

王长军,王肇陟,王世荣. 生物有机肥、腐殖酸对水稻产量和土壤化学性质的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(1):93-95.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.01.024

# 生物有机肥、腐殖酸对水稻产量和土壤化学性质的影响

王长军<sup>1</sup>, 王肇陟<sup>2</sup>, 王世荣<sup>1</sup>

(1. 宁夏农林科学院农业资源与环境研究所, 宁夏银川 750002; 2. 宁夏彭阳一中, 宁夏彭阳 756500)

**摘要:**采用随机区组小区试验,研究生物有机肥、腐殖酸对水稻产量、土壤化学性质的影响。结果表明:优化施肥+生物有机肥、优化施肥+腐殖酸处理的千粒质量分别比优化施肥处理增加了1.9、1.8 g,生物产量、经济产量相对优化施肥差异不明显;优化施肥+生物有机肥、优化施肥+腐殖酸处理有机质含量分别比优化施肥处理提高了14.9%、5.7%,且表现为显著提高;相对于优化施肥处理,优化施肥+生物有机肥、优化施肥+腐殖酸处理的pH值、全盐含量、全量养分、速效养分等土壤化学性质指标无明显变化。

**关键词:**生物有机肥;腐殖酸;水稻产量;土壤化学性质

**中图分类号:** S511.062 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)01-0093-03

生物有机肥是多种有益微生物菌群与有机肥结合形成的新型、高效、安全的微生物有机复合肥料<sup>[1-2]</sup>,因其含有独特的生物菌活性及对土壤有改良特性而成为有机农业发展的希望之肥<sup>[3]</sup>。由于生物有机肥兼顾传统有机肥与添加有机菌剂的优势,可减少化肥、农药的使用,增强作物抗逆性,改善作物品质,从而越来越多地被人们所认可并在生产上广泛应用<sup>[4-7]</sup>。腐殖酸主要是动、植物的遗骸经过微生物的分解和转化,以及地球化学的一系列过程形成并积累起来的一类成

分复杂的天然有机物质<sup>[8]</sup>。相关研究表明,腐殖酸类肥料在改良土壤、促进土壤养分有效化、提高肥料利用率等方面有明显的效果<sup>[9-11]</sup>。但是关于生物有机肥和腐殖酸对水稻产量、土壤理化性质的影响尚未见相关报道,通过本研究可初步明确生物有机肥、腐殖酸对土壤理化性质、水稻产量的影响,以期为当地水稻合理施肥提供理论依据和技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验区概况

试验于2014年5—10月进行,试验区位于宁夏引黄灌区青铜峡市叶盛镇盛庄村,该区域地处东部季风区与西部干旱区域的交汇地带,气候资源独特,属中温带大陆性气候,冬无严寒,夏无酷暑,四季分明,昼夜温差大,全年日照时间2 955 h,无霜期176 d,年降水量260.7 mm。供试土壤基本理

收稿日期:2015-07-25

基金项目:宁夏农林科学院科技先导资金基础研究项目(编号: NKYJ-15-04)。

作者简介:王长军(1982—),男,宁夏西吉人,硕士,助理研究员,主要从事植物营养与土壤肥料研究工作。E-mail: 18909509782@189.cn。

[2] Deinlein U, Stephan A B, Horie T, et al. Plant salt-tolerance mechanisms[J]. Trends in Plant Science, 2014, 19(6): 371-379.

[3] 郑英杰. 盐胁迫对水稻的影响及水稻耐盐育种研究[J]. 北方水稻, 2013(5): 71-74, 80.

[4] 祁祖白, 李宝健, 杨文广, 等. 水稻耐盐性遗传初步研究[J]. 广东农业科学, 1991(1): 18-21.

[5] Zhang F T, Cui F L, Zhang L X, et al. Development and identification of a introgression line with strong drought resistance at seedling stage derived from *Oryza sativa* L. mating with *Oryza rufipogon* Griff[J]. Euphytica, 2014, 200(1): 1-7.

[6] 王素平, 郭世荣, 胡晓辉, 等. 盐胁迫对黄瓜幼苗叶片光合色素含量的影响[J]. 江西农业大学学报, 2006, 28(1): 32-38.

[7] 汪月霞, 孙国荣, 王建波, 等. NaCl 胁迫下星星草幼苗 MDA 含量与膜透性及叶绿素荧光参数之间的关系[J]. 生态学报, 2006, 26(1): 122-129.

[8] 李大红. 水稻 *RACK1* 基因(*OsRACK1*) 在盐胁迫响应中的功能研究[D]. 扬州: 扬州大学, 2008.

[9] Troll W, Lindsley J. A photometric method for the determination of proline[J]. Journal of Biological Chemistry, 1955, 215(2): 655-660.

[10] 张国新, 王秀萍, 鲁雪林, 等. 隶属函数法鉴定水稻品种耐盐性[J]. 安徽农学通报: 上半月刊, 2011(1): 36-37.

[11] 韩建秋, 王秀峰, 张志国, 等. 表土干旱对白三叶根系分布和根活力的影响[J]. 中国农学通报, 2007(3): 458-461.

[12] 谭卫军, 李其勇, 沈雪峰, 等. 盐胁迫对杂草稻和水稻种子萌发特性的影响[J]. 广东农业科学, 2014(3): 5-8.

[13] Golldack D, Lütting I, Yang O. Plant tolerance to drought and salinity: stress regulating transcription factors and their functional significance in the cellular transcriptional network[J]. Plant Cell Reports, 2011, 30(8): 1383-1391.

[14] Pardo J M. Biotechnology of water and salinity stress tolerance[J]. Current Opinion in Biotechnology, 2010, 21(2): 185-196.

[15] 李倩, 刘景辉, 武俊英, 等. 盐胁迫对燕麦质膜透性及  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$  吸收的影响[J]. 华北农学报, 2009, 24(6): 88-92.

[16] Xie Z, Duan L, Tian X, et al. Coronatine alleviates salinity stress in cotton by improving the antioxidative defense system and radical-scavenging activity[J]. Journal of Plant Physiology, 2008, 165(4): 375-384.

[17] Pierik R, Testerink C. The art of being flexible: how to escape from shade, salt, and drought[J]. Plant Physiology, 2014, 166(1): 5-22.

化性状为:全氮含量 0.80 g/kg,有机质含量 13.1 g/kg,碱解氮含量 63 mg/kg,速效磷含量 14.5 mg/kg,速效钾含量 121 mg/kg,pH 值为 8.21,土壤容重为 1.32 g/m<sup>3</sup>。

1.2 试验材料与设计

试验设 5 个处理,分别为:(1)不施肥(CK);(2)习惯施肥;(3)优化施肥;(4)优化施肥+生物有机肥;(5)优化施肥+腐殖酸。习惯施肥用量为 330 kg/hm<sup>2</sup>N,90 kg/hm<sup>2</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>,30 kg/hm<sup>2</sup> K<sub>2</sub>O;优化施肥用量为 270 kg/hm<sup>2</sup>N,90 kg/hm<sup>2</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>,30 kg/hm<sup>2</sup> K<sub>2</sub>O;生物有机肥用量为 1 500 kg/hm<sup>2</sup>;腐殖酸用量为 150 kg/hm<sup>2</sup>;处理(4)、处理(5)含氮量分别约为 154.2、124.2 kg/hm<sup>2</sup>。施肥方式为磷钾肥全部基施,氮肥 50%基施,50%追施,生物有机肥、腐殖酸全部基施。所选用的无机肥为尿素和由宁夏大学研制、由宁夏中农金合农业生产资料有限公司经销的水稻专用配方肥,其成分中氮:磷:钾=20:12:4;商品生物有机肥、腐殖酸也为该公司产品,其中生物商品有机肥含有机质 40%。该试验供试水稻品种为宁粳 43 号,5 月 19 日插秧,行距 25 cm,穴距 15 cm,每穴 4~5 株,9 月 29 日收获。试验采用随机区组设计,重复 3 次,共 12 个小区,小区面积为 80 m<sup>2</sup>,小区之间用田埂隔开,用塑料农膜包埂,保证各小区单独排灌,其他管理措施同当地大田条件。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 土壤基本化学性质的测定 在水稻收获后进行土样采集分析,每小区按照“S”形多点采样混合,采集耕层土样风干、研磨过筛后用于土壤养分测定。测定项目包括 pH 值、全盐含量、有机质含量、全氮含量、全磷含量、全钾含量、碱解氮含量、速效磷含量、速效钾含量。测定方法为:土壤 pH 值用电位法测定,全盐含量用电导法测定,有机质含量用重铬酸钾外加热法测定,全氮含量采用凯氏定氮法测定,全磷含量采用酸溶-钼锑抗比色法测定,碱解氮含量采用碱解扩散法测定,速效磷含量采用钼锑抗比色法测定,全钾、速效钾含量用火焰光度法测定<sup>[12]</sup>。

1.3.2 水稻产量及其构成因素 水稻收获前,各小区取 4 m<sup>2</sup>地上部作物样品,测定水稻产量,并在实验室进行考种和分析,测定产量构成因素。

1.4 数据统计分析

试验数据均采用 Excel 2003 及 DPS 5.0 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 生物有机肥、腐殖酸对水稻产量构成因素的影响

从表 1 可以看出,与不施肥处理相比,习惯施肥、优化施肥处理的水稻千粒质量在 5% 水平上显著降低,优化施肥+生物有机肥处理、优化施肥+腐殖酸处理较不施肥处理有所提高,但差异不显著;各个处理中,优化施肥处理千粒质量最低,为 23.9 g,优化施肥+生物有机肥千粒质量最高,为 25.8 g,优化施肥+生物有机肥、优化施肥+腐殖酸处理与优化施肥处理相比千粒质量分别增加了 1.9、1.8 g。从单位面积有效穗数来看,不施肥处理最低,习惯施肥处理最高;其他 4 个处理与不施肥处理相比均显著提高。该结果与刘艳阳等的研究结果<sup>[13-14]</sup>是相似的,即水稻单位面积有效穗数随化肥施用量特别是施氮量增加而增加,但千粒质量随化肥施用量

的增加而降低(习惯施肥与不施肥相比)。从穗粒数来看,不施肥处理最低,其他 4 个处理与其相比均显著提高,优化施肥+腐殖酸处理最高,且与其他处理相比均显著提高。

表 1 不同处理水稻产量构成因素

处理	千粒质量 (g)	有效穗数 (万穗/hm <sup>2</sup> )	穗粒数 (粒)
不施肥(CK)	25.6a	341.7b	112.0d
习惯施肥	24.3b	408.9a	126.1b
优化施肥	23.9b	408.5a	124.2bc
优化施肥+生物有机肥	25.8a	404.0a	120.0c
优化施肥+腐殖酸	25.7a	398.5a	131.3a

注:同列数据后标有不同小写字母代表在 5% 水平上差异显著(P<0.05)。下表同。

2.2 生物有机肥、腐殖酸对水稻产量的影响

从表 2 可以看出,各处理生物产量在 22 616.5~27 148.5 kg/hm<sup>2</sup> 之间,生物产量最高的为习惯施肥处理,最低的则为不施肥处理,各处理与不施肥处理相比显著提高,优化施肥+生物有机肥、优化施肥+腐殖酸处理与不施肥、优化施肥相比生物产量明显提高,但与习惯施肥处理相比则显著降低。各处理经济产量在 9 039.6~9 952.6 kg/hm<sup>2</sup> 之间,经济产量最高的为习惯施肥处理,各处理与不施肥处理相比经济产量显著提高,优化施肥+生物有机肥处理与优化施肥处理相比经济产量明显提高,且与优化施肥+腐殖酸处理相比差异显著。各处理经济系数在 36.7%~39.9% 之间,经济系数最高的为不施肥处理,最低的为习惯施肥处理,除习惯施肥处理外,各处理之间无显著差异。

表 2 不同处理水稻生物、经济产量及经济系数

处理	生物产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	经济产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	经济系数 (%)
不施肥(CK)	22 616.5c	9 039.6d	39.9a
习惯施肥	27 148.5a	9 952.6a	36.7b
优化施肥	23 912.0b	9 490.5c	39.6a
优化施肥+生物有机肥	24 174.5b	9 543.1c	39.5a
优化施肥+腐殖酸	24 396.0b	9 704.9b	39.8a

2.3 生物有机肥、腐殖酸对土壤 pH 值、全盐含量和有机质含量的影响

从表 3 看出,各施肥处理与不施肥处理相比,pH 值均有不同程度降低,其中习惯施肥、优化施肥处理显著降低,但优化施肥+生物有机肥、优化施肥+腐殖酸处理与不施肥处理相比无显著差异。各施肥处理与不施肥处理相比,全盐含量无明显变化,各处理间差异不显著,全盐含量在 0.42~0.49 g/kg 之间。各施肥处理与不施肥处理相比,有机质含量显著增加,表现为优化施肥+生物有机肥处理有机质含量最高,为 18.47 g/kg,比不施肥处理提高了 25.6%,比优化施肥处理提高了 14.9%;其次为优化施肥+腐殖酸处理,有机质含量为 17.00 g/kg,比不施肥处理有机质含量提高了 15.6%,比优化施肥提高了 5.8%;有机质含量最高的这 2 个处理与其他处理有机质含量相比均显著提高。

2.4 生物有机肥、腐殖酸对土壤全量养分的影响

从表 4 看出,各施肥处理与不施肥处理相比,全氮含量均有不同程度增加,其中全氮含量最高的是优化施肥+腐殖酸

表3 不同处理土壤 pH 值、全盐含量和有机质含量

处理	pH 值	全盐含量 (g/kg)	有机质含量 (g/kg)
不施肥(CK)	8.30a	0.48a	14.70d
习惯施肥	8.12b	0.44a	16.23c
优化施肥	8.10b	0.49a	16.07c
优化施肥+生物有机肥	8.16ab	0.45a	18.47a
优化施肥+腐殖酸	8.24ab	0.42a	17.00b

表4 不同处理全氮、全磷、全钾含量

处理	含量(g/kg)		
	全氮	全磷	全钾
不施肥(CK)	0.95ac	0.82c	18.80a
习惯施肥	1.10a	0.84bc	19.30a
优化施肥	1.11ab	0.89ab	18.10a
优化施肥+生物有机肥	1.09abc	0.89ab	17.80a
优化施肥+腐殖酸	1.11a	0.93a	17.90a

处理,但与其他处理差异不显著。各施肥处理与不施肥处理相比全磷含量均有不同程度增加,其中全磷含量最高的是优化施肥+腐殖酸处理;除习惯施肥处理外,其他3个施肥处理与不施肥处理相比全磷含量显著提高,但这3个处理之间差异不显著。各处理全钾含量在17.80~19.30 g/kg之间,且各处理之间差异不显著。

2.5 生物有机肥、腐殖酸对土壤速效养分的影响

从表5看出,各施肥处理与不施肥处理相比碱解氮含量均有不同程度增加,其中碱解氮含量最高的是习惯施肥处理,为72 mg/kg;但是相对于其他处理,该处理碱解氮含量差异不显著。各施肥处理与不施肥处理相比速效磷含量均有不同程度增加,且差异显著,其中速效磷含量最高的是习惯施肥处理,为26.37 mg/kg,相对其他处理,该处理速效磷含量显著提高。各处理速效钾含量在102.67~117.00 mg/kg之间,在各处理之间差异不显著。

表5 不同处理碱解氮、速效磷、速效钾含量

处理	含量(mg/kg)		
	碱解氮	速效磷	速效钾
不施肥(CK)	63.00a	14.30c	109.00a
习惯施肥	72.00a	26.37a	110.67a
优化施肥	64.70a	19.60b	117.00a
优化施肥+生物有机肥	68.67a	21.40b	117.00a
优化施肥+腐殖酸	68.00a	20.03b	102.67a

3 结论与讨论

相对于优化施肥处理,优化施肥+生物有机肥、优化施肥+腐殖酸处理水稻的千粒质量、生物产量、经济产量、经济系数等都有一定程度提高,但除千粒质量外差异基本不显著,且优化施肥+生物有机肥、优化施肥+腐殖酸处理的生物产量、经济产量都介于优化施肥处理、习惯施肥处理之间,这可能是因为当季增产率主要是土壤所提供的氮、磷养分起主要作用<sup>[15]</sup>,因此相对于优化施肥处理,当季增产,但是相对于习

惯施肥处理,表现为不增产。

相对于优化施肥处理,优化施肥+生物有机肥、优化施肥+腐殖酸处理在一定程度上提高了pH值,对全盐含量基本无影响,有机质含量则显著提高,分别提高了14.9%、5.8%。这是因为生物有机肥、腐殖酸含有有机质、多种有益微生物菌系。但优化施肥+生物有机肥、优化施肥+腐殖酸处理对土壤全氮、全磷、全钾、碱解氮、速效磷、速效钾含量影响不明显,这与蒋仁成等的研究结果<sup>[16]</sup>不一致,可能是因为生物有机肥、腐殖酸中的有益微生物可促进土壤养分转化,从而进一步影响土壤速效养分、全量养分,但在当年未能表现出来,有待后续试验研究。

长远来看,从水稻增产、土壤培肥角度来说,在当地采用优化施肥+生物有机肥处理模式比较科学,在保证水稻产量的同时,可提高水稻千粒质量,提升土壤有机质含量,同时保持较为合理的pH值,构建和谐的土壤微生物群落,改良土壤,促进土壤生态系统健康发展。

参考文献:

[1] 赵小蓉,林启美. 微生物解磷的研究进展[J]. 土壤肥料,2001,(3):7-11.

[2] 周莉华,李维炯,倪永珍. 长期施用EM生物有机肥对冬小麦生产的影响[J]. 农业工程学报,2005,21(S1):221-224.

[3] 王志强,梁威威,范雯雯,等. 不同土壤肥力下冬小麦春季干旱的复水补偿效应[J]. 中国农业科学,2011,44(8):1628-1636.

[4] 赵云涛,严才德,张丽娟,等. 棉花专用有机生物肥施用效果的研究[J]. 中国棉花,2001,28(8):22-23.

[5] 李远明,申庆龙,张凤泉,等. 生物有机肥在优质大豆生产中应用效果的研究[J]. 大豆通报,2002(3):7.

[6] 高峰,曹林奎,陈国军,等. 生物有机肥在糯玉米生产上的应用研究[J]. 上海交通大学学报:农业科学版,2003,21(3):237-241.

[7] 王立刚,李维炯,邱建军,等. 生物有机肥对作物生长、土壤肥力及产量的效应研究[J]. 土壤肥料,2004(5):12-16.

[8] 王曰鑫,李成学. 绿色环保型腐植酸磷肥[M]. 北京:化学工业出版社,2009:16-18.

[9] 武丽萍,成绍鑫. 关于腐植酸对尿素增效作用的研究与产品开发概况及发展趋势[J]. 腐植酸,2000(1):1-3.

[10] 成绍鑫,武丽萍,李丽. 腐植酸与速效磷肥的作用及HA-P的农化效应[J]. 腐植酸,2002(1):32-35.

[11] 社会英,薛世川,孙忠富,等. 腐植酸复混肥对葡萄养分吸收利用的影响[J]. 腐植酸,2006,37(3):42.

[12] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科技出版社,2000:25-38.

[13] 刘艳阳,张洪程,宋浩,等. 不同地力条件下施氮量对水稻产量的影响[J]. 浙江农业科学,2006(3):300-302.

[14] 李熙英,吕龙石,李桂花,等. 氮磷钾不同施肥量对水稻产量构成因素的影响[J]. 延边大学农学报,1997,19(3):157-160.

[15] 索东让,王平. 河西走廊有机肥增产效应研究[J]. 土壤通报,2002(5):396-398.

[16] 蒋仁成,厉志华,李德民. 有机肥和无机肥在提高黄潮土肥力中的作用研究[J]. 土壤学报,1990,27(2):179-185.