

生物菌肥对水稻氮素利用率及产量的影响

吴云艳, 王鑫厚

(辽东学院农学院, 辽宁 丹东 118003)

摘要:以丹梗17为试验材料, 研究生物菌肥对水稻氮素利用率及产量的影响。结果表明: 在相同生物菌肥处理下, 随着氮肥用量的增加, 农学氮素利用率有降低的趋势。水稻的氮肥利用率表现为: $W1N1 > W1N2 > W0N1 > W0N2$ 。施用生物菌肥处理的水稻氮肥利用率与对照达到极显著差异。氮肥偏因素生产力与农学氮素利用率的变化规律一致, 即中氮处理水稻氮肥偏因素生产力高于高氮处理。不同氮肥水平下增施生物菌肥均可显著提高水稻的产量, 中氮处理下增产效果最为明显。

关键词:水稻; 生物菌肥; 氮素利用率; 产量

中图分类号: S511

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2021)05-0018-03

Effect of Biological Fertilizer on Nitrogen Use Efficiency and Yield of Rice

WU Yunyan, WANG Xinhou

(College of Agronomy, Eastern Liaoning University, Dandong 118003, China)

Abstract: In this study, Danjing17 were used for research on the effect of Biological Fertilizer on the nitrogen use efficiency and yield of rice, which indicates that agronomic nitrogen use efficiency decreased with the increase of nitrogen fertilizer at the same level of microbial fertilizer. Nitrogen use efficiency of rice was treated by $W1N1 > W1N2 > W0N1 > W0N2$. Application of bio fertilizer treatment of cultivated rice nitrogen utilization rate and control significantly. The variation regularity of nitrogen partial factor productivity was identical with agronomic nitrogen utilization rate, that is to say, the nitrogen factor productivity of medium nitrogen treated rice was higher than that of high nitrogen treatment. In the different levels of nitrogen fertilizer increased bacterial manure could significantly improve the yield in medium nitrogen yield the most obvious effect.

Key words: Rice; Biological fertilizer; Nitrogen use efficiency; Yield

水稻是我国的主要粮食作物之一, 种植面积约占粮食作物总种植面积的30%, 产量占粮食作物总产量的40%, 中国有约一半以上的人口以稻米为主要食物^[1]。随着国家对环境的重视, 消费者对水稻品质的重视, 大力发展无公害、绿色水稻对于中国的粮食安全和农业可持续发展具有重要的意义和作用。为满足现代农业可持续发展的新形势, 采用生物菌肥作为化学肥料的部分替代品日益受到科研人员关注^[2]。采用生物菌肥部分替代化学肥料日益受到重视, 对我国水稻安全, 发展生态农业, 实现农业可持续性发展, 改善人民生活, 促进国民经济发展具有重要意义。

生物菌肥是由有益微生物经过人为条件处理下制造而成的生物肥料, 是一类含有活体微生物的特定肥料, 在农业生产中, 能够使农作物获得特定的肥料效应^[3]。生物菌肥与化学肥料相比具有如下特点: 靠有益菌的生命活动来活化土壤, 供给作物所需要的各种营养元素, 不会破坏原有土壤结构不污染环境, 对人、畜和植物无毒害作用; 肥效可持续性; 可以有效改进农作物产品品质和增加农作物产量; 制造生产简便费用低, 还能有效解决土壤中因施用农药产生的农药残留问题, 是生产绿色食品不可缺少的肥料^[4]。西方国家已将生物菌肥广泛用于农作物生产并取得良好的经济效益, 我国对于生物菌肥的研究起步较晚。目前, 生物菌肥在糖料、茶叶、蔬果、牧草等作物上都得到广泛的应用, 并获得较好的效果, 生物菌肥对禾本科作物的增产效果研究相对较少, 对粮食作物品质改良研究也较为缺乏^[5]。

收稿日期: 2019-03-18

基金项目: 辽宁省大学生创新创业项目(201611779033); 辽东学院青年基金项目(2014Q18)

作者简介: 吴云艳(1978-), 女, 副教授, 博士, 主要从事水稻高产栽培与生理生态研究。

氮肥是植物营养三要素中增产效果最明显的营养元素,是水稻增产的物质基础,也是生产中用量最大的化学肥料。提高水稻氮肥利用率是节约能源,防止土壤富营养化,促进农业可持续发展的重要措施。本试验设计不同的氮肥梯度,初步探讨生物菌肥对水稻氮素利用率的影响,填补生物菌肥对水稻氮素利用率影响方面的研究空白,并在此基础上研究生物菌肥对水稻产量的影响,以期为发展绿色、无公害农产品提供一定的理论依据和实践指导。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

试验于2016~2017年在辽宁省丹东市五龙背镇营胜三组进行,供试地土壤肥力中等,土壤pH值7.0,有机质含量39.5 g/kg,全氮含量1.0 g/kg,有效磷含量22 mg/kg。供试水稻品种为丹粳17,生育期164 d。生物菌肥采用保罗蒂姆汉公司生产的百欧盖恩生物菌肥,总养分N+P₂O₅+K₂O=4.0%,有机质30%,水分含量20%,酸碱度pH为5.5~8.0,有效活性菌数200亿个/kg。

1.2 试验设计

试验设定生物菌肥、氮肥两个因子,采用随机处理试验设计,3次重复,其中生物菌肥设2个水平,0、15 kg/hm²,分别记为W0、W1;氮肥设3个水平:0、120、150 kg/hm²(纯氮),分别记为N0、N1、N2。试验共包括6个处理,分别记作:W0N0、W1N0、W0N1、W1N1、W0N2、W1N2。

小区面积为9 m²,8行(小区采取筑埂形式进行隔离,每个小区单独灌水、排水)。每个小区施用P₂O₅ 90 kg/hm²、K₂O 120 kg/hm²,其中氮肥50%(选用尿素)作为基肥,30%作为分蘖肥,20%作为幼穗分化肥;磷肥(过磷酸钙):100%作为基肥;钾肥(硫酸钾):100%作为基肥,生物菌肥分别在分蘖期和拔节期两次等量施用。

栽培稻插秧行距为30 cm,株距为13.3 cm,每穴栽2苗,4月15日播种,采用营养土保温早育苗的方法,5月23日移栽,10月15日收获,其他管理与常规田间管理相同。

1.3 研究内容与方 法

1.3.1 干物质测定

分别于分蘖始期、拔节期、齐穗期、灌浆期、成熟期取样,每次每个处理取3穴植株地上部分,置于烘箱内(75℃)烘干,然后进行测定。

1.3.2 氮含量测定

采用浓H₂SO₄-H₂O₂消煮,凯氏定氮法^[6]测定水稻植株地上部分氮含量。

1.3.3 氮肥利用效率的计算

氮效率用氮肥利用率、氮肥农学效率和氮肥偏因素生产力^[7-8]等指标表示,计算公式为:

氮肥利用率(%)=(施氮小区地上部分吸氮量-不施氮小区地上部分吸氮量)/施氮量×100%

氮肥农学效率(kg/kg)=(施氮区产量-不施氮区产量)/施氮量

氮肥偏因素生产力(kg/kg)=施氮区产量/施氮量

1.3.4 产量测定

根据田间的长势长相,在各小区内选取有代表性水稻植株5穴,风干后进行考种,根据产量构成因素计算理论产量,小区剩余植株按穴收获风干后测定实际产量。

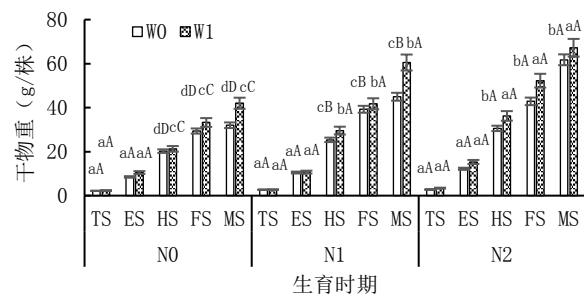
1.4 数据分析

应用DPS 8.01与EXCEL 2013进行数据的统计分析。

2 结果与分析

2.1 生物菌肥对水稻地上干物重的影响

干物重的实质是水稻光合作用的产物,干物重的多少,尤其是灌浆期到成熟期的干物重间接体现出了水稻的氮肥利用率及后期产量。由图1可以看出,齐穗期、灌浆期和成熟期生物菌肥明显提高了水稻的干物重,分蘖期、拔节期处理间干物重变化无显著差异。灌浆期N0水平下增施生物菌肥水稻干物重增加32%,N1水平下施用生物菌肥水稻干物重增加5%,N2水平下施用生物菌肥水稻干物重增加22%。成熟期N0水平下增施生物菌肥水稻干物重增加37%,N1水平下施用生物菌肥水稻干物重增加34%,N2水平下施用生物菌肥水稻干物重增加8%。不同氮肥水平下施用生物菌肥均可增加水稻干物重。随着氮肥用量的提高,



注:TS、ES、HS、FS、MS分别表示分蘖期、拔节期、齐穗期、灌浆期、成熟期

图1 生物菌肥对栽培稻干物重的影响

生物菌肥对水稻干物质的增量效果逐渐减弱。

2.2 生物菌肥对水稻氮素利用率的影响

农学氮素利用效率(Nitrogen Agronomy Efficiency, NAE)是指单位施氮量所增加的产量,它的大小可以作为评价氮肥增产效果的依据。随着氮肥用量的增加,土壤中氮肥水平的提高,农学氮素利用效率有降低的趋势。从表1中可以看出,在相同氮肥水平处理下,施用生物菌肥大大提高了水稻的农学氮素利用效率,在N1水平下提高54%,在N2水平下提高25%,由此可见生物菌肥具有可以部分替代氮肥的作用。

由表1可知,水稻的氮肥利用率表现为:W1N1>W1N2>W0N1>W0N2。增施生物菌肥处理的水稻氮素利用率与对照达到极显著差异。N1水平下增施生物菌肥对水稻氮肥利用率增益效果最为显著,由此可见,增施生物菌肥可以极显著提高栽培稻的氮肥利用率,继续增加氮肥用量,水稻的氮素利用率降低的更多。由W1N1>W0N2可知,单一加大氮肥施用量处理的氮素利用率无法超过生物菌肥与氮肥配合施用的处理W1N1,说明生物菌肥可以部分替代氮肥,同时能够提高氮肥的利用率。因为W1N1>W1N2,所以在N2水平下,施用生物菌肥虽然能提高氮肥利用率,但是相比中等氮肥水平下施用生物菌肥无法达到经济效益最大化。

表1 生物菌肥对水稻氮素利用率的影响

处理	农学氮素利用效率 (NAE)	氮肥利用率 (RE)	氮肥偏因素生产力 (NPFP)
W0N1	24.37cC	46.92bB	43.95bB
W1N1	30.80aA	57.96aA	60.3aA
W0N2	19.09cC	42.32bB	41.96cC
W1N2	23.82bB	45.77aA	58.51aA

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异达0.05显著水平,不同大写字母表示处理间差异达0.01显著水平

氮肥偏因素生产力是指单位投入的肥料氮所能生产的作物籽粒产量,氮肥偏因素生产力的变化规律与农学氮素利用率完全一致,N1水平下增施生物菌肥,水稻氮肥偏因素生产力比N2水平下施用生物菌肥高2.9%,N2水平下水稻氮肥偏因素生产力有降低趋势,处理间达到了极显著差异。

2.3 生物菌肥对栽培稻产量的影响

由图2可知,实际产量比较合理理论产量,符合预期值,但存在一定差异,尤其在W0N2中实际产量明显低于理论产量,说明单一提高土壤中氮

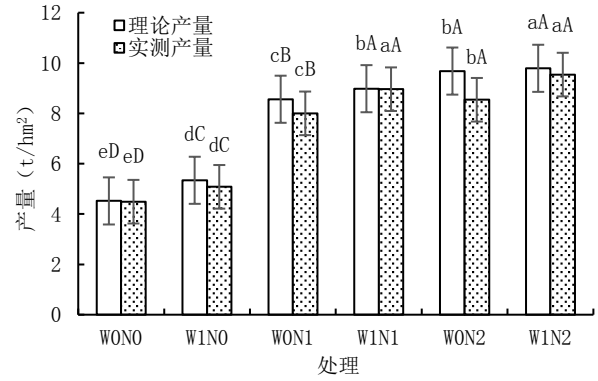


图2 不同处理的水稻产量

肥水平即增施氮肥并不能进一步提高产量。在相同氮肥水平下施用生物菌肥的小区水稻实际产量显著提高,在低等氮肥水平下增施生物菌肥水稻增产13.1%,在中等氮肥水平下增施生物菌肥水稻增产12.0%,在高等氮肥水平下增施生物菌肥增产11.7%。随着施氮量的增加,水稻产量增长幅度逐步减小。

3 讨论

成熟期生物菌肥可显著提高水稻的干物质积累,干物质积累量明显优于拔节期、齐穗期和灌浆期。灌浆期至成熟期,干物质积累量的增多,会直接影响到后期的产量,施用生物菌肥在成熟期随着施氮量的逐步增加干物质的积累量呈下降趋势。

农学氮素利用率及氮肥偏因素生产力均在中等氮肥水平下有最优表现,处理间达到极显著差异。随着土壤中氮肥施用量的增高,农学氮素利用率及氮肥偏因素生产力均呈下降趋势。中等氮肥水平下增施生物菌肥处理的氮肥利用率最高,施用生物菌肥处理的水稻氮肥利用率与对照达到极显著差异。水稻氮肥利用率明显优于常规施肥。合理的化学肥料与生物菌肥配施水稻产量可以远超常规施肥,说明生物菌肥可以有效替代化学肥料,并提高氮肥利用率。

综合水稻地上部分干物重、氮肥利用率、水稻产量等方面来看,土壤中氮肥施用量不同影响着施用生物菌肥的增益,尤其是随着土壤中氮肥施用量的增加,氮肥利用率有下降趋势,增益效果不明显,说明生物菌肥与化肥的施用需要合理的配置,高等氮肥水平下虽有增益效果但是考虑到生产成本等方面得出中等氮肥水平下施用生物菌肥可以达到最优增益效果,以期获得最高的经济效益,同时中等氮肥水平下水稻氮肥利用率与对照达到极显著差异,充分说明中等氮肥(下转第70页)

续表 3

品种	2018年产量		2019年产量		2018~2019年平均产量	
	鲜草	干草	鲜草	干草	鲜草	干草
ŽE- 51	54933.33±11805.75abc	13155.14±3103.32abc	52383.33±15117.85ab	12625.38±4040.98ab	53658.33±13301.57abc	12890.26±3551.4abc
ŽE- 54	49483.33±6716.83abc	11461.62±2062.75cd	46410.00±7784.43ab	11584.73±2257.60ab	47946.67±7178.66abc	11523.18±2160.2bc
Creno	55800.00±11046.61abc	12863.46±2596.63abc	52206.67±25838.02ab	11960.88±5841.19ab	54003.33±18081.94abc	12412.17±4167abc
公农1号	62166.67±16990.46ab	14805.28±4243.16ab	59113.33±14048.64ab	14073.77±3377.16a	60640.00±14966.29ab	14439.52±3650.3a
Vision	51483.33±5582.19abc	11708.26±1893.61cd	55660.00±1746.22ab	14123.91±2134.62a	53571.67±3295.46abc	12916.09±2012.6abc

3 讨论与结论

研究表明,在试验区旱作条件下,国外苜蓿品种秋季生长旺盛、秋眠习性强、抗倒伏能力强,而国内苜蓿品种春季生长快、抗病虫能力强、抗寒性强、产草量高。苜蓿秋季地上部分生长旺盛,势必造成根系养分和能量积累不足,从而影响安全过冬,由此导致国外苜蓿品种越冬性较差。春季生长速度快、抗寒性和抗病虫能力强是高产苜蓿品种的优良特性,这是2个国内苜蓿品种的产草量显著高于国外品种的主要原因。国外苜蓿品种株型直立、抗倒伏能力强,个体间性状整齐一致,可作为我国苜蓿杂交育种的优良材料。

综上所述,在未明确国外品种在某一地区的适应性的情况下,切勿盲目引进,以免在生产上造成不必要的损失。

参考文献:

[1] 洪绶曾. 苜蓿科学[M].北京:中国农业出版社,2009:240-241.
 [2] 孙启忠,王宗礼,徐丽君. 旱区苜蓿[M].北京:科学出版社,2014:136-146.
 [3] 段传宏,王晓云,周宁宁,等. 基于AHP和熵权法对淮河源4类饲草的评价[J].东北农业科学,2019,44(1):44-48.
 [4] 焦仁海,刘兴二,徐世艳,等. 外来玉米种质在吉林省的应

用与创新[J].东北农业科学,2016,41(1):1-3,19.
 [5] 杨青川,康俊梅,张铁军,等. 苜蓿种质资源的分布、育种与利用[J].科学通报,2016,61(2):261-270.
 [6] 武瑞鑫,孙洪仁,孙雅源,等. 北京平原区紫花苜蓿最佳秋季刈割时期研究[J].草业科学,2009,26(9):113-118.
 [7] 常春,尹强,刘洪林. 苜蓿适宜刈割期及刈割次数的研究[J].中国草地学报,2013,35(5):53-56.
 [8] 刘艳楠,刘晓静,张晓磊,等. 施肥与刈割对不同紫花苜蓿品种生产性能的影响[J].草原与草坪,2013,33(3):69-73,77.
 [9] 姜丽娜,赵艳岭,邵云,等. 播期播量对豫中小麦生长发育及产量的影响[J].河南农业科学,2011,40(5):42-46.
 [10] 王夏,胡新,孙忠富,等. 不同播期和播量对小麦群体性状和产量的影响[J].中国农学通报,2011,27(21):170-176.
 [11] 刘来福. 作物数量遗传[M].北京:农业出版社,1984:66-68.
 [12] 马育华. 植物育种的数量遗传学基础[M].南京:江苏科学技术出版社,1980:40-43.
 [13] 盖钧镒. 试验统计方法[M].北京:中国农业出版社,2000:99-103.
 [14] 高若禹,刘鑫,邓昆鹏,等. 12份玉米自交系主要农艺性状配合力及杂种优势分析[J].东北农业科学,2016,41(3):14-17.
 [15] 胡宇,具红光,赵鑫,等. 不同覆盖条件下对吉林省东部冷凉区中晚熟玉米产量的影响[J].东北农业科学,2019,44(5):20-25,42.
 [16] 方向前,闫伟平,吕端春,等. 吉单631不同密度植株分蘖、产量及产量构成研究[J].东北农业科学,2017,42(2):1-5.

(责任编辑:王丝语)

(上接第20页)水平下最有利于生物菌肥作用的发挥。

本次试验材料仅为单一品种水稻,试验地为多年连续耕作水稻土地,氮肥梯度区间设定较大,对试验结果准确性有一定不利影响,后期还需要对更多水稻品种在不同氮素水平区间中进行更深的研究。

参考文献:

[1] 陈温福,徐正进. 水稻超高产育种理论与方法[M].北京:科学出版社,2007:1-4.
 [2] 葛诚. 微生物肥料生产应用基础[M].北京:中国农业科技出版社,2000:1593-1601.

[3] 许永胜,胡跃高,曾昭海,等. 施用生物菌肥对裸燕麦氮素积累和光合生理的影响[J].西南农业学报,2015(6):2586-2591.
 [4] 王素英,陶光灿,谢光辉,等. 我国微生物肥料的应用研究进展[J].中国农业大学学报,2003(1):14-18.
 [5] 谢晚彬. 生物菌肥在番茄种植中的应用研究[J].湖北农业科学,2011(11):2198-2199.
 [6] 鲍士旦. 土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2000:265-271.
 [7] 崔月峰,卢铁钢,孙国才. 辽北地区水稻产量及氮素利用率对氮素调控的响应[J].吉林农业科学,2014,39(5):48-52.
 [8] 马巍,齐春艳,刘亮,等. 氮肥减量后移对超级稻香粳88氮素利用效率及产量的影响[J].东北农业科学,2016,41(1):23-27.

(责任编辑:王昱)