

配施含钾黄腐酸对寒地水稻产量的影响

王安东, 萧长亮, 那永光 (黑龙江省农垦科学院水稻研究所, 黑龙江佳木斯 154007)

摘要 为研究生化型黄腐酸钾在水稻中的应用效果, 开辟新的秸秆还田之路, 开展了黄腐酸水溶肥料施用方法及效果试验。结果显示, 增施生化型黄腐酸钾能够改变水稻株高, 影响分蘖和功能叶 SPAD 值, 并通过在水稻 9 叶期 (12 叶品种) 增施黄腐酸钾促进颖花分化, 增加每穗粒数, 进而增加产量, 最高增产比例为 3.57%。

关键词 水稻; 黄腐酸钾; 产量

中图分类号 S511 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)13-0143-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2019.13.044



开放科学 (资源服务) 标识码 (OSID):

Effects of Potassium-containing Fulvic Acid on Rice Yield in Cold Regions

WANG An-dong, XIAO Chang-liang, NA Yong-guang (Rice Research Institute, Heilongjiang Academy of Land Reclamation Sciences, Jiamusi, Heilongjiang 154007)

Abstract In order to explore the application effect of bio-type potassium fulvic acid in rice and open up a new way for straw returning to the field, the application method and effect experiment of "water-soluble fulvic acid fertilizer" were carried out. The results showed that the application of bio-type potassium fulvic acid could change the plant height of rice, affect the SPAD value of tillering and functional leaves, and promote the application of potassium fulvic acid at 9-leaf stage (12-leaf variety) of rice. The spikelet differentiation increased the number of grains per panicle, and then increased the yield, the highest yield increase rate was 3.57%.

Key words Rice; Potassium-containing fulvic acid; Yield

生化黄腐酸钾是应用现代生物技术, 以植物渣体为原料, 经生物发酵, 成功制取类煤化黄腐酸物质——高活性生化黄腐酸钾^[1-2] (黄腐酸属腐殖酸中分子量最小^[3]、活性最大的组分^[4], 系腐殖酸有效成分中的精华^[5-6])。该品全溶于水、耐酸碱、抗二价离子, 可与多种微量元素和大量元素共溶复配, 不絮沉。其可直接施用, 也可用作叶面肥、冲施肥和有有机肥、药肥、微肥及水产肥、液态地膜、腐殖酸保水剂的主剂或添加剂, 还可作为有机无机复合肥高塔喷浆造粒的缓释肥包衣原浆。为提高水稻品质, 增加农民收入, 笔者开展黄腐酸水溶肥料施用方法及效果试验。

1 材料与方法

1.1 试验材料 垦系 08-169: 主茎 12 叶, 稻米口感优良。生命源黄腐酸钾: 属螯合性腐殖酸肥料, 由山东泉林嘉有肥料有限责任公司生产, 黄腐酸 ≥ 20%, 氮 ≥ 6%, 氧化钾 ≥ 10%。

1.2 试验地概况 试验于黑龙江省农垦科学院水稻研究所生态研究室试验区进行。土壤理化性质: 有机质 32.6 g/kg, 速效氮 288.92 mg/kg, 速效磷 15.8 mg/kg, pH 8.5, 速效钾 248.64 mg/kg, 速效镁 346.06 mg/kg, 有效硅 278.1 mg/kg, 黏性黑土。

1.3 试验方法 试验对照全生育期 1 hm² 施用尿素 199.5 kg, 二铵 100.5 kg, 硫酸钾 150 kg, 氮肥按照基: 蘖: 调: 穗 = 4:3:1:2 比例施用, 钾肥按照基: 穗 = 6:4 比例施用, 黄腐酸钾试验设 6 个处理 (表 1), 试验共 3 次重复, 共 21 个小区, 每小区单灌单排, 塑料埂做好隔水, 保证小区间不能相互串水。

试验小区 2 排, 每排宽 8.0 m, 长 47.9 m, 其中南侧长 5.5 m, 受钩机碾压不能作为试验区 (图 1)。每小区宽 8.0 m, 长 2.5 m, 小区面积 20 m², 每排 17 区 (图 2)。

表 1 各处理肥料用量

处理 Treatment	尿素 Urea	二铵 Diammonium	钾肥 Potash	基施黄腐酸 Basal fulvic acid potassium	调节肥追施 黄腐酸钾 Applying potassium fulvate as top dressing
①	79.995	100.050	90	150	0
②	72.000	87.000	78	150	0
③	64.500	79.500	72	150	0
④	55.500	70.500	63	150	0
⑤	79.995	10.005	90	0	150
⑥	64.500	79.500	72	0	150
CK	79.995	100.005	90	0	0

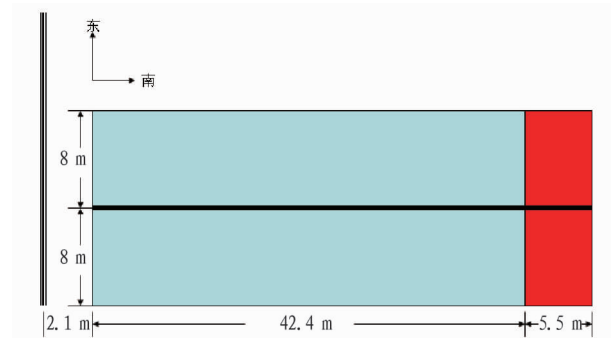


图 1 试验区示意

Fig.1 Schematic diagram of the test area

作者简介 王安东 (1981—), 男, 山东青岛人, 副研究员, 从事水稻栽培研究。

收稿日期 2018-12-13

1.4 调查项目与方法 生育动态: 关键生育时期进行叶龄、株高、茎数测定; 叶片含氮量: 用 SPAD502 叶绿素仪测定叶

					III-10	III-9	III-8	III-7	III-6	III-5	III-4	III-3	III-2	III-1	II-7	II-9	II-8
I-1	I-2	I-3	I-4	I-5	I-6	I-7	I-8	I-9	I-10	II-1	II-3	II-5	II-2	II-4	II-6	II-10	

图2 试验区安排

Fig. 2 Arrangement of test area

片含氮量;干物质积累和叶面积:叶面积采用长宽系数烘干法,干物质积累按常规方法进行;考种测产:按常规方法进行,每处理考种6穴。实收测产:每小区取中间4行实收,称重。品质:每小区取稻谷1 kg,测定水分、出米率、直链淀粉、蛋白质等。

2 结果与分析

2.1 配施黄腐酸钾对水稻株高建成的影响 由图3可知,各处理在结实前期株高趋于稳定,以处理②达到峰值最快,处理⑥最慢;到成熟期,株高最大的为处理②,达100.3 cm,最小的为处理⑥,达89.3 cm,对照成熟期株高为97.5 cm,说明基肥增施黄腐酸钾肥料,小量(0~10%)减少化肥用量,对株高建成无明显影响,当大量($\geq 40\%$)减少化肥用量,即使增施黄腐酸性肥料,株高仍会降低;在调节肥增施黄腐酸钾,不减少化肥用量,增施黄腐酸钾不会降低株高;减少化肥用量后,基施的处理株高降低不明显,相反减化肥后,追施黄腐酸钾株高仍降低。这主要与在水稻植株建成过程中,减少化肥营养后,利用黄腐酸钾补充营养是否充足有关。

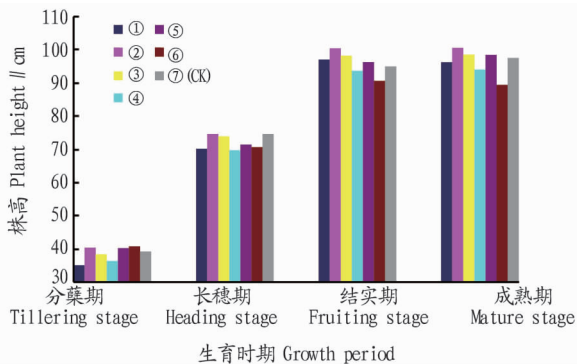


图3 各处理株高建成趋势

Fig. 3 Trend of height establishment of each treatment

2.2 配施黄腐酸钾对水稻穗数的影响 由表2可知,各处理茎数普遍较低,这与品种特性有关。各处理基本呈先升高后降低的趋势,一般在结实初期达到峰值,而后无效分蘖相继死亡^[7],到水稻收获期,各处理中对照收获穗数最大,为532.0穗/m²,其次为不减少化肥用量,调节肥增施黄腐酸钾的处理,为392.0穗/m²。所有使用黄腐酸钾的处理中,由结实期到成熟期均有较多的无效分蘖死亡,在考种过程中也发现有很多粒数小于15粒的分蘖,均记为无效,说明在形成穗数过程中,施用黄腐酸钾的处理分蘖发生较晚,后期形成了较多无效分蘖,影响了收获穗数。通过秸秆等提取的黄腐酸,称之为生化黄腐酸,与常规的黄腐酸,即矿源腐殖酸有一定差异^[8-9],试验选用的黄腐酸是否充分转化,是否存在争氮等情况,有待进一步验证。

表2 各处理关键生育时期穗数

Table 2 Number of ears of each treatment in the critical growth stage

处理 (Treatment)	分蘖期 (Tillering stage)	长穗期 (Heading stage)	结实期 (Fruiting stage)	成熟期 (Mature stage)
①	326.7	382.7	382.7	354.7
②	382.7	466.7	513.3	317.3
③	410.7	448.0	438.7	354.7
④	382.7	438.7	438.7	354.7
⑤	382.7	420.0	438.7	392.0
⑥	341.3	392.0	476.0	354.7
⑦ (CK)	429.3	430.7	538.7	532.0

2.3 配施黄腐酸钾对水稻功能叶叶片叶绿素 SPAD 值的影响 SPAD(soil and plant analyzer development)用来表示相对叶绿素含量,以反映叶绿素含量多少^[10]。测定功能叶中SPAD,用以反映功能叶片代谢旺盛程度^[11]。由图4可知,随生育进程,各处理的功能叶叶片中的叶绿素浓度呈不同变化趋势,生育前期较高的处理,如处理③、对照,在结实期叶绿素浓度均较低,而前期较低的处理,如处理①、处理②和处理④,说明在分蘖期叶绿素浓度高的处理,有利于植株建成,形成较多分蘖,这与分蘖期穗数调查结果反映趋势一致;在植株进入长穗期,水稻正处于拔节前后,此时光合产物多用于株高,叶绿素浓度低的处理如处理①、处理④,用于株高所提供的光合产物也相对较少,这与株高调查结果一致;到结实期,功能叶具有相对较高的SPAD值,有利于保证光合产物的持续供给,形成较高的产量,但这并不绝对,因为产量是个综合指标,受到外界条件、内部因素多方面的影响,处理①、处理②和处理⑤功能叶叶绿素浓度较高。

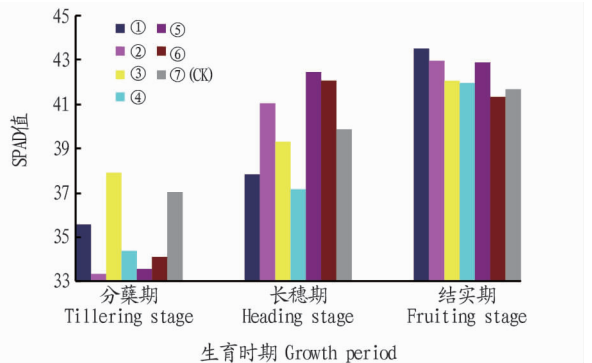


图4 各处理关键生育期功能叶SPAD值变化趋势

Fig. 4 SPAD change trend of functional leaves of each treatment in the critical growth stage

2.4 配施黄腐酸钾对水稻产量的影响 由表3可知,产量最高的为处理⑤,较对照增产近1%,其增产原因是每穗粒数有所增加,这与黄腐酸钾施用时期有关,在调节肥(水稻9叶期)施用,其肥效反映在水稻颖花分化期,充足的营养保证了颖花分化的顺利进行,减小后期颖花退化的数量,进而通过增加粒数增产。处理②、处理③、处理④和处理⑥与对照比较,存在显著差异的产量构成因子是每平方米穗数,说明增施生化型黄腐酸钾后,减少氮、磷、钾的化肥用量,明显减少收获穗数,对结实率和千粒重影响不大,这是由于减氮最明

显的特征是影响分蘖,虽然供试产品中含 6%的氮,仍无法满足植株生长需求,不缺磷、钾与土壤本身供应有关。

表 3 各处理理论产量及产量构成因子

Table 3 Theoretical yield and yield components of each treatment

处理 Treatment	穗数 Panicle number 穗/m ²	穗粒数 Grain number 粒	结实率 Seed setting rate %	千粒重 1 000- grain weight g	理论产量 Theoretical yield kg/hm ²
①	354.7 bAB	85.7 aAB	0.903 9	27.0	7 420.5 b
②	317.3 bB	88.6 bB	0.862 1	27.6	6 700.5 b
③	354.7 bAB	83.2 bAB	0.861 0	28.2	7 164.0 b
④	354.7 bAB	74.7 bB	0.909 8	28.1	6 768.0 b
⑤	408.0 aA	87.9 aA	0.819 9	28.7	8 439.0 a
⑥	354.7 bAB	75.4 bB	0.895 3	27.4	6 553.5 b
⑦(CK)	412.0 aA	86.2 aAB	0.866 0	27.2	8 364.0 a

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$);不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$)

Note: Different lowercases in the same column stand for significant differences between different treatments at 0.05 level; different capital letters stand for significant differences at 0.01 level

由表 4 可知,处理⑤产量最高,为 8 434.5 kg/hm²,增产 3.57%,其次为处理①,为 8 217.90 kg/hm²,增产 0.91%。

表 4 各处理实脱产量

Table 4 Actual output of each treatment

处理 Treatment	实脱产量 Actual yield kg/hm ²	增产 Increased production kg/hm ²	增产率 Stimulation ratio %
①	8 217.90	73.80	0.91
②	7 634.85	-509.25	-6.25
③	7 337.10	-807.00	-9.91
④	7 077.90	-1 066.20	-13.09
⑤	8 434.50	290.40	3.57
⑥	7 978.50	-165.60	-2.03
CK	8 144.10	—	—

(上接第 119 页)

- 沈燕,罗江平,王旭,等. 湖南莽山华南五针松群落特征[J]. 中南林业科技大学学报,2016,36(2):1-7,24.
- 许凯扬,刘胜祥,叶万辉. 湖北后河自然保护区水丝梨群落研究[J]. 武汉植物学研究,2002,20(5):359-364.
- 秦随涛,龙翠玲,吴邦利. 地形部位对贵州茂兰喀斯特森林群落结构及物种多样性的影响[J]. 北京林业大学学报,2018,40(7):18-26.
- 陈璐,周宏,王敏求,等. 丹霞梧桐群落特征比较研究[J]. 中国野生植物资源,2018,37(2):46-49.
- 林芳浩. 大田大仙峰自然保护区植物群落物种多样性特征[J]. 安徽农学通报,2018,24(7):98-100.
- 任礼,罗应华,王磊,等. 岑王老山不同海拔森林群落结构比较[J]. 广西林业科学,2018,47(2):139-144.
- 朱丽君,易绮斐,张健豪,等. 广州火炉山千年桐、蕨萁、山油柑群落特征及物种多样性研究[J]. 安徽农业科学,2018,46(10):100-103,112.
- 刘琰,江秋枫,韩梅,等. 红枫湖流域表层沉积物中全氟化合物的污染特征[J]. 环境科学研究,2015,28(4):517-523.
- 董玲玲,文庭池. 贵阳市红枫湖的水质分析[J]. 资源节约与环保,2015(9):190-191.
- 杨通铨,喻阳华,刘鸿雁. 贵阳市红枫湖饮用水源保护区的农业面源污染分析[J]. 贵州农业科学,2016,44(1):161-165,170.
- 王志康,李玥,桂昕,等. 贵阳市红枫湖天然有机化学特征初步调查

3 结论与讨论

(1) 增施生化型黄腐酸钾能够改变水稻株高,影响分蘖和功能叶 SPAD 值,对于生物型黄腐酸钾施用时期而言,作为调节肥追施优于作为基肥施用。

(2) 通过在水稻 9 叶期(12 叶品种)增施黄腐酸钾促进颖花分化,增加每穗粒数,进而增加产量,最高增产比例的配施为不减肥调节肥增施黄腐酸 150 kg/hm²,增产比为 3.57%;所有减肥处理(处理②、③、④、⑥)产量均有下降,与对照比较,减肥后影响较大的是分蘖数。

(3) 对于生物型黄腐酸钾施用方法而言,施用黄腐酸钾后,降低化肥用量,影响水稻分蘖及收获时有效分蘖和无效分蘖比例,建议重复试验,加以印证;另外,施用黄腐酸后对土质和品质需要进一步分析。

参考文献

- 赫臣,郑桂萍,赵海成,等. 增施腐殖酸及减量施肥对盐碱地水稻穗部性状与产量的影响[J]. 作物杂志,2018(3):129-134.
- 梁誉. 不同黄腐酸肥料及用法对水稻生产影响初探[J]. 农业科技通讯,2018(11):51-52.
- 盖学峰,孙学军,宁士峰. 黄腐酸水溶性有机肥在水稻上应用效果[J]. 现代化农业,2017(9):15.
- 张学军,赵营,陈晓群,等. 不同水氮供应对水稻产量、吸氮量及水氮利用效率的影响[J]. 中国农学通报,2010,26(4):126-131.
- 刘涛. 黄腐酸有机肥在寒地水稻上应用效果[J]. 现代化农业,2015(6):14-15.
- 朱福磊,叶生,谢克妍. 水稻应用黄腐酸有机肥效果试验[J]. 现代化农业,2016(11):22-23.
- 苏东行. 基肥氮量对水稻分蘖和倒伏的影响[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2012.
- 何沈雨,朱琳,曲悦,等. 寒地水稻分蘖形成规律及外部调控研究[C]//作物科学与乡村振兴:2018 中国作物学会学术年会论文摘要集. 北京:中国作物学会,2018.
- 陈小龙,陈灿,周莉. 水稻不同生育期叶绿素含量的测定及其相关性分析[J]. 现代农业科技,2010(17):42-44,52.
- 李金文. 基于水稻叶片生理生态学特征的氮营养诊断[D]. 杭州:浙江大学,2010.
- 王小宁. 不同增温处理下水稻的光合特性和高光谱特征的响应研究[D]. 南京:南京信息工程大学,2008.

[J]. 环保科技,2017,23(2):1-4,50.

- 刘琰,江秋枫,韩梅,等. 红枫湖流域表层沉积物中全氟化合物的污染特征[J]. 环境科学研究,2015,28(4):517-523.
- 郭云,谢太岭,赵宇中. 红枫湖浮游植物群落结构季节性变化特征及水质生物学评价[J]. 贵州科学,2018,36(2):25-32.
- 黄国佳,李秋华,陈稼,等. 贵州高原红枫湖水浮游植物功能分组及其时空分布特征[J]. 生态学报,2015,35(17):5573-5584.
- 龙胜兴,陈稼,郭云,等. 红枫湖水体富营养化及浮游植物群落结构特征[J]. 中国环境监测,2013,29(1):23-29.
- 龙胜兴,叶晓云,俞振兴,等. 2011 年红枫湖水浮游植物群落结构分布特征[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版),2012,30(5):9-13,35.
- 黎杨,陈忠婷,夏品华,等. 红枫湖水消落带植物物种组成及群落物种多样性研究[J]. 信阳师范学院学报(自然科学版),2017,30(2):244-250.
- 刘良淑,熊源新,夏欣,等. 红枫湖苔藓植物的物种多样性[J]. 贵州农业科学,2015,43(6):218-222.
- 钟卫,杜燕,汪春云. 贵州省红枫湖湿地野生动植物现状与保护对策[J]. 内蒙古林业调查设计,2016,39(3):69-70,31.
- 钟卫,汪春云,胡鸿. 红枫湖风景名胜区森林资源景观调查与评价研究[J]. 贵州林业科技,2007,35(4):29-32.
- 宋永昌. 植被生态学[M]. 上海:华东师范大学出版社,2001.
- 孟宪宇. 测树学[M]. 北京:中国林业出版社,2006.
- 丁增发,张瑶,刘俊龙,等. 北亚热带不同森林群落类型的生物多样性研究[J]. 安徽林业科技,2011,37(5):3-9,13.