

生物型水稻专用肥在草甸土上的应用效果研究

陈雪丽,王玉峰,张 磊

(黑龙江省农业科学院 土壤肥料与环境资源研究所/黑龙江省土壤环境与植物营养重点实验室,黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:以草甸黑土作为供试土壤,对生物型水稻专用肥应用效果进行小区试验。结果表明:生物型肥料有效的提高水稻植株的生物量,抽穗期生物型水稻专用肥处理的水稻植株干重比等养分化肥处理高 13.36%~23.28%。生物菌肥的施入能够提高水稻产量,在常规施肥基础上增施生物菌肥和减量化肥增施生物菌肥两个处理分别比常规施肥产量提高 5.5%和 7.9%。

关键词:生物型水稻专用肥;草甸土;肥料利用率

中图分类号:S155.2⁺92;S511.062

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2010)12-0041-04

黑龙江省作为重要的商品粮基地,宜农土壤占全省土壤总面积的 40%,黑土、黑钙土、草甸土面积占全省耕地总面积的 67.6%,其中草甸土面积占 26.3%。据黑龙江省统计年鉴记载,2008 年水稻种植面积约 245.2 万 hm^2 ,占耕地面积的 20.3%,种植面积仅次于大豆和玉米,居第三大种植作物^[1]。目前,提高化肥利用率、减少化肥施用量是生产中亟待解决的问题。生物菌肥和生物有机肥成为研究热点,有研究表明,单施菌肥和有机成分能够提高水稻种子发芽率^[2]、促进水稻植株养分吸收^[3]、提高水稻品质,而水稻产量较低^[4-5];因此,以提高化肥利用率,减少化肥用量,减少环境污染,提高水稻品质为目的,将黑龙江省农业科学院土壤肥料与环境资源研究所研制开发的生物型水稻专用肥(草甸土型)在草甸黑土上进行肥效试验。把具有不同功能的放线菌和细菌复配造粒进行田间小区试验,通过对整个水稻生育期结果分析,改进肥料配方,为生物肥的产业化生产奠定基础。

1 材料与方法

1.1 材料

供试生物型肥料是黑龙江省农业科学院土壤肥料与环境资源研究所研制的以草炭土为载体,解磷菌、解钾菌、固氮菌以及光合细菌进行发酵复

配,同时适量添加中微量元素和化学肥料而生产的生物型水稻专用肥。其中菌肥部分的有效活菌数 $\geq 0.3 \text{ 亿} \cdot \text{g}^{-1}$,有机质含量为 $115 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,含水量为 60%;供试土壤为草甸土,土壤全氮、全磷、全钾、碱解氮、速效磷、速效钾、有机质分别为 2.04、0.69、33.98、164.00、78.00、113.00、47.00 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$,pH 7.37。水稻品种为五优稻 1 号。

1.2 试验设计

试验共设 5 个处理(见表 1),各处理每小区 25.0 m^2 ,3 次重复,随机排列。

表 1 试验处理

处理	施肥量/ $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$	施肥方法
处理 1(对照)	不施任何肥料和除草剂等	—
处理 2	生物菌肥 $75 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,肥料用量同⑤	撒施
处理 3	生物菌肥 $75 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,肥料用量同④	撒施
处理 4 (常规施肥)	尿素 $150 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,磷酸二铵 $130.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,硫酸钾 $150 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$;返青肥施硫酸铵 $150 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,穗肥施硫酸铵 $112.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$	撒施
处理 5 (减量化肥)	尿素 $100.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,磷酸二铵 $97.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,硫酸钾 $120 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,九水硅酸钠 $30 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,硫酸锌 $7.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,氢醌 $0.924 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$;返青肥施硫酸铵 $120 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,穗肥施硫酸铵 $105 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$	撒施

1.3 测定指标与方法

1.3.1 测定指标 分别在水稻种植前期和各生育期采集土壤和植株样品,分别测定土壤中碱解氮、速效磷和速效钾含量,植株的全氮、全磷和全钾含量。分别在分蘖期、抽穗期和灌浆期调查各处理水稻株高、生物量等生理指标。

1.3.2 测定方法 土壤和植株养分含量测定方

收稿日期:2010-06-24

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划资助项目(2007BAD87B03)、(2007BAD87B01-3);农业部子资助项目(WX-Z-07-06);2008 年黑龙江省农业科技创新工程青年基金项目

第一作者简介:陈雪丽(1980-),女,黑龙江省依安县人,硕士,助理研究员,从事农业环境污染和土壤微生物研究。E-mail: xuelichen99@163.com。

法参照鲁如坤(1999 年)^[6]。植株生育期叶绿素含量采用叶绿素仪 SPAD-502 直接测定。直链淀粉含量等品质特性测定按照中华人民共和国农业部颁布标准米质测定方法 NY147—88 进行^[7],用凯氏定氮法^[8]测定蛋白质含量。

应用 DPS 软件进行处理间的显著性分析, Sigma Plot 软件作图。

2 结果与分析

2.1 不同处理对水稻分蘖期植株生理指标和土壤养分含量的影响

通过对水稻分蘖期植株生物量测定,结果表

明,处理 2 的植株鲜干重都显著高于其他处理;叶绿素含量各处理之间差异显著。处理 2 和处理 4 植株的全氮含量较高,显著高于处理 5;全磷含量变化不大,处理 2 的全钾含量低于处理 4,但高于相同化肥施用量的处理 5。测定各处理土壤速效养分含量结果表明,处理 2 土壤中速效磷、碱解氮和速效钾含量高于其相同肥料用量的处理 5,而处理 3 与处理 4 之间差异不明显。从分析结果可以看出,在常规施肥的基础上增施生物菌肥并没有显著的促进水稻苗期生长状况,而处理 2 水稻苗期生长状况与处理 4 相当(见表 2)。

表 2 不同处理水稻分蘖期情况调查

项目		处理 1	处理 2	处理 3	处理 4	处理 5
生理指标	植株鲜重/g·穴 ⁻¹	43.08c	89.9a	42.2d	58.38b	43.22c
	植株干重 g·穴 ⁻¹	8.71e	16.61a	11.16d	13.55b	12.90c
	叶绿素含量	34.0d	37.6b	36.3c	36.2c	39.9a
植株养分含量	全氮(N)/%	1.695d	1.864c	2.068b	2.203a	1.736d
	全磷(P)/%	0.794d	0.863a	0.854b	0.808c	0.737e
	全钾(K)/%	1.872b	1.721c	1.719c	2.183a	1.648d
土壤速效养分含量	碱解氮(N)/mg·kg ⁻¹	186.6e	224.0a	210.0c	220.2b	204.8d
	速效磷(P ₂ O ₅)/mg·kg ⁻¹	93.5c	93.5c	99.2a	96.5b	84.5d
	速效钾(K ₂ O)/mg·kg ⁻¹	131.5e	156.1c	169.5b	186.4a	149.1d

2.2 不同处理对水稻抽穗期植株生理指标和土壤养分含量的影响

从对抽穗期水稻生长状况可以看出,处理 3 水稻植株干鲜重均显著高于其他处理,同时处理 2 显著高于处理 4 和处理 5。处理 3 水稻植株除全钾含量以外,全氮磷含量显著高于处理 2 和处理 4,其中比处理 4 分别增加 0.195%和 0.053%,

全钾减少 0.05%。与植株中氮磷钾养分含量不同的是,处理 4 的土壤碱解氮、速效磷、速效钾含量均显著高于其他施肥处理,处理 5 土壤速效氮磷养分含量显著高于处理 2 处理,速效钾含量差异不明显(见表 3)。由此看出,生物肥的施入能够促进水稻植株生物量和养分吸收,而处理 2、处理 3 土壤中速效养分含量低于相同化肥施用量的

表 3 不同处理抽穗期水稻情况调查

项目		处理 1	处理 2	处理 3	处理 4	处理 5
生理指标	株高/cm	90d	91c	90d	98a	93b
	分蘖数/个	19b	22a	17c	17c	17c
	植株鲜重/g·穴 ⁻¹	111.22d	137.43b	157.93a	121.61c	111.64d
	植株干重/g·穴 ⁻¹	30.94e	35.47b	40.25a	32.65c	31.29d
	叶绿素含量/%	28.83	32.03	32.67	32.5	30.13
植株养分含量	全氮/%	0.816d	0.988b	1.042a	0.847c	1.048a
	全磷/%	0.534b	0.457d	0.561a	0.508c	0.499c
	全钾/%	1.049e	1.193a	1.064d	1.114c	1.123b
土壤速效养分含量	碱解氮(N)/mg·kg ⁻¹	228.6b	216.3c	229.6b	241.5a	225.8b
	速效磷(P ₂ O ₅)/mg·kg ⁻¹	94.7c	75.8e	90.5d	98a	96.7b
	速效钾(K ₂ O)/mg·kg ⁻¹	132.1c	125.7d	145.6b	156.7a	127.0d

处理 5 和处理 4。

2.3 不同处理对水稻灌浆期植株生理指标和土壤养分含量的影响

由表 4 可以看出,与抽穗期相比,灌浆期各处

理植株鲜重均降低,而植株干重明显增高。处理 2、处理 3 和常规处理的株高、植株鲜重和植株干重显著高于施化肥对照和处理 1,植株干鲜重比施化肥对照分别高 22.9%、11.1% 和 12.7%、

42.5%、32.6%和 8.8%。从水稻植株养分含量看出,处理 2 水稻植株氮含量与相同化肥施入量的处理 5 含量相当,全磷含量显著高于施化肥对照,而全钾显著低于施化肥对照。处理 3 与处理

4 相比,全氮和全磷含量均高于常规处理,全钾含量相当。土壤速效养分含量分析,处理 1 土壤中速效养分含量较高,各施肥处理中,处理 4 的土壤速效钾含量显著高于其他施肥处理,速效氮和速

表 4 不同处理灌浆期水稻情况调查

项目		处理 1	处理 2	处理 3	处理 4	处理 5
生理指标	株高/cm	90e	114b	105c	116a	97d
	分蘖数/个	16	20	15	23	22
	植株鲜重/g·穴 ⁻¹	63.0e	107.0a	99.6b	81.7c	75.1d
	植株干重/g·穴 ⁻¹	40.87d	67.67a	61.18b	62.03b	55.06c
	叶绿素含量/%	24.8	26.7	24.1	28.9	26.9
植株养分含量	全氮/%	0.665d	0.817b	0.793c	0.982a	0.825b
	全磷/%	0.529c	0.618a	0.582b	0.460e	0.476d
	全钾/%	0.885e	1.005d	1.025c	1.029b	1.222a
土壤速效养分含量	碱解氮(N)/mg·kg ⁻¹	106.5d	169.8a	99.8e	168.0b	159.0c
	速效磷(P ₂ O ₅)/mg·kg ⁻¹	107.5a	67.8e	96.5c	98.3b	75.3d
	速效钾(K ₂ O)/mg·kg ⁻¹	138.4b	125.2d	136.9c	141.1a	115.0e

效磷含量分别稍低于处理 2 和处理 1。
2.4 不同施肥处理对水稻成熟期的影响
2.4.1 不同施肥处理对成熟期水稻植株和籽粒养分含量的影响 由表 5 可以看出,各处理对水稻籽粒全氮和全钾含量影响不大,全氮含量都在 1.126%~1.341%,全钾含量在 0.097%~0.111%,而处理 2、处理 3 和处理 4 籽粒的全磷

含量显著高于处理 5 和处理 1。处理 2 和处理 3 水稻秸秆中全氮和全磷含量稍高于相同化肥施入量的处理 4 和处理 5,全钾含量稍低于相应的单施化肥处理。土壤速效养分含量测定结果表明,处理 3 的碱解氮含量显著低于其他各处理,处理 2 的速效磷和速效钾含量低于处理 3 和处理 4,高于处理 1 和处理 5。

表 5 不同处理成熟期水稻调查

处理		处理 1	处理 2	处理 3	处理 4	处理 5
全氮/%	籽粒	1.297b	1.341a	1.255c	1.267c	1.126d
	秸秆	0.388c	0.389c	0.588a	0.478b	0.372c
全磷/%	籽粒	0.370c	3.510b	3.640a	3.509b	0.347d
	秸秆	0.276c	0.358b	0.363a	0.287c	0.349b
全钾/%	籽粒	0.109b	0.106b	0.111a	0.097c	0.101c
	秸秆	0.933e	1.237b	1.066d	1.136c	1.432a
碱解氮(N)/mg·kg ⁻¹	土壤	199.5c	187.3d	201.6c	203b	205.1a
速效磷(P ₂ O ₅)/mg·kg ⁻¹	土壤	94d	99.8c	113a	102.6b	87.3e
速效钾(K ₂ O)/mg·kg ⁻¹	土壤	122.7d	138.1a	133.2c	135.7b	123.3d

2.4.2 各处理对水稻产量及构成因子的影响 水稻室内考种测产结果表明,两个生物肥处理的空瘪率低于处理 4,除施化肥对照外,其他各处理

的千粒重差异不显著。处理 2 和处理 3 的产量比处理 4 分别高 5.5%和 7.9%。从总体性状来看,在处理 4 基础上增施生物肥处理的各项生理指标

表 6 各处理对水稻产量及构成因子的影响

处理	穴数/穴·m ⁻²	株高/cm	有效分蘖/%	穗长/cm	实粒数/粒·穗 ⁻¹	空瘪率/%	千粒重/g	产量/kg·hm ⁻²
处理 1	17	84.03	82.73	16.18	79.37	5.69d	25.40	4000e
处理 2	17	95.70	66.99	17.07	85.95	10.34c	25.07	6650b
处理 3	17	99.58	90.31	17.98	90.69	10.47bc	24.44	6800a
处理 4	17	98.99	75.55	18.73	99.89	11.49a	25.32	6300c
处理 5	17	87.67	88.32	17.34	75.10	10.61b	27.05	4300d

均表现较好。

2.5 各处理对水稻品质的影响

处理 2、处理 3 和处理 4 的整精米率和粗蛋白干基含量高于处理 5 和处理 1,但没有达到

显著水平。两个生物肥处理水稻品质与处理 4 即常规施肥的各品质指标之间没有明显差异,没有达到改变食味性的程度,该影响属在正常范围内。

表 7 各处理对水稻品质的影响

处理	糙米率/ %	整精米率 /%	精米率/%	垩白米率 /%	垩白大小 /%	垩白度 /%	粗蛋白 (干基)/%	胶稠度 /%	直链淀粉 (占样干重)/%
处理 1	80.5	68.5	72.5	1.0	7.1	0.1	6.63	64.5	18.01
处理 2	80.1	70.1	72.1	2.0	7.1	0.1	7.16	61.0	17.52
处理 3	80.2	68.8	72.2	1.0	7.1	0.1	7.47	61.0	17.90
处理 4	79.7	68.6	71.8	2.0	12.5	0.2	7.22	63.5	17.33
处理 5	82.1	64.1	73.9	5.0	7.9	0.4	6.28	74.5	17.80

3 结论

生物菌肥的施入能够提高水稻产量,在常规施肥基础上增施生物菌肥(处理 3)和减量化肥增施生物菌肥(处理 2)两个处理分别比常规施肥产量提高 5.5%和 7.9%。对生育期水稻生理指标的调查发现,生物菌肥的施入明显提高水稻植株生物量,抽穗期生物肥处理比等化肥施用量水稻植株生物量提高 13.36%~23.28%,酌量减少基肥施用量增加生物菌肥,在分蘖期和灌浆期采取多次少量的追肥方式能够提高化肥利用率。同时生物菌肥的施入能够有效的促进植株养分吸收,减少化肥施用量的 30%加入生物菌肥成分能够较好的满足水稻生长发育需求,产量与常规化肥相当。处理 2 肥料组合如何将追肥量适当后移,还需要进一步试验,筛选出最佳肥料追施次数和

追肥量。

参考文献:

[1] 黑龙江省统计局. 黑龙江省统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2009.

[2] 梁运江, 许广波, 郑哲, 等. 生物菌肥对水稻营养特性及增产效果的初步研究[J]. 土壤通报, 2001, 4(32): 88-89.

[3] 梁学芬, 李玉剑, 黄剑波. 微生物肥对水稻种子萌发的效应[J]. 中国种业, 2003(4): 26-28.

[4] 叶喜文, 焦峰, 吴金花, 等. PGPR 促生菌肥在水稻上应用效果研究[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2005, 17(1): 9-11.

[5] 叶国彬, 邓应忠, 吕艳君. 生物固氮菌肥肥效试验初报[J]. 贵州农业科学, 2002, 30(2): 43.

[6] 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, 1999.

[7] 中华人民共和国农业部部标准 NY147—88 米质测定方法[S]. 北京: 中国标准测定出版社, 1988: 4-6.

[8] 何照范. 粮油籽粒品质及其分析技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 1985.

Application Effects of Biotype Rice
Specific Fertilizer in Meadow Soils

CHEN Xue-li, WANG Yu-feng, ZHANG Lei

(Soil Fertility and Environmental Resources Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Soil Environment and Plant Nutrition of Heilongjiang Province, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: Plots experiments were conducted to preliminary study the effects of biotype rice specific fertilizers in meadow soil. The results indicated that all biotype rice specific fertilizers could increase plant biomass in all growth stages. Plant dry weights of using biotype rice specific fertilizers treatment were 13.36%~23.28%, higher than that of chemical fertilizer treatments contain equal nutrient contents at heading stage. The yields of biotype fertilizer treatments were higher than that of the equal nutrient contents treatments 5.5% and 7.9%, respectively.

Key words: biotype rice specific fertilizer; meadow soil; fertilizer use efficient