

寒地水稻“3414”肥料效应试验

李馨园,王守义,王淑荣,袁 明,韩冬伟,董 扬,赵 索

(黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

摘要:为在水稻生产中合理使用氮、磷、钾肥,以适合寒地种植的 11 叶品种空育 131 为试材,采用“3414”随机区组设计,研究不同的氮、磷、钾配比对水稻生长发育及产量的影响。结果表明:处理 6($N_2P_2K_2$)、处理 10($N_2P_2K_3$)和处理 11($N_3P_2K_2$)可较明显地增加水稻的茎数;合理配施可明显提高水稻的干物质积累,成熟期各处理组合以处理 10($N_2P_2K_3$)总干重最多,比对照高 12.2%;增施氮、磷、钾可增加水稻产量,其中处理 11 产量和效益最高,产量达 $10\,519.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$;经回归分析优化出空育 131 最高产量为 $12\,555\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,相应的氮肥、磷肥和钾肥纯量为 135.0、67.5 和 $58.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

关键词:水稻;“3414”试验;施肥量;产量

中图分类号:S511.062

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2014)01-0041-06

洪河农场位于三江平原东北部,属温带湿润、半湿润大陆性气候,第三积温带,洪河境内拥有耕地 4.26 万 hm^2 ,水稻是其主要栽培作物。因此,研究施肥与水稻生长发育及产量的关系对洪河农场乃至三江地区的经济建设与发展至关重要。

合理施肥是实现水稻高产高效的主要栽培措施之一,但农民为了提高水稻的产量常常过量施肥,尤其是过量的施用氮肥会导致水稻严重减产,影响水稻的经济效益;此外,施肥不当还会引起土壤板结,生态环境污染,降低水稻对肥料的利用率等问题。因此,大量的科研工作者针对水稻合理施肥,尤其是不同氮磷钾肥料的施用配比对水稻产量的影响进行了大量的研究^[1],该试验通过“3414”肥料效应试验,为找到适合洪河农场水稻生长的最佳氮、磷、钾肥料配比及最佳施肥量,建立洪河乃至三江地区水稻施肥模型,旨在为水稻高产优质栽培提供科学依据和技术参考。

1 材料与方法

1.1 试验地基本情况

试验于 2012 年在位于洪河农场的科技示范园区完成,土壤有机质含量 6.76%,土壤中氮、磷、钾营养元素含量分别为 210.0、32.3、112.7 mg,土壤酸碱度为 pH5.9。秋翻地,试验地前茬为水稻^[2]。

1.2 材料

水稻品种为空育 131。试验肥料为 46% 的尿素、46% 的重过磷酸钙(三料)和 50% 硫酸钾。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验采用“3414”设计,随机区组排列,各肥料不同水平施肥纯量见表 1,试验施肥设计方案见表 2。小区试验无重复,面积为 150 m^2 。施肥方法:在最后一次水整地前分别施入氮、磷、钾肥料各自总量的 40%、100% 和 60% 作为基肥,剩余 60% 氮肥分别作为水稻的蘖肥和穗肥施入,氮肥的施用比例 4.0:3.0:3.2 水平时的氮肥纯量 $90\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,磷肥纯量 $45\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,钾肥纯量为 $75\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。采用早育稀植管理的栽培方式,单排单灌,密度设置为 $30\text{ 穴}\cdot\text{m}^{-2}$,4~6 苗·穴⁻¹[3-5]。4 月 10 日播种,5 月 15 日插秧,9 月 15 日收获。

“3414”试验是将氮、磷、钾元素分别设置 4 个标准,分别为标准 0(无肥料施入)、1(施肥量不足,即标准 1 = $1/2 \times$ 标准 2)、2(最适宜的施肥量)、3(过量施肥,即标准 3 = $1.5 \times$ 标准 2)^[5]。

表 1 各水平肥料用量

Table 1 Fertilizer amount of each level

| 水平 Levels | 肥料用量/ $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ Fertilizer amount | | |
|--------------|--|----------|--------|
| | N | P_2O_5 | K_2O |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 45.0 | 90.0 | 135.0 |
| 2 | 22.5 | 45.0 | 67.5 |
| 3 | 37.5 | 75.0 | 112.5 |

收稿日期:2013-08-14

第一作者简介:李馨园(1986-),女,黑龙江省七台河市人,硕士,研究实习员,从事作物高产栽培研究。E-mail:lipan.08@163.com。

表 2 “3414”试验施肥设计方案
Table 2 Design scheme of “3414” fertilizer

| 试验编号 No. | 试验处理 Treatments | 小区施肥量 Fertilizer amount/g | | |
|-------------|--|------------------------------|-------------------------------|------------------|
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 1 | N ₀ P ₀ K ₀ | 0 | 0 | 0 |
| 2 | N ₀ P ₂ K ₂ | 0 | 1462.4 | 2249.9 |
| 3 | N ₁ P ₂ K ₂ | 1461.8 | 1462.4 | 2249.9 |
| 4 | N ₂ P ₀ K ₂ | 2923.5 | 0 | 2249.9 |
| 5 | N ₂ P ₁ K ₂ | 2923.5 | 731.2 | 2249.9 |
| 6 | N ₂ P ₂ K ₂ | 2923.5 | 1462.4 | 2249.9 |
| 7 | N ₂ P ₃ K ₂ | 2923.5 | 2193.6 | 2249.9 |
| 8 | N ₂ P ₂ K ₀ | 2923.5 | 1462.4 | 0 |
| 9 | N ₂ P ₂ K ₁ | 2923.5 | 1462.4 | 1124.9 |
| 10 | N ₂ P ₂ K ₃ | 2923.5 | 1462.4 | 3374.8 |
| 11 | N ₃ P ₂ K ₂ | 4385.3 | 1462.4 | 2249.9 |
| 12 | N ₁ P ₁ K ₂ | 1461.8 | 731.2 | 2249.9 |
| 13 | N ₁ P ₂ K ₁ | 1461.8 | 1462.4 | 1124.9 |
| 14 | N ₂ P ₁ K ₁ | 2923.5 | 731.2 | 1124.9 |

1.3.2 生育动态的调查 取试验用材料 10 丛,移栽后在稻苗第 3 出叶片上进行标记,此后每隔 7 d 在奇数的完全叶片上进行标记,叶片的计数方法:露叶尖(不完全的新叶)记为 0.1;新叶长度不大于前叶长度 1/2 的叶片记为 0.3;新叶长度不小于上一叶片长度 1/2 的叶片记为 0.6;新叶与上一叶叶耳没有完全分开,但已基本展开的叶片记为 0.9。实时观察,并记下叶龄(当日平均叶龄为九丛试验材料的平均数)、茎数与每穴的株高^[4,6]。

表 3 不同处理下水稻株高

Table 3 The plant height of different treatments

| 处理 Treatments | 测定日期/月-日 Date | | | | | | | | | |
|------------------|---------------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 08-01 | 06-01 | 06-07 | 06-14 | 06-21 | 06-28 | 07-05 | 07-12 | 07-17 | 07-24 |
| 1 | 20.11 a | 30.67 ab | 39.50 b | 53.78 b | 65.81 b | 72.61 c | 79.39 c | 76.83 d | 77.56 d | 77.51 d |
| 2 | 18.00 b | 26.78 c | 36.28 d | 48.22 d | 62.29 c | 86.11 a | 80.33 c | 83.39 b | 81.67 b | 86.73 c |
| 3 | 17.00 c | 27.39 c | 38.94 c | 52.39 b | 67.36 a | 73.67 b | 85.17 c | 84.00 a | 85.00 a | 87.09 c |
| 4 | 17.28 c | 27.94 c | 39.17 b | 50.44 c | 62.52 c | 68.33 d | 74.67 d | 83.28 b | 82.94 b | 85.88 c |
| 5 | 19.83 a | 30.94 ab | 40.44 b | 52.94 b | 65.62 b | 71.72 c | 87.06 a | 85.78 a | 85.89 a | 91.41 a |
| 6 | 16.44 d | 28.17 b | 38.50 c | 49.56 c | 62.14 c | 68.00 d | 81.78 c | 80.17 c | 80.00 c | 91.40 a |
| 7 | 20.33 a | 31.89 a | 42.17 a | 53.89 b | 68.16 a | 73.89 b | 88.89 a | 85.78 a | 84.94 a | 91.72 a |
| 8 | 19.06 a | 30.22 ab | 38.28 c | 52.66 b | 64.47 b | 71.39 c | 85.83 c | 82.61 b | 82.33 b | 86.68 c |
| 9 | 18.22 b | 27.50 c | 37.78 cd | 53.61 b | 59.90 d | 65.78 d | 78.61 d | 80.00 c | 79.33 c | 85.46 c |
| 10 | 20.89 a | 32.22 a | 41.28 a | 53.11 b | 66.50 b | 71.72 c | 85.72 c | 82.50 b | 83.72 b | 91.89 a |
| 11 | 20.22 a | 30.06 ab | 40.17 b | 54.44 a | 68.13 a | 74.11 b | 86.28 b | 85.33 a | 84.50 a | 88.83 c |
| 12 | 18.28 b | 29.28 b | 38.78 c | 52.44 b | 65.38 b | 71.56 c | 86.17 b | 84.39 a | 83.11 b | 86.41 c |
| 13 | 17.50 c | 28.72 b | 40.61 b | 53.22 b | 61.06 c | 67.89 d | 77.11 d | 79.33 c | 80.89 c | 85.88 c |
| 14 | 17.50 c | 31.00 a | 41.50 a | 55.88 a | 68.54 a | 73.17 b | 88.61 a | 85.33 a | 86.22 a | 90.71 b |

1.3.3 干物质积累量测定 在 8 叶龄时期的有效分蘖末期进行取样,每个处理分别取 5 株,取样部分为茎、鞘、叶片、穗和枯叶,每 15 d 取样 1 次,样品进行 0.5 h 的 105℃ 杀青处理,80℃ 烘干至恒重^[3-4]。

1.3.4 叶片含氮量的测定 使用 SPAD-502 型叶绿素仪,对具有代表特征的 10 穴稻丛叶片的 SPAD 值进行测量,注意测定部位应为无损伤且非叶脉部位,测量周期为每次 7 d^[4]。

1.3.5 产量及产量构成因素调查 水稻成熟后,每小区确定具有均匀长势的 3 个点,每个点随机选取 10 株水稻,统计单株茎数,计算小区单位面积的水稻茎数(茎数·m⁻²)。取平均水稻样品 6 株,计算单位面积穗数,风干考种,考种项目包括每穗粒数、穗长、千粒重、穗节数和结实率等,计算单位面积的理论产量。此外,每点收割 2 m² 的水稻进行脱谷,统计实脱谷产量^[4]。

1.3.6 数据处理 采用 Excel 和 DPS 7.05 等软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对水稻株高的影响

不同施肥处理的株高在生育前期差别不大,各处理间差异不显著。由表 3 可以看出,6 月 1

日~7月12日各处理株高均呈持续增长趋势,且增长较快,7月12日以后各处理增长缓慢,且有个别处理表现为下降的趋势,其中处理10的株高最高,其次为处理7和处理6,处理1的株高最矮,说明施肥可促进水稻植株生长,但并不是施肥越多越好,该试验中处理10对植株生长效果最明显。

2.2 各处理干物质积累的变化

为进一步了解水稻生长发育情况,测定了不同处理各生育时期的干物质生产量,孕穗期以前干物质生产量主要取决于植株茎蘖数,所以这一阶段的干物质生产量以茎蘖数较多的处理表现较

好,齐穗期到黄熟期干物质增重明显加快,且各处理干物质增重均以这阶段为主。由表4可看出,各处理表现出相似的变化趋势,各处理干物质生产量以处理10表现最好,其次为处理11、处理14和处理6,表明水稻植株的干物质重量受到不同氮磷钾肥料配比的影响而产生变化,各处理干物质重量与氮、钾肥料的投入量呈正相关,低水平施入氮肥时,氮肥施入量与干物质重量呈正相关,高水平时则表现为负相关,与前人的相关研究相吻合^[4]。相比各处理,黄熟期处理10(N₂P₂K₃)总干重最多,比对照高12.2%。

表4 不同处理的干物质生产量

Table 4 The production of dry matter under different treatments

| 处理 Treatments | 干物质生产量/g·穴 ⁻¹ Production of dry matter | | | | | |
|------------------|---|----------------------|---------------------------|-------------------|--------------------|--------------------------|
| | 分蘖期 Tillering stage | 孕穗期 Booting stage | 齐穗期 Full heading stage | 乳熟期 Milk stage | 蜡熟期 Dough stage | 黄熟期 Yellow ripe stage |
| 1 | 3.3 b | 16.8 c | 29.4 c | 39.4 c | 57.3 ab | 59.1 b |
| 2 | 4.3 a | 16.0 c | 31.2 b | 39.9 c | 49.1 c | 57.8 b |
| 3 | 2.5 c | 16.1 c | 29.5 c | 45.3 b | 53.7 b | 55.7 b |
| 4 | 4.3 a | 17.8 b | 31.0 b | 45.4 b | 49.3 c | 51.8 bc |
| 5 | 2.3 c | 15.7 c | 31.8 b | 46.2 b | 55.4 b | 56.0 b |
| 6 | 3.2 b | 19.3 a | 32.3 ab | 48.5 b | 55.1 b | 61.2 ab |
| 7 | 3.4 b | 19.0 a | 36.3 a | 50.9 ab | 52.9 bc | 57.6 b |
| 8 | 1.9 d | 14.8 d | 31.7 b | 40.1 bc | 51.5 bc | 52.9 bc |
| 9 | 2.8 c | 14.2 d | 31.6 b | 48.5 b | 52.2 bc | 56.4 b |
| 10 | 2.7 c | 18.4 b | 36.6 a | 54.9 a | 61.3 a | 66.3 a |
| 11 | 4.3 a | 18.5 b | 31.3 b | 45.1 b | 50.3 bc | 65.2 a |
| 12 | 3.4 b | 20.3 a | 35.0 a | 45.9 b | 54.5 b | 62.2 ab |
| 13 | 2.5 c | 14.1 d | 28.8 c | 32.7 c | 41.4 d | 45.9 c |
| 14 | 4.0 a | 18.3 b | 33.4 ab | 46.4 b | 54.6 b | 64.7 a |

2.3 各处理叶片含氮量的变化

试验测定了不同处理各生育时期功能叶叶片含氮量。由表5可看出,孕穗期到齐穗期叶片含氮量变化不大,均维持在较稳定的水平,各处理间差异不显著。灌浆期到黄熟期各处理叶片含氮量均表现出下降的趋势,且各处理下降幅度略有不

同,其中,没有施肥的空白处理(处理1)的叶片含氮量降低速度最快,相对其它处理表现出较低的含氮水平。黄熟期叶片相对氮含量较高的处理分别为5、6、7、10和12,相对处理1分别增加了27.2%、24.9%、22.5%、30.0%和23.9%。

表 5 各处理不同生育时期叶片含氮量的变化

Table 5 The changes of leaf nitrogen content during different growth periods

| 处理 Treatments | 含氮量/% Nitrogen content | | | | | | |
|------------------|------------------------|---------------------|---------------------------|----------------------|-------------|--------------------|--------------------------|
| | 孕穗期 Booting stage | 抽穗期 Heding stage | 齐穗期 Full heading stage | 灌浆期 Filling stage | 灌浆末期 GFS | 蜡熟期 Dough stage | 黄熟期 Yellow ripe stage |
| 1 | 44.7 a | 47.0 b | 44.2 b | 46.6 b | 41.4 bc | 33.0 b | 21.3 d |
| 2 | 44.8 a | 48.0 a | 45.7 a | 46.5 b | 42.2 b | 32.4 b | 22.1 cd |
| 3 | 43.9 a | 48.4 a | 46.6 a | 45.7 b | 41.7 b | 34.4 ab | 25.2 ab |
| 4 | 43.4 b | 47.1 a | 44.3 b | 46.9 b | 39.4 c | 32.1 b | 23.7 bc |
| 5 | 44.6 a | 46.9 b | 45.2 a | 47.6 a | 43.1 a | 32.5 b | 27.1 a |
| 6 | 45.3 a | 47.9 a | 44.6 a | 48.1 a | 41.8 b | 31.4 b | 26.6 ab |
| 7 | 44.0 a | 48.5 a | 44.5 a | 46.8 a | 42.9 a | 33.8 ab | 26.1 ab |
| 8 | 46.1 a | 48.4 a | 44.8 a | 48.4 a | 42.1 b | 33.1 b | 23.9 bc |
| 9 | 44.7 a | 46.5 b | 45.2 a | 45.9 b | 42.8 a | 33.4 b | 23.8 bc |
| 10 | 45.0 a | 47.7 a | 45.2 a | 45.7 b | 43.1 a | 36.2 a | 27.7 a |
| 11 | 44.3 a | 47.2 a | 41.0 b | 46.5 b | 43.3 a | 31.9 b | 25.7 ab |
| 12 | 43.4 b | 47.5 a | 45.6 a | 46.2 b | 42.4 ab | 32.7 b | 26.4 ab |
| 13 | 44.6 a | 49.3 a | 45.0 a | 46.9 b | 40.9 bc | 32.0 b | 25.1 ab |
| 14 | 45.5 a | 48.5 a | 45.6 a | 46.5 b | 42.2 b | 32.6 b | 23.9 bc |

2.4 各处理产量及产量构成的变化

各处理产量和产量构成见表 6,表明氮、磷、钾营养元素含量配比的差异,影响了水稻的生长

发育和产量的形成。由表 6 可知,具有均衡比例氮、磷、钾的处理,在产量构成因子之间体现出良好协调性,展现出高产的特性。其中处理 11 产量

表 6 各处理间产量及产量构成的变化

Table 6 The change of yield and components of different treatments

| 处理 Treatments | 株高/cm Plant height | 穗长/cm Spike length | 穗数/个·m ² Spike number | 穗粒数/粒·穗 ⁻¹ Grain number per spike | 结实率/% Fruiting rate | 千粒重/g 1000-grain weight | 理论产量/kg·hm ⁻² Theoretical yield | 实际产量/kg·hm ⁻² Yield |
|------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------------|---|------------------------|----------------------------|---|-----------------------------------|
| 1 | 77.4 | 18.9 | 546 | 64 | 90.1 | 25.0 | 8055 | 6492.0 |
| 2 | 92.2 | 18.0 | 560 | 68 | 89.2 | 26.3 | 8830.5 | 7030.5 |
| 3 | 97.3 | 18.5 | 599 | 72 | 88.3 | 25.5 | 9606 | 7203.0 |
| 4 | 89.3 | 18.9 | 641 | 71 | 92.6 | 26.7 | 11322 | 8203.5 |
| 5 | 91.0 | 17.9 | 624 | 74 | 91.5 | 26.8 | 11505 | 8655.0 |
| 6 | 89.1 | 18.7 | 694 | 76 | 90.2 | 26.0 | 12400.5 | 9405.0 |
| 7 | 92.7 | 18.9 | 679 | 77 | 88.9 | 26.3 | 12091.5 | 10405.5 |
| 8 | 94.2 | 18.8 | 615 | 74 | 91.0 | 26.2 | 10572 | 8505.0 |
| 9 | 88.6 | 18.5 | 616 | 73 | 90.5 | 26.5 | 10951.5 | 9004.5 |
| 10 | 95.3 | 19.2 | 654 | 75 | 91.8 | 25.0 | 11245.5 | 9577.5 |
| 11 | 92.7 | 18.2 | 722 | 75 | 90.6 | 25.9 | 12555 | 10519.5 |
| 12 | 96.3 | 18.8 | 611 | 76 | 89.8 | 25.3 | 10530 | 9004.5 |
| 13 | 82.3 | 17.5 | 676 | 74 | 88.4 | 25.6 | 11379 | 8853.0 |
| 14 | 91.1 | 18.6 | 674 | 73 | 87.2 | 25.5 | 10693.5 | 9204.0 |

最高,稻谷产量为10 519.5 kg·hm⁻²,比处理 1 高 4 027.5 kg,增产 62.0%。处理 1 产量最低,稻谷产量 6 492.0 kg·hm⁻²。氮肥不同施肥水平之间产量变化范围为 7 030.5~10 519.5 kg·hm⁻²;磷肥不同施肥水平之间产量变化范围为 8 203.5~10 405.5 kg·hm⁻²;钾肥不同施肥水平之间产量变化范围为 8 505.0~9 577.5 kg·hm⁻²。在一定范围内,氮、磷、钾肥料的施入量与水稻植株的产量呈现正相关,与前人的相关研究结果吻合^[4]。

2.5 水稻氮、磷、钾肥最佳施肥量优化

将该试验的产量进行回归分析,建立回归方程,并得到回归系数。其中,Y 表示产量,X₁表示施氮量,X₂表示施磷量,X₃表示施钾量,将各处理产量及氮、磷、钾施用量进行肥料效应模型拟合,得回归方程^[5]: $Y=442.4+2.1X_1+12.4X_2+36.3X_3-0.9X_{12}-0.2X_{22}-2.1X_{32}+10.8X_1\times X_2-0.2X_1\times X_3+4.8X_2\times X_3$

经回归系数的显著性分析,结果表明空育 131 回归方差 $F=2.23$,相关系数 $R=0.912$, $P=0.02$,回归达到显著水平,方程拟合较好。表明水稻品种空育 131 的产量与肥料的施入量呈显著正相关,并优化出在最佳氮、磷、钾肥料配比下此品种的最高产量为 12 555 kg·hm⁻²,得出相应的氮肥、磷肥和钾肥纯量分别为 135.0、67.5 和 58.5 kg·hm⁻²。

2.6 氮、磷、钾不同配比对水稻经济效应的影响

由表 7 可知,合理配施氮、磷、钾不仅可提高水稻产量,也可提高经济效益,各处理净产值为:处理 11>处理 7>处理 10>处理 6>处理 14>处理 12>处理 9>处理 13>处理 8>处理 5>处理 4>处理 3>处理 2>处理 1。由表 7 可知试验中氮、磷、钾施肥分别为 3 水平、2 水平、2 水平时水稻的产量和经济效益最高。

表 7 氮、磷、钾不同配比对水稻经济效应的影响

Table 7 The effect of different ratio of N,P,K on the economic effect of rice

| 处理编号 No. | 实测产/ kg·hm ⁻² Yield | 产值/ 万元·hm ⁻² Output value | 化肥成本/ 元·hm ⁻² Fertilizer cost | 净产值/ 万元·hm ⁻² Net output value | 比无肥区增值/ 万元·hm ⁻² Added value compared with control |
|-------------|--------------------------------------|--|--|---|---|
| 1 | 6492.0 | 1.623 | 0 | 1.623 | 0 |
| 2 | 7030.5 | 1.758 | 720.0 | 1.686 | 0.063 |
| 3 | 7203.0 | 1.800 | 934.5 | 1.707 | 0.084 |
| 4 | 8203.5 | 2.510 | 924.0 | 1.959 | 0.336 |
| 5 | 8655.0 | 2.164 | 1036.5 | 2.060 | 0.437 |
| 6 | 9405.0 | 2.351 | 1149.0 | 2.236 | 0.613 |
| 7 | 10405.5 | 2.601 | 1260.0 | 2.475 | 0.852 |
| 8 | 8505.0 | 2.126 | 654.0 | 2.061 | 0.438 |
| 9 | 9004.5 | 2.251 | 901.5 | 2.161 | 0.538 |
| 10 | 9577.5 | 2.394 | 1396.5 | 2.255 | 0.632 |
| 11 | 10519.5 | 2.630 | 1363.5 | 2.494 | 0.871 |
| 12 | 9004.5 | 2.251 | 822.0 | 2.169 | 0.546 |
| 13 | 8853.0 | 2.213 | 687.0 | 2.145 | 0.522 |
| 14 | 9204.0 | 2.301 | 789.0 | 2.222 | 0.599 |

注:46%的尿素 2.2 元·kg⁻¹,46%的重过磷酸钙(三料)2.3 元·kg⁻¹,50%硫酸钾 3.3 元·kg⁻¹。水稻的市价为 2.5 元·kg⁻¹。

Note:46% urea was 2.2 yuan·kg⁻¹,46% triple superphosphate(three) was 2.3 yuan·kg⁻¹ and 50% potassium sulfate was 3.3 yuan·kg⁻¹. The market price of rice was 2.5 yuan·kg⁻¹.

3 结论

试验结果表明,在水稻施肥中,不同的氮、磷、钾配比可影响水稻的生长发育和产量。该试验中,处理 6、处理 10 和处理 11 可较明显的增加水稻的株高;合理配比可明显提高水稻的干物质积累,其中黄熟期处理 10($N_2P_2K_3$)总干重最大,比对照高 12.2%;增施氮、磷、钾可增加水稻产量和效益,处理 11 产量和效益最高,稻谷产量为 $10\,519.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$;经回归分析优化出空育 131 最高产量为 $12\,555\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,得出相应的氮肥、磷肥和钾肥纯量分别为 135.0、67.5 和 $58.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

参考文献:

- [1] 刁伟伟. 保护性耕作条件下垦粳 2 号产量和品质的肥密优化研究[D]. 大庆:黑龙江八一农垦大学,2008:15-17.
- [2] 张婧,介会栋,王新兵,等. 水稻不同种衣剂效果对比试验[J]. 现代化农业,2011(7):2-3.
- [3] 沈巧梅,姜思慧,赵泽松,等. 镁钾配比对水稻产量的影响[J]. 北方水稻,2012,46(6):26-30.
- [4] 宋建军. 硫酸钾对三江地区水稻产量和品质的影响[D]. 大庆:黑龙江八一农垦大学,2009:27-29.
- [5] 王新兵. 硅钾镁对寒地水稻生育和产量的影响[D]. 大庆:黑龙江八一农垦大学,2009:40-42.
- [6] 杨兴玉,韩东来. 测土配方施肥大豆“3414”测试分析[J]. 民营科技,2011(1):101.

Fertilizer Effect Experiment of “3414” for Cold Rice

LI Xin-yuan, WANG Shou-yi, WANG Shu-rong, YUAN Ming, HAN Dong-wei, DONG Yang, ZHAO Suo

(Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar, Heilongjiang 161006)

Abstract: In order to use nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer reasonably in rice production of cold area, taking Kongyu 131 as test material, using randomized block design, the effects of different ratio of nitrogen, phosphorus and potassium on growth and yield of rice were studied. The results showed that treatment 6($N_2P_2K_2$), treatment 10($N_2P_2K_3$) and treatment 11($N_3P_2K_2$) could increase the rice stem number obviously; reasonable fertilization could increase the dry matter accumulation of rice significantly, total dry weight of treatment 10($N_2P_2K_3$) was 12.2% which was higher than the control in mature period; the increasing of nitrogen, phosphorus and potassium could increase the yield of rice, the yield and benefit of treatment 11 were maximum by $10\,519.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$; the highest yield of Kongyu 131 was $12\,555\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ by regression analysis, corresponding nitrogenous, phosphate and potash fertilizer scalar were 135, 67.5 and $58.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$.

Key words: rice; “3414” experiment; fertilization; yield

《黑龙江农业科学》理事会

理事长单位

黑龙江省农业科学院 省农委副主任
省农科院党组书记、院长

副理事长单位

中储粮北方农业开发有限公司 董事长
黑龙江省农业科学院佳木斯水稻研究所

黑龙江省农业科学院五常水稻研究所

黑龙江省农业科学院克山分院

黑龙江省农业科学院黑河分院

黑龙江省农业科学院绥化分院

黑龙江农业经济职业学院

黑龙江省农垦总局

常务理事单位

勃利县广视种业有限责任公司

黑龙江垦丰种业有限公司

黑龙江农业经济职业学院

代表

韩贵清

代表

李录增

潘国君

张广柱

邵立刚

魏新民

陈维元

孙绍年

徐学阳

代表

邓宗环

刘显辉

张季中

内蒙古丰垦种业有限责任公司

理事单位

黑龙江生物科技职业学院

宁安县农业委员会

农垦科研育种中心哈尔滨研究所

黑龙江农业职业学院

黑龙江畜牧兽医职业学院

鹤岗市农业科学研究所

伊春市农业技术推广中心

甘南县向日葵研究所

萝北县农业科学研究所

齐齐哈尔市自新种业有限责任公司

黑龙江省农垦科学院水稻研究所

黑龙江八一农垦大学植物科技学院

绥化市北林区农业技术推广中心

黑龙江省齐齐哈尔农业机械化学学校

董事长 徐万陶

代表

院长 李承林

主任 陈庆军

所长 姚希勤

院长 李东阳

院长 包艳明

所长 姜洪伟

主任 郑春江

所长 孙为民

所长 张海军

总经理 陈自新

所长 解保胜

院长 于立河

主任 张树春

校长助理 张北成