

文章编号: 1003-8701(2015)06-0013-04

不同生育时期追施有机肥对有机水稻 产量及品质的影响

赵秀哲, 王成瑗*, 赵磊, 侯文平, 于亚彬, 高良文, 韩霖, 曲海霞

(通化市农业科学研究院, 吉林 梅河口 135007)

摘要:以稻花香2号为试验材料,基肥采用隔年腐熟的农家肥,追肥使用石家庄希望肥业科技有限公司生产的商品有机肥。在常规施肥(翻地前施有机肥 15 000 kg/hm²)的基础上,分别在分蘖初期(6月8日)、分蘖高峰期(6月23日)、孕穗期(7月8日)、齐穗期(8月5日)追施 1875 kg/hm²商品有机肥。试验结果表明:分蘖高峰期~齐穗期追施有机肥,可以增加产量 4.33%~12.17%。分蘖高峰期追肥单穴平均穗数比对照增加 12.00%;分蘖高峰期和孕穗期追肥穗粒数比对照增加 17.00%、19.00%;孕穗期和齐穗期追肥饱满粒率比对照提高 2.60%、6.53%。各生育时期追施有机肥的作用表现为:分蘖高峰期追肥可以提高有效分蘖数量;分蘖高峰期和孕穗期追肥可以提高每穗平均粒数;孕穗期和齐穗期追肥可以提高混合千粒重和饱满粒率。各生育阶段追施有机肥对稻米品质无明显不良影响,并且还有助于提高精米率、整精米率,并随着施肥期的后延,垩白粒率也有所降低。

关键词:水稻;有机栽培;有机肥;产量;产量性状;稻米品质

中图分类号: S511.062

文献标识码: A

Effect of Manure Applied at Different Stages on Yield and Quality of Organic Rice

ZHAO Xiu-zhe, WANG Cheng-ai*, ZHAO Lei, HOU Wen-ping,

YU Ya-bin, GAO Liang-wen, HAN Lin, QU Hai-xia

(Tonghua Academy of Agricultural Science, Meihoukou 135007, China)

Abstract: Using 'Daohuaxiang 2' as the experimental material, the rotten farmyard manure was applied as basal fertilizer, and commercial organic fertilizer produced by Shijiazhuang Xiwang Fertilizer Industry Technology Co. was topdressed. On the basis of the conventional fertilization, i.e., using 15000 kg/hm² organic fertilizer before ploughing paddy field, 1875 kg/hm² commercial organic fertilizer was applied at the early tillering stage (June 8), peak tillering period (June 23), booting stage (8 July), full panicle stage (Aug. 5), respectively. The results showed that yield increased by 4.33% ~ 12.17% in treatments of topdressing fertilizer from peak tillering to full panicle stage. Compared with the CK, number of panicle per cavity increased by 12.00% when topdressing fertilizer at tillering peak period, panicle grain number increased by 17.00%、19.00% in treatments of topdressing fertilizer at peak tillering period and booting stage, full grain rate was 2.60%、6.53% higher in treatments of topdressing fertilizer at booting stage and full panicle stage. Effect of topdressing fertilizer at different growth period was summarized, i.e., topdressing fertilizer at peak tillering period improved effective tiller number, at peak tillering period and booting stage improved the average grain number per panicle, at booting stage and full panicle stage improved the mixed 1000-grain weight and plump grain rate. Topdressing organic fertilizer at different rice growth stage had no obvious adverse effect on rice quality, but improved the milled rice rate, the head rice ratio, and white grain rate reduced as fertilizing period delayed.

Key words: Rice; Organic cultivation; Organic fertilizers; Yield; Yield characters; Rice quality

收稿日期: 2015-07-05

基金项目: 吉林省现代农业产业技术体系(2014005); 世行贷款项目(X-MHK-ZX-JY-2012-01-H-001)

作者简介: 赵秀哲(1963-),男,助理研究员,主要从事水稻育种与栽培研究工作。

通讯作者: 王成瑗,男,博士,研究员, E-mail: chengaiw@126.com

水稻是我国的主要粮食作物,随着居民生活水平的不断提高,对稻米的选择已发展到从“量”到“质”的变化,也日趋重视生产过程中,不使用转基因种子,环境不受到污染,不施用化肥、农药、生长调节剂等化学合成品生产的稻米,尤其是有机稻米备受消费者的青睐^[1]。有机栽培对于食品安全、环境保护、土壤改良、资源利用、防止地下水污染及废弃物再利用等具有重要的意义^[2]。有机稻米的生产通常结合稻田养鸭^[3]、稻田养蟹^[4]、稻田养鱼^[5];通过施用有机农肥^[6-7]、物理^[8-10]及生物防治^[11-12]病虫害、人工除草等措施开展。由于不使用化肥,导致水稻产量大幅度降低。为了提高有机栽培田的产量,在不影响栽培环境的前提下,采取分期施用有机肥的方法,补充中、后期营养元素之不足,以提高有机田水稻有效穗数、穗粒数、千粒重、成熟率为技术手段,进而达到提高产量、稻米品质和生产效益的目的。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

试验于2013年在梅河口市曙光有机米标准化基地进行,基地位于吉林省东南部的梅河口市曙光镇西太平村(北纬42°32′,东经125°38′,海拔339.9 m),无霜期142 d(终霜期5月5日,初霜期9月22日),播种到收获(4月10日至9月25日)活动积温3065.1℃·d,日照1154.0 h,降水602.7 mm。适合于种植中熟和中晚熟优质水稻品种。该区域土质为白浆型水稻土,土壤肥力较高,其中有机质30.50 g/kg,全氮2.10 g/kg、速效氮120.51 mg/kg、全磷1.87 g/kg,速效磷9.79 mg/kg,速效钾49.90 g/

kg,pH值6.29。该基地从2000年开始进行有机产品转换,于2006年取得有机米基地认证,目前已经发展到2000亩的种植规模。

1.2 试验材料

以稻花香2号(优质、长粒型,生育期142 d)为供试材料。基肥采用隔年腐熟的农家肥,追肥使用石家庄市希星肥业科技有限责任公司生产的商品有机肥,该产品获得了北京中安质评认证中心的《有机产品认证证书》,有机产品认证证书号:02810010102R0S,产品符合GB/T19630.2-2005(有机产品:加工)、GB/T19630.3-2005(有机产品:标识与销售)、GB/T19630.4-2005(有机产品:管理体系),产品有效期:2011年10月13日~2013年10月12日,肥料执行标准:NY252-2012,登记证号:冀农肥:(2009)准字5129号。主要原料鸡粪,有效成分:EM活性菌、中微量元素、N+P₂O₅+K₂O≥5%,有机质≥45%,蛋白质≥8%,腐殖酸≥10%,氨基酸≥13%,有效活性菌≥2亿个/g,内含铁、锌、硫、钙、磷、镁及重茬改良剂;具有抗重茬、抗病害、抗盐碱、抗干旱、免深耕、肥料增效等作用。

1.3 试验设计

试验选择有代表性稻池(1500 m²),地力均匀、排灌方便、便于运输和观察,且有代表性地段。试验设计4个施肥时期,每个时期按照常规有机肥全量的12.5%追施,在常规施肥(翻地前有机肥15 000 kg/hm²)的基础上,分别在分蘖初期(6月8日)、分蘖高峰期(6月23日)、孕穗期(7月8日)、齐穗期(8月5日)追施1875 kg/hm²商品有机肥,试验设计见表1。

表1 有机田追肥试验处理与肥料用量

处理代号	追肥时期	追(施)肥时间	腐熟的农肥(底肥)(kg/hm ²)	商品有机肥数量(kg/hm ²)
D1	分蘖初期	6月8日	15 000	1875.0
D2	分蘖高峰期	6月23日	15 000	1875.0
D3	孕穗期	7月8日	15 000	1875.0
D4	齐穗期	8月5日	15 000	1875.0
CK	常规(底肥)	翻地前	15 000	-

1.4 试验方法

试验于4月15日播种,采用大棚盘育苗,每盘播120 g催芽种子,种子处理、苗田管理同常规有机田。试验采取春翻地,翻地前使用腐熟的农肥15 000 kg/hm²,均匀地撒施在田面上,翻地后、灌水前分别在两侧池埂和稻池中间做成排、灌渠道,5月21日耙地,耙地后用PVC板(塑料池埂

子:高35 cm,厚0.3 cm)做成小区,各处理(区)实行单排单灌。小区长10 m,宽7.5 m,3次重复,重复内试验处理随机排列,5月28日插秧。插秧密度30.00 cm×20.00 cm(16.7穴/m²),每穴插3苗,人工拉绳定点插秧。用黄虫板诱杀潜叶蝇,用诱蛾器诱杀二化螟,人工除草,水分管理同常规有机生产田。

1.5 测定方法

9月25日采收样本,每小区选择有代表性10穴样本,在小区的中间位置,选取有代表性区域收获50穴(5行,每行10穴),作为测产样本,小区剩余部分全部收获,自然风干后脱粒,按照各自所占有的面积计算产量。采集的10穴样本风干后,室内考种,测定植株高度、单穴穗数、穗粒数、饱满千粒重、混合千粒重、饱满粒率等产量性状,并计算平均值。

测产样本脱粒、风选后,折合成标准水分(15%),计算产量。样品经过风选,除去空、瘪粒之后,选择籽粒充实、成熟一致的稻谷,3个月后按照中华人民共和国农业部标准NY147-88《米质测定方法》测定稻米品质,用Excel 2007作图,DPS 3.11软件统计分析。

2 试验结果与分析

2.1 不同施肥处理的产量表现

通过图1可以看出,在底肥相同的情况下,生长

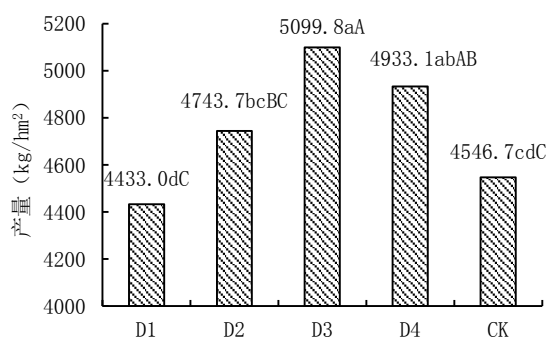


图1 不同施肥处理的产量表现

注:大小写字母不同分别表示在0.01和0.05水平上差异显著

表2 不同施肥处理的产量性状表现

处理代号	有效穗数(穗/穴)	穗粒数(粒/穗)	混合千粒重(g)	饱满千粒重(g)	饱满粒率(%)	粒重(g/穴)
D1	22.6bBC	95.2bB	18.95cdBC	27.98aA	54.87cB	38.52cC
D2	24.5aA	99.2aAB	18.72dC	26.41bA	47.40dC	42.48abAB
D3	22.4bBC	101.2aA	19.50bcBC	27.36abA	60.07abAB	44.17aA
D4	22.9bAB	94.8bB	19.77bB	27.43abA	64.00aA	43.83aA
CK	21.9cC	84.92cC	21.93aA	27.86abA	57.47bcB	40.90bBC

注:同列不同大、小写字母分别表示在0.01和0.05水平上差异显著,下同

2.2 不同施肥处理的稻米品质

通过表3可以看出,从D1到D4不同的追肥时期对糙米率没有明显的影响($P>0.05$)。精米率对照最高(63.80%),D4比对照低1.47%,D1和D3比对照低4.53%和4.70%;精米率最低的为D2,比对照低5.20%,除了D1、D2、D3 3个处理间差异不显

发育的中、后期(分蘖高峰期~齐穗期)追施有机肥均有助于提高产量。以D3产量最高,比对照增产12.17%;次则D4,比对照增产8.50%;产量第三位的为D2,比对照增产4.33%,只有D1产量与对照相近。统计分析表明,施肥处理间差异达到极显著水平的有:D3与D2、D1、CK;D4与D1、CK($P<0.01$);D2与D1差异达显著水平($P<0.05$)。从产量角度看,有机栽培田追施有机肥主要是以生育中、后期追肥为主,最佳时期为孕穗期和齐穗期。

2.2 不同施肥处理的产量性状表现

从表2可以看出,D2单穴平均穗数比对照增加2.60穗/穴,增加12.00%;D1、D3和D4单穴穗数处理间差异不显著($P>0.05$),并且单穴有效穗数高于对照,低于D2。D2、D3穗粒数比对照增加17.00%、19.00%;D1、D4穗粒数比对照增加了12.00%、11.00%。混合千粒重则是对照最高,次则D3、D4,比对照低10.00%、11.00%;混合千粒重较低的处理为D1、D2,比对照低14.00、15.00%,随着追肥时期的延后,混合千粒重逐步提高。饱满千粒重除了D2偏低以外,其他处理无显著差异($P>0.05$);饱满粒率则是D3、D4比对照高2.60%、6.53%,D1、D2则比对照低2.60%、10.07%;单穴平均粒重与测产结果相似,表现为D3>D4>D2>CK>D1。各生育时期追施有机肥的作用表现为:分蘖期追施可以提高有效分蘖数量,尤其是分蘖高峰期追肥;分蘖高峰期和孕穗期追肥可以提高每穗平均粒数;孕穗期和齐穗期追肥可以提高混合千粒重和饱满粒率;这些产量性状值的提高,最终体现在单穴粒重提高上。

著外($P>0.05$),其他处理间差异极显著($P<0.01$);整精米率与精米率相似,是CK>D4>D3>D1>D2,分别比对照低2.37%、6.20%、7.34%和8.54%;垩白粒率基本上是随着施肥时期的后移而降低,不追肥的对照最低(31.67%),次则D4(32.67%),垩白粒率较高的处理为D1、D2、D3,追肥越早,垩白粒率

越高;直链淀粉含量除了D2较低(16.80%)外,其他处理与对照相比,差异不显著($P>0.05$);食味值以对照为中心,可分为两个档次,一是D1、D2,食味值比对照高0.30、0.33,二是D3、D4,食味值比

对照低0.37、0.50,虽然两个档次的食味值差异明显($P<0.05$),但是D1、D2和D3、D4与对照均无显著差异($P>0.05$)。

表3 不同肥料处理的稻米品质分析

处理代号	糙米率(%)	精米率(%)	整精米率(%)	垩白粒率(%)	垩白度(%)	蛋白含量(%)	直链淀粉(%)	食味值
D1	82.10a	59.27cC	52.13cdCD	35.33aA	3.57a	6.50a	17.23ab	83.63a
D2	82.13a	58.60cC	50.93dD	34.50aAB	3.83a	6.56a	16.80b	83.60a
D3	81.90a	59.10cC	53.27cC	34.00abAB	3.33a	6.83a	18.30a	82.67b
D4	82.73a	62.33bB	57.10bB	32.67bcBC	3.36a	6.63a	17.87ab	82.80b
CK	82.70a	63.80aA	59.47aA	31.67cC	3.36a	6.27a	18.30a	83.30ab

注:米质测定时稻米含水量:14.13%~14.30%

3 结 论

通过本试验得出以下结论:在底肥 15 000 kg/hm²相同的基础上,分蘖高峰期(6月23日)、孕穗期(7月8日)和齐穗期(8月5日)分别追施等量(1875 kg/hm²)有机肥,可以增加产量4.33%、12.17%、8.50%。分蘖高峰期追肥单穴有效穗数增加12.00%,分蘖高峰期和孕穗期追肥穗粒数比对照增加17.00%、19.00%;分蘖初期和齐穗期追肥穗粒数比对照增加12.00%、11.00%。孕穗期和齐穗期追肥饱满粒率比对照提高2.60%、6.53%。各生育时期追施有机肥的作用表现为:分蘖期追施可以提高有效分蘖数量,尤其是分蘖高峰期追肥,可以提高节位分蘖的成穗率;分蘖高峰期和孕穗期追肥可以提高每穗平均粒数;孕穗期和齐穗期追肥可以提高混合千粒重和饱满粒率。

追施有机肥对品质性状的影响主要体现在精米率、整精米率、垩白粒率、直链淀粉和食味值上。虽然4种追肥处理的品质性状近于或低于对照,但是就处理间比较,生育中、后期(孕穗期和齐穗期)追肥比分蘖期(分蘖初期和分蘖高峰期)追肥可提高精米率、整精米率,降低垩白粒率,各生育阶段追肥对糙米率、恶白度、蛋白质含量无显著的影响($P>0.05$),直链淀粉含量(除了分蘖高峰期)和食味值与对照也无显著差异($P>0.05$)。说明生育中、后期追施有机肥有助于提高精米率、整精米率,降低垩白粒率的作用。

4 讨 论

水稻生育过程中所需要的养分主要通过根系从土壤中获得,不同的时期对养分的需求量亦有所不同差异,随着营养体增大,对养分的需求量也不

断提高。有机栽培主要以有机肥、农肥为主,由于施肥量较大,施肥方式常以翻地前施底肥。在生育中、后期的生长过程中大量元素相对缺乏,影响和限制了部分产量性状生长与发育,导致产量相对低于常规栽培。

用于追肥的有机肥需要把水分降低到一定程度后,机械造粒,才能人工撒施;并且氮、磷、钾等主要养分含量较低,使用量较化学肥料大,田间作业也不方便。商品有机肥与常规化学肥料比较,氮、磷、钾含量较低($N+P_2O_5+K_2O\geq 5\%$),肥效缓慢,持续时间长,但是通过追肥可以补充微量元素(铁、锌、硫、钙、镁)、有机质、蛋白质、腐殖酸、氨基酸和活性菌等元素、有机物与微生物,这些元素不像氮肥那样可以明显地增大营养体、分蘖数量和叶面积指数,但是他们可以补充土壤中缺乏的中、微量元素,消除或减少元素缺乏症,使水稻生长发育更加协调,在不增大营养体的前提下,通过调节产量性状来提高产量。商品有机肥中添加了铁、锌、硫、钙、镁等微量元素,其中铁、锌、钙等元素不仅是水稻生长所必需的营养元素,也是人体所必需的营养元素,水稻吸收后,不仅满足了水稻生长之需求,同时也提高稻米中这些元素含量。硫、镁是水稻生长发育所必需的7种中量元素中的两种,尤其是“镁”可以提高叶片中的叶绿素含量,增强叶片的光合速率,提高植株的健壮度与籽粒的饱满度。所以,追施商品有机肥是对有机稻米生产田元素的一个补充过程。

有机栽培是近几年兴起的一种栽培形式,有机田施用商品有机肥的试验与报道较少,尤其是追肥试验未见报道。但是通过本试验可以证明,有机稻米生产田追施商品有机肥具有明显的增产作用,具有增加饱满粒率,减少空、(下转第112页)

颜色信息,为后续颜色数据处理提供应用,比如转换 HIS 颜色空间进行处理,或者获取 RGB、HSI 颜色中位值等,从而为后续甜菜颜色特征参数应用和建立甜菜营养诊断模型,创造了可行的前提条件,奠定了数据基础。

在当前国内外开拓性研究背景下,应用新技术、新工艺、新方法对研究内容做进一步优化已成了国内外一大研究趋势。应用图像处理技术对甜菜氮素进行诊断比旧的传统检测方法效率高、速度快、准确性更好。应用图像处理技术对甜菜冠层处理的过程中发现,甜菜冠层重叠严重,因此可以对前期甜菜密度的种植进一步优化,得到更准确有效的图像数据用于研究。图像处理技术作为一项研究技术不仅是应用到基础影像分析,将其应用到各大领域可以取得意想不到的研究成果,新技术带来新发现。

参考文献:

- [1] 罗雪宁,彭云发,代希君,等.基于 MATLAB 的红枣图像处理研究[J].农机化研究,2015(3):183-186.
- [2] 孙全鑫.基于颜色特征提取的辣椒自动分类系统的设计与实现[D].长春:吉林大学,2013.
- [3] ZHANG Yong-hui, TANG Liang, LIU Xiao-jun, et al. Modeling Dynamics of Leaf Color Based on RGB Value in Rice[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2014(4): 749-759.
- [4] 王 远,王德建,张 刚,等.基于数码相机的水稻冠层图像分割及氮素营养诊断[J].农业工程学报,2012(17):131-136.
- [5] 王方永,王克如,李少昆,等.利用数码相机和成像光谱仪估测棉花叶片叶绿素和氮素含量[J].作物学报,2010(11):1981-1989.
- [6] 康小燕.基于计算机视觉的生菜氮素营养检测的研究[D].南京:南京农业大学,2013.
- [7] 张 元.基于多光谱机器视觉的油菜氮素营养检测方法研究[D].镇江:江苏大学,2009.
- [8] 王献锋,王 震,王旭启,等.基于 SVM 和形态学的作物病斑图像分割方法[J].吉林农业科学,2015,40(1):51-53,60.
- [9] 林开颜,吴军辉,徐立鸿.彩色图像分割方法综述[J].中国图像图形学报,2005,10(1):1-10.
- [10] 李方一.基于数字图像处理技术的油菜叶片氮素营养检测研究[D].长沙:湖南农业大学,2009.
- [11] 周 超,欧阳爱国,吴继华,等.基于 Matlab 语言的杂交水稻品种的颜色特征[J].生物数学学报,2006(4):627-630.
- [12] 武 鹏.图像特征提取与分割算法在苹果图像中的应用[D].重庆:重庆大学,2010.
- [13] 吴富宁.图像处理技术在冬小麦氮营养诊断中的应用[D].北京:中国农业大学,2004.
- [14] 张若宇,坎 杂,马 蓉,等.基于 RGB 模型的脱绒棉种颜色特征与发芽状况的关系[J].农业工程学报,2010(10):172-177.
- [15] 闫 磊,刘芷宁,林剑辉,等.一种粘连谷物图像分割及杂质识别算法开发[J].吉林农业科学,2012,37(4):72-76.

(责任编辑:范杰英)

(上接第 16 页)瘠粒率的作用。追施商品有机肥,不仅可以提高产量,还有提高精米率、整精米率,降低垩白粒率等作用。对于大面积基地可以通过利用有机养鸡场、养猪场及其他养殖企业产生的无污染、符合有机农产品生产使用的鸡粪、猪粪及其他畜禽类粪便,通过腐熟、发酵、脱水、粉碎(造粒)等工序,生产可用于追肥的有机肥,按照有机水稻生长需求,在不同的生育季节用做追肥,改变翻地前一次性施肥的方式,有利于提高产量,增加生产效益。

参考文献:

- [1] 陈传华,刘广林,罗群昌,等.优质稻有机栽培肥料和种植密度试验[J].南方农业学报,2011,42(8):926-930.
- [2] 邢成霞.水稻有机栽培技术[J].农民致富之友,2013(11):36.
- [3] 毛晓梅,潘建清,黄际来.稻鸭共育技术在有机稻米生产中的推广应用[J].安徽农学通报,2009,15(13):63,69.
- [4] 王位亭,王立海,耿如意.稻田养蟹在绿色食品大米生产中的应用[J].河南水产,2002(3):7-8.
- [5] 宋晓娣,赵 宏.发展稻田养鱼促进绿色稻米生产[J].黑龙江水产,2007(1):34.
- [6] 庄 海,赵天成.有机肥在有机水稻种植中的应用研究[J].宁夏农林科技,2013(12):61-62.
- [7] 赵 强.光合生物有机肥在有机水稻生产中的应用效果[J].辽宁城乡环境科技,2004,24(1):10-13.
- [8] 李相熙,王明忠,冯淑萍,等.水稻二化螟性诱剂防治水稻二化螟示范实验总结[J].吉林农业,2009(8):31.
- [9] 刘兴龙,王克勤,刘春来,等.性诱剂防治水稻二化螟效果的初步研究[J].黑龙江农业科学,2015(5):49-51.
- [10] 周 建,李 民,李发保.利用信息素防治水稻二化螟的效果研究[J].安徽农业科学,2014(26):8987-8990.
- [11] 董本春,王常湘,高德宇,等.利用螟黄赤眼蜂防治水稻二化螟的田间放蜂技术研究[J].农业与技术,2000,20(3):42.
- [12] 董本春,李晓光,高德宇,等.螟黄赤眼蜂防治水稻二化螟的研究[J].植物保护,2001,27(4):45-46.

(责任编辑:范杰英)