文章编号 :1003-8701(2012)05-0034-04

苏北潮盐土地区水稻磷钾肥料效应的研究

孙国跃

(江苏省响水县土壤肥料管理站,江苏 响水 224600)

摘要:通过对 2010~2011 年水稻“3414”磷钾二因素肥料效应试验结果进行分析,确定苏北潮盐土地区在土壤有效磷达到 12.5 mg/kg、速效钾达到 86.6 mg/kg 时,水稻施用磷、钾肥增产效果不显著;增加用量后会使其当季利用率降低。推荐本地区(土壤有效磷达到 12.5 mg/kg、速效钾达到 86.6 mg/kg 时)水稻磷(P_2O_5)、钾(K_2O)的施用量分别为 45 kg/hm² 和 22.5 kg/hm²,全部一次性基施。

关键词:水稻;“3414”试验;磷肥;钾肥;潮盐土;推荐施肥量

中图分类号:S511.06

文献标识码:A

Studies on Effect of P and K fertilizer on Rice in the Alluvial-Salty Soil of Northern Jiangsu Province

SUN Guo-yue

(Soil and Fertilizer Station of Xiangshui County, Jiangsu Province, Xiangshui 224600, China)

Abstract: Field test of ‘3414’ P and K fertilizer experiments were carried out on rice in the alluvial-salty soil of northern Jiangsu Province in 2010 and 2011. The results showed that application P, K fertilizer could not significant increase production of rice when soil available phosphorus was more than 12.5 mg/kg and soil available potassium was more than 86.6mg/kg. Increasing amount of P, K fertilizer application reduced the P, K use efficiency. The recommend fertilization amounts were 45 kg/hm² P_2O_5 , 22.5 kg/hm² K_2O and P, K fertilizer were dressing at sowing.

Keywords: Rice; 3414 fertilizer experiment; P fertilizer; K fertilizer; Alluvial-salty soil; Recommend fertilization amount

施用化肥是提高农作物产量最有效的方法之一^[1]。磷含量水平影响水稻体内蛋白质和蔗糖等的形成,从而直接影响水稻的产量和品质;钾能促进水稻光合作用及淀粉的形成和蔗糖的运输,而且水稻对钾(按 K_2O 计)的需要量比氮、磷(P_2O_5)还要多^[2]。合理进行水稻磷钾肥运筹有助于保证水稻磷钾素吸收与最佳磷钾素供给同步,从而通过形成合适的群体质量以提高产量与品质^[3]。各地

有关水稻磷钾肥应用效果及配比的研究很多^[4-11],但应用“3414”不完全实施试验的氮固定磷钾二因素实施方案来进行水稻磷钾肥应用效果研究的报道,目前尚不多见。苏北沿海地区的土壤发育基本遵循滨海盐土、潮盐土、盐潮土、潮土的发育过程,并且从海岸线由东向西呈有规律的带状分布。潮盐土为盐土向盐潮土演变的过渡土类,是苏北沿海地区的一种重要土壤类型。水稻是苏北潮盐土地区的一种主要粮食作物。本研究应用江苏省响水县潮盐土地区 2010 年及 2011 年水稻“3414”磷钾二因素肥料效应试验结果,确定磷钾肥料对水稻的增产增收效果及其用量和配比,以期能为苏北潮盐土地区水稻磷、钾肥料的合理施用提供参考。

收稿日期:2012-04-21

基金项目:2010 年农业部测土配方施肥补贴项目[农财办〔2010〕47 号,苏财农〔2010〕162 号]2011 年农业部测土配方施肥补贴项目[农财办〔2011〕43 号,苏财农〔2011〕194 号]

作者简介:孙国跃(1970-),男,高级农艺师,硕士,主要从事土壤肥料技术推广与应用研究。

1 材料与方法

1.1 试验地点及土壤主要养分性状

试验分别于 2010 年及 2011 年的 5~10 月在江苏省响水县小尖镇郭庄村种田大户郭家伟承包田内进行,土壤类型为盐土类-潮盐土亚类,质地偏砂,前茬小麦。2010 年试验实施前,按农业部《测土配方施肥技术规范》的要求,进行试验田耕层土壤采样,并进行土壤有机质、全氮、有效磷、速效钾、pH 等项目的化验分析^[12]。供试地点 0~20 cm 耕层土壤有机质 14.74 g/kg,全氮 1.15 g/kg,有效磷 12.5 mg/kg,速效钾 86.6 mg/kg,pH 值 8.02,有效锌含量 0.61 mg/kg。

1.2 试验设计

“3414”肥料效应试验方案是二次回归 D-最优设计的一种,是指氮(N)、磷(P₂O₅)和钾(K₂O)3 个

因素、4 个施用水平、14 个处理。4 个水平的含义指:0 水平为不施肥,2 水平是指当地最佳施肥量,1 水平=2 水平×0.5,3 水平=2 水平×1.5(该水平为过量施肥水平)^[13]。“3414”不完全试验是指从“3414”完全试验方案中选择部分实施方案进行的田间肥料效应试验^[14]。

本试验设计选择“3414”不完全试验的磷钾二因素(氮固定)实施方案。2010 年、2011 年的 2 水平氮(N)分别为 270 kg/hm²、300 kg/hm²;2 水平磷(P₂O₅)分别为 60 kg/hm²、90 kg/hm²;2 水平钾(K₂O)分别为 60 kg/hm²、90 kg/hm²。全部氮固定,磷钾二因素不完全实施,3 次重复。氮肥分期施用比例为基肥:分蘖肥:促花肥:保花肥=38:17:30:15;磷钾肥均作基肥一次性施用^[15]。2010 年及 2011 年水稻“3414”磷钾二因素(氮固定)试验各处理肥料用量方案见表 1。

表 1 水稻“3414”磷钾二因素试验各处理肥料用量方案

序号	试验处理	2010 年			2011 年		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	N ₂ P ₀ K ₂	270	0	60	300	0	90
2	N ₂ P ₁ K ₂	270	30	60	300	45	90
3	N ₂ P ₂ K ₂	270	60	60	300	90	90
4	N ₂ P ₃ K ₂	270	90	60	300	135	90
5	N ₂ P ₂ K ₀	270	60	0	300	90	0
6	N ₂ P ₂ K ₁	270	60	30	300	90	45
7	N ₂ P ₂ K ₃	270	60	90	300	90	135
8	N ₂ P ₁ K ₁	270	30	30	300	45	45

1.3 供试肥料及水稻品种

尿素为山东郯城产,含氮(N)以 46%计;磷肥为湖北祥云产,含磷(P₂O₅)为 12%;钾肥为俄罗斯产氯化钾,含钾(K₂O)为 60%。供试水稻品种为连粳 6 号。

1.4 试验经过

试验点前茬小麦收获后,及时耕翻耙平,按设计筑埂、做小区和灌排水渠,建独立排灌系统,田埂均用塑料薄膜包裹,以防串水串肥。小区面积 33.35 m²,小区做好后按试验设计均匀施用氮磷钾基肥,并翻耙入土,耨平小区。试验田全部人工育秧移栽,2010 年 5 月 15 日育秧,秧龄 30 d;2011 年 5 月 19 日育秧,秧龄 28 d;水稻移栽规格为 0.27 m×0.11 m,33 万穴/hm²。各年度间试验处理病虫害防治方法相同且一致。

1.5 主要考察内容

主要考察试验各处理的基本苗、有效穗数、每穗总粒数、每穗实粒数、千粒重等。成熟时每一小区经目测后,选择代表性的 13.34 m²单收单打、晒干、称重、计实产。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理的产量及方差分析

2010 年及 2011 年水稻“3414”磷钾二因素试验各处理产量见表 2。由表 2 计算可得,2010 年响水县水稻缺磷、缺钾的相对产量分别是 92.3%、94.2%;2011 年缺磷、缺钾的相对产量分别是 97.5%、99.2%。按照“相对产量低于 50%的土壤养分分为极低,相对产量 50%~75%的为低,75%~95%为中等,大于 95%为丰富”的土壤养分丰缺指标分级原则^[13,16]。试验点 2010 年的土壤磷、钾养分指标为中等,2011 年则为丰富,但实际上试验实施地点为同一地块的不同部分,说明仅凭单一年度的试验结果不足以准确地对土壤养分丰缺指标进行判断。本试验采用 2010 年及 2011 年缺磷、缺钾相对产量的平均值 94.9%和 96.7%作为磷、钾养分丰缺的判断指标,结合试验点土壤磷、钾养分含量,可知在苏北潮盐土地区种植水稻,土壤有效磷达到 12.5 mg/kg、速效钾达到 86.6 mg/kg 以上时,磷、钾即为丰富,施用磷、钾肥无明显

显增产效果。

对 2010 年及 2011 年水稻“3414”磷钾二因素试验各处理产量结果分别进行方差分析,其 F

值分别为 0.78 和 1.18,均低于 $F_{0.05}=2.76$ 的标准,产量差异不显著。说明苏北潮盐土地区在试验设计所施磷、钾肥用量范围内,水稻施用磷、钾肥,产

表 2 水稻“3414”磷钾二因素试验各处理产量

序号	试验处理	2010 年						2011 年	
						X		X	
1	$N_2P_0K_2$	8 520.0	9 367.5	7 852.5	8 580.0	8 707.5	8 737.5	8 745.0	8 730.0
2	$N_2P_1K_2$	8 220.0	9 397.5	9 397.5	9 005.0	8 887.5	9 022.5	8 895.0	8 935.5
3	$N_2P_2K_2$	9 337.5	9 967.5	8 587.5	9 297.5	9 007.5	8 880.0	8 977.5	8 955.0
4	$N_2P_3K_2$	8 730.0	9 690.0	9 202.5	9 207.5	8 737.5	8 872.5	8 850.0	8 820.0
5	$N_2P_2K_0$	7 927.5	9 765.0	8 587.5	8 760.0	8 932.5	8 782.5	8 925.0	8 880.0
6	$N_2P_2K_1$	9 202.5	9 292.5	8 220.0	8 905.0	8 947.5	9 075.0	8 902.5	8 974.5
7	$N_2P_2K_3$	9 900.0	9 637.5	8 287.5	9 275.0	9 082.5	8 707.5	9 075.0	8 955.0
8	$N_2P_1K_1$	8 677.5	9 202.5	8 535.0	8 805.0	9 112.5	8 662.5	9 075.0	8 950.5

量无显著差异。

2.2 磷钾肥用量对水稻产量的效应分析

运用江苏省土肥站开发的“3414 试验分析器 SG-2.3^[17]”,将表 2 中的 2010 年及 2011 年的磷钾肥施用处理和相应的平均产量分别进行回归分析,并进行显著性检验。2010 年、2011 年回归分析的 F 值分别为 8.35 和 21.24,仅 2011 年的 F 值超过 $F_{0.05}=19.3$ 的标准,达到显著水平。回归分析的 F 值达不到显著水平的舍去,达到显著水平的拟合相应的肥料效应方程^[18]。将 2011 年试验处理与其对应的产量拟合相应的二元二次方程,可以得出:

$$Y=8\ 762.25+5.425\ 0P+0.612\ 9K+0.2195PK-0.672\ 1P^2-0.165\ 0K^2$$

(Y 为产量, P 为施 P_2O_5 量, K 为施 K_2O 量,单位为 kg/hm^2),拟合方程的相关系数(Multiple)及复测定系数(R Square)分别为 0.990 7、0.981 5,说明 2011 年的磷、钾肥的施用量与水稻产量效应方程具有可靠的拟合度。

根据 2011 年水稻种植季节磷(P_2O_5)6 元/kg,钾(K_2O)4 元/kg 与水稻 2.6 元/kg 的价格,可计算出在试验田土壤养分含量情况下,水稻最大产量的磷(P_2O_5)、钾(K_2O)肥施用量分别为 73.05 kg/hm^2 、37.2 kg/hm^2 ,最佳经济产量的磷(P_2O_5)肥施用量为 29.7 kg/hm^2 及不施钾。

考虑到本地区农业生产中群众首先希望增加水稻产量的实际情况,并结合试验田的土壤有效磷及速效钾含量和磷、钾缺素区相对产量,确定本地区磷、钾肥的用量略高于最佳产量施肥量的水平。推荐苏北潮盐土地区土壤有效磷达到 12.5 mg/kg 、速效钾达到 86.6 mg/kg 以上时,水稻磷(P_2O_5)、钾(K_2O)肥的施用量分别为 45 kg/hm^2 和 22.5 kg/hm^2 。

2.3 不同施肥处理的磷钾养分吸收值及利用率

水稻成熟收获时,采集各处理小区植株样品化验子粒和茎秆中磷钾养分含量,推算出磷钾肥不同施肥处理的磷钾养分吸收量见表 3。

根据表 3 中的 3 号和 1 号、5 号处理,可计算

表 3 水稻“3414”磷钾二因素试验各处理干物质产量及 NPK 养分吸收量

序号	试验处理	子粒重		干草重		养分吸收量					
						N		P_2O_5		K_2O	
		2010 年	2011 年	2010 年	2011 年	2010 年	2011 年	2010 年	2011 年	2010 年	2011 年
1	$N_2P_0K_2$	8 580.0	8 730.0	10 125.0	10 039.5	174.45	183.45	37.50	37.50	214.50	217.20
2	$N_2P_1K_2$	9 004.5	8 935.5	10 255.5	10 276.5	180.30	187.80	40.35	40.20	218.40	218.55
3	$N_2P_2K_2$	9 297.0	8 955.0	10 804.5	10 299.0	187.80	188.10	42.00	40.35	229.35	219.00
4	$N_2P_3K_2$	9 207.0	8 820.0	10 725.0	10 143.0	186.15	185.25	41.55	40.65	227.70	215.70
5	$N_2P_2K_0$	8 760.0	8 880.0	10 006.5	10 212.0	175.50	186.60	39.30	40.05	214.50	198.45
6	$N_2P_2K_1$	8 905.5	8 974.5	10 800.0	10 320.0	183.30	188.55	40.80	40.35	227.85	219.45
7	$N_2P_2K_3$	9 274.5	8 955.0	10 774.5	10 449.0	187.20	188.10	41.85	40.20	228.75	237.00
8	$N_2P_1K_1$	8 805.0	8 950.5	10 101.0	10 293.0	176.85	188.10	39.60	38.40	214.95	203.85

出 2010 年及 2011 年试验点的水稻磷、钾肥当季利用率分别为 7.5%、24.75% 和 3%、22.83%。远低于中国当前试验条件下水稻磷肥利用率 11.6%~13.7%、钾肥利用率 29.0%~33.8% 的水平^[19]。通过对 2010 及 2011 年的磷、钾肥利用率进行比较可知,在试验田土壤磷、钾养分含量的情况下,水

稻对磷、钾肥料的当季利用率是随着施肥量的增加而降低的。说明苏北潮盐土地区土壤有效磷和速效钾含量达到一定水平后,水稻磷、钾肥的用量并非越多越好,过量施用反而会使其当季利用率降低。此结果亦与赵营^[20]等研究结论相同。

2.4 不同施肥处理对水稻产量结构的影响

通过对田间苗情考察及实际调查,各处理间有效穗数、每穗总粒数、实粒数及千粒重差异不

大,说明本试验地土壤条件下,氮用量固定后,施用磷、钾肥对水稻产量结构没有明显影响。

表4 水稻“3414”磷钾二因素试验各处理产量结构

序号	试验处理	有效穗数(万/hm ²)		每穗总粒数(个)		每穗实粒数(个)		千粒重(g)		理论产量(kg/hm ²)	
		2010年	2011年	2010年	2011年	2010年	2011年	2010年	2011年	2010年	2011年
4	N ₂ P ₀ K ₂	304.95	300.90	132.2	129.3	115.6	116.5	27.0	26.3	9 517.5	9 219.0
5	N ₂ P ₁ K ₂	303.00	301.80	128.8	130.0	114.5	115.7	27.2	26.7	9 436.5	9 322.5
6	N ₂ P ₂ K ₂	309.90	309.45	124.9	132.1	113.7	117.2	26.5	27.1	9 337.5	9 828.0
7	N ₂ P ₃ K ₂	303.45	308.10	127.4	129.1	116.5	116.2	27.3	27.2	9 651.0	9 738.0
8	N ₂ P ₄ K ₀	307.05	307.50	131.6	128.8	114.3	114.0	26.7	26.4	9 370.5	9 255.0
9	N ₂ P ₂ K ₁	315.00	309.00	128.9	130.4	109.4	113.8	26.8	26.5	9 235.5	9 318.0
10	N ₂ P ₂ K ₃	313.50	310.95	137.4	134.7	113.0	115.1	26.8	26.5	9 493.5	9 484.5
14	N ₂ P ₁ K ₁	305.10	304.65	127.2	129.6	113.5	117.4	26.6	26.3	9 211.5	9 406.5

3 结论

3.1 在苏北潮盐土地区土壤有效磷达到 12.5 mg/kg、速效钾达到 86.6 mg/kg 以上时,水稻施用磷、钾肥增产效果不显著;增加用量后,会使其当季利用率降低。

3.2 推荐苏北潮盐土地区(土壤有效磷达到 12.5 mg/kg、速效钾达到 86.6 mg/kg 时)水稻磷(P₂O₅)、钾(K₂O)肥的施用量分别为 45 kg/hm² 和 22.5 kg/hm²,全部一次性基施。

参考文献:

- [1] 林葆,李家康,金继运.中国肥料的跨世纪展望[A].植物保护与植物营养研究进展[C].北京:中国农业出版社,1999:453-457.
- [2] 浙江农业大学主编.作物营养与施肥[M].北京:农业出版社,1990:112-118.
- [3] 凌启鸿.作物群体质量[M].上海:上海科学技术出版社,2000:154-197.
- [4] 黄旭,张桥,梁友强,等.广东省水稻测土配方施肥指标体系的磷钾指标研究[J].广东农业科学,2009(9):76-80.
- [5] 杜卫军,王文成,张胜景,等.冀东稻区水稻磷钾肥配方施肥试验初报[J].中国农学通报,2005,21(11):230-231,310.
- [6] 程建东,顾志权,陆建华,等.高产水稻的磷钾效应和适宜配比试验研究[J].现代农业科技,2011(8):41-42.
- [7] 刘富春.水稻磷钾不同配比用量施肥效应分析[J].耕作与栽培,2002(2):43,63.

- [8] 严定春,朱艳,曹卫星.水稻磷钾肥运筹的知识模型研究[J].中国水稻科学,2004,18(4):339-345.
- [9] 刘萍英,赵艳.徐州市贾汪区水稻磷钾肥施用指标体系研究[J].现代农业科技,2011(17):60-61.
- [10] 姚振飞,刘震美,高文伟,等.水稻磷钾肥运筹技术研究[J].江苏农业科学,1999(4):54-55,57.
- [11] 陈红明.红塔区水稻测土配方施肥3414不完全试验肥效分析[J].农业科技通讯,2010(7):95-97,241.
- [12] 中华人民共和国农业部.测土配方施肥技术规范[S].2008.
- [13] 陈新平,张福锁.通过“3414”试验建立测土配方施肥技术指标体系[J].中国农技推广,2006(4):36-39.
- [14] 钱华菊.水稻氮、磷、钾肥效“3414”不完全试验初报[J].华南师范大学学报(自然科学),2009(1):105-110.
- [15] 江苏省土肥站.2010年江苏省测土配方施肥管理与技术培训资料[Z].南京:2010:131-138.
- [16] 江苏省土肥站.2006年江苏省测土配方施肥管理与技术培训资料[Z].南京:2006:137.
- [17] 江苏省土肥站.江苏测土配方施肥网[EB/OL].http://www.chinafertilizer.gov.cn/DownLoadList.asp?page=1.
- [18] 戴树荣.南安县域甘薯的土壤养分丰缺指标研究[J].中国土壤与肥料,2010(3):11-16.
- [19] 张福锁,王激清,张卫峰,等.中国主要粮食作物肥料利用率现状与提高途径[J].土壤学报,2008,45(5):915-923.
- [20] 赵营,同延安,张树兰,等.氮磷钾施用量对灌淤土水稻产量及肥料利用率的影响[J].西北农业学报,2010,19(2):118-121.

欢迎订阅《中国种业》

《中国种业》为月刊,大16开,每期8元,全年96元。国内统一刊号:CN 11-4413/S,国际标准刊号:ISSN 1671-895X,全国各地邮局均可订阅,亦可直接汇款至编辑部订阅,挂号需每期另加3元。邮发代号:82-132。

地址:(100081)北京市中关村南大街12号 中国种业编辑部

电话:010-82105796(编辑部) 010-82105795(广告发行部)

传真:010-82105796 网址:www.chinaseedqks.cn

E-mail: chinaseedqks@sina.com chinaseedqks@163.com