

文章编号 :1003-8701(2013)05-0032-04

# 生物菌肥对盐碱地水稻生长发育及产量的影响

崔曾杰,耿艳秋,范丽丽,高显颖,邵玺文\*

(吉林农业大学农学院,长春 130118)

**摘要:**研究盐碱地水稻不同生育期增施生物菌肥对其生长及产量的影响。试验结果表明,增施生物菌肥处理水稻生长发育及产量均优于正常施肥处理。全生育期增施生物菌肥的产量最高,比对照高 12.5%,底肥增施生物菌肥的处理,比对照高 12.4%。

**关键词:**生物菌肥;盐碱地水稻;生育性状;产量

中图分类号:S511.062

文献标识码:A

## Effects of Bacterial Manure on the Growth and Yield of Rice Growing in Saline-alkali Land

CUI Ceng-jie, GENG Yan-qiu, FAN Li-li, GAO Xian-ying, SHAO Xi-wen\*

(College of Agronomy, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

**Abstract:** A field experiment was conducted to investigate the effect of applying bacterial manure in different rice growth stage on its growth and productivity, which was cultivated in the saline-alkali soil. Results showed the growth and productivity of rice in treatment of applying bacterial manure was better than that in treatment of fertilizing normally. The productivity of rice fertilized bacterial manure in its whole growing stage was highest and increased by 12.5% compared with the CK, and that of rice applied bacterial manure as basic fertilizer was 12.4% higher than that of CK.

**Keywords:** Bacterial manure; Rice growing in the saline-alkali soil; Growth characters; Productivity

生物菌肥是将某些有益微生物经大量人工培养制成的生物肥料,又称菌剂、接种剂、微生物肥料。其原理是利用微生物的生命活动来增加土壤中的氮素或有效磷、钾的含量,或将土壤中一些作物不能直接利用的物质,转换成可被吸收利用的营养物质,或提高作物生产刺激物质,或抑制植物病原菌的活动,从而提高土壤肥力,改善作物的营养条件,提高作物产量<sup>[1]</sup>。近年来,生物菌肥已经广泛应用到了各种作物栽培之中,对水稻、大豆、桃树、杨树等有明显促进生长、提高土壤肥力的

作用<sup>[2-6]</sup>。但是应用到盐碱地作物种植中的研究很少<sup>[7-8]</sup>。本试验在水稻不同施肥时期增施生物菌肥,研究生物菌肥对松嫩平原盐碱地水稻生长发育的影响。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

试验用水稻品种为长白 9。生物菌肥选用的是湖南农大哥科技开发有限公司生产的农大哥复合生物肥,它是将自然界存在的有益菌种,繁殖成大量菌株,以草炭为载体而制成的特定生物制品,有效活菌数 $\geq 2$  亿/g。

### 1.2 试验设计

试验于 2011 年在吉林省大安市叉干镇进行,土壤类型为苏打盐渍土,土壤全氮含量  $997 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、土壤速效氮含量  $64.4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、土壤速效磷含量  $3.67 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、土壤速效钾含量  $110.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、土

收稿日期:2013-01-18

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划重点项目(2009BADB3B03);吉林省科技发展计划重点项目(20090221);吉林省现代农业产业技术体系(2012-2015);吉林省农业综合开发科技示范项目(2011-2013)

作者简介:崔曾杰(1985-),女,在读硕士,从事水稻栽培研究。

通讯作者:邵玺文,男,博士,教授,E-mail:shaoxiwen@126.com

壤有机质含量 2.04% ,土壤 pH 值为 8.9。

试验设置 5 个处理(表 1):处理 A 底肥增施生物菌肥,处理 B 分蘖期追肥增施生物菌肥,处理 C 拔节孕穗期追肥增施生物菌肥,处理 D 全生育期

增施生物菌肥,对照正常施肥。每个处理 1 000 m<sup>2</sup>,3 次重复,随机区组排列。4 月 18 日播种,5 月 25 日插秧,插秧密度为 30 cm×16.5 cm,每穴插 4 株苗,田间管理按正常进行。

表 1 施肥时期和施肥量

kg/hm<sup>2</sup>

| 处理 | 底肥 5 月 14 日 |    |    |    | 分蘖期追肥 6 月 10 日 |    | 拔节孕穗期追肥 6 月 30 日 |    |    |
|----|-------------|----|----|----|----------------|----|------------------|----|----|
|    | 氮           | 磷  | 钾  | 菌肥 | 氮              | 菌肥 | 氮                | 钾  | 菌肥 |
| CK | 160         | 90 | 90 | 0  | 115            | 0  | 23               | 48 | 0  |
| A  | 160         | 90 | 90 | 30 | 115            | 0  | 23               | 48 | 0  |
| B  | 160         | 90 | 90 | 0  | 115            | 30 | 23               | 48 | 0  |
| C  | 160         | 90 | 90 | 0  | 115            | 0  | 23               | 48 | 30 |
| D  | 160         | 90 | 90 | 30 | 115            | 30 | 23               | 48 | 30 |

### 1.3 测定项目及方法

#### 1.3.1 水稻茎蘖数的测定

水稻缓苗后,选长势均匀的植株 3 点,每点 1 m<sup>2</sup>,挂牌标记,于分蘖前期、分蘖中期、分蘖后期、抽穗期、灌浆期调查水稻茎蘖数和有效穗数。

#### 1.3.2 水稻叶面积指数与生物量的测定

水稻缓苗后,选长势均匀的植株 3 点,每点 1 m<sup>2</sup>,挂牌标记,于分蘖期、孕穗期、开花期、灌浆期、成熟期调查叶面积指数,并将植株分成茎、叶、叶鞘、穗,置于 105℃烘箱中杀青 30 min,再于 75℃烘干至恒重,分别称其干重。

#### 1.3.3 水稻产量的测定

收获时每小区取 5 点(采用点状取样法中的五点取样法),每点取 1 m<sup>2</sup>水稻带回实验室内考种测产。

### 1.4 数据处理和统计

所得数据用 Excel 和 DPS 分析统计。

## 2 结果与分析

### 2.1 生物菌肥对水稻茎蘖数的影响

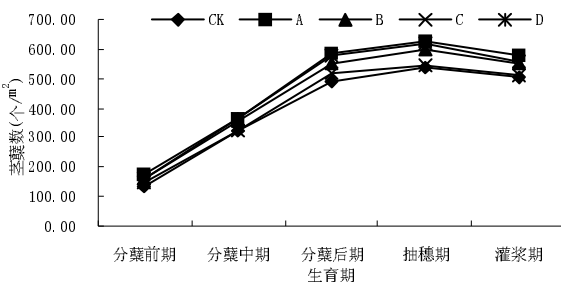


图 1 生物菌肥对水稻茎蘖数的影响

分蘖是水稻一个重要生育特性,也是水稻健壮的标志<sup>[9]</sup>。分蘖数的增加可以扩大水稻光合作用的叶面积,有利于稻株生物量的积累<sup>[10]</sup>。由图 1 可知,抽穗期水稻茎蘖数达到最高。分蘖前期,水稻

刚开始分蘖,各处理差别不明显。分蘖中期,水稻分蘖旺盛,水稻茎蘖数由大到小依次为,A>D>B>C>CK,处理 A、D、B 与 CK 间的差异达显著水平( $p<0.05$ )。水稻分蘖后期,茎蘖数继续增多,处理 A 最大,比 CK 大 19.3%,差异达极显著水平( $p<0.01$ ),处理 D 其次,比 CK 大 17.3%,差异达显著水平( $p<0.05$ )。抽穗期,处理 A>D>B,比 CK 大 16.7%、15.7%、12.2%,与 CK 之间差异达显著水平( $p<0.05$ )。灌浆期,水稻有效穗数较抽穗期茎蘖数减少,因为无效分蘖部分死亡,处理 A 最大,比 CK 大 13.8%,差异达极显著水平( $p<0.01$ ),处理 D 其次,与 CK 间差异达显著水平( $p<0.05$ )。由水稻茎蘖数分析可以看出,生物菌肥促进水稻分蘖,在分蘖期以及分蘖期之前增施生物菌肥的处理,茎蘖数均大于 CK,差异显著。

### 2.2 生物菌肥对水稻叶面积指数的影响

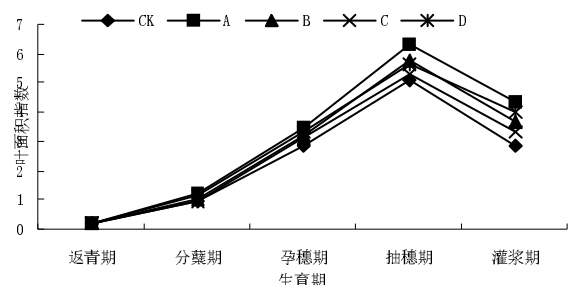


图 2 生物菌肥对水稻叶面积指数的影响

叶面积指数(LAI)是光合作用的基础,适宜的叶面积指数对产量形成至关重要。由图 2 可知,从返青期到抽穗期,各处理 LAI 迅速上升,抽穗期达到最大值,之后缓慢下降。从各个处理 LAI 变化看,增施生物菌肥处理的叶面积指数均比 CK 大。返青期时,LAI 差别不明显。分蘖期时,处理 D 最大,比 CK 大 29.5%,叶面积指数由大到小依次

为  $D>A>B>C>CK$ 。孕穗期,处理 D 最大,其次是处理 A,分别比 CK 大 20.8%、16.7%,与 CK 之间的差异达极显著水平( $p<0.01$ )。当水稻抽穗期时,LAI 达到最大,处理 D 最大,比 CK 大 23.5%,其次是 A,比 CK 大 10.1%。处理 D、B、A 与 CK 间差异达到极显著水平( $p<0.01$ )。灌浆期时,LAI 较抽穗期时下降,增施生物菌肥处理的叶面积指数均比 CK 大,处理间差异显著,处理 D、B、A 与 CK 差异达极显著水平( $p<0.01$ ),处理 C 与 CK 间差异达显著水平( $p<0.05$ )。

### 2.3 生物菌肥对水稻地上部干物质的影响

由表 2 可以看出,在水稻各个生育期,增施生物菌肥的处理水稻地上部干物质均比 CK 重。随

着水稻的生长,水稻干物质逐渐积累。水稻分蘖期时,处理 A 最大,比 CK 高 18.1%,差异极显著( $p<0.01$ ),其次是 C 比 CK 高 13.0%,差异显著( $p<0.05$ )。孕穗期时,干物质重差异不明显。水稻生长到开花期时,处理 D 最高,其次是处理 A,分别比 CK 高 16.1%、14.8%,两者与 CK 差异达极显著水平( $p<0.01$ )。灌浆期时,水稻的干物质继续积累,干物质积累量从大到小依次为, $D>A>B>C>CK$ ,处理 D 比 CK 重 1 248.8 kg/hm<sup>2</sup>,差异极显著( $p<0.01$ )。蜡熟期时,水稻干物质积累达到最大,处理 D 最高,比 CK 高 1 793.6 kg/hm<sup>2</sup>,两者间差异达到极显著水平( $p<0.01$ ),处理 A 其次,比 CK 高 12.8%,处理 A 与 D 之间差异不显著。

表 2 生物菌肥对水稻干物质重的影响

kg/hm<sup>2</sup>

|    | 分蘖期                   | 孕穗期     | 开花期                   | 灌浆期                      | 蜡熟期                      |
|----|-----------------------|---------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| CK | 862.7 <sup>cb</sup>   | 3 060.0 | 7 980.5 <sup>bb</sup> | 12 985.6 <sup>bb</sup>   | 13 380.6 <sup>cb</sup>   |
| A  | 983.3 <sup>aa</sup>   | 3 221.0 | 9 163.9 <sup>aa</sup> | 13 991.7 <sup>aa</sup>   | 15 087.3 <sup>aa</sup>   |
| B  | 880.0 <sup>bcAB</sup> | 3 193.3 | 8 127.9 <sup>bb</sup> | 13 545.1 <sup>abAB</sup> | 14 331.2 <sup>abAB</sup> |
| C  | 975.2 <sup>abB</sup>  | 3 129.3 | 7 484.2 <sup>bb</sup> | 13 021.0 <sup>bb</sup>   | 13 827.5 <sup>bbB</sup>  |
| D  | 950.0 <sup>abAB</sup> | 3 126.7 | 9 265.0 <sup>aa</sup> | 14 034.4 <sup>aa</sup>   | 15 174.2 <sup>aa</sup>   |

### 2.4 生物菌肥对水稻产量及产量构成因素的影响

水稻产量及产量构成因素调查列于表 3。可以看出,试验各处理每平方米穗数最低的是 CK,为 415.78 穗/m<sup>2</sup>,最多的是处理 A,比 CK 多 10.7%,差异达到显著水平( $p<0.05$ ),处理 D、B、C

分别比 CK 高 10.6%、10.4%、2.9%。每穗总粒数最少的是 CK,最多的为处理 C,比 CK 多 5.4%,其次是处理 D,比 CK 多 5.2%,D、C 与 CK 之间的差异达到显著水平( $p<0.05$ )。结实率与千粒重差异不明显。

表 3 生物菌肥对水稻产量及产量构成因素的影响

| 处理 | 穗粒数(粒/穗)            | 结实率(%) | 穗数(穗/m <sup>2</sup> ) | 千粒重(g) | 产量(kg/hm <sup>2</sup> )  |
|----|---------------------|--------|-----------------------|--------|--------------------------|
| CK | 90.52 <sup>b</sup>  | 83.97  | 415.78 <sup>b</sup>   | 25.02  | 7 907.93 <sup>cb</sup>   |
| A  | 92.65 <sup>ab</sup> | 84.21  | 460.33 <sup>a</sup>   | 24.69  | 8 868.16 <sup>abA</sup>  |
| B  | 92.30 <sup>ab</sup> | 84.15  | 458.86 <sup>a</sup>   | 24.58  | 8 760.97 <sup>abA</sup>  |
| C  | 95.39 <sup>a</sup>  | 84.27  | 427.67 <sup>ab</sup>  | 24.11  | 8 289.50 <sup>bcAB</sup> |
| D  | 95.23 <sup>a</sup>  | 84.28  | 459.72 <sup>a</sup>   | 24.11  | 8 894.14 <sup>abA</sup>  |

水稻产量主要由单位面积穗数、每穗粒数、结实率和千粒重 4 个因素组成,调查结果表明,增施生物菌肥处理的产量明显比对照高,全生育期增施生物菌肥的产量最高,比 CK 高 12.5%,其次是底肥增施生物菌肥的处理,比 CK 高 12.4%,两者差异不显著,处理 D、A 与 CK 间差异达极显著水平( $p<0.01$ )。

## 3 讨论与结论

松嫩平原盐碱地大多属于苏打盐碱地,对水稻生长有抑制作用,水稻插秧至分蘖期的抑制作

用主要表现是茎叶变褐色、生长迟缓、分蘖减少或无分蘖,严重的死苗毁田<sup>[15]</sup>。生物菌肥具有固氮、解磷、活化土壤、培肥地力、提高肥料利用率等功效,能显著促进水稻根系发育、增加分蘖、提高成穗率、进而提高产量<sup>[16]</sup>。

试验结果表明,生物菌肥能够促进水稻分蘖,在底肥、分蘖期追肥、全生育期追肥时增施生物菌肥处理的茎蘖数明显高于对照,而在拔节孕穗期追肥时增施生物菌肥的处理茎蘖数与对照差异不明显。生物菌肥能够提高叶面积指数,促进光合作用产物的增加,有利于干物质的积累。从产量构成

因素上分析,生物菌肥能够提高每穗粒数,有效穗数,从而提高产量。全生育期增施生物菌肥的产量最高,其次是底肥时期增施生物菌肥,分别比对照高 12.5%、12.4%,与对照的产量差异极显著。由试验结果可知,在全生育期增施生物菌肥对盐碱地水稻生长发育促进作用最明显。

参考文献:

- [1] 李云玲,延晋芳,侯沁文,等. 生物菌肥在不同水分条件下对土壤解氮的影响[J]. 长治学院学报, 2006, 23(2): 5-7.
- [2] 杨麦生,姬秀枝. 农大哥复合生物肥对桃树生长、产量和品质的影响[J]. 中国农学通报, 2010, 26(1): 130-133.
- [3] 卫志刚,张建成,张汇娟,等. 农大哥高效生物菌肥在小麦上喷施试验效果初报[J]. 内蒙古农业科技, 2007(3): 31.
- [4] 贾洪柏,王秋玉. 生物有机肥对盐碱土中大豆和杨树苗木生长的影响[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(18): 774-776.
- [5] 梁运江,许广波. 生物菌肥对水稻营养特性和土壤养分可持续性的影响[J]. 延边大学农学学报, 2000, 22(2): 91-95.
- [6] 叶美欢,罗应平. 绿源生物有机肥在水稻上的肥效试验[J]. 广西农业科学, 2005, 36(1): 35-36.
- [7] 张金柱,郭春景,张兴,等. 生物有机肥对中度盐碱土理化性质影响的研究[J]. 湖北农业科学, 2008, 47(12): 1420-1422.
- [8] 李北齐,王倡宪,孟瑶,等. 生物有机肥对盐碱土壤养分及玉米产量的影响[J]. 中国农学通报, 2011, 27(21): 182-186.

- [9] 薛青武,陈培元. 灌浆期土壤干旱条件下氮素营养对小麦旗叶光合作用的影响[J]. 干旱地区农业研究, 1989(3): 86-93.
- [10] Oaks A, Aslam M, Boesel Z. Ammonium and amino acid as regulators of nitrate reductase in corn roots[J]. Plant Physiology, 1977(59): 391-394.
- [11] Wolf R S, Rosa M, Tomasz C. Genome-wide reprogramming in primary and secondary metabolism, protein synthesis, cellular growth processes, and the regulatory infrastructure of Arabidopsis in response to nitrogen[J]. Plant Physiology, 2004 (136): 2483-2499.
- [12] Cassman K G, Peng S, Oik D C, et al. Opportunities for increased nitrogen-use efficiency from improved resource management in irrigated rice systems [J]. Field Crops Res, 1998(56): 7-39.
- [13] Ying J, Peng S, Yang G, et al. Comparison of high-yield rice in tropical and subtropical environments: Nitrogen accumulation and utilization efficiency [J]. Field Crops Res, 1998(57): 85-93.
- [14] 赵平,孙谷寿,彭少林. 植物氮素营养的生理生态学研究[J]. 生态科学, 1998, 17(2): 36-42.
- [15] 王志春. 松嫩平原盐碱地区发展水稻问题 [J]. 国土与自然资源研究, 1999(2): 51-52.
- [16] 姜生才,蒋晓宝,赵炳汉. “农大哥”复合生物肥在水稻上的示范效果[J]. 农业装备技术, 2005(31): 34-35.

(上接第 3 页)

- [3] 杨国虎,李新,王承莲,等. 种植密度影响玉米产量及部分产量相关性状的研究[J]. 西北农业学报, 2006, 15(5): 57-60, 64.
- [4] 刘武仁,冯艳春,郑金玉,等. 玉米宽窄行种植产量与效益分析[J]. 玉米科学, 2003, 11(3): 63-65.
- [5] 刘武仁,陈砚,郑金玉,等. 不同耕作方式对玉米产量及叶片某些生理机制的影响[J]. 玉米科学, 2009, 17(2): 112-115.
- [6] 王育红,姚宇卿,吕军杰,等. 豫西旱坡地高留茬深松对冬小麦生态效应的研究 [J]. 中国生态农业学报, 2004, 12(2): 146-148.
- [7] 王立春,马虹,郑金玉. 东北玉米耕地合理耕层构造研究

[J]. 玉米科学, 2008, 16(4): 13-17.

- [8] 严昶升,崔勇,于德清. 我国几种主要耕作土壤的土体构造[J]. 河北农业大学学报, 1989, 12(1): 108-115.
- [9] 谭国波,边少锋,刘武仁,等. 浅析玉米宽窄行耕作栽培技术 [J]. 玉米科学, 2002, 10(2): 80-83.
- [10] 孙利军,张仁陟,黄高宝. 保护性耕作对黄土高原旱地地表土壤理化性状的影响 [J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(6): 207-211.
- [11] 刘洋,孙占祥,白伟,等. 不同耕作对土壤含水量、玉米生长发育及产量的影响 [J]. 辽宁农业科学, 2011, 10(2): 10-14.

(上接第 11 页)试验范围内可溶性糖含量和可溶性蛋白质含量随铜浓度增加逐渐降低,其原因可能与铜抑制核酸的合成有关<sup>[5]</sup>。

由于本试验主要研究了铜胁迫对红小豆的萌发率、幼苗株高、根长、根毛数、可溶性糖含量和可溶性蛋白质含量的影响,对于铜胁迫对红小豆生长和生理的其他影响,还有待于进一步研究和探讨,此外有关研究发现低铜浓度对植物种子的萌发和生长具有一定的促进作用,而本试验并没有发现促进红小豆生长的现象,可能是由于选取的浓度范围过大,也有可能是红小豆本身的性质决定,关于红小豆的促进与抑制的分界铜浓度还有

待研究。

参考文献:

- [1] 黄长干,梁英,卢向黄,等. 紫鸭跖草对铜盐胁迫的生理反应[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2008, 34(5): 526-530.
- [2] 颜启传. 种子检验的原理和技术 [M]. 北京: 农业出版社, 1992: 290.
- [3] 刘萍,李明军. 植物生理学实验技术[M]. 北京: 科学出版社, 2007: 37-41.
- [4] 李晓梅. 铜胁迫对花生种子萌发、幼苗生长和生理特性的影响[J]. 江苏农业科学, 2010(4): 80-82.
- [5] 常红岩,孙百晔,刘春生. 植物铜素毒害研究进展[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2000, 31(2): 227-230.