

张 奇,张振华,刘丽珠,等. 增施有机肥对黄泛冲积区贫瘠土壤养分和玉米产量的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(17):271-276.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.17.066

增施有机肥对黄泛冲积区贫瘠土壤 养分和玉米产量的影响

张 奇^{1,2}, 张振华², 刘丽珠², 范如芹², 艾玉春², 卢 信²

(1. 扬州大学环境科学与工程学院,江苏扬州 225009; 2. 江苏省农业科学院农业资源与环境研究所,江苏南京 210014)

摘要:针对黄泛冲积区土壤肥力低、生物功能弱等障碍因子,比较了增施不同有机肥料(普通商品有机肥、生物有机肥)及其不同施用量(150,300,450 kg/667 m²)对江苏省滨海县黄泛冲积区贫瘠土壤养分和生物性状的影响,结果显示:施用有机肥能不同程度提升土壤有机质含量,增加氮、磷、钾养分含量,降低土壤 pH 值,改良土壤理化性质;施用有机肥还能提高碱性磷酸酶活性,使土壤微生物活性和多样性指数增加,改良土壤的生物功能。随着有机肥用量从 150 kg/667 m² 增加到 450 kg/667 m²,有机肥施用对土壤养分含量和生物功能改善效果愈加明显,玉米产量也与对照相比增加 0.75% 到 25.8% 不等,其中以施用 450 kg/667 m² 普通有机肥增产效果最好。而相同用量下,施用商品有机肥的 NOF 处理对土壤理化性质和养分的提升效果要好于施用生物有机肥的 BOF 处理,但 BOF 处理对生物性状的改良作用要高于 NOF 处理的。由此可见,施用有机肥的土壤各项肥力指标和作物产量在短期内就都已有所提升,尤其在施用量为 450 kg/667 m² 的处理中。因此长期施用有机肥在培肥土壤,保障我国粮食作物稳产、增产方面的重要作用已经可以预见。

关键词:贫瘠土壤;有机肥;土壤理化性状;生物功能;玉米产量

中图分类号: S156 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)17-0271-05

我国耕地正面临土壤贫瘠化(又称土壤退化)的重大问题^[1]。江苏省滨海废黄河黄泛冲积区耕地面积约 80 万 hm²,是我省重要的粮食主产区,但由于土壤质量差,粮食产量一直处于中下等水平^[2]。土壤普遍存在板结、漏水漏肥等特点,以及土壤有机质含量下降、大量与中微量养分存在不均衡等现象。其中,有机质含量的下降可以作为土壤退化的一项重要标志,它与土壤的许多属性是相互关联的^[3-5]。化肥一直以来作为我国农业增产^[6]的重要手段,而有机肥作为农业生产的重要肥源,在培肥地力、提高作物产量和改善品质方面具有重要作用^[7-8],宁川川等研究表明:施用有机肥可以使土壤物理性质得到改善^[9-10],同时有机肥中的微生物次生代谢产物,可以促进土壤中团粒结构的形成,为作物生长提供一个良好的环境^[11]。从长远角度来看,化肥虽然可以短期内解决作物对养分的需求,但对农田土壤质量的影响也是难以逆转的。本试验针对黄泛冲积区土壤肥力低、生物功能弱等障碍因子,通过增施有机肥在研究区贫瘠土壤的培肥熟化试验,并配合相应的深耕松土技术,研究不同有机肥种类及施用量条件下土壤耕层养分和生物功能及作物产量的变化特征,筛选并验证有机肥培肥熟化技术对土壤障碍因子的消减效果。

收稿日期:2018-10-19

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(17)1001]。

作者简介:张 奇(1993—),男,安徽安庆人,硕士,主要从事土壤改良与修复研究, E-mail:18752182205@163.com;共同第一作者:张振华,博士,研究员,主要从事现代农艺与土壤修复等研究, E-mail:zhenhuaz70@hotmail.com。

通信作者:卢 信,博士,副研究员,主要从事土壤改良与修复研究。 E-mail:lx deng@126.com。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验所用商品有机肥为严博士有机肥,总养分≥5.0%,有机质≥45%,腐殖质 25%;生物有机肥为南京宁粮生物有机肥,总养分≥5.0%,有机质≥55%,有效活菌数≥0.2 亿/g;复合肥为绿聚能复合肥,20% N,14% P₂O₅,6% K₂O;玉米种子为黎乐 66 玉米种子。

1.2 试验处理

本试验在江苏省滨海县黄河湾公司江苏省农业科学院试验基地进行,总面积约 2 650 m²。试验前对该农田地块进行土壤翻耕(翻耕深度约 20 cm)、平整土地(机器旋耕)、试验小区划分、施复合肥和有机肥、挖边界沟渠(沟渠 10 cm)后,利用简易播种机播种玉米。

试验地块当季小麦收割后开始进行土壤培肥熟化试验,研究增施不同有机肥料及用量对该地块土壤养分和生物性状的影响。试验共设置 7 个处理,普通商品有机肥(NO1, NO2, NO3)和生物有机肥(BO1, BO2, BO3)各施用 150,300,450 kg/667 m²,以及不施有机肥、单施复合肥(CF) 50 kg/667 m² 作为对照处理。每个处理设置 3 个重复,共 21 个小区,每个小区 90 m²,随机区组排列。其他追肥、除草、浇水等田间管理措施均与大田相同。

1.3 土壤样品采集

小麦收割后,玉米播种前采 1 次原始土样,试验地土壤基本性状见表 1。由表 1 可以看出,此次试验土壤为碱性贫瘠土壤。试验地于 2017 年 6 月 18 日播种玉米,设置行距 73 cm、株距 25 cm。7 月 15 日玉米苗期采第一次土样,10 月

15 号玉米收获期采第二次土样。样品从小区的中部四垄采取,采样点呈“S”形分布^[12]。取土时,土钻一次打到 20 cm 深度,每个小区采集 3 次重复,然后将同一小区的 3 个重复样品混合成 1 个样品,采用四分法最后留取约 1 kg 土样,用塑料袋装好放入保温箱带回实验室备用。

表 1 试验地土壤 pH 值和养分情况

序号	土壤指标	测定值	分级标准	等级
1	pH 值	8.4	>7.5	碱性
2	总氮(g/kg)	0.55	0.5~0.75	五级
3	速效氮(mg/kg)	14.1	<30	六级
4	速效磷(mg/kg)	1.06	<3	六级
5	速效钾(mg/kg)	63.17	85~125	三级
6	有机质(g/kg)	3.24	<6.0	六级

1.4 土壤样品测定

1.4.1 土壤基本理化指标的测定 土壤 pH 值采用 NY/T 1377—2007《土壤 pH 值的测定》方法进行测定;有机质含量按照 NY/T 85—1988《土壤有机质测定法》方法测定;全氮参照 NY/T 53—1987《土壤全氮测定法(半微量开氏法)》测定;总磷采用 LY/T 1232—2015《森林土壤全磷的制定》方法测定;总钾按照 LY/T 1234—2015《森林土壤钾的测定》方法测定;有效态氮采用碱解扩散吸收法^[13];有效磷采用碳酸氢钠-钼锑抗比色法^[14];有效钾采用乙酸铵提取-火焰光度法测定^[15]。

1.4.2 土壤微生物功能多样性 土壤微生物功能多样性测定采用 Biolog 微孔平板法^[16-18]。

1.4.3 土壤碱性磷酸酶的测定 土壤碱性磷酸酶测定采用分光光度法^[19-20];将 1.00 g 新鲜土样(<2 mm)放入 50 mL 三角瓶中,加入 0.2 mL 甲苯,4 mL 缓冲液和 1 mL 对硝基苯磷酸二钠溶液。轻摇晃匀塞上瓶塞,在 37℃ 下培养 1 h,结束后取下盖子放入 1 mL 的 CaCl₂ 和 4 mL 的 NaOH 溶液,轻摇几秒后用滤纸过滤。400~420 nm 下比色。

1.5 统计方法

采用 GraphPad prism7 进行数据处理和作图,SPSS 19.0 进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 有机肥种类与用量对土壤有机质的影响

由图 1 可知,在玉米苗期,单施化肥的对照处理(CF)与原始土样有机质含量相比无显著差异,而施用有机肥处理(NOF 和 BOF)的土壤有机质含量与原土相比均有显著增加,表现为 BOF>NOF>CF。其中以生物有机肥施用量为 450 kg/667 m²(BOF3)处理最为显著,比 CF 和相同用量普通有机肥 NOF3 处理有机质含量分别提高 25.0% 和 10.3%。相比之下,施普通有机肥 450 kg/667 m²(NOF3)处理,有机质与 CF 相比增加了 10.1%。玉米收获期,有机质被分解由作物吸收,各个处理间的含量都有下降的趋势,其中以施用普通有机肥 450 kg/667 m²的处理 NOF3 下降最为明显,降幅达到 40.7%。

2.2 不同有机肥种类与用量对土壤氮素养分的影响

在玉米苗期,施用有机肥的土壤全氮含量与 CF 相比均

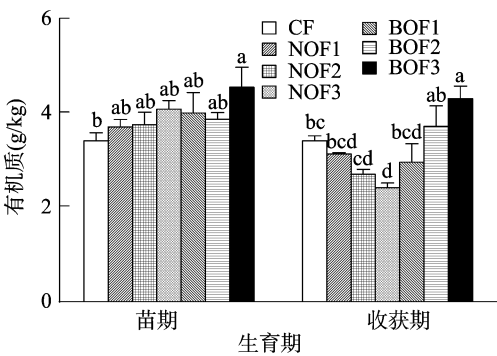


图 1 不同有机肥后土壤有机质含量的变化

有所增加,即 NOF>BOF>CF(图 2)。对于同种有机肥而言,土壤全氮含量随着施用量的增加而增加;当施用量达到 450 kg/667 m²时,土壤全氮含量为最高。总的来说,相同用量下普通有机肥处理全氮含量要高于生物有机肥的,NOF3 和 BOF3 与 CF 相比分别增加 43.8% 和 39.1%。玉米收获期土壤全氮与与苗期相比有所降低,其中降幅最高的为施用普通有机肥的 NOF3 处理,达到了 29.3%。

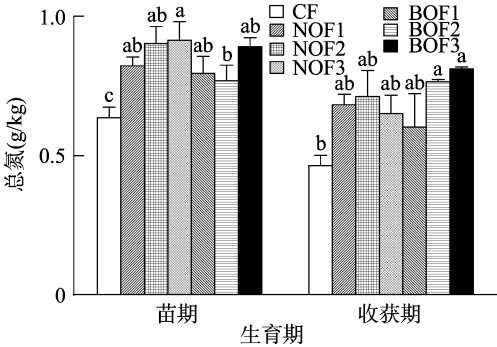


图 2 不同有机肥对土壤全氮的影响

与土壤全氮变化趋势一样,在玉米苗期,施用有机肥的土壤中,同一施肥量下碱解氮的含量为 NOF>BOF>CF(图 3)。对于同种有机肥而言,碱解氮含量随着用量的增加而增加;当施用量达到 450 kg/667 m²时,土壤碱解氮含量为最高。总的来说,相同用量下普通有机肥处理碱解氮含量要高于生物有机肥的,NOF3 和 BOF3 与 CF 相比分别增加 51.4% 和 32.8%。在玉米收获期,土壤中速效氮含量与苗期相比显著降低,其中 NOF3 处理的碱解氮含量下降最多,与苗期相比下降 26.8%。同一施肥量下,各处理间碱解氮的含量变化趋势与苗期的相似。

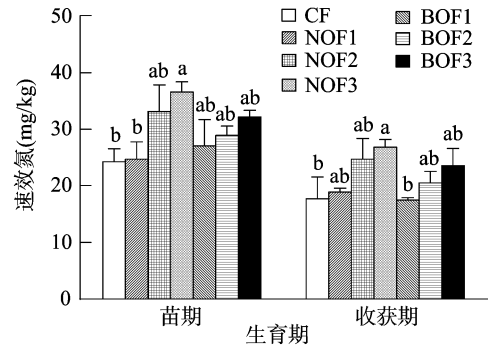


图 3 不同有机肥对土壤速效氮的影响

2.3 有机肥种类与用量对土壤磷含量的影响

由图 4 可知,在玉米苗期,除有机肥施用量为 450 kg/667 m² (NOF3) 处理的全磷含量显著高于对照 (CF) 7.8% 外,其他处理与 CF 无显著差异。在玉米收获期,土壤中总磷含量与有机质、氮素指标相似,与苗期相比均呈现下降趋势,但是降低的比例与其他指标相比要小,其中 NOF3 和 BOF3 总磷含量与苗期相比分别下降 6.7% 和 5.8%。

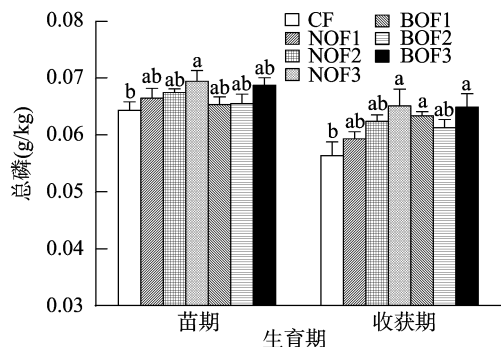


图4 不同有机肥对土壤总磷的影响

总体而言,苗期施用普通有机肥处理的土壤,其速效磷含量随着施肥量的增加而增加(图5),NOF1、NOF2 和 NOF3 与对照 CF 相比分别增加 62.3%、83.3% 和 139.1%。相比之下,施用生物有机肥的处理速效磷含量与对照相比增幅要小,BOF1、BOF2 和 BOF3 与对照 CF 相比分别增加 54.3%、50.7% 和 72.4%。在玉米收获期,土壤中速效磷含量与总磷、有机质和氮素指标相似,比苗期有所降低;不同有机肥及用量对土壤速效磷含量的影响与苗期的变化趋势基本一致,可见施用普通有机肥在土壤速效磷含量提升方面有较好的作用。

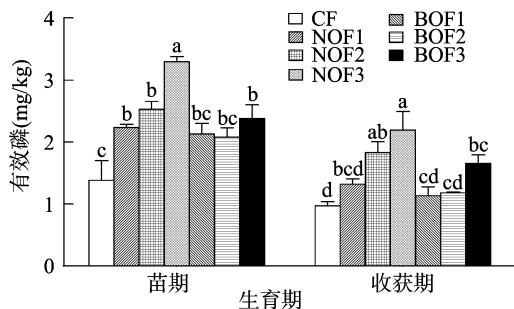


图5 不同有机肥对土壤有效磷的影响

2.4 有机肥种类与用量对土壤钾的影响

由图 6 可以看出,在玉米苗期,施用普通商品有机肥的土壤总钾含量随施肥量的增加而增加,NOF1、NOF2 和 NOF3 与对照 CF 相比分别增加 4.5%、12.2% 和 22.7%。同一施肥量下 NOF > BOF > CF 处理。与其他指标相似,玉米收获期总钾含量与苗期相比呈下降趋势。

由图 7 可见,苗期土壤中的速效钾含量与有机肥施用量呈正相关,其中 NOF3 处理的含量最高,但与其他组的差异并不显著。收获期土壤中的速效钾含量与苗期相比有所下降,相同施肥量条件下,普通有机肥处理组的速效钾含量比生物有机肥处理组的高。

2.5 有机肥种类与用量对土壤 pH 值和容重的影响

玉米苗期施用有机肥土壤 pH 值基本维持在 8.2 左右,收

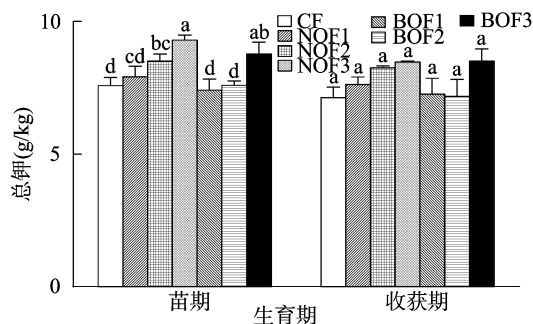


图6 不同有机肥对土壤总钾的影响

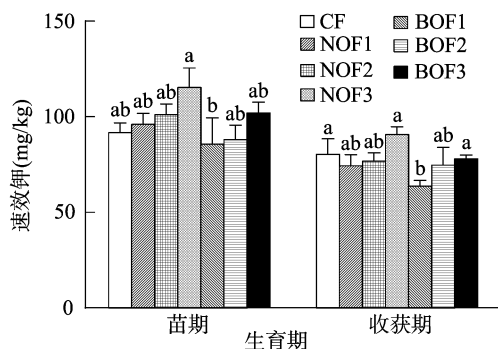


图7 不同有机肥对土壤速效钾的影响

获期施用有机肥的土壤 pH 值维持在 8 左右,而对照处理在整个玉米生育期 pH 值基本稳定在 8.4 左右(图 8)。总体而言,施有机肥的各个处理 pH 值随着有机肥用量增加而呈下降趋势,其中 BOF3 处理下降最明显,收获期土壤 pH 值降至 7.86。

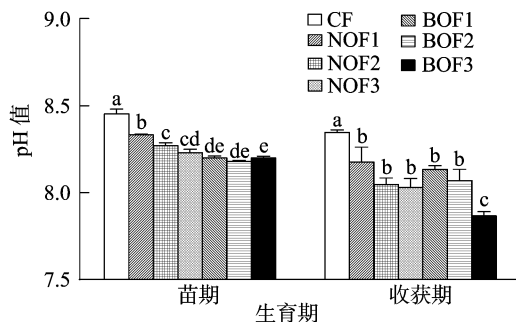


图8 土壤 pH 值的变化

土壤容重分析结果表明,各处理间土壤容重无显著差异(图 9),原因可能是有机肥的施用时间过短,有机肥对容重的影响尚未显现。

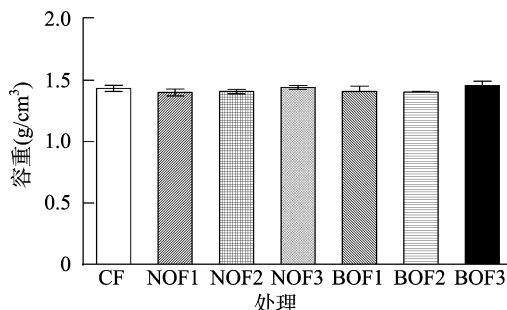


图9 收获期不同施肥处理对土壤容量的影响

2.6 有机肥种类与用量对土壤碱性磷酸酶的影响

由图 10 可看出,玉米苗期施用生物有机肥的 BOF3 处理土壤磷酸酶活性显著高于所有施用普通商品有机肥和对照处

理的,而施用普通商品有机肥处理土壤碱性磷酸酶活性与对照相比无显著差异。表明生物有机肥施用量达到一定水平才会对土壤磷酸酶活性产生显著促进作用。到了玉米收获期,BOF3 处理仍显著高于对照处理,但差距由苗期的 162.0% 降低到 47.0%,表明生物有机肥的对土壤酶活性的促进作用会随着使用时间的增加而减弱。

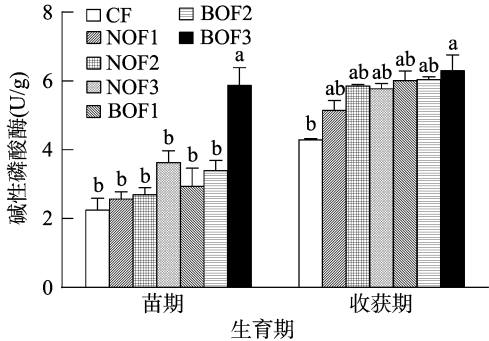


图10 不同有机肥对土壤碱性磷酸酶的影响

2.7 有机肥种类与用量对土壤微生物群落结构和多样性的影响

2.7.1 单孔平均光密度 (AWCD 值) 的变化 由图 11 可以看出,各处理在 1 d 之内 AWCD 值都很小,在 1 d 之后,各处理 AWCD 值都快速升高,碳源被大幅度利用。总体而言,施用有机肥的各处理 AWCD 值显著高于 CF 处理,其中以 BOF3 处理的 AWCD 值为最高。从图 12 可知,玉米收获期时各处理的 AWCD 值均显著低于苗期相应处理的,CF 和 BOF3 处理收获期的土壤在培养 96 h 时 AWCD 值分别是 0.31 和 1.03,而相同培养时间下苗期的值分别是 0.58 和 1.21,微生物群落活性分别降低了 46% 和 15%。

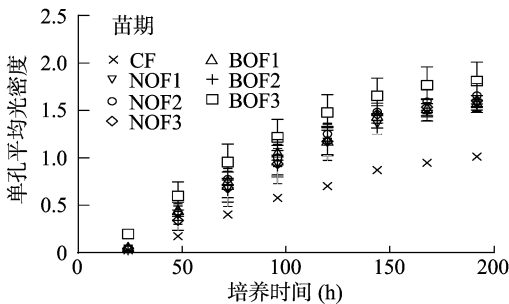


图11 苗期不同时期土壤微生物群落变化

2.7.2 微生物群落多样性指数 BIOLOG 结果显示,施用有机肥各处理的微生物利用碳源种类数和代谢 Shannon - Wiener 多样性指数显著高于 CF 处理,且随着有机肥用量的增加而升高。同等用量条件下,在作物苗期,增施有机肥各处理土壤的 Shannon - Wiener 多样性指数高于单施化肥 (CF) 的处理,表明施用有机肥提高了微生物碳源利用种类数和代谢功能多样性;但在收获期,施用有机肥对多样性指数的影响随施用有机肥时间的延长而几乎消失,并且不同有机肥种类和用量处理之间均没有对微生物群落多样性 (Shannon - Wiener 指数) 产生显著影响 (表 2)。

2.8 有机肥不同种类与用量对玉米产量的影响

由图 13 可知,施用有机肥的处理玉米产量均高于 CF 处理,且随着施用量的增加玉米产量也随之增加。相同用量下,

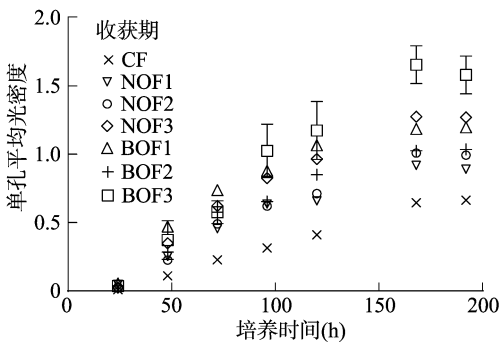


图12 收获期不同时期土壤微生物群落变化

表 2 不同施肥处理对微生物群落多样性指数的影响

处理	多样性指数 (Shannon - Wiener 指数)	
	苗期	收获期
CF	2.32c	1.94a
NOF1	2.52abc	1.80a
NOF2	2.67abc	2.16a
NOF3	2.91a	1.98a
BOF1	2.41bc	2.06a
BOF2	2.82ab	2.00a
BOF3	2.84ab	2.37a

注:同列数据后不同小写字母表示同一采样时间各个处理间有显著性差异 ($P < 0.05$)。

施用普通商品有机肥的 NOF 处理产量要高于施用生物有机肥的 BOF 处理,但仅 NOF3 的产量显著高于 CF,即 CF 处理产量为 480.6 kg/667 m²,NOF3 和 BOF3 的产量分别为 515.4 kg/667 m² 和 604.4 kg/667 m²,增产幅度分为 25.8% 和 7.2%。

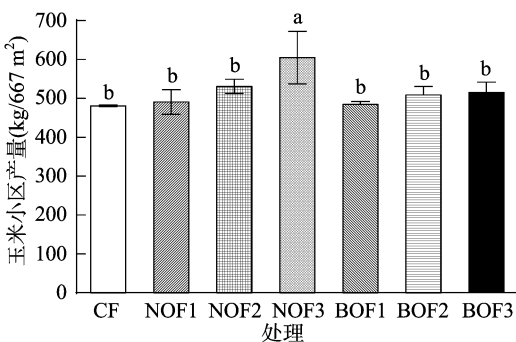


图13 不同处理对小区玉米产量的影响

3 讨论与小结

本试验结果表明,施用有机肥的处理土壤 pH 值短期内呈现下降的趋势,潘丹丹等研究表明施用有机肥和无机化肥的土壤在短期内由中性变为酸性^[21],本研究结果与之一致。罗兴录等研究表明,施用有机肥能降低土壤容重,提高土壤的孔隙度^[22],其原因主要是有机肥富含有机质,而有机质施到土壤以后能降低土壤容重,提高土壤孔隙度。在本研究土壤容重的变化不明显,可能是由于施用有机肥的时间过短,有机质在土壤中未得到充分分解,从而各个处理间的容重变化不明显,此外田间的人为因素对土壤容重也有很大的改变^[23]。在土壤有机质方面,施用有机肥的处理土壤有机质的含量都

有显著提高,这与以往相关研究^[24-25]相一致,而土壤有机质含量高,为土壤中的微生物代谢提供了能源,对土壤中氮的矿化有激发作用,有利于土壤中磷、钾细菌的繁殖^[26]。

张鹏等通过连续试验,施用有机肥的土壤耕层各种养分的含量与原土相比有了明显的变化,施用有机肥能够显著增加 0~20 cm 土层土壤养分含量^[27]。在本试验中,施用有机肥的各个处理中氮磷钾 3 种养分均高于对照处理,这与孙建等的研究^[28]相一致。而相同用量下,施用商品有机肥的 NOF 处理表现要好于施用生物有机肥的 BOF 处理,这说明在此次实验中所采用的普通商品有机肥本身的养分含量要高于生物有机肥,对土壤养分改良方面也要高于生物有机肥。

在土壤微生物群落方面,Liu 等用 Biolog 方法研究了土壤微生物群落功能多样性,结果表明生物有机肥处理的多样性指数与碳源利用率均极显著高于化肥处理^[29],本试验结果与之相一致,对照处理对各类碳源的利用能力和多样性指数相比有机肥处理较低。

土壤酶活作为一个敏感的生化指标,能够反映土壤质量在时间序列或各种不同条件下的变化,在植物营养物质转化中起重要作用^[30]。试验中施用生物有机肥处理的碱性磷酸酶指标要明显高于普通商品有机肥,尤其在玉米苗期,这也得益于生物有机肥对土壤微生物群落的改良,也说明施用生物有机肥对土壤碱性磷酸酶的提升有显著效果。在玉米收获期,由于玉米的生长需要,土壤中的养分含量出现不同程度的下降,具体表现为氮>钾>磷,这与柴颖等的研究结果^[31]相一致。

产量是土壤肥力的综合反映,不同施肥处理对土壤肥力特性的影响必然要反映到作物产量的变化上^[32]。本试验中玉米产量与氮、磷、钾等养分指标呈显著正相关,表明作物产量与土壤养分含量密切相关。有机肥与化肥配合施用,不但补充了有机碳源,改善了土壤物理性状,而且大大刺激了土壤微生物的活性^[33],并且明显增加了作物产量^[34]。

总而言之,增加施用有机肥的土壤各项肥力指标和作物产量在短期内就都已明显提升,尤其在施用量为 450 kg/667 m² 的处理中,因此长期施用有机肥在培肥土壤,保障我国粮食作物稳产、增产方面的重要作用已经可以预见。

参考文献:

- [1] 杨 卿,郎南军,苏志豪,等. 土壤退化研究综述[J]. 林业调查规划,2009,34(1):20-24.
- [2] 刘晓艳. 老菜田土壤退化的表现、原因及对策[J]. 乡村科技,2015(5):23.
- [3] Tan Z X, Lal R, Wiebe K D. Global soil nutrient depletion and yield reduction[J]. Journal of Sustainable Agriculture, 2005, 26(1):123-146.
- [4] 蔡 锐. 关于土壤退化的现状阐述[J]. 现代农业,2011(11):34-35.
- [5] 杨艳生. 土壤退化指标体系研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报,1998(4):45-47,72.
- [6] 曾希柏,陈同斌,林忠辉,等. 中国粮食生产潜力和化肥增产效率的区域分异[J]. 地理学报,2002,57(5):539-546.
- [7] 云 玲. 有机肥对土壤理化性质的影响[J]. 农业与技术,2010,30(3):65-66.
- [8] 宁川川,王建武,蔡昆争. 有机肥对土壤肥力和土壤环境质量的

- 影响研究进展[J]. 生态环境学报,2016,25(1):175-181.
- [9] Wang X L, Ren Y Y, Zhang S Q, et al. Applications of organic manure increased maize (*Zea mays* L.) yield and water productivity in a semi-arid region [J]. Agricultural Water Management, 2017,187.
- [10] 邹原东,范继红. 有机肥施用对土壤肥力影响的研究进展[J]. 中国农学通报,2013,29(3):12-16.
- [11] 吴建富,卢志红,胡丹丹. 科学认识有机肥料在农业生产中的作用[J]. 作物杂志,2017(5):1-6.
- [12] 陈能场. 土壤采样如何减少误差[N]. 中国环报,2016-10-28(05).
- [13] 夏 栋,潘家荣,张 博,等. 土壤速效氮两种测定方法的测定值相关性研究[J]. 三峡大学学报(自然科学版),2010,32(2):95-97,102.
- [14] 程乐明,陈 良,刘建雷,等. 碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法测定土壤有效磷的注意事项[J]. 现代农业科技,2009(3):205.
- [15] 郝卓敏. 土壤速效钾的测定[J]. 昭乌达蒙族师专学报(自然科学版),2000(3):81-82.
- [16] 郑 华,欧阳志云,方治国,等. BIOLOG 在土壤微生物群落功能多样性研究中的应用[J]. 土壤学报,2004,41(3):456-461.
- [17] Feigl V, Ujaczki É, Vaszita E, et al. Influence of red mud on soil microbial communities: application and comprehensive evaluation of the biolog eco plate approach as a tool in soil microbiological studies [J]. Science of the Total Environment, 2017,595:903-911.
- [18] Xue D, Yao H Y, Ge D Y, et al. Soil microbial community structure in diverse land use systems: a comparative study using biollog, DGGE, and PLFA analyses [J]. Pedosphere, 2008, 18(5):653-663.
- [19] 石春芳,王志勇,冷小云,等. 土壤磷酸酶活性测定方法的改进[J]. 实验技术与管理,2016,33(7):48-49,54.
- [20] Ye X F, Liu H E, Li Z, et al. Effects of green manure continuous application on soil microbial biomass and enzyme activity [J]. Journal of Plant Nutrition, 2014, 37(4):1097-1109.
- [21] 潘丹丹,吴祥为,田光明,等. 土壤中可溶性氮和 pH 对有机肥和化肥的短期响应[J]. 水土保持学报,2012,26(2):170-174.
- [22] 罗兴录,岑忠用,谢和霞,等. 生物有机肥对土壤理化、生物性状和木薯生长的影响[J]. 西北农业学报,2008,17(1):167-173.
- [23] 徐翠兰,侯淑楠,姚紫东,等. 南方农田土壤容重空间变异性及其尺度效应[J]. 排灌机械工程学报,2017,35(5):424-429.
- [24] 王晓娟,贾志宽,梁连友,等. 旱地施有机肥对土壤有机质和水稳性团聚体的影响[J]. 应用生态学报,2012,23(1):159-165.
- [25] Bhatti A U, Khan Q, Gurmani A H, Khan M J. Effect of organic manure and chemical amendments on soil properties and crop yield on a salt affected entisol[J]. Pedosphere, 2005(1):46-51.
- [26] 王 磊. 长期施用有机肥和秸秆还田对土壤有机质含量与土壤养分作物有效率的影响[J]. 科学之友,2011(4):162-163.
- [27] 张 鹏,贾志宽,路文涛,等. 不同有机肥施用量对宁南旱区土壤养分、酶活性及作物生产力的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2011,17(5):1122-1130.
- [28] 孙 建,刘 苗,李立军,等. 不同施肥处理对土壤理化性质的影响[J]. 华北农学报,2010,25(4):221-225.
- [29] Liu B, Tu B, Hu S J, et al. Effect of organic, sustainable, and conventional management strategies in grower fields on soil physical, chemical, and biological factors and the Incidence of southern Blight [J]. Applied Soil Ecology, 2007, 37(3):202-214.

王晓军,孙玉琴,王 勇,等. 长期定位施肥对旱作土壤团聚体及养分的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(17):276-280.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.17.067

长期定位施肥对旱作土壤团聚体及养分的影响

王晓军,孙玉琴,王 勇,张晓娟,张尚沛,杨军学,罗世武,程炳文

(宁夏农林科学院固原分院,宁夏固原 756000)

摘要:为准确掌握宁南山区旱作土壤团聚体和养分含量的变化趋势,为当地旱作农田生产施肥管理提供理论依据。通过 5 年长期定位施肥试验,选择谷子连作施肥的 5 个处理,分析对比不同施肥处理下土壤养分含量、有机质含量、水稳性团聚体与施肥量的关系。结果表明,0~20 cm 土层中,施肥处理土壤有机质含量明显高于不施肥处理。>3 mm 水稳性团聚体含量随着施肥水平的提高总体呈缓慢升高的趋势;不同生育期土壤中碱解氮含量呈现出“S”形曲线变化,不同生育期土壤中速效磷含量变化呈现出双峰值(“M”形)曲线。同一处理不同生育期土壤中速效钾含量变化差异显著($P<0.05$),随着生育期的变化,速效钾含量呈现出“降低—升高—降低—升高”的趋势。经过 5 年长期试验,各年份土壤团聚体含量、土壤有机质含量随着施肥水平的提高而有所升高,土壤碱解氮、速效磷、速效钾含量均在不同生育期出现先升高后降低的趋势,表明长期施肥对于维持土壤肥力、调节土壤团聚体各级比例具有重要意义。

关键词:定位施肥;团聚体;养分;有机质;旱作

中图分类号:S158 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2019)17-0276-05

宁夏南部山区属于旱作农业雨养区域,水资源短缺、土壤贫瘠是制约当地农业生产的主要因素^[1-2]。随着经济发展,农田肥料投入量与产出率一直处于博弈的状态,肥料利用效率低、土壤中肥料残留问题、农业的点源污染与面源污染日益突出^[3-5]。所以,对旱作土壤养分状况进行长期定位监测,分析当地土壤养分含量变化趋势,研究当地施肥—产量—土壤肥力关系,对于指导科学施肥、实现化学肥料零投入具有重要意义^[6]。

目前,基于长期定位施肥试验,研究宁夏南部山区土壤养分变化的报道有很多,高端等研究了施肥措施对土壤酶活性的影响,明确了微生物在土壤肥力调节中的作用^[7]。汤建东等通过研究轮作改制对土壤肥力的影响,表明这样有利于促进土壤养分平衡、解决地力矛盾和季节矛盾,实现高产、稳产、低成本^[8]。徐娜等的研究表明,黄土高原地区应适当减少肥料用量,降低投入成本,才能获得更高的经济效益^[9]。也有研究表明,团聚体作为一种调节器,影响土壤的孔隙性、持水性、通透性和抗蚀性^[10],施肥可对改变土壤有机质、团聚体的

数量和大小分布有重要影响^[11]。

尽管关于这些问题的研究比较多,但多数试验没有严格的控制标准,随机性比较大,容易受到外界环境的影响,其研究结果在一定程度上不能很好地反映农田养分含量、土壤粒径含量的实际变化,对于大面积农田推广适用有一定的限制性。本研究以当地农田为长期定位监测点,通过控制性肥料试验,其施肥、轮作、栽培、灌水等农田管理措施都实行严格控制标准,增加了人为因素,加大了试验研究的可比性和研究精度^[12-13]。2011—2015 年期间,对土壤、肥料、轮作、灌溉等栽培措施对谷子生长发育和产量的影响进行研究,分析对比不同处理下土壤养分含量、有机质含量、水稳性团聚体含量与施肥的关系,为当地旱作农田生产中施肥管理提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

长期定位试验于 2011 年开始,在宁夏农林科学院固原分院头营科研基地(106°44'E,36°44'N)进行。海拔 1 550 m,年降水量 200~350 mm,冬春干旱,降水一般集中在 7—9 月,四季多风,年蒸发量 1 650 mm,≥10℃积温 2 800~3 500℃,年无霜期 150~200 d,试验地平坦,土壤类型为湘黄土,前茬作物收获后施入底肥,秋耕、耙耱。试验前基础土壤 pH 值 8.63,速效磷含量 38.50 mg/kg、速效钾含量 168.00 mg/kg、有机质含量 7.38 g/kg、全氮含量 0.61 g/kg、碱解氮含量 66.00 mg/kg、全磷含量 0.79 g/kg、全钾含量 14.60 g/kg。

收稿日期:2018-04-28

基金项目:国家谷子高粱产业技术体系建设专项(编号:CARS-06-13.5-A15)。

作者简介:王晓军(1983—),男,宁夏西吉人,硕士,助理研究员,主要从事植物营养与测土配方施肥研究。E-mail:1449820235@qq.com。

通信作者:程炳文,研究员,主要从事谷子糜子土壤与肥料研究。E-mail:792483123@qq.com。

[30]姜佳琦. 生物有机肥对大蒜连作土壤酶、微生物及养分的影响[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2013.

[31]柴颖,赵靓,黄婷,等. 不同氮、磷配施对春玉米养分吸收和产量的影响[J]. 新疆农业科学,2015,52(3):444-449.

[32]宗晓波. 农业有机废弃物发酵 CO₂ 施肥及残渣对植物生长和培肥土壤的作用[D]. 杭州:浙江大学,2011.

[33]Debosz G P,Rasmussen P H,Pedersen A R. Temporal variations in microbial biomass C and cellulolytic enzyme activity in arable soils: effect of organic matter input[J]. Applied Soil Ecology,1999,13:209-218.

[34]彭娜,王开峰,谢小立,等. 长期有机无机肥配施对稻田土壤基本理化性状的影响[J]. 中国土壤与肥料,2009(2):362-365.