



长期不同施肥红壤磷素变化及其对产量的影响

李冬初^{1,2}, 王伯仁², 黄晶², 张杨珠¹, 徐明岗², 张淑香², 张会民²

(¹湖南农业大学资源环境学院, 长沙 410128; ²中国农业科学院农业资源与农业区划研究所/耕地培育技术国家工程实验室, 北京 100081)

摘要:【目的】定量长期不同施肥红壤磷素的演变特征, 研究红壤磷素变化对生产力的影响, 为红壤地区磷素管理提供理论依据。【方法】利用持续 26 年的红壤旱地长期定位试验平台(1991—2016 年), 比较长期不施磷肥(CK、N、NK)、施用化学磷肥(PK、NP、NPK)、化肥配合秸秆还田(NPKS)和化肥配施有机肥及有机肥(1.5NPKM、NPKM、M)土壤 Olsen-P 和全磷含量变化, 分析土壤磷素对磷盈亏量的响应, 采用不同模型拟合作物产量对有效磷的响应曲线, 计算土壤有效磷农学阈值。【结果】长期施用磷肥显著提高了土壤全磷和有效磷含量, 提升了土壤磷素活化系数(PAC)。化肥配施有机肥及有机肥处理(1.5NPKM、NPKM、M)的 PAC 高于化肥配合秸秆还田(NPKS)和施用化学磷肥(PK、NP、NPK)。红壤地区土壤全磷和有效磷变化量与土壤磷盈亏量呈正相关关系($P < 0.01$), 土壤每累积盈余 100 kg P·hm⁻², 土壤 Olsen-P 含量上升 3.00—5.22 mg·kg⁻¹, 全磷上升 0.02—0.06 g·kg⁻¹。土壤每累积亏缺磷 100 kg P·hm⁻², 不施磷肥处理(CK、N、NK)土壤 Olsen-P 分别下降 1.85、0.40、1.76 mg·kg⁻¹。化肥配施有机肥及有机肥处理(1.5NPKM、NPKM、M)的小麦和玉米产量显著高于化肥配合秸秆还田(NPKS)以及施用化学磷肥(PK、NP、NPK), 显著高于不施磷肥(CK、NK、N)。化肥配施有机肥及有机肥处理(1.5NPKM、NPKM、M)的产量可持续指数也高于其他处理。3 种模型(线性-线性模型、线性-平台模型和米切里西方程)均能较好地拟合作物产量与红壤有效磷含量的响应关系($P < 0.01$)。在红壤地区推荐使用拟合度较好的线性-线性模型, 其计算出小麦和玉米的土壤 Olsen-P 农学阈值分别为 13.5 和 23.4 mg·kg⁻¹。【结论】在南方红壤地区, 化肥配施有机肥更有利于磷素累积和提升磷素有效性。化肥配施有机肥作物产量显著高于其他处理, 且稳产性好。线性-线性模型可用于计算红壤地区有效磷的农学阈值。生产上应该根据土壤有效磷含量及其农学阈值调整磷肥施用量。

关键词: Olsen-P; 全磷; 相对产量; 磷素活化系数; 磷盈亏; 磷素农学阈值; 长期施肥; 红壤

Change of Phosphorus in Red Soil and Its Effect to Grain Yield Under Long-Term Different Fertilizations

LI DongChu^{1,2}, WANG BoRen², HUANG Jing², ZHANG YangZhu¹, XU MingGang²,
ZHANG ShuXiang², ZHANG HuiMin²

(¹College of Resources and Environment, Hunan Agricultural University, Changsha 410128; ²Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences/National Engineering Laboratory for Improving Quality of Arable Land, Beijing 100081)

Abstract: 【Objective】Change characteristic of phosphorus (P) in red soil were quantified under long term different fertilizations, and effects of P on soil productivity were studied, so as to provide a theoretical basis for P management in red soil regions in southern China. 【Method】Change of soil Olsen-P and total P content was compared under long term no P fertilization (CK, N, NK), chemical P fertilizer (PK, NP, NPK), application of chemical fertilizer combined with half crop straw return (NPKS)

收稿日期: 2019-06-05; 接受日期: 2019-07-25

基金项目: 国家重点研发计划项目(2017YFD0800101, 2016YFD0300901)、国家自然科学基金(4167130)、国家现代农业产业技术体系(CARS-01-83)

联系方式: 李冬初, E-mail: lidongchu@caas.cn. 通信作者王伯仁, E-mail: wangboren@caas.cn. 通信作者张会民, E-mail: zhanghuiimin@caas.cn