

黄褐土无机磷转化规律研究

李孝良 于群英 俞华莲

(安徽技术师范学院 安徽凤阳 233100)

摘要 盆栽试验表明:施入P可明显改变黄褐土无机P组成,施入P当季的转化以F_a-P最多,A₁-P、Ca₂-P次之,Ca₁₀-P只有在施入土壤半年后才有较明显增加,但当季作物收获后,施P与不施P土壤Ca₂-P又有一致的趋势。

关键词 P肥;黄褐土;无机P形态;转化规律

中图分类号 S143.2

LAW OF INORGANIC PHOSPHORUS TRANSFORMATION IN YELLOW-CINNAMON SOIL

Li Xiaoliang Yu Qunying Yu Hualian

(Anhui Technical Teachers College, Fengyang 233100)

植物生长所需的矿质营养元素来自土壤,采用适当的方法来了解土壤中各种营养元素存在的形式及对植物的有效性状况,长期以来是土壤学与植物营养学的重要研究方向。P作为植物所必需的营养元素,在植物营养中具重要地位。大量P肥试验结果表明^[1, 2],土壤中含P量在0.08%~0.1%以下,P肥均表现出增产效果。我国许多土壤P素供应不足,因此定向地调节P素状况和合理施用P肥,是提高土壤肥力,达到作物高产优质的重要措施之一。施肥后土壤中P的形态转化及其有效性问题一直为国内外学者所关注。1957年张守敬等^[3]提出了酸性土壤无机P分级体系及其改进方法,促进了酸性土壤无机P形态的研究。而蒋柏藩等针对石灰性土壤的特点提出了新的无机P分级体系^[4, 5],对于Ca-P为主的土壤无机P形态研究产生了巨大的推动作用。P肥施入到土壤之后,即进行一系列的形态转化,作物在整个生长过程中吸收的肥料P大部分来自于新形成的产物,而不是P肥本身。因此对P肥在土壤中的形态转化规律及其有效性的了解,不仅是合理施用P肥和提高P肥利用率的理论基础,而且对肥料品种的发展也有重要的参考价值。

1 材料与方法

1.1 供试土壤

选自本地较有代表性的Q₃母质发育的黄褐土,

土样采自凤阳城北,土壤基本性质采用常规分析方法测定:pH6.6,有机质21.4g/kg,有效P22.1mg/kg,全P0.687mg/g,无机P总量447mg/kg,有机P总量240mg/kg。

1.2 盆钵实验

采用单因素5水平随机区组设计,6个处理,4次重复,每盆装土10kg,试验方案见表1,除CK外,其余处理均施用N0.2g/kg、K₂O0.2g/kg。供试作物为皖麦19号,于2000年10月9日实施,2001年5月21日收获,依小麦不同生育时期定期采集样品分析测定。

表1 黄褐土P肥试验方案

处理	CK	NK	NP ₁ K	NP ₂ K	NP ₃ K	NP ₄ K
P ₂ O ₅ (g/kg)	0	0	0.06	0.12	0.18	0.24

1.3 分析方法

土壤无机P形态的分级采用蒋柏藩、顾益初提出的石灰性土壤无机P分级测定方法^[5]。

2 结果与讨论

2.1 P对黄褐土无机P形态的影响

加入可溶性P肥后,P迅速在土壤中固定转化。为研究不同施入P量对土壤无机P的贡献,我们于施肥后50天(11月27日)采样分析了土壤无机P

形态变化(表 2)。结果表明:由于生物作用及水分含量的影响,盆栽后土样和盆栽前未处理土样间有较大差异。对不同处理的土壤无机 P 形态分析可以看出,随着 P 肥用量的增加,Ca₂-P、Ca₈-P、Al-P、Få-P 有明显增加的趋势,O-P 和 Ca₁₀-P 无明显变化。说明施入 P 在短期内的转化主要以 Ca₂-P、Ca₈-P、Al-P、Få-P 为主。从增幅及增量

上讲,以土壤 Ca₂-P 增加最明显,总量增加 29.8 mg/kg,增幅达 184%。一般而言,土壤 Ca₂-P 有效性最高,为可供植物吸收的直接 P 源,而 Ca₈-P、Al-P、Få-P 的有效性次之,主要为缓效 P 源,O-P 及 Ca₁₀-P 有效性较差,为土壤贮备 P 源,这说明在短期内加入的 P 主要向有效性较高的形态转化,直接供植物吸收利用。

表 2 P 水平对黄褐土无机 P 形态的影响

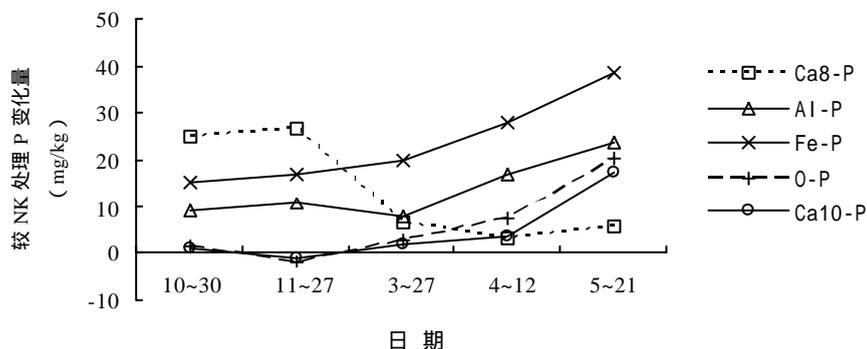
处理	Ca ₂ -P		Ca ₈ -P		Al-P		Fe-P		O-P		Ca ₁₀ -P	
	ìg/g	较 NK±	ìg/g	较 NK±	ìg/g	较 NK±	ìg/g	较 NK±	ìg/g	较 NK±	ìg/g	较 NK±
原始	16.1	-	149.4	-	38.8	-	67.5	-	108	-	67.5	-
CK	15.2	-1.0	130.6	7.8	51.2	3.4	88.5	-5.0	135	-1.5	67.0	-0.5
NK	16.2	0	122.8	0	47.8	0	93.5	0	136.5	0	67.5	0
NP ₁ K	25.0	8.8	123.1	0.3	52.5	4.7	98.8	5.3	130.0	-6.5	65.0	-2.5
NP ₂ K	32.5	16.3	142.5	19.7	54.5	6.7	101.7	8.2	124.0	-12.5	65.8	-1.7
NP ₃ K	41.8	25.6	140.6	17.8	56.8	9.0	102.6	9.1	126.0	-10.5	68.2	0.7
NP ₄ K	46.0	29.8	149.4	26.6	60.5	12.7	105.4	11.9	134.5	-2.0	66.2	-1.3

2.2 不同时期施入 P 在土壤中的转化

为研究施入 P 在土壤中随时间变化的转化情况,我们结合盆栽试验对施入 P 和不施 P 土壤无机 P 的转化规律进行了研究。

对 NP₄K 处理的土样分析结果表明(图 1):施入 P 对土壤无机 P 组分含量有明显影响。一般而言,施入的无机 P 加入土壤后,除部分残留土壤作为土壤速效 P 源,其余大部分迅速转化为有效性较高的 Al-P、Få-P、Ca₈-P,而在 pH<7 的非钙质土壤上,以 Al-P、Få-P 为主,对于无效的 Ca₁₀-P 及 O-P,一般在半年到一年后才有明显增加^[6]。本研

究的结果也基本符合这一点。黄褐土为 Q₃ 母质上发育的旱地土壤,pH 一般在 6~7,其施入 P 的转化主要以 Al-P、Få-P 为主,Ca₂-P 也有明显增加,Ca₁₀-P 只有在施入 P 半年后(5 月 21 日)才表现出略有增加,从总量上说,以 Få-P 的增量最明显,较 NK 处理增加了 38.8 ug/g,其次为 Al-P,较 NK 处理增加了 23.6 ug/g,而且随着施入 P 时间的推移,Få-P、Al-P 继续升高,这说明 P 施入土壤后,不仅可被当季作物所吸收利用,而且可作为缓效或有效 P 源直接供给以后几季的作物吸收利用。

图 1 NP₄K 处理土壤无机 P 变化

2.3 不同 P 水平下 Ca₂-P 的变化

Ca₂-P 为土壤最直接有效的 P 源,可直接被作物吸收利用,是有效 P 的主要成分。为研究施入 P 对土壤 Ca₂-P 变化的影响,我们分析了不同 P 水平下 Ca₂-P 的变化趋势(图 2),不施 P 土壤一般随作

物的生育进程 Ca₂-P 有一定的变化,但变化不明显。施入 P 后,可直接提高土壤 Ca₂-P 的含量。一般在小麦吸收的临界期(拔节孕穗期 3 月 27 日)达到最高,此后随着小麦收获,土壤变干,Ca₂-P 向无效态转化,含量有一较明显的回落,表现出趋于一致的

趋势。随着 P 肥用量的增加, Ca_2 -P 的增幅也愈大, 这从一方面说明了 P 肥对土壤有效 P 的贡献情况。

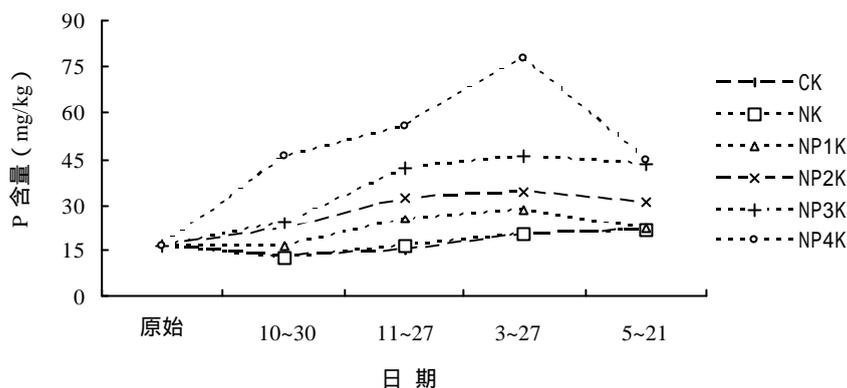


图2 施入 P 对土壤 Ca_2 -P 影响

3 小结

本研究对施入不同 P 水平在黄褐土中的转化规律进行了研究, 结果表明: 施入 P 能明显改善土壤的 P 素供给状况, 且随 P 用量的增加, 可供植物吸收利用的有效 P 量也越多。总的来说, 施入土壤中的 P 以向 Fa -P、Al-P 为主, Ca_2 -P 也有明显增加, 而 Ca_{10} -P 等无效态 P 源的转化较慢, 只在半年后才有比较明显的增加。从 P 对土壤可被作物直接吸收利用的 P 源贡献来看, P 用量越多, Ca_2 -P 的增加越明显, 但在当季作物收获后, Ca_2 -P 又表现出不同处理趋于一致的趋势。一般而言, 当季 P 肥的利用率仅 20% 左右, 而当季 P 肥施入后主要以缓效态形式存在, 如何减缓 P 向缓效态乃至无效态

的转化, 提高 P 肥的利用率还有待于进一步研究。

参考文献

- 1 鲁如坤. 土壤磷素. 土壤通报, 1980, (1): 43~47
- 2 Khasawneh FE 等著(段平楣等译). 磷矿粉的直接施用. 土壤学进展. 1984, 12 (2): 29~36
- 3 Chang SC and Jackson ML. Fractionation of Soil Phosphorus. Soil Sci., 1957, 84: 133~144
- 4 蒋柏藩等. 石灰性土壤无机磷的分级体系研究. 中国农业科学, 1989, (3): 58~66
- 5 顾益初等. 石灰性土壤无机磷的分级测定方法. 土壤, 1990, 22 (2): 101~102
- 6 鲁如坤等著. 土壤 - 植物营养学原理与施肥. 北京: 化学工业出版社, 1998