

磷肥适宜用量及计算公式

张家泉 赵照根 谢兆林 赵贤扬

(浙江省黄岩市农业局)

摘 要

对二条直线和一元二次方程法求解早稻磷肥适宜用量进行了比较, 得出了二条直线求解优于一元二次方程的结论, 以及磷肥适宜用量的指标, 为磷肥合理施用提出了建议。

众所周知, 在缺磷土壤上磷肥对水稻的增产效益显著, 但并不是磷肥用量越多, 单位面积产量越高。然而, 黄岩市近年来早稻施用磷肥存在用量悬殊的问题, 多则50多公斤, 少则几公斤, 严重影响了磷肥对水稻的增产效应和经济效益。

根据我国磷矿资源有限的现状, 寻找早稻磷肥的适宜用量, 使较少的磷肥发挥更大的效益, 这在以水稻为主的产粮地区更有其实用意义。为此, 我们就本市早稻磷肥用量的有关试验结果, 通过两种函数微表和整体经济效益的比较, 探求在缺磷土壤上早稻施用磷肥的适宜用量, 以求有限的磷肥发挥更大的效益。

一、材料和方法

(一) 供试土壤

试验在青紫泥田、淡涂田、泥砂田和黄筋泥田4个有代表性的土壤上进行, 它们的理化性质列于表1。

表1 各试验点土壤理化性状

地点	土壤	质地	pH (H ₂ O)	有机质 全氮 全磷			碱解氮	速效磷 (mg/kg)	速效钾
				(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)			
沙北*	淡涂田	轻粘	6.6	45.7	2.64	0.61	181	6	171
屿下	青紫泥田	重壤	6.2	40.6	2.23	0.45	192	3	85
小坑	黄筋泥田	重壤	5.9	31.1	1.79	0.49	176	5	79
秀岭	泥砂田	中壤	5.8	48.1	2.70	0.53	245	7	98

* 现划归椒江市

(二) 试验设计

试验共设置4个试验点, 每试验点设5个处理: 1. 对照(不施磷); 2. 过磷酸钙15公斤(含P₂O₅1.8公斤, 亩施, 下同); 3. 过磷酸钙22.5公斤(含P₂O₅2.7公斤); 4. 过磷酸钙30公斤(含P₂O₅3.65公斤); 5. 过磷酸钙37.5公斤(含P₂O₅4.55公斤)。各处理重复3次, 田间排列为改良对比法, 小区面积0.02亩, 四周筑泥埂, 并设保护行。试验区不施有机肥料; 氮肥各小区均用0.4公斤尿素, 以一次全层或经验分次施; 钾肥均用0.15公斤氯化钾施于移栽初期和分蘖末期。

(三) 求解方法

土壤样品取自翻耕前夕, 以全层多点采集; 有效磷测定采用Olsen法; 全磷用HClO₄-H₂SO₄法; 早稻磷肥用量与稻谷产量(或纯利润)关系选用二条直线和一元二次线性回归

表征；最高产量(或最高利润)的磷肥用量求解：一元二次方程表达时，用方程的一次项系数除以负的二倍二次项系数的商作为磷肥用量；二条直线微表时，用二条直线相交点的磷肥用量(二条直线方程的共同解)。

(四)供试作物

供试作物为水稻，品种为早秈青秆黄或台所 5—10。

二、结果与分析

(一)磷肥不同用量对早稻稻谷产量的影响

试验结果(表 2)表明，在我市缺磷土壤上，磷肥对水稻稻谷有显著增产作用，但当磷肥用量增加到一定数量后，再继续增施磷肥，产量出现下降趋势，但其实质是产量基本保持平稳。

表2 各试验点不同处理的稻谷产量(公斤/亩)

处理	沙北	屿下	小坑	秀岭	平均
1	483.4	392.5	395.5	434.0	426.4
2	508.4	425.0	436.0	451.5	455.2
3	520.9	445.0	439.0	461.0	466.5
4	510.9	440.0	422.5	456.5	457.5
5	500.0	435.0	405.0	451.0	447.8

(二)磷肥用量与产量关系的函数轨迹

磷肥用量 (x, P_2O_5 公斤/亩) 与早稻稻谷产量 (y , 公斤/亩) 之间关系，通过数理统计，可用一元二次方程表达，也可用二条直线表征(表 3)。

由表 3 可见，用二条直线或一元二次方

表3 两种微表早稻磷肥用量效应的方式

地点	一元二次方程回归			二条直线回归		
	函数方程	r	最高产量的磷肥用量(P_2O_5 公斤/亩)	函数方程	r	最高产量的磷肥用量(P_2O_5 公斤/亩)
沙北	$y = 482.62 + 24.84x - 4.60x^2$	0.9741*	2.7	$y = 483.40 + 13.89x$ $y = 551.62 - 11.29x$	1.0000** -0.9992*	2.7
屿下	$y = 391.57 + 29.32x - 4.30x^2$	0.9807*	3.4	$y = 392.50 + 18.06x$ $y = 459.63 - 5.40x$	1.0000** -0.9999*	2.9
小坑	$y = 395.90 + 35.22x - 7.38x^2$	0.9929**	2.4	$y = 395.50 + 22.50x$ $y = 488.91 - 18.37x$	1.0000** -0.9995*	2.3
秀岭	$y = 433.18 + 16.55x - 2.74x^2$	0.9848*	3.0	$y = 434.00 + 9.72x$ $y = 478.78 - 5.40x$	1.0000** -0.9973*	2.8
平均	$y = 425.90 + 26.42x - 4.75x^2$	0.9858*	2.8	$y = 426.40 + 16.00x$ $y = 493.97 - 10.10x$	1.0000** -0.9993*	2.6

注：*达5%显著准，**达1%显著平准。

程表征磷肥用量和稻谷产量关系的相互关系系数均达显著或极显著平准，相关程度密切。并且还可看出，一元二次方程求解最高产量的磷肥用量大多比二条直线方程的求解值略有增高，但二个直线方程求解值与多年多点试验结果接近，因而有实用价值。至于小坑试验点最高产量的磷肥用量比其他 3 点偏低，这可能是黄筋泥田的固磷强度比其他 3 种土壤弱的缘故。综合上述两个方面，加之用二条直线表征早稻磷肥用量和产量的关系，其运算手续简便。因此我们认为早稻磷肥用量和产量关系的轨迹，可以用二条直线微表，而且优于一元二次方程的表达。应用二个直线方程求解早稻最高产量的磷肥用量：各试验点亩用量均未超过 2.9 公斤 P_2O_5 ，一般缺磷土壤的磷肥用量在 2.6 公斤 P_2O_5 。

(三)以经济效益求早稻磷肥用量

磷肥用量的多少直接关系到经济效益大小，过多地施用磷肥并不能带来磷肥增加的经济

效益。为了便于表达，采用各试验点累计平均法，仅以稻谷一项的纯利润，分析不同磷肥用量的经济效益(表4)，从而找出一般缺磷田块获得较大经济效益的适宜施磷量。

表4 磷肥不同用量的早稻稻谷经济效益*

处理	产量 (公斤/亩)	增产量 (公斤/亩)	增值 (元/亩)	磷肥成本 (元/亩)	磷肥纯利润 (元/亩)	磷肥投资效率
1	426.4	—	—	—	—	—
2	455.2	28.8	12.79	5.10	7.69	2.51
3	466.5	40.1	17.80	7.65	10.15	2.33
4	457.5	31.1	13.81	10.20	3.61	1.35
5	447.8	21.4	9.50	12.75	-3.25	0.75

*表中数字均为四个试验点的平均数。

表4可见，除处理5外，各处理磷肥投资效率都大于1，说明施磷都有一定的利润；处理5的纯利润负值，说明施过量磷肥反会出现“施磷买亏损”状况；此外，磷肥最高利润在处理3。

为了较准确地确定最高利润的磷肥亩用量，对磷肥用量(x、公斤P₂O₅/亩)与相对应的纯利润(z、元/亩)，进行数理统计(表5)。

表5 磷肥用量与纯利润的关系

磷肥用量 (P ₂ O ₅ 公 斤/亩)	实际纯利润 (元/亩)	函 数				模 拟			
		一元二次方程		理论最 磷肥最 高利润 高用量 (元/亩) (公斤/亩)		二个直线方程		理论最 最高纯 高纯利 利润的 润(元/ 磷肥用 亩) 量(公 斤/亩)	
0	0			-0.20				0	
1.8	7.69			8.98	z = 4.27x	1.0000**		7.69	
2.7	10.15	z = -0.20 + 8.88x	0.9794*	8.47	2.1			10.26	2.6
3.65	3.61	-2.10x ²		4.23	z = 29.81 - 7.24x	-0.9996*		3.38	
4.55	-3.25			-3.27				-3.13	

*达5%显著平准，**1%显著平准。

由表5得出，一般缺磷田块的磷肥用量与稻谷纯利润的关系，可以用一元二次方程，也可以用二个直线方程模拟，它们的拟合程度均较好，由二个直线方程推算的纯利润和实际纯利润的拟合程度更比一元二次方程计算值的拟合程度来得高。由此可知，应用二个直线方程求解磷肥最高纯利润的磷肥亩用量(2.6公斤P₂O₅)是比较可靠的。

三、结 语

综上所述，用二个直线方程或一元二次方程徵表早稻磷肥用量与稻谷产量(或纯利润)关系，其拟合程度均较好。应用二个直线方程求解早稻最高产量(或最高纯利润)的磷肥用量比一元二次方程求解所得值更为接近实际；加之二个直线方程回归手续简便，我们认为用二个直线方程徵表早稻磷肥用量与产量(或纯利润)的关系是确实可行的，而且优于一元二次方程。

在试验条件下，应用二个直线方程所求早稻最高产量的磷肥用量，最多亩施2.9公斤P₂O₅，一般缺磷土壤为亩施2.6公斤P₂O₅左右，一般缺磷土壤最高纯利润的磷肥亩用量也是2.6公斤P₂O₅左右。为此，我们建议，一般缺磷土壤的早稻磷肥适宜亩用量应是2.6公斤P₂O₅左右。然而，各田块因条件不同施磷量应有所差异，在大面积施肥时，应采取先试验后应用的方法为好。