

磷 肥 残 效 研 究

田忠孝 曹季江

(广西农业科学院土壤肥料研究所 南宁 530007)

摘 要

采用田间定位试验的方法,对磷肥的残效及利用情况进行了研究。结果表明,定量磷肥以不同的分配方式施入土壤后,不仅对当季作物有明显的增产效果,而且对后作也表现了较大的残效。在连续施磷的情况下,残效可以迭加,从而显著提高了磷肥当季利用率和累计利用率。

关键词 磷肥;残效;利用率

磷肥施入土壤后,由于土壤对磷的固定作用和磷在土壤中的移动性差等原因,使磷肥当季利用率不高,一般多在5—20%之间。未被利用的部分则以不同形态残留于土壤之中,并不断累积起来。这部分残留磷对后作的效果和利用情况,及对土壤有效磷库的影响等,是大家所关注的问题。过去的研究多侧重于磷肥当季的效果、对残效研究较少。为合理经济施用磷肥,充分发挥磷肥的增产潜力和经济效益,针对上述问题,对定量磷肥,以不同分配方式施入土壤后的残效及利用情况进行了多年田间定位试验。现将主要结果整理于后。

1 材料与方 法

试验在新疆阿拉尔进行,土壤为塔里木河冲积形成的灌耕林灌草甸土,质地粉沙壤土,0—20cm 土层土壤有机质含量 12.3gkg^{-1} ,全氮 0.67gkg^{-1} ,全磷 0.72gkg^{-1} ,碱解氮 31.5mgkg^{-1} ,速效磷 8.8mgkg^{-1} 、碳酸钙 139.5gkg^{-1} ,pH8.2,前作冬小麦。

试验进行了4年,共设置4个基本处理:(1)对照(P_0),不施磷肥;(2)年年施(P_4),每年施 P_2O_5 4kg/亩,4年共施 P_2O_5 16kg/亩;(3)隔年施(P_8),试验第一年和第三年各施 P_2O_5 8kg/亩,第二年和第四年不施磷肥;(4)一次施(P_{16}),试验第一年一次施 P_2O_5 16kg/亩,以后三年不再施磷肥。上述各处理每年配合施用 N 12kg/亩。试验最后一年,将对照和年年施处理小区分别裂为两个小区,分别增设施 P_2O_5 4kg/亩和停施磷肥的副区。

施肥方法:磷肥(重过磷酸钙)全部和氮肥(尿素)总量的50%于播种前开沟条施,深度10cm左右,余下50%的氮肥于第二年作拔节肥开沟追施。

供试作物为冬小麦,品种新冬二号,小区面积 32.5m^2 ,随机排列,重复3次。土壤和植株分析按《土壤理化分析》方法进行。

• 该项研究是两作者在新疆工作期间进行的。

2 结果与分析

2.1 磷肥对当季作物的增产效果

试验结果(表1)表明,在该试验条件下,施用磷肥对当季冬小麦有明显的增产效果。试验当年,亩施 P_2O_5 4kg, 8kg, 16kg的3个处理,分别较对照增产17.3%、18.0%和22.7%,均达到极显著水平。施磷量在4—16kg/亩范围内,产量随施用量的增加而增加,但各处理之间差异不明显。而每公斤 P_2O_5 所增产的小麦则随施用量的增加而明显减少,分别为20.0kg/亩、10.4kg/亩和6.56kg/亩。在以后3年中,年年施处理较对照均保持较高的增产率,分别达到29.2%、44.6%和110%。上述结果说明施用磷肥对当季冬小麦的增产效果是十分显著的。从合理经济施用磷肥来看,在该试验条件下,其施用量以每亩4kg P_2O_5 较为适合。

表1 磷肥分配方式对冬小麦产量的影响* (kg/亩)

处理	试验当年	第二年	第三年	第四年	四年总产	年平均产量
年年施	542 aA	504 aA	457 aA	481 aA	1984	496
隔年施	545 aA	472 aA	450 aA	390 bA	1857	464
一次施	567 aA	504 aA	402 bA	299 cB	1772	443
对 照	462 bB	390 bB	316 cB	229 dB	1397	349

*表中小写和大写英文字母分别代表5%和1%的显著水平。

2.2 磷肥的残效

施入土壤中的磷,当季作物只能吸收利用很少一部分,绝大部分则以不同形态残留于土壤中。从表1所列产量结果表明,这部分残留磷对后作仍有明显的增产效果,表现出一定的残效。例如,一次施处理,在试验当年一次施入 P_2O_5 16kg/亩,不仅对当季冬小麦表现了极为明显的增产效果,而且在以后3年未施磷肥的条件下,增产作用仍然十分明显,分别较对照每亩增产114kg、86.0kg和70.0kg,增产29.2%、27.2%和30.6%,3年残效累计增产小麦270kg/亩,平均每年增产90.0kg/亩。这部分增产可视为一次施 P_2O_5 16kg/亩后的3年残效。同样,隔年施处理,在试验的第一年和第三年每亩各施 P_2O_5 8kg,而在试验第二年和第四年均未施磷肥的情况下,仍较对照明显增产,每亩分别增产82.0kg和161kg,增产21.0%和70.3%,两次残效共增产小麦243kg/亩。这部分增产则可视为隔年施 P_2O_5 8kg/亩后的一年残效。

为研究连续施磷后的残效,我们在试验的第四年,将年年施处理裂为两个小区,其中一个不施磷(副区),另一个继续施磷(P_2O_5 4kg/亩)。对照地裂为两个小区,其中一个新施 P_2O_5 4kg/亩(副区),另一个继续不施磷,以研究新施磷的效果。其产量结果列于表2。

表2 残磷和新施磷对冬小麦产量(kg/亩)的影响

处 理	不施磷	新施磷	新施磷增产(kg/亩)	增产率(%)
年年施(有残磷)	362*	481	119	32.9
对照(无残磷)	229	417*	188	82.1
残磷增产(kg/亩)	133	64.0		
增产率(%)	58.1	15.3		

*为增设副区的产量。

结果表明,在连续3年每亩施 P_2O_5 4kg以后停施磷的副区,较不施磷的对照增产133kg/亩,增产率达58.1%。说明在连续施磷的情况下,可在土壤中建立起较大容量的有效磷库,并具有相当的大的残效,足以使后作获得较高的产量。从表2还可看出,对照区在连续3年未施

磷肥而无残磷存在的情况下,土壤磷素大量消耗得不到补充,此时新施入磷的效果十分显著,冬小麦单产达到417kg,较对照增产188kg,增产82%。而年年施处理在有残效磷存在的条件下,继续施磷的效果就不如前者显著了。

上述磷肥的残效是在和不施磷的对照相比较得出的结果。由于对照区长期不施磷,随着种植年限的延续,土壤中有效磷的含量大幅度下降。据分析,速效磷从试验当年的 10.3mgkg^{-1} 下降到第四年的 1.7mgkg^{-1} ,作物产量也由试验开始时的462kg/亩降至第四年的229kg/亩。因此,残磷表现出来的增产效果十分显著(和对照比较),甚至超过施磷当年的增产率,而且随着残效年限的延续,增产率还有逐年上升的趋势。但从绝对产量来看,其残效表现出来的产量水平是逐渐下降的。一次施磷处理当年产量为567kg/亩,在以后的3年中分别为504kg/亩、402kg/亩和299kg/亩。如果以每年施 P_2O_5 4kg/亩处理的产量为100%,则一次施磷后3年的残效分别相当于该处理产量的100%、88.0%和62.2%。由此看出,一次施 P_2O_5 16kg/亩的第一年残效和年年施 P_2O_5 4kg/亩处理的产量相当,第二年残效和该处理大致接近,而第二年残效就远不如年年施处理的产量水平了。根据上述,磷肥施入土壤后,虽然具有3年或更长时间的残效,但其产量则是随残效年限的延长而逐渐下降的,到第三年,其残效已不能使作物获得较高产量了。因此,对磷肥残效的利用,既要考虑它的增产效果,同时也要考虑作物本身产量的高低,这对合理经济施用磷肥有重要的实践意义。

2.3 残效迭加与磷肥利用率

众所周知,磷肥的当季利用率是很低的。根据该试验,每亩施 P_2O_5 4—16kg的当季利用率在7.38—15.5%,并随着施肥量的增加而降低。在连续施磷的情况下(4年),磷肥当季利用率则随施肥年限的延长而明显增加。连续4年年施 P_2O_5 4kg/亩的处理,其当季利用率则由15.5%提高到39.8%,增加1.5倍(表3)。这种效果是由于新施磷和磷肥的残效及其残效迭加共同作用的结果,新施磷和残磷同时被作物吸收利用,使磷肥当季利用率显著提高。一次施磷处理的残效当季利用率随残效时间的延长而逐渐降低,由第一年的7.38%降至第四年的3.38%。但从各处理磷肥总的累计利用率来看,它是随时间的延长不断提高的,到第4年各处理累计利用率逐渐接近,但仍以年年施处理的累计利用率为最高,隔年施次之,一次施最低。由此可以认为,施入土壤中的磷,当年未被利用的而被土壤固定变成难效态的那部分磷,在以后的年分里,仍可逐渐转化变成有效态磷,缓慢地被作物吸收利用。如果观察研究磷肥残效的试验年限进行得足够长的话,那么,所有施入到土壤中的肥料磷最终都有可能被作物吸收利用。

表3 不同处理的磷肥利用率

试验 年限	植株吸磷量 ($\text{P}_2\text{O}_5\text{kg/亩}$)				当季利用率*(%)			累计利用率(%)		
	P_0	P_4	P_8	P_{16}	P_4	P_8	P_{16}	P_4	P_8	P_{16}
当 年	2.59	3.21	3.26	3.77	15.5	8.38	7.38	15.5	8.38	7.38
第二年	1.60	2.49	2.25	2.62	22.3	(8.13)	(6.38)	18.9	16.5	13.8
第三年	1.74	3.10	3.04	2.71	34.0	16.3	(6.06)	23.9	16.4	19.8
第四年	1.42	3.01	2.53	1.96	39.8	(13.9)	(3.38)	27.9	23.3	23.2

* 括号内的数字为残效利用率。

(下转第280页)

