

不同有机物料对连作大豆土壤养分含量及生物性状的影响

王笃超, 吴景贵, 李建明

(吉林农业大学资源与环境学院, 长春 130118)

摘要: 选取畜禽粪便、天然有机物料、有机肥类有机物料3大类共9种有机物料进行大田试验, 设正茬和连作2种植方式, 主要研究不同类型有机物料对土壤养分和生物性状变化特征的影响。结果表明: 有机物料的施入对提高土壤养分含量和改善土壤生物性状作用效果明显。正茬土壤 pH 为 5.70~6.00, 连作土壤 pH 为 5.50~5.90, 施用有机物料小区均高于 CK 处理。畜禽粪便类有机物料, 对提高大豆土壤速效钾含量效果显著, 对正茬和连作土壤分别平均提高 12.73% 和 17.09%; 猪粪对正茬土壤呼吸提高 11.30%; 鸡粪对连作土壤中微生物量氮提高 13.85%。天然有机物料, 对提高土壤中碱解氮作用明显, 正茬和连作分别平均提高 6.31% 和 3.30%。有机肥类有机物料, 对大豆土壤中速效磷含量正茬和连作土壤分别提高 2.13% 和 2.27%, 有机质含量分别提高 1.98% 和 4.20%; 鸡粪型有机肥对正茬土壤微生物量碳提高 3.45%。所有有机物料处理整体效果均好于 CK 处理, 这表明有机物料的施入具有提高大豆土壤养分含量, 改善土壤养分性状的作用。

关键词: 有机物料; 连作; 养分含量; 生物性状

中图分类号: S158.3

文献标识码: A

文章编号: 1009-2242(2017)03-0258-05

DOI: 10.13870/j.cnki.stbcbx.2017.03.043

Effects of Different Organic Materials on Soil Nutrient Contents and Biological Properties of Continuous Cropping of Soybean

WANG Duchao, WU Jinggui, LI Jianming

(Jilin Agricultural University, College of Resources and Environment, Changchun 130118)

Abstract: Nine kinds of organic materials from three categories, including poultry excrement, natural organic material, and organic fertilizer were studied in a field trial. This research studied on the effects of different kinds of organic materials on variation characteristics in soil nutrients and biological traits following main cropping and continuous cropping. The results indicated that the application of organic materials apparently increased soil nutrient contents and improved soil biological properties. Soil pH values of the main cropping and continuous cropping were 5.70–6.00 and 5.50–5.90, respectively, with pH values being increased by the application of organic materials. Poultry excrement significantly increased available potassium content by 12.73% and 17.09% in the soil of the main cropping and continuous cropping of soybean, respectively; pig manure increased soil respiration by 11.30%. Chicken manure increased microbial biomass nitrogen in the soil of continuous cropping by 13.85%. Alkaline hydrolysis nitrogen in the soil was significantly increased, i. e. by 6.31% and 3.30%, respectively, by the application of natural organic materials for both the main cropping and continuous cropping. Available phosphorus content in the soil was increased by 2.13% and 2.27% by the application of organic fertilizer, respectively; organic matter content was increased by 1.98% and 4.20%. Chicken manure fertilizer increased soil microbial biomass carbon for the main cropping by 3.45%. All fields treated with organic materials had better soil nutrient and biological traits compared with the control, indicating that the application of organic materials can increase nutrient contents in soybean soil and improve its nutrient properties.

Keywords: organic materials; continuous cropping; nutrient content; biological properties

收稿日期: 2016-11-22

资助项目: 吉林省科技厅重大科技招标专项“畜禽粪便高效转化生产有机肥关键技术及产品研发”(20150203004NY); 吉林农业大学博士启动基金项目“不同来源有机物料对农田黑土土壤动物群落结构影响的研究”(201634)

第一作者: 王笃超(1991—), 男, 硕士研究生, 主要从事不同有机物料对连作大豆土壤微生物的影响方面研究。E-mail: wangduchao678@163.com

通信作者: 吴景贵(1967—), 男, 博士, 教授, 主要从事农业废弃物资源化利用方面研究。E-mail: wujingguik@163.com

大豆是世界上最重要的经济作物之一^[1]。中国东北的气候条件特别适合大豆种植,自 1980 年大豆的种植面积大幅增加。如今,中国东北地区大豆生产的特点是广泛的单一栽培^[2]。大豆是忌重迎茬种植的植物,同一种植区域连续多年种植大豆,土壤中有机的含量会明显下降。然而连续种植大豆,由于其对土壤健康不利,会导致产量下降^[3]。大豆作为单一作物连年种植会形成土壤养分吸收的单一性,造成土壤养分偏耗,导致某些元素的缺失,影响土壤性质,限制大豆生长。连续消耗土壤养分,补充不充分的情况下,长期往复可能会产生土壤肥力的退化和枯竭,从而危及农业系统的环境可持续性^[4]。因此,要采取必要的措施补充大豆连作过程中过度消耗的元素,使土壤中的各种营养元素重新恢复相对平衡。有机物料是农业生产中重要的物质基础,施用有机物料对土壤性质的改善及作物生产有着重要影响。同时,有机物料种类繁多,不同物料性质及其施用后对土壤和作物的影响存在一定差异性^[5]。多种有机物料组合处理可以为土壤微生物提供更加丰富的碳源和生长物质,增加养分释放,提高土壤 pH,改善土壤微生物的碳源利用效率,增强土壤生物活性,从而促进土壤质量提升^[6]。有研究显示,随着大豆连作年限的增加,土壤中全氮、全磷和全钾的含量变化不大,但碱解氮、速效钾的含量降低,微量元素有效锌、硼含量明显减少,速效磷变幅较大。现有研究已普遍证明,有机肥与化肥相结合已经被证明是增加和维持土壤肥力以及提高作物产量的有效方法^[7-8]。针对有机物料对土壤养分与生物性状的研究多局限于多种物料,未能将不同物料分为不同类型进行比较,而本试验将选取畜禽粪便、天然有机物料、有机肥类有机物料 3 大类共 9 种有机物料在大田进行不同类型有机物料对正茬和连作大豆土壤养分与生物性状研究。设正茬和连作 2 种植方式,明确不同类型有机物料间作用差异,以及相同类型有机物料在正茬和连作土壤中的差异。为克服单一作物种植养分偏耗和实现减施化肥增施有机肥的可持续发展的现代化有机农业提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试土壤为黑土(碱解氮 90.44 mg/kg,速效磷 34.15 mg/kg,速效钾 92.50 mg/kg),取自吉林农业大学教学试验田。供试有机物料分别为:畜禽粪便(鸡粪、猪粪、牛粪),均取自吉林农业大学动物科学与技术学院;天然有机物料(树叶、秸秆、牧草),牧草取自内蒙古扎赉特旗牧场,其余均取自吉林农业大学培养场;有机肥类有机物料(鸡粪型有机肥、菌渣型有机

肥、褐煤型有机肥),鸡粪型有机肥取自辽源有机肥场,菌渣型有机肥取自吉林农业大学培养场,褐煤型有机肥取自山东泉林有机肥场。供试作物为大豆,品种为吉农 18。土壤及各有机物料基本理化性质见表 1,后文处理中所提连作均为连作 7 a。

表 1 土壤及各有机物料基本理化性质

供试材料	pH	有机质/ (g·kg ⁻¹)	全氮/ (g·kg ⁻¹)	全磷/ (g·kg ⁻¹)	全钾/ (g·kg ⁻¹)
土壤	6.76	20.97	1.13	0.87	2.39
牛粪	7.27	302.34	13.92	3.60	8.32
猪粪	7.63	268.91	21.18	7.03	8.22
鸡粪	8.03	240.11	17.07	8.79	14.09
树叶	6.14	371.06	9.91	1.02	4.05
秸秆	6.42	493.42	8.33	1.12	12.34
牧草	6.69	422.45	9.01	1.17	12.66
菌渣型有机肥	6.07	362.44	5.31	2.96	9.98
鸡粪型有机肥	7.02	343.27	15.29	2.74	10.82
褐煤型有机肥	7.09	248.79	11.27	1.78	7.26

1.2 试验设计

大田试验在吉林农业大学教学试验田进行,试验始于 2010 年,小区采取随机分组分布,正茬和连作小区面积均为 25 m²,每小区 8 垄,垄距 0.65 m,垄长 5 m。设 10 个处理,分别为:鸡粪(JF)、猪粪(ZF)、牛粪(NF)、秸秆(JG)、树叶(SY)、牧草(MC)、鸡粪型有机肥(JFX)、菌渣型有机肥(JZX)、褐煤型有机肥(HMX)、对照(CK)。每垄按干重 4 800 kg/hm² 施入不同有机物料,磷酸二铵 192 kg/hm²,氯化钾 144 kg/hm²;对照只施用化肥不施用有机物料,重复 3 次。正茬轮作期间均种植玉米(先玉 335),按尿素 400 kg/hm²,磷酸二铵 100 kg/hm²,氯化钾 100 kg/hm² 施肥。2016 年 10 月 1 日进行土壤样品采集,采回的土壤样品经风干、去除杂质后,研磨过 1 mm 筛,密封保存,并进行测定。

1.3 测定方法

pH 值采用 2.5 : 1 的水土比,用电位计法测定;碱解氮采用碱解扩散法测定;速效磷采用钼锑抗比色法测定;速效钾采用火焰光度计法测定;有机质采用重铬酸钾氧化-容量法测定;微生物量碳、微生物量氮采用氯仿熏蒸法测定;土壤呼吸采用室内密闭培养法进行测定。具体方法参考鲍士旦^[9]《土壤农化分析》。

1.4 统计与分析

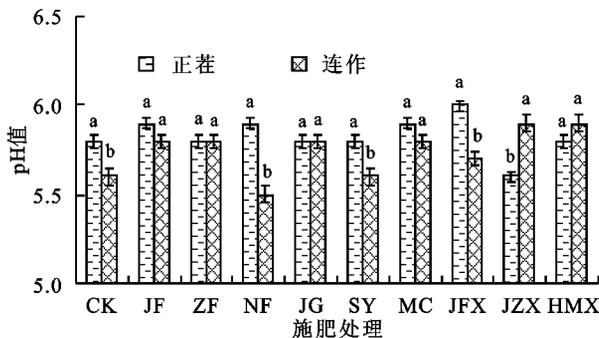
数据统计分析与作图采用 SPSS 17.0 和 WPS 2016 软件进行。

2 结果与分析

2.1 不同有机物料对土壤 pH 的影响

由图 1 可知,大豆种植过程中土壤 pH 值呈普遍下降趋势,不同有机物料对土壤 pH 的下降具有不同的缓解作用。畜禽粪便类,猪粪处理的效果最好,土壤 pH 未

出现下降现象;牛粪处理的 pH 值在所有处理中下降最明显,较正茬相比下降了 0.4。天然有机物料,秸秆对抑制连作大豆土壤 pH 值的下降作用效果最明显,未出现 pH 值下降现象。有机肥料有机物料,施用褐煤型有机肥的处理无论是正茬还是连作,土壤的 pH 值明显高于相同年限下单施化肥的处理;鸡粪型有机肥和菌渣型有机肥较单施化肥处理相比,对大豆连作过程中土壤 pH 值的下降均有一定的缓解作用,但有机肥料有机物料处理,连作 7 a 土壤 pH 值较正茬平均下降了 0.13,较畜禽粪便类和天然类下降更明显。有机肥料有机物料处理的正茬土壤 pH 为 5.93,高于畜禽粪便类和天然类的 5.8;有机肥料有机物料处理的连作土壤 pH 为 5.8,高于畜禽粪便类和天然类的 5.7。因此,有机肥料有机物料对大豆种植过程中土壤 pH 值的下降具有明显的缓冲作用。



注:不同小写字母表示同种养分,同一年限,不同处理间存在显著性差异($p < 0.05$)。下同。

图 1 不同有机物料对土壤 pH 的影响

2.2 不同有机物料对土壤养分的影响

2.2.1 不同有机物料对土壤有机质含量的影响

由表 2 可知,不同类型的有机物料对土壤有机质含量的影响各不相同。就正茬而言,所有处理均对土壤有机质表现出增加效果,不同处理间比较以鸡粪处理增幅最大,达到 4.58%,其次是褐煤型有机肥处理,增幅为 3.23%。不同类型有机物料间进行比较,3 种类型的有机物料之间均无明显差异。就连作土壤而言,所有处理均对土壤有机质表现出增加效果,不同处理与对照相比鸡粪型有机肥处理增幅最大,达到 7.28%,其次是鸡粪处理,增幅为 5.04%。不同类型有机物料间进行比较,有机肥型有机物料对土壤有机质的提高幅度明显高于天然类有机物料,增幅分别为 4.20% 和 0.84%,畜禽粪便类有机物料增幅为 2.89%。

2.2.2 不同有机物料对土壤碱解氮含量的影响

由表 2 可知,不同有机物料的施用均在一定程度上对正茬和连作大豆土壤碱解氮造成影响,在大豆连作过程中土壤中的碱解氮在不断增加,有积累的现象。施用有机物料的处理土壤中碱解氮含量明显高于相同年限的 CK 处理。畜禽粪便类,鸡粪的处理效果最为明

显,增加幅度分别为 15.38% 和 14.68%,正茬和连作均有显著性差异。天然有机物料,对正茬土壤中碱解氮的提升作用最为明显的是秸秆,增加幅度为 10.30%,其次是树叶,增长幅度为 5.83%;对连作土壤中碱解氮的提升作用最为明显的是秸秆,增加幅度为 8.60%,其次是牧草增长幅度为 0.72%。有机肥料有机物料,对正茬土壤中碱解氮的提升作用最为明显的是鸡粪型有机肥,增加幅度为 9.02%,其次是菌渣型有机肥,增长幅度为 5.45%;对连作土壤中碱解氮的提升作用最为明显的是褐煤型有机肥,增加幅度为 6.07%,其次是鸡粪型有机肥,增长幅度为 4.48%。畜禽粪便类有机物料中的牛粪,在正茬和连作处理中增幅分别为 0.61% 和 0.29%,均为相同年限处理中最低,与 CK 处理差异极不明显。

2.2.3 不同有机物料对土壤速效磷含量的影响

由表 2 可知,不同施肥处理均对土壤中速效磷含量产生一定影响。无论是正茬土壤还是连作土壤,土壤中的速效磷含量基本是稳定的。就正茬土壤速效磷而言,3 大类有机物料中均有 1 种或 2 种处理的土壤中速效磷含量低于 CK 处理,降低最明显的是畜禽粪便类有机物料中的牛粪,降低幅度为 11.06%。增加幅度最明显的是畜禽粪便类的猪粪,增加幅度为 11.30%,其次是有机肥料有机物料中的褐煤型有机肥,增加幅度为 4.42%。3 大类有机物料对连作大豆土壤速效磷的增加幅度由高到低分别为有机肥料有机物料 > 天然类有机物料 > 畜禽粪便类有机物料,并且只有有机肥料有机物料整体处理土壤中速效磷的含量高于 CK 处理,其余 2 大类处理效果均低于 CK 处理。就连作土壤速效磷而言,3 大类有机物料中只有有机肥料有机物料中的所有处理土壤中速效磷的含量没有降低,其他 2 类有机物料中鸡粪和牧草种处理的土壤中速效磷含量低于 CK 处理。

2.2.4 不同有机物料对土壤速效钾含量的影响

由表 2 可知,不同类型的有机物料对正茬和连作土壤中速效钾含量有不同程度的影响。正茬土壤速效钾除天然类有机物料树叶、牧草外,其他处理均较 CK 处理有不同程度的提高。其中,以牛粪处理增幅最为明显,达到 28.69%。其次是菌渣处理,增幅达到 20.06%。从整体来看,畜禽粪便类有机物料对正茬土壤速效钾增加效果并不比有机肥料有机物料显著。除牛粪外,其他 2 种畜禽粪便处理对土壤速效钾增幅均小于有机肥料有机物料的鸡粪型有机肥和菌渣型有机肥。而天然类有机物料中,除秸秆外,其余 2 种处理均降低了土壤中速效钾的含量,降幅分别为 1.51% 和 0.43%。连作土壤速效钾除天然类有机物料牧草和有机肥料有机物料菌渣外,其他处理均较 CK 处理有不同程度的提高。其中,以鸡粪

型有机肥处理增幅最为明显达到 41.09%。从整体来看,有机肥类有机物料对正茬土壤速效钾增加效果并不比畜禽粪便类有机物料显著。除鸡粪型有机肥外,其他 2 种有机肥类有机物料对连作土壤中速效钾的增幅均小于畜禽粪便类有机物料。甚至,菌渣型有机物

料处理的土壤中速效钾含量低于 CK 处理,下降幅度达 1.78%。天然类有机物料中,秸秆的处理效果最明显,增幅为 5.54%,而牧草处理降低了土壤中的速效钾含量,降低 0.22%。

表 2 不同有机物料对土壤养分的影响

单位:mg/kg

分类	处理	有机质		碱解氮		速效磷		速效钾	
		正茬	连作	正茬	连作	正茬	连作	正茬	连作
对照	CK	37.1±0.4bc	35.7±0.2ab	132.0±7.9ab	138.3±11.2bc	40.7±2.1bc	41.2±1.7b	92.7±5.2b	90.3±3.8ab
	JF	38.8±0.6b	37.5±0.3ab	152.3±13.1bc	158.6±6.5bc	38.2±0.8ab	39.4±1.3bc	95.3±4.3ab	98.4±3.7bc
畜禽粪便类	ZF	37.9±0.8d	36.5±0.8ab	133.9±9.7bc	141.1±10.5ab	45.3±1.2ab	47.1±0.8a	98.9±5.2a	100.7±4.2bc
	NF	38.2±0.4a	36.2±0.3a	132.8±8.7bc	138.7±10.3ab	36.2±1.7a	42.2±2.3bc	119.3±4.9cd	118.1±4.6c
天然类	JG	37.7±0.6ab	36.0±0.4b	145.6±6.5bc	150.2±9.2bc	41.2±1.9bc	42.7±2.7ab	92.7±3.4ab	95.3±4.7ab
	SY	37.7±0.8bc	35.9±0.5a	139.7±8.9bc	139.1±10.7ab	41.1±2.7bc	41.4±2.3cd	91.3±4.3ab	90.7±5.2d
有机肥类	MC	37.2±0.6bc	36.1±0.8c	135.7±7.2ab	139.3±6.8bc	37.8±2.8a	39.5±1.5ab	92.3±4.7bc	90.1±3.8a
	JFX	37.8±0.2ab	38.3±0.9bc	143.9±8.7c	144.5±10.8ab	41.7±1.2ab	41.2±2.2bc	103.3±3.7a	127.4±4.2ab
有机肥类	JZX	37.4±0.6ab	36.1±0.3d	139.2±11.2a	144.3±11.0ab	40.5±2.7bc	42.9±1.6bc	111.3±3.3b	88.7±3.6bc
	HMX	38.3±0.6ab	37.2±0.7bc	133.8±7.2a	146.7±12.2ab	42.5±0.7a	42.3±0.9a	93.7±2.7c	99.6±3.2a

综合以上分析不难看出,不同类型的有机物料对大豆连作过程中土壤 pH 值的降低具有一定的缓解作用。有机肥类有机物料对正茬和连作土壤中有机质、碱解氮、速效磷、速效钾含量均有增加效果,说明有机肥类有机物料能有效提高正茬和连作大豆土壤养分性状,且以鸡粪型有机肥处理对各指标含量总体增加效果最为明显。畜禽粪便类有机物料,对正茬土壤有机质、碱解氮、速效钾含量均呈增加效果,但对速效磷含量呈降低效果,也就是说畜禽粪便类有机物料提供土壤速效磷的能力较弱;对连作土壤有机质、碱解氮、速效磷、速效钾含量均呈现增加效果,说明畜禽粪便类有机物料对大豆土壤的长期施用效果好于短期效果。天然类有机物料不仅对正茬土壤中的速效磷表现出降低效果,对速效钾也表现出降低效果,换言之,天然类有机物料不能够有效的满足正茬大豆对速效磷和速效钾的需求;天然类有机物料对连作土壤中有机质、碱解氮、速效磷、速效钾含量增加效果要好于正茬。

2.3 不同有机物料对土壤生物性状的影响

2.3.1 不同有机物料对土壤微生物量碳含量的影响 由图 2 可知,施用鸡粪型有机肥对正茬土壤微生物量碳提高作用最明显,增加幅度可达 3.45%,其次是鸡粪、牛粪、牧草,提高幅度为 1.72%。与单施化肥相比,畜禽粪便类有机物料对正茬土壤微生物量碳提高作用最明显,其次是天然类有机物料,最后是有机肥类有机物料,3 类有机物料之间差异不显著。对连作土壤微生物量碳提高最显著的是有机肥类有机物料,菌渣型有机肥和褐煤型有机肥效果最好,均提高 5.36%。

2.3.2 不同有机物料对土壤微生物量氮含量的影响 由图 3 可知,畜禽粪便类的鸡粪对连作土壤中微生物量氮提高作用最为明显,提高了 13.85%。有机肥

类有机物料促进了连作土壤中微生物量氮的生成,促进了氮元素由其他形态的氮向微生物量氮的转化。畜禽粪便类和天然类对连作大豆土壤微生物量氮的提高也具有一定的效果,但不如有机肥类有机物料效果明显。对于正茬土壤而言,畜禽粪便类的鸡粪、天然的秸秆以及有机肥类的鸡粪型和菌渣型有机物料处理,微生物含量显著高于 CK。

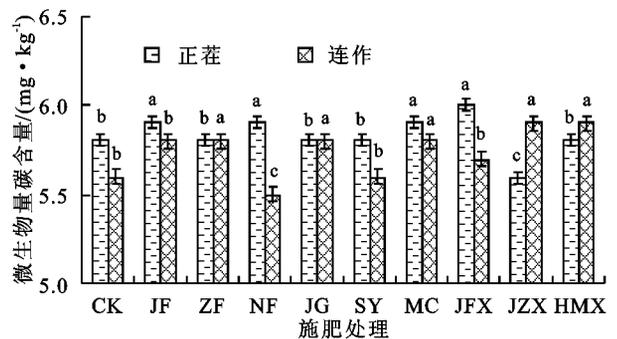


图 2 不同有机物料对土壤微生物量碳的影响

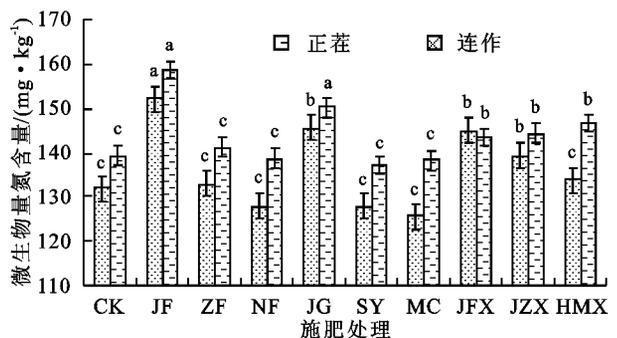


图 3 不同有机物料对土壤微生物量氮的影响

2.3.3 不同有机物料对土壤呼吸的影响 由图 4 可知,每种类型的有机物料中均有 1~2 种有机物料处理中的正茬土壤呼吸低于 CK 处理,牛粪的降低幅度最大,为 11.06%。猪粪对正茬土壤呼吸提高作用明显,为 11.30%。就连作土壤而言,猪粪的提高作用

最为明显,提高 14.32%;就整体而言,有机肥类有机物料对提高连作土壤呼吸的整体效果更好。

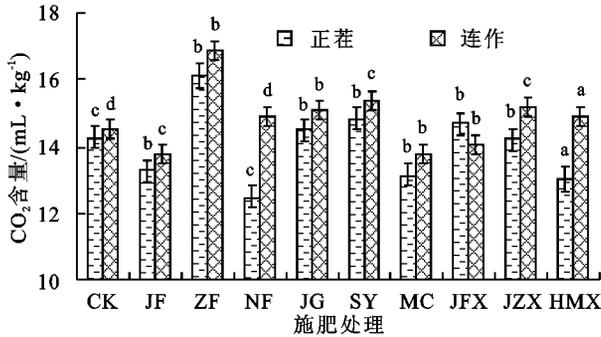


图 4 不同有机物料对土壤呼吸的影响

综合以上分析可知,施用有机肥较单施化肥正茬和连作土壤的生物性状均有不同程度的提高。畜禽粪便类有机物料,促进了正茬和连作土壤中微生物量氮的提高。天然类有机物料,能有效的促进土壤呼吸。有机肥类有机物料,明显的提高了土壤微生物量碳的含量。

3 讨论

不同类型有机物料对土壤养分性状和生物性状的影响情况不同,均有不同程度的增加效果。关于不同类型有机物料对土壤中各速效养分的增加,赵亮等^[10]解释为:通过有机物料的培肥作用后土壤中各速效养分以及土壤有机质均得到了不同程度的增加。也就是说,本文土壤性质的变化,与施入有机物料有直接关系。本研究表明,畜禽粪便类的鸡粪和猪粪对提高土壤中碱解氮含量效果最好,这与董志新等^[11]研究结果一致。鸡粪对土壤有机质含量的提高效果高于牛粪,而牛粪对提高土壤中速效钾含量效果最好这与董志新等^[11]牛粪对提高土壤有机质含量效果最大,鸡粪和猪粪对提高土壤速效钾含量效果最好的研究结果不同。这可能是由于该研究采用室内培养试验未种植作物,而本研究采用大田试验种植大豆,由于土壤环境的不同以及根系与有机物料的交互作用不同引起的。

影响土壤速效养分的主要因素之一就是物料的来源、数量及种类。这也解释了造成施入畜禽粪便、天然有机物料和有机肥类有机物料后土壤中速效养分含量的差异所在。不同类型的有机物料对土壤中有机质的含量也会造成不同影响。梁尧等^[12]指出,化肥和有机物料配施则能够显著提高土壤总有机碳及各活性有机碳组分的含量。不同有机物料还田对土壤总有机碳和各活性有机碳组分的贡献存在显著差异。本研究显示,有机肥处理土壤微生物碳含量均明显高于单施化肥处理;同时化肥与有机肥配合施用,土壤微生物量氮也明显高于单施化肥处理,有机

物料的施入对土壤的微生物学特征有明显的改善,有机物料与化肥配合施用的效果明显好于单施化肥的效果。这与陈安强等^[13],王芳等^[14]研究结果一致。

已有研究表明,土壤的养分状况和生物性状的变化与施入的肥料有明显的关系。王芳等^[14]研究指出,化肥与不同有机物料配合施用,土壤微生物学特性(微生物量碳、微生物量氮、脲酶、碱性磷酸酶)及部分土壤养分状况(全氮、速效磷、速效钾、阳离子交换量)比单施化肥处理有进一步改善。由此可见,大豆连作过程中对土壤养分和生物性状的影响不是由单一因素决定的,是由多种因素综合形成的。

4 结论

(1)畜禽粪便类有机物料对抑制正茬大豆土壤 pH 下降缓解作用效果好于有机肥类有机物料,畜禽粪便类有机物料和有机肥类有机物料对抑制连作大豆土壤 pH 下降比天然类有机物料效果明显,但所有有机物料处理效果均好于对照,说明有机物料的施入可以缓解大豆连作过程中土壤 pH 的下降。

(2)不同类型有机物料对正茬和连作大豆土壤养分具有明显的影响。无论是正茬土壤还是连作土壤 3 大类有机物料处理的土壤中碱解氮、速效磷、速效钾、有机质含量均高于对照。畜禽粪便对提高正茬土壤有机质含量效果最明显,连作土壤中有有机肥类有机物料效果最好;有机肥类有机物料处理的正茬土壤速效磷含量最高,连作土壤中畜禽粪便处理效果最明显;畜禽粪便有机物料对正茬和连作土壤中速效钾的作用均比较显著。

(3)不同类型有机物料对大豆种植过程中土壤生物性状有明显影响。鸡粪型有机肥对正茬土壤微生物量碳提高作用最明显,畜禽粪便类有机物料对正茬土壤微生物量碳提高作用最明显,其次是天然类有机物料,最后是有机肥类有机物料。对连作土壤微生物量碳和连作土壤微生物量氮提高最显著的是有机肥类有机物料,畜禽粪便类和天然类不如有机肥类有机物料明显。有机肥类有机物料对提高正茬和连作土壤中微生物量磷的效果均比畜禽粪便类有机物料和天然类有机物料明显。天然类有机物料和有机肥类有机物料对正茬土壤呼吸作用效果较好,而有机肥类有机物料对连作土壤呼吸作用效果比较明显。

参考文献:

- [1] Guo Z Y, Wang J G, Wang Y F. Rhizosphere isoflavones (daidzein and genistein) levels and their relation to the microbial community structure of mono-cropped soybean soil[J]. Soil Biology & Biochemistry, 2011, 43 (11): 2257-2264.