

宁夏主要土壤的磷肥指数及磷肥用量

孙 权

(宁夏大学农学院农学系 永宁王太 750105)

摘 要 对宁夏主要土壤磷(P)肥指标(PFI)的测定表明,宁夏主要土壤的PFI介于1.89~2.75之间,即,每提高土壤速效P 1 μ g/kg,需施P₂O₅ 1.89~2.75 Kg, PFI与土壤物理性粘粒有极显著相关关系,依此计算的宁夏主要生产性土壤的建议施P量分别为黄绵土和黑垆土 65.7~71.4 kg/hm²、灌淤土 97 kg/hm²、灰钙土 47 kg/hm²,与肥效函数法所确定的用量较一致。

关键词 宁夏;石灰性土壤;PFI;施P量

中图分类号 S143.2

磷是作物生长发育必需的大量营养元素之一,但是土壤中的P素,特别是有效P的含量并不高,需要以肥料的形式补充到土壤中,提高土壤活性P的贮量,为获得作物的高产、优质创造条件。施入土壤中的水溶性P肥与土壤中的基质发生一系列的物理、化学、物理化学等反应,降低了土壤中P的活性,造成P肥的当季利用率不高,一般仅为10~15%。因此,研究土壤中P素特征、P的转化规律,是合理施用P肥,提高P肥利用率的重要课题。

作物吸收利用的主要是土壤中的有效磷。宁夏土壤的速效P含量大都在3~20 mg/kg之间,经生物试验和相关统计,宁夏土壤以Olsen-P划分土壤速效P的丰缺临界指标,Olsen-P<5 mg/kg,缺P;5~10 mg/kg,少P^[1];除灌淤土外,多数土壤的速效P含量<10 mg/kg。施P肥都有明显效果。但试验表明,宁夏灌淤土含速效P 30 mg/kg时,施P₂O₅ 90 kg/hm²仍然有效^[2],可见,单靠测定土壤速效P来确定施P与否是不精确的,探讨新的测土施P技术势所必然。

土壤P的有效度是一个物理化学问题。近年从物理化学角度阐明土壤P肥力的研究工作愈来愈多,根据土壤饱和吸附法配方施P是应用较为成熟的方法^[3-5]。以土壤物理化学原理解释为:当土壤胶体上吸附了足够的营养物质后,就可通过解吸作用不断地释放到土壤溶液中去,满足农作物吸收的需要^[6]。土壤P饱和吸附法主要包括土壤吸附等温线法、土壤P酸吸收系数法和P肥指标法。本文即根据后者研究宁夏主要土壤的P肥指标及预测施P量。

1 材料与方 法

1.1 供试土壤基本理化性状

供试土样全部采自宁夏10种典型土类土壤的耕作层(0~20 cm),多点采集混匀风干后过筛,按常规方法分析各项理化指标(表1)。

1.2 磷肥指数(PFI)^[7]

P肥指数(PFI)表示土壤固P力的大小,是指土壤有效P增加一个单位所需施入土壤中的水溶性P肥的数量。

称取过1 mm筛的土壤样品5.0g 6份,分别加入0、62.5、125、500、1000 mg/kg的P₂O₅标准溶液2ml,保湿恒温25℃下,培养72h后,用Olsen法测其速效P含量。用加入的P与土壤有效P增加量回归得到一条直线,其斜率即为PFI的值。

1.3 田间试验

于2000年在宁夏彭阳县白岔生态农业试点,用二次D饱和和最优设计布置N.P肥效试验,用二次正交回归旋转组合设计布置N.P等五因子优化栽培组合试验,用肥效函数法研究冬小麦的合理施肥。

2 结果与分析

2.1 宁夏主要土壤的P肥指数(PFI)

水溶性P肥施入土壤后,其中一部分很快转化为农作物难于利用的形态,另一部分则被土壤吸附或存在与土壤溶液中,保持着有效状态,且能被当季作物吸收利用。由于土壤性质各异,加入的水溶

表 1 供试土壤基本理化性状(g/kg)

编号	样名	有机质	全 N	全 P	全盐	速效 P	pH	物理性粘粒 (mg/kg)
1	风沙土	3.6	0.110	0.223	1.3	38.8	8.53	13
2	潮土	3.0	0.420	0.650	3.4	6.2	8.72	87
3	黄绵土	9.3	0.650	0.685	1.1	10.9	8.47	328
4	灰漠土	6.0			2.0	9.9	8.72	120
5	淡灰钙土	7.5	0.580	0.600	1.1	20.4	8.50	272
6	黑垆土	8.8	0.830	0.740	1.4	10.9	8.69	328
7	灌淤土	13.5	1.210	0.690	1.1	17.6	8.39	398
8	灰钙土	8.8	0.660	0.710	1.1	16.3	8.68	324
9	盐土	5.6	0.330	0.880	12.9	9.9	8.72	388
10	碱土	7.4	0.610	0.760	14.9	12.5	9.0	588

表 2 宁夏土壤的 PFI 值及相关参数

样号	样名	加入 P 量与有效 P 增量的关系	PFI	1/PFI	r
1	灌淤土	Y=2.63x+16.45	2.63	0.38	0.9862
2	灰钙土	Y=2.75x-27.69	2.75	0.36	0.9980
3	黑垆土	Y=2.73x+8.83	2.73	0.37	0.9992
4	潮土	Y=2.69x-3.69	2.69	0.37	0.9935
5	盐土	Y=2.16x-15.87	2.16	0.46	0.9989
6	碱土	Y=2.31x-20.7	2.31	0.43	0.9983
7	淡灰钙土	Y=2.02x-42.33	2.02	0.50	0.9966
8	风沙土	Y=1.89x-71.7	1.89	0.53	0.9937
9	黑垆土	Y=2.25x+3.29	2.25	0.44	0.9995
*	黑垆土	Y=2.26x+7.89	2.26	0.44	0.9994
10	黄绵土	Y=2.19x+12.14	2.19	0.46	0.9988
*	黄绵土	Y=2.11x+7.11	2.11	0.47	0.9994

性 P 量与吸附后表现出的有效 P 量之间的比值不同。将这一关系列入表 2。

显然,宁夏主要土壤加入的水溶性 P 量与土壤有效 P 增量之间存在典型的线性关系 (r 在 0.9862~0.9994 之间)。

2.2 宁夏主要土壤的 P 肥用量

确定 P 肥需要量的关键是需要知道施入的每千克 P_2O_5 能提高土壤有效 P 多少 mg/kg, 此值称为磷酸回收系数。或者需知道土壤有效 P 增加 1 mg/kg, 需施 P_2O_5 多少千克, 二者互为倒数。由试验结果知, 宁夏主要土壤施 1kg 的 P_2O_5 , 土壤有效 P 能提高 0.36~0.53 mg/kg, 平均为 0.43 mg/kg, 以风沙土为最高, 灌淤土为最少。或者说每提高土壤速效 P 1mg/kg, 需施 P_2O_5 1.89~2.75 kg, 平均为 2.33 kg。

有了 PFI 值, 即可根据下式计算土壤施 P 量:

$$Q=0.15 \times PFI \times (K-Po)^{[6]}$$

式中: Q 为施 P 量, 0.15 为每公顷耕层土壤由

mg/kg 换算成 kg/hm^2 , K 为土壤施有效 P 的临界值 mg/kg, Po 为实测土壤有效 P 量 mg/kg, $(K-Po)$ 为产量达 95% 时的土壤速效 P 增量。

上式中 K 值的确定一般采用田间试验的相对产量与基础土样的速效 P 量做散点图, 相对产量达 95% 时相应的速效 P 水平即为最经济的不需施 P 肥的土壤速效 P 的最适含量, K 值在京郊、鲁北为 32.5 mg/kg^[8]; 宁夏灌区速效 P 达到 34 mg/kg 以上时, 施 P 肥效果不明显^[9]; 上海为 25 mg/kg^[10]; 陕西黑垆土为 25 mg/kg^[11], 宁南旱地土壤田间试验结果, Olsen-P 达到 25 mg/Kg 时, 即可保证小麦相对产量 95% 以上的需 P 量^[12,13]。以此作为宁南土壤的 K 值, 将宁夏主要土壤的建议施 P 量列入表 3。

表 3 宁夏主要生产性土壤的建议施 P 量 (kg/hm^2)

样名	灌淤土	盐土	潮土	灰钙土	淡灰钙土	黑垆土	黄绵土
建议施 P 量	97	117	99	47	61.5	71.4	65.7

3 关于土壤施 P 量的讨论

植物吸收利用的是土壤中的有效 P, 土壤有效 P 的消长取决于土壤 P 素的收支状况, 而其消长速度取决于土壤性质。为了获得植物持续的高产稳产, 必须建立起一个有效的土壤 P 库, 使土壤肥力逐步提高。对于 P 素不足的北方石灰性土壤来说, 施 P 肥是建立土壤有效 P 库的主要措施。科学施 P 肥则既能保证植物的高产需要, 又不至于产生 P 肥资源的不合理分配。关于 P 肥用量的研究, 国内外近年应用较多的方法有: (1) 根据土壤有效 P 测定值的

分级标准决定 P 肥用量；(2) 根据土壤 P 的容量和强度测定得出 P 肥指数，计算不同土壤的 P 肥用量 (PFI 法) (3) 根据肥效函数法求出最高产量和最佳产量的 P 肥用量 (FEF 法)；(4) 根据 P 酸吸收系数决定 P 肥用量 (PAC 法)。以宁夏全区的共同作物春小麦为对象，将上述 4 种方法的预测施 P 量值对比列入如表 4。

对比上表可知，建立在土壤对 P 吸附原理基础上的 P 酸吸收系数 (PAC) 法与等温吸附法 X_m 值

表 4 宁夏主要土壤栽培春小麦时的建议施 P 量 (kg/hm^2)

地区分类	土壤类型	等温吸 附法	PAC 法	PFI 法	肥效函 数法
宁北 灌区	灌淤土	74.4	59	97	65
	盐土	49.8	50	-	74
宁中	潮土	44	39	-	-
	灰钙土	54	43	47	60
	淡灰钙土	62	52	61.5	90
宁南	黑垆土	77	54	71.4	77
	黄绵土	54	53	65.7	63

具有类似的性质和数量，且都以标准需 P 量的 0.3% 预测春小麦的需 P 量，二者的预测结果基本一致，P 肥力指标法预测值与等温吸附法预测值相近，3 种物理化学方法与肥效函数法计算的施 P 量比较接近，与肥效函数法比，P 肥力指标法简捷、直观，更适合基层生产单位用于测土推荐施 P 研究。

参考文献

- 1 宁夏农业勘察设计院. 宁夏土壤. 银川: 宁夏人民出版社, 1990
- 2 戈敢. 小麦测土施磷的实践与效益. 宁夏农林科技, 1988, 4: 8-11
- 3 周鸣铮. 土壤肥力测定与测土施肥. 北京: 农业出版社, 1988
- 4 金耀青, 张中原. 配方施肥方法及其应用. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1993
- 5 陈尚瑾, 刘立新. 在石灰性土壤上磷肥肥效演变的研究和施磷建议. 中国农业科学, 1987, 20 (2): 56-62
- 6 鲁如坤. 推荐施肥法和复合肥配方. 土壤肥料, 1994, (3): 176-180
- 7 王淑敏, 柴玉博. 河北省几种土壤磷肥用量的估算初探. 土壤通报, 1993, 6: 273-275
- 8 陈尚瑾, 刘立新等. 华北石灰性土壤需磷量及建议施磷的研究. 土壤肥料, 1987, (2): 20-23
- 9 罗学义, 梅岩. 磷肥的有效施用条件与施用方法. 宁夏农业科技, 1981, (2): 20-22
- 10 傅明华, 戴友松. 上海土壤磷的吸附特征及其缓冲性能的研究. 土壤学报, 1986, 23(2): 113-123
- 11 李昌纬. 垆土中无机磷的形态转化及其生物有效性. 土壤, 1992, 2: 65-67
- 12 孙权. 宁南旱地冬小麦丰产栽培综合农艺措施优化方案的研究. 干旱地区农业研究, 1997, 15 (2): 26-30
- 13 孙权. 宁南旱地土壤磷肥用量研究初探. 干旱区研究, 1996, (2): 84-86

P INDEXES OF AND P APPLICATION RATES IN MAJOR SOILS OF NINGXIA

Sun Quan

(Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ningxia University. Yongning 750105)