

长期耕作、施肥对白浆土无机磷形态的影响

田秀平¹ 马艳梅¹ 韩晓日²

(1 黑龙江八一农垦大学植物科技学院 密山 158308; 2 沈阳农业大学 沈阳 110161)

EFFECT OF LONG-TERM CULTIVATION AND FERTILIZATION ON FORMS OF INORGANIC PHOSPHORUS IN ABLIC SOIL

Tian Xiuping¹ Ma Yanmei¹ Han Xiaori²

(1 College of Plant Science and Technology, Heilongjiang August First Land Reclamation University, Mishan 158308;

2 Shenyang agriculture university, Shenyang 110161)

摘要 试验结果表明,长期采用不同施肥耕作措施对白浆土有效 P 和无机 P 形态影响不同。普翻情况下,长期施用有机肥、秸秆可使土壤中 Ca₂-P、Al-P、Fe-P 含量增加,并抑制 O-P 形成,不同之处是有机肥能保持土壤有效 P 含量,而单施秸秆则不能。长期施入土壤中的无机 P 肥向 Al-P、Fe-P 和 O-P 转化。免耕比普翻和深松更利于 P 素的积累。土壤有效 P 与各形态无机 P 之间的相关分析表明,土壤有效 P 与 Ca₂-P、Al-P 和 Fe-P 之间相关达显著水平。

关键词 白浆土;无机 P 形态;长期耕作施肥

中图分类号 S147.2

黑龙江省白浆土总面积 331 万 hm²,虽然该土全 P 含量不低,但有效 P 却处于亏缺状态,土壤缺 P 已成为作物产量的限制因素。随着 P 肥的施入,土壤缺 P 程度有所改善,但是 P 肥的利用率却很低^[1],施入土壤中 P 肥多以不同形态的磷酸盐积累在土壤中。关于无机 P 在土壤中的转化,已见前人报导^[2-3]。但对长期采用不同施肥和耕作措施,对白浆土中无机 P 形态影响的研究尚属少见。为此,我们

对此进行了系统研究,旨为白浆土合理施肥提供参考数据。

1 材料与方法:

1.1 供试土壤

试验地位于黑龙江省密山市黑龙江八一农垦大学校实验区,土壤为草甸白浆土(漂白冷凉淋溶土),其理化性质见表 1。

表 1 供试土壤基本肥力状况

有机质 (g/kg)	全 N (g/kg)	全 P (P g/kg)	碱解 N (mg/kg)	有效 P (P mg/kg)	有效 K (K mg/kg)	pH (H ₂ O)
35.00	2.30	0.52	274.00	5.47	89.70	6.05

1.2 试验设计

试验小区面积 79.2m²,4 次重复。采用春小麦-春小麦—大豆—油菜—玉米—大豆 6 区轮作制。施肥处理分为对照区 (CK)、有机肥区 (OM)、秸秆

还田区 (TS) 和化肥区 (NP),均采用普翻耕法;耕作处理分为普翻区 (CT)、深松区 (DT) 和免耕区 (NT),均采用化肥 (NP) 施肥方式。有机肥为牛粪,施量为 25200.00 kg/hm²,化肥用量见表 2。

表 2 供试田化肥用量

作物	N 肥 (N kg/hm ²)	P 肥 (P ₂ O ₅ , kg/hm ²)	N:P
大豆、油菜	45.00	67.50	1:1.5
小麦	54.00	57.00	1:1.5
玉米	66.00	33.00	2:1

秸秆还田是在秋收后将秸秆粉碎（10cm 左右），撒入地表，翻入土中。免耕处理为耙茬 10cm；深松是用深松铲，深松 35cm，间隔 30cm，秋深松春起垄；普翻为秋翻耕层 20cm。实验设置从 1987 年开始，我们于 1992 和 2001 年秋收后，在每个小区内用土钻取耕层 5 点混合样，进行室内分析。

1.3 分析方法

土壤无机 P 形态分组用顾益初、蒋柏藩的分析方法^[1]，土壤速效 P 用 Olsen 法。其它各项测定均采用常规分析法。

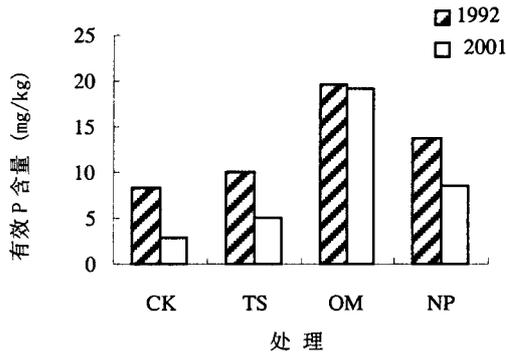


图 1 长期施肥对白浆土有效 P 含量的影响

2 结果与分析

2.1 长期耕作、施肥对土壤中有效 P 影响

由图 1 可见，不同施肥处理中有效 P 变化不同，OM 处理 10 年间有效 P 基本没有变化，而始终处于供 P 的中上等水平；CK 处理土壤中有效 P，由 1992 年的 8.30mg/kg 下降至 2001 年的 2.72mg/kg，土壤供 P 水平处于严重不足状态；TS 处理有效 P 的下降幅度也很大，由原来的 10.10mg/kg 下降到 5.07mg/kg，说明，只单纯施入作物秸秆，已不能满足作物对 P 素的需要；NP 处理有效 P 由 1992 年的 13.70mg/kg 下降至 2001 年的 8.37mg/kg，说明施入土壤中的 P 肥被作物吸收后，残存土壤中的 P 改变了其形态。

土壤中有有效 P 在 3 种耕作中的年份变化基本相同（见图 2），即 2001 年测定结果低于 1992 年，但不同处理下降幅度不同，其中 CT 处理变化最大，

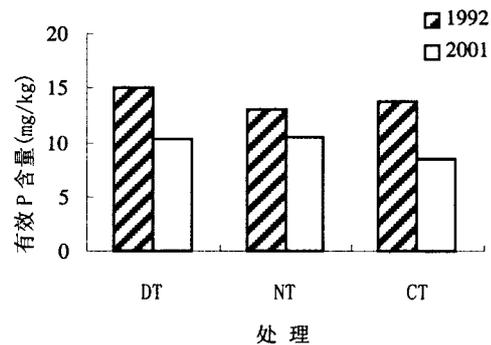


图 2 长期耕作对白浆土有效 P 含量的影响

10 年下降了 38.83%，DT 处理下降了 32.43%，NT 变化最小，只下降了 19.43%。

2.2 长期施肥对土壤无机 P 形态的影响

从表 3 可以看出，经过长期不同施肥处理，土壤中各形态无机 P 的含量都发生了变化。长期不施肥的 CK 处理，土壤无机 P 各形态都有所减少，作

为有效 P 源的 Ca₂-P 几乎消耗殆尽，Al-P 和 Fe-P 含量也明显的减少，O-P 含量改变不大。白浆土是一种弱酸性土壤，土壤 Ca-P 不是其主要形态，但从表 3 看出，随着土壤种植年限的增长，土壤中 Ca₁₀-P 各处理 2001 年测定结果都低于 1992 年，即土壤中 Ca-P 向作物易吸收利用的形态转化，Ca₈-P 在不同

表 3 长期施肥对无机 P 形态影响 (mg/kg)

处理	年份	Ca ₂ -P	Ca ₈ -P	Ca ₁₀ -P	Al-P	Fe-P	O-P
CK	1992	7.05	4.17	16.09	28.65	76.38	121.68
	2001	2.38	2.01	12.08	13.37	52.16	116.43
TS	1992	6.73	3.57	14.59	34.36	51.97	133.74
	2001	7.38	2.01	9.08	39.65	59.50	94.37
OM	1992	5.70	6.00	13.17	43.28	89.80	142.09
	2001	12.43	3.02	10.07	53.67	117.39	116.73
NP	1992	8.74	3.02	11.34	38.56	86.90	133.69
	2001	7.35	2.02	8.02	44.74	98.61	145.03

施肥处理之间年份变化相同,而 $\text{Ca}_2\text{-P}$ 含量 OM 处 2001 年测定结果比 1992 年增加了 54.14%, TS 和 NP 处理变化不大,说明,有机肥在活化 P 素方面起了很大作用,这与前人研究结果一致^[5]。TS、OM 和 NP 3 处理中 Al-P 和 Fe-P 含量年份间变化趋势也相同,即 2001 年测定结果高于 1992 年,其中,OM 处理变化最大,2001 年比 1992 年 Al-P、Fe-P 含量分别增加 24.01% 和 30.72%, NP 处理分别增加 16.05% 和 13.48%; TS 处理增加了 15.40% 和 14.49%。说明,白浆土长期进行培肥处理,可使土壤的 Al-P 和 Fe-P 库扩大。顾益初^[5]等研究表明,在风化过程中,以 Al 形态结合的磷酸盐在土壤中不易稳定存在,从而推断,Al-P 是作物较好的 P 源。TS 和 OM 处理中 O-P 含量呈显著下降趋势,而 NP 则相反。这与白浆土中闭蓄态 P 的形成机制有关,酸性土壤中 P

素闭蓄机制主要是土壤中无定形的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶膜对 Fe-P 产生的掩蔽作用,施有机物料的处理,由于其在分解过程中产生了有机酸及腐殖质化过程中含酚基和羧基的腐殖质对 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀的络合作用,使 Fe-P 闭蓄过程受到抑制^[6]。

2.3 长期耕作对土壤无机 P 形态的影响

从表 4 看出,不同耕作方式对土壤中无机 P 形态也产生不同影响。其中 DT 和 CT 处理,无机 P 形态年份间变化规律基本相同,即 $\text{Ca}_8\text{-P}$ 和 $\text{Ca}_{10}\text{-P}$ 含量 2001 年测定结果低于 1992 年,而 Al-P、Fe-P 和 O-P 含量 2001 年测定结果高于 1992 年。NT 处理所有形态 P 含量均是 2001 年高于 1992 年。其原因可能是白浆土长期实施免耕,严重影响了作物产量和吸 P 量,致使 NT 区土壤各无机 P 组分含量高于 CT 和 DT 处理,其原因尚需进一步研究探讨。

表 4 长期耕作对无机 P 形态影响 (mg/kg)

处 理	年 份	$\text{Ca}_2\text{-P}$	$\text{Ca}_8\text{-P}$	$\text{Ca}_{10}\text{-P}$	Al-P	Fe-P	O-P
DT	1992	8.46	6.37	12.17	32.67	65.51	132.13
	2001	10.02	3.01	10.03	39.29	73.19	143.70
NT	1992	9.03	5.82	13.04	33.27	69.92	135.13
	2001	13.90	6.72	16.38	37.26	77.65	151.79
CT	1992	8.74	3.02	11.34	38.56	86.90	133.69
	2001	7.35	2.02	8.02	44.73	98.61	145.03

2.4 土壤有效 P 含量与不同形态无机 P 的关系

土壤测定结果经相关分析显示,各种形态的无机 P 与土壤有效 P 的相关性以 Fe-P 最好,相关系数为 0.8707 (n=6),其次是 $\text{Ca}_2\text{-P}$ 和 Al-P, 相关系数各自为 0.7876 和 0.7791 (n=6),它们和有效 P 之间均达显著相关水平,而 $\text{Ca}_8\text{-P}$ 和 O-P 与有效 P 之间不相关。

3 结 论

(1) 要想提高白浆土有效 P 含量,一是靠增加 P 肥用量,二是增加有机肥投入,而单纯秸秆还田不能满足作物对 P 肥需求。

(2) 在白浆土上长期采用有机肥,秸秆还田及化肥 P 的培肥措施,无机 P 库增大,增加 Al-P 和 Fe-P 含量。有机物料还能抑制难溶性闭蓄态 P 的形成。

(3) 施入土壤中的化肥 P 向 Al-P、O-P 和 Fe-P 转化。长期免耕,不利于植物对 P 素吸收,致使施入的化肥 P 在土壤中积聚。

(4) 土壤有效 P 与 $\text{Ca}_2\text{-P}$ 、Al-P 和 Fe-P 之间达显著相关水平。

参考文献

- 顾益初, 蒋柏藩. 石灰性土壤无机磷分级的测定方法. 土壤, 1990, 22 (2): 101~102
- 侯雪坤, 翟瑞常, 朱桂华等. 轮作、连作及不同耕作对氮、磷肥料利用率的影响. 黑龙江八一农垦大学学报, 1995, 8 (2): 44~55
- 顾永明, 汪寅虎. 磷肥在土壤中的转化及其与土壤有效磷的关系. 土壤学报, 1984, 21 (2): 134~143
- 李云, 高子勤. 白浆土-植物系统营养物质转化机制及其有效性研究. 白浆土无机磷形态变化. 应用生态学报, 1999, 10 (4): 419~422
- 顾益初, 蒋柏藩, 鲁如坤. 风化对土壤粒级中磷素形态转化及其有效性影响. 土壤学报, 1984, 21 (2): 134~143
- 章永松, 林咸永, 罗安程. 有机肥(物)对土壤中磷的活化作用及机理研究. 有机肥(物)对土壤不同形态无机磷的活化作用. 植物营养与肥料学报, 1998, 4 (2): 145~150