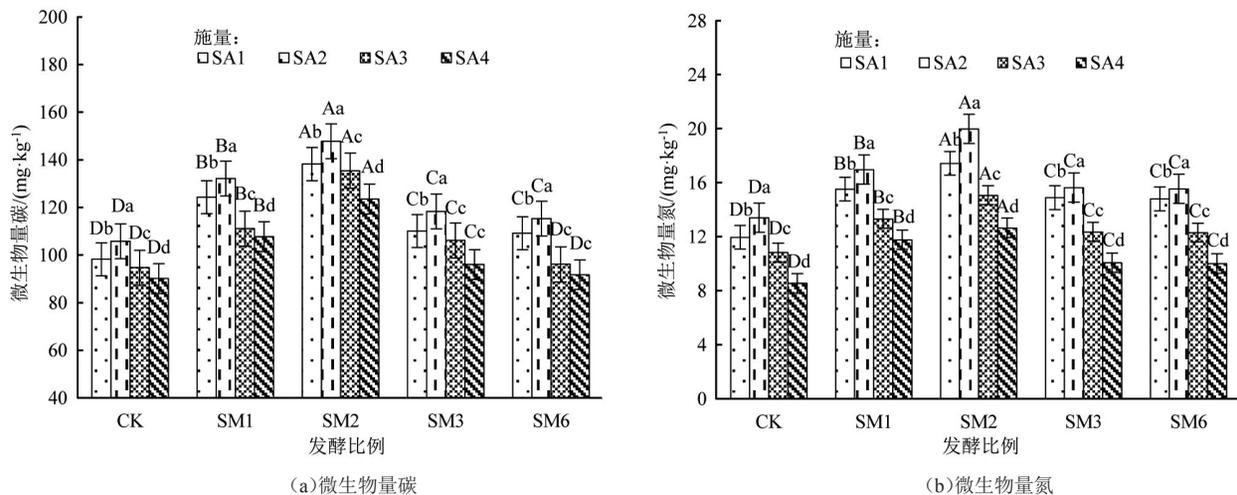


图1 不同处理的玉米秸秆对土壤微生物量碳、微生物量氮质量分数的影响

2.3 不同处理的玉米秸秆对盐碱土酶活性的影响

土壤酶能够催化土壤中的生物化学反应,对土壤肥力有重要作用,由图2可以看出,施加玉米秸秆处理

后的土壤酶活性均高于原土,整体趋势表现为SM2处理>SM1处理>SM3处理>SM6处理>CK,SM2处理效果最好,与其他比例处理差异显著($P<0.05$),可能是因为未发酵的玉米秸秆施加到土壤中因其腐解过程消耗了部分养分,且发酵后的玉米秸秆作为已腐解的有机肥料,既是土壤微生物的营养源,也是土壤酶的良好基质,从某种意义上说也是一种“加酶”^[20]。另外,当施加量为SA2时较其他还田量效果要好,与其他的施加量差异性显著($P<0.05$),因此当秸秆与污泥混和比例为SM2时,施加量为SA2时,土壤碱性磷酸酶、脲酶、纤维素酶,过氧化氢酶分别较原土提高54.47%、37.00%、33.82%、59.77%。

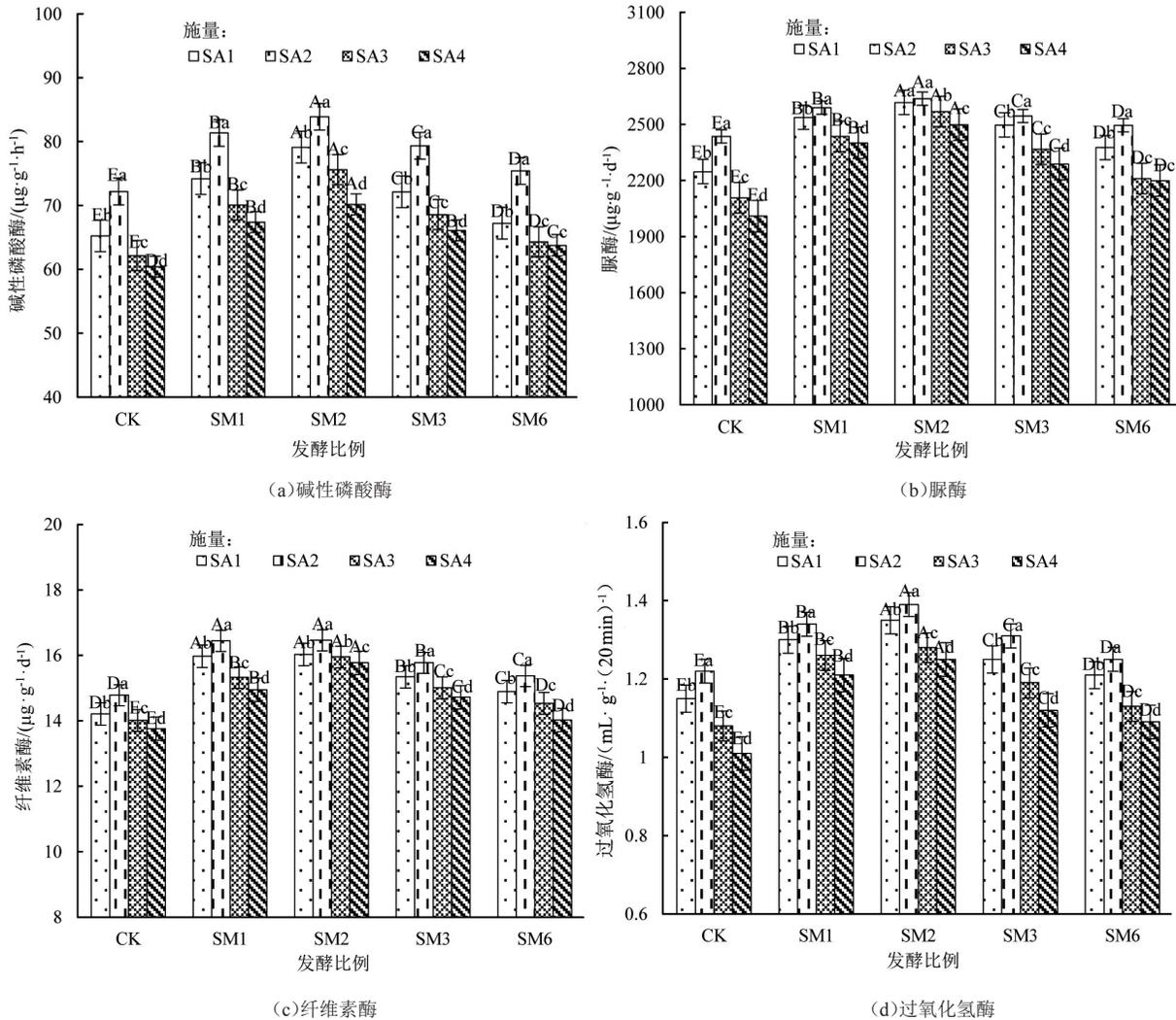


图2 不同处理的玉米秸秆对土壤酶活性的影响

2.4 混合发酵比例与施加量对土壤养分质量分数、微生物量碳、微生物量氮以及酶活性的交互作用

由表2可以看出,玉米秸秆与污泥的混合发酵比例对土壤有机质的影响显著($P<0.001$),施加量对土壤有机质、速效氮、速效钾、微生物量碳的影响显著($P<0.001$)。

表2 混合发酵比例与施加量对土壤养分质量分数、微生物量碳、微生物量氮、酶活性的交互作用

分类		有机质	速效氮	速效钾	微生物量碳	微生物量氮	碱性磷酸酶	脲酶	纤维素酶	过氧化氢酶
比例	<i>F</i>	1.683	1.158	1.155	1.848	8.456	6.632	2.854	2.000	3.902
	<i>P</i>	<0.001*	0.025	0.014	0.049	0.001	0.004	0.031	0.045	0.029
施加量	<i>F</i>	1.699	18.996	10.408	9.878	2.169	2.845	5.507	8.876	4.832
	<i>P</i>	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.022	0.031	0.006	0.001	0.011
交互作用	<i>F</i>	9.408	19.525	12.183	4.236	2.716	7.728	8.624	10.057	3.367
	<i>P</i>	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.035	0.016	0.005	0.015	0.028

注 *F*指方差分析统计量;*表示在 $P<0.001$ 水平下显著差异。

3 讨论

相关研究表明,秸秆还田能够显著改善土壤肥力状况,为作物根系创造良好的土壤环境^[21]。在试验条件下,当混合发酵比例为2:1时土壤肥力指标改良效果较佳,说明该发酵比例能更加快速有效的促进玉米秸秆发酵腐熟。其原因如下:①纤维素本身的结晶结构及木质素的物理屏障作用,使得以木质素为主要成分的玉米秸秆难以被分解,污泥作为“接种物”的角色,其添加强化了水解、酸化、甲烷化等阶段,合适的污泥添加量不仅使得木质素降解能够高效进行,而且调整了发酵体系的C/N及碱度,更适合微生物发酵;②由于玉米秸秆的有机质量远远高于污泥,其碳素贡献率较高,但氮素相对不足,因此在同一时间内玉米秸秆的比例过高则会致使大量的有机质不能快速消耗,延缓了有机质的降解过程,这与康军等^[22]在研究玉米秸秆添加比例对污泥好氧堆肥的影响效果相类似。刘頔^[23]在研究秸秆与污泥混和发酵时发现当玉米秸秆与污泥混合发酵比例为2:1时更加有利于提高产氢速率和甲烷的产率。另外,试验发现,并非秸秆还田量越多越好,但均以中高量还田对土壤养分及有机质的效应最为显著。究其原因,可能是在一定的秸秆还田量范围内,秸秆还田量过低对土壤养分和有机质的释放量较少;而秸秆还田量过大,不利于土壤微生态环境,导致土壤微生物数量和活性降低,从而限制了土壤养分的循环与释放。这与张静等^[24]在研究不同玉米秸秆还田量对土壤肥力的影响效果相类似。研究结果显示,经过施加不同处理后,玉米秸秆土壤速效钾以及有机质质量分数均有不同程度的提高,土壤速效氮均有不同程度的降低,分析其原因是秸秆发酵过程中,微生物利用秸秆中的氮素作为自身的营养物质,速效磷变化不明显,由于秸秆本身含磷量较低,对土壤磷质量分数循环产生作用不明显。对比施加未发酵的玉米秸秆,发酵玉米秸秆还田对土壤速效氮量降低较少,土壤有机质以及速效养分改善更明显,这与冯焯等^[25]研究结果一致。

土壤微生物量是植物营养物质的源与库,并积极参与养分循环,添加有机物质对微生物种群比矿质肥料更大,而常被用来评价土壤的生物学性状;土壤酶活性可以表征土壤的综合肥力特征及土壤养分转化进程,反应土壤中各种生物化学过程的强度和方向,可以作为土壤质量的生物学指标。本研究发现施加不同处理的玉米秸秆土壤的微生物量碳、氮以及酶活性均有不同程度的提高,且发酵后的玉米秸秆比未发酵的玉米秸秆效果要好,总体趋势为:SM2处理>SM1处理>SM3处理>SM6处理>CK。说明发酵后的玉米秸秆更加有利于改善盐碱化土壤,且发酵比例对于改良盐碱地也很关键。另外,本研究发现,施加量为SA2时显著提高了土壤微生物量碳、氮以及酶活性,这说明在该还田量下,C/N被控制在适宜的范围,这样有利于提高土壤微生物量和微生物活性,而土壤微生物量的增加又会进一步提高包括土壤酶在内的分泌数量^[26],从而提高土壤酶活性。周文新等^[27]研究了不同秸秆还田量对土壤微生物群落功能多样性的影响,发现秸秆还田增加了土壤细菌数量,并以2/3秸秆还田量效果最好,说明土壤微生物数量受到秸秆还田量因素的影响;陈冬林等^[28]研究发现了秸秆还田量对土壤微生物活度的影响在不同耕作方式下表现不同,耕翻条件下以2/3还田量处理的土壤微生物活度高,而少免耕条件下1/3还田量处理最高。这些研究结果都说明土壤微生物量和活性受到了秸秆还田量等因素的影响,本试验也证明了这一点。

4 结论

1)不同处理的玉米秸秆施加到盐碱土中,发酵玉米秸秆比未发酵玉米秸秆效果要好,且总体的趋势为:SM2处理>SM1处理>SM3处理>SM6处理>CK。说明混合发酵比例2:1为最佳发酵条件,有利于改良盐碱化土壤。

2)不同处理的玉米秸秆施加到盐碱土中,土壤有机质和速效钾都有一定程度的升高,土壤速效氮和速效磷都有一定程度的降低。

3)双因素方差分析表明,混合发酵比例与施加量的交互作用对有机质、速效氮、速效钾、微生物量碳的影响显著($P<0.001$)。

4)不同处理的玉米秸秆施加量为2.50 g/kg和3.75 g/kg的效果最佳,表现为土壤肥力提高较为明显。鉴于秸秆还田对作物产量和土壤肥力的长期效应以及对土壤微生物生理代谢影响的复杂性,在大田条件下保障产量基础上的结果是否相同有待进一步的试验验证。

参考文献:

- [1] 强学彩,袁红莉,高旺盛. 秸秆还田量对土壤CO₂释放和土壤微生物量的影响[J]. 应用生态学报, 2004, 15(3):469-472.
- [2] 谭周进,李倩,李建国,等. 稻草还田量对晚稻土壤微生物数量及活度的动态影响[J]. 农业环境科学学报, 2006, 25(3):670-673.
- [3] 杨玉爱. 我国有机肥料研究及展望[J]. 土壤学报, 1996, 33(4):414-422.
- [4] 席北斗,刘鸿亮,孟伟,等. 高效复合微生物菌群在垃圾堆肥中的应用[J]. 环境科学, 2001, 22(5):122-125.
- [5] THOMSEN M S, BETTIGNIES T D, WERBERG T, et al. Harmful algae are not harmful to everyone[J]. Harmful Algae, 2012, 16(2):74-80.
- [6] 胡萍,严群,宋任涛,等. 蓝藻与污泥混合厌氧发酵产沼气的初步研究[J]. 环境工程学报, 2009, 3(3):559-563.
- [7] 李轶,刘雨秋,张镇,等. 玉米秸秆与猪粪混合厌氧发酵产沼气工艺优化[J]. 农业工程学报, 2014, 30(5):185-192.
- [8] 胡敏,何昌义. 我国秸秆生物转化燃料酒精研究现状[J]. 氨基酸和生物资源, 2006, 28(3):36-40.
- [9] 张功,嵯峨,王瑞君. 多菌种发酵秸秆饲料的研究[J]. 华北农学报, 2000, 15(S1):175-177.
- [10] 汪建中,柯丽霞. 混菌发酵玉米秸秆基质蛋白质含量及木质素酶活性的研究[J]. 食品与发酵工业, 2011, 37(5):45-49.
- [11] 徐娜娜,解玉红,冯焱. 添加秸秆粉对盐碱地土壤微生物生物量及呼吸强度的影响[J]. 水土保持学报, 2014, 28(2):185-188.
- [12] 王佳丽,黄贤金,钟太洋,等. 盐碱地可持续利用研究综述[J]. 地理学报, 2011, 66(5):673-684.
- [13] 马晨,马履一,刘太祥,等. 盐碱地改良利用技术研究进展[J]. 世界林业研究, 2010, 23(2):28-32.
- [14] 王海江,石建初,张花玲,等. 不同改良措施下新疆重度盐渍土壤盐分变化与脱盐效果[J]. 农业工程学报, 2014, 30(22):102-111.
- [15] 南京农学院. 土壤农化分析[M]. 北京:农业出版社, 1980.
- [16] 吴金水. 土壤微生物生物量测定方法及其应用[M]. 北京:气象出版社, 2006.
- [17] 许光辉. 土壤微生物分析方法手册[M]. 北京:农业出版社, 1986.
- [18] NSABIMANA D, HAYNES R J, WALLIS F M. Size, activity and catabolic diversity of the soil microbial biomass as affected by land use[J]. Applied Soil Ecology, 2004, 26(2):81-92.
- [19] JUMA N G, PAUL E A. Mineralizable Soil Nitrogen: Amounts and Extractability Ratios[J]. Soil Science Society of America Journal, 1984, 48(1):76-80.
- [20] PACUAL J A, MORENO J L, HEMANDEZ T, et al. Persistence of immobilised and total urease and phosphatase activities in a soil amended with organic wastes[J]. Bioresource technology, 2002, 82(1):73-78.
- [21] 吴冷,何念鹏,周道玮. 玉米秸秆改良松嫩盐碱地的初步研究[J]. 中国草地学报, 2001, 23(6):34-38.
- [22] 康军,张增强,张维,等. 玉米秸秆添加比例对污泥好氧堆肥质量的影响[J]. 武汉理工大学学报, 2010(2):172-176.
- [23] 刘岷. 秸秆与污泥混合两相发酵产氢产甲烷的研究[D]. 天津:天津大学, 2012.
- [24] 张静,温晓霞,廖允成,等. 不同玉米秸秆还田量对土壤肥力及冬小麦产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2010, 16(3):612-619.
- [25] 冯焱,袁静,解玉红. 玉米秸秆不同还田方式对土壤肥力及小麦生长的影响[J]. 天津理工大学学报, 2016, 32(1):53-57.
- [26] 任万军,黄云,吴锦秀,等. 免耕与秸秆高留茬还田对抛秧稻田土壤酶活性的影响[J]. 应用生态学报, 2011, 22(11):2913-2918.
- [27] 周文新,陈冬林,卜毓坚,等. 稻草还田对土壤微生物群落功能多样性的影响[J]. 环境科学学报, 2008, 28(2):326-330.
- [28] 陈冬林,易镇邪,周文新,等. 不同土壤耕作方式下秸秆还田量对晚稻土壤养分与微生物的影响[J]. 环境科学学报, 2010, 30(8):1722-1728.

The Effect of Fermented Corn Straw on Fertility of Saline-alkali Soil

HAN Jianhong¹, WANG Xuping¹, ZHANG Lianke¹, YU Weijia², JIAO Liyan³, WANG Weida¹

(1.School of Energy and Environment, Baotou 014010, China; 2.Baotou Radiation Environment Management, Baotou 014010, China; 3.Huize Water(Qingzhou)CO.LTD, Qingzhou 262500, China)

Abstract: We investigated the effects of fermented corn straw on fertility of saline-alkali Soil based on pot experiments by taking unfermented corn straw as the control. In the experiment, we analyzed the changes in soil fertility after applying a mixture of straw and slugged fermented corn straw at ratios of 1:1, 2:1, 3:1, and 6:1, at application rates of 1.25 g/kg, 2.50 g/kg, 3.75 g/kg and 5.00 g/kg respectively to a saline-alkali soil. The results showed that applying fermented corn straw significantly improved soil organic matter and bioavailable potassium, but decreased the bioavailable nitrogen and phosphorus. When the ratio of straw to fermented corn straw was 2:1 and the application rate was 2.50 g/kg, the microbial biomass-C and N were enhanced and they were 0.90 times and 1.07 times higher than those in the original soil; the soil enzymatic activity also increased significantly. In particular, the alkaline phosphatase, urease, cellulase and catalase increased by 54.47%, 37.00%, 33.82%, 59.77% compared to those in the original soil.

Key words: corn straw; fermentation; saline-alkali soil; soil fertility

责任编辑:陆红飞