

ABT 生根粉提高作物磷素利用率的效果探讨

刘世亮 骆永明

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

介晓磊 李有田 李明雄

(河南农业大学)

摘 要 利用盆栽试验研究了 ABT 生根粉对我国北方石灰性潮土中 P 素的作物利用效果。结果表明, ABT 生根粉浸种能显著增加小麦的根量和植株吸 P 量,能显著提高作物对 P 肥的利用率。ABT 生根粉提高小麦对 P 素利用率与其使用方式和 P 肥种类有关。

关键词 ABT 生根粉;石灰性潮土;P 肥利用率

我国北方地区分布着大面积的石灰性土壤,尤其是黄淮海地区广泛分布的潮土富含碳酸钙。在这些土壤中,作物对 P 肥的利用率很低,当季利用率一般只有 5~10%,加上作物的后效,一般也不超过 25%^[1]。因此,大部分 P 肥成为无效态(难溶态)在土壤中积累。据黄土高原 7 省区的调查,土壤全 P 平均含量较有效 P 高 205 倍;黄淮海平原潮土和风沙土全 P 较有效 P 含量高 130~500 倍^[1]。因此,石灰性土壤中储存了丰富的潜在 P 素资源。固定态 P 由于溶解度很低,无法满足一般作物的生长需求^[2~4]。所以如何提高石灰性土壤中固持的 P 素利用和 P 肥的利用率已成为国内外许多土壤学家、植物营养学家广泛关注的问题,这也是世界农业可持续发展的要求^[5,6]。长期以来,国内外学者对石灰性土壤上施用 P 肥以后 P 素的形态转化,尤其是以钙形态结合的 P 素即不同形态的 P 酸钙盐在土壤中的转化及对作物的有效性进行了大量的研究工作^[7~12]。ABT 生根粉是一种能促进作物根系进一步生长的化学物质,从而能扩大作物对 P 素的有效利用空间。本文就是从 ABT 生根粉的不同施用方式来研究作物对 P 素的利用效果,以期为提高石灰性土壤中 P 素利用率提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 供试土壤

试验土壤采于偃师市洛河冲积物上发育的石灰性潮土,其耕层土壤(0~20 cm)的基本理化性质如下:pH 7.76,全氮 1.22 g/kg,全 P 1.79 g/kg,全 K 26.2 g/kg,速效 P(Olsen-P) 20.5 mg/kg, CaCO₃ 30.2 g/kg,物理性粘粒为 440 g/kg。

1.2 供试 P 肥

供试 P 源及其含 P 量(P₂O₅)分别为:(NH₄)₂HPO₄ 45%、过磷酸钙(SSP) 14%、钙镁磷肥(CaMg-P) 24.4%,磷酸十钙(Ca₁₀-P) 44.95%。ABT 生根粉(4 号)使用浓度为 25mg/kg。

1.3 试验方法

盆栽试验采取裂区设计。主处理为不施 ABT 生根粉(CK)、浸种施用 ABT 生根粉(ABT

浸种) 喷施 ABT 生根粉 (ABT 喷施); 副处理为不同 P 源处理即无 P、 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 、SSP、CaMg-P、 $\text{Ca}_{10}\text{-P}$ 。重复 2 次。每试盆装过 2mm 筛的风干土 3kg, 装土容重 $1.3\text{g}/\text{cm}^3$ 。每盆肥料用量为 KCl 1.194g, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 1.628g ($(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 处理的除外); $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 处理的每盆施 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 0.977g。其余各处理每盆施 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 1.667g, SSP 5.357g, CaMg-P 3.074g, $\text{Ca}_{10}\text{-P}$ 1.668g, 指示作物为温麦 6 号。播种前选籽粒饱满的小麦种子于浓度为 $25\text{mg}/\text{kg}$ 的 ABT 生根粉溶液中浸泡至发芽, 再移栽至每盆中。而喷施的方法为: 通过计算浸种所吸收的 ABT 生根粉溶液的量, 吸取溶液喷施于土壤中, 并充分搅拌均匀后移栽麦苗。每盆种植 8 株小麦。小麦生长期定期称重灌水, 保持土壤含水量为田间持水量 70% 左右。成熟期收获植株样, 烘干后分别称重、粉碎, 测定植株样吸 P 量。

1.4 分析方法

土壤全 P: HClO_4 -浓 H_2SO_4 消煮, 钼兰比色法; 植株全 P: H_2SO_4 - H_2O_2 消煮, 钒钼黄比色法; 土壤速效 P: Olsen 法^[13]。

2 结果分析

2.1 ABT 生根粉的不同施用方式对土壤全 P 的影响

由表 1 可以看出, ABT 生根粉的不同施用方式对土壤全 P 无明显影响, 这可能与土壤中丰富的 P 库有关。

表 1 ABT 生根粉施用与土壤全 P 含量 ($\text{P}_2\text{O}_5\%$) 的关系

处理	CK	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	SSP	CaMg-P	$\text{Ca}_{10}\text{-P}$
ABT 浸种	0.176	0.196	0.204	0.196	0.205
ABT 喷施	0.177	0.198	0.197	0.191	0.203
CK	0.178	0.199	0.206	0.198	0.203

2.2 ABT 生根粉对小麦根系的影响

由表 2 可知, ABT 生根粉的使用可以促进作物根系的生长发育, 将 ABT 生根粉的不同使用方式与根系重量进行比较说明 ABT 浸种和 ABT 喷施之间均达到了极显著的差异, 而 ABT 喷施与对照之间没有达到显著差异。这说明 ABT 生根粉浸种较喷施更能促进根系的发育, 因而合理使用 ABT 生根粉是提高作物产量的方法之一。

表 2 ABT 生根粉使用方式与根系重量 (g/盆) 关系

处理	CK	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	SSP	CaMg-P	$\text{Ca}_{10}\text{-P}$	平均重量
CK	3.004	4.026	3.753	3.287	2.239	3.262Bb
ABT 浸种	3.204	4.735	4.516	4.025	2.583	3.813Aa
ABT 喷施	3.044	4.020	3.847	3.299	2.355	3.313Bb

2.3 ABT 生根粉的使用方式与植株吸 P 量的关系

由图 1 看出, 植株吸 P 量随 ABT 生根粉的施用均有提高, 在相同的施肥处理下, ABT 生根粉的浸种较喷施和对照植株的吸 P 量均大大提高。这可能与前面所得到的 ABT 浸种较 ABT 喷施、CK 更能促进作物生长有关。

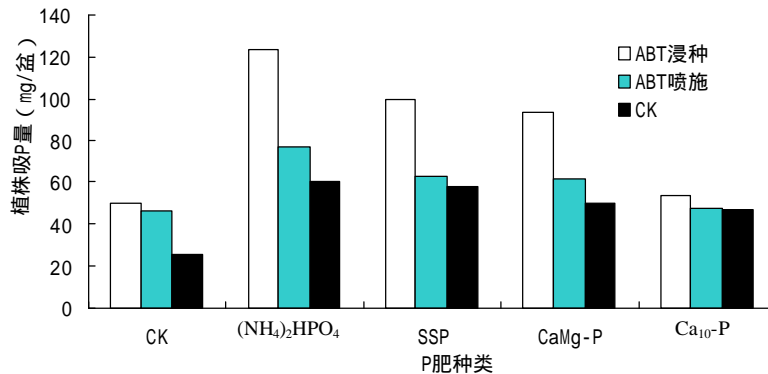


图 1 ABT 使用方式与植株吸 P 量的关系

2.4 ABT 生根粉对不同品种 P 肥利用率影响

从表 4 可以看出, 使用 ABT 生根粉可以提高作物对 P 肥的利用率, 最大可以提高 12%。在相同的施肥处理下, ABT 浸种对 P 肥的利用率大于 ABT 喷施, 可见, 在根系周围直接施用 ABT 生根粉对 P 素的利用有重要作用。在不同的 P 肥品种间, ABT 生根粉对 P 素利用率也有差别。ABT 生根粉浸种施用对 SSP 和 CaMg-P 中的 P 素利用率较高。

表 4 ABT 生根粉对 P 肥利用率的影响

P 肥品种	ABT 处理方式	P 肥利用率%*	增加%
无 P (CK)	CK	—	—
	ABT 浸种	—	—
	ABT 喷施	—	—
(NH ₄) ₂ HPO ₄	CK	12.57	—
	ABT 浸种	22.76	10.19
	ABT 喷施	13.76	1.19
SSP	CK	9.3	—
	ABT 浸种	20.98	11.68
	ABT 喷施	10.71	1.41
CaMg-P	CK	5.81	—
	ABT 浸种	17.82	12.01
	ABT 喷施	7.44	1.63
Ca ₁₀ -P	CK	0.66	—
	ABT 浸种	4.40	3.74
	ABT 喷施	1.85	1.19

* P 肥利用率(%) = (处理植株吸 P 量 - 对照植株吸 P 量) / 施 P 量 × 100%

3 结 论

通过盆栽裂区试验, 可以认为 ABT 生根粉在浸种施用时可促进小麦作物根系生长。这可能与其能促进作物对 P 肥的吸收利用, 显著增加作物的吸 P 量, 提高作物对 P 肥的利用率有关。小麦作物对过磷酸钙和钙镁磷肥中的 P 素利用率较高, 这可能与这两种 P 肥的速效 P 含量较低有关。施用 ABT 生根粉对土壤全量 P 无明显影响。ABT 生根粉提高 P 肥利用率与其使用方式和 P 肥种类有关。

参 考 文 献

- 1 王庆仁, 李健云等. 植物高效利用土壤难溶态磷研究动态及展望. 植物营养与肥料学报. 1998, 4(2): 107~116
- 2 张漱茗, 于淑芳. 石灰性土壤中无机磷形态和有效性的研究. 土壤肥料, 1992, 6(3): 1~4

- 3 吕家珑, 张一平, 张君常等. 土壤磷素运移研究. 土壤学报, 1999, 36(1): 75~82
- 4 程传敏, 曹翠玉. 干湿交替过程中石灰性土壤磷吸附和解吸的变化. 土壤肥料, 1994, 1: 12~16
- 5 David A. Richard. Review of phosphorus acid and its salts as fertilizer materials. Journal of Plant Nutrition, 2000, 23(2): 161~180
- 6 陈国潮. 土壤固定态磷的微生物转化和利用研究. 土壤通报, 2001, 32(2): 80~83
- 7 沈仁芳, 蒋柏藩. 石灰性土壤无机磷的形态分布及其有效性. 土壤学报, 1992, 9(1): 80~85
- 8 顾益初, 李阿荣等. 不同磷源在石灰性土壤中的供磷能力. 土壤, 1991, 22(5): 296~301
- 9 王光火, Syers, J. K. 石灰性土壤与磷源的反应及吸持态的同位素交换. 土壤学报, 1993, 30(4): 374~379
- 10 王永和, 蒋仁成等. 石灰性土壤有机无机肥配施对土壤供磷的影响. 南京农业大学学报, 1993, 16(4): 36~42
- 11 陈欣, 宇万太等. 磷肥低量施用制度下土壤磷库的发展变化. 土壤有效磷及无机磷组成. 土壤学报, 1997, 34(1): 81~88
- 12 鲁如坤, 时正元等. 土壤积累态磷研究. 几种典型土壤中积累态磷的形态特征及其有效性, 土壤, 1997, 2: 57~60
- 13 南京农业大学主编. 土壤农化分析, 北京: 农业出版社, 1981

(上接第 151 页)

倍。另据本站肥情调查:1991~1999 平均每年(稻麦两熟)N 肥投入量 $501\text{kg}/\text{hm}^2$, 比 1984~1990 年平均增加 1.38 倍; P_2O_5 1991~1999 年平均投入 $87\text{kg}/\text{hm}^2$, 比 1984~1990 年增加 2 倍。根据产量水平以及有关试验求得的植株养分含量(表 4)计算得知。N 肥的投入量远大于吸收, 一方面使土壤、籽粒 N 素含量提高(表 5), 另一方面会造成 N 素的大量损失和引起较严重的环境污染; 同样 P_2O_5 的投入(尤其是 1991 年以后)也超过了吸收, 土壤 P 素水平提高。

3.3 投入与产出不平衡是导致土壤 K 素难以提高的根本原因

据王柏英、徐菊芳等研究^[1]: K 肥的投入量大于吸收量的 1.2 倍时, 土壤 K 素才有积累。由表 5 可见, 1984~1999 年 K 肥投入量是吸收量的 1.1 倍, 故总体上土壤速效 K 呈下降趋势; 1996~1999 年投入量是吸收量的近 1.2 倍, 这段时间土壤速效 K 含量有所提高。

另据定位试验, 连续 3 年免少耕(稻麦双免)耕层 0~7cm 土壤速效 K 含量比常规耕作(稻耕麦免)下降 2.7%、7~14cm 下降 10.4%, 这可能是土壤速效 K 含量下降的又一原因。由于免少耕, 土壤得不到冬耕晒垡, 不利于土壤缓效 K 的释放。

参 考 文 献

- 1 王柏英, 徐菊芳等. 丘陵低产黄刚土有机质和磷钾养分平衡研究. 江苏农业研究, 2000, 21(1): 48~51.
- 2 王伯华. 秸秆直接还田作用的探讨. 土壤, 1984, 16(5): 183~184.
- 3 史吉平, 张夫道, 林葆. 长期施用氮磷钾化肥和有机肥对土壤氮 PK 养分的影响. 土壤肥料, 1998, (1): 7~10.