

Application Effect of Different Formula Fertilizer on Alpine Rice

Congquan Yang^{1*}, Zhongfu Tan², Fuzhong Zhou^{3#}

¹Lichuan City Moudao Agricultural Service Center, Lichuan Hubei

²Lichuan City Tuanbao Agricultural Service Center, Lichuan Hubei

³Lichuan City Soil and Fertilizer Station, Lichuan Hubei

Email: #zhouhuzhong@163.com

Received: Mar. 4th, 2018; accepted: Mar. 15th, 2018; published: Mar. 22nd, 2018

Abstract

Lichuan is a large county of grain production in Hubei province. There are three kinds of Rice Formula Fertilizer Applied in Lichuan City, which has been tested in the field to verify its effect. The results show that the effect of the three kinds of formula fertilizer is equal, and it can be widely used in large area. At the same time, it is proved that the "one-time fertilization technology of rice" is completely feasible, and is very beneficial to solve the serious shortage of rural labor force. It is also found that the Lichuan paddy field has a higher foundation; the contribution rate is about 70%, which is obviously higher than the average level of 50% in China, which is close to the level of the developed countries in Europe and America. According to the fertility of cultivated land in Lichuan, the formula should be further optimized, should be appropriate to increase the phosphorus content, potassium content increased greatly, the total nutrient input should be increased to 30 kg/667 square meters 20 kg/667 square meters above. The insufficient amount of fertilizer input is one of the main obstacles to the low yield of rice in Lichuan.

Keywords

Alpine, Rice, Basic Soil Fertility, Formula Fertilization, One Time Fertilization Technology

不同配方肥在高山水稻上的应用效果

杨丛权^{1*}, 谭忠富², 周富忠^{3#}

¹利川市谋道农业服务中心, 湖北 利川

²利川市团堡农业服务中心, 湖北 利川

³利川市土肥站, 湖北 利川

Email: #zhouhuzhong@163.com

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 杨丛权, 谭忠富, 周富忠. 不同配方肥在高山水稻上的应用效果[J]. 农业科学, 2018, 8(3): 179-187.

DOI: 10.12677/hjas.2018.83029

收稿日期: 2018年3月4日; 录用日期: 2018年3月15日; 发布日期: 2018年3月22日

摘要

对湖北粮食生产大县利川市在水稻上应用面积较大的三种配方肥进行田间试验, 验证了三种配方对水稻产量的影响差异不显著, 皆可大面积推广应用。同时验证了在当地水稻生产中推广一次性施肥技术完全可行, 对解决农村劳动力严重不足十分有利。发现利川水田基础地力较高, 贡献率达到70%左右, 明显高于我国50%的平均水平, 接近欧美发达国家水平。针对利川耕地肥力状况, 配方还需进一步优化, 应适当增加磷含量, 较大幅度提高钾含量, 总养分投入应由目前的20 kg/667m²提高到30 kg以上, 肥料投入总量不足是导致利川水稻单产偏低的主要障碍因素之一。

关键词

高山, 水稻, 基础地力, 配方施肥, 一次性施肥技术

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

利川市是湖北省产粮大县(市)之一, 常年水稻种植面积在 22.2 Kha 左右, 主要分布在海拔 1100 m 左右的二高山区域, 平均单产 400 kg/667m² 上下, 但增产潜力较大, 高产可达 600 kg/667m² 以上[1]。在 2005 年全国启动测土配方施肥项目后, 水稻专用配方肥应运而生, 生产厂家众多, 氮磷钾配比各不相同。为寻求高山水稻更科学合理的施肥配方, 选择了目前利川水稻种植应用面积较大的 3 种代表性水稻配方肥进行田间小区试验, 以验证其对水稻的增产效果及其配方的科学性, 以便正确指导广大农民朋友科学施肥。

2. 材料与方法

2.1. 试验材料

肥料: ① 湖北恩施壮农业科技有限公司生产的 35% 恩施壮水稻肥, 配合式 18-5-12; ② 湖南湘洋生物肥料公司生产的 35% 湘洋水稻肥, 配合式 15-7-13; ③ 汉枫缓释肥料(江苏)有限公司生产的 48% 劲驼掺混肥, 配合式 26-10-12; ④ 汉枫缓释肥料(江苏)有限公司生产的 35% 劲驼复混肥(仅作追肥), 配合式 30-0-5。

作物: 水稻, 深优 9716, 由清华大学深圳研究生院选育, 湖南神龙大丰种业科技有限公司生产, 高抗稻瘟病, 在利川属中晚熟品种, 生育期 175 天左右。

2.2. 试验地点

利川市南坪乡五谷村 18 组, 地处东经 108.8353、北纬 30.4401、海拔 1094 m。属亚热带大陆性季风气候, 春迟秋早, 冬长夏短, 潮湿多雨, 日照偏低, 年平均气温 12.8℃, 活动积温 3641℃, 降雨量 1300 mm, 无霜期 234 天, 日照时数 1298.9 小时, 海拔高度接近杂交水稻的临界种植区(1300 m) [2] [3]。试验田为紫色页岩母质发育的紫泥田, 肥力中上等, 是利川二高山区域水稻土的主要土种之一, 常年水稻产量 500~600 kg/667m²。

2.3. 试验设计

众多研究表明,在总养分相等的情况下,科学的氮、磷、钾配比是作物高产的关键[4] [5] [6]。试验设5个处理,三次重复,随机区组排列,小区面积 $3.3 \times 10 = 33 \text{ m}^2$ 。试验前按小区规格起垄作埂,并用塑料薄膜覆埂,以防小区间水肥互串。试验用肥量按等总养分设计,各处理编号及内容见表1。试验设不施肥处理作对照(CK),以便了解试验田的基础地力水平。

2.4. 田间管理

2017年3月26日播种,保温早育秧育苗,用种量 $1 \text{ kg}/667\text{m}^2$ 。5月16日单株移栽,规格 $33 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} = 10,100 \text{ 株}/667\text{m}^2$,每小区500株。除处理E中的35%劲驼复混肥于5月23日作追肥外,其它肥料全部作底肥在移栽前一天施用。田间除草、病虫害防治等管理措施完全一致。7月3日调查株高、分蘖情况,9月25日成熟,10月10日收获,测产验收,取样测量其相关生物学性状。

2.5. 检测分析

试验前后分别按处理取小区混合土样检测其pH(NY/T1121.2-2006)、有机质(NY/T1121.6-2006)、全氮(NY/T53-1987)、有效磷(NY/T1121.7-2006)、速效钾(NY/T889-2004)等指标。采用Excel对试验数据进行统计分析。

3. 结果与分析

3.1. 不同配方肥对水稻产量的影响

各小区产量结果见表2。该试验田不施肥水稻产量为 $365.3 \text{ kg}/667\text{m}^2$,基础地力贡献率在67.74%~72.20%之间,肥力较高;不同配方肥的水稻产量在 $506.0 \sim 539.3 \text{ kg}/667\text{m}^2$ 之间,比不施肥增产38.50%~47.63%;经方差分析(表3)处理间差异极显著,区组间差异不显著;经新复极差检验(表2),不同配方肥比不施肥水稻增产差异极显著,但配方肥之间水稻产量差异不显著。产量排序为:48%劲驼 + 35%劲驼 > 宜施壮 > 48%劲驼 > 湘洋 > 不施肥,处理E在苗期多一次追肥,总养分投入最高,产量最高。从水稻产量结果看,一次性施肥对水稻产量影响不明显,四个不同配方在水稻上应用效果没有明显差异。对处理B、C、D、E四个不同配方的氮、磷、钾三要素进行方差分析(表4),不同配方面差异不显著,氮、磷、钾元素间差异极显著,进一步印证了四个不同配方水稻产量差异不显著的结论。

3.2. 不同配方肥对水稻生物学性状的影响

7月3日,在第一区组每小区的第五行第五垄起连续取10蔸水稻调查各处理分蘖及株高变化情况,

Table 1. The number and content of nitrogen phosphorus and potassium fertilizer table ($\text{kg}/667\text{m}^2$)

表 1. 试验各处理编号及肥料氮磷钾含量表(单位: $\text{kg}/667\text{m}^2$)

处理号	处理内容	实物量	总养分	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
A(CK)	不施肥	0	0	0	0	0
B	35%宜施壮	55	19.25	9.9	2.75	6.6
C	35%湘洋	55	19.25	8.25	3.85	7.15
D	48%劲驼	40	19.2	10.4	4	4.8
E	48%劲驼 + 35%劲驼	40+10	22.7	13.4	4	5.3

结果见表 5。不施肥分蘖明显减少, 植株矮小; 各处理分蘖能力与株高排序相同: 48% 劲驼 + 35% 劲驼 > 宜施壮 > 48% 劲驼 > 湘洋 > 不施肥, 与产量结果一致; 田间观察整齐度排序为: 宜施壮 > 湘洋 > 不施肥 > 48% 劲驼 + 35% 劲驼 > 48% 劲驼, 株高和分蘖的 RSD% 值差异佐证了这一点。

收获时在第一区组连续取 5 蔸水稻测量其相关性状, 结果见表 6。株高、有效穗、穗长、穗粒数、千粒重的变化趋势与产量变化趋势一致, 结实率不同肥料配方相差不大, E 处理因氮肥水平偏高, 结实率相对较低, 不施肥结实率最低。水稻有效穗占总穗数的比率与氮肥水平的高低呈显著的负相关, 分别用线性、二项式、三项式拟合二者相关曲线如图 1, 相关系数 r 分别为: 0.8902、0.9865、1, 说明氮肥水平越高水稻无效分蘖越多。

3.3. 不同配方肥对水稻生产效益的影响

经调查, 肥料及稻谷单价分别为: 35% 宜施壮水稻肥 2.80 元/kg、35% 湘洋水稻肥 2.80 元/kg、48% 劲驼掺混肥 3.80 元/kg、35% 劲驼复混肥 2.80 元/kg、稻谷收购价 2.40 元/kg。处理 A、B、C、D、E 的亩投

Table 2. Analysis table of yield results of different formula fertilizer rice

表 2. 不同配方肥水稻产量结果分析表

处理	小区水稻产量 kg				折亩产 kg	多重比较	位次	基础地力生产率%	比 A±	
	I	II	III	平均					kg	%
A	19.4	17.8	17.6	18.27	365.3	Bb	5			
B	27.7	24.8	24.8	25.77	515.3	Aa	2	70.89	150.0	41.06
C	26.6	24.6	24.7	25.30	506.0	Aa	4	72.20	140.7	38.50
D	24.0	27.2	25.8	25.67	513.3	Aa	3	71.17	148.0	40.51
E	26.1	28.8	26.0	26.97	539.3	Aa	1	67.74	174.0	47.63

注: 多重比较结果中各处理间小写字母不同表示处理间水稻产量差异达显著水平, 大写字母不同则达极显著水平。

Table 3. Analysis table of variance of rice yield of different formula fertilizer

表 3. 不同配方肥水稻产量方差分析表

差异源	SS	df	MS	F	P-value	F _{0.05}	F _{0.01}
处理间	145.46	4	36.366	16.692**	0.001	3.838	7.006
区组间	2.86	2	1.429	0.656	0.545	4.459	8.649
误差	17.43	8	2.179				
总计	165.75	14					

注: “**”表示 F 值 > F_{0.01}, 处理间差异达极显著水平。

Table 4. Variance analysis of nutrient content of different formula fertilizer

表 4. 不同配方肥养分含量方差分析表

差异源	SS	df	MS	F	P-value	F _{0.05}	F _{0.01}
肥料间	3.005	3	1.002	0.387	0.767	4.757	9.780
元素间	96.766	2	48.383	18.682**	0.003	5.143	10.925
误差	15.539	6	2.590				
总计	115.310	11					

注: “**”表示 F 值 > F_{0.01}, 元素间差异达极显著水平。

Table 5. Change table of height and tiller of rice plant with different formula in the early stage
表 5. 前期不同配方肥水稻株高、分蘖变化表

调查项目	株高 cm					分蘖(个/兜)				
处理号	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
均值	57.2	68.3	63	67.3	68.5	13.5	16.5	15.3	16	19.3
极差	9	7	7	10	10	10	7	6	16	13
RSD %	4.23	3.17	3.35	4.49	4.42	15.6	11.16	11.95	30.19	22.92

Table 6. Questionnaire for different formula fertilizer in Rice
表 6. 不同配方肥水稻性状调查表

处理	株高 cm	有效穗穗/兜	有效穗/总穗%	穗长 cm	穗粒数粒/穗	结实率%	千粒重 g	理论产量 kg/亩
A	97.8	11.5	85.44	20.5	152.8	85.93	27.6	422.19
B	105.8	12.9	78.13	25.4	178.3	91.14	28.8	609.34
C	103.4	12.1	79.21	24.5	173.4	91.58	28.1	546.18
D	103.5	12.4	77.54	25.2	174.8	91.70	28.6	574.45
E	108.7	13.0	67.46	25.5	183.8	89.17	29.3	631.50

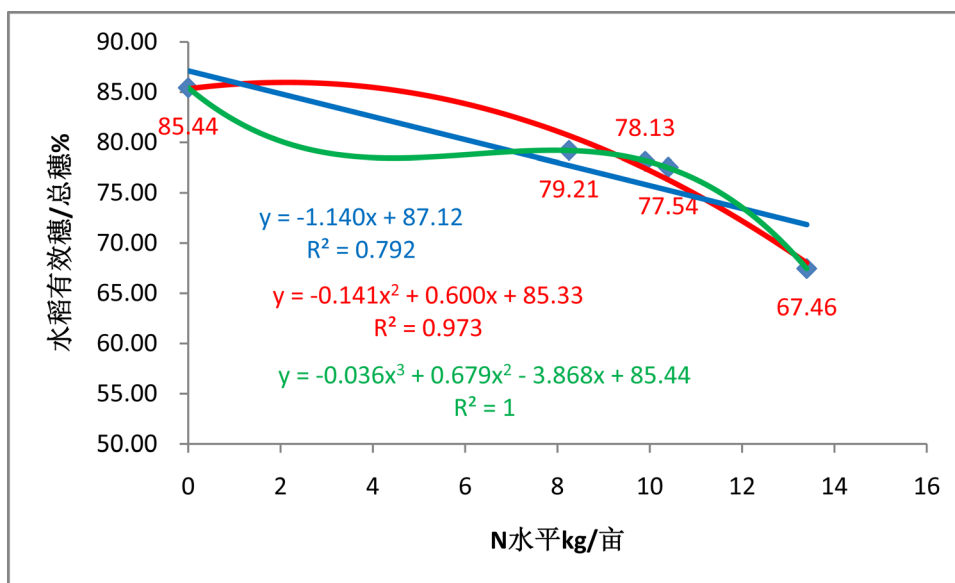


Figure 1. Correlation between effective panicle rate and nitrogen level in rice

图 1. 水稻有效穗率与氮肥水平相关性图

入分别为：0、154、154、152、180 元，不同专用肥只有 E 处理因增加了追肥成本较高，其它配方成本相当。因此，三种水稻配方肥从产量和效益上看差别不大，都可大面积推广应用。

3.4. 不同配方肥对试验田肥力的影响

试验田土壤 pH、有机质、全氮、有效磷及速效钾变化如图 2~图 6。试验后各处理 pH 都呈下降趋势，C 处理下降幅度最小，其它处理下降幅度相当，不同专用肥的应用对土壤酸碱性影响不大。试验后各处理土壤有机质都呈下降趋势，下降幅度随着水稻产量增加而升高，E 处理水稻产量最高下降幅度最大。

试验后土壤全氮变化与氮施入量呈正相关, 相关系数 $r = 0.8159$; A、B、C 三个处理土壤全氮下降, 不施肥下降幅度最大; D、E 两个处理升高, 这两个处理氮肥水平相对较高, 水稻未能完全吸收而富积到土壤中。试验田严重缺磷, 有效磷在 5 mg/kg 左右, 试验后各处理土壤有效磷都呈下降趋势, 下降幅度与肥料磷素供应的多少呈负相关, 磷供应越少土壤有效磷下降幅度越大, 相关系数 $r = 0.9734$ 。试验后各处理土壤速效钾都呈下降趋势, 除不施肥处理外, 下降幅度随水稻产量增加而升高, 说明配方肥中钾供应相对不足, 未能完全满足水稻生产需要。

对试验前后四个不同配方处理(不施肥处理未纳入)的土壤检测结果进行成对双样本 t 检验(表 7), 土壤 pH、有机质、速效钾差异达极显著水平, 有效磷差异显著, 全氮差异不显著, 说明四个配方中氮供应

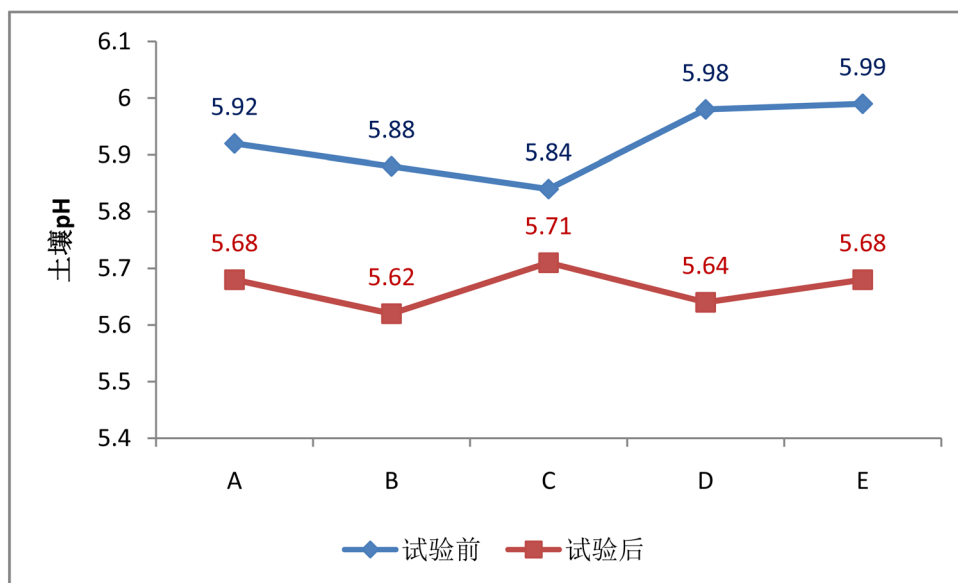


Figure 2. Changes of soil pH before and after different treatments

图 2. 不同处理试验前后土壤 pH 变化图

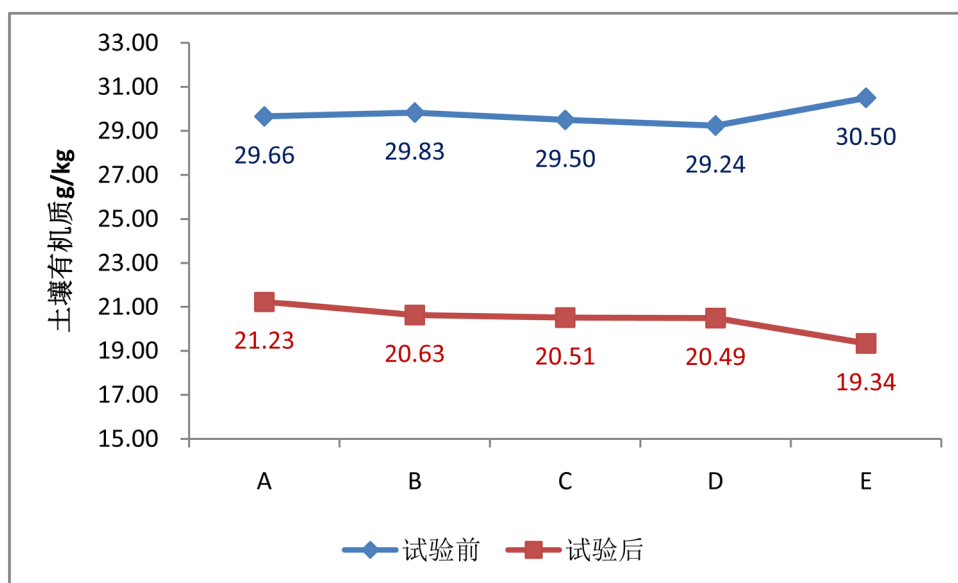


Figure 3. Changes of soil organic matter before and after different treatments

图 3. 不同处理试验前后土壤有机质变化图

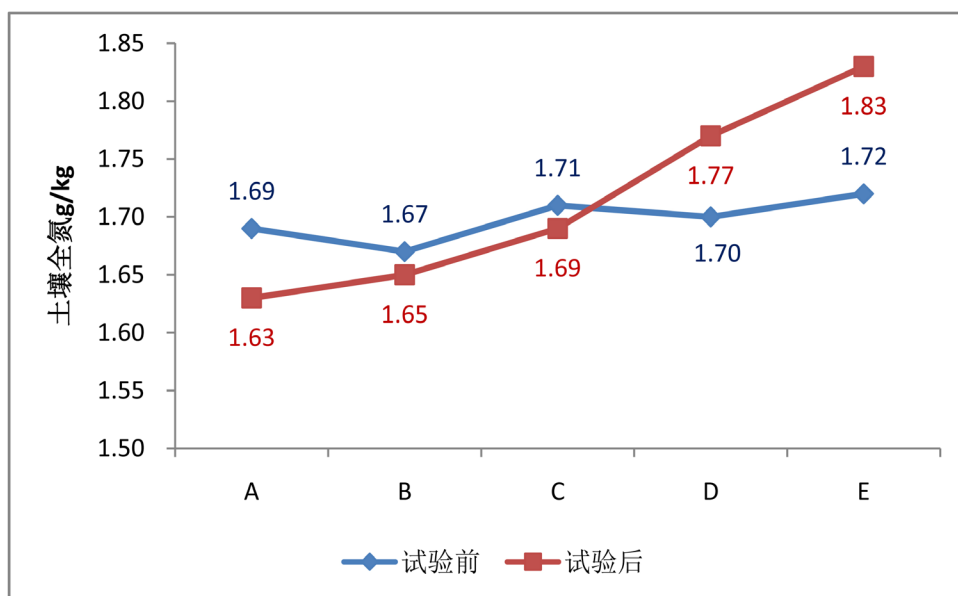


Figure 4. Changes of soil total nitrogen before and after different treatments
图 4. 不同处理试验前后土壤全氮变化图

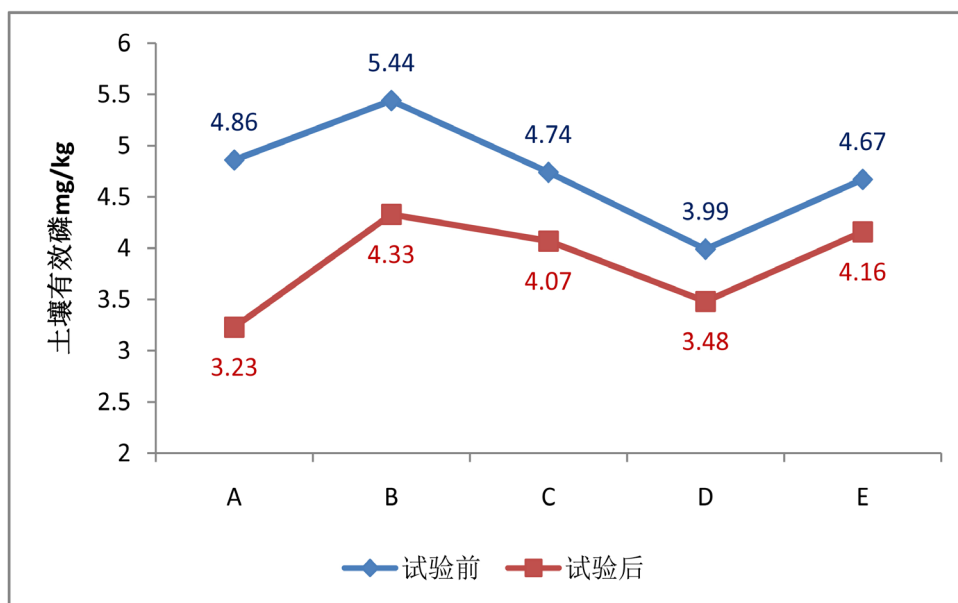


Figure 5. Soil available phosphorus changes before and after different treatments
图 5. 不同处理试验前后土壤有效磷变化图

相对平衡、磷供应相对偏低、钾供应严重不足，在配方中应增加钾素含量。

3.5. 不同配方肥对水稻根系生长的影响

收获时按处理取 5 蔸水稻根系，自然风干后测量每蔸的重量、长度及须根数量，结果见图 7。不施肥的水稻须根数量、长度、重量都明显低于施肥处理，而不同配方肥所引起的水稻须根数量、长度、重量三者的变化一致，48% 劲驼 + 35% 劲驼优于 48% 劲驼，再次是湘洋专用肥和宜施壮专用肥，说明劲驼掺混肥对促进水稻根系生长更有利。

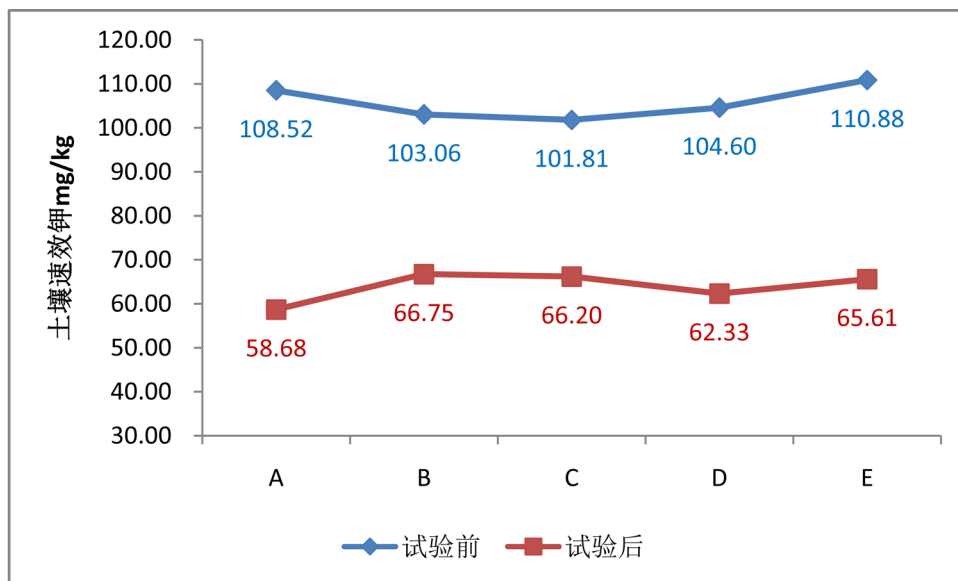


Figure 6. Changes of soil available K before and after different treatments

图 6. 不同处理试验前后土壤速效钾变化图

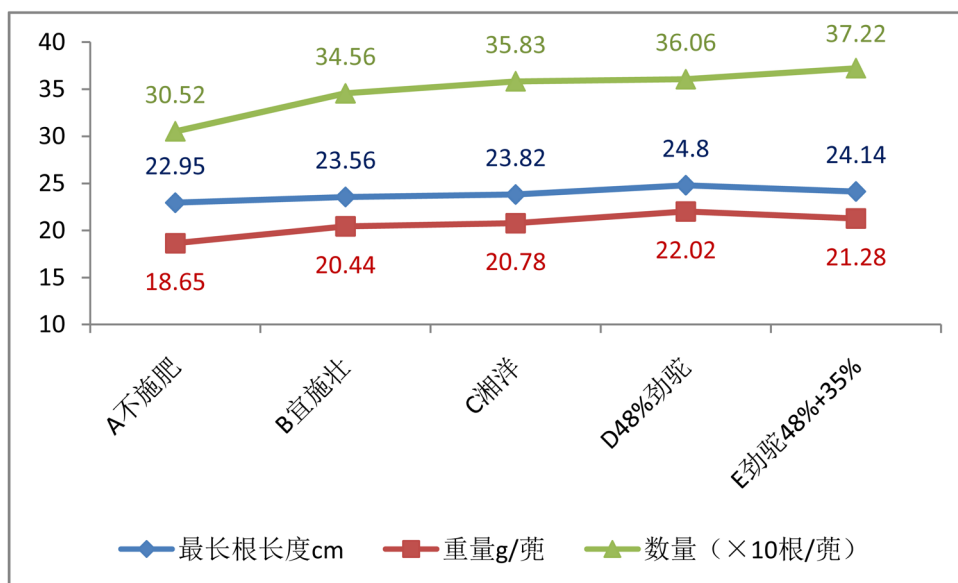


Figure 7. Changes of root growth of rice root system in different formula

图 7. 不同配方肥水稻根系生长变化图

Table 7. T test results of fertility difference before and after test field test

表 7. 试验田试验前后肥力差异 t 检验结果表

	df	泊松相关系数	P 双尾	t	t _{0.05}	t _{0.01}
pH	3	0.2483	0.0011	5.6073**	3.1824	5.8409
有机质	3	0.8488	0.0004	17.2337**		
全氮	3	0.7656	0.3640	1.0675		
有效磷	3	0.9302	0.0159	4.9374*		
速效钾	3	0.1093	0.0004	17.0508**		

4. 结论与讨论

三个不同水稻专用肥配方在利川海拔 1100 m 左右的二高山区域水稻生产上应用效果相当, 15-7-13、18-5-12、26-10-12 三个配方氮、磷、钾配比差异不显著, 皆可大面积推广使用。从试验前后土壤全氮、有效磷和速效钾的变化看, 配比中还应当适当增加磷、大幅度提高钾的含量。劲驼掺混肥对促进水稻根系生长效果更好, 但其氮含量相对偏高, 氮肥过量会使水稻无效分蘖增加, 从而生物学产量增加而经济产量没有同步增加, 过多消耗土壤养分。

在利川水稻生产上推广一次性施肥技术完全可行, 不施追肥对水稻产量没有明显影响, 这可以有效缓解当地农村劳动力严重不足而机械化程度不高的矛盾。

试验田基础地力较高, 贡献率在 67.74%~72.20%之间, 显著高于我国 50%的贡献率, 基本接近欧美国家 70%~80%的贡献率[7] [8]; 但缺磷严重, 同类田块应注意补施过磷酸钙 10 kg/亩左右。利川水田有效磷均值在 18 mg/kg 左右, 缺磷面积较小, 不足 30%, 对水稻大面积生产, 配方肥中的磷素应能基本满足水稻生产需要。

生产 500 kg 稻谷需要吸收 N 8.5~12.5 kg、 P_2O_5 4~6 kg、 K_2O 11~15.5 kg, 大致比例为 2:1:2, 总养分为 28 kg 左右[9]。而利川水稻生产中除气候冷凉制约了水稻高产外, 肥料总量投入不足是另一个主要障碍因素, 总养分在 20 kg/667m²左右, 未达到当地水稻高产要求。若水稻目标产量确定为 600 kg/667m², 综合考虑耕地肥力、肥料特性及利用率, 水稻专用肥的氮磷钾配比可调整为: N- P_2O_5 - K_2O = 15-6-12, 总养分达到 30 kg/667m²以上将更为科学合理, 配方肥实物用量按 $M = \frac{\text{目标产量总养分需要量}}{\text{配方肥总养分含量}}$ 计算。

参考文献

- [1] 利川市统计局, 利川调查队. 利川市统计年鉴[M]. 利川: 利川市统计局, 利川调查队, 2011-2016.
- [2] 利川县土壤普查办公室. 利川县土壤志[M]. 利川: 利川县土壤普查办公室, 1987: 7-8.
- [3] 周富忠. 水稻沟箱栽培技术在高海拔地区的应用效果综述[J]. 农业网络信息, 2011(10): 21-23, 40.
- [4] 王贺, 韩晓日, 刘小虎, 战秀梅, 施骥, 于成广, 杨朝辉. 玉米新品种沈玉 18 号高产氮磷钾配比试验[J]. 杂粮作物, 2006(1): 41-45.
- [5] 郑金品. 氮磷钾不同配比对水稻病虫害的影响及对策[J]. 福建农业, 1994(6): 12-13.
- [6] 段玉, 张君, 李焕春, 赵沛义, 妥德宝, 姚俊卿, 安昊, 贾有余. 马铃薯氮磷钾养分吸收规律及施肥肥效的研究[J]. 土壤, 2014, 46(2): 212-217.
- [7] 孔祥智, 高强, 钟真. 新世纪以来的中国农业发展现状与政策转型[J]. 经济动态与评论, 2016(1): 107-119, 233-234.
- [8] 任旭峰. 中国耕地资源保护的政治经济学分析[D]: [博士学位论文]. 济南: 山东大学, 2012.
- [9] 王丽. 试析水稻高产的需肥规律及施肥技术[J]. 农业与技术, 2016, 36(14): 44-45.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2164-5507，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：hjas@hanspub.org